

все стрелки маршрута и открывается светофор, ограждающий этот маршрут.

**Общие положения централизованного управления.** Электрическая централизация применяется с центральными и местными зависимостями. В первом случае основная аппаратура и приборы, посредством которых осуществляются необходимые зависимости и основные источники питания, размещаются в центральном пункте — на посту ДСП. Во втором случае приборы и источники питания размещаются в районах централизованных стрелок и сигналов — в релейных будках, а на посту ДСП устанавливается только нулевой централизации.

На станциях, оборудованных ЭЦ, все приемные пути и централизованные стрелки электрически изолируются.

При централизованном управлении стрелками и сигналами осуществляются зависимости и взаимные замыкания, не позволяющие: открыть сигнал, если соответствующие стрелки не установлены в надлежащем положении; перевести стрелку, если ограждающий её сигнал открыт; одновременно установить враждебные маршруты; перевести стрелки при занятом стрелочном участке; принять поезд на занятый путь.

Открытие выходного светофора на перегоне, оборудованный полуавтоматической блокировкой, на двухпутном участке возможно лишь при отблокированном блоке путевого управления, а на однопутном — и при отблокированном блоке получения согласия.

После открытия соответствующего светофора маршрут (приема или отправления) автоматически замыкается.

В последних установках ЭЦ применяются предварительное и полное замыкания маршрута.

Предварительное замыкание отличается от полного замыкания маршрута тем, что при свободном участке приближения (иногда называемого предмаршрутным) имеется возможность раздельки маршрута сразу после закрытия светофора.

Участок приближения при автоблокировке начинается за один блок-участок от входного светофора, а при полуавтоматической блокировке — за 100 м перед предупредительным светофором.

В секционированном маршруте все секции должны запираются одновременно; при наличии же маршрутных светофоров каждая секция запирается при проходе составом предыдущего светофора.

В случае составления поездного маршрута из нескольких маневровых маршрутов маневровые светофоры должны автоматически закрываться при открытии светофора, ограждающего поездной маршрут.

Разделка использованного поездом маршрута или его секции возможна после освобождения всем поездом последней стрелки этого маршрута или секции.

Для искусственного размыкания маршрутов применяют вспомогательные кнопки и реле с выдержкой времени (по одному комплекту на группу враждебных маршрутов).

Для маршрутов отправления без противошёрстных стрелок и для маневровых маршрутов выдержка времени необязательна.

В маневровых светофорах белый огонь может быть включён таким образом, чтобы перекрытие его на запрещающий производилось с поста рукояткой, а не автоматически.

**Система питания устройств электрической централизации:**

1) система двух аккумуляторных батарей; ёмкость каждой из них должна быть достаточна для питания рабочих цепей электрических приводов в течение одних суток, а контрольных и прочих цепей дополнительно ещё в течение суток;

2) система одной рабочей и одной контрольной аккумуляторных батарей, ёмкость которых должна быть достаточна для работы в течение суток.

Для зарядки батарей служат ртутные, купроксеновые или селеновые выпрямители, включённые по схеме «заряд—разряд» или буферного питания.

**Централизованные стрелочные переводы.**

Стрелки, включённые в электрическую централизацию, должны быть обеспечены хорошим отводом воды. С этой целью их укладывают на щебне или дроблёном гравии I сорта (толщиной под подошвой стрелочных брусьев  $25 \div 30$  см) с песчаной подушкой в 20 см и устраивают лотки для стока воды.

Прилетание острия к рамному рельсу должно быть плотным; отход острия рабочего острия от рамного рельса на 4 мм и более не допускается.

Шаг пера для централизованных стрелок должен равняться: у нормальных стрелок типов I-а, II-а и III-а 152 мм, а у перекрёстных — 140 мм.

Шаг пера измеряется против первой тяги между боковой рабочей гранью рамного рельса и нерабочей гранью острия.

Для нормальной работы централизованных стрелочных переводов необходимо, чтобы:

а) общее состояние стрелочных переводов соответствовало требованиям ПТЭ;

б) соединение стрелочных тяг с остриями было надёжно; болты и закрутки на них, гайки и шпильки были исправны;

в) острия стрелки не пружинили, не имели перекосов, плотно лежали на всех подушках стрелки и при своём перемещении не задирали бы их; зазор между острием и подушкой допускается не более 1 мм при условии, что в нагруженном состоянии понижение острия вне пределов его вертикальной остружки против рамного рельса будет менее 2 мм;

г) стрелка не имела явлений уширения или сужения колеи и сверх установленных допусков углов рамных рельсов и остриев;

д) зазор между корнем острия и путевым рельсом был не менее 5 мм (на стрелках типа III-а болты в корне острия должны быть ослаблены до уничтожения пружинности стрелки);

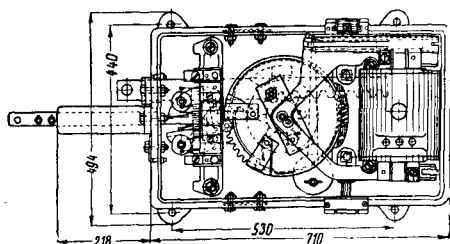
е) была плотная подбивка переводных брусьев; на стрелочных переводах не допускалось скопления воды, особенно в шпальных ящиках с рабочими и контрольными тягами.

## СТРЕЛОЧНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ТИПА 3900

### Устройство электропривода

Стрелочный электропривод 3900 соединяется со стрелкой посредством наружного шарнирного замыкателя.

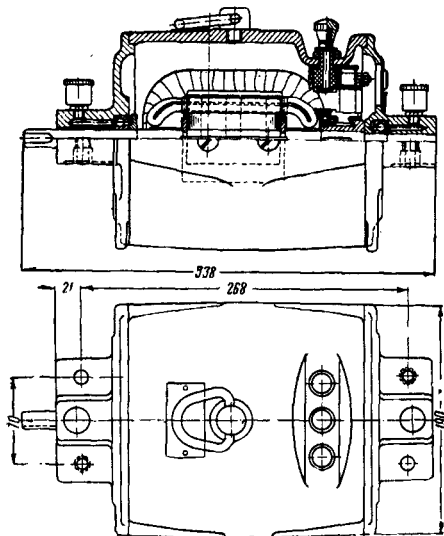
Стрелочный электропривод 3900 (фиг. 395) состоит из электродвигателя, механической передачи и автопереключателя с контактной



Фиг. 395. Стрелочный электропривод 3900

системой помещённых в чугунном корпусе, закрытом стальным кожухом с войлочной или брезентовой прокладкой.

Электродвигатель 3901 (фиг. 396) постоянного тока, серийный (обмотки возбуждения и якоря соединены последовательно), двухполюсный, закрытого типа с естественным охлаждением, реверсивный. Реверсив-

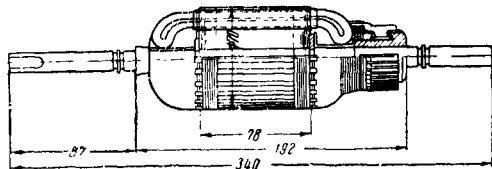


Фиг. 396. Электродвигатель 3901

ность (вращение в обе стороны) достигается применением двух обмоток возбуждения, создающих во время пропускания по ним тока магнитные поля различного направления. Электродвигатель 3901 мощностью 0,25 кВт, при напряжении на обмотках двигателя 100—110 в и нагрузке на рабочей тяге 75 кг развивает 1800 об/мин.  $\pm 10\%$  и переводит стрелку в течение 2—2,5 сек., потребляя ток 4 а, к. п. д. — не менее 50%

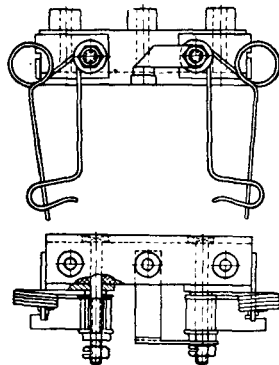
Электродвигатель состоит из чугунного корпуса с двумя крышками, двух электромагнитов возбуждения, якоря с коллектором, укрепленного на валу, вращающегося в шариковых подшипниках, двух щёткодержателей, трёх клемм для присоединения наружных проводов и двух маслёнок.

Якорь (фиг. 397) состоит из 120 промежуточных пластин, 32 пластин под бандаж



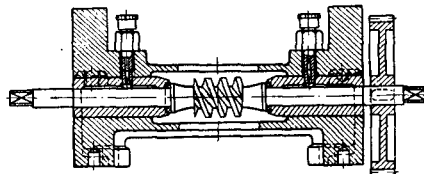
Фиг. 397. Якорь электродвигателя

и 2 крайних пластин, стянутых шайбами; в 24 канавки якоря уложена петлевая обмотка из проволоки марки ПЭБО диаметром 0,64/0,82 и сопротивлением  $2,4 \div 3,0$  ом. Коллектор имеет 24 пластины со слюдяными прокладками, надетыми на втулку и стянутыми кольцом и гайкой. Электромагниты возбуждения, укрепленные в корпусе, состоят из сердечников, собранных из 148 промежуточных и 2 боковых пластин и надетых на них катушек с обмоткой из проволоки марки ПБД диаметром 1/1,25 мм каждая, сопротивлением  $3,4 \div 4,2$  ом с выводами из проволоки ПРГ сечением 1,5 мм<sup>2</sup>. Два латунных щёткодержателя (фиг. 398) при помощи двух винтов и гаек укреплены на бакелитовой основе, которая снабжается тремя винтами и зажимами для присоединения наружных проводов.



Фиг. 398. Щёткодержатели

В механическую передачу входят: чугунная шестерня диаметром 102 мм с 34 зубцами, укрепленная на валу якоря; чугунное зубчатое колесо диамет-

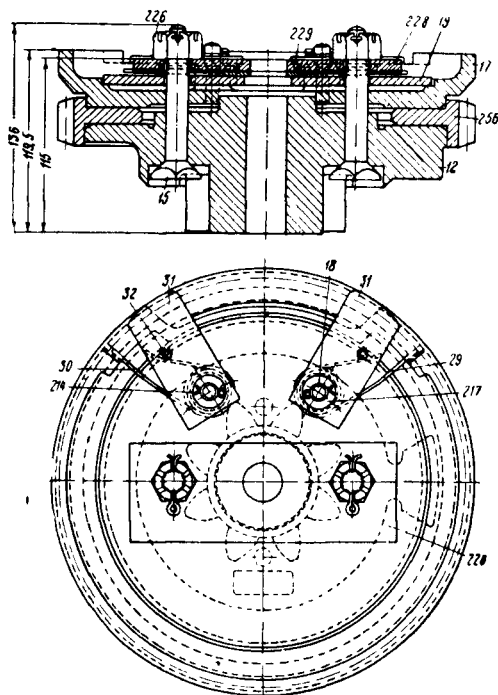


Фиг. 399. Червяк

ром 162 мм с 54 зубцами, насаженное на оси червяка, стальной червяк (фиг. 399) диаметром 36 мм с двумя нитками, имеющий угол подъёма 16°, вращающийся в чугунных



втулках с фибровыми уплотняющими шайбами, закреплённых в станине ниппелями и имеющих продольные каналы, через которые из маслянок смазка подаётся к оси червяка (ось червяка имеет квадратные концы для надевания съёмной рукоятки при переходе на ручное управление); чугунный зубчатый обод 256 (фиг.400) диаметром 270,5 мм

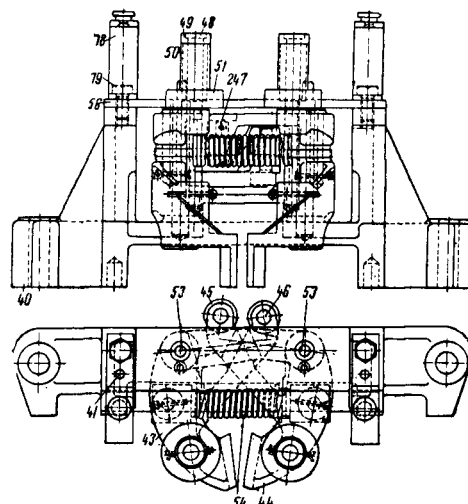


Фиг. 400. Фрикционный механизм

с 52 зубцами, фрикционно соединённый с нижним диском; чугунный нижний фрикционный диск 12 (фиг. 400), отлитый вместе с зубчаткой с 8 зубьями и составляющий одно целое с последней; зубчатка сцеплена со стальной рейкой; стальная рабочая рейка (шибер) с 9 зубцами длиной 640 мм, помещающаяся в направляющей раме, которая болтами крепится к корпусу привода.

Фрикционный механизм (фиг.400) состоит из насаженных на вертикальную ось при помощи латуиной втулки нижнего фрикционного диска 12, зубчатого обода 256, верхнего фрикционного (коммутационного) диска 17, стального нажимного диска 19 и стальной нажимной планки 228, стянутых двумя болтами 15 и гайками 226. Планка 228 с приваренной к ней второй планкой 229 и диск 19 обеспечивают плавность сжатия фрикционными дисками 12 и 17 зубчатого обода 256. На коммутационном диске 17 на штифтах 18 (с шайбами 217 и шпильками 214) укреплены две планки 31, находящиеся под нажимом пружин 29 и 30, упирающиеся в штифты 32 и предназначенные для мгновенного переключения контактов автопереключателя.

Автопереключатель (фиг. 401), укрепленный на стойке 40, состоит из двух вращающихся на осях 53 чугунных контрольных кулачков (замыкателей) 43 и 44 со сталь-

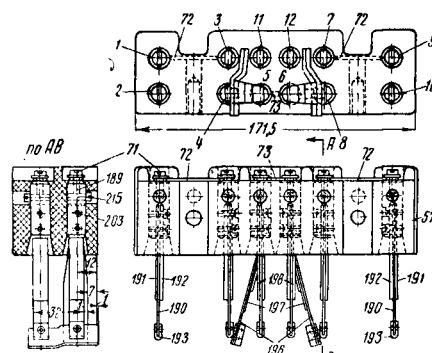


Фиг. 401. Автопереключатель

ными осями 48, на которые надеты фибровые втулки 49, а на них медные гильзы 50; под ними находятся фибровые шайбы 51, отводящие земляные контактные пружины 5 и 6 (фиг. 402). На вторых концах кулачков 43 и 44 при помощи осей 46 со шпильками 247 укреплены стальные ролики 45, скользящие по краю коммутационного диска 17 (фиг. 400). Кулачки стянуты между собой пружиной 54 (фиг. 401) с внешним диаметром 19,5÷20 мм, состоящей из 18 витков стальной проволоки диаметром 3 мм.

Верхние концы осей 53 поддерживаются подставкой 56, прикреплённой к стойке 40 болтами 79 и штифтами 41; сверху укреплены кронштейны 78.

На бакелитовом контактодержателе 57 (фиг. 402) 10 стальных контактных пружин 190

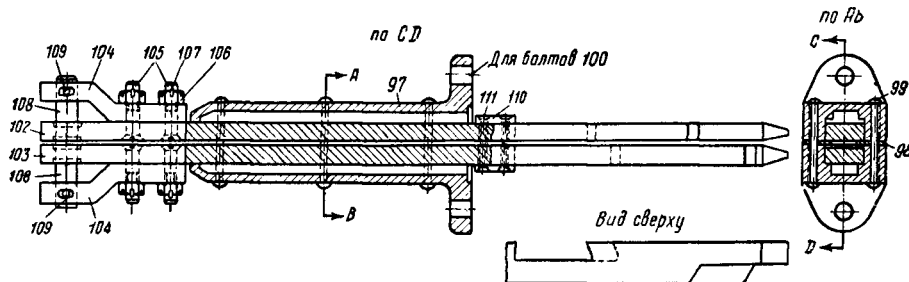


Фиг. 402. Контактная система автопереключателя

и 196 с приклепанными к ним латунными иконечниками 193 и стальными упорными пружинами 191, 192 и 197, 198 прикреплены к зажимам 189 при помощи винтов 203; за-

жимы укреплены на держателе винтами 215; винты 71 служат для закрепления проводов; между зажимами 1—3, 7—9 и 5—6 имеются проволочные перемычки 72 и 73. Контактные пружины при нагрузке 500 г должны изгибаться на  $0,8 \div 3,3$  мм (стрела прогиба).

Контрольные линейки 102 и 103 (фиг. 403) изготавливаются со скобами 104, осями 108, болтами, гайками и шплинтами 105 — 106 — 107 — 109, упорными планками 110 с винтами 111, расположенными между направляющими этих линеек 97 и латунной прокладкой 98 с заклёпками 99. Окончательная припиловка вырезов в линейках делается при установке на месте.



Фиг. 403. Контрольные линейки

Нижне приводятся основные технические нормы электропривода.

Электропривод: при напряжении на зажимах двигателя 100—110 в и нагрузке на шибере около 100 кг сила тока при нормальной работе не должна превышать 4,5 а, при работе на фрикцию —  $7 \div 8$  а.

Механическая передача: зазор между шестернями первого каскада должен быть не более 0,7 мм, продольный люфт червячного вала не более 0,5 мм, рабочий ход шибера 220 мм с допусками —3 мм, +4 мм, мёртвый ход не более 4 мм, поперечная игра в направляющих не более 0,5 мм.

Фрикционная муфта: регулировка фрикционного сцепления возможна на усилие 150—250 кг.

Автопереключатель: спиральная пружина от груза 21 кг должна удлиняться на  $22 \pm 4,5$  мм; при вращении коммутационного диска колебание контактной гильзы не должно быть более 0,5 мм, гильзы должны отводить контактные пружины в сторону на 3—6 мм и касаться обеих пружин одновременно; выдержка контактных пружин в нормальных условиях работы не менее 100 000 перегибов.

Контактное давление на пружинах должно быть в пределах 300—500 г

Контрольные линейки: рабочий ход должен быть 152 мм с допусками —2 мм, +3 мм, поперечная игра в направляющих — не более 0,5 мм.

Зазор между кулачком автопереключателя и вырезом контрольной линейки прижатого остряка сохраняется в пределах  $1,5 \div 2,5$  мм, а между кулачком и вырезом линейки отжатого остряка — в пределах  $16 \div 22$  мм.

Кулачок должен западать в вырез линеек на глубину  $4 \div 6$  мм.

Электрическая изоляция: сопротивление изоляции обмоток двигателя должно быть не менее 0,5 мгом; сопротивление изоляции в любой части привода — не менее 2 мгом; электрическая прочность изоляции — не менее 1 000 в.

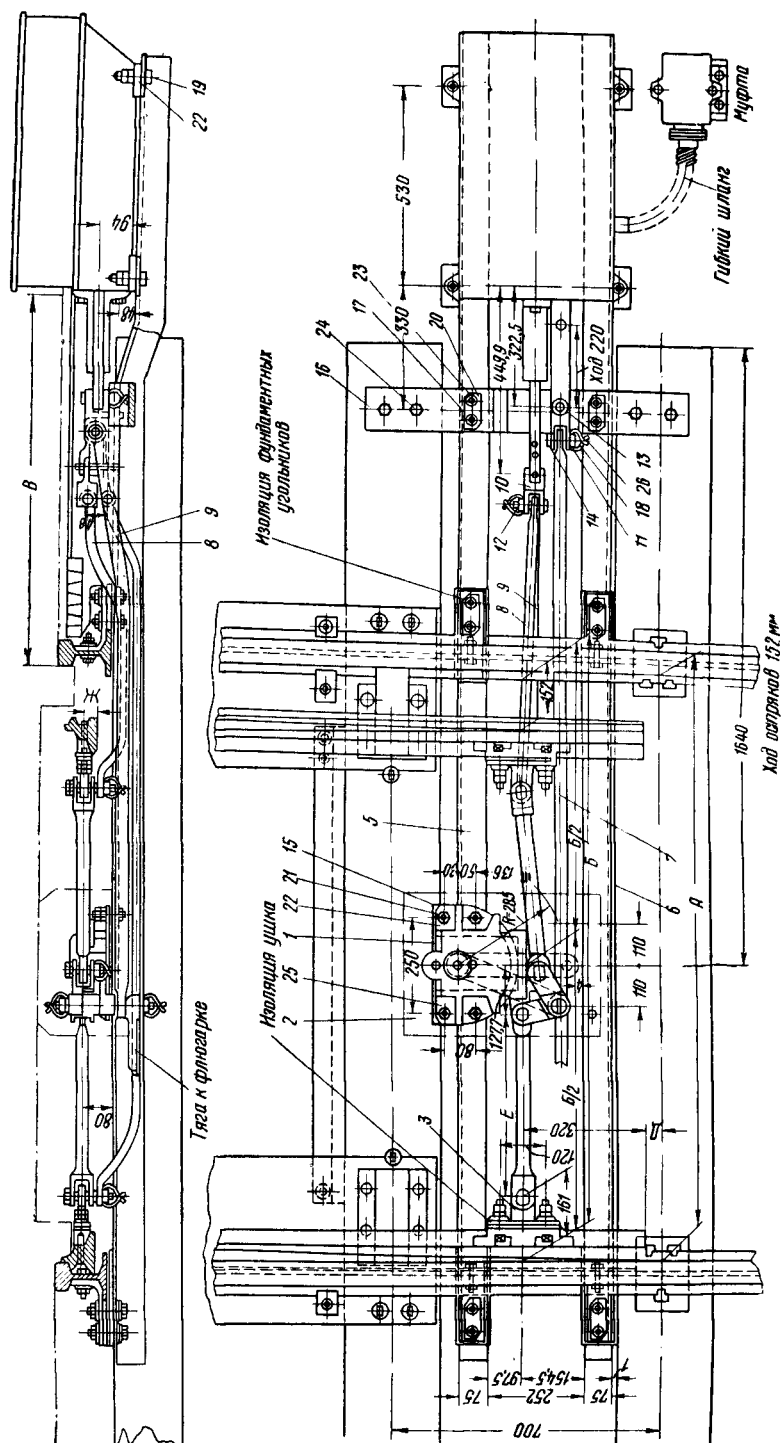
#### Стрелочная гарнитура и шарнирные замыкатели

Стрелочные приводы 3900 с шарнирными замыкателями устанавливаются на стрелках типов I-а и II-а на гарнитуре 7491 (фиг. 404); на стрелках типа III-а — на гарнитуре 7492; на перекрёстных съездах — на гарнитуре 7493 (фиг. 405).

Спецификация важнейших деталей гарнитур (фиг. 404 и 405) приведена в табл. 98.

Таблица 98  
Стрелочная гарнитура электропривода типа 3900

Наименование детали	Гарнитура			
	7491 и 7492		7493	
	деталь	количество	деталь	количество
Замыкатель шарнирный	1 (7428)	1	1 (7429)	2
Кожух к замыкателью	2	1	2	2
Ушки изолированные	3	2	3 и 4	2
Изоляция фундаментных угольников	4	4	6	8
Фундаментный угольник:				
правый	5	1	16	1
левый	6	1	17	1
Тяга рабочая диаметром 34 мм	7	1	18	1
Контрольная короткая диаметром 22 мм	8	1	20	1
Контрольная длинная диаметром 22 мм	9	1	21	1
Шарниры	10	2	7	2
»	11	1	8	1
Пальцы шарнира диаметром 33 мм	12	3	9	2
Пальцы шарнира диаметром 36 мм	13	1	10	1
Пальцы шарнира диаметром 33 мм	14	1	11	1
Угольник для крепления замыкателя	15	1	12	2
Скоба	16	1	13	1
Шайбы стопорные	17	2	14	2
Гайки $\frac{3}{4}$ "	18	4	15	12
Болты черные шестигранные с гайками	19—22	4	27—30	4
То же $\frac{5}{16}$ " $\times$ 50 мм	20—23	4	28—31	4
» $\frac{3}{4}$ " $\times$ 55 мм	21—22	4	29—30	8
Глухари 20 $\times$ 120 мм	24	4	32	4
Пальцы изолированные	—	—	5	4
Тяга соединительная диаметром 34 мм	—	—	19	1



Фиг. 404. Гарнитура для установки электропривода 3900 на стрелках типов I-a и II-a





Таблица 100

## Установочные размеры прихода 3900 в мм

Наименование размеров	Тип стрелки				
	I-a и II-a*		III-a		перекрёстный съезд
	марки крестовины				
	1/9	1/11	1/9	1/11	1/9
Расстояние от начала остряка до середины основания ушка (крайние остряки для перекрёстного съезда) . . . . .	320	320	350	350	350
Расстояние от середины основания ушка до первого фундаментного угольника по направлению к началу остряка . . . . .	154,5	154,5	154,5	154,5	166,5
То же до второго фундаментного угольника (по направлению к корню остряка) . . . . .	97,5	97,5	97,5	97,5	85,5
Расстояние от центра отверстия в ушке кожуха привода (ближайшего к рамному рельсу) до внутренней грани головки рамного рельса (ближайшего к приводу) . . . . .	1 046	1 048	1 046	—	1 046
Зазор между первым фундаментным угольником (ближайшим к началу остряка) и первым брусом . . . . .	24,5 (22,8)	4,5	0,5	—	0,5
Расстояние от начала остряка до середины первого бруса . . . . .	59 (57)	39	4	—	17
Ширина шпального ящика (расстояние между первым и вторым брусом) . . . . .	450	450	—	—	456
Расстояние от подошвы остряка до центра болта, прикрепляющего ушко к остряку . . . . .	37 (35)	37 (35)	50	—	50
Расстояние от оси колеи у первого бруса до конца этого бруса (со стороны привода) . . . . .	1 640	1 640	1 640	—	2 225
Ход остряка в месте укрепления ушка . . . . .	152	152	152	—	140
Расстояние от начала среднего левого (если смотреть против шерсти) остряка стрелки до центра изолированного пальца . . . . .	—	—	—	—	382
Расстояние от начала среднего правого остряка стрелки до изолированного пальца . . . . .	—	—	—	—	315
Зазор между передней гранью остряка и вырубкой в подошве рамного рельса . . . . .	—	—	10	—	30
Зазор между вторым фундаментным угольником (по направлению к корню остряка) и вторым брусом . . . . .	23,5 (25,5)	43,5	2,5	—	52,5
Зазор между корнем остряка и путевым рельсом . . . . .	Не менее 5 мм				

\* В скобках даны размеры, отличные для стрелки типа II-a.

Продольный люфт всех осей привода и червяка должен быть в пределах 0,2 — 1 мм. Размеры люфтов в болтах, соединяющих шибер и контрольные линейки с тягами, — не более 0,5 мм на болт, а всех остальных болтовых соединений на тягах и штангах — не более 0,5 мм на болт. Вертикальный люфт концов кулачков шарнирного замыкателя (качание на оси) и вертикальный люфт конца переводного рычага шарнирного замыкателя (качание на оси) должны быть не больше 1,0 мм. Вертикальный люфт контрольных линеек, измеренный по отклонению конца линейки при выдвинутом её положении, должен быть не больше 2,0 мм и для шибера 1,0 мм. Поперечный люфт контрольных линеек и шибера, измеренный указанным выше способом, должен быть не больше 1,0 мм. Вертикальный люфт всех гаек на замыкателе должен быть не более 0,5 мм.

Сила тока при нормальной работе привода должна быть не более 4,5 а, при работе привода на фрикцию — не более 7—8 а, при этом мотор всё время вращается.

Необходимо смазывать: червяк, все подшипники, шибер, контрольные линейки и гайки привода. Все остальные, неокрашенные части привода (и замыкателя) во избежание ржавления слегка смазываются;

летом привод смазывают солидолом, зимой — трансформаторным и машинным маслом или солидолом, сваренным с керосином.

При переводе стрелки ход зубчатой передачи должен быть плавным, без каких-либо биений и стука.

## СТРЕЛОЧНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ТИПА СПВ

### Устройство электропривода

Стрелочный электропривод типа СПВ с внутренним замыканием применяется с электродвигателем на 30 и 100 в.

Электропривод СПВ был выпущен впервые в 1935 г. под маркой СПВ-1, затем с 1937 г., после модернизации, стал изготавливаться под маркой СПВ-2, а с 1946 г. под маркой СПВ-3, отличаясь от первых выпусков усилением отдельных деталей и заменой срезного сцепления (со шпилькой) взрезным (с пружиной).

Стрелочный электропривод СПВ-3 (фиг.407) состоит из электродвигателя постоянного или переменного тока, механической передачи, фрикционной муфты, взрезного сцепления и автопереключателя с контрольными линейка-







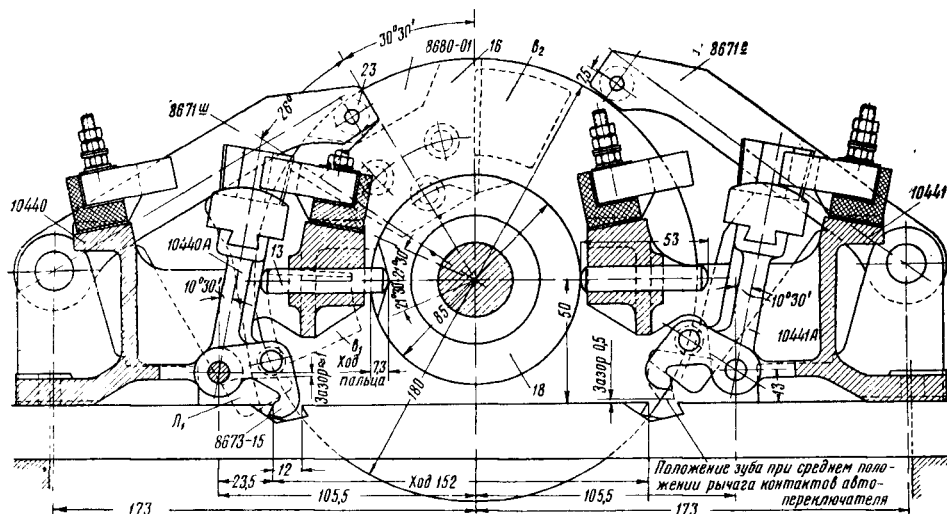
контактные колодки с тремя парами пружинящих губок из фосфористой бронзы; на каждом свободно вращающемся стальном рычажке (10440А и 10441А) укреплены три латунных ножа: два нормальных (для контрольных цепей) и один утолщенный (для рабочей цепи).

Каждый рычажок под действием спиральной пружины длиной 35 мм из 6,5 витков проволоки диаметром 3,5 мм, навитой на ось рычажка, стремится прижаться к контрольным контактным губкам (на фиг. 412 рычажок 10440А своими ножами врублен в контрольные контактные губки, а рычажок 10441А под действием лапки 8671е отжат от контрольных губок).

Привод снабжён блокировочным контактом, автоматически выключающим привод из электрического управления при переводе его на ручное управление курбелом. Диэлектрическая прочность изоляции в любой части привода должна быть не ниже 1 000 в переменного тока частотой 50 гц.

## Работа привода

При нормальной работе привода отпирающее зубчатое колесо 15 (фиг.409), вращаясь против часовой стрелки, при помощи кулачка 16 (фиг. 412) выжимает ролик 23 собачки 8671ш, выводя его из выреза коробки



Фиг. 412. Автопереключатель

ных пружин и ножами в рубленые рабочие контактные пружины). Глубина врубания контактных ножей в контактные пружины должна быть не менее 5 мм, при этом между ножом и пружинами должно обеспечиваться контактное давление не менее 500 г. При врезе стрелки расстояние между ножом и контактными пружинами должно быть не менее 3 мм.

Заход лапки собачки 8671 (левой *и* или правой *е*) на палец соответствующего рычажка автопереключателя должен быть не менее 7 мм.

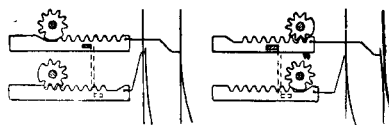
Контрольные линейки: внутренняя 8671г и наружная 8671д (фиг. 407) имеют вырезы, в которые западают концы рычажков автопереключателя.

Контрольные линейки при ходе 152 мм с допусками  $-2, +4$  мм должны допускать замыкание контрольных контактов автоспереключателя; поперечный люфт в направляющих должен быть не более 0,5 мм, вертикальный люфт — не более 1 мм.

В корпусе привода в местах выхода шиб-  
ров и контрольных линеек имеются саль-  
ники, состоящие из войлочных прокладок  
толщиной 8 мм и стальных пластин толщи-  
ной 3 мм. Кожух привода имеет по краям  
прокладку из резиновой трубки диаметром  
2,5 мм.

взрезного сцепления 8680-01; затем, нажимая на выступ  $\alpha$ , заставляет взрезное сцепление, а с ним и главный вал, начать вращение. В то же время левая собачка 8671 ш, нажимая лапкой  $\Lambda_1$  на нижний конец рычажка 10440А, перебрасывает рычажок к рабочим контактам, замыкая контрольные.

В начале вращения главного вала движется шибер отведённого остряка (фиг. 413),



Фиг. 413. Схема работы шиберов

при этом происходит отмыкание шибера прижатого остряка, затем боковая планка этого шибера упирается в боковую планку шибера прижатого остряка и заставляет его перемещаться в том же направлении. К этому моменту шестерня этого шибера освобождает его от замыкания; к концу перевода первый шибер останавливается, а второй продолжает двигаться до полного перевода стрелки, в конце которого правая собачка 8671e (фиг. 412) западает в вырез коробки врезного сцепления

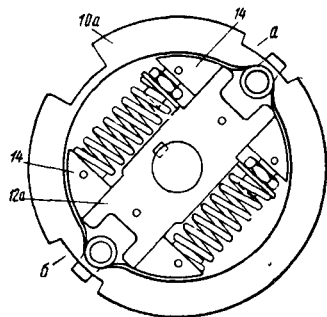
и правый рычажок 10441А под действием спиральной пружины перебрасывается влево и замыкает контрольные контакты, размыкая рабочие.

К этому же моменту первый шибер полностью замыкается своей шестерней (фиг. 413).

При взрезе стрелки главный вал поворачивается и кулачком 18 (фиг. 412) отжимает палец 13, который ставит рычажок автопереключателя в среднее положение, размыкая контрольные контакты.

С 1949 г. выпускаются электроприводы типа СПВ-3а, в которых в качестве взрезного сцепления применяется взрезное сцепление по предложению тт. Тиманюка и Шаева. Взрезное сцепление тт. Тиманюка и Шаева обеспечивает автоматическое выключение привода из управления при взрезе стрелки и отличается от обычного пружинного взрезного сцепления тем, что коробка 10 а (фиг. 414) имеет два дополнительных выреза а и б, в которые под действием взрезных пружин входят прямоугольные концы двух ползунов 14.

При взрезе стрелки основание 12а, а с ними ползуны 14, поворачиваются и уводят под поверхность коробки свои прямоугольные концы; собачка, опиравшаяся на



Фиг. 414. Взрезное сцепление тт. Тиманюка и Шаева

один из них, западает в вырез коробки и отпускает рычажок, который, поворачиваясь под действием пружины, размыкает рабочие контакты. Для исключения западания ролика собачек в вырезы коробки при постановке стрелки после взреза в нормальное положение на ось главного вала сзади коробки взрезного сцепления устанавливается отпирающий диск (фиг. 415).

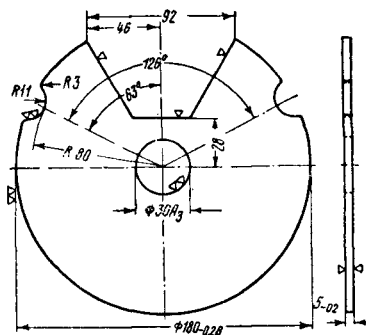
Взрезное сцепление тт. Тиманюка и Шаева снабжается устройством, принудительно фиксирующим взрез стрелки и состоящим из пружины и штифта (фиксатора), укрепленных на наружной стороне коробки взрезного сцепления.

При взрезе стрелки фиксатор западает в вырез основания и исключает возможность постановки привода в нормальное положение курбелем до снятия кожуха и изъятия фиксатора из выреза основания.

При снятии пружины с коробки взрезного сцепления электропривод возвращается в нормальное положение курбелем.

Привод должен удовлетворительно работать при различных нагрузках в пределах

от 75 до 125 кг; при электродвигателе 30 в и напряжении на нём 28—38 в сила тока не должна быть более 10 а, а при электродвигателе 100 в и напряжении на нём 100—110 в сила тока не должна быть более 3,5 а; время перевода должно быть не более 2,5 сек.



Фиг. 415. Отпирающий диск

Габаритные размеры собранного привода: ширина 979 мм, длина 860 мм и высота 244 мм с допусками  $\pm 5$  мм. Расстояния между отверстиями для крепления привода к угольникам гарнитуры должны быть 350 и 810 мм с допуском  $\pm 1$  мм.

В 1951 г. электропривод СПВ вновь модернизирован и сейчас выпускается под маркой СПВ-4. Основные электромеханические данные привода остались прежними.

### Установка привода

Электропривод СПВ устанавливается на гарнитурах: на изолированной перекрестной стрелке — для правой установки черт. 7499 (фиг. 416); на изолированных стрелках типов I-а и II-а — для правой установки черт. 7790 (фиг. 417), для левой установки черт. 7790а; на изолированных стрелках типа III-а — для правой установки черт. 7791, для левой установки черт. 7791а.

Спецификация важнейших деталей гарнитуры приведена в табл. 101.

Изолированное ушко к стрелкам типов I-а и II-а показано на фиг. 418; размеры а, б и с для стрелки I-а соответственно равны 85, 69 и 34 мм, для стрелки II-а — 83, 67 и 32 мм; изоляция фундаментных угольников приведена на фиг. 419. Все болтовые соединения в целях предотвращения самоотвинчивания гаек должны быть снабжены закрутками из вязальной проволоки диаметром 4 мм.

Для разделки кабеля у привода применяются стрелочные муфты: при жилности кабеля не более 18 жил — муфта 7117; при жилности кабеля до 23 жил — муфта 8071 на 28 клемм; при большем количестве жил — муфта 8071 на 32 клеммы.

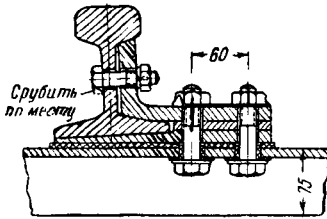
При эксплуатации электроприводов типа СПВ необходимо придерживаться следующих указаний.

Ножи автопереключателя должны врубаться в контактные пружины не менее чем на 5 мм. Врубание ножа должно разводиться стороны контактного гнезда, контакт должен быть плотным.





Смазываться должны: фрикции, все подшипники, шиберы и линейки. Все остальные неокрашенные части приводозамыкателя



Фиг. 419. Изоляция фундаментных угольников для стрелок типов I-а и II-а

слегка покрываются смазкой во избежание ржавления. Смазочные материалы те же, что и для привода 3900.

## МЕХАНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ

### Централизационный аппарат

Централизационный аппарат механо-электрической централизации состоит из станины и укрепленных на станине стрелочных и маршрутно-сигнальных коммутаторов.

Разрез аппарата по стрелочному коммутатору показан на фиг. 420, где *P* — рукоятка, *СО* — стрелочная ось, *РП* — рабочий переключатель, *БП* — батарейный переключатель, *СЗ* — стрелочная защёлка, *КЭ* — контрольный электромагнит, *СУ* — световой указатель, *ЗС* — зубчатый сектор, *КШ* — коническая шестерня, *Г* — гриф, *С* — стержень, *РК* — рукояточный контакт, *БК<sub>1</sub>* — бакелитовая колодка подвижная, *КП* — контактные пластинки, *БК<sub>2</sub>* — бакелитовая колодка неподвижная.

Типы станин централизационного аппарата указаны в табл. 102.

Таблица 102

Станины централизационного аппарата

Количество		Размеры в мм		
мест	линеек	длина	ширина	высота
16	30	1 354	844	1 215
16	60	1 354	1 105	1 215
24	30	1 954	844	1 215
24	60	1 954	1 105	1 215

На станине размещаются стрелочные и маршрутно-сигнальные коммутаторы по одному на каждое рабочее место (ширина рабочего места равна 75 мм).

Стрелочный коммутатор 32921 (фиг. 421) состоит из:

а) так называемого электромагнитного поля 32923 (или 38843), на котором монтируются электромагниты и управляемые ими

переключатели; типы электромагнитных полей указаны в табл. 103.

Таблица 103

Типы электромагнитных полей

Назначение электромагнитного поля	С падающими контактами 20010	Без падающих контактов
Для участков с паровой тягой . . . . .	32923	47114
Для участков с электрической тягой (с изоляцией батарейного переключателя) . . . . .	38843	47115

б) неподвижной бакелитовой колодки с восемью парами контактных пружин 1 ÷ 8 и 11 ÷ 18;

в) оси 1 (фиг. 421) фасонного сечения, на которой укреплены три контактные бакелитовые колодки 7, замыкающая шайба 2, переводной рычаг 5 с вилкой, шайба 6 и дистанционные кольца 4 и 8.

Передний конец оси 1 соединён с короткой осью 7р стрелочной рукоятки *P* (38361); на оси 7р штифтом 13р укреплена коническая шестерня 12р, находящаяся в сцеплении с зубчатым сектором 4р; последний штифтом скреплён с рычажком 2р, вращающимся на оси 6р, в кронштейне 1р. На рычажок 2р надета гильза 14р, прижимаемая пружиной 15р, упирающейся в кнопку 17р. В гильзу 14р ввинчен проволоочный стержень 18р, действующий на контактные пружины 20р.

При переводе рукоятки *P* вперёд (на себя) ось 1 поворачивается против часовой стрелки. Передача от рукоятки и оси равняется 1 : 3, т. е. при повороте рукоятки на 30° ось поворачивается на 90°.

Холостой ход (игра) оси коммутатора в направлении её вращения при фиксированном положении рукоятки не должен превышать 0,3 мм на краю оси, а в продольном направлении ± 0,3 мм.

Контактная система стрелочного коммутатора включает восемь пар пружин, из которых 3 ÷ 6 и 13 ÷ 16 служат для переключения рабочих и контрольных проводов, 7 ÷ 8 и 17 ÷ 18 — контрольных лампочек и 1 ÷ 2 и 11 ÷ 12 — рабочей и контрольной батарей; пружина 13 служит для защитного заземления соответствующего рабочего провода.

Электромагнитное поле включает батарейный переключатель, контрольный электромагнит, взрезной переключатель и электрозащёлку.

Батарейный переключатель 3753 или 38826 (фиг. 422) состоит из 4Р — четырёхплечевого рычажка, П — упорной планки, Я — якоря контрольного электромагнита, КВ — контактной вилки, В — вилки, КП — контактной пластины, БК — бакелитовой колодки. На оси 13 (фиг. 423) станины 20 насажен и закреплён кольцом 14 со шплинтом 15 четырёхплечий рычаг-переключатель 1, стремящийся повернуться по часовой стрелке под действием спиральной пружины 10, упирающейся в штифт 12 на станине. К переключателю винтами 9 привинчена контактная вил-

ка 8, которая при нормальном положении переключателя упирается в контактные стержни 24, втопленные в бакелитовую колодку 23, прикрепленную к станине винтами 31. Для переключения рабочих и контрольных контактов служит контактная пластина 4, прикрепленная к эбонитовой изолированной пластинке на нижнем плече переключателя. Над

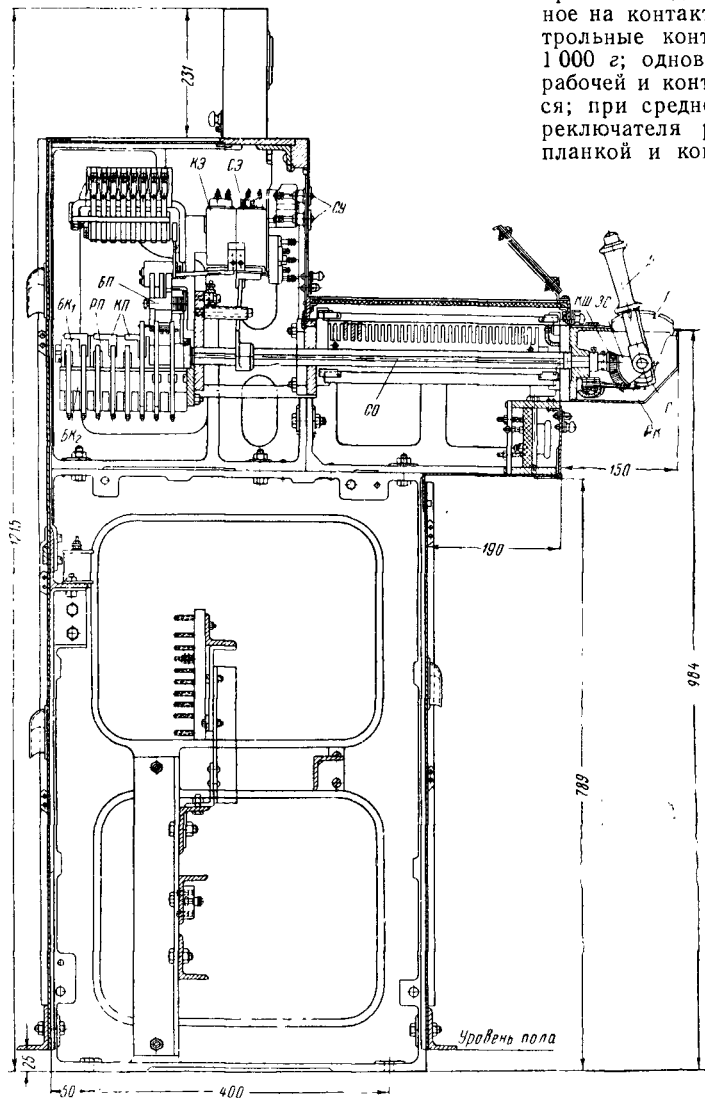
изолирована от переключателя. Зазор между выступом замыкающего рычага 17 и упорной планкой 6 в момент поворота стрелочной оси на  $45^\circ$  должен быть не менее 1,5 мм; принудительный отвод тяги 23 при переводе рукоятки должен быть не менее 2,5 мм; захват переключателем крючка в направлении оси должен быть не менее 2 мм, давление спиральной пружины при незаведенном переключателе, измеренное на контактной планке, замыкающей контрольные контакты, должно быть не менее 1000 г; одновременное смыкание контактов рабочей и контрольной батарей не допускается; при среднем положении батарейного переключателя расстояние между контактной планкой и контактными пружинами должно быть не менее 2 мм.

Контрольный электромагнит 20009 состоит из двух катушек с железными сердечниками, вставленных в гнезда общего чугунного корпуса с латунными подвесками, прикрепленными к гнезду штифтами и винтами. Якорь вращается на двух острых винтах, ввинченных в подвески; к якору привинчен рычаг.

Взрезной переключатель (фиг. 424), поддерживаемый кронштейном 1 со штифтом 21, состоит из бакелитовых контактных колодок 5 и 8, прикрепленных к кронштейну винтами 10, проходящими через общую планку 9; к колодкам винтами 6 с гайками 7 прикреплено шесть пар контактных пружин 25 и 29 на упорных пластинках 24 и 28 с винтами 31 для присоединения проводов. Для переключений служит контактная колодка 42 с наложенными на нее контактными полосками; ее несущая планка прикреплена своими концами к двойному угольнику 20 и угольнику 17, вращающимся на оси и винте 32.

К угольнику 20 штифтом прикреплена тяга 23, связывающая взрезной переключатель с левым плечом батарейного переключателя и якорем контрольного электромагнита. Контактные пружины защищены гетинаксовыми трубками на стержнях 45, закрепленных в планке 33. Нажатие контактных пружин при замыкании должно быть не менее 25 г; люфт колодки вдоль оси вращения должен быть  $0,1 \div 0,5$  мм; при смыкании контакта серебряная накладка должна полностью перекрывать торцы контактного штифта на пружине.

Стрелочная электрозашёлка 2007 состоит из гнезда с подвеской, катушки, якоря 6 с привинченными к нему переключающим



Фиг. 420. Управляющий аппарат механо-электрической централизации (разрез по стрелочному коммутатору)

переключателем на штифте расположен замыкающий рычаг 17 с выступом, за который при повороте оси захватывает упорная планка 6, привинченная винтами к вертикальному плечу переключателя.

На рычаг 17 нажимает вниз плоская пружина 19.

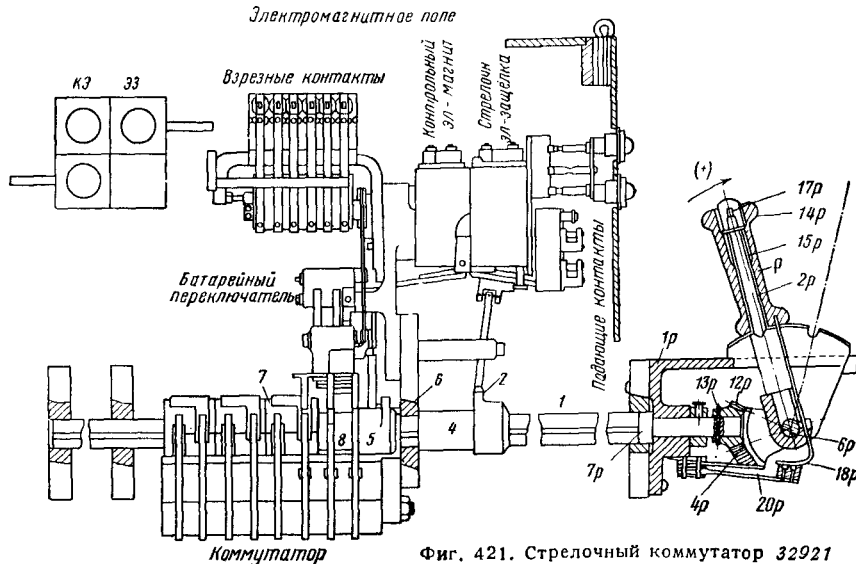
При поднятии рычага 17 переключатель под действием пружины 10 возвращается в свое нормальное положение.

Контактная вилка 8 в аппарате, предназначенном для участков с электротягой,

рычагом и стойкой с подвешенным к последней замыкающим стержнем.

При крайних положениях рукоятки зазор между замыкающим стержнем электроза-

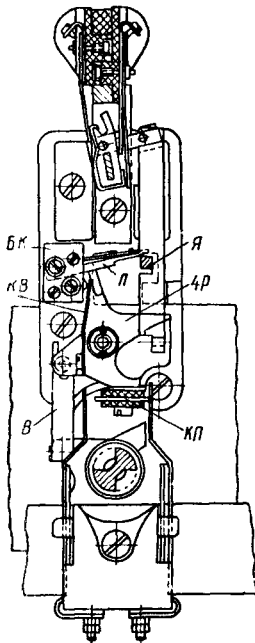
Переклю­ча­тель 20010 с падающими кон­так­тами состоит из четырёх контактных рычажков, укреп­лён­ных на стойках и штиф­тах на бакелитовом основании. Они приво-



Фиг. 421. Стрелочный коммутатор 32921

щёлки и замыкающей шайбой должен быть в пределах  $0,5 \div 2$  мм. При нахождении стержня защёлки между зубцами замыкающей шайбы осевые контакты должны быть разомкнуты, за исключением контакта, заземляющего рабочий провод, а также контакта контрольной батареи, которые должны быть замкнуты.

Стрелка переведена на плюс



Фиг. 422. Батарейный переключатель

между якорем и электромагнитом на лицевой стороне должен быть не менее  $0,25$  мм.

Электрическая характеристика обмоток катушек приведена в табл. 104.

Световой указатель 32924 состоит из двух лампочек коммутаторного типа на  $12$  в.

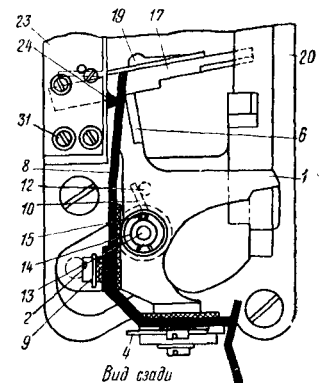
дятся в движение ригелем, управляемым переключающим рычагом стрелочной электрозащёлки. Давление контактной пружины на цоколь лампы, измеренное в верхней части, должно быть не менее  $150$  г.

В переключателе с падающими контактами серебряные контактные накладки должны полностью перекрывать торцы контактных штифтов и создавать давление не менее  $4$  г, причём контакт должен быть скользящим.

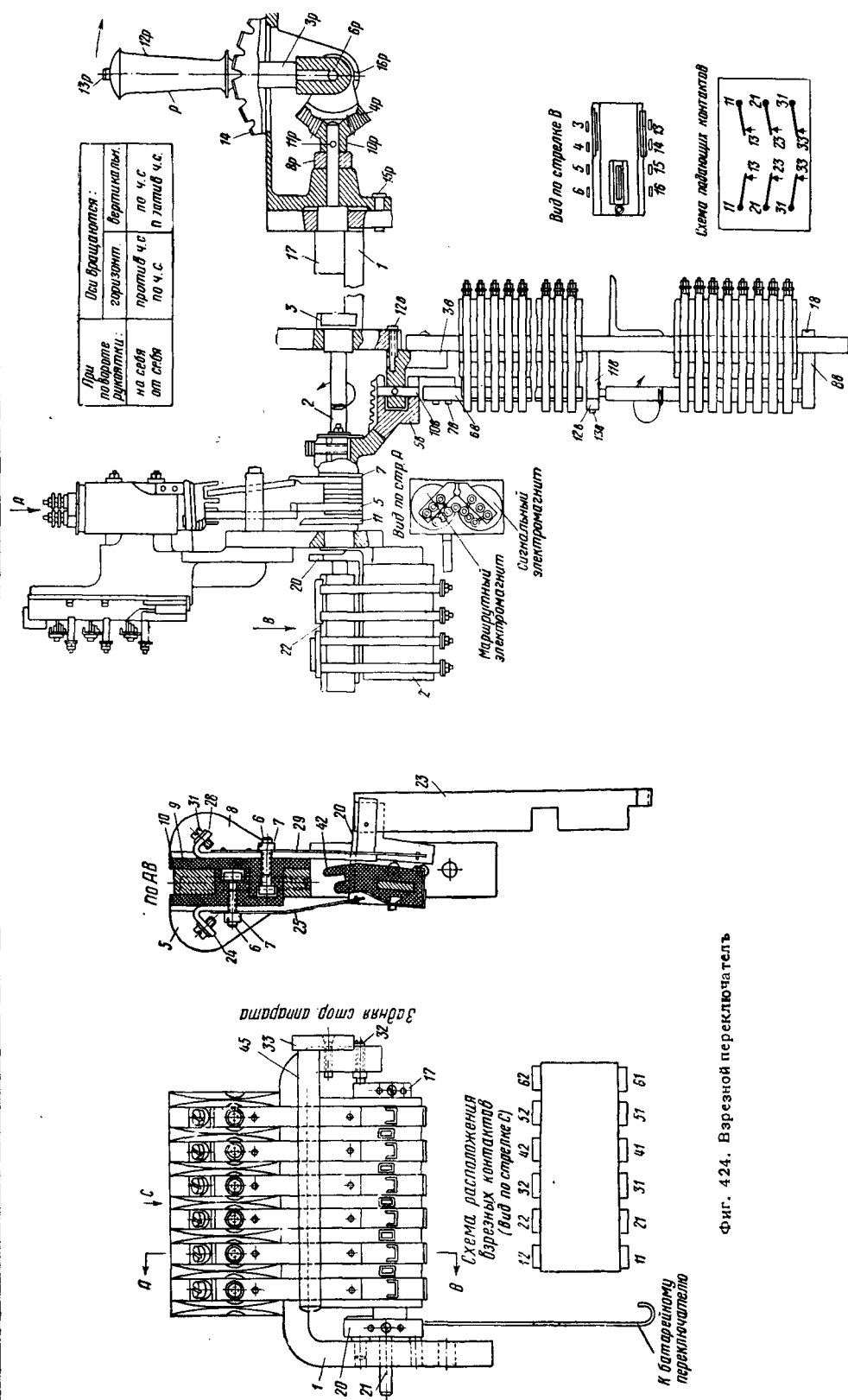
Смыкание и размыкание всех контактов должны происходить одновременно.

Маршрут носительный коммутатор типа Б (фиг. 425) состоит из электромагнитного поля 32930, на котором смонтированы электромагниты и переключатели горизонтальной оси 32929, имеющей в передней части 1 сегментообразное сечение, в задней 2 — круглое (обе части соединены муфтой 3), и вертикальной оси с набором карболитовых колодок с контактными пружинами.

На горизонтальной оси укреплены: карболитовая колодка (контактодержатель) 22, втулка 20, шайбы — замыкающая 5, отводящая 11 и установочная (сигнальная) 7, коническая шестерня 6 для связи с вертикальной осью, муфта 3 для прикрепления



Фиг. 423. Четырёхплечий рычаг-переключатель





Электрическая характеристика обмоток катушек

Таблица 104.

Назначение катушки	Марка и диаметр провода в мм	Число витков в одной катушке	Сопротивление одной катушки в ом	Ток притяжения не более в ма	Рабочий ток не более в ма	Ток отпадания не менее в ма
Контрольный электромагнит . . .	ПЭ 0,17/0,185	8 000	340 ± 10%	160	45	5
Электрозащёлка . . . . .	ПЭ 0,17/0,185	8 000	340 ± 10%	95/70*	—	35/20*

\* Знаменатель относится к электрозащёлкам без падающих контактов.

сегментообразной части оси, на переднем конце — соединительная ось 17 (или 7р), стопорное кольцо 8р, коническая шестерня 10р, укрепленная на оси коническим штифтом 11р.

На ось 6р на кронштейне 14 вращается рукоятка Р, состоящая из рычага 3р с зубчатым сектором 4р, связанным с ним коническим штифтом; на рычаг 3р надета гильза 12р с пружиной, упирающейся в кнопку 15р.

Вертикальная ось 6в скреплена сверху винтами 7в с зубчаткой 5в, которая насажена на короткую ось 10в; последняя вставлена и прикреплена штифтом к угольнику 3в, в свою очередь прикрепленному винтом 12в к продольной полосе аппарата; в нижней части ось 6в поддерживается подпятником 8в и промежуточным подпятником 11в с крышкой 12в.

Электромагнитное поле состоит из станины, на которой укреплены сигнальная и маршрутная электрозащёлки; катушки последних помещены в общем корпусе с гнездами.

Сигнальная электрозащёлка находится слева, если смотреть спереди.

Стержень невозбужденной сигнальной защёлки при повороте оси на 27—33° запирает ось от дальнейшего поворота, упираясь в зубец диска по глубине не менее чем на 4 мм и по ширине зубца не менее чем на 3 мм.

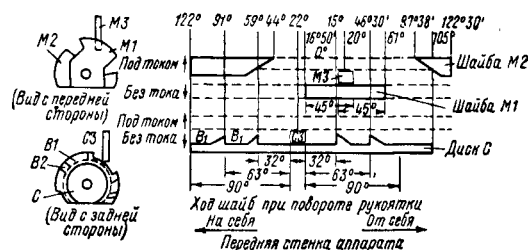
При возбужденной сигнальной защёлке зазор между замыкающими стержнями и зубцами установочного диска оставляется не менее 0,5 мм.

После поворота оси на 44—50° замыкающий стержень невозбужденной маршрутной электрозащёлки должен запирает ось от обратного поворота с зазором 0,5 ÷ 2 мм между стержнем и зубцом замыкающей шайбы.

Положение замыкающих шайб и стержней, соответствующее нормальному положению маршрутно-сигнальной рукоятки, показано на фиг. 426, причём градусы, отмеченные на вертикальных линиях, указывают распо-

ложение различных точек замыкающей системы относительно вертикальной плоскости; градусы, отмеченные на горизонтальных линиях, показывают углы поворота (ходы) шайб до граней соответствующих стержней; вертикальными стрелками показано перемещение стержней при появлении и прекращении тока в катушках.

Указанные величины имеют допуск ±3°. Электрическая характеристика обмоток электромагнитов маршрутно-сигнального коммутатора приведена в табл. 105.



Фиг. 426. Замыкающие шайбы

Нормальное положение маршрутно-сигнальной рукоятки — вертикальное; при повороте её назад (от себя) на 30° горизонтальная ось поворачивается на 90° по часовой стрелке, вертикальная ось — на 90° против часовой стрелки.

Холостой ход горизонтальной оси тот же, что и для стрелочного коммутатора. Холостой ход вертикальной оси в направлении её вращения не должен превышать 0,5 мм на краю колодки, а в продольном направлении 0,3 мм.

На горизонтальной оси укреплены колодки с контактными пружинами 3÷4 и 13÷17, замыкаемые при повороте оси на угол 20—30°, и 5÷6 и 15÷16, замыкаемые при 90°.

На вертикальной оси укреплены четыре контактные колодки типов I÷IV (фиг. 427).

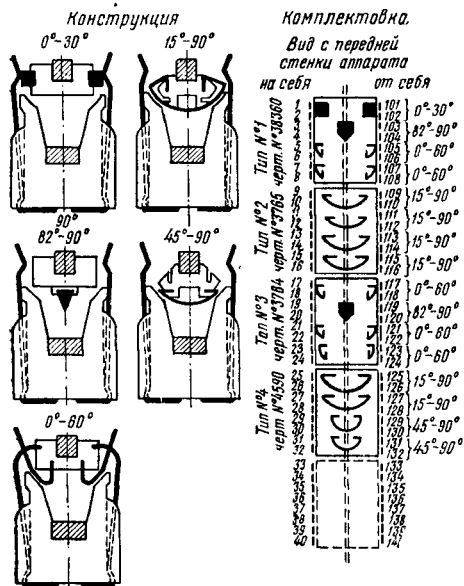
Таблица 105

Электрическая характеристика обмоток электромагнитов

Тип электромагнита	Марка и диаметр провода в мм	Число витков в одной катушке	Сопротивление в ом	Ток притяжения не более в ма	Ток отпадания
Маршрутный и дополнительный .	ПЭ 0,35/0,38	2 750	30 ± 10%	140	Не менее 8% от тока притяжения
Сигнальный . . . . .	ПЭ 0,41/0,445	2 120	17,4 ± 10%	170	То же

К каждой из них прилегают восемь пар контактных пружин  $1 \div 32$  и  $101 \div 132$  (так называемые вертикальные контакты).

В табл. 106 показаны углы поворота вертикальных и горизонтальных осей, при которых замыкаются соответствующие контакты.

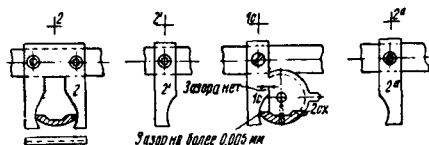


Фиг. 427. Контактные колодки маршрутно-сигнального коммутатора

Контактные пружины неподвижных колодок должны смыкаться с контактными пружинами подвижных колодок, не выходя за пределы этих пружин.

Давление контактных пружин всех неподвижных колодок при замкнутом контакте должно быть  $100 \div 300$  г при измерении в точке контакта.

При нормальном положении рукоятки люфты рукоятки могут быть такими, при которых: не замыкаются контакты  $15 \div 90^\circ$  с запасом  $3^\circ$ ; не размыкаются контакты  $0 \div 60^\circ$ ; не размыкаются контакты стрелочных осей; не размыкаются  $30$ -градусные контакты.



Фиг. 428. Ведущие замычки

Я щ и к з а в и с и м о с т и. Механические замычки различают ведущие, стрелочные и маршрутные.

Типы (номера) ведущих замычек (фиг. 428) приведены в табл. 107.

Типы (номера) стрелочных замычек (фиг. 429) приведены в табл. 108.

Таблица 106  
Углы поворота осей в градусах

№ колодок	Тип контакта	Прямой ход	Обратный ход
<b>Вертикальные оси</b>			
1	0-30 90 0-75 2 комплекта	До $30 \pm 6$ При $90-7$ До $75 \pm 5$	$14 \pm 6$ Обратного замыкания нет $14 \pm 6$
	2		
2	15-90 4 комплекта	От $16 \pm 4$	Обратного замыкания нет
3	0-75 90 0-75 2 комплекта	До $75 \pm 5$ При $90-7$ До $75 \pm 5$	$14 \pm 6$ Обратного замыкания нет $14 \pm 6$
	2		
4	15-90 45-90	От $16 \pm 4$ » $41 \pm 3$	Обратного замыкания нет
<b>Горизонтальные оси</b>			
1-2	90 20-56	От $90 \pm 7$ Начало замыкания не раньше $20^\circ$ и не позже $30^\circ$ Начало размыкания не раньше $50^\circ$ и не позже $60^\circ$	Обратного замыкания нет  То же

Примечания. 1. Первый зубец замыкающей сигнальной шайбы при невозбужденном электромагните должен задерживать перевод рукоятки не раньше  $29^\circ$  и не позже  $35^\circ$ , второй — не раньше  $61^\circ$  и не позже  $67^\circ$ .  
2. Стержень невозбужденной маршрутной электрозащелки должен западать на зубец замыкающей шайбы и препятствовать обратному переводу маршрутно-сигнальной рукоятки не раньше  $44^\circ$  и не позже  $50^\circ$ .  
3. Часто контакты «0-75» именуют «0-60», но это нужно признать менее правильным.  
4. Выражение « $30 \pm 6$ » значит, что контакт замыкается не раньше  $24^\circ$  и не позже  $36^\circ$ ; « $90-7$ », — что контакт замыкается не раньше  $83^\circ$  и т. д.

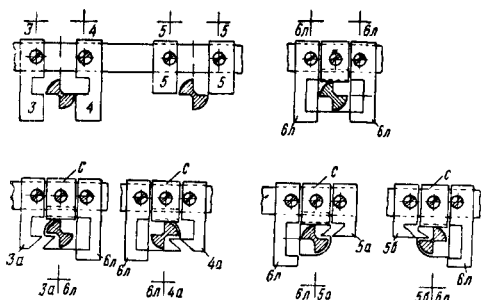
Таблица 107  
Типы ведущих замычек

Тип (номер) замычки	Устанавливается относительно маршрутно-сигнальной оси	При повороте оси	Переводит линейку
2	Над	Против часовой стрелки	Вправо
2'	Слева	По часовой стрелке	Влево
1 с 2 с х	»	Против часовой стрелки	»
2'	Справа	По часовой стрелке	Вправо
		Против часовой стрелки	

Таблица 108

Типы стрелочных замычек

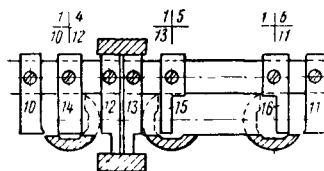
Тип (номер) замычки	Устанавли- вается отно- сительно стрелочной оси	Служит для запира- ния стрелки	
		на	при переме- щении ли- нейки
3	Слева	—	Вправо
4	Справа	—	Влево
5	»	+	»
5	Слева	—	Вправо
6л	»	+ или —	»
6п	Справа	+ или —	Влево
3а	Слева	+	Вправо
4а	»	—	Влево
5а	»	+	»
5б	»	—	Вправо



Фиг. 429. Стрелочные замычки

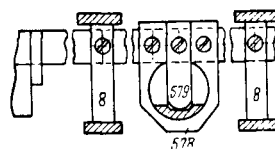
аппаратах служат для предохранения от прогиба маршрутно-сигнальных осей.

Для предохранения линеек от изгиба в горизонтальном направлении каждая группа



Фиг. 430. Маршрутные замычки

расположенных рядом (без промежутков) линеек защищается с двух сторон упорными планками, установленными на распорных брусках. Ход линеек в каждую сторону от нормального положения должен быть  $10,4 \pm \pm 0,5$  мм; вертикальный люфт линеек должен быть в пределах от 0,05 до 0,3 мм.



Фиг. 431. Вспомогательные замычки

Замычки должны быть плотно насажены на линейку с зазорами относительно замыкаемых ими осей, приведёнными в табл. 110.

Таблица 109

Типы маршрутных замычек

Тип (номер) замычки	Устанавли- вается отно- сительно мар- шрутно-сиг- нальной оси	При пере- мещении линейки	Препятствует повороту оси	При повороте оси	Препятствует перемещению линейки
10 или 13	Слева	Вправо	По часовой стрелке	По часовой стрелке	Вправо
11 или 12	Справа	Влево	Против часовой стрелки	Против часовой стрелки	Влево
14	Над	Вправо	То же	То же	Вправо
15	»	Влево	По часовой стрелке	По часовой стрелке	Влево
16	»	»	То же	То же	»
		Вправо	Против часовой стрелки	Против часовой стрелки	Вправо

Замычки 4а и 5а ставятся лишь при наличии слева от стрелочной оси на той же линейке замычки 6л.

Замычка 5б ставится лишь при наличии справа от этой оси на той же линейке 6п.

При наличии замычек 6л и 6п на стрелочную ось надевается квадратная шайба, а при установке замычек 3а, 4а, 5а и 5б — шайбы с вырезами.

Во избежание смещения этих шайб вдоль указанной оси на линейке ставят направляющую скобку.

Типы маршрутных замычек (фиг. 430) приведены в табл. 109.

Опорные ножки 8 устанавливают по две на каждую линейку 16-местной станины и по четыре — на линейку 24-местной станины.

Вспомогательные замычки 578 — 579 (фиг. 431) на 30-й линейке в 60-линеечных

Таблица 110

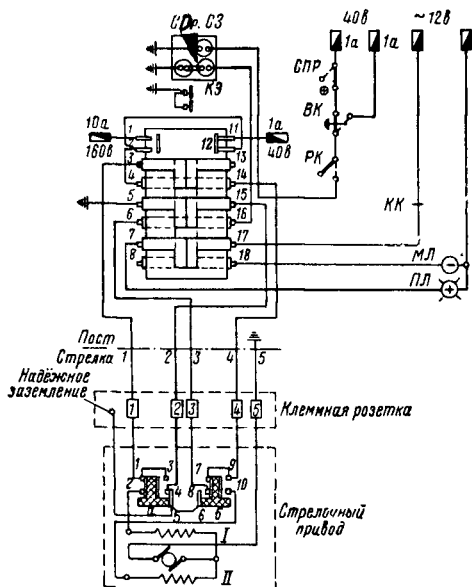
Размеры зазоров в мм при насадке замычек

Зазоры	Замычки	
	сигнальные	стрелочные
Нижний . . . . .	0,2—1,2	0,2—1,0
Боковой . . . . .	0,1—1,2	0,2—1,4

При нормальном усилии, прикладываемом к рукоятке запертой стрелки или маршрутно-сигнальной оси, поворот её не должен быть больше  $6-7^\circ$  при двойном запираании осей в ящике зависимости; при одинарном же замыкании сигнальных осей этот люфт увеличивается дополнительно на  $3-4^\circ$  за счёт прогиба замыкаемых сигнальных осей.

### Основные схемы токопрохождения

Схемы включения стрелочного электропривода одиночной стрелки (фиг. 432) и электроприводов спаренных стрелок (фиг. 433) при



Фиг. 432. Схема включения электропривода одиночной стрелки

паровой тяге, а также при электротяге на электрифицированных участках (фиг. 434 и 435) удовлетворяют следующим требованиям:

- перевод стрелки возможен только при условии отсутствия состава на стрелочной изолированной секции;
- в любой момент перевода возможно изменить направление движения стрелки;
- начавшийся перевод стрелки заканчивается и при вступлении состава на стрелочную секцию;
- по окончании перевода стрелки электропривод автоматически выключается;
- находящаяся на очереди к пуску обмотка возбуждения электродвигателя защищена от попадания в неё постороннего тока;
- контрольный электромагнит при промежуточном положении стрелки защищён от попадания в него постороннего тока;
- перевод стрелки невозможен после поворота маршрутно-сигнальной рукоятки;
- на посту контролируется нормальное и переведённое положения стрелки;
- при взрезе стрелки или отходе остряка на 4 мм и более от рамного рельса на посту получается контроль взреза.

В схемах предусмотрена возможность искусственного перевода стрелки при порче стрелочной секции посредством нажатия вспомогательной кнопки ВК, которая шунтирует разомкнутый контакт реле стрелочной секции.

Примерные схемы установки и размыкания маршрутов приёма приведены на фиг. 436.

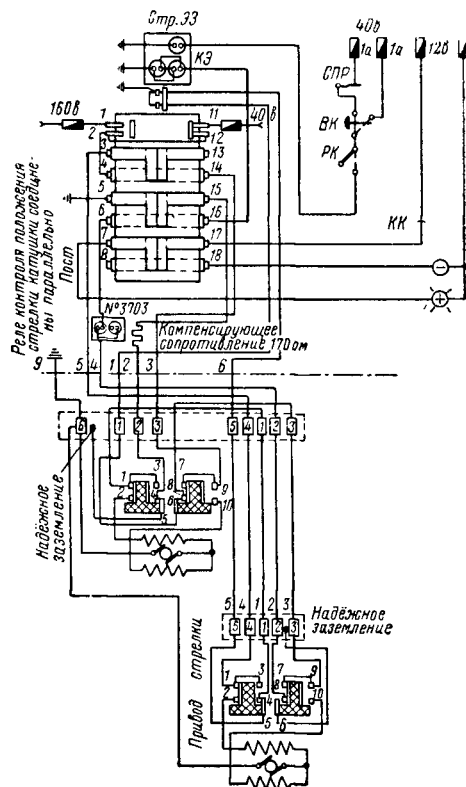
В схему установки маршрута включаются: взрезные контакты контрольных электромагнитов всех стрелок, входящих в маршрут,

и охранных — для контроля правильного положения стрелок;

фронтные контакты путевых реле изолированных секций маршрута — для контроля свободности этих секций от подвижного состава и исправности рельсовых цепей;

контакт первого вспомогательного реле 1ВР цепи искусственного размыкания маршрута — для исключения возможности открытия светофора при начавшемся искусственном размыкании до его окончания;

параллельно контакт управляющего реле Н и контакт маршрутного реле МР — для исключения вторичного открытия светофора, закрытого во время прохода поезда по участку приближения;



Фиг. 433. Схема включения электроприводов спаренных стрелок

вертикальные и горизонтальные контакты маршрутно-сигнальных коммутаторов — для разделения схемы по маршрутам;

контакт лампового реле красного огня — для исключения открытия светофора, если на нём перегорела лампа красного огня;

контакт аварийного сигнального реле АСР — для автоматического появления на светофоре красного сигнала, если по какой-либо причине лампа разрешительного огня погаснет;

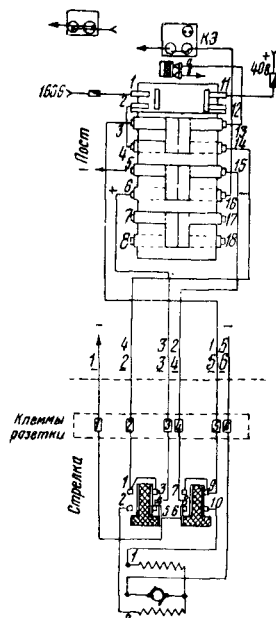
сигнальная электрозащёлка — для воспрепятствования установке маршрута в том случае, если какой-либо из перечисленных контактов (или контактов, осуществляющих другие зависимости в установке маршрута)

будет разомкнут, при этом маршрутно-сигнальная ось запирается стержнем сигнальной электрозащёлки;

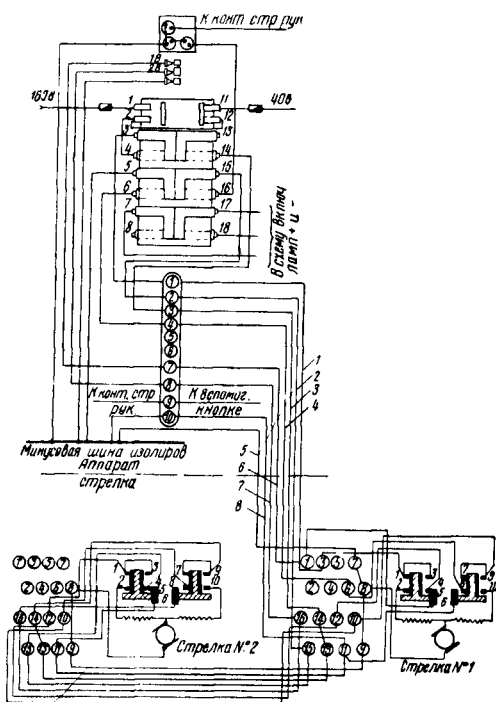
управляющие реле (3703) — для смены сигнальных осей на светофорах;

омические сопротивления—для поглощения избыточных напряжений в цепях реле и электромагнитов:

повторно - исключающее реле ПИР (3704) — для исключения повторного автоматического открытия светофора после использования маршрута и удаления поезда за следующий светофор; это же препятствует автоматическому открытию случайно закрывшегося (например вследствие какого-либо после устранения



Фиг. 434. Схема включения электропривода одиночной стрелки при электротяге

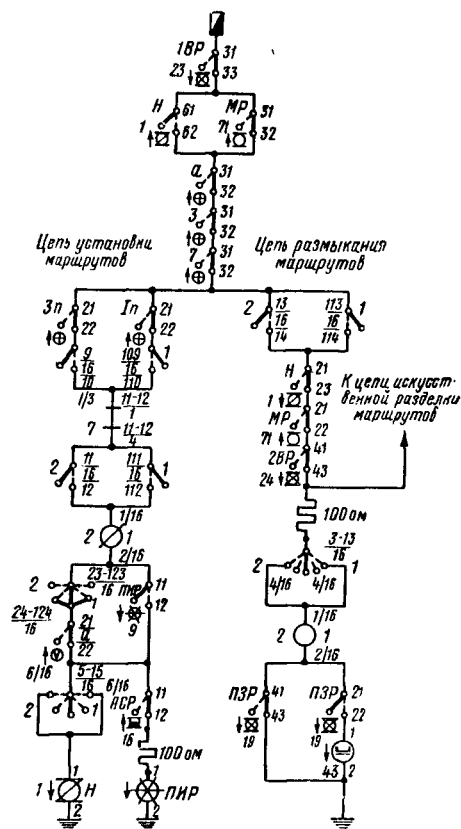


Фиг. 435. Схема включения электроприводов  
спаренных стрелок при электротяге

Контакты путевых реле, вспомогательного, управляющего и маршрутного, являющиеся общими для группы маршрутов, включаются в общую цепь; также объединяются части цепей установки маршрутов, заключающие в себе контрольные контакты одних и тех же стрелок.

В схему размыкания маршрута включаются:

фронтальные контакты путевых реле, кроме путей приёма;



Фиг. 436. Схема установки и размыкания маршрутов ов приёма

контакты реле 1ВР и 2ВР — для размыкания цепи при искусственном размыкании маршрута;

тыловые контакты управляющего реле — для невозможности размыкания маршрута при открытом светофоре;

фронтальной контактной цепи маршрутного реле  $MP$  — для невозможности отмыкания маршрута после входа поезда на участок приближения при открытом входном светофоре (так называемое предмаршрутное замыкание);

контакты замыкающего реле ПЗР для включения в схему звонка только после вступления поезда на маршрут;

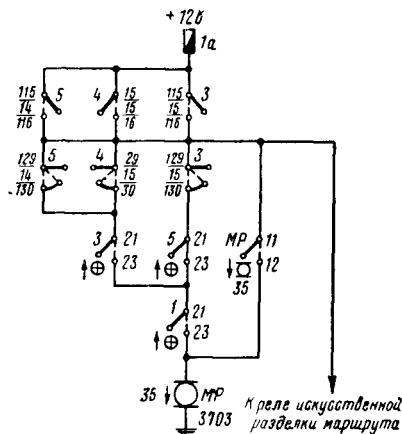
маршрутная электрозащёлка — для замыкания стрелок маршрута и враждебных светофоров;

звонковое реле (3704) — для подачи сигнала об освобождении поездом маршрута.

В схему размыкания маршрута взрезные контакты стрелочных коммутаторов не включаются.

При повороте маршрутно-сигнальной рукоятки от себя, после поворота оси на  $15^\circ$ , замыкаются вертикальные контакты  $109—110$ ,  $111—112$  и т. д. и включаются сигнальная электрозащёлка и реле  $П\text{ИР}$ ; на  $60^\circ$  — размыкается вертикальный контакт  $123—124$ ; реле  $П\text{ИР}$  становится на самозамыкание (питание через собственный контакт); на  $90^\circ$  замыкается горизонтальный контакт  $5—6$  и возбуждается управляющее реле  $Н$  входного светофора, контактами которого включаются разрешительные огни светофора.

При вступлении поезда на участок приближения, когда лишается питания известительное реле приближения  $НИПР$ , обесточивается реле  $МР$ , так как в цепи последнего будут разомкнуты контакты реле  $НИПР$  и  $Н$  и вертикальный контакт маршрутно-сигнального коммутатора  $5—6$  (фиг. 437).



Фиг. 437. Схема включения маршрутного реле

При вступлении головы поезда на первую изолированную секцию  $a$  размыкается цепь реле  $Н$  и  $П\text{ИР}$  и светофор закрывается; после этого маршрутно-сигнальную рукоятку переводят в положение  $45^\circ$ .

При вступлении головы поезда на вторую изолированную секцию  $З$  возбуждается замыкающее реле приёма  $ПЗР$ , которое замыкает цепь реле  $МР$ .

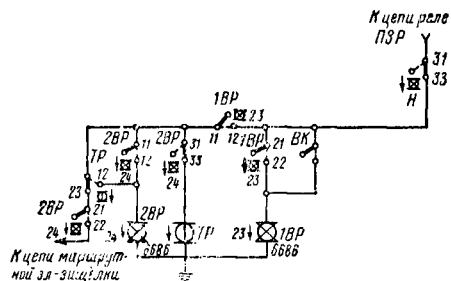
По освобождению поездом всех изолированных секций маршрута (за исключением пути приёма) ток попадает в маршрутную электрозащёлку и звонок реле, и маршрутно-сигнальная рукоятка может быть поставлена в своё нормальное положение.

На свободном от поезда участке приближения маршрут может быть разомкнут поворотом маршрутно-сигнальной рукоятки в нормальное положение; при этом маршрутная электрозащёлка получит питание через горизонтальные контакты  $3—4$ , фронтные контакты реле  $МР$  (которое в этом случае не обесточено, поскольку контакт реле  $НИПР$  остаётся замкнутым).

При питании рельсовых цепей переменным током для предупреждения срабатывания

реле  $ПЗР$  при перерывах питающего тока в цепь возбуждения этого реле включают фронтный контакт аварийного реле  $АР$  (типа КНР-2).

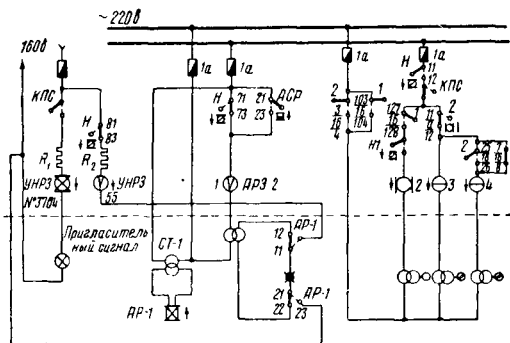
В тех случаях, когда нормальное размыкание маршрута не имеет места (например вследствие повреждения изоляции какой-либо путевой секции), разделку маршрута производят искусственно при помощи термического реле  $ТР$  и двух вспомогательных реле  $1ВР$  и  $2ВР$  (фиг. 438).



Фиг. 438. Схема включения термического реле

Схема включения входного светофора (фиг. 439) удовлетворяет следующим требованиям:

светофор загорается разрешающим огнём лишь при условии поворота соответствующей маршрутно-сигнальной оси на  $90^\circ$  (что достигается включением в цепь разрешающих огней вертикальных  $90$ -градусных контактов соответствующих маршрутно-сигнальных коммутаторов) и возбуждения сигнального управ-



Фиг. 439. Схема включения входного светофора

ляющего реле  $Н$  (что является контролем исправности цепи установки маршрута);

зелёный огонь загорается лишь при условии горения разрешающего огня на выходном светофоре  $Н1$ , при этом обе лампы жёлтого огня выключаются;

при повреждении цепи установки маршрута или проходе головы поезда за светофор последний автоматически закрывается (вследствие выключения сигнального управляющего реле);

лампа красного огня при перерыве переменного тока переключается аварийным реле  $АР1$  на аварийное питание от стрелочной или местной аккумуляторной батареи;

красный огонь гаснет только после фактического зажигания разрешающего огня;

пригласительный сигнал загорается при нажатии кнопки КПС от стрелочной или местной батареи.

Схема включения аварийного сигнального реле *АСР* дана на фиг. 440. Реле отпускает свой якорь, если гаснет или не зажигается одна из ламп разрешающих огней.

Схема включения выходного светофора удовлетворяет тем же требованиям, что и схема входного светофора, за исключением того, что лампа красного огня не имеет аварийного

питания и отсутствует пригласительный сигнал.

Выбор необходимого светотора из группы сигналов производится 90-градусными контактами маршрутно-сигнальных коммутаторов.

## ЭЛЕКТРОЗАЩЁЛОЧНАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ

### Централи�ационный аппарат

Станины централизационных аппаратов изготавливаются на 16 мест (35118) и на 24 места (35119); по длине они не отличаются от аппаратов механо-электрической централизации, ширина же и высота у всех электрозащёлочных аппаратов одинаковая.

На станине устанавливаются стрелочные и маршрутно-сигнальные коммутаторы. Разрез станины по стрелочному коммутатору показан на фиг. 441. На лицевой стороне аппарата располагаются:

а) над каждым стрелочным коммутатором три световых очка: первое сверху — фиолетового цвета (контроль свободного состояния стрелочной секции), второе и третье — матово-белого со знаками «+» и «-» для контроля положения стрелки;

б) над каждым маршрутно-сигнальным коммутатором три световых очка: первое и третье матово-белого цвета (контроль возбуждения защёлки), второе — зелёного (контроль замкнутости маршрута); нормально они не горят.

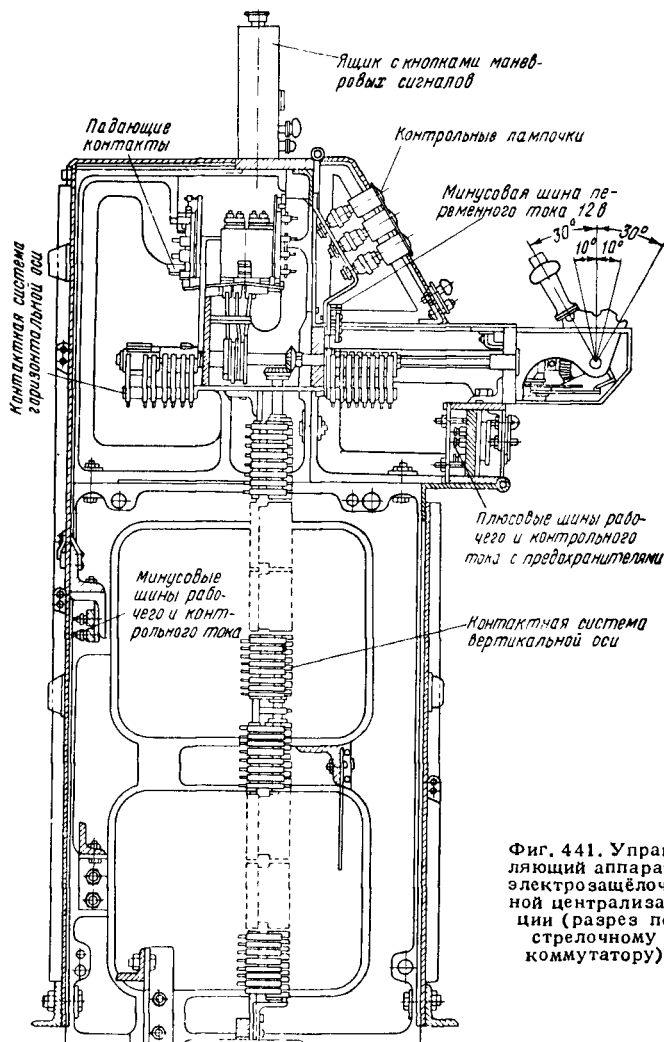
Контрольные лампочки 5 *вт*, 12 *в*.

Стрелочный коммутатор 35120 (фиг. 442) состоит из: горизонтальной оси 1 с рукояткой 35121, установленной на крон-

штейне 1р (38746), прикреплённом к станине винтами 12 и 13; вертикальной оси 2 (35135); электромагнитного поля 35124, укреплённого на станине винтами 7 с направляющими 8 для замыкающих стержней, прикреплёнными винтами 10.

На горизонтальной оси размещены контактные валики контрольного тока *19к* и *20к* (эбонитовые) и рабочего тока *21к* (карбонитовый); против контактных валиков на горизонтальной полосе установлены колодки *2кк* и *3кк*; комплект *6к* замыкающих шайб (*7—3*, *8—Н*, *9—Н<sub>1</sub>*, *10—П<sub>1</sub>*, *11—П*); коническая зубчатка *4к*; упорное кольцо *2к*. Одним (передним) концом горизонтальная ось вставлена в соединительную ось *4р* переводной рукоятки.

Эскизы замыкающих шайб и развёртка их при нормальном положении показаны на фиг. 443.



Фиг. 441. Управляющий аппарат электрозащелочной централизации (разрез по стрелочному коммутатору)

Градусы над вертикальными линиями указывают расположение стержней и выступов шайб относительно нулевой оси; градусы на горизонтальных линиях показывают ход шайб



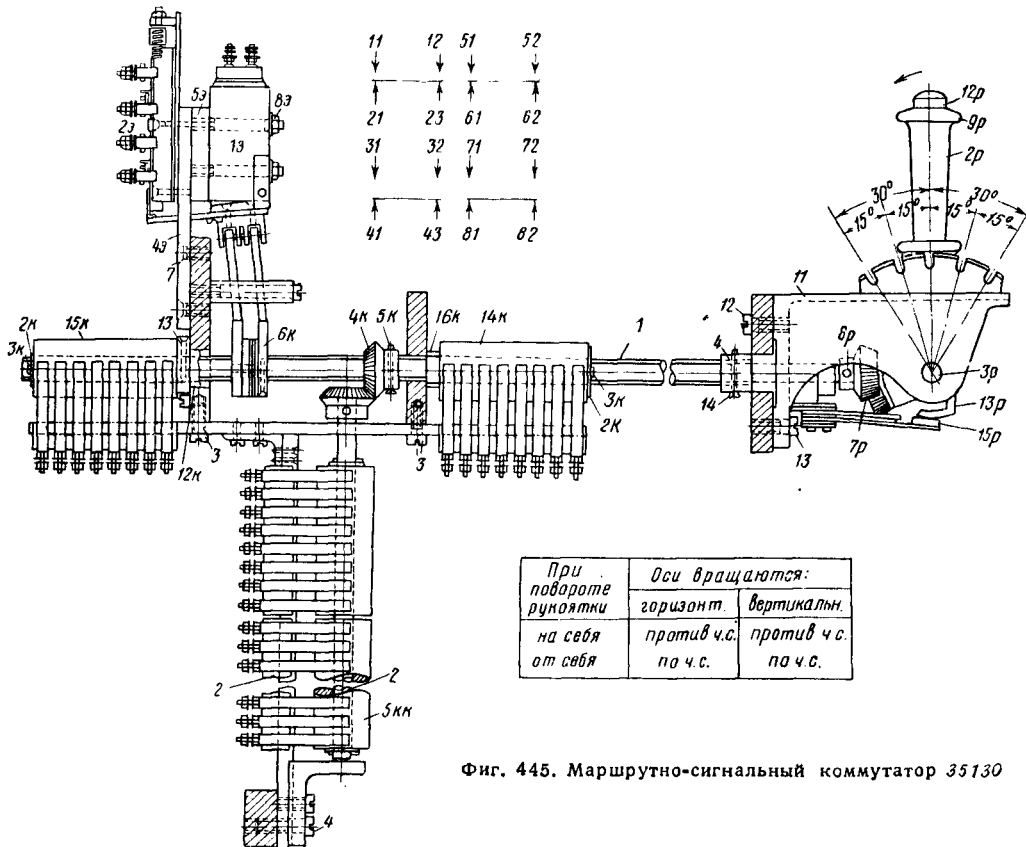


Развёртка горизонтальных контактных валков стрелочного коммутатора показана на фиг. 444.

Стрелочная рукоятка (фиг. 442) по конструкции аналогична стрелочной

Маршрутно-сигнальный коммутатор 35130 (фиг. 445) состоит в основном из тех же частей, что и стрелочный коммутатор.

На горизонтальной оси 1 укреплены контакты 14к и 15к, зубчатка 4к, комплект 6к за-



Фиг. 445. Маршрутно-сигнальный коммутатор 35130

рукоятке механо-электрической централизации и состоит из рычага 2р с зубчаткой, надетой на ось 3р, вставленную в стенку кронштейна 11(1р); на рычаг надет гильза 9р с пружиной, упирающейся в кнопку 12р; в гильзу ввинчен стержень 13р, воздействующий на контактную пружину 15р.

При переводе рукоятки на себя горизонтальные и вертикальные оси вращаются против часовой стрелки.

Усилие для перевода рукояток должно быть не более 10 кг.

У рукоятки предусмотрены следующие фиксированные положения:

- 0° — плюсовое крайнее положение;
- 40° — рабочее положение для перевода стрелки с плюса на минус;
- 60° — минусовое крайнее положение;
- 20° — рабочее положение для перевода стрелки с минуса на плюс;
- 30° — положение для проверки схемы стрелки.

Угол поворота оси в три раза больше угла поворота рукоятки.

Электромагнитное поле состоит из электрозащёлок: двойной и одинарной (стрелочной) и переключателей с падающими контактами.

мыкающих (типов I и II) и промежуточных шайб, упорное кольцо 16к. Одним концом ось 1 входит в соединительную ось переводной рукоятки.

На вертикальной оси, соединённой с горизонтальной осью при помощи зубчаток, надето восемь контактных валиков, каждый на восемь пар контактных пружин.

Рукоятка имеет фиксированные положения: 0, 15 и 30° в каждую сторону.

Эскизы и развёртка замыкающих шайб типов I и II приведены на фиг. 446.

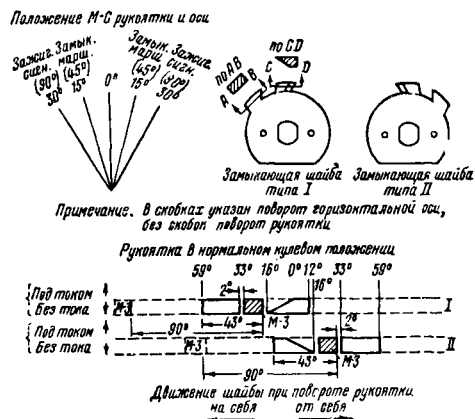
Замыкающие стержни маршрутно-сигнальных коммутаторов при невозбуждённых электрозащёлках должны запира́ть оси в нормальном положении с зазором между стержнями и опорными плоскостями впадины замыкающих шайб не менее 0,5 мм с каждой стороны стержня и не более 3 мм при крайнем положении стержня.

При повороте на 40÷50° стержни невозбуждённых электрозащёлок должны запира́ть ось маршрутно-сигнального коммутатора от обратного поворота.

Электромагниты в электрозащёлках всех типов одинаковы. Их обмотка выполнена из провода марки ПЭ диаметром 0,31 мм, число

витков 3 300, сопротивление  $43 \div 53$  ом. Напряжение притяжения не более 10,8 в, а напряжение отпадания — не менее 15% от величины напряжения притяжения.

Якоря электромагнитов должны свободно вращаться на своих осях; люфт вдоль оси вращения должен быть  $0,2 \div 0,8$  мм. При отпавшем якоре зазор между ним и корпусом



Фиг. 446. Эскизы и развёртка замыкающих шайб маршрутно-сигнального коммутатора

электрозащёлки с лицевой стороны должен быть  $3 \div 4$  мм, с задней —  $0,1 \div 0,5$  мм; при притяннутом якоре этот зазор должен быть не менее  $0,25$  мм; задний конец якоря может упираться в торец гнезда.

Упорная прокладка якоря при отпавшем его положении должна прикрывать головку упорного винта не менее чем на  $1,5$  мм при наибольшем перекосе якоря.

Замыкающие стержни электромагнитов должны свободно передвигаться в шлицах направляющих планок; зазор между ними должен быть  $0,2 \div 0,4$  мм; замыкающие стержни должны закрывать оси, упираясь в зубцы соответствующих шайб по глубине зубца не менее чем на  $4$  мм и по ширине зубца не менее чем на  $3,5$  мм; при невозбужденных электромагнитах зазор между стержнями и опорными плоскостями замыкающих шайб должен быть не менее  $0,5$  мм с каждой стороны стержня и не более  $3$  мм при крайнем положении стержня.

Набор замыкающих шайб стрелочных и сигнальных коммутаторов должен быть прочно скреплён винтами так, чтобы исключалась возможность смещения их относительно друг друга.

Падающие контакты должны быть отрегулированы так, чтобы зазор между серебряной наклёпкой пружины и контактным штифтом при разомкнутом контакте был не менее  $2$  мм; давление между контактами должно быть не менее  $4$  г, а переходное сопротивление — не более  $0,1$  ом. При смыкании контактов серебряная наклёпка пружины должна полностью перекрывать торец контактного штифта.

При возбуждении электромагнита током полного притяжения фронтные контакты должны полностью смыкаться одновременно; то же

относится к тыловым контактам при токе отпадания.

Подвижная планка падающих контактов должна свободно перемещаться в своей направляющей; зазор между планкой и плоскостью направляющей должен быть  $0,4 \div 1,0$  мм.

Холостой ход рукоятки допустим в пределах  $\pm 2^\circ$  от её фиксирующего положения.

Рукояточный контакт при крайних положениях рукоятки должен быть разомкнут; зазор между контактными пружинами должен быть не менее  $2$  мм; давление между ними не менее  $30$  г; переходное сопротивление не более  $0,1$  ом.

Точность замыкания контактов должна быть в пределах  $\pm 5^\circ$  относительно углов замыканий, указанных в чертежах контактных колодок или в схемах.

Контактные пружины неподвижных колодок должны смыкаться с контактными пластинами на валиках по всей своей ширине и не смещаться (в осевом направлении) за пределы этих последних.

Зазор между контактными пружинами и соответствующими контактными пластинами при разомкнутом контакте должен быть не менее  $2$  мм; перекрытие контактной пружины соответствующей пластины должно быть не менее  $2$  мм. Давление контактной пружины на контактную пластину должно быть  $100 \div 300$  г.

Люфт горизонтальной и вертикальной осей в направлении их вращения, измеренный по краю контактного валика, должен быть не более  $0,5$  мм, продольный — также не более  $0,5$  мм. Конические шестерни должны быть закреплены на осях плотно, без всякой качки.

### Основные схемы токопрохождения

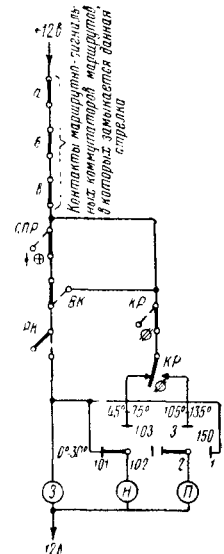
Стрелочные электрозащёлки (фиг. 447) возбуждаются только при условии:

а) нормального положения маршрутно-сигнальных рукояток всех маршрутов, в которые входит данная стрелка (нулевые контакты их а, б, в замкнуты);

б) свободы от подвижного состава стрелочной секции (фронтной контактной реле СПР замкнут);

в) замыкания рукояточного контакта РК.

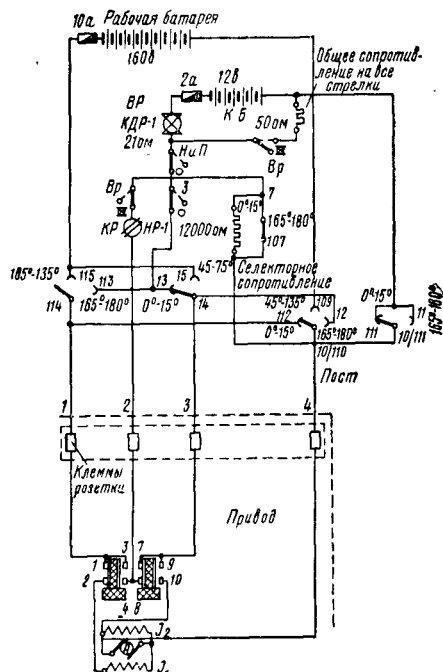
При повороте стрелочной рукоятки от нормального положения на  $40^\circ$  (т. е. оси на  $120^\circ$ ) и при наличии тока в контрольном реле возбуждается электрозащёлка П; при обратном повороте оси на  $120^\circ$  (т. е. при  $60^\circ$  от нулевого положения) возбуждается электрозащёлка Н.



Фиг. 447. Схема включения стрелочных электрозащёлок

Схема включения стрелочного электропривода одионой стрелки показана на фиг. 448.

В качестве контрольного реле применено реле типа НР-1 1 000 ом, последовательно с которым включено взрезное реле ВР типа КДР-1 сопротивлением 21 ом. Контрольная



Фиг. 448. Схема включения стрелочного электропривода

цель проходит + 12 КВ через обмотку реле ВР, падающие контакты защёлок Н, П и З; (с целью проверки замыкания рукоятки защёлками), контакт 0 — 15° рукоятки, провод 3, автотеплорегулятор, провод 2, обмотку реле КР, контакт ВР, контакт 0 — 15° (или 165—180° при минусовом положении рукоятки) и через второй контакт 0—15° (или 165—180°) к минусу контрольной батареи. Якорь реле ВР не притянется из-за малой силы тока.

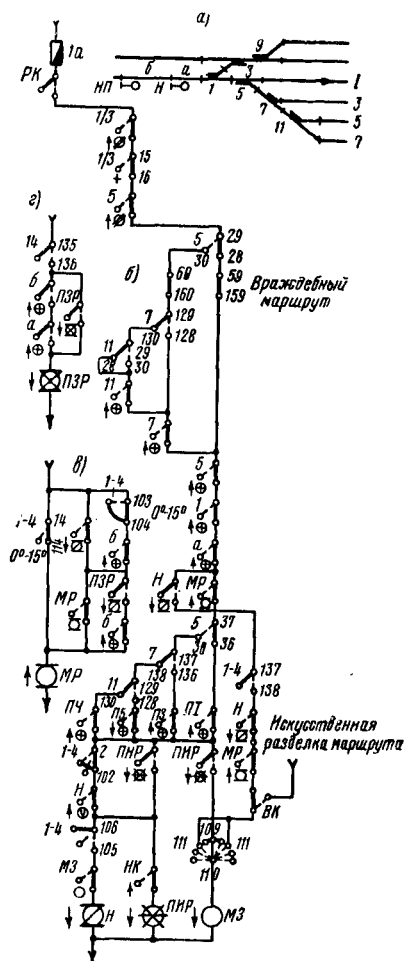
Контакт контрольного реле  $KP$  вводится в цепь установок маршрута, а также и в цепь защёлок. Электродвигатель привода нормально отключён от рабочей батареи и зашунтирован по проводам 1 и 4 или по проводам 3—4 при минусовом положении стрелки.

При взресе стрелки реле  $KP$  лишается тока вследствие размыкания контактов 7—8 автопереключателя (провод 2). Одновременно по проводу 3 от контрольной батареи образуется новая цепь для реле  $BP$ , проходящая через его обмотки и двигатель привода.

Реле *ВР* размыкает своим вторым контактом контрольную цепь. Лишение тока реле *ВР* может быть произведено только (после срыва плавомы) специальной кнопкой, контакт которой введён в цепь *ВР*. Таким способом достигается оформляемый контроль взреза стрелки без перегорания контрольного предохранителя.

В момент нахождения стрелочной рукоятки в положении  $45-75^\circ$  реле  $KP$  будет находиться под током от рабочей батареи (по проводам 3 и 2), но так как контакты  $0-15^\circ$  и  $165-180^\circ$ , шунтирующие омическое сопротивление, будут разомкнуты, то последнее будет ограничивать силу тока в контрольной цепи до  $0,012\text{ а}$ . В дальнейшем размыкается и эта цепь; при положении рукоятки на  $135^\circ$  включается двигатель (по проводам 1 и 4). После окончания перевода стрелки двигатель выключается и контрольное реле по проводам 1 и 2 окажется снова под током ( $0,012\text{ а}$ ) от рабочей батареи, достаточным для притяжения реле  $KP$ . При доведении рукоятки до положения  $180^\circ$  создается нормальная цепь, построенная аналогично контрольной цепи плюсового положения.

Схема спаренной стрелки построена по тем же принципам, что и для одиночной.



Фиг. 449. Схема установки и разделки группы маршрутов приёма

Схема установки и разделки группы маршрутов приёма (фиг. 449) составлена с соблюдением тех же требований, что и схема механической централизации. Выбор отдельных цепей, соответствующих отдельным маршрутам группы, выполняется вертикаль-

ными контактами соответствующих стрелочных коммутаторов.

Маршрутная электрозащёлка при нормальном положении рукоятки включена через контакты 109—110 подобно сигнальной электрозащёлке механо-электрической централизации, а при повернутой на 60° оси — подобно маршрутной электрозащёлке.

Для обеспечения указанных зависимостей в схему включаются следующие контакты: рукояточный РК; фронтные контакты контрольного реле всех стрелок, входящих в маршрут, и охранных; вертикальные контакты стрелочных коммутаторов тех же стрелок, замкнутые в положениях, соответствующих положению стрелки в маршруте; контакты стрелок, на которых отдельные маршруты в группе разветвляются и входят как переключающие. Все эти контакты контролируют не только правильное положение стрелки, но и крайнее положение стрелочной рукоятки. Кроме перечисленных контактов, включаются ещё следующие: нулевые контакты маршрутно-сигнальных коммутаторов враждебных маршрутов и коммутаторов передачи стрелок на местное управление; фронтные контакты путевых реле всех изолированных секций маршрута, причём в маршрутах приёма контакт путевого реле пути приёма включается по порядку последним (через избирающие направление контакты соответствующих стрелочных коммутаторов, фронтной контакт маршрутного реле); нормально замкнутый, с параллельно ему включённым тыловым контактом сигнального реле, нормально разомкнутым; горизонтальные контакты своего маршрутно-сигнального коммутатора 9—10—11 или 109—110—111, которые после поворота оси от 0 до 15° выключают электрозащёлку из схемы разрешения поворота маршрутно-

случае в цепь сигнального управляющего реле включаются контакты на маршрутно-сигнальных коммутаторах соответствующих маневровых маршрутов и самого поездного маршрута; контакты реле ПИР всех этих маршрутов (возбуждённое состояние реле ПИР маневровых маршрутов свидетельствует о том, что соответствующие изолированные секции пути и положение стрелок проконтролированы); контакты путевых реле секций, не проконтролированных в маневровых маршрутах, а также взрезные контакты не проконтролированных там стрелок; тыловые контакты сигнальных управляющих реле маневровых маршрутов и маршрутных электрозащёлок всех маршрутно-сигнальных коммутаторов и 90-градусный контакт данного поездного маршрутно-сигнального коммутатора.

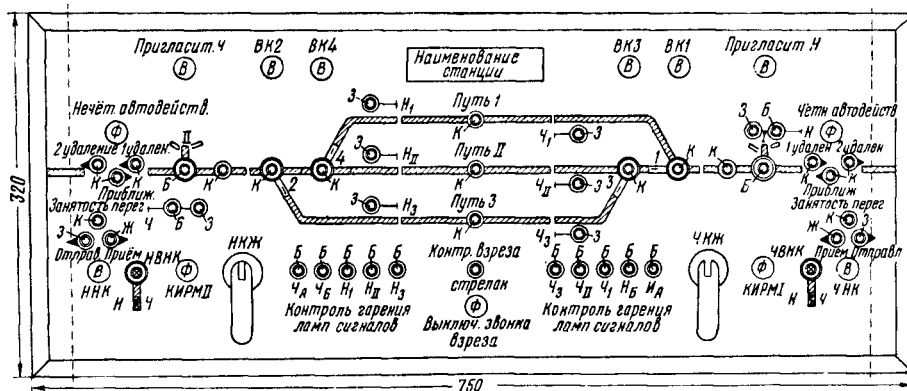
## РЕЛЕЙНО-ШАГОВАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ

### Пульт-табло и шаговые реле

За последние годы ЦНИИ МПС разработана новая система электрической централизации, получившая название релейно-шаговой централизации РШЦ.

Особенностью указанной системы является применение пульт-табло с управляющими рукоятками, расположенными непосредственно на схеме путей аппарата, и шаговых реле, представляющих собой коммутаторы барабанного типа, аналогичные коммутаторам аппарата электрозащёлочной централизации, поворачиваемых при помощи электромоторов и специальной передачи, состоящей из двух вспомогательных реле и храповиков.

Пульт-табло РШЦ для примерной станции показан на фиг. 450.



Фиг. 450. Пульт-табло релейно-шаговой централизации

сигнальной рукоятки, а при 60—30° включают эту электрозащёлку в цепь размыкания маршрута.

В этой же цепи осуществляются и зависимости между враждебными маршрутами.

Особенность схемы группы маршрутов отправления заключается в наличии в цепи контакта линейно-сигнального реле ЛСР.

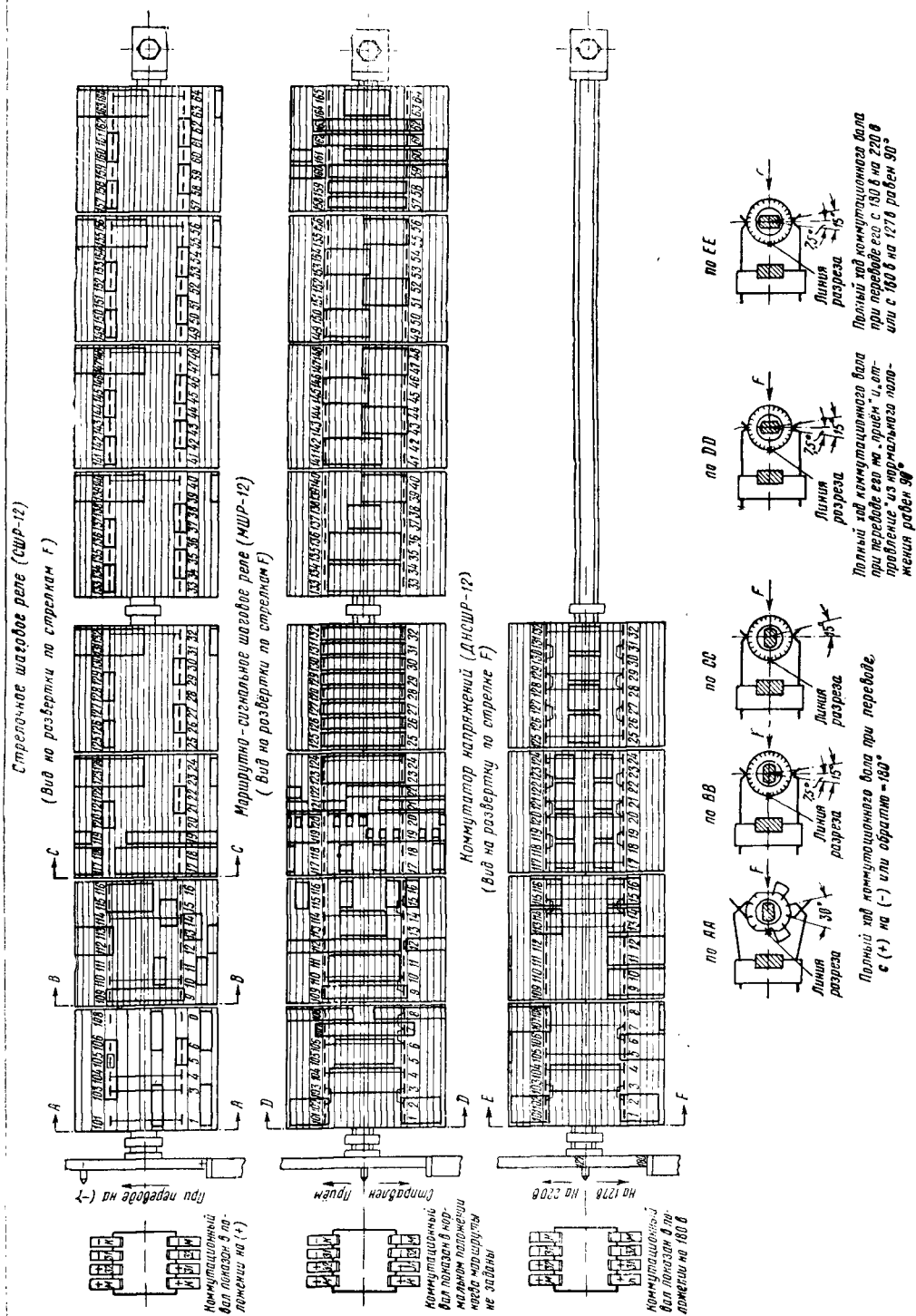
Особенностью электрозащёлочной централизации является возможность составлять поездные маршруты из маневровых. В этом

Развёртки шаговых реле типа СШР-12 (стрелочное) и МШР-12 (маршрутное), а также коммутатора напряжений (ДНСШР-12) показаны на фиг. 451.

### Основные схемы токопрохождения

Схема включения стрелочного коммутатора одиночной стрелки показана на фиг. 452, а.

Схема включения электропривода одиночной стрелки изображена на фиг. 452, б, спаренных стрелок — на фиг. 453.



Фиг. 451. Шаговые реле



Для управления и контроля стрелки при РЩЦ применены: стрелочная рукоятка на два положения СКП (фиг. 452 и 453), плюсовой и минусовый электромагниты (Э1 и Э2), стрелочный коммутатор СК (СШР-12), стрелочное контрольное реле СКР (НР-1), взрезное реле ВР (КДР), ограничивающее сопротивление 15 000 ом и электропривод СПВ-3 с мотором на 100 в.

Для управления и контроля как одиночной, так и спаренных стрелок требуется четыре провода.

С поворотом стрелочной рукоятки замыкается цепь соответствующего электромаг-

ту или другую сторону (т. е. по или против часовой стрелки).

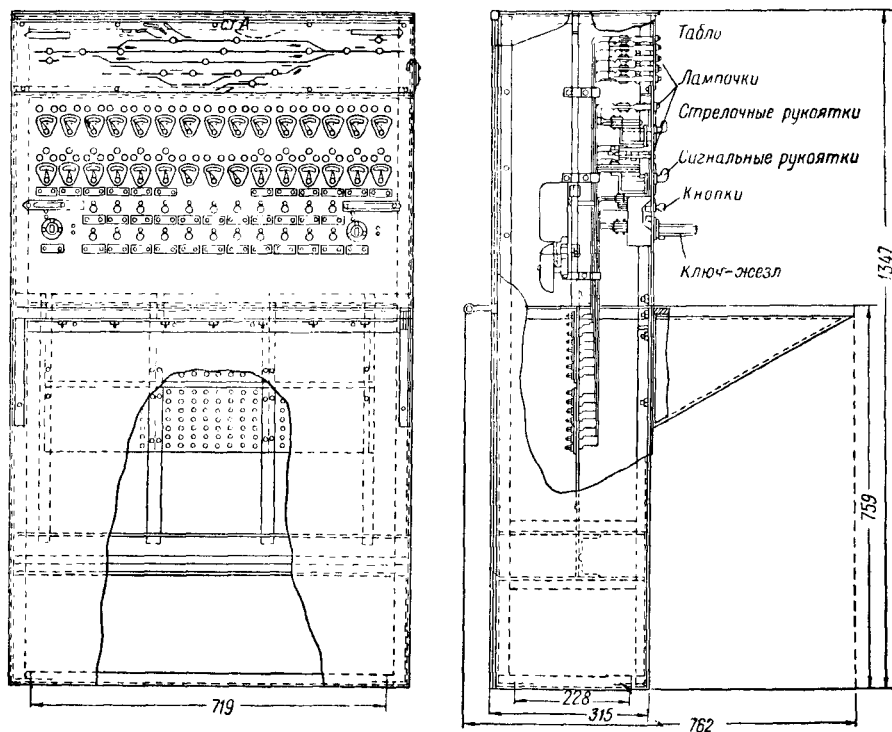
Реле МКПР — маршрутное контрольное повторное реле.

## РЕЛЕЙНАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ

### Унифицированный пульт

Унифицированный пульт (фиг. 455) применяется как для релейной централизации, так и для автоблокировки.

Типы унифицированных пультов указаны в табл. 111.



Фиг. 455. Унифицированный пульт

нита и мотора стрелочного коммутатора и размыкается цепь питания контрольного реле СКР. С поворотом коммутатора производится посылка тока в электродвигатель привода СПВ-3.

После перевода стрелки рабочий ток попадает в обмотку контрольного реле СКР, и последнее, возбуждаясь, обеспечивает перевод коммутатора до конечного положения.

Схема установки и размыкания поездных маршрутов показана на фиг. 454 и удовлетворяет всем основным технико-эксплуатационным требованиям ЭЦ.

В схему установки маршрута включены необходимые контакты, обеспечивающие безопасность движения: контакты стрелочных контрольных реле (СКР), стрелочных изолированных участков (СПР) и путей (ПР).

Один маршрутный коммутатор используется для маршрутов приема (возбуждается электромагнит приема ЭП) и отправления (ЭО) с соответствующим поворотом коммутатора в

Пульт I (черт. 10442) имеет размеры: длина 850 мм, ширина 330 + 450 мм (стол), высота 1390 мм, табло (на 7 путей) 850 × 245 мм<sup>2</sup>; пульт II (черт. 10443): длина 1200 мм, ширина 330 + 450 мм (стол), высота 1585 мм, табло (на 11 путей) 1200 × 345 мм<sup>2</sup>.

Пульт состоит из каркаса 10442А из листовой стали 1,5 мм и табло с металличе-

Таблица 111

Типы унифицированных пультов

Тип пульта	Количество мест	Количество рукояток		Количество кнопок	Чертеж
		стрелочных	сигнальных		
I А-Б	15	—	4—8	8—16	10442
I В-Г	15	8—18	6—12	16—21	10442
II	22	26	18	32	10443





Применение кислоты и паяльных паст не допускается.

Замок для ключа-железа хозяйственных поездов и толкачей (фиг. 457) имеет следующую конструкцию. К корпусу 1 при помощи расклёпанных винтов 33 прикреплён сам замок с основанием 2, стойкой 3 для ключа и крышкой 14. К ригелю 4 с замыкающим штифтом 5 прикреплены контактные ножи — правый 7 и левый 8 на гетинаксовой прокладке 6; тип замка определяется подбором трёх цугальт 9, 10 и 11. Для осуществления контактов служат контактные пружины 18, укрепленные заклёпками 28 на стойках 19 с подкладками 20; стойки прикреплены к гетинаксовой планке 17 шпильками 21 с эбонитовыми шайбами 22 и 23, гайками 34 и шайбами 35; планки 24 служат для прикрепления замка к стенке аппарата при помощи винтов 29. Штифты 15 и 16 — направляющие для ригеля, а штифт 16 одновременно служит и осью для цугальт.

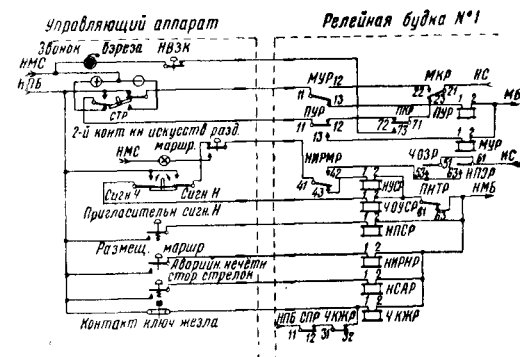
Форма одного из шести типов ключей-железов приведена на фиг. 457.

Ход ригеля должен быть  $8,5 \div 9,5$  мм. Суммарный зазор между цугальтами и крышкой должен быть выдержан в пределах  $0,1 \div 0,5$  мм. При повороте ключа штифт 5 должен быть отперт цугальтами до начала перевода ригеля. Суммарный зазор между стенками выреза в цугальтах и штифтом 5 должен быть  $0,3 \div 0,6,8$  мм.

Пружины 12 должны давать нажатие, обеспечивающее запираание штифта цугальтами, но не должны затруднять поворот ключа.

### Основные схемы токопотоков

Схема управления стрелкой состоит из двухпроводной цепи включения управляющих реле ПУР и МУР (фиг. 458).

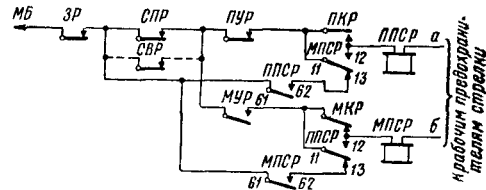


Фиг. 458. Схема включения управляющих реле

Цепи включения пусковых стрелочных реле ППСР и МПСР показаны на фиг. 459. Питающие провода являются общими для группы стрелок.

В этой схеме: контакт СПР (стрелочного путевого реле) исключает возможность перевода стрелки под составом; контакт ЗР (замыкающего реле) осуществляет замыкание стрелки в маршруте; фронтальные контакты ППСР и МПСР обеспечивают полный пере-

вод стрелки при наезде подвижного состава на стрелочную изолированную секцию в момент перевода стрелки, а также возможность возвращения стрелки в исходное положение после начавшегося перевода (при свободной стрелочной секции); контакты ПКР и МКР (плюсового и минусового контрольных реле) выключают пусковое реле по окончании перевода стрелки.



Фиг. 459. Схема включения пусковых реле

Схемы включения стрелочного электропривода применяются: девятипроводная (фиг. 460 и 461), четырёхпроводная (фиг. 462 и 463) и четырёхпроводная с магистральным питанием (фиг. 464).

Все схемы удовлетворяют основным требованиям, предъявляемым к схемам включения стрелок электрической централизации.

При нормальном положении рабочие провода отключены от источника тока контактами пусковых реле; таким образом, случайное соприкосновение рабочего провода с проводом, несущим напряжение рабочей батареи, не может вызвать перевода стрелки.

В схеме включения спаренных стрелочных электроприводов в цепь пусковых реле включены контакты путевых реле СПР обеих стрелочных секций.

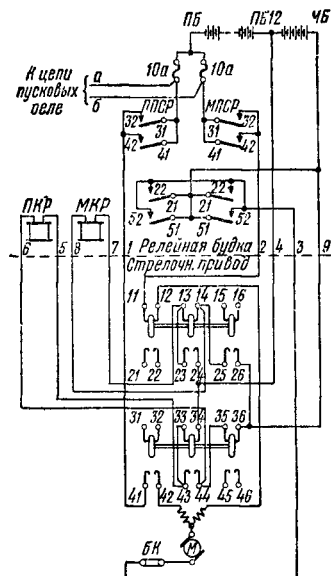
Схема управления светофорами состоит из цепи включения управляющих сигнальных реле ЧУСР и НУСР типа УНР-1 или НР-1 (фиг. 465), обычно размещаемых вблизи светофоров в релейных будках и шкафах. Схема включения сигнальных реле маршрутов приёма изображена на фиг. 466, где реле ЧГСР — приёма чётных поездов на I главный путь по одному жёлтому огню светофора Ч; реле ЧБСР — то же на II главный и боковые пути по двум жёлтым огням того же светофора.

Кроме возбуждения управляющих сигнальных реле ЧУСР замыкание цепи сигнального реле поставлено в зависимость от выполнения следующих условий:

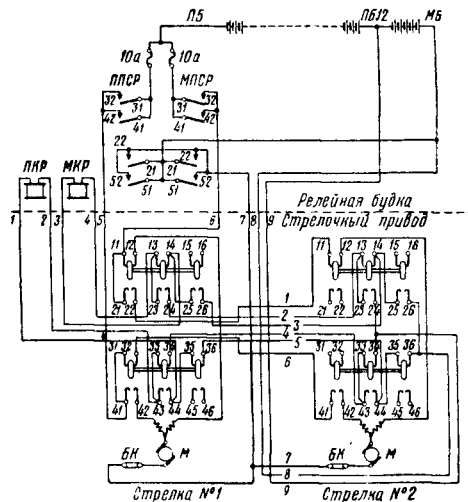
- а) свободы приёмных путей — замкнутые контакты путевых реле 1ПР, 2ПР или 3ПР;
- б) правильного положения стрелок в маршруте — замкнутые фронтальные контакты контрольных реле ПКР или МКР стрелок, входящих в маршрут;
- в) свободы всех промежуточных и стрелочных секций, входящих в маршрут, — замкнутые фронтальные контакты путевых реле ПР и стрелочных путевых реле СПР;
- г) отсутствия враждебных (встречных) маршрутов — замкнутый фронтальный контакт выключающего реле ННР;

д) отсутствия искусственного размыкания маршрута — замкнутый тыловой контакт реле ЧИРМР и термического ЧТР.

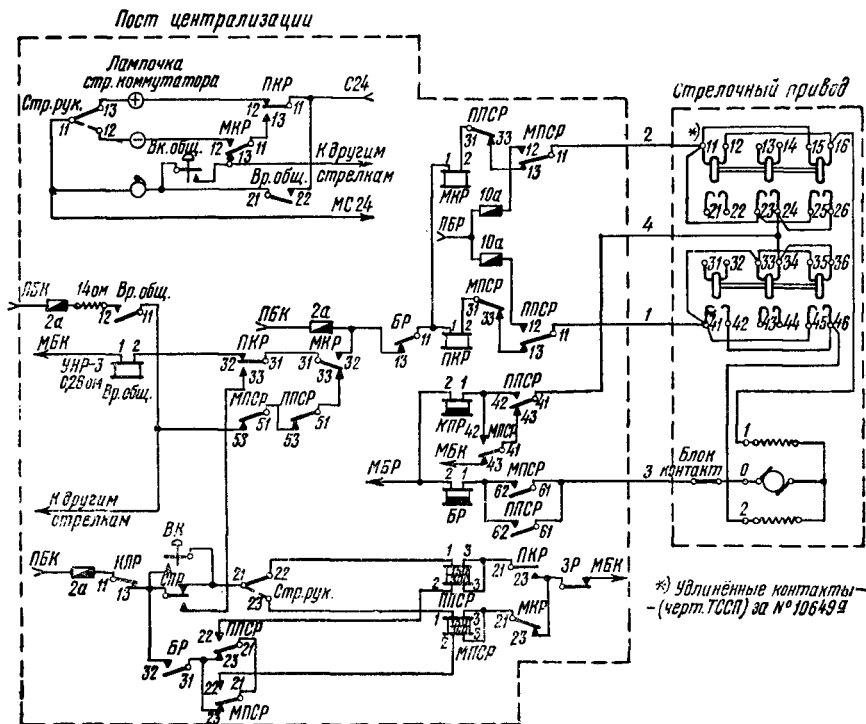
приёме на главный путь одновременно возбуждено реле ПЧГСР — повторитель сигнального реле выходного светофора с главного I пути, то возбуждены оба реле — и ЧГСР, и ЧБСР.



Фиг. 460. Девятипроводная схема включения электропривода одиночной стрелки



Фиг. 461. Девятипроводная схема включения электроприводов спаренных стрелок

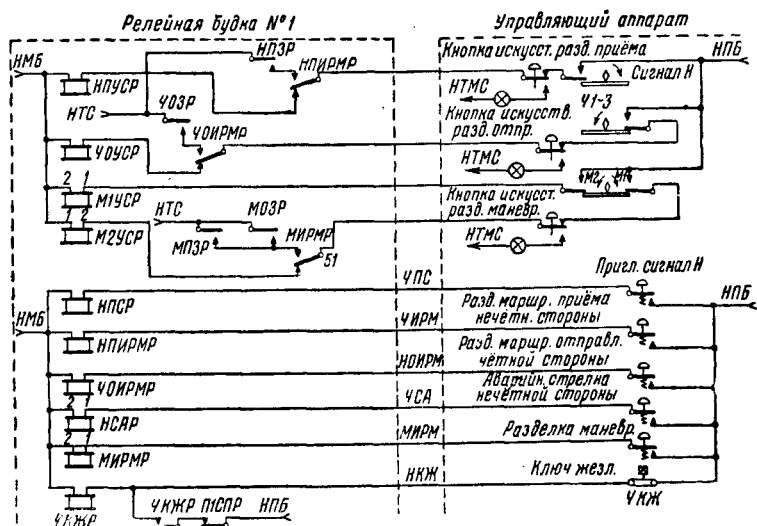


Фиг. 462. Четырёхпроводная схема включения электроприводов спаренных стрелок

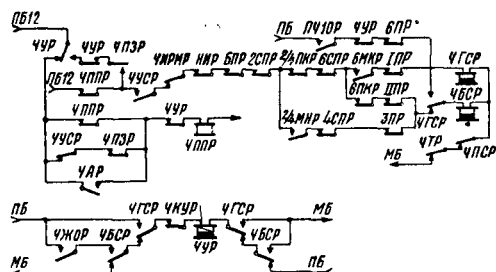
Если стрелки находятся в положении для приёма на I путь, то возбуждается реле ЧГСР; при приёме на боковой путь — реле ЧБСР. Если при установленном маршруте

Основными реле, обеспечивающими все необходимые маршрутные замыкания, являются: реле замыкания маршрута приёма ПЗР, отправления ОЗР и маршрутное реле МР.

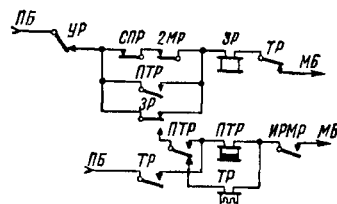




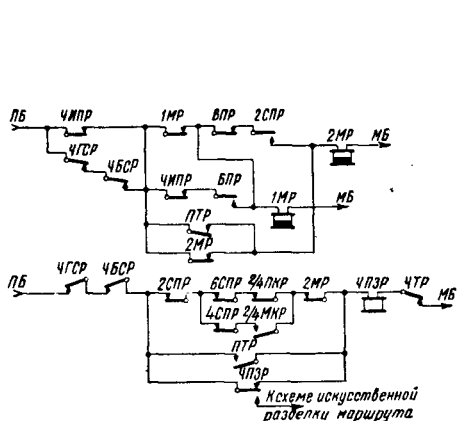
Фиг. 465. Схема включения управляющих сигнальных реле



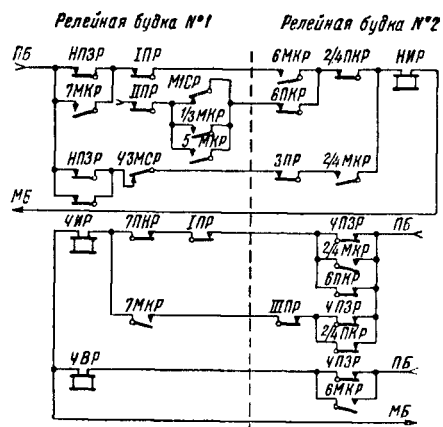
Фиг. 466. Схема включения сигнальных реле



Фиг. 468. Схема искусственного размыкания маршрутов



Фиг. 467. Схема включения маршрутно-замыкающих реле



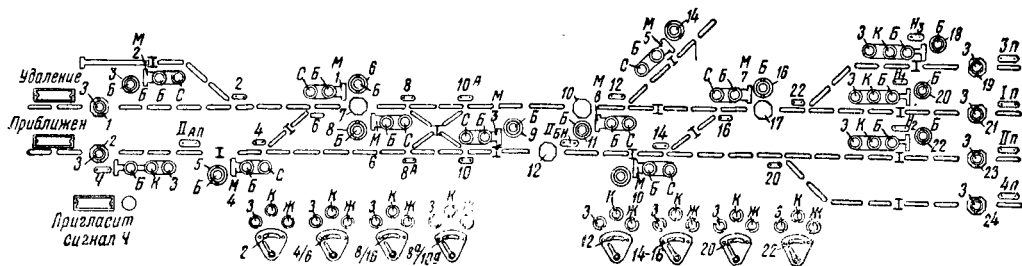
Фиг. 469. Схема маршрутных зависимостей



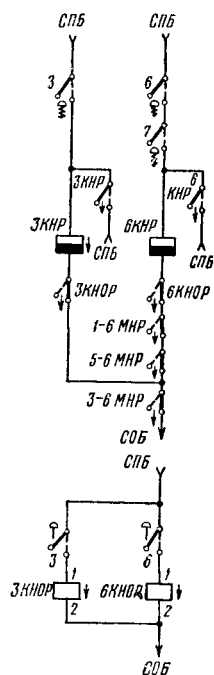
ка линз сигнальных и стрелочных контрольных лампочек (з, ж, к, б и с).

### Основные схемы токопрохождения

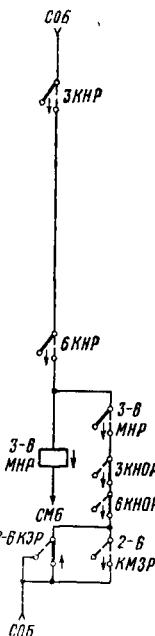
Схема включения кнопочных реле КНР, возбуждаемых при нажатии маршрутных кнопок на пульте, показана на фиг. 473.



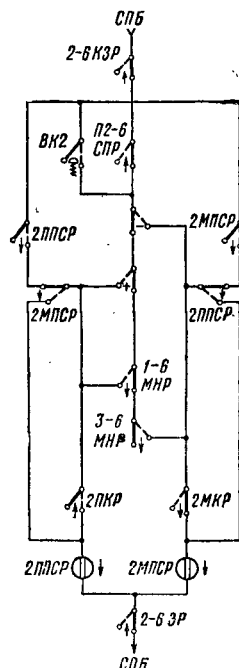
Фиг. 472. Пульт маршрутной централизации



Фиг. 473. Схема включения кнопочных реле



Фиг. 474. Схема включения маршрутно-набирающих реле



Фиг. 475. Схема включения пусковых реле

Схема включения маршрутно-набирающих реле МНР показана на фиг. 474. При возбуждении реле КНР начала и конца маршрута замыкается цепь маршрутно-набирающего реле МНР, которое выключает реле КНР, замыкает цепь пусковых реле стрелок маршрута и включает соответствующие маршрутно-секционные реле, называемые в некоторых схемах контрольно-маршрутно-замыкающими реле КМЗР.

Схема включения пусковых стрелочных реле при электроприводах постоянного тока показана на фиг. 475.

Схема включения пусковых реле при электроприводах переменного тока показана на фиг. 476, а, а включение контрольного поляризованного реле и самих электроприводов — на фиг. 476, б.

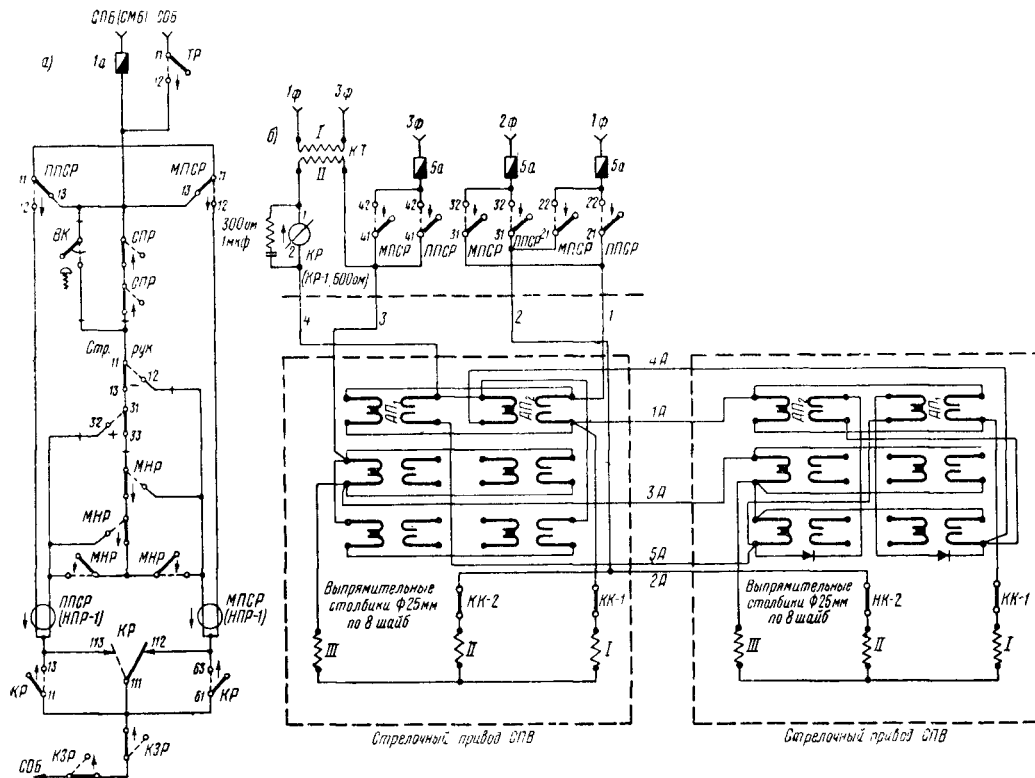
### РЕЛЕЙНО-КODOВАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ

Релейно-кодová централизация отличается от обычной релейной централизации тем, что применяется кодовое управление удаленными стрелками и сигналами с целью экономии дефицитного кабеля.

Для удаленного управления применяются релейные системы схемного и временного кодов.

Система РСК-1 является релейной системой схемного кода ёмкостью на 81 стрелочно-сигнальную группу с трёхпроводной линейной цепью и линейными реле, включёнными последовательно.

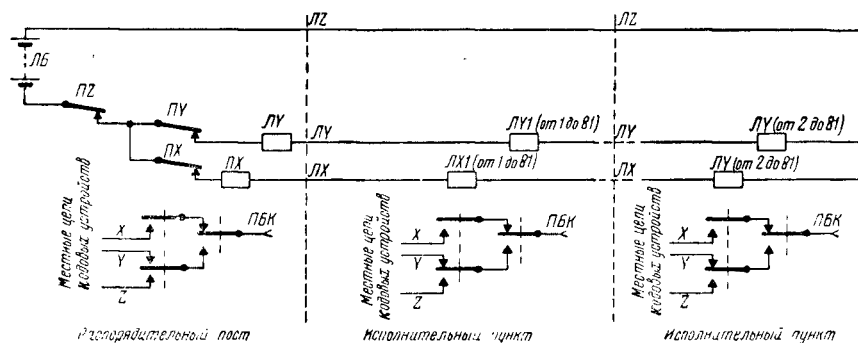
При размыкании провода  $X$  и  $Y$  или одновременно обоих (что будет соответствовать размыканию общего провода  $Z$ ) в местные цепи кодовых устройств, включённых в линию, будут соответственно поступать импульсы  $X$ ,  $Y$  или  $Z$ .



Фиг. 476. Схема включения электроприводов спаренных стрелок при питании переменным током

Принцип действия схемного кода основан на комбинации размыканий двух прямых проводов  $X$  и  $Y$  при общем обратном  $Z$  трёхпроводной линейной цепи (фиг. 477). В линей-

В зависимости от того, какое количество размыканий линейной цепи используется для избирательной части кода, можно управлять соответственным количеством пунктов. Так,



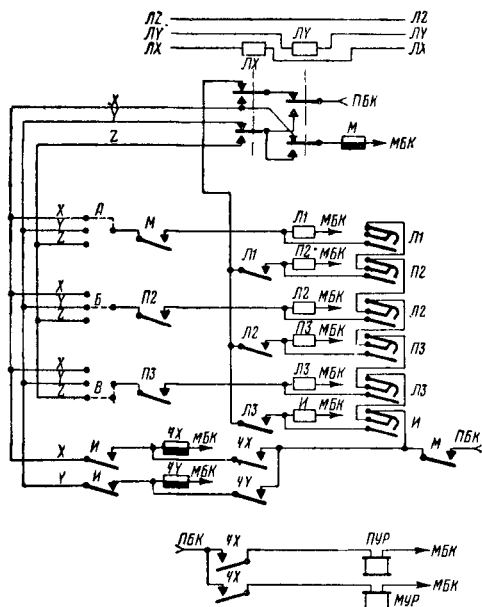
Фиг. 477. Скелетная схема линейной цепи

ный провод  $X$  включены линейные реле  $ЛХ$ , в провод  $Y$  — реле  $ЛУ$ ; при нормальном положении линия замкнута и все линейные реле держат якоря притянутыми, получая питание от линейной батареи, установленной на распределительном посту.

например, при использовании одного размыкания линейной цепи можно управлять тремя пунктами с соответственной настройкой их на импульсы  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ . При использовании двух размыканий линейной цепи можно получить 9 комбинаций импульсов и, следо-

вательно, управлять 9 пунктами, а при трёхкратном размыкании получить 27 комбинаций и управлять соответственным количеством пунктов.

Схема избирательной части кодового устройства с настройкой его на код XYZ (см. переключки А, Б, В) показана на фиг. 478. При размыкании линейного провода ЛХ в схему поступает импульс тока Х, от которого



Фиг. 478. Скелетная схема избирательной части кода

срабатывает медленно действующее реле М и первый линейный счётчик Л1. При последующем замыкании линии возбуждается счётчик Л2, подготавливая цепи для дальнейшей работы схемы.

При втором размыкании линейного провода ЛУ включается второй линейный счётчик Л2, а при замыкании линии — счётчик Л3. При одновременном размыкании линейных проводов ЛХ и ЛУ (что равносильно размыканию общего привода ЛЗ) в схему поступает импульс Z, от которого срабатывает третий линейный счётчик Л3.

При замыкании линии включается избирательное реле И, фиксирующее выбор (вызов) данного пункта.

Посылкой следующих импульсов, например Х или У, можно возбудить реле 4Х или 4У, через контакты которых производится включение управляющих реле, например стрелочных ПУР и МУР.

Из изложенного выше следует, что для управления 81 пунктом требуется схемный код с четырёхкратным размыканием линейной цепи; получающиеся при этом 81 комбинация импульсов и размыканий Х, У и Z приведены частично в табл. 112.

Распределение импульсов оперативной части кода приведено в табл. 113 для управляющего кода и в табл. 114 для контрольного кода.

Таблица 112

Комбинации импульсов и размыканий Х, У и Z

№ по пор.	Коды избирательного импульса				№ по пор.	Коды избирательного импульса			
	I	II	III	IV		I	II	III	IV
1	X	X	X	X	31	Y	X	Y	X
2	X	X	X	Y	32	Y	X	Y	Y
3	X	X	X	Z	33	Y	X	Y	Z
4	X	X	Y	X	55	Z	X	X	X
5	X	X	Y	Y	56	Z	X	X	Y
6	X	X	Y	Z	57	Z	X	X	Z
28	Y	X	X	X	79	Z	Z	Z	X
29	Y	X	X	Y	80	Z	Z	Z	Y
30	Y	X	X	Z	81	Z	Z	Z	Z

Как следует из табл. 113, избирательные импульсы схемного кода в порядке следования импульсов кода являются вторыми, третьими, четвёртыми и восьмыми, что сделано для экономичности построения схем кодовых устройств.

Продолжительность прохождения схемного кода равна 1,5 сек.

Таблица 113

Управляющий код

Порядковый № импульсов	Характер импульсов	Назначение импульсов
1	Z	Проверка и занятие линии
2	X, Y или Z	{ Предварительный выбор управляемой группы
3	X, Y или Z	
4	X, Y или Z	
5	X Y	Полуавтоматическое действие сигналов; перевод сигналов на автоматическое действие (или включение сигнала вызова электромеканика)
6	X Y	Перевод стрелки на плюс Перевод стрелки на минус
7	X Y Z	Открытие сигнала нечётного направления Открытие сигнала чётного направления Закрывание сигналов обоих направлений
8	X, Y или Z	Окончательный выбор и включение управляющих приборов исполнительного пункта

Электрические схемы кодирования. Схема включения реле кодовых ячеек на порядковом посту изображена на фиг. 479 и 480. Центральная приёмная



Таблица 114

## Контрольный код

Порядковый № им- пульсов	Характер импульсов	Назначение импульсов
1	X Y	Проверка линии: предстан- ционная секция свободна Проверка линии: предстан- ционная секция занята
2 3 4	X, Y или Z X, Y или Z X, Y или Z	Предварительный выбор рас- порядительной группы управ- ляющего аппарата
5	X Y	Стрелочная секция свободна Стрелочная секция занята
6	X Y Z	Стрелка замкнута на плюс Стрелка замкнута на минус Стрелка не замкнута (недоход острыка)
7	X Y Z	Сигнал нечётного направления открыт Сигнал чётного направления открыт Сигналы обоих направлений за- крыты
8	X, Y или Z	Окончательный выбор и вклю- чение контрольных приборов распорядительной группы управляющего аппарата

ячейка служит для передачи управляющих кодов на линию и приёма контрольных кодов с неё, осуществляя непосредственное размыкание и замыкание линейных проводов; в ячейку входят (схема на фиг. 479):

1) аппаратное линейное реле *АЛХ*, включаемое в линейный провод *ЛХ* и служащее для приёма с линии импульсов *X* и *Z*;

2) аппаратное линейное реле *АЛУ*, включаемое в линейный провод *ЛУ* и служащее для приёма с линии импульсов *Y* и *Z*;

3) аппаратное передающее реле *АПХ*, размыкающее провод *ЛХ* при передаче импульса *X* управляющего кода; при приёме кода является связующим звеном между счётной цепью и теми реле, которые должны быть выбраны;

4) аппаратное передающее реле *АПУ* (работает подобно реле *АПХ*, но размыкает провод *ЛУ* при передаче импульса *Y*);

5) аппаратное передающее реле *АПЗ* (работает подобно реле *АПХ*, но размыкает провод *ЛЗ* при передаче импульса *Z*).

Эта ячейка имеет всего пять реле типа КДР и, кроме того, восемь конденсаторов по 0,5 мкф и два сопротивления по 5 ом; последние включаются параллельно обмоткам линейных реле для уменьшения искрообразования, получающегося на контактах передающих реле в момент размыкания линейной цепи.

Центральная кодирующая ячейка служит для составления импульсов управляющего кода в принятом порядке чередования их, а также восприятия и передачи наборным

ячейкам импульсов контрольного кода. В ячейку входят (фиг. 479):

1) аппаратное первого импульса медленно действующее реле *АМП* — притягивает якорь с первым размыканием линии при передаче и приёме кодов, подключая питание ряда основных реле ячейки, осуществляет контроль занятии линии и прохождение кодов в линию и пр.;

2) аппаратное медленно действующее вспомогательное реле *АМВ* — притягивает якорь с первым размыканием линии, с возбуждением приводит схему ячейки в рабочее состояние, а по окончании действия кода — в нормальное положение;

3) аппаратное медленно действующее контрольное реле *АМК* — обычно находится под током, при передаче и приёме кода переключается на схему контроля нормальной работы кодовых устройств;

4) аппаратное главное реле *АГ* — переключает ячейку на положение передатчика или приёмника в зависимости от того, передаёт или принимает код ячейка;

5) аппаратное промежуточное реле *А1Х* — включается при приёме контрольного кода, если первый импульс *X* используется в качестве промежуточного реле для контроля свободности предстанционной секции;

6) аппаратное промежуточное реле *А5Х* — включается при пятом размыкании линии от импульса *X*, используется в качестве промежуточного реле для контроля свободности стрелочной секции;

7) аппаратное промежуточное реле *А6Х* — включается при шестом размыкании линии от импульса *X*, служит в качестве промежуточного реле для контроля плюсового положения стрелки;

8) аппаратное промежуточное реле *А6У* — включается при шестом размыкании линии от импульса *У*, используется для контроля минусового положения стрелки;

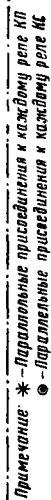
9) аппаратное промежуточное реле *А7Х* — включается при седьмом размыкании линии от импульса *X*, применяется в качестве промежуточного реле для контроля открытого сигнала нечётного направления;

10) аппаратное промежуточное реле *А7У* — включается при седьмом размыкании линии от импульса *У*, используется в качестве контроля открытого сигнала чётного направления;

11—18) аппаратные линейные счётчики реле *АЛ1—АЛ8* — реле, составляющие контрольную счётную цепь размыканий линии, каждое реле-счётчик имеет порядковый номер кодового импульса, при котором реле включается независимо от качества импульса (*X*, *У* или *Z*);

19—25) аппаратные передающие счётчики реле *АЛ2—АЛ8* — реле, составляющие счётную цепь замыканий линии, при возбуждении замыкают цепь реле-передатчиков в передаче кода и цепи промежуточных реле — при приёме ячейка имеет всего 25 реле типа КДР и, кроме того, 4 купроксных выпрямителя типа КВ, включаемых для увеличения и замедления отпадания якоря медленно действующих реле и исключения «короткого замыкания» батареи в момент переключения мостового контакта реле *АМК* для шунтирования обмо-





Фиг. 480. Схема избирательной и местных ячеек и панели аппарата

ток реле-передатчиков *АПХ*, *АПУ* и *АПЗ* (фиг. 480), 18 конденсаторов  $0,5 \text{ мкф}$  и 18 сопротивлений  $5 \text{ ом}$ , включаемых в ячейку для уменьшения искрообразования на контактах реле при работе ячейки, и 2 предохранителя, предохраняющих от короткого замыкания источника питания в случае пробивания конденсатора.

Избирательная ячейка служит для выбора распорядительной группы управляющего аппарата согласно комбинации импульсов избирательной части контрольного кода; в ячейку входят 39 аппаратных избирательных реле *АИ* типа КДР.

Каждое реле обозначается знаком *X*, *У* или *Z*, указывающим импульс, от которого действует реле; при установке релейных ячеек в аппарате реле совмещаются с реле наборных ячеек.

Местная ячейка служит для включения контрольных лампочек управляющего аппарата в соответствии с принятыми импульсами оперативной части контрольного кода и участвует в передаче первого импульса управляющего кода; в ячейку входят:

1) аппаратное начинающее реле (первое) *АНА* — работает непосредственно от пусковой кнопки данной секции панели аппарата, применяется для сохранения полученного импульса «пуска» до освобождения линии предыдущим кодом;

2) аппаратное начинающее реле (второе) *АНБ* — работает при условии свободности линии через контакт первого начинающего реле, замыкает цепи генерации первого импульса при передаче управляющего кода;

3) контрольное реле предстанционной секции *КП* — применяется для осуществления контроля занятия предстанционной секции; контактами реле управляются контрольная лампочка и звонок; электромагнит поездографа включается контактом промежуточного реле *А1Х*;

4) контрольное реле стрелочной секции *КС* — служит для контроля занятия стрелочной секции, включается контактом промежуточного реле *А5Х*;

5) контрольное реле плюса стрелки *КПС* — применяется в целях осуществления контроля плюсового положения стрелки; контактом реле управляется контрольная лампочка плюса стрелки; включается верхним контактом промежуточного реле *А6Х*;

6) контрольное реле открытого нечётного светофора *КНОС* — применяется в качестве контроля открытого положения нечётного светофора; включается верхним контактом промежуточного реле *А7Х*;

7) контрольное реле открытого чётного светофора *КЧОС* — используется для контроля открытого чётного светофора; включается через верхний контакт промежуточного реле *А7У*;

8) контрольное реле закрытых светофоров *КЗС* — применяется для контроля закрытых светофоров; включается через нижние контакты промежуточных реле седьмого импульса *А7*;

9) аппаратное управляющее реле *АУ* — включается в конце приёма контрольного кода; замыкает цепи контрольных реле контрольных лампочек и звонка;

10) аппаратное управляющее реле (первое) *АУ1* — замыкает цепи контрольных реле и звонка.

Схема включения реле кодовых ячеек на исполнительном пункте изображена на фиг. 481 и 482.

Напольная линейная приёмная ячейка служит для передачи контрольных кодов на линию и приёма управляющих кодов с линии, а также осуществляет непосредственно размыкание и замыкание линейной цепи; в ячейку входят (фиг. 481):

1) линейное реле *ЛХ* — включается в провод и служит для приёма кодовых импульсов *X* и *Z*;

2) линейное реле *ЛУ* — включается в провод *У* и служит для приёма кодовых импульсов *У* и *Z*;

3) передающее реле *ПХ* — при передаче размыкает провод *X*; является связующим звеном между счётной цепью и теми реле, которые должны быть выбраны;

4) передающее реле *ПУ* — при передаче размыкает провод *У* (в приёме то же, что и в *ПХ*);

5) передающее реле *ПZ* — при передаче размыкает провод *Z* (в приёме то же, что и в *ПХ*);

6) главное реле *Г* — в передаче кода отключает линию за передающим устройством и переключает схему кодового устройства на передачу кода; в ячейку входят 6 реле типа КДР и, кроме того, 4 конденсатора  $0,5 \text{ мкф}$  и 2 омических проволочных сопротивления  $5 \text{ ом}$ , включаемых для уменьшения величины искрения на контактных передающих реле при передаче и приёме кодов.

Линейная кодирующая ячейка служит для восприятия кодов, предназначенных для данного исполнительного пункта, и составления импульсов контрольного кода в принятом порядке следования их; в ячейку входят:

1) медленно действующее реле первого размыкания линии *МП* — первым притягивает якорь с первым размыканием линии; подготавливает основные цепи ячейки к передаче и осуществляет занятие линейной цепи кодом;

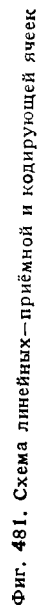
2) медленно действующее вспомогательное реле *МВ* — включается с первым размыканием линии (после *МП*), с притяжением якоря включает схему, является контрольным реле занятой кодом линии, выключает схему по окончании кода;

3) медленно действующее контрольное реле *МК* нормально находится под током, при передаче и приёме кода переключается на схему контроля нормальной работы кодового устройства;

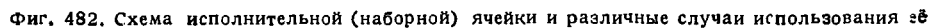
4) главное реле первое *Г1* — переключает кодовое устройство в положение передатчика или приёмника в зависимости от того, передаёт или принимает код исполнительный пункт;

5) отключающее реле *О* — при передаче контрольного кода другим исполнительным пунктам отключает из действия кодовое устройство данного пункта;

6) промежуточное реле *1У* — включается при первом размыкании линий от импульса *У*; применяется в качестве промежуточного



Фиг. 481. Схема линейных—приёмной и кодирующей ячеек



реле для возбуждения клапанного реле предстанционной секции при передаче кода о занятии предстанционной секции;

7) промежуточное реле  $5Y$  — применяется для возбуждения клапанного реле стрелочной секции;

8) промежуточное реле  $6X$  — применяется для возбуждения клапанного реле при передаче кода о неисправности стрелки и включения исполнительного реле перевода стрелки на плюс при приеме кода;

9) промежуточное реле  $6Y$  — то же, что и реле  $6X$ , но для включения исполнительного реле перевода стрелки на минус;

10) промежуточное реле  $7X$  — применяется для включения клапанного реле светофора при передаче кода и включения исполнительного реле открытия нечетного сигнала при приеме кода;

11) промежуточное реле  $7Y$  — то же, что и реле  $7X$ , но для включения исполнительного реле открытия четного светофора при приеме кода;

12—14) избирательные реле  $ИХ$ ,  $ИУ$  и  $ИЗ$  — применяются в целях селективного избирания станционного кодового устройства; возбуждаются при четырехкратном размыкании линии, каждое соответственно указанному при номенклатуре реле знаку импульса;

15—22) линейные счетчики  $Л1$  —  $Л8$ , реле контрольной счетной цепи включаются при размыкании линии, каждое соответственно порядковому номеру импульса, указанному при номенклатуре реле;

23—29) передающие счетчики  $П2$  —  $П8$  — реле счетной цепи замыкания линии работают как передатчики при передаче кода и как промежуточные реле при приеме кода.

Ячейка имеет 29 реле типа КДР, 3 купроксных выпрямителя типа КВ, 16 конденсаторов  $0,5 \text{ мкф}$ , 16 проволочных сопротивлений  $5 \text{ ом}$ , одно сопротивление  $94 \text{ ом}$  и 2 предохранителя  $1,3 \text{ а}$ .

Исполнительная (наборная) ячейка служит для включения управляющих приборов исполнительного пункта в соответствии с импульсами оперативной части управляющего кода и возбуждения контрольного кода, участвуя в передаче первого импульсного кода; в ячейку входят (фиг. 482):

1) начинающее реле (первое)  $НА$  — применяется для аккумулярования импульса при действии пусковых цепей;

2) начинающее реле (второе)  $НБ$  — включается от первого начинающего реле при условии незанятости линии, замыкает цепи генерации импульсов при передаче кода;

3) исполнительное реле  $5YС$  — включается от импульса  $5X$  управляющего кода, применяется для перевода станционных светофоров на автодействие;

4) исполнительное реле  $6XС$  — приемное реле импульса  $6X$ , применяется для перевода стрелки на плюс;

5) исполнительное реле  $6YС$  — включается при импульсе  $6Y$ , применяется для перевода стрелки на минус;

6) исполнительное реле импульса  $7XС$  — включается от импульса  $7X$ , используется для открытия нечетного светофора;

7) исполнительное реле импульса  $7YС$  — включается от импульса  $7Y$ , применяется для открытия четного светофора;

8) управляющее реле  $Y$  — включается в конце приема кода, применяется для включения исполнительных реле наборной ячейки;

9) включающее реле приближения  $1B$  — применяется для возбуждения кода занятия предстанционной секции;

10) включающее реле стрелочной секции  $5B$  — применяется для возбуждения кода занятия стрелочной секции;

11) клапанные реле предстанционной секции  $1K$  и клапанные реле стрелочной секции  $5K$  — применяются для размыкания пусковых цепей передачи кодов и занятия предстанционной и стрелочной секций и возбуждения кодов освобождения этих секций;

12) клапанные реле стрелки  $6K$  — применяются для прекращения передачи кода неисправности стрелки;

13) клапанное реле светофоров  $7K$  — применяется для прекращения передачи кодов изменения состояния сигналов управляемой группы;

14) общеклапанное реле  $OK$  — применяется для включения клапанных реле;

15) вспомогательное клапанное реле  $BK$  — применяется для вспомогательных функций;

16) термическое реле  $TP$  — применяется для включения ячейки при неисправности последней;

17) повторитель термического реле  $ПТР$  — повторяет действие термического реле; ячейка имеет 17 реле типа КДР, одно термическое реле и два сопротивления  $400 \text{ ом}$ .

Работу схем распорядительного поста и исполнительного пункта легко проследить по диаграмме последовательности работы реле при передаче и приеме кода, изображенной на фиг. 483.

Время прохождения кода представлено теоретически, причём время притяжения и отпадания каждого реле принято  $\frac{1}{100}$  сек.

Промежуток времени, измеряемый от момента замыкания линии на передающем пункте до момента замыкания её на принимающем пункте, на диаграммах отмечен звёздочкой.

Термическое реле  $TP$  выключает наборную ячейку из действия при непрерывно повторяющейся передаче кода в течение 15 сек.

Полная схема включения линейной цепи системы показана на фиг. 483а, где  $ЛX$  — прямой линейный провод;  $ЛY$  — то же;  $ЛZ$  — обратный линейный провод;  $АЛX$ ,  $АЛY$  и  $АЛZ$  — линейные реле;  $ЛБ$  — линейная батарея;  $КБ$  — кодовая батарея, при этом  $ПБК$  и  $МБК$  — соответственно плюс и минус кодовой батареи;  $c$  и  $Mc$  — прямой и обратный провода переменного тока;  $c_1$  — сопротивление, компенсирующее сопротивление линейного реле при выключении линейной ячейки;  $c_2$  — сопротивление, компенсирующее сопротивление отключаемой части линии.

Между линейными проводами включены разрядники напряжения, образующегося в момент замыкания линейной цепи при передаче кода.





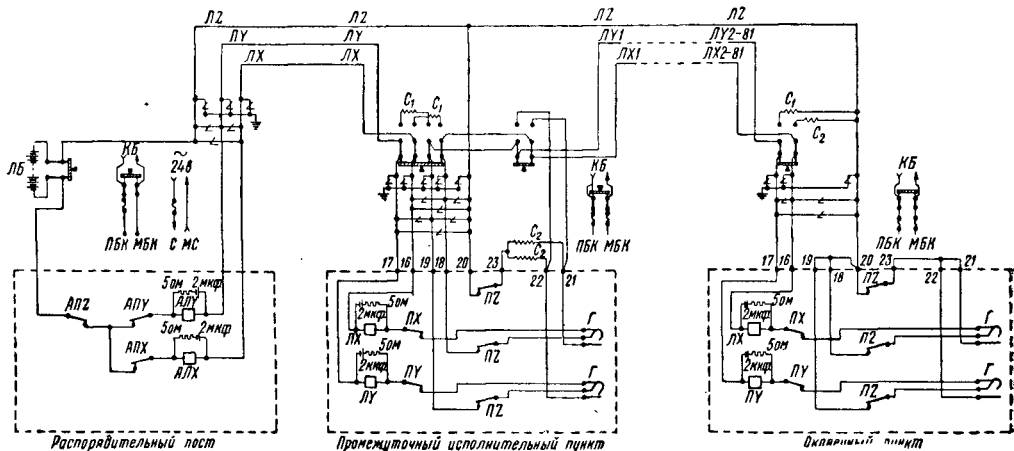
Каждый пункт на линейном щите может быть выключен из линии переключением рубильника. Так же может быть отключена часть линии, расположенная за данным пунктом (от поста).

При обычной передаче кодов на линии функционирует всегда только один код, при этом передача остальных одновременно возбужденных кодов задерживается до окончания первого (передаваемого) кода. Порядок занятия линии кодами определяется местом включения кодового устройства, временем, прошедшим с начала передачи кода, а также тем, является ли код управляющим или контрольным.

Ниже рассматриваются некоторые случаи передачи и приема кодов.

Если бы размыкание линии контрольным кодом произошло ранее размыкания линии управляющим кодом, то в этом случае задержалась бы передача управляющего кода, так как цепь начального возбуждения реле АПЗ проводится через верхние контакты обоих линейных реле.

Исключение одновременной передачи контрольных кодов. На всех напольных кодовых ячейках в на-



Фиг. 483а. Схема линейной цепи

З а н я т и е л и н и и. При первом размыкании линии во всех кодовых устройствах возбуждаются через нижние контакты линейных реле медленно действующие реле МП и МВ. Контакты последних размыкают цепи возбуждения начинающих реле НБ и главных реле Г1. При дальнейшей передаче занявшего линию кода медленно действующие реле удерживают якоря в притянутом положении и таким образом исключают передачу (занятие линии) кодов другими устройствами до окончания передачи (освобождения линии) кода данным устройством.

Преимущество управляющего кода перед контрольным. В случае одновременного размыкания линии при передаче управляющего и контрольного кодов первый из них занимает линию, исключая передачу второго, что обеспечивается следующим образом: после возбуждения в напольных кодовых ячейках реле НА, Г и Г1 последнее блокируется через контакты медленно действующих реле (ещё не возбужденных). Если теперь одновременно с возбуждением одного из реле передатчиков (ЛХ или ЛУ) в напольном кодовом устройстве возбуждятся передатчик АПЗ на распорядительном посту, то отпадут якоря обоих линейных реле; при этом на напольном пункте возбуждятся реле МП и переключит цепь ли-

чале первого импульса возбуждается главное реле Г, которое отключает все ячейки, включенные далее от поста, чем данная. Таким образом, предпочтение в случае одновременности возбуждения контрольных кодов отдается всегда ячейке, включенной ближе всех к посту.

При передаче контрольного кода во всех ячейках за данной отпадут якоря обоих линейных реле, что равносильно первому размыканию Z управляющего кода, следовательно, в ячейках произойдут все изменения, соответствующие этому размыканию, т. е. возбудятся реле МП, Л1 и МВ; вследствие того, что линия останется разомкнутой, больше никаких изменений в схеме не произойдет и возбужденные реле останутся под током, исключая возможность возбуждения начинающего реле НА.

В ячейках, включенных до данной, от первого размыкания (будь то Х или У) возбуждятся реле МП и О. Реле О отключает цепи счетчиков, освобождая ячейку от лишней работы, а реле МП размыкает цепь реле НБ. Кроме того, срабатывает реле МВ, размыкая цепь передатчиков.

Непрерывная посылка нескольких управляющих кодов. Если на аппарате нажать несколько пусковых кнопок, то при этом все начинающие

реле АНА возбуждаться каждое через контакт своей пусковой кнопки; затем включается передатчик АПЗ и с отпаданием якорей линейных реле возбуждается первым реле АНБ той секции панели аппарата, через тыловой контакт реле АНА которой проведена цепь возбуждения реле АНБ всех остальных секций панелей.

Цепь последних реле будет разомкнута тыловым контактом возбужденного реле АНА первой секции панели (возбужденные реле АНА остаются под током по самоблокирующей цепи через контакт своего реле АНБ и общий контакт кнопки отмены кодов).

По окончании первого кода возбуждятся реле АНБ ячейки следующей секции и т. д. до последней.

После прохождения всех управляющих кодов начнут передаваться контрольные, опять-таки в порядке включения напольных ячеек в линию.

Настройка кодового устройства исполнительного пункта на определенный код производится путём соединения наружных клемм кодирующей и наборной ячеек по табл. 115 и 116.

Таблица 115

Настройка на избирательные импульсы II и III

Порядковый номер импульса	Перемычки между клеммами кодовых ячеек	Качество импульсов II и III		
		X	Y	Z
II	34 соединяется с 35 » »	X 31	Y 32	Z 33
III	44 соединяется с 45 » »	X 41	Y 42	Z 43

Таблица 116

Настройка на избирательные импульсы IV и VIII

Порядковый номер импульса	Качество импульса IV	Перемычки между клеммами кодовых ячеек	Качество импульса VIII		
			X	Y	Z
VIII	X Y	10 соединяется с . . . . .	$\begin{cases} 52 \\ 53 \\ 54 \end{cases}$	$\begin{cases} 55 \\ 56 \\ 57 \end{cases}$	$\begin{cases} 58 \\ 59 \\ 60 \end{cases}$

Примечание. 10—клемма наборной ячейки, 52—60—клеммы кодирующей ячейки.

Пример к таблице. При настройке на код XYZZ надо соединить клеммы: импульс II — 34 с X и 35 с 31; импульс III — 44 с Y и 45 с 42, при импульсе IV — Z (специальной настройки нет) и при импульсе VIII — 10 с 60.

Все клеммы кодовой настройки 31, 32, 33, 41, 42, 43, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59 и 60, не соединяемые с 35, 45 и 10, должны быть присоединены к клемме 51, чем обеспечивается отключение остальных кодовых устройств из действия при передаче управляющего кода на данный пункт.

При использовании одной кодирующей (и линейной) ячейки на несколько номеров кодов (максимально на 9) клеммы 11 и 12 кодирующей ячейки соответственно соединяются с клеммами 11 и 12 первой наборной ячейки, клеммы 6 и 7 первой наборной ячейки соответственно соединяются с клеммами 11 и 12 второй наборной ячейки, а клеммы 6 и 7 этой ячейки соединяются с клеммами 11 и 12 третьей наборной ячейки и т. д.

На фиг. 482 показаны примеры использования клемм 34, 43, 49 и 35, 48, 52 для контроля изолированных станционной и стрелочной секций.

## Условные обозначения контактов аппарата механо-электрической централизации

Условные обозначения контактов маршрутно-стрелочного коммутатора механо-электрической централизации

№ № контак-тов	Ход рукоятки		№ № контак-тов
	на себя	от себя	
13-14			3-4
15-16			5-6

Контакт замыкается не ранее 20° и позже 56°

Контакт замыкается от 82° до 90°

## Условные обозначения вертикальных контактов маршрутно-сигнального коммутатора механо-электрической централизации

№ № контак-тов	Ход рукоятки				№ № контак-тов	Ход рукоятки				№ № контак-тов
	от себя	на себя	от себя	на себя		от себя	на себя	от себя	на себя	
1-2					101-102					117-118
3-4	—			—	103-104	—			—	119-120
5-6					105-106					121-122
7-8					107-108					123-124
9-10	—			—	109-110	—			—	125-126
11-12	—			—	111-112	—			—	127-128
13-14	—			—	113-114	—			—	129-130
15-16	—			—	115-116	—			—	131-132

— Замкнут при 0°-10°  
 — Замыкается при 15°-90°  
 — Замыкается при 82°-90°

— Замкнут при 0°-60°  
 — Замкнут при 0°-30°  
 — Замыкается при 45°-90°

## Условные обозначения контактов аппарата электрозащелочной централизации

Условные обозначения вертикальных контактов стрелочного коммутатора электрозащелочной централизации

№ по порядку	№ контак- тов	Граду- сы поворота оси	Условные обозначения	№ по порядку	№ контак- тов	Граду- сы поворота оси	Условные обозначения
1	102-103-104	8 165°		2	107-108	8 165°	
	105-106-107	8 165°			110-111-112	8 165°	
	108-109-110	8 165°			113-114-115	8 165°	
2	103-104	8 165°		3	109-110	8 165°	
	106-107-108	8 165°			112-113	8 165°	
	109-110-111	8 165°			115-116	8 165°	
3	111-112	8 165°		4	114-115	8 165°	
	114-115-116	8 165°			117-118	8 165°	
	117-118-119	8 165°			120-121-122	8 165°	
4	112-113	8 165°		5	115-116	8 165°	
	118-119-120	8 165°			122-123	8 165°	
	121-122-123	8 165°			124-125	8 165°	
5	113-114	8 165°		6	116-117	8 165°	
	116-117-118	8 165°			119-120	8 165°	
	122-123-124	8 165°			125-126	8 165°	
6	114-115	8 165°		7	120-121	8 165°	
	117-118	8 165°			123-124	8 165°	
	126-127	8 165°			127-128	8 165°	
7	115-116	8 165°		8	124-125	8 165°	
	118-119	8 165°			127-128	8 165°	
	121-122	8 165°			130-131	8 165°	
8	116-117	8 165°		9	125-126	8 165°	
	119-120	8 165°			128-129	8 165°	
	122-123	8 165°			131-132	8 165°	

Условные обозначения горизонтальных контактов маршрутно-сигнального коммутатора электрозащелочной централизации

№ по порядку	№ контак- тов	Граду- сы поворота оси	Условные обозначения	№ по порядку	№ контак- тов	Граду- сы поворота оси	Условные обозначения
1	1-101	8 0°-30°		2	102-103	8 0°-30°	
	104-105	8 0°-30°			106-107	8 0°-30°	
	108-109	8 0°-30°			110-111	8 0°-30°	
2	102-103	8 0°-30°		3	104-105	8 0°-30°	
	106-107	8 0°-30°			108-109	8 0°-30°	
	110-111	8 0°-30°			112-113	8 0°-30°	
3	104-105	8 0°-30°		4	106-107	8 0°-30°	
	108-109	8 0°-30°			110-111	8 0°-30°	
	112-113	8 0°-30°			114-115	8 0°-30°	
4	106-107	8 0°-30°		5	108-109	8 0°-30°	
	110-111	8 0°-30°			112-113	8 0°-30°	
	114-115	8 0°-30°			116-117	8 0°-30°	
5	108-109	8 0°-30°		6	110-111	8 0°-30°	
	112-113	8 0°-30°			114-115	8 0°-30°	
	116-117	8 0°-30°			118-119	8 0°-30°	
6	110-111	8 0°-30°		7	112-113	8 0°-30°	
	114-115	8 0°-30°			116-117	8 0°-30°	
	118-119	8 0°-30°			120-121	8 0°-30°	
7	112-113	8 0°-30°		8	114-115	8 0°-30°	
	116-117	8 0°-30°			118-119	8 0°-30°	
	120-121	8 0°-30°			122-123	8 0°-30°	
8	114-115	8 0°-30°		9	116-117	8 0°-30°	
	118-119	8 0°-30°			120-121	8 0°-30°	
	122-123	8 0°-30°			124-125	8 0°-30°	

Условные обозначения вертикальных контактов маршрутно-сигнального коммутатора электрозащелочной централизации

№ по порядку	№ контак- тов	Граду- сы поворота оси	Условные обозначения	№ по порядку	№ контак- тов	Граду- сы поворота оси	Условные обозначения
1	101-102	8 30°-90°		2	103-104	8 30°-90°	
	105-106	8 30°-90°			107-108	8 30°-90°	
	109-110	8 30°-90°			111-112	8 30°-90°	
2	103-104	8 30°-90°		3	105-106	8 30°-90°	
	107-108	8 30°-90°			109-110	8 30°-90°	
	111-112	8 30°-90°			113-114	8 30°-90°	
3	105-106	8 30°-90°		4	107-108	8 30°-90°	
	109-110	8 30°-90°			111-112	8 30°-90°	
	113-114	8 30°-90°			115-116	8 30°-90°	
4	107-108	8 30°-90°		5	109-110	8 30°-90°	
	111-112	8 30°-90°			113-114	8 30°-90°	
	115-116	8 30°-90°			117-118	8 30°-90°	
5	109-110	8 30°-90°		6	111-112	8 30°-90°	
	113-114	8 30°-90°			115-116	8 30°-90°	
	117-118	8 30°-90°			119-120	8 30°-90°	
6	111-112	8 30°-90°		7	113-114	8 30°-90°	
	115-116	8 30°-90°			117-118	8 30°-90°	
	119-120	8 30°-90°			121-122	8 30°-90°	
7	113-114	8 30°-90°		8	115-116	8 30°-90°	
	117-118	8 30°-90°			119-120	8 30°-90°	
	121-122	8 30°-90°			123-124	8 30°-90°	
8	115-116	8 30°-90°		9	117-118	8 30°-90°	
	119-120	8 30°-90°			121-122	8 30°-90°	
	123-124	8 30°-90°			125-126	8 30°-90°	

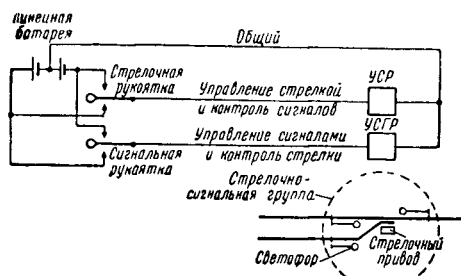
## ДИСПЕТЧЕРСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Диспетчерской централизацией называются устройства централизации, при которых управление стрелками и сигналами ряда отдельных пунктов осуществляется из одного пункта диспетчером.

Существующие системы диспетчерской централизации (ДЦ) основаны либо на методе прямого управления, либо на методе избирательного (кодowego) управления.

Системы прямого управления требуют многопроводных линейных цепей, в которых количество линейных проводов определяется числом управляемых стрелочно-сигнальных групп, умноженным на два, плюс один общий провод для всех таких групп (фиг. 484). Эти



Фиг. 484. Скелетная схема прямого управления

системы можно применять на участках не большой протяжённости, где стоимость линейных проводов сравнительно невелика.

Диспетчерская централизация с кодовым управлением включает комплекс устройств СЦБ — кодовую систему управления централизованными стрелками и сигналами отдельных пунктов, релейную централизацию на последних и автоблокировку на перегонах.

На центральном посту устанавливаются управляющий аппарат ДЦ с поездографом и кодовые устройства; управление и контроль централизованными объектами осуществляются путём посылок по линейной цепи импульсов тока (кодов). Линейная цепь из 2—3 проводов устраивается от поста, вдоль участка, к релейным будкам с кодовыми ячейками и другой релейной аппаратурой.

Релейные будки устанавливаются по концам станций вблизи централизованных стрелок и сигналов.

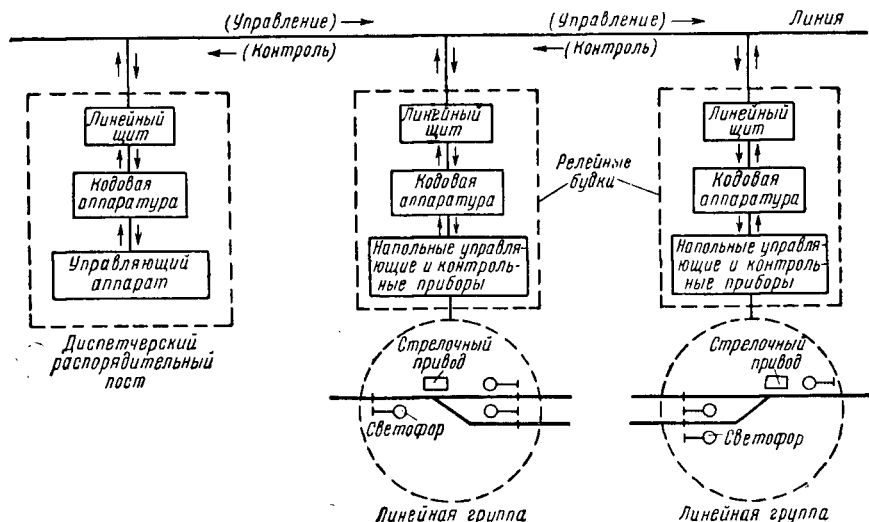
Устройства ДЦ питаются от силовой линии автоблокировки напряжением 6 000 или 500 в.

Электрическим кодом называется определённая комбинация посылок тока одинакового или различного характера, служащая для передачи по электрической цепи распоряжения или извещения.

Системы кодового управления классифицируются по следующим признакам:

- а) по качеству кода (временной, полярный, схемный и т. д.);
- б) по ёмкости системы, т. е. количеству управляемых линейных групп;
- в) по числу линейных проводов, используемых для передачи кодов.

Под термином «линейная группа» подразумевается группа управляемых из распределительного поста стрелок и сигналов или



Фиг. 485. Скелетная схема кодового управления

При системах ДЦ с кодовым управлением достаточно иметь 2—3 линейных провода на весь участок централизации, но зато требуется установка специальной аппаратуры для передачи кодов (фиг. 485).

только контролируемых путей, которой присвоена определённая избирательная часть кода.

Диспетчерскую централизацию можно применять на участках с любым путевым раз-

втием. Наиболее распространена диспетчерская централизация на однопутных, а также на двухпутных участках с двусторонним движением по каждому пути.

Основными преимуществами диспетчерской централизации, по сравнению с другими способами сношений по движению поездов, являются: а) ускорение движения поездов, б) повышение пропускной способности участка и в) сокращение эксплуатационных расходов.

Первая установка диспетчерской централизации в СССР была построена в 1935 г. на одном из однопутных участков Московско-Рязанской ж. д. протяженностью 65 км.

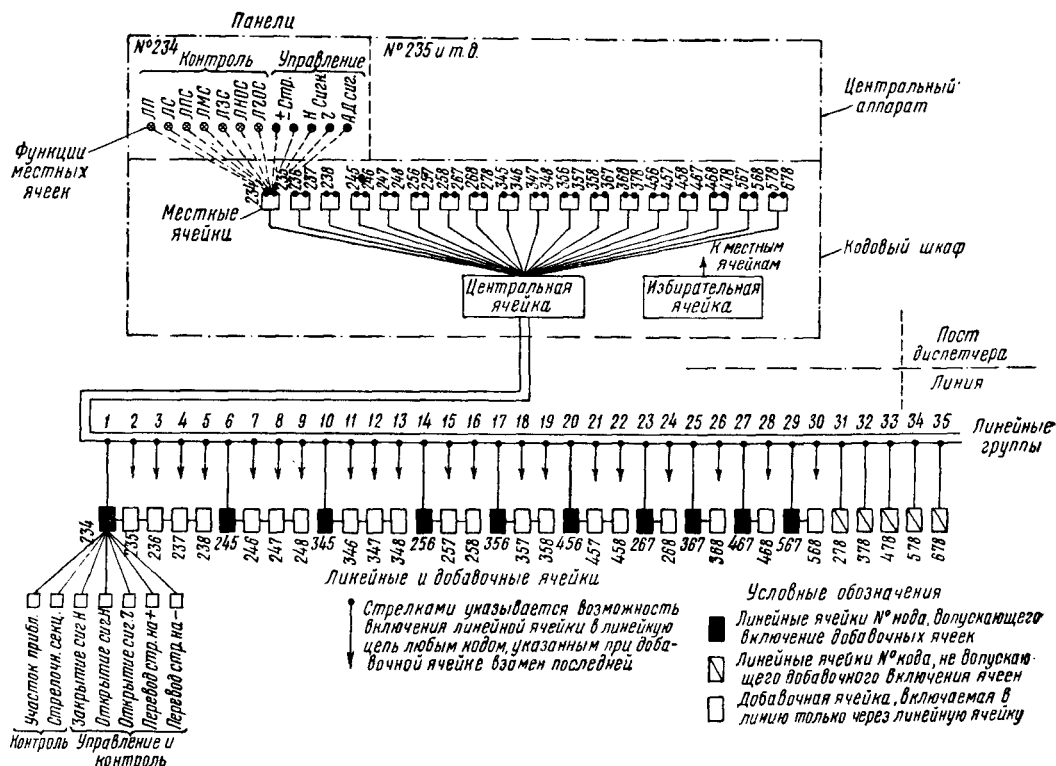
В первые же годы эксплуатации установка ДЦ позволила увеличить техническую

проводной с последовательным включением линейных реле. По этой системе оборудован первый участок ДЦ на Московско-Рязанской ж. д.

Система включает:

- а) управляющий аппарат и поездограф;
- б) релейные кодовые ячейки, состоящие из постовых ячеек: центральной (линейно-кодирующей), избирательной и местных (наборных), а также напольных ячеек — линейных (линейно-кодирующе-наборных) и добавочных (наборных);
- в) кодовую линию (линейные провода и вводные щитки);
- г) источники питания.

Скелетная схема системы ДВК-1 изображена на фиг. 486.



Фиг. 486. Скелетная схема системы ДВК-1

и участковую скорость на 20% по сравнению со скоростями, применявшимися при электрожелезной системе, а также экономить в среднем 0,5 мин. поездного времени на каждом поездо-километре. Согласно расчётным графикам ЦНИИ, при соответствующем увеличении пропускной способности соседних участков, участковая скорость участка, оборудованного ДЦ, может быть увеличена на 40%, а экономия поездного времени достигнута порядка 0,85 мин. на поездо-километр.

### СИСТЕМА ДВК-1

Система диспетчерской централизации типа ДВК-1 является системой релейной, временного кода на 35 линейных групп двух-

### КОДЫ

Коды делятся на управляющие и контрольные.

Управляющие коды в системе ДВК-1 состоят из 14 импульсов, контрольные — из 16. Под термином «импульс» понимают как посылку тока, так и его перерыв. Назначение импульсов и продолжительность их показаны в табл. 117.

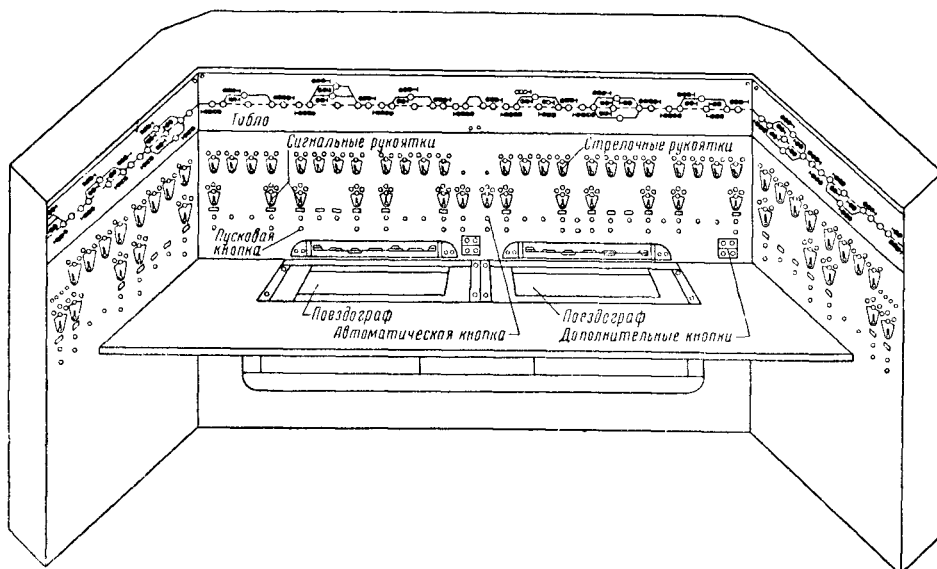
### УПРАВЛЯЮЩИЙ АППАРАТ

Управляющий аппарат (фиг. 487) состоит из аппаратных секций на 15 и 30 мест длиной 760 и 1520 мм, шириной 318 мм и высотой 1348 мм. Для удобства работы оператора крайние секции располагают под углом 135°.

Таблица 117

Назначение и продолжительность импульсов

Номер импульса		Наименование кода и действия импульсов	Продолжительность импульса (в циклах)		Номер импульса		Наименование кода и действия импульсов	Продолжительность импульса (в циклах)	
длинного	короткого		при регулировке	при эксплуатации	длинного	короткого		при регулировке	при эксплуатации
1	—	Управляющий код			2÷8		Выбор контрольных групп на распорядительном посту .	20,5±3 и 4,5±1	3,5÷5,5
	2÷8	Занятие линии (определяющий импульс) . . . . .	21±2,5		9	—	Участок приближения занят . . . . .		
		Выбор линейной группы . . . . .	20±2,5 и 4,5±1	3,5÷5,5	—	9	Участок приближения свободен . . . . .		
9	11	Перевод стрелки на плюс . . . . .			10	—	Светофоры Н и Ч закрыты . . . . .		
10	12	Открытие светофора Н . . . . .			11	—	Стрелочная секция занята . . . . .	17,5±1	16÷19
—	10	Заккрытие светофора Н . . . . .			—	11	Стрелочная секция свободна . . . . .	н	н
11	9	Перевод стрелки на минус . . . . .	17,5±1	16÷19	12	—	Светофор Н открыт . . . . .		
12	10	Открытие светофора Ч . . . . .	и 4,5±1		13	15	Стрелка в плюсовом положении . . . . .	4,5±1	3,5÷5,5
—	12	Заккрытие светофора Ч . . . . .		3,5÷5,5	14	—	Светофор Ч открыт . . . . .		
13	—	Перевод светофоров на автодействие . . . . .			15	13	Стрелка в минусовом положении . . . . .		
—	13	Отмена автодействия светофоров . . . . .			—	13 } 15 }	Недоход остряка . . . . .		
14	—	Включение управляющих реле (пусковой импульс) . . . . .	46±2,5	41,5÷51,5	16	—	Включение контрольных реле на распорядительном посту (пусковой импульс) . . . . .	50±2,5	45÷55
—	1	Контрольный код							
		Занятие линии (определяющий импульс) . . . . .	8,5±2						



Фиг. 487. Управляющий аппарат

На распорядительно-контрольной панели аппарата размещены (фиг. 488): а) световое табло участка (точечное); б) стрелочные рукоятки (двухпозиционные) с контрольными лампочками: зелёной (левой) — нормального

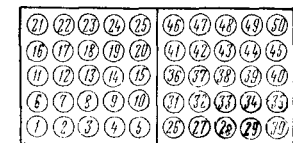
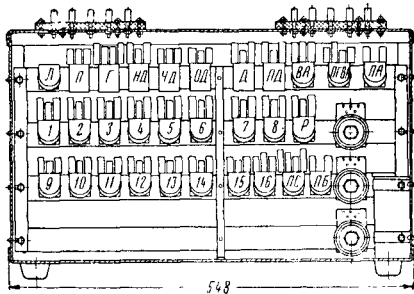
положения и жёлтой (правой) — переведённого положения стрелки; в) сигнальные рукоятки (трёхпозиционные) с контрольными лампочками: красной (средней) — закрытого положения и зелёными (крайними) — откры-







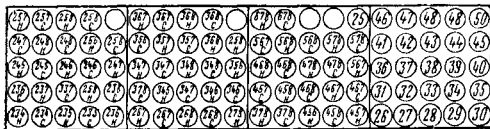
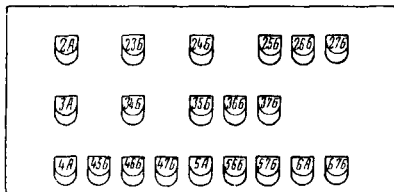
г) линейная ячейка (фиг. 495), служащая для приёма управляющих кодов и передачи контрольных кодов данной линейной группы, состоит из одного быстро действующего, 29 нормальных и 8 медленно действующих



Фиг. 492. Центральная ячейка

реле, трёх купроксных выпрямительных столбиков типа КВ, пяти реостатов — одного 5 ом, двух 15 ом, одного 31 ом и одного 45 ом, двух конденсаторов по 0,5 мкф, одного термического выключателя;

д) добавочная ячейка (фиг. 496), устанавливаемая при недостатке для включения объектов



Фиг. 493. Избирательная ячейка

линейной группы кодов одного номера, состоит из 10 нормальных и одного медленно действующего реле, одного купроксного выпрямительного столбика типа КВ.

Схема соединения линейной и добавочной ячеек показана на фиг. 497.

Спецификация реле кодовых ячеек дана в табл. 118.

Настройка ячеек на 35 кодов приведена в табл. 119.

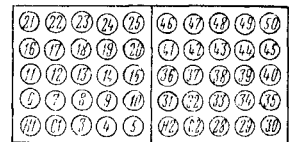
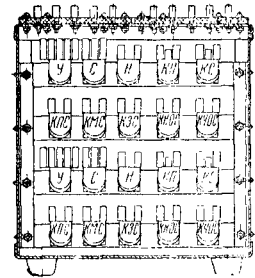
Сроки работы ячеек: центральной — не менее 3 мес., линейной — не менее 6 мес. Снятая для осмотра ячейка проверяется в части

износа реле и правильности передачи (и приёма) кодов.

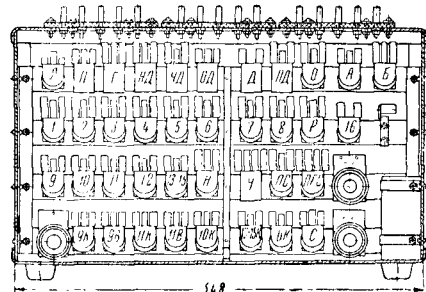
Для правильной работы ячейки в целом нужно:

а) отрегулировать реле П, изменяя воздушный зазор между якорем и сердечником путём сгибания якоря так, чтобы короткие импульсы размыкания равнялись 4—5 циклам; увеличение зазора ведёт к уменьшению коротких импульсов, уменьшение зазора — к удлинению их; для сгибания якоря служат молоток, тупое медное зубило и специальная подставка (фиг. 498); не допускаются удары по якорю, когда он находится на реле;

б) проверить отпадание якорей реле ПД и ЧД; для этого отключают реле ОД от цепи, которая при передаче кода ячейкой включает или шунтирует реле П; для этого кладут кусочек бумажной ленты между контактами



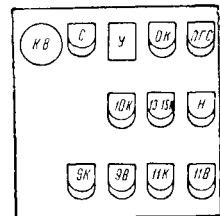
Фиг. 494. Местная ячейка



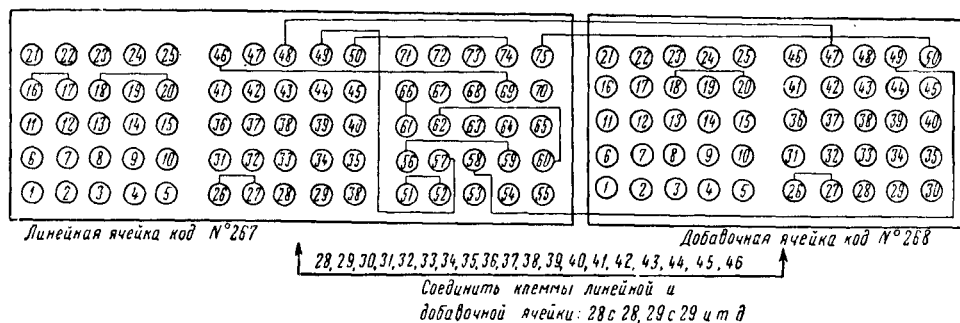
Фиг. 495. Линейная ячейка

реле ОД. Если при передаче кода длинные импульсы второй половины кода будут больше 12,5 цикла, то воздушный зазор реле НД (или ЧД, в зависимости от того, какие измеряются импульсы — размыкания или замыкания) надо сделать несколько большим, если импульсы эти меньше 12,5 цикла, то воздушный зазор реле НД (ЧД) надо сделать меньшим; нормально эти импульсы должны быть равны  $11,5 \div 13,5$  циклам;

в) вынуть бумагу из реле ОД и проверить длинные импульсы второй половины кода,



Фиг. 496. Добавочная ячейка



Фиг. 497. Схема соединения линейной и добавочной ячеек

Реле кодовых ячеек

Таблица 118

Обозначение реле	Сопротивление обмотки в ом	Притяжение в в не более	Отпадание в в не более	Время отпадения в циклах	Форма ярма 1	Воздушный зазор в мм	Контактные группы	Обозначение реле	Сопротивление обмотки в ом	Притяжение в в не более	Отпадание в в не более	Время отпадения в циклах	Форма ярма 1	Воздушный зазор в мм	Контактные группы
<b>Центральная ячейка</b>								<b>Линейная ячейка</b>							
Л . . . . .	20	—	—	—	1	0,25	1, 7, 1	Л . . . . .	20	—	—	—	1	0,25	1, 7, 1
П . . . . .	31	5,4	3,1	—	1	0,25	1, 7, 1	П . . . . .	31	5,4	3,1	—	1	0,25	1, 7, 1
Г . . . . .	72	3,4	2,0	—	1	0,25	1, 7, 1	Г . . . . .	72	3,4	2,0	—	1	0,25	1, 7, 1
НД . . . . .	31	5,5	2,3	—	2	0,64	12, 65, 17	НД . . . . .	31	5,5	2,3	2,5	2	0,64	12, 65, 17
ЧД . . . . .	48	7,2	1,3	6,5	2	0,08	137, 35, 35, 137	ЧД . . . . .	48	7,0	1,5	3,5	2	0,25	137, 334, 137
ОД . . . . .	48	5,5	0,9	9	2	0,09	132, 665, 132	ОД . . . . .	48	5,5	0,9	9	2	0,08	132, 665, 132
Д . . . . .	48	5,2	2,0	5	2	0,20	137, 65, 137	Д . . . . .	48	5,2	2,0	5	2	0,08	137, 65, 137
ПД . . . . .	48	4,0	0,3	15	2	0,08	12, 7, 12	ПД . . . . .	48	5,2	2,0	5	2	0,20	12, 65, 12
ВА . . . . .	48	5,0	0,6	11	2	0,05	137, 7, 185	ВА . . . . .	48	3,2	0,3	15	2	0,08	12—12
ПГВА . . . . .	72	8,5	3,8	—	1	0,12	137, 334, 132	ПД . . . . .	48	5,0	0,6	11	2	0,05	137, 7, 185
ПА, ПБ . . . . .	72	7,0	2,6	—	1	0,25	17, 7, 97, 17	О . . . . .	72	7,2	3,2	—	1	0,25	132, 65, 132
1, 2, 3, 4, 5	72	6,4	3,4	—	1	0,25	12, 17	А . . . . .	72	5,8	2,4	—	1	0,25	12, 7, 12
6, 7, 8 . . . . .	31	4,7	1,5	—	1	0,12	137, 37, 137	Б . . . . .	72	8,5	3,8	—	1	0,12	132, 334, 137
Р . . . . .	31	6,0	2,0	—	1	0,12	137, 37, 97, 137	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 . . . . .	31	4,7	1,5	—	1	0,12	137, 37, 137
9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 . . . . .	72	5,8	2,4	—	1	0,25	12, 7, 12	Р . . . . .	31	6,0	2,0	—	1	0,12	137, 37, 97, 137
16 . . . . .	31	3,8	1,2	—	1	0,25	12, 32, 17	16 . . . . .	48	4,0	1,5	—	1	0,25	12—17
ПС . . . . .	48	8,0	3,6	—	2	0,25	137, 2, 85, 137	9, 10, 11, 12, 13—15 . . . . .	72	5,8	2,4	—	1	0,25	12, 7, 12
<b>Избирательная ячейка</b>								Н . . . . .	72	5,8	2,4	—	1	0,25	12, 7, 12
2А, 23Б . . . . .	31	9,0	4,0	—	1	0,12	137, 97, 334, 97, 137	У . . . . .	31	6,7	1,4	5	2	0,25	137, 97, 334, 137
3А, 24Б, 34Б . . . . .	48	9,0	4,0	—	1	0,12	137, 97, 334, 137	ПС . . . . .	72	8,5	4,0	—	1	0,25	137, 85, 137
4А, 25Б, 35Б, 45Б . . . . .	72	8,5	3,7	—	1	0,12	137, 334, 197	ПГС . . . . .	48	8,8	3,8	—	1	0,25	137, 97, 97, 137
5А, 26Б, 36Б, 46Б, 36Б . . . . .	72	7,0	3,0	—	1	0,12	137, 2, 137	9К, 9В, К11, 11В, 10К . . . . .	280	8,5	3,5	—	1	0,12	17—17
6А, 27Б, 37Б, 47Б, 37Б, 67Б . . . . .	72	5,8	2,4	—	1	0,25	12, 7, 12	13—15К . . . . .	280	8,7	4,5	—	1	0,12	12, 2, 17
<b>Местная ячейка</b>								ОК . . . . .	72	9,0	4,0	—	1	0,12	137, 97, 137
У . . . . .	31	9,0	3,7	—	1	0,25	137, 97, 97, 97, 137, 137	С . . . . .	72	8,5	4,8	—	1	0,50	12, 37, 17
С . . . . .	72	7,8	3,4	—	1	0,25	132, 37, 137	У . . . . .	31	6,7	1,4	5	2	0,25	137, 334, 97, 137
Н . . . . .	72	5,0	2,0	—	1	0,25	12—12	ОК . . . . .	72	9,0	4,0	—	1	0,12	137, 97, 137
КЛ, КС . . . . .	280	8,0	3,5	—	1	0,12	12, 5, 17	ПГС . . . . .	48	8,8	3,8	—	1	0,25	137, 97, 97, 137
КПС, КМС, КЗС, КНОС, КЧОС . . . . .	280	8,0	3,5	—	1	0,12	12—12	10К . . . . .	280	8,5	3,5	—	1	0,12	17—17
								13—15К . . . . .	280	8,7	4,5	—	1	0,12	12, 2, 17
								Н . . . . .	72	5,8	2,4	—	1	0,25	12, 7, 12
								9К, 9В, 11К, 11В . . . . .	280	8,5	3,5	—	1	0,12	17—17
								<b>Добавочная ячейка</b>							
								С . . . . .	72	8,5	4,8	—	1	0,5	12, 37, 17
								У . . . . .	31	6,7	1,4	5	2	0,25	137, 334, 97, 137
								ОК . . . . .	72	9,0	4,0	—	1	0,12	137, 97, 137
								ПГС . . . . .	48	8,8	3,8	—	1	0,25	137, 97, 97, 137
								10К . . . . .	280	8,5	3,5	—	1	0,12	17—17
								13—15К . . . . .	280	8,7	4,5	—	1	0,12	12, 2, 17
								Н . . . . .	72	5,8	2,4	—	1	0,25	12, 7, 12
								9К, 9В, 11К, 11В . . . . .	280	8,5	3,5	—	1	0,12	17—17

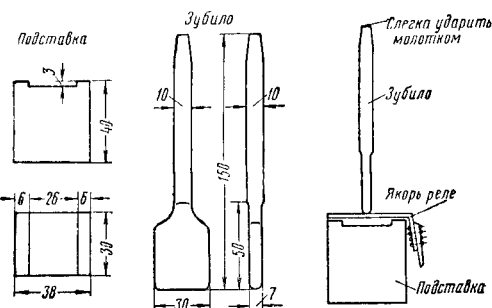
1 — Г-образная; 2 — П-образная.

которые должны быть равны  $16,5 \div 18,5$  циклам; если импульс будет больше, то якорь реле *ОД* надо выгнуть наружу, если меньше, то вогнуть внутрь;

г) отрегулировать реле *Д* так, чтобы якорь его оставался притянутым во всё время передачи кода при напряжении 16 в;

д) проверить работу термического выключателя; для этого возбуждают реле *Н* и пере-

дают коды до размыкания контакта выключателя, которое должно произойти после непрерывной передачи 10—12 кодов; если контакт разомкнется позднее, то следует согнуть



Фиг. 498. Инструмент для регулировки кодовых реле

серебряную контактную пластину, уменьшив её нажатие, если раньше — разогнуть, увеличив её нажатие, и снова повторить передачу.

Ячейка работает правильно при изменении напряжения от 16 до 24 в.

### РЕЛЕ КДР

Реле КДР применяются трёх типов:

а) КДР-1 — нормального действия с полукруглым якорем и Г-образным ярмом на 3—5 контактных групп;

б) КДР-2 — быстро действующее (линейное) с полукруглым якорем, Г-образным ярмом на одну контактную группу;

в) КДР-3 — медленно действующее с прямоугольным якорем, П-образным ярмом (с разветвлённой магнитной цепью) на 3—5 контактных групп.

### ЦИКЛОГРАФ

Для измерения продолжительности импульсов кодов служит циклограф, показывающий результат измерения в циклах (периодах) переменного тока (равных 0,02 сек.).

Циклограф состоит из перфоратора — поляризованного электромагнита с якорем, имеющим два острых зубца, линейного реле типа КДР-2, одинакового с линейными реле ДЦ, реостата 1500 ом, служащего для ограничения силы тока при шунтировании перфоратора, двух переключателей для измерения нечётных (при размыкании линии) и чётных (при замыкании) импульсов кода, кнопки для испытания замедления реле и проверки исправности прибора, катушки для ленты и выводных клемм для подключения питания проверяемых цепи и реле (фиг. 499).

При включении циклографа в сеть переменного тока якорь перфоратора приходит в колебательное движение и при пропускании между его зубцами обычной телеграфной ленты набивает на ней два ряда точек; расстояние между двумя точками одного ряда соответствует одному циклу (периоду) переменного тока, равному 0,02 сек.

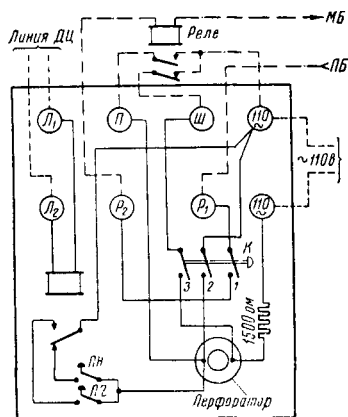
При помощи циклографа измеряют:

а) продолжительность нечётных импульсов, т. е. импульсов размыкания линии (для измерения замыкают переключатель *ПН*);

Таблица 119  
Настройка ячеек

№ кодового индекса	Зажимы ячейки						Число доба- вочных яче- ек
	51	59	49	60	61	50	
	должны быть соединены перемыч- ками со следующими						
234 235 236 237 238	52	53	54 55 56 57 58	62	63	71 72 73 74 75	4
245 246 247 248	52	54	55 56 57 58	62	64	72 73 74 75	3
256 257 258	52	55	56 57 58	62	65	73 74 75	2
267 268	52	56	57 58	62	66	74 75	1
278	52	57	58	62	67	75	—
345 346 347 348	53	54	55 56 57 58	63	64	72 73 74 75	3
356 357 358	53	55	56 57 58	63	65	73 74 75	2
367 368	53	56	57 58	63	66	74 75	1
378	53	57	58	63	67	75	—
456 457 458	54	55	56 57 58	64	65	73 74 75	2
467 468	54	56	57 58	64	66	74 75	1
478	54	57	58	64	67	75	—
567 568	55	56	57 58	65	66	74 75	1
578	55	57	58	65	67	75	—
678	56	57	58	66	67	75	—

б) продолжительность чётных импульсов, т. е. импульсов замыкания линии (для измерения замыкают переключатель ПЧ);



Фиг. 499. Схема циклографа

в) время притяжения реле (для измерения замыкают кнопку К);  
г) время отпадания реле (для измерения отпускают кнопку К).

### ЛИНИЯ

Принципиальная схема линейной цепи ДЦ показана на фиг. 500, где ЛБ — линейная батарея; Л — лампочка накаливания; КБ — кодовая батарея; С — сопротивление, компенсирующее линейное реле; КС — ком-

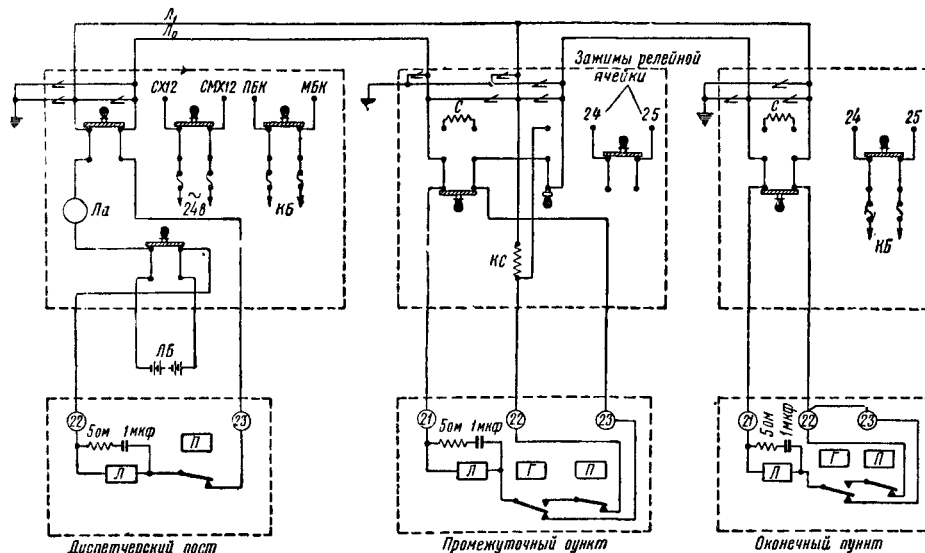
постоянного тока, включаемый в цепь кодовой батареи, две вилки для включения вольтметров в цепи, двухполюсные рубильники с искрогасителями для отключения линии, батарей и переменного тока (24 в), реостат на 540 ом и 0,3 а для регулирования силы тока линии; на обратной стороне щита — молниеотводы и предохранители линейной цепи на 0,25 а, предохранители кодовой цепи на 6 а, предохранители цепи питания контрольных ламп (переменного тока 24 в) на 6 а.

На линейном вводном щитке установлены рубильник для включения кодовой ячейки данного линейного пункта, рубильник для отключения части кодовой линии, расположенной за данной линейной группой, рубильник для включения батарей, питающей кодовую ячейку, молниеотводы и предохранители. Для компенсации сопротивления части линии, отключаемой при передаче контрольного кода, служит реостат (комбинированное сопротивление) на 600 ом и 0,5 а (типа КС-600). Реостат (фиг. 501) имеет четыре катушки с четырьмя выводами; ставя между последними перемычки согласно табл. 120, можно получить пятнадцать комбинаций сопротивлений.

Пример. Если поставить перемычку между зажимами 3 и 4 и включить реостат в наружную цепь выводами 1 и 3 (см. строку 7 табл. 120), то получим сопротивление

$$r = \frac{200 \cdot 400}{200 + 400} = 133 \text{ ом.}$$

Для бесперебойной работы кодовой линии особенно важно исправное состояние ли-



Фиг. 500. Схема линейной цепи

бинированное сопротивление, компенсирующее отключаемую линию.

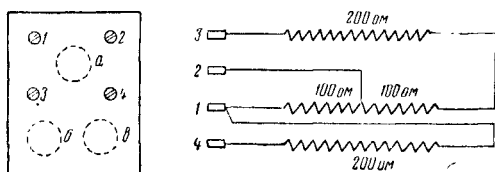
На постовом линейном щите установлены вольтметр на 250 в и миллиамперметр на 250 ма постоянного тока, включаемые в линейную цепь, вольтметр на 25 в

нейных вводных щитков, в частности пружин искрогасителей, прочное крепление рубильников, надёжность контактных соединений и целостность изоляции. Изоляцию линии необходимо проверять не реже 1 раза в месяц.

Таблица 120

Комбинации сопротивлений

№ по пор.	Сопротивление в ом	Выводы	Переключики	№ по пор.	Сопротивление в ом	Выводы	Переключики
1	55	1 и 2	1-3, 2-4	9	200	1 и 4	—
2	67	1 и 2	2-4	10	275	2 и 4	1-3
3	25	1 и 2	1-3	11	300	2 и 4	—
4	83	1 и 2	3-4	12	367	1 и 3	2-4
5	100	1 и 2	—	13	400	1 и 3	—
6	120	2 и 4	1-2, 3-4	14	500	3 и 4	1-2
7	133	1 и 3	3-4	15	600	3 и 4	—
8	150	2 и 4	3-4				



Фиг. 501. Комбинированное сопротивление: слева — панель реостата; справа — схема реостата; 1, 2, 3, 4 — клеммные зажимы; а, б, в — катушки реостата

В качестве линейного реле применяют реле типа КДР с характеристиками, указанными в табл. 121.

Таблица 121

Характеристика реле типа КДР

Сопротивление обмотки в ом	Ток нормальный работы в ма	Ток притяжения в ма	Ток отпадения в ма
20	150	66±4	38±5
31	120	54±4	31±5
72	75	34±4	20±5

## СХЕМА ТОКОПРОХОЖДЕНИЯ

Общая схема кодовых устройств распорядительного поста дана на фиг. 502; схема кодовых устройств линейного пункта — на фиг. 503; диаграмма порядка действий кодовых устройств при передаче управляющего кода и передаче контрольного кода — на фиг. 504 и 505.

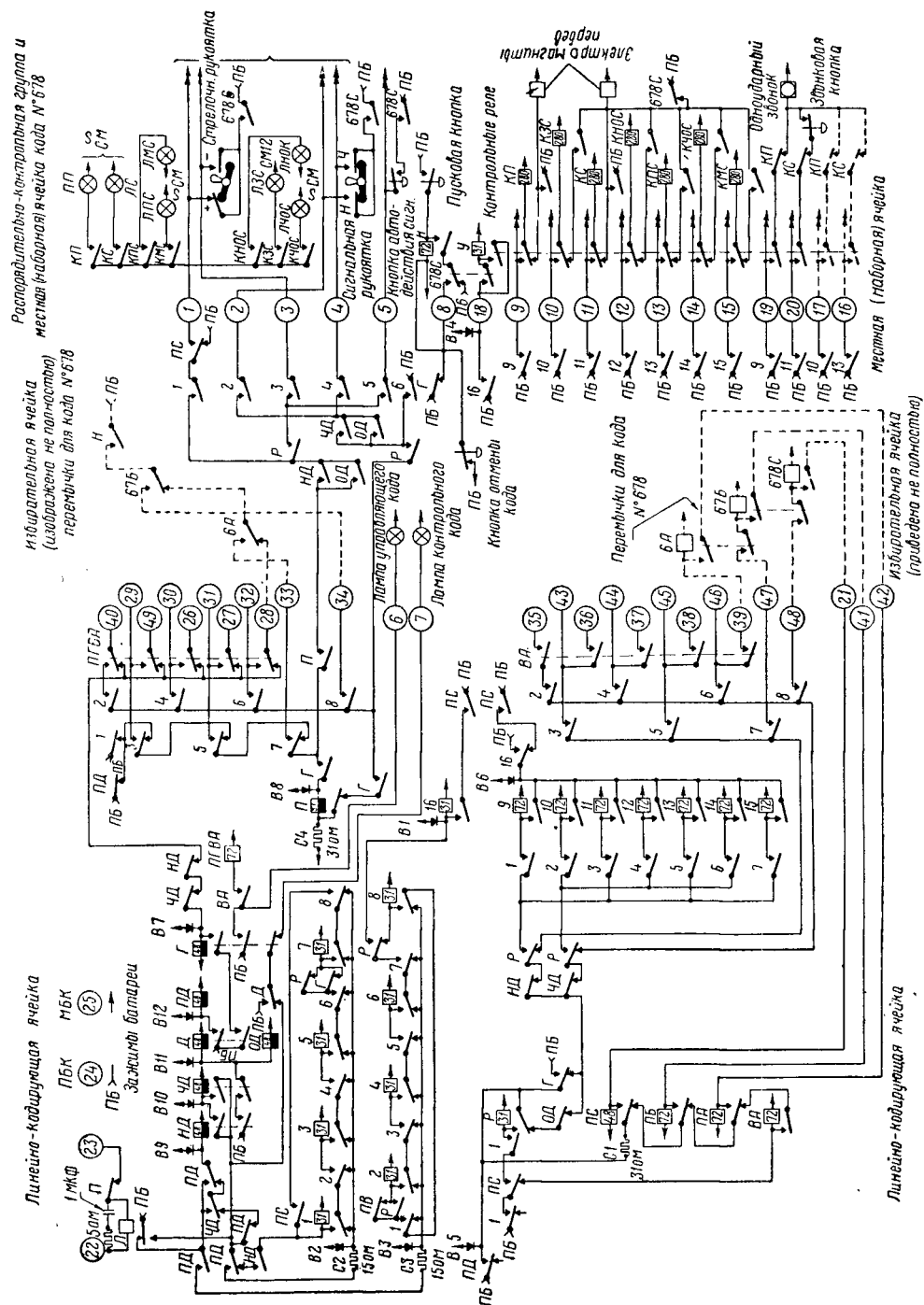
Приведённые схемы составлены для кода индекса 678 (избирательные части кодов, относящиеся к различным линейным пунктам, отличаются друг от друга своими индексами; индекс состоит из трёх цифр, показывающих номера удлинённых импульсов избирательной части кода). Обозначения реле и их назначение указаны в табл. 122.

Противоповторные реле прерывают пусковые цепи после окончания контрольного кода и одновременно готовят новые цепи

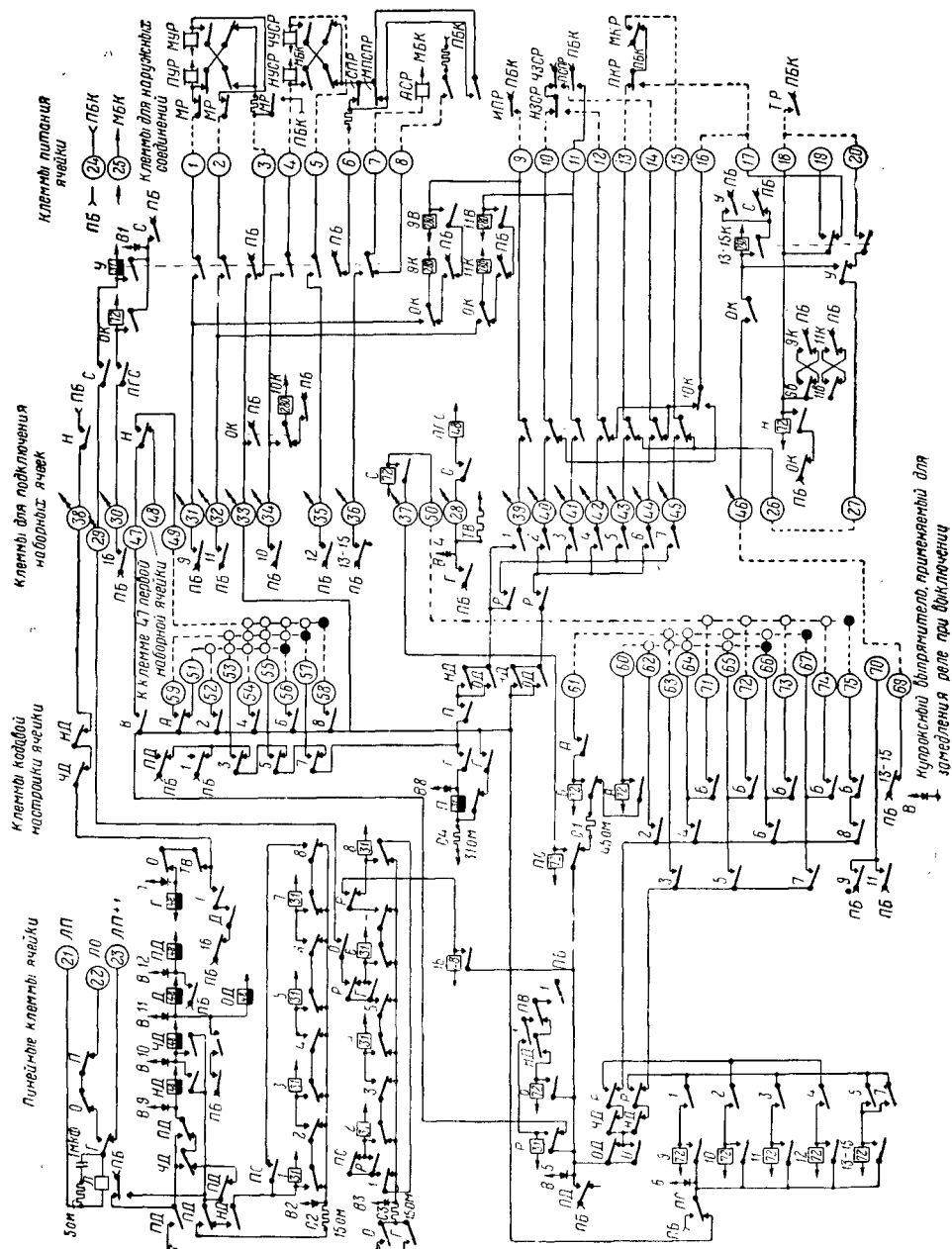
Таблица 122

Наименование и назначение реле

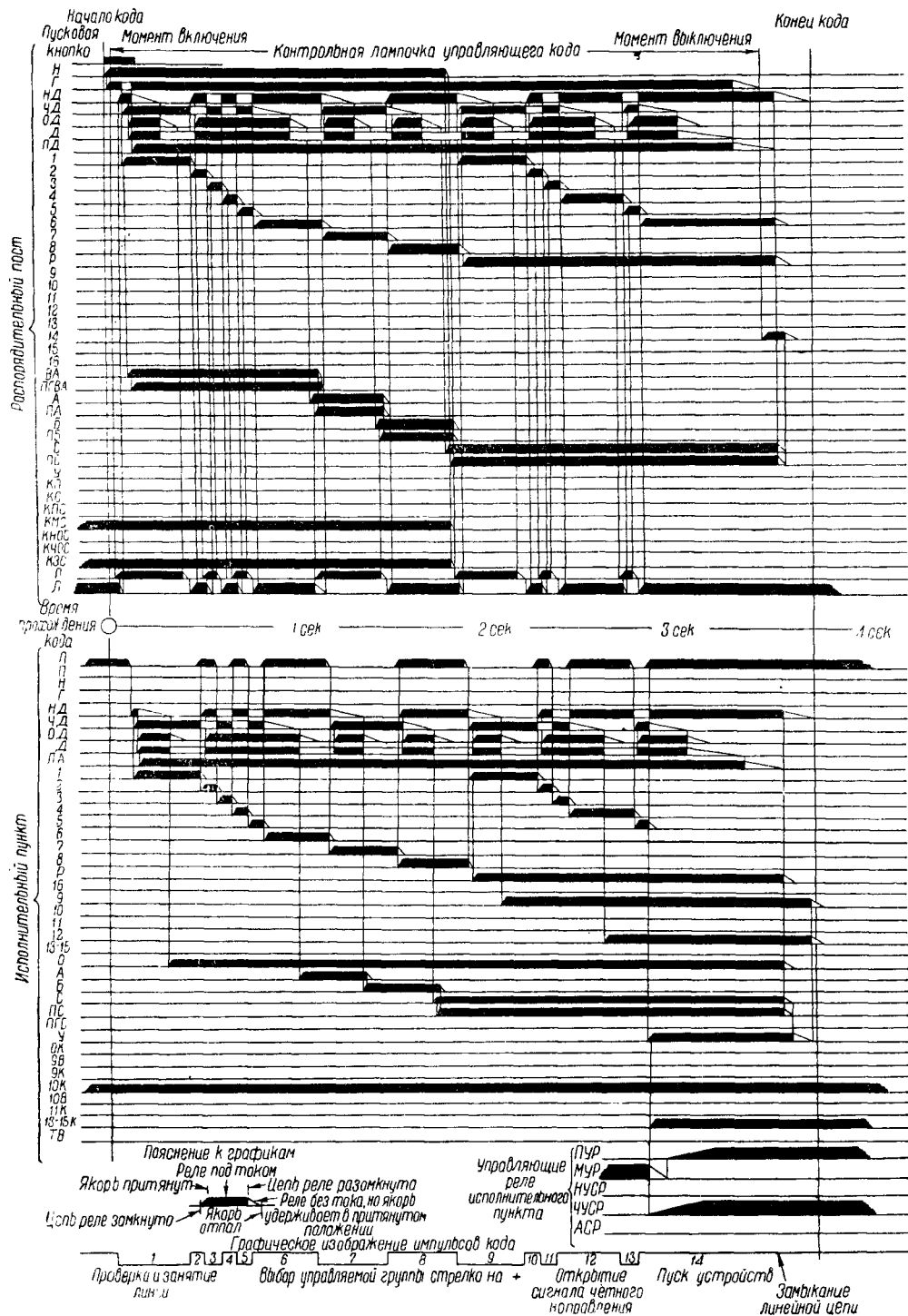
Обозначение реле	Наименование и назначение реле	Обозначение реле	Наименование и назначение реле
Л	Линейное реле, повторяющее импульсы для управления кодовым устройством (обмотка его включена в линию)	16	Реле 16-го длинного импульса
П	Передающее реле (реле-передатчик), передающее импульсы кода на линию (его контакт включён в линейную цепь)	ПА и ПБ	Повторители избирательных реле А и Б
Г	Главное реле, переключающее схему распорядительного поста или исполнительного пункта с приёма на передачу кода	ПС	Повторитель третьего избирательного реле С
НД	Кодирующее реле нечётное (отпускает свой якорь при нечётном длинном импульсе)	2А 23Б	Избирательные реле первой и второй групп (А и Б). Номерами при номенклатуре указываются импульсы, от которых срабатывает данное реле
ЧД	Кодирующее реле чётное	и т. д.	
ОД	Добавочно-удлиняющее реле (добавляет своё замедление к замедлению кодирующих НД и ЧД)	У	Управляющее реле, передающее с последним импульсом полученную с линии информацию контрольным реле
Д	Реле рабочего состояния (держак реле), удерживающее схему в рабочем положении во всё время передачи кода	С	Избирательное реле третьей группы
ПД	Повторитель реле Д	Н	Начинающее реле, с возбуждения которого начинается передача кода
ВА	Включающее реле (только в центральной ячейке), подключающее цепи возбуждения группы первых селекторных реле	КП	Контрольное реле участка приближения
ПГВА	Повторитель реле Г и ВА, подключающий при передаче кода местные вызывные цепи к центральному кодовому устройству (для генерации импульсов)	КС	Контрольное реле стрелочной секции
1-8	Номерные реле, ведущие счёт импульсов кода (срабатывают дважды за время передачи кода)	КПС	Контрольное реле плюсового положения стрелки
Р	Разделительное реле, переводящее схему с приёма или передачи вызывной части на приём или передачу распорядительной части	КМС	Контрольное реле минусового положения стрелки
9-15	Номерные избирательные реле, регистрирующие длинные импульсы от 9-го до 15-го	КЗС	Контрольное реле закрытых светофоров
		КНОС	Контрольное реле открытого светофора Н
		КЧОС	Контрольное реле открытого светофора Ч
		О	Отключающее реле, не допускающее передачи контрольного кода, если линия занята управляющим кодом
		9В	Возбудитель кода приближения
		11В	Возбудитель кода стрелочной секции
		10К	Противоповторное реле сигнальное
		9К и 11К	Противоповторное реле приближения и стрелочной секции
		13К-15К	Противоповторное реле стрелки
		ОК	Общее противоповторное реле



Фиг. 502. Схема кодовых устройств поста ДЦ

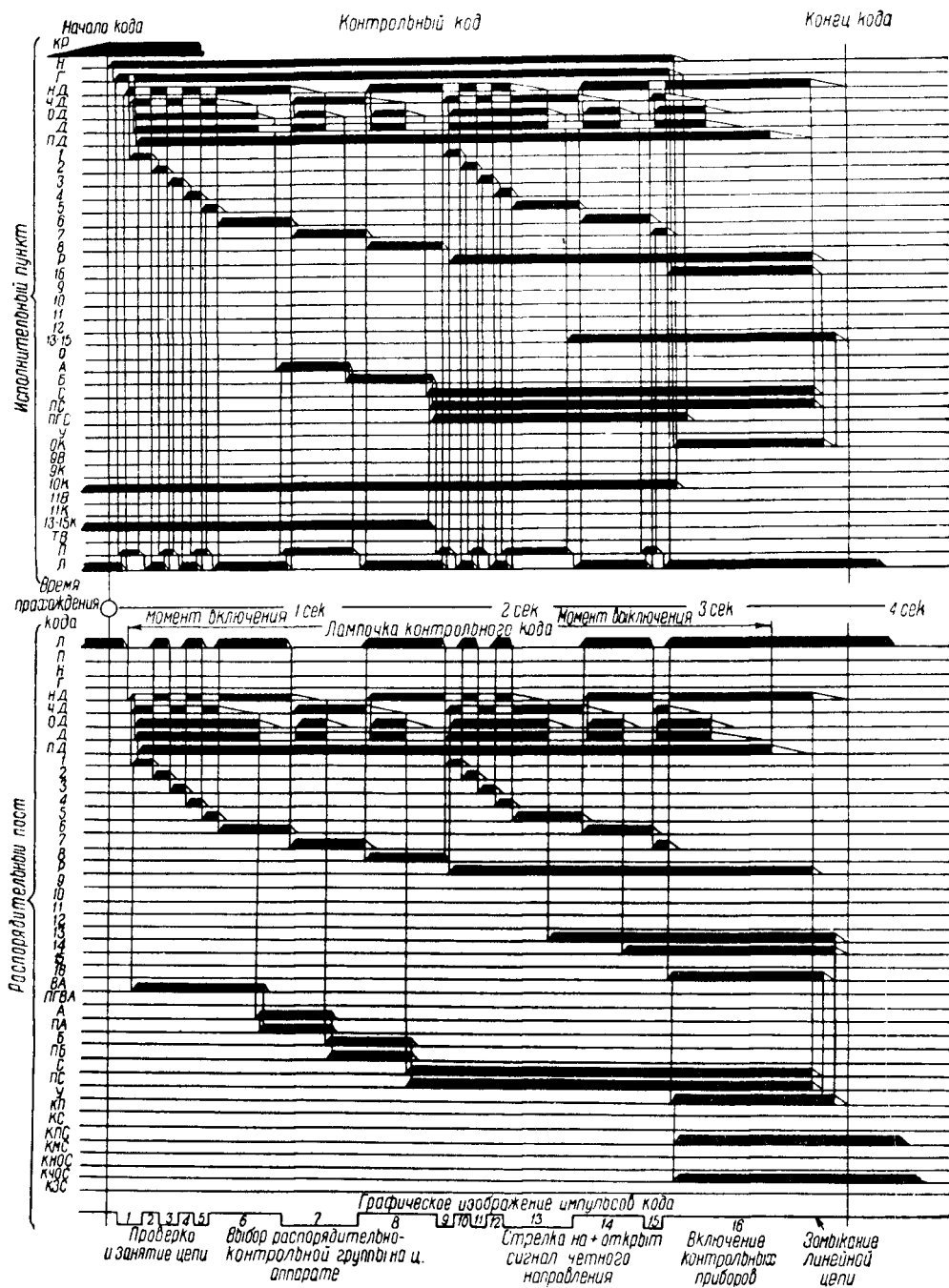


Фиг. 503. Схема кдовых устройств линейного пункта ДЦ



Фиг. 504. Диаграмма управляющего кода





Фиг. 505. Диаграмма контрольного кода

для соответствующего пускового действия. Контрольные самоблокирующие реле управляют контрольными лампочками и электромагнитами перьев поездографа.

Термический выключатель *ТВ* в линейной ячейке выключает кодовую ячейку, когда один и тот же код из-за неисправности ячейки передаётся подряд длительное время, не производя никакого действия.

### СИСТЕМА ДВК-2 (МАРШРУТНАЯ)

В последние годы система ДВК-1 была модернизирована. Применена линейная цепь с параллельным включением линейных реле, которые дают возможность при передаче контрольного кода не размыкать линию, как это имеет место при последовательном включении линейных реле, а шунтировать контактом передатчика. Увеличена ёмкость системы при помощи управляющего кода на 16 импульсов и контрольного кода на 18 импульсов и применено маршрутное (групповое) управление стрелками и другие усовершенствования кодовых схем.

Схема кодовых устройств поста системы ДВК-2 показана на фиг. 506 и 507, схема кодовых устройств напольного пункта — на фиг. 508 и 509.

Линейная цепь с параллельным включением линейных реле позволяет по одной паре линейных проводов управлять двумя или более комплектами кодовой аппаратуры путём наложения несущей частоты для передачи кодов второй и третьей секциям ДЦ.

Линейные реле применены поляризованные, причём линейное реле поста предусмотрено нормальное, а линейное реле напольных пунктов — поляризованное, с преобладанием, при котором реле, будучи обесточено, переключает контакты в положение преобладания. Обычно линейная цепь находится под током. При передаче управляющего кода линейная цепь размыкается и замыкается без изменения полярности линейного тока. При передаче контрольного тока полярность тока меняется, при этом напольное линейное реле, находящееся между передающим напольным пунктом и принимающим постом, при изменении полярности тока в их обмотках переключает контакты в положение преобладания, поэтому дальнейшая передача контрольного кода на них никакого воздействия не будет оказывать до окончания передачи кода. В случае обрыва линейной цепи система будет нормально функционировать до места обрыва линии.

Линейная цепь ДЦ с параллельным включением может быть использована не только для передачи кодов следующей секции устройств, но и для телефонной, телеграфной и диспетчерской избирательной связи путём использования несущих частот и установки необходимых фильтров.

### СТРЕЛОЧНЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАМОК 10872-00

Стрелочный электрический замок 10872-00 (фиг. 510) служит для замыкания и контроля нецентрализованных стрелок, главным образом стрелок примыкания на перегоне участка ДЦ.

Стрелочный электрозамок состоит из соленоида 10872А, ригеля 48 с контактной системой для контроля нормального положения стрелки, контактной системы контроля взреза стрелки, оси 45 замка с эксцентриком 47, останова и контакта соленоида, заключённых в чугунный корпус 1 с крышкой 23.

Соленоид 10872А представляет собой электромагнит, нормально находящийся без тока; сердечник электромагнита под действием пружины выдвинут из соленоида, конец его находится в вырезе останова (сектора), укрепленного на оси замка, таким образом ограничивая вращение оси последнего.

Катушка соленоида имеет сопротивление обмотки 40 ом, рабочее напряжение 9,5 в, ток 0,24 а.

Ригель применяется для запираания тяги, связывающей замок с острьями стрелки; при переводе стрелки, когда ригель перемещается вверх, размыкается его контакт. С левой стороны ригеля находится палец 41 с подвижным контактом, размыкающимся при взрезе стрелки. В нормальном положении этот палец прижат к линейке спиральной пружины 11; когда стрелка отпирается, палец удерживается в прежнем положении планкой 43, укрепленной на ригеле, и остаётся в этом положении, пока стрелка находится в переведённом положении.

На наружном конце оси замка насажена рукоятка для отпираания замка. Для подъёма и опускания ригеля на оси, в пазу его насажен эксцентрик.

Действие замка. При необходимости перевода стрелки, оборудованной электрозамком, замыкается цепь питания соленоида замка, но фактически указанная цепь замкнётся после поворота рукоятки замка, когда замкнётся контакт этой рукоятки. При повороте рукоятки против часовой стрелки на 20° зуб сектора, связанный с рукояткой, выходит из зацепления с сердечником соленоида; при дальнейшем вращении рукоятки врубающим контактом замыкается цепь питания соленоида; сердечник втягивается в соленоид, давая возможность повернуть рукоятку на 180°. При повороте на 70° размыкается контакт в цепи соленоида, и его сердечник под действием пружины будет скользить на ободе сектора, а эксцентрик на оси замка поднимет ригель на 16 мм и освободит линейку, связанную с острьями. Теперь стрелка может быть переведена в другое положение. В случае заедания сердечника соленоида его принудительно вытягивает зуб, укрепленный на секторе.

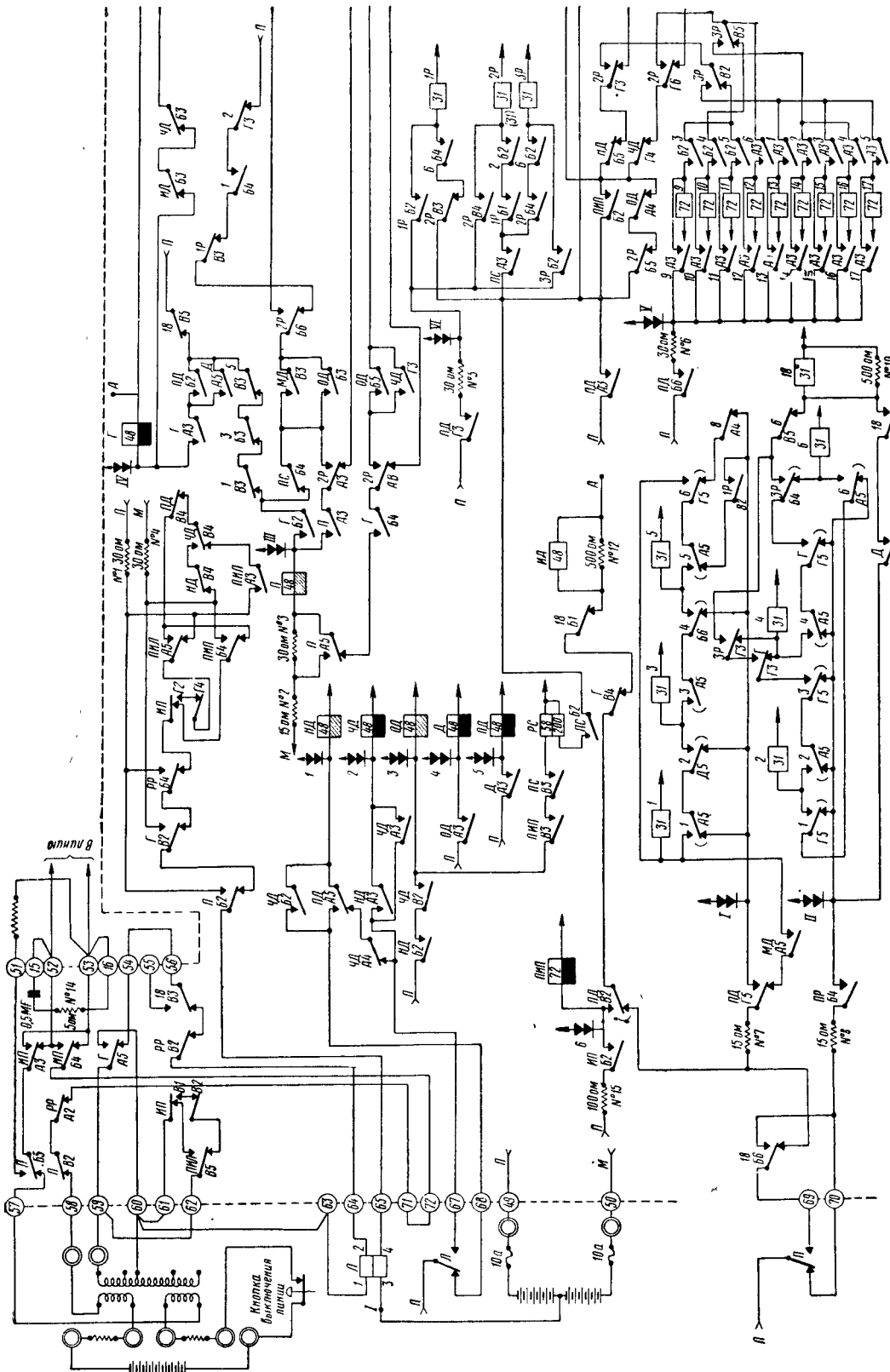
При взрезе стрелки остряк потянет за собой линейку (будут срезаны два болта при усилии не менее 800 кг), конец которой выйдет из-под пальца и под действием пружины опустится вниз, разрывая цепь контроля стрелки.

Н о р м ы. Сердечник соленоида должен запереть ось замка, входя в вырез сектора на  $5 \pm 0,5$  мм.

Ход ригеля замка должен быть  $16 \pm 0,5$  мм.

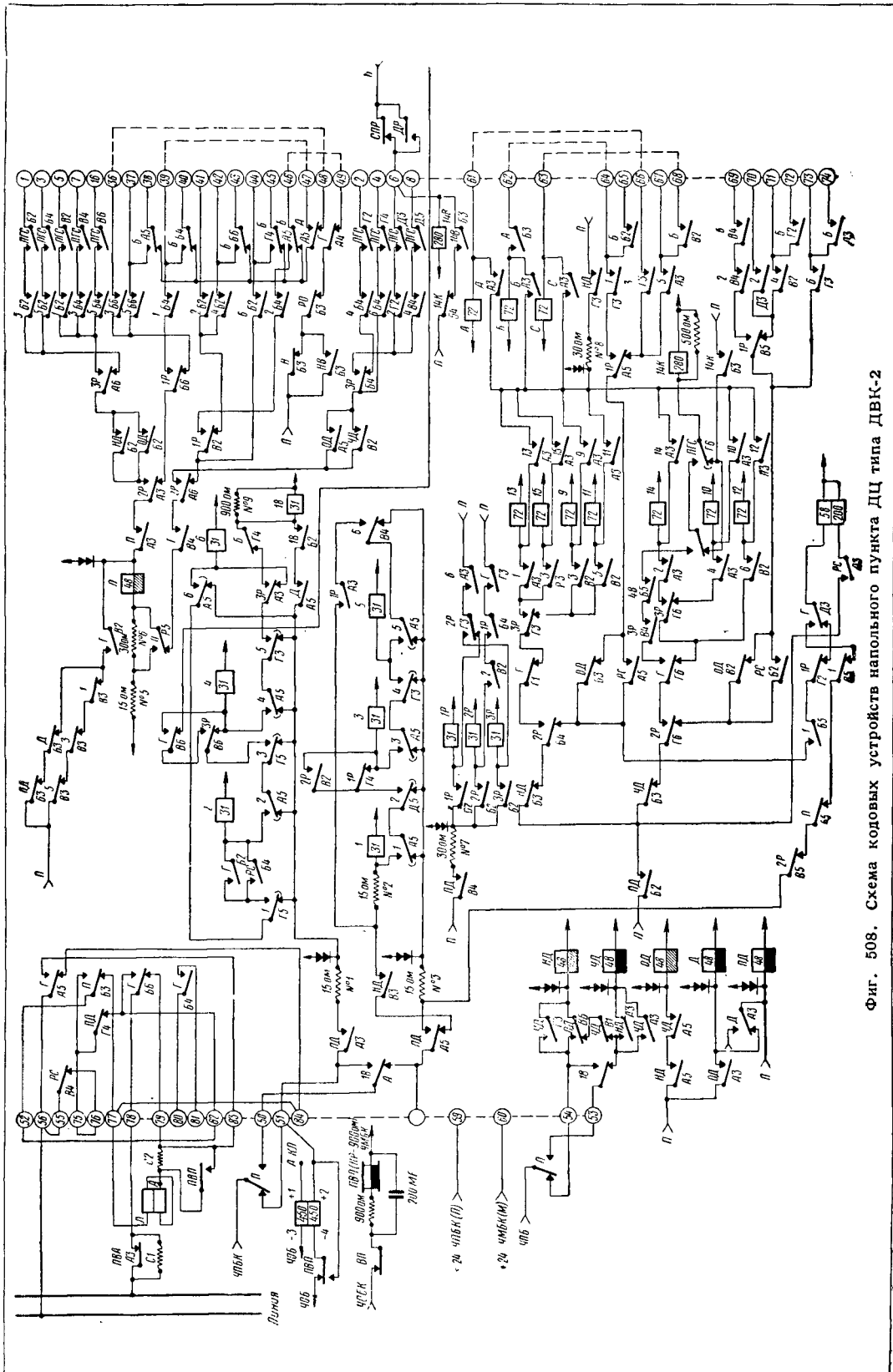
Зазор между торцевой поверхностью сердечника и поверхностью выреза сектора должен быть  $1 \pm 0,3$  мм.

При отмыкании замка планка, укрепленная на ригеле, поднимает контакт взреза



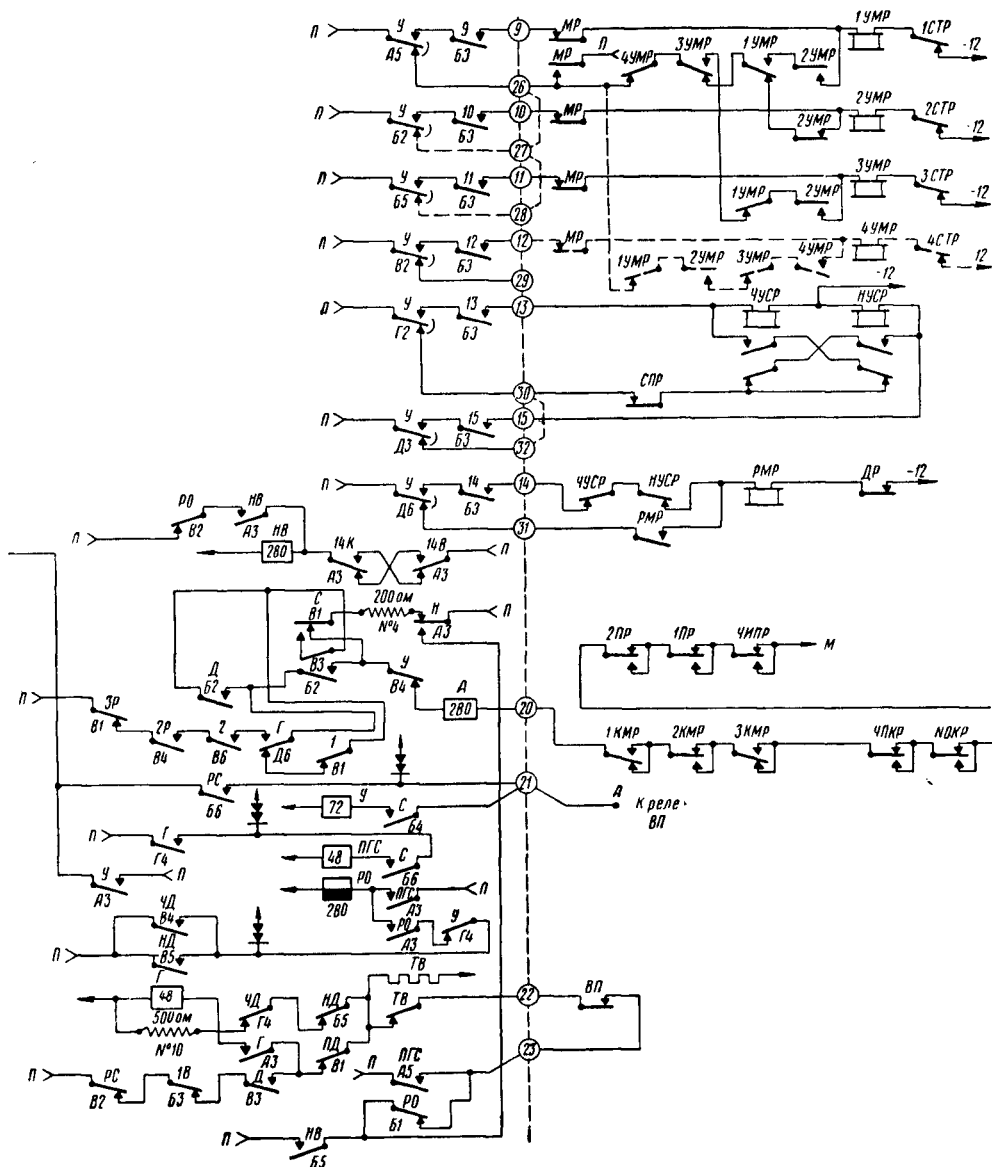
Фиг. 506. Схема кодовых устройств поста ДЦ типа ДВК-2





В комплект гарнитуры входят два угольника для установки электрического замка, крепёжные болты к нему, изоляция фундаментных угольников к стрелке типа I-а

контакт. Срезные болты усилены для исключения самопроизвольного взреза стрелки при попытке перевести её в запертом положении замка.



Фиг. 509. Схема кодовых устройств напольного пункта ДЦ типа ДВК-2

и II-а черт. 7536-00, к стрелке типа III-а черт. 7538-00 и валика с распорной втулкой и гайками для соединения ригеля с тягой, связанной с остриями стрелки.

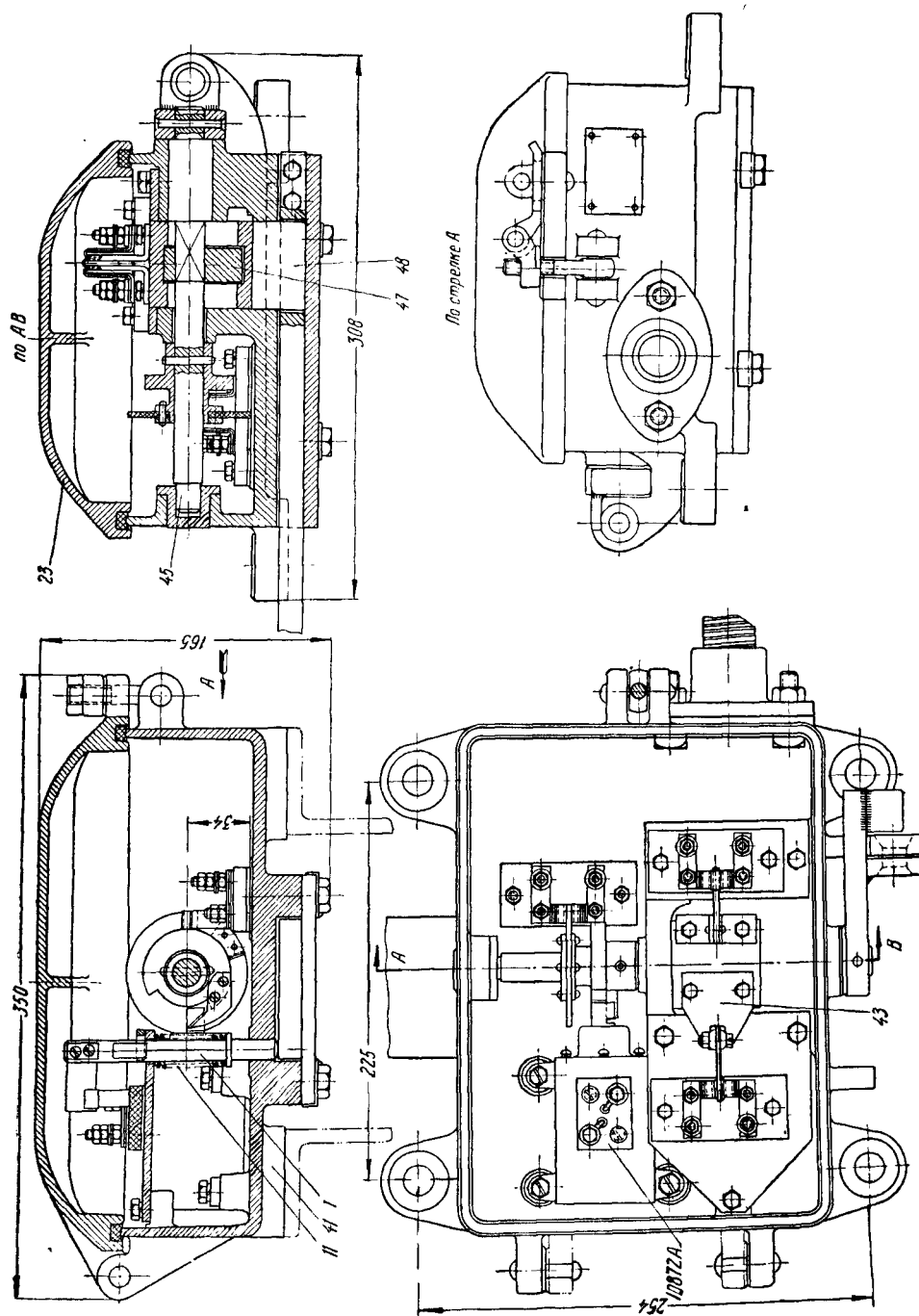
При установке замка необходимо руководствоваться основными установочными размерами, приведёнными в табл. 123.

В настоящее время конструкция стрелочного электрического замка модернизирована: палец 41 нормально опущен и замыкает взрезной контакт. При взрезе стрелки под действием скошенной части линейки палец 41 поднимается вверх и размыкает свой

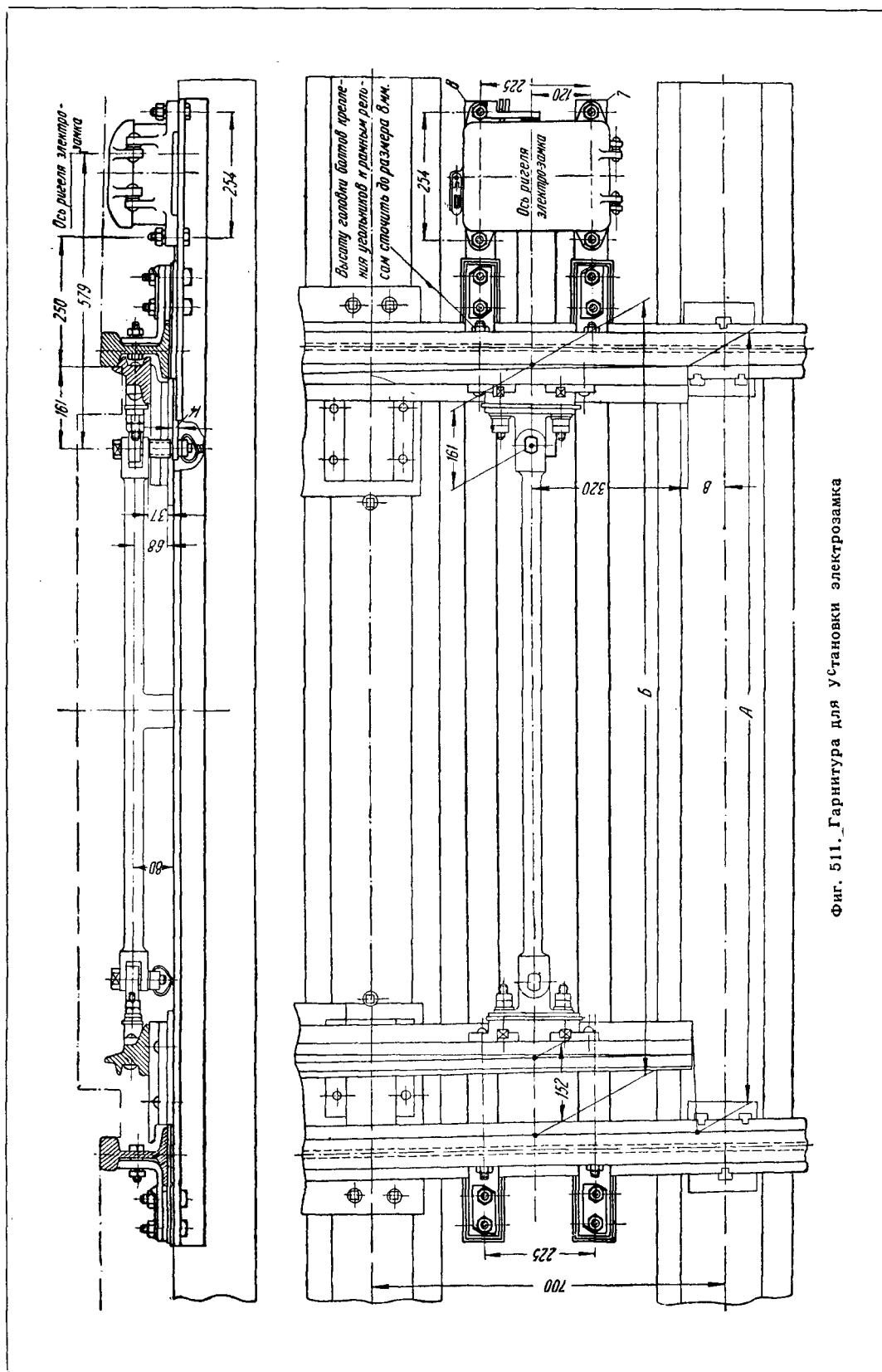
Таблица 123

Установочные размеры замка

Стрелки		Размеры в мм		
тип	марка	А	Б	В
I-а	1/9	1 541	1 547,6	59
I-а	1/11	1 536	1 543	39
II-а	1/9	1 541	1 547,5	57
II-а	1/11	1 536	1 543	39



Фиг. 510. Стрелочный электрический замок



Фиг. 511. Гарнитура для установки электрозамка



## ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ УСТРОЙСТВ СЦБ

## ПИТАНИЕ АВТОБЛОКИРОВКИ

Характеристика систем питания  
и область их применения

В настоящее время при питании автоблокировки применяют: а) систему переменного тока, б) смешанную систему с резервом от аккумуляторов, в) смешанную систему с резервом от первичных элементов, г) буферную систему и д) систему питания от первичных элементов большой ёмкости.

**Система переменного тока.** Рельсовые цепи и сигнальные лампы питаются только переменным током. Линейные цепи получают питание от сухих купроксных или селеновых выпрямителей или непосредственно от переменного тока. В зависимости от способа питания линейных цепей устанавливают соответствующие реле.

При перерыве подачи переменного тока действие автоблокировки прекращается.

Система применяется на участках железных дорог с электротягой и на участках с паровой тягой, на которых в ближайшие годы должна быть введена электротяга, а также в пригородных районах, где имеются блуждающие токи от трамвайных линий.

**Смешанная система с резервом от аккумуляторов.** Рельсовые и линейные цепи питаются от аккумуляторов, непрерывно подзаряжаемых сухими выпрямителями. Сигнальные лампы питаются переменным током, а при перерыве в питании переменным током подключаются аварийным реле к линейной аккумуляторной батарее. Аккумуляторные батареи обеспечивают действие автоблокировки при прекращении переменного тока. Система применяется на участках с паровой тягой.

**Смешанная система с резервом от первичных элементов.** Сигнальные лампы питаются от переменного тока, рельсовые и линейные цепи — от выпрямленного сухими выпрямителями переменного тока. При отсутствии переменного тока питание устройств переключается аварийным реле на первичные элементы. От пунктов питания автоблокировки требуется несколько меньшая мощность, и длины плеч высоко-

вольтной линии могут быть увеличены, так как не нужно обеспечивать послеаварийный заряд аккумуляторных батарей. Благодаря большому запасу ёмкости элементов источники питания могут быть менее надёжными и даже не работающими часть суток.

**Буферная система.** Отличается от смешанной системы отсутствием сигнальных трансформаторов и аварийных реле, а также питанием сигнальных ламп от линейной аккумуляторной батареи. Система применяется на участках с паровой тягой, в основном при автоблокировке с прожекторными светофорами.

**Система питания от первичных элементов большой ёмкости.** Все устройства питаются первичными элементами. При этом в отличие от вышеописанных систем не требуется строительства высоковольтной линии и пунктов питания. Сигнальные провода подвешивают на линиях связи. Систему применяют на участках железных дорог с паровой тягой, на которых затруднены получение энергии переменного тока и строительство высоковольтных линий.

Наиболее дешёвый и наименее сложный вариант энергоснабжения, обеспечивающий устойчивое питание устройств, выбирают на основе технико-экономического сравнения.

При технико-экономическом сравнении учитывают не только первоначальные затраты на оборудование и монтаж, но и последующие эксплуатационные расходы в ближайшие годы. При приблизительно равной стоимости различных вариантов предпочтительнее выбирать тот из них, при котором требуется наименьшее количество силового кабеля, высоковольтного оборудования и затрат рабочей силы.

Электрические расчёты высоковольтных  
линий автоблокировки

Для электрического расчёта высоковольтной линии автоблокировки определяют мощность переменного тока, потребляемого приборами сигнальных точек. При этом активные и реактивные составляющие мощности берут по табл. 124 и 125.

При резерве от аккумуляторов по табл. 124 берутся мощности в послеаварийном режиме.

Таблица 124

Потребление энергии приборами сигнальных точек

Наименование прибора	Нормальный режим				Послеаварийный режим			
	$P_a$ в вт	$P_p$ в вт	$P_k$ в вт	$\cos \varphi$	$P_a$ в вт	$P_p$ в вт	$P_k$ в вт	$\cos \varphi$
Выпрямитель ПТВ . . . . .	7,0	10,5	12,7	0,55	15,0	20,0	25,0	0,60
» СТВ . . . . .	8,0	9,4	12,3	0,65	18,0	18,5	26,0	0,70
» КТВ . . . . .	11,0	20,0	23,0	0,48	60,0	80,0	100,0	0,60
Трансформатор СОБС с АР-1 и одной лампой 15 вт . . . . .	25,0	11,3	27,5	0,91	—	—	—	—
То же, с двумя лампами по 15 вт . . . . .	46,0	13,0	48,0	0,96	—	—	—	—
» с одной лампой 5 вт . . . . .	10,0	10,8	14,7	0,68	—	—	—	—
» с двумя лампами по 5 вт . . . . .	17,0	11,0	20,3	0,83	—	—	—	—
» при холостом ходе . . . . .	2,72	10,5	13,6	0,20	—	—	—	—
Местная обмотка реле ДСР-1 . . . . .	25,0	48,0	55,0	0,45	—	—	—	—
» ДСР-3 . . . . .	12,0	53,5	55,0	0,22	—	—	—	—
Реле АР-1 . . . . .	2,2	4,9	5,4	0,40	—	—	—	—

Таблица 125

## Потребление энергии рельсовыми цепями

Тип рельсовой цепи		Длина рельсовой цепи в м	$P_a$ в вт	$P_p$ в вв	$P_k$ в вв	$\cos \varphi$
Одноточная при электротяге	С реле ДСР-3	350	30	117	121	0,23
		450	34	118	123	0,26
		550	44	120	126	0,33
	С трансформатором РТЭ-1 и реле КНР-2	100	43	61	75	0,57
		200	63	76	99	0,64
		300	91	90	128	0,71
Двухточная при электротяге с дрос- селями	С реле ДСР-1	500	51	114	125	0,41
		800	68	140	156	0,44
		1 000	77	154	172	0,45
		1 200	97	183	207	0,47
		1 500	116	206	237	0,49
	С трансформатором РТ-1 и реле КНР-2	200	27	63	68	0,39
При паровой тяге	С реле ДСР-1	1 000	19	60	63	0,30
		1 500	26	62	67	0,40
	С трансформатором РТ-1 и реле КНР-2	400	33	65	73	0,45
		800	51	69	85	0,59
		1 200	90	77	118	0,76

Примечание. Сопротивление соединительных проводов на питающем и релейном концах рельсовой цепи равно 0,3 ом.

Полная кажущаяся мощность

$$P_k = \sqrt{P_a^2 + P_p^2}, \quad (1)$$

где  $P_k$  — полная мощность;

$P_a$  — сумма активных составляющих;

$P_p$  — сумма реактивных составляющих.

По величине потребляемой приборами мощности определяется мощность линейного трансформатора. Нагрузка на высоковольтную линию от данной сигнальной точки определяется с учётом активных и реактивных потерь в линейном трансформаторе. Величины потерь в зависимости от нагрузки указаны на фиг. 512.

Полная мощность, потребляемая сигнальной точкой, определяется по той же формуле (1).

На участке с предварительным зажиганием сигналов мощность трансформаторов СОБС, нагруженных лампами, учитывается только для сигнальных точек с горящими сигналами при максимальном количестве поездов на перегонах расчётного участка.

При расчёте полной нагрузки на высоковольтную линию учитывается также ёмкостная мощность самой линии. Ёмкостная мощность на 1 км типовой воздушной линии равна 104 вв. На 1 км кабельной линии (кабель СБ 3 × 10) она равна 2 150 вв.

Полная нагрузка на высоковольтную линию определяется также по формуле (1).

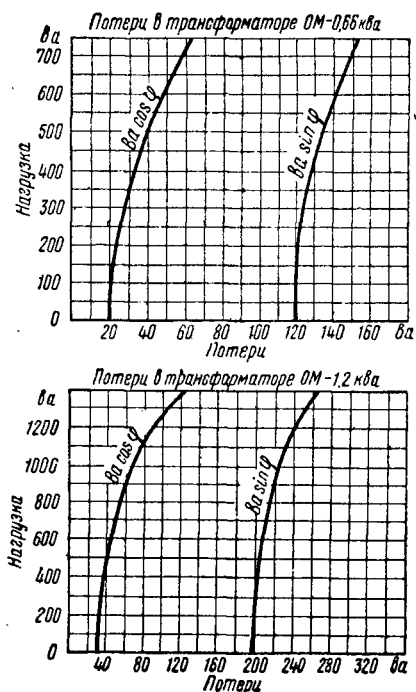
При небольшой разнице в величине стационарных нагрузок падение напряжения в линии рассчитывают по формуле

$$\Delta U = L \cdot I \cdot Z \sqrt{3}, \quad (2)$$

где  $L$  — половина длины линии (нагрузка прилагается к середине плеча);

$I$  — сила тока в а;

$Z$  — полное сопротивление 1 км провода переменному току в ом.

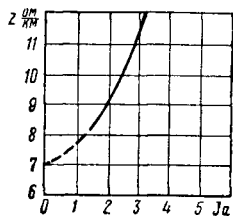


Фиг. 512. Величина потерь в линейных трансформаторах

Значения  $Z$  для различной плотности тока на  $1 \text{ мм}^2$  сечения провода приведены на фиг. 513.

При большой разнице в станционных нагрузках расчёт ведётся по методу фиктивного плеча.

В этом случае к середине плеча высоковольтной линии прилагают только суммарную нагрузку перегонных сигнальных точек. Нагрузки станционных устройств располагают по оси станций.



Фиг. 513. Величина сопротивления провода в зависимости от нагрузки

Ёмкостная мощность линии прилагается вместе с нагрузкой перегонов к середине линии.

В формулу (2) в этом случае вместо  $L$  подставляется длина фиктивного плеча, определяемая по формуле

$$L_{\phi} = \frac{l_1 P_1 + l_2 P_2 + l_3 P_3 + \dots + l_n P_n}{P_k}, \quad (3)$$

где  $l$  — расстояния в км от начала линии до точек приложения нагрузок;

$P$  — величины нагрузок в ва полной мощности;

$P_k$  — полная нагрузка на высоковольтную линию, определённая по формуле (1).

Падение напряжения при попеременном питании высоковольтной линии с двух сторон не должно превышать 15%.

#### Питающие и распределительные пункты

Каждое плечо высоковольтной линии, как правило, должно быть обеспечено питанием переменным током с обоих концов (исключением является смешанная система питания с резервом от первичных элементов). При этом на одном конце располагается основной питающий пункт, а на втором — резервный. Расположение питающих пунктов выбирается с учётом возможности получения электроэнергии достаточной мощности и стабильного напряжения от надёжного, обеспеченного резервом, источника и максимальной длины плеч высоковольтной линии при данных нагрузках на неё.

В зависимости от местных условий питания может производиться:

а) подключением к существующим подстанциям и электростанциям с оборудованием питающих устройств непосредственно в этих подстанциях и электростанциях;

б) подключением к существующим подстанциям и электростанциям с постройкой новых трансформаторных подстанций или киосков;

в) от электрических станций, построенных специально для питания устройств автоблокировки;

г) от существующих линий электропередач и сетей высокого напряжения через специально для этой цели оборудованные высоко-

вольтные воздушные распределительные пункты.

Чаще всего существующие источники питания (электростанции или тяговые подстанции) дают электроэнергию для питания автоблокировки при напряжении 220—380 в и не имеют свободного места для оборудования в них высоковольтных ячеек, поэтому строят дополнительную повышающую подстанцию.

Если повышающая подстанция предназначена для основного питания линии автоблокировки, то она оборудуется как подстанция закрытого типа, и на фидерах автоблокировки предусматривается максимальнотоксовая и земляная защиты и соответствующая сигнализация.

Если пункт питания является резервным, то в тех случаях, когда это возможно по местным условиям, следует оборудовать открытую мачтовую подстанцию, более простую и дешёвую по сравнению с закрытой подстанцией. Отсутствие эффективной защиты в этом случае может быть допущено, так как обычно резервные пункты питания включаются редко и на короткие промежутки времени.

Конструкция и схема мачтовой подстанции с двумя воздушными выводами приведены на фиг. 514. Оборудование мачтовой подстанции состоит из трансформатора ТМ-20/6 или ТМ-50/6, шести разрядников, двух трёхполусных разъединителей с ручными приводами и трёх комбинированных предохранителей-разъединителей.

На фиг. 515 представлены конструкция и схема мачтовой подстанции с одним воздушным и одним кабельным выводами. В этом случае со стороны кабеля разрядники не устанавливаются.

На фиг. 514 и 515 в схемах подстанций указаны разъединители типа РЗН-Г2. В настоящее время промышленность специально для автоблокировки выпускает новые разъединители облегчённого типа РЛН-6/100. Этими разъединителями оборудуют вновь строящиеся мачтовые подстанции.

В качестве основных источников питания автоблокировки смешанной или буферной системы и на всех пунктах питания автоблокировки переменного тока рекомендуется применение типовых трансформаторных киосков закрытого типа.

Габаритные размеры киоска: длина — 8,54 м, ширина — 4,76 м, высота — 5,20 м; площадь застройки — 40,65 м²; строительная кубатура — 195,0 м³.

Трёхлинейная схема коммутации киоска приведена на фиг. 516.

В случае необходимости трансформатор может быть установлен мощностью до 100 кВа, а масляные выключатели заменены на более мощные.

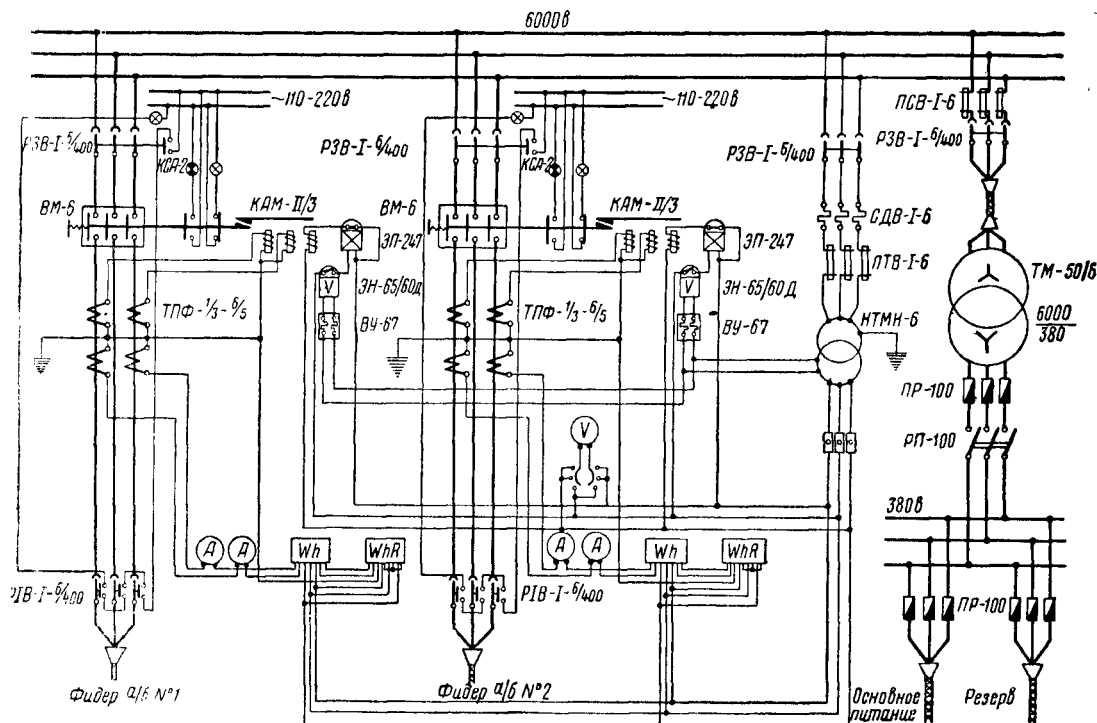
Часть оборудования, указанного на фиг. 516 и в спецификации (табл. 126), в настоящее время заводами не поставляется и имеется только в существующих киосках. Во вновь оборудуемых киосках применяются масляные выключатели типов ВМГ-122, ВМ-16 и ВМБ-10, разъединители типов РЛВ-III, РВТ-22 и РВО-22, силовые предохранители типа ПК и взамен предохранителей и сопротивлений



Таблица 126

## Спецификация основного оборудования типового трансформаторного киоска автоблокировки

Наименование оборудования	Тип	Количество	Наименование оборудования	Тип	Количество
Трансформатор силовой . .	ТМ-20/6 или ТМ-50/6	1—2	Предохранитель силовой . .	ПСВ-1-6	3
Выключатель масляный . .	ВМ-6	2	Щиток мраморный на две группы . . . . .	—	1
Привод к масляному выключателю . . . . .	КАМ-II/3	2	Изолятор проходной . . . . .	ПА-6	11
Разъединитель трёхполюсный . . . . .	РЗВ-1-6/400	4	Изолятор опорный . . . . .	ОА-6	14
Привод к трёхполюсному разъединителю . . . . .	ПРТ-1/55	3	Счётчик активной энергии 5 а 110 в . . . . .	И	2
Разъединитель однополюсный . . . . .	Р1В-1-6/400	6	Счётчик реактивной энергии . . . . .	ИР	2
Трансформатор тока . . . . .	ТПФ-1/3—6/5	4	Амперметр для включения через трансформатор тока 5 а . . . . .	ЭН	4
Трансформатор напряжения пятистержневой . . . . .	НТМИ-6	1	Вольтметр для включения через трансформатор напряжения . . . . .	ЭН	1
Предохранители к трансформатору напряжения . . . . .	ПТВ-1-6	3	Переключатель вольтметровый . . . . .	ПВ-3024	1
Добавочное сопротивление к трансформатору напряжения . . . . .	СДВ-1-6	3	Реле напряжения . . . . .	ЭН-65/60Д	2
			Реле промежуточное . . . . .	ЭП-247	2
			Сигнальные комплекты . . . . .	КСА-2	2



Фиг. 516. Трёхлинейная схема коммутации типового трансформаторного киоска

посредством реле ЭН-65/60Д, включённого на дополнительную обмотку трансформатора напряжения НТМИ-6 и воздействующего на выключающую катушку автоматической коробки КАМ-II/3 через реле ЭП-247.

При рельсовых цепях переменного тока применяется схема защиты, приведённая на фиг. 517. Как видно из схемы, приборы земляной защиты приводят в действие не выключающую катушку привода КАМ, а звуковой сигнал, установленный в помещении дежурного электромеханика.

Схемы защиты выбраны с учётом минимального влияния при повреждениях высоковольтной линии автоблокировки на параллельные линии связи.

Кроме схемы, показанной на фиг. 517, в некоторых случаях применяется схема, приведённая на фиг. 518, с несколько меньшим количеством оборудования. Фидеры автоблокировки в этом случае защищаются только силовыми предохранителями, а масляные выключатели, трансформаторы тока и система защиты устанавливаются на фидере

силового трансформатора. При срабатывании приборов защиты в этой схеме одновременно выключаются оба фидера автоблоки-

Расчёт заземления киоска произведён на ёмкостный ток системы, исходя из безопасного напряжения прикосновения, равного 65 в. Конструктивно заземление выполнено в виде четырёх оцинкованных труб диаметром 1,5'', длиной 3 м, забитых вокруг подстанции в землю на глубину 0,8 м на расстоянии 1 м от наружных стен и соединённых в общий контур железной оцинкованной полосой сечением 40 × 4 мм. Длина контура 25 м. К этому контуру присоединяется внутренний контур заземления, выполненный полосой сечением 25 × 4 мм. Полное расчётное сопротивление заземления равно 3,64 ом.

Схемы и необходимая аппаратура питающих устройств при оборудовании их непосредственно в существующих подстанциях или электростанциях определяются требованиями, предъявляемыми к этим устройствам организациями, ведающими данными подстанциями или электростанциями.

Обычно районные энергоуправления при подключениях к их сетям выбирают величины токов короткого замыкания, на которые должна быть рассчитана аппаратура, а именно:

- $I_K$  — периодическую составляющую тока короткого замыкания;
- $I_{0,25}$  — значение тока короткого замыкания через 0,25 сек.; время 0,25 сек. равно сумме времени собственного действия системы мгновенной защиты, привода масляного выключателя и механизма самого масляного выключателя;
- $I_{уст}$  — установившийся ток короткого замыкания;
- $I_{уд}$  — ударный ток короткого замыкания.

Масляные выключатели выбирают по номинальному току и разрывной мощности  $P_{0,25}$ :

$$P_{0,25} = I_{0,25} U \sqrt{3},$$

где  $U$  — напряжение.

Разъединители выбирают также по номинальному току и напряжению. Как масляные выключатели, так и разъединители проверяют на динамическую и термическую устойчивость.

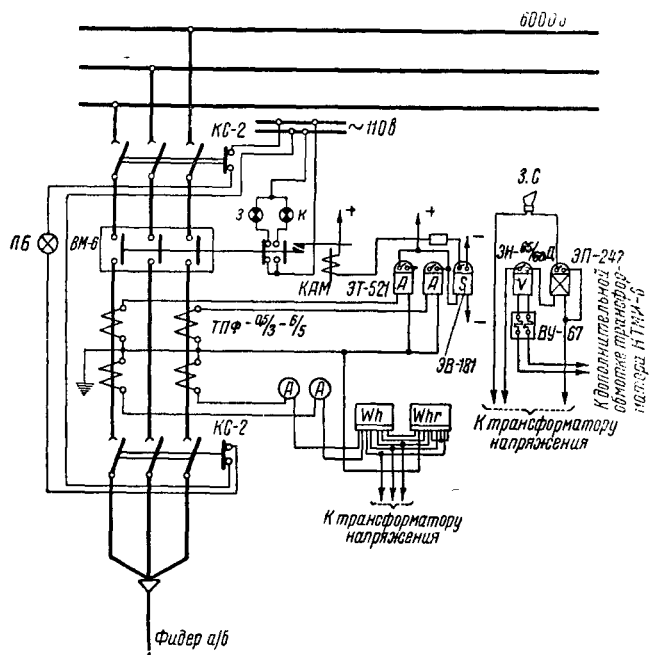
Динамическая устойчивость характеризуется ударным током и односекундным током короткого замыкания, а термическая устойчивость — пятисекундным током короткого замыкания.

Односекундный ток короткого замыкания

$$I_o = I_K \sqrt{3},$$

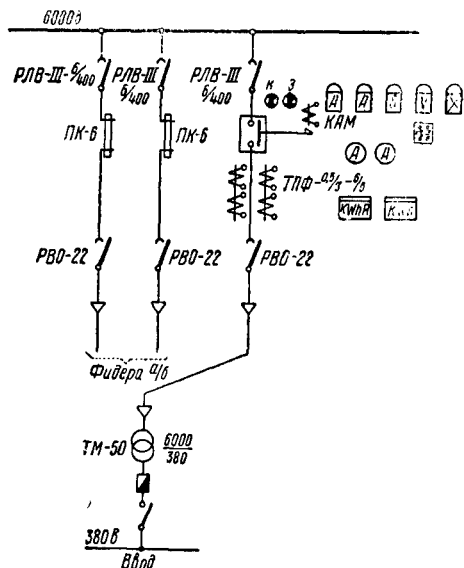
пятисекундный ток короткого замыкания

$$I_5 = I_{уст} \sqrt{\frac{t_{\phi}}{5}},$$



Фиг. 517. Схема защиты в рельсовых цепях переменного тока. Звуковой сигнал уснащается в помещении дежурного электромеханика

ровки, что не всегда желательно. Учёт электрической энергии, потребляемой фидерами автоблокировки, производится на сто-



Фиг. 518. Вариант схемы трансформаторного киоска

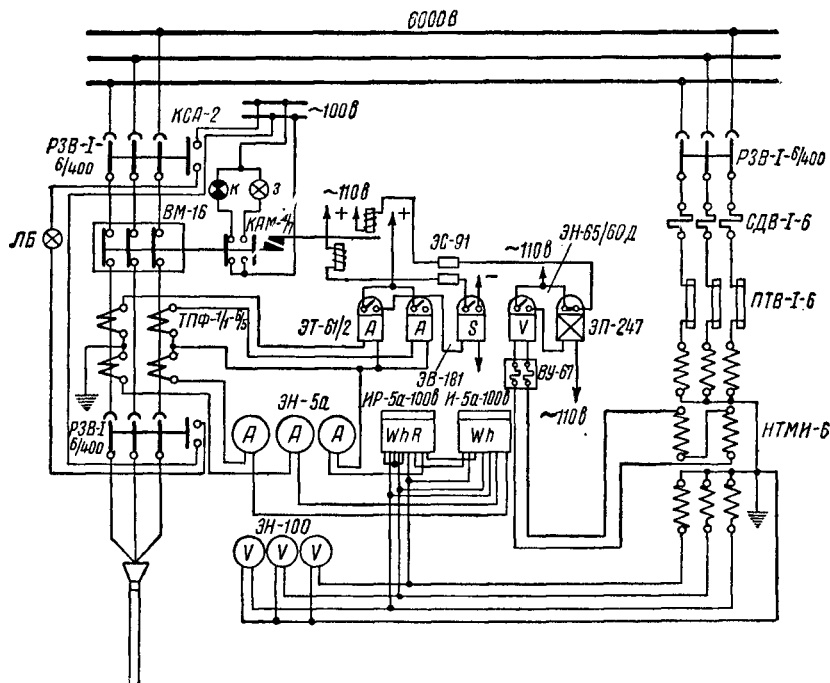
роне высокого напряжения при помощи счётчиков типов И и ИР, включённых через трансформаторы тока и напряжения.

где  $t_{\phi}$  — фиктивное время отключения, определяемое по кривым Бирманса и зависящее от времени выключения масляного выключателя и отношения  $\frac{I_k}{I_{уст}}$ .

Полученные по приведённым формулам величины токов должны быть меньше соответствующих токов, указанных в характеристиках масляных выключателей и разъединителей.

энергии и применять дистанционное управление масляными выключателями. Схема максимально-токовой и земляной защиты фидеров автоблокировки при независимом источнике питания и ручном управлении масляными выключателями приведена на фиг. 519, а при дистанционном управлении масляными выключателями на фиг. 520.

Указанный на фиг. 520 привод типа ГП-125 имеется только на существующих подстанциях и сейчас заводами не изготавливается. Во вновь строящихся устрой-



Фиг. 519. Схема защиты при независимом источнике питания и ручном управлении масляными выключателями

Трансформаторы тока выбираются по классу точности и должны удовлетворять условиям:

$$K_{дк} > K_{др} \text{ и } K_{тк} > K_{тр},$$

где  $K_{дк}$  — коэффициент динамической устойчивости по каталогу;

$K_{др}$  — расчётный коэффициент динамической устойчивости, равный  $\frac{I_{уд}}{I_n \sqrt{2}}$ ;

$K_{тк}$  — коэффициент термической устойчивости по каталогу;

$K_{тр}$  — расчётный коэффициент термической устойчивости, равный  $\frac{I_{уст} \sqrt{t_{\phi}}}{I_n}$ ,

где  $I_n$  — номинальный ток, равный  $\frac{P}{U \sqrt{3}}$ .

Схемы защиты применяют описанные выше.

В некоторых случаях приходится питать приборы защиты от отдельного источника

энергии. При невозможности получения энергии переменного тока в пункте, где намечено оборудование основного или резервного источника питания автоблокировки, приходится строить специальную электростанцию. При выборе типа электростанции необходимо учитывать потребность в электроэнергии, местные топливные ресурсы, назначение электростанции (основная или резервная).

На фиг. 521 указано рекомендуемое расположение основных сооружений типовой электростанции, разработанной Трансэнергосвязьпроектом МПС (см. табл. 127 и 128).





Таблица 127

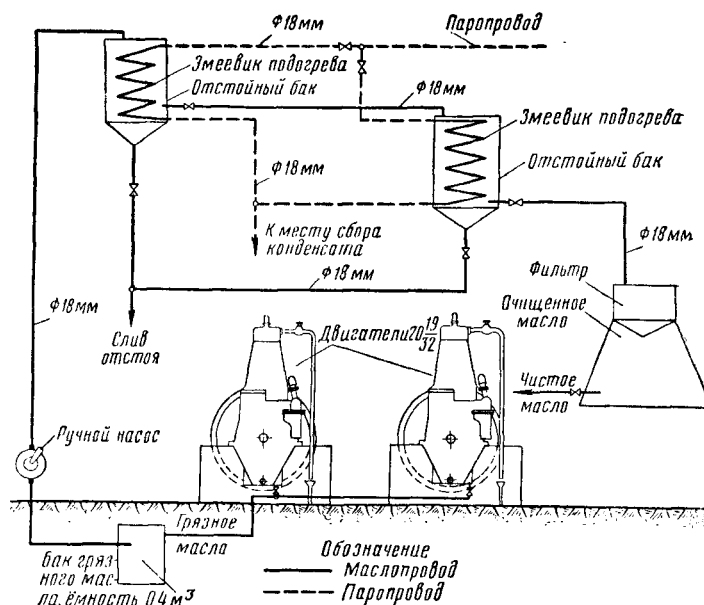
Спецификация основного оборудования типовой электростанции

Наименование оборудования	Количество	Наименование оборудования	Количество
Двигатель внутреннего сгорания (дизель 2Д-19/32) . . . . .	2	Пусковой баллон сжатого воздуха ёмкостью 120 л . . . . .	2
Генератор МС-315-4/8 трёхфазного переменного тока мощностью 57,5 кВа, напряжением 400/230 в, 750 об/мин. . . . .	2	Бак отстойный масляный . . . . .	2
Щит распределительный четырёхпанельный . . . . .	1	Насос ручной для масла . . . . .	1
Насос трёхступенчатый завода им. Баляцкого для холодной и горячей воды . . . . .	2	Бак для грязного масла ёмкостью 400 л . . . . .	1
Электродвигатель АД-21 для насоса мощностью 1 кВа, напряжением 400/230 в, 1500 об/мин. . . . .	2	Фильтр для очистки масла . . . . .	1
		Бак запасной для воды ёмкостью 6 м³ . . . . .	1
		Бак расходный топливный ёмкостью 300 л . . . . .	2
		Фильтр топливный . . . . .	4
		Насос ручной топливный . . . . .	2

Таблица 128

Спецификация основных сооружений типовой электростанции

Наименование сооружений	Количество
Здание электростанции . . . . .	1
Градирия (производительность 6 м³/час) . . . . .	1
Бак для хранения топлива ёмкостью 18 м³ . . . . .	2
Сливной колодец ёмкостью 4 м³ . . . . .	1
Пожарная яма ёмкостью 4 м³ . . . . .	1



Фиг. 522. Схема маслоснабжения электростанции

Таблица 129

Характеристики агрегатов типа ЖЭС

Тип агрегата	Двигатель			Генератор					Пусковой двигатель		Возбудитель			К. п. д. (с возбудителем)	Вес в т	
	тип	мощность в л. с.	топливо	мощность в кВт	напряжение в в	ток в а	частота в гц номинальный cos φ	число оборотов в минуту	тип	топливо	тип	мощность в кВт	напряжение в в			
ЖЭС-65	КДМ-46	80	Дизельное	65	400/230	Трёхфазный	50	0,85	1 060	П-46	Бензин	Консольный	1,4	60	0,885	3,5
ЖЭС-9А	Л-12/2	12	ГОСТ 305-42 Бензин	9	133/230	Трёхфазный	50	0,8	1 500	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 130

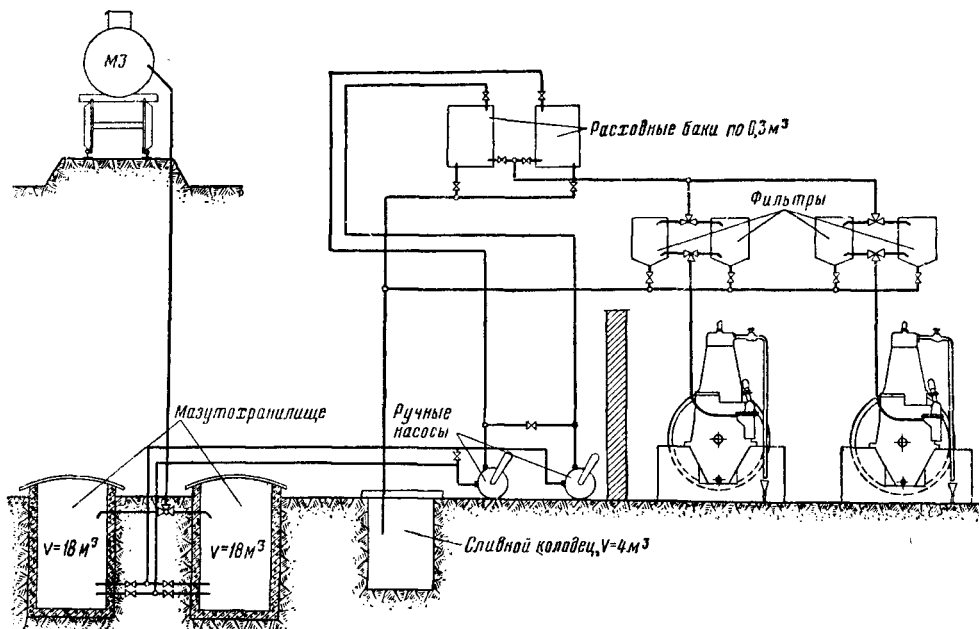
## Аппаратура подстанций и электростанций

Габаритные размеры агрегатов типа ЖЭС в мм

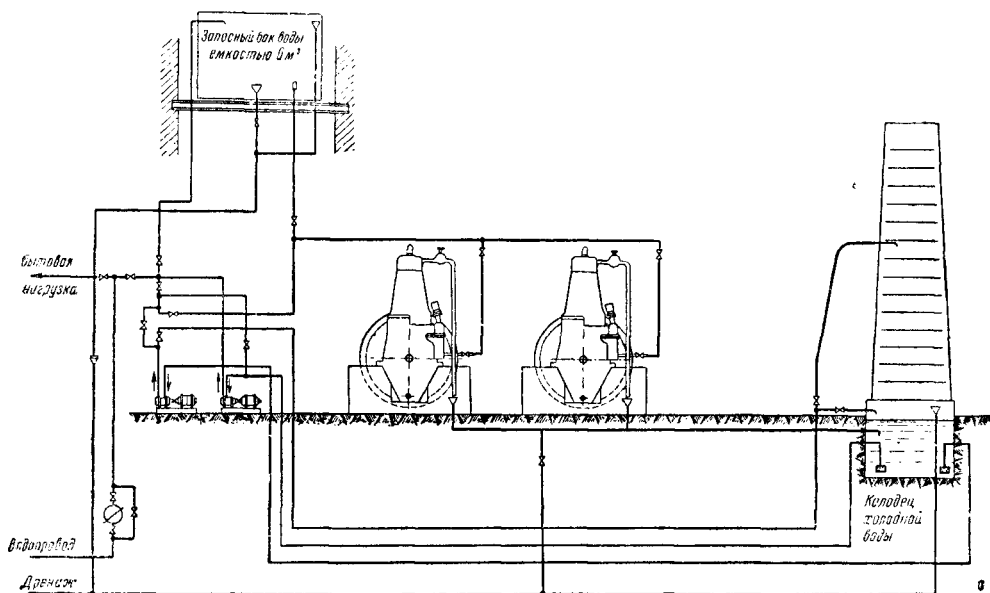
Тип	Высота	Ширина	Длина
ЖЭС-65 . . . .	1 926	970	3 210
ЖЭС-9А . . . .	1 175	924	1 710

Необходимые данные для выбора оборудования приведены в предыдущем разделе. Ниже даются характеристики основной аппаратуры подстанций и электростанций. Характеристики силовых трансформаторов и масляных выключателей приведены в табл. 131 и 132.

Характеристики соленоидных приводов



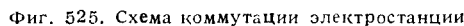
Фиг. 523. Схема топливоснабжения электростанции



Фиг. 524. Схема водоснабжения электростанции

В случае необходимости агрегат ЖЭС снимается, и в здании подстанции располагается типовой киоск автоблокировки.

масляных выключателей приведены в табл. 133 и 134, а перечень и назначение ручных приводов — в табл. 135.



Т а б л и ц а 131

## Характеристики силовых трансформаторов трёхфазного переменного тока

Тип трансформатора	Мощность в кВа	Пределы номинальных напряжений в в		Потери в Вт		К. п. д. при $\cos \varphi = 1$		Падение напряжения в % при нагрузке 1/1 и $\cos \varphi = 1$	Напряжение короткого замыкания в % от номинального напряжения	Ток холостого хода в % от номинального тока	Вес в кг		
		обмотки высокого напряжения	обмотки низкого напряжения	холостого хода	нагрузочные	нагрузка 1/1	нагрузка 1/2				вынимаемой части	масла	всего трансформатора
ТМ-5/6	5	380—6 300	133— 400	60	185	95,33	95,92	3,80	5,5	10,0	100	100	290
ТМ-10/6	10	380—6 300	133— 400	105	335	95,79	96,36	3,45	5,5	10,0	110	100	300
ТМ-20/6	20	380—6 300	133— 400	180	600	96,25	96,81	3,10	5,5	9,0	175	105	385
ТМ-30/6	30	380—6 300	133— 400	250	850	96,46	97,00	2,95	5,5	8,0	190	155	465
ТМ-50/6	50	380—6 300	133— 400	350	1 325	96,75	97,32	2,75	5,5	7,0	260	170	580
ТМ-75/6	75	380—6 300	133— 400	490	1 875	96,94	97,51	2,6	5,5	6,5	345	250	780
ТМ-100/6	100	500—6 300	133— 400	600	2 400	97,09	97,66	2,50	5,5	6,5	395	280	830
ТМ-135/6	135	3 000—6 300	133— 525	830	3 070	97,19	97,69	2,4	5,5	6,5	510	325	1 100
ТМ-180/6	180	3 000—6 300	133— 525	000	4 000	97,30	97,83	2,35	5,5	6,0	575	345	1 250
ТМ-240/6	240	3 000—6 300	133— 525	1 400	4 900	97,44	97,86	2,17	5,5	6,0	750	520	1 700
ТМ-320/6	320	3 000—6 300	133— 525	1 600	6 070	97,66	98,09	2,05	5,5	6,0	900	600	2 000
ТМ-420/6	420	3 000—6 300	133— 525	2 100	7 300	97,81	98,17	1,88	5,5	6,0	1 100	750	2 500
ТМ-560/6	560	3 000—6 300	133— 525	2 500	8 960	97,99	98,33	1,75	5,5	6,0	1 420	900	2 930
ТМ-750/6	750	3 000—6 300	133— 525	4 100	11 900	97,91	98,15	1,73	5,5	6,0	2 115	1 630	4 945
ТМ-1000/6	1 000	3 000—6 300	230—3 150	4 900	15 000	98,05	98,38	1,64	5,5	5,0	2 500	1 870	5 690
ТМ-1800/6	1 800	3 000—6 300	400—3 150	8 000	24 000	98,25	98,47	1,47	5,5	4,5	3 630	3 190	8 930

Таблица 132

## Характеристики масляных выключателей

Тип выключателя	Номинальное напряжение в кВ	Номинальный ток в А	Предельная отключаемая						Наибольший допу- стимый ток корот- кого замыкания			Ток устойчивости при длительности короткого замыкания			Собственное время в сек.		Наибольший отклю- чающий момент на валу в кГм	Вес в кг	
			при 3 кВ		при 6 кВ		при 10 кВ		эффе- ктив- ное значение	амплитуда	в кА	1 сек.	5 сек.	10 сек.	Включе- ние	Отключе- ние			
			сила тока	мощ- ность	сила тока	мощ- ность	сила тока	мощ- ность											
			в кА	в МВА	в кА	в МВА	в кА	в МВА											
ВМ-6	6 3	200 400	3,3 3,3	17 17	1,4 —	15 —	— —	— —	10 15	16,3 25	—	10 15	8,5 13,8	6 10	0,2 0,1	0,1	12—19	— —	— —
			19 22	100 115	9,7 9,7	100 100	4,3 —	75 —	19 30	32 50	—	19 30	8,5 13,5	6 25	0,2 0,1	0,1	12—19	— —	— —
ВМ-16	10 6 3	200 600 1 000	19 22	100 115	9,7 9,7	100 100	4,3 —	75 —	19 30	32 50	—	19 30	8,5 13,5	6 25	0,2 0,1	0,1	12—19	— —	— —
			27,5 30,0 33,0 33,0	140 155 170 170	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —	30 30 44 44	49 49 72 72	—	30 30 44 44	13,8 19,0 25,0 31,0	10,8 13,5 18,0 18,0	0,2 0,1	0,1	12—19	460 465 485 500	180 180 180 180
ВМ-22Ф	6	400 600 1 000 1 500	— — — —	— — — —	14 14 14 14	150 150 150 150	— — — —	— — — —	30 30 44 44	49 49 72 72	—	30 30 44 44	13,8 19,0 28,0 44,0	10,0 13,5 28,0 31,0	0,2 0,1	0,1	12—19	460 465 485 500	180 180 180 180
			— — — —	— — — —	14 14 14 14	150 150 150 150	— — — —	— — — —	20 20	30 30	—	16 20	— —	— —	0,2 0,1	0,1	—	150 150	5 5
ВМГ-122	6	400 600	20	100	20	200	—	—	30	52	—	30 30	15 20	11 14	0,2	0,14	41	156	5
ВМГ-132	10	400 600 1 000	11,6	60	11,6	120	11,6	200	30	52	—	30 30 30	15 20 20	11 14 14	0,2	0,14	41	170 180	10
ВМГ-133	10	400 600 1 000	20	100	20	200	20	350	30	52	—	30 30 30	15 20 20	11 14 14	0,2	0,14	41	170 180	10
ВМБ-10	6	200 400 600	—	—	25	75	—	—	15	25	—	—	—	6 10 10	—	0,04 — 0,05	—	120	50
ВМБ-10	10	200 400 600	—	—	25	75	—	—	15	25	—	—	—	6 10 10	—	0,05 — 0,06	—	120	50

Таблица 133

## Характеристики приводов постоянного тока масляных выключателей

Тип масляного выключателя и номинальная сила тока в а	Тип привода	Потребляемая сила тока в а при напряжении					
		110 в			220 в		
		включающий соленоид	отключающий соленоид	предохранители в цепи включения	включающий соленоид	отключающий соленоид	предохранители в цепи включения
ВМ-6, 200 . . . . .	ГП-15	61	5	35	30,5	2,5	20
ВМ-6, 400 . . . . .	ГП-40	72	5	35	34,5	2,5	20
ВМ-16, 200—600 . . . . .	ГП-125	95	5	60	47,5	2,5	25
ВМ-16, 1000 . . . . .	ГП-125	147	5	80	73,5	2,5	35
ВМ-22, 400—600 . . . . .	ГП-125	121	5	60	60,5	2,5	35
ВМ-22, 1000 . . . . .	ГП-125	147	5	80	73,5	2,5	35
ВМГ-22 . . . . .	ГП-125	121	5	60	60,5	2,5	35

Таблица 134

## Характеристики приводов ПС-10

Тип привода (полное номенклатурное обозначение)	Общее число цепей	Номинальное напряжение катушки в в		Применяется к выключателю		Включающий ток привода при 220/110 в в а	Вес привода в кг
		отключающей	включающей	тип выключателя	номинальный ток выключателя в а		
ПС-10-Б-I . . . . . ПС-10-Б-III . . . . .	6 10	220/110 48/24	110/220	ВМ-16	200	50/100	45
ПС-10-В-I . . . . . ПС-10-В-III . . . . .	6 10		110/220	ВМ-16	600 1 000	60/120	
ПС-10-Е-I . . . . . ПС-10-Е-III . . . . .	6 10		110	ВМГ-122 ВМГ-132 ВМГ-133	400—600 400—600—1 000	97,5/195	
ПС-10-Ж-I . . . . . ПС-10-Ж-III . . . . .	6 10		220	ВМГ-122 ВМГ-132 ВМГ-133	400—600 400—600—1 000	97,5/195	

Таблица 135

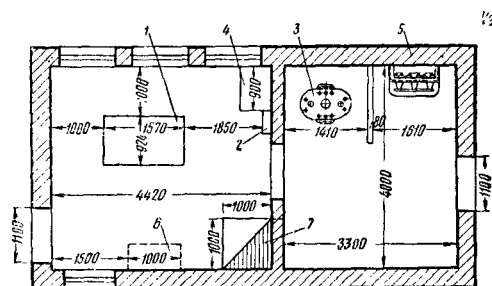
## Ручные приводы к масляным выключателям

Тип привода	Тип масляного выключателя	Сила тока в а
КАМ-II	ВМ-6	200
КАМ-II	ВМ-6	400
КАМ-II	ВМ-16	200 ÷ 1 000
КАМ-II	ВМ-22	400 ÷ 1 000
КАМ-III	ВМ-16	1 000
КАМ-III	ВМ-22	400 ÷ 1 000
РБА	ВМГ-22	400 ÷ 600

Трансформаторы тока изготовляют на следующие номинальные токи первичной цепи: 5; 7,5; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 600; 750; 1 000; 1 500; 2 000; 3 000; 4 000; 5 000 а.

Ток вторичной обмотки при любой номинальной силе тока первичной цепи всегда равен 5 а. Точность трансформатора тока определяется его классом. Для питания счётчиков, ваттметров и реле земляной защиты устанавливают трансформаторы тока первого класса точности. Для питания щитовых

измерительных приборов используют трансформаторы тока третьего класса точности. Трансформаторы тока изготовляют также с



Фиг. 526. Электростанция для резервного питания автоблокировки с агрегатом ЖЭС-9А: 1 — агрегат ЖЭС-9А; 2 — распределительный щит ЖЭС-9А; 3 — силовой трансформатор ТМ-20/6 мощностью 20 кВА; 4 — распределительный щит прислонного типа; 5 — сборка высокого напряжения трёхместная; 6 — бак для воды; 7 — печь

двумя вторичными обмотками одинакового или различных классов точности: 0,5/0,5; 0,5/3, 1/1; 1/3 и 3/3. При включении прибо-

ров необходимо учитывать мощность вторичной обмотки трансформатора.

Наиболее часто в устройствах энергоснабжения СЦБ применяются трансформаторы тока типов ТПФ, ТПФУ, ТПОФ, ТПОФУ (табл. 136).

Таблица 136

## Характеристики трансформаторов тока

Тип трансформатора	Номинальное напряжение в кВ	Номинальная сила первичного тока в А	Номинальная мощность в ВА в зависимости от класса точности		
			0,5	I	3
ТПФ	6÷10	5÷400	15	30	75
ТПФУ	6÷10	5÷300	15	30	75
ТПОФ	6÷10	400÷1500	20	50	50
ТПОФУ	6÷10	300÷600	—	20	50

Трансформаторы ТПФУ и ТПОФУ имеют повышенную устойчивость.

Коэффициенты термической и динамической устойчивости приведены в табл. 137.

Трансформаторы напряжения выбирают по заданному первичному напряжению, классу точности, способу присоединения приборов и суммарной мощности, потребляемой включаемыми приборами (табл. 138). Независимо от величины первичного напряжения, на вторичной обмотке трансформатора напряжение всегда равно 100 В.

Добавочные обмотки трансформатора НТМИ-6 соединены разомкнутым треугольником. При заземлении фазы на добавочных обмотках напряжение равно  $100 \pm 5\%$  В.

Разъединители для внутренних установок изготовляют однополюсные и трёхполюсные, для напряжений 6 кВ и выше и для токов от 200 до 5000 А. До 600 А включительно разъединители делают нормальные, типов Р1В или РЗВ, для токов от 1000 А и вы-

Таблица 137

## Коэффициенты термической и динамической устойчивости трансформаторов тока

Тип трансформатора	$I_H$ в А	$K_{It}$		$K_{Is}$		$K_d$	
		6 кВ	10 кВ	6 кВ	10 кВ	6 кВ	10 кВ
ТПФ-1/1	5	70	65	36	36	70	65
	7,5	80	80	36	36	105	95
	10	80	80	36	36	145	130
	15	80	80	36	36	200	190
	20 и выше	80	80	36	36	250	250
ТПФ-0,5/0,5 ТПФ-0,5/3	5	45	40	32	32	45	40
	7,5	67	60	32	32	65	60
	10	75	75	32	32	99	80
	15	75	75	32	32	140	125
	20 и выше	75	75	32	32	165	165
ТПФУ-1/1 ТПФУ-1/3 ТПФУ-3/3	5	90	85	50	50	90	85
	7,5	110	110	50	50	130	120
	10	110	110	50	50	175	155
	15	110	110	50	50	250	250
	20 и выше	110	110	50	50	250	250
ТПОФ	400—1500	—	—	80	80	—	—
ТПОФУ	300—600	—	—	130—230	130—230	—	—

ше — с усиленными контактами, типов Р1ВУ и РЗВУ (табл. 139).

По способу установки разъединители бывают на двух опорных изоляторах, на одном опорном и одном проходном изоляторах и на двух проходных изоляторах. Номенклатурные обозначения разъединителей в зависимости от способа установки указаны в табл. 140.

Таблица 138

## Характеристики трансформаторов напряжения

Тип транс- форматора	Номинальное напряжение в в	Мощность вторичной обмотки в вa				Вес в кг	Примечание
		главной			добавоч- ной		
		класса 0,5	класса 1	класса 3			
НОСИ-0,5	220 380 500	30	50	150	—	12,8	Сухой однофазный
НТСИ-0,5	220 380 500	50	80	250	—	36,8	Сухой трёхфазный
НТСИ-3	3 000	50	80	200	—	46,3	То же
НТМИ-6	6 000	80	150	400	150	88,5	Маслонаполненный трёхфазный. Вес мас- ла 23,5 кг
НОМ-6	6 000	—	50	—	—	29,0	Маслонаполненный однофазный. Вес мас- ла 7 кг
НОМИ-6	6 000	50	80	250	—	39,0	Маслонаполненный однофазный. Вес мас- ла 8 кг

Таблица 139

## Характеристика устойчивости разъединителей

Номинальная сила тока в а	Ток в а		
	ударный	односекундный	пятисекундный
400	34 000	21 000	13 400
600	38 000	30 000	23 000
1 000	75 000	40 000	46 000
1 500	98 000	60 000	60 000

Таблица 140

## Типы и установочные характеристики разъединителей

Номинальная сила тока в а	Тип	Способ установки и род разъединителя
400 600 1 000 1 500	РЗВ1-I-6/400 РЗВ1-I-6/600 РЗВУ-I-6/1000 РЗВУ-I-6/1500	Трёхполюсный на двух опорных изоляторах
400 600 1 000 1 500	РЗВ1-II-6/400 РЗВ1-II-6/600 РЗВУ-II-6/1000 РЗВУ-II-6/1500	Трёхполюсный с одним опорным и одним проходным изолятором. Вращение ножа на проходном изоляторе
400 600 1 000 1 500	РЗВ1-III-6/400 РЗВ1-III-6/600 РЗВУ-III-6/1000 РЗВУ-III-6/1500	То же. Вращение ножа на опорном изоляторе
400 600 1 000 1 500	Р1В1-I-6/400 Р1В1-I-6/600 Р1ВУ-I-6/1000 Р1ВУ-I-6/1500	Однополюсный на двух опорных изоляторах
400 600 1 000 1 500	Р1В1-II-6/400 Р1В1-II-6/600 Р1ВУ-II-6/1000 Р1ВУ-II-6/1500	Однополюсный с одним опорным и одним проходным изолятором. Вращение ножа на проходном изоляторе
400 600 1 000 1 500	Р1В1-III-6/400 Р1В1-III-6/600 Р1ВУ-III-6/1000 Р1ВУ-III-6/1500	То же. Вращение ножа на опорном изоляторе
400 600 1 000 1 500	Р1В1-IV-6/400 Р1В1-IV-6/600 Р1ВУ-IV-6/1000 Р1ВУ-IV-6/1500	Однополюсный с двумя проходными изоляторами

<sup>1</sup> Номинальное напряжение при всех способах установки — 6 кВ.

В настоящее время промышленность выпускает ряд новых типов разъединителей, технические данные которых приведены в табл. 141 и 142.

Силовые высоковольтные трубчатые предохранители типа ПСВ, предохранители типа ПТВ к трансформаторам напряжения и добавочные сопротивления к предохранителям для трансформаторов напряжения так же, как и разъединители, изготавливают на двух опорных изоляторах или на одном опор-

Таблица 141

## Технические данные разъединителей РВО и РВТ

Тип	Номинальное напряжение в кВ		Номинальная сила тока в а		Устойчивость при коротком замыкании			Привод
					предельный сквозной ток	5-сек. ток в кА		
					в кА			
Однополюсные								
РВО-22	6	400	44	25,5	14	10,3	Управление шальтштап-гой	
РВО-23	6	600	46	26,5	20	11,0		
РВО-32	10	400	44	25,5	14	10,7		
РВО-33	10	600	46	26,5	20	11,4		
Трёхполюсные								
РВТ-22	6	400	44	25,5	14	39	ПРТ-2М	
РВТ-23	6	600	46	26,5	20	40,5	ПРТ-2М	
РВТ-32	10	400	44	25,5	14	42,5	ПРТ-2М	
РВТ-33	10	600	46	26,5	20	43	ПРТ-2М	

Таблица 142

## Технические данные разъединителей РЛВ

Тип	Номинальное напряжение в кВ	Номинальный ток в а	Предельный сквозной ток в кА		Ток термической устойчивости в течение 10 сек. в кА	Вес в кг
			амплитуда	эффективное значение		
РЛВ-III-6/400	6	400	45	27	10	38,0
РЛВ-III-6/600	6	600	60	35	14,5	39,0
РЛВ-III-10/400	10	400	45	27	10	40,0
РЛВ-III-10/600	10	600	60	35	14,5	41,0

ном и одном проходном изоляторах. Характеристики этих предохранителей приведены в табл. 143 и 144.

Таблица 143

## Характеристики добавочных сопротивлений к предохранителям для трансформаторов напряжения

Тип (номенклатурное обозначение)	Номинальное напряжение в кВ	Сопротивление в Ом	Способ установки	Вес в кг
СДВ-I-6	6	22	На двух опорных изоляторах	10
СДВ-II-III-6	6	22	На одном опорном и одном проходном изоляторах	10
СДВ-IV-6	6	22	На двух проходных изоляторах	10

Таблица 144

## Характеристики предохранителей типов ПСВ и ПТВ

Тип	Номинальное напряжение в кВ	Максимальный отключаемый ток в А	Способ установки	Плавкая вставка	
				тип	номинальный ток в А
ПСВ-I-6	6	1500	На двух опорных изоляторах	ВС	2, 3, 5, 7, 5, 10, 20, 30, 40, 50 и 75
ПСВ-II-III-6	6	1500	На одном опорном и одном проходном изоляторах	ВС	2, 3, 5, 7, 5, 10, 20, 30, 40, 50 и 75
ПСВ-IV-6	6	1500	На двух проходных изоляторах	ВС	2, 3, 5, 7, 5, 10, 20, 30, 40, 50 и 75
ПТВ-I-6	6	500	На двух опорных изоляторах	ППТ	Не нормируется
ПТВ-II-III-6	6	500	На одном опорном и одном проходном изоляторах	ППТ	То же
ПТВ-IV-6	6	500	На двух проходных изоляторах	ППТ	»

Характеристики выпускаемых в настоящее время предохранителей с кварцевым наполнением, силовых типа ПК и предохранителей к трансформаторам напряжения типа ПКТ, применяемых взамен предохранителей ПТВ и сопротивлений СДВ, приведены в табл. 145 и 146.

Таблица 145

## Характеристики силовых предохранителей типа ПК

Тип предохранителя	Номинальное напряжение в кВ	Номинальный ток в А	Наибольший отключаемый ток в кА (эф)	Наименьший отключаемый ток в долях номинального	Наибольшая разрывная мощность (трёхфазная) в МВА
ПК-3/20	3	20	40	Не ограничивается	200
ПК-6/20	6	20	20	То же	200
ПК-10/20	10	20	12	»	200
ПК-3/100	3	100	40	1,3	200
ПК-3/200	3	200	40	1,3	200
ПК-6/100	6	100	20	1,3	200
ПК-10/50	10	50	12	1,3	200

Таблица 146

## Характеристики предохранителей типа ПКТ-10 для трансформаторов напряжения

Тип предохранителя	Номинальное напряжение в кВ	Наибольший отключаемый ток короткого замыкания в кА (эф)	Наибольшая разрывная мощность (трёхфазная) в МВА	Наибольший ток, достигаемый при отключении наибольшего тока короткого замыкания в А
ПКТ-10	3	100	500	160
ПКТ-10	6	85	1000	300
ПКТ-10	10	50	100	500

В вышеприведённых схемах данного раздела используются реле типов ЭН-65/60Д и ЭП-247, характеристики которых указаны в табл. 147.

Реле обоих типов имеют по одному замкнутому и одному разомкнутому контакту.

## Силовые кабели

Расчёт падения и потери напряжения для кабелей СБ и СБС производят аналогично

Таблица 147

## Характеристики реле ЭН-65/60Д (ЭН-526/60Д) и ЭП-247

Тип реле	Номинальное напряжение в В		Потребляемая мощность в ВА	Пределы регулирования и срабатывания		Коэффициент возврата	Разрывная мощность контактов	
	катушки параллельно	катушки последовательно		напряжение в В	время в сек.		постоянный ток в ВА	переменный ток в ВА
ЭН-65/60Д	120 длительно	240 допускаемое	1 при напряжении минимальной установки	15-60	0,15 при $U=1,2 U_{уст}$ 0,02-0,03 при $U=2 U_{уст}$	0,85	50	250
ЭП-247	120	220	15	0,7 $U_{ном}$	0,06-0,07	—	180-400	600



Таблица 148

## Основные электрические характеристики трёхжильных кабелей с медными жилами

Наименование характеристики	Сечение кабеля в мм <sup>2</sup>										
	3×10	3×16	3×25	3×35	3×50	3×70	3×95	3×120	3×150	3×185	3×240
Омическое сопротивление жилы при 15° в ом/км . . . . .	1,75	1,1	0,7	0,5	0,35	0,25	0,18	0,145	0,116	0,0952	0,0733
Ёмкость одной жилы по отношению к двум другим и свинцовой оболочке (С), мкф/км: кабеля на 1 000 в с секторными жилами . . . . .	—	0,33	0,36	0,45	0,63	0,65	0,67	0,68	0,70	0,74	0,85
кабеля на 3 000 в с секторными жилами . . . . .	—	0,215	0,24	0,30	0,35	0,37	0,425	0,45	0,50	0,60	0,65
кабеля на 3 000 в с круглыми жилами . . . . .	—	0,20	0,23	0,25	0,26	0,30	0,32	0,34	0,38	—	—
кабеля на 6 000 в с секторными жилами . . . . .	—	0,19	0,20	0,24	0,28	0,33	0,37	0,40	0,44	0,475	0,52
кабеля на 10 000 в с секторными жилами . . . . .	—	0,15	0,18	0,20	0,21	0,22	0,23	0,27	0,29	0,32	0,37

расчётам для воздушных линий. Для коротких кабельных линий, кроме вышеуказанных расчётов, проводится также проверка выбранного сечения на допустимую плотность тока. При мощных источниках питания кабели проверяют на нагрев токами короткого замыкания.

Во всех случаях необходимо учитывать увеличение активного сопротивления жил при повышении температуры более +15°, для которой обычно даются сопротивления жил в таблицах.

Формула расчёта сопротивления для температуры  $t$ , отличающейся от исходной температуры +15°,

$$R_t = R_{15} [1 + \alpha (t - 15)],$$

где  $R_{15}$  — сопротивление при 15°;  
 $\alpha$  — температурный коэффициент сопротивления.

В табл. 148 даны величины ёмкостей, измеренные постоянным током. Эти величины хорошо согласуются с величинами эффективной ёмкости, измеренными переменным током, при температуре до +40°.

Рабочая ёмкость кабеля  $C_p = 1,23C$ .

Ёмкость двух жил против одной свинцовой оболочки  $C_{11} = 1,53C$ .

Ёмкость всех жил против свинцовой оболочки  $C_{111} = 1,6C$ .

Частичная ёмкость между двумя жилами кабеля  $C_{12} = 0,234C$ .

Выпускаемые в настоящее время кабели имеют ёмкость, мало отличающуюся от указанных величин.

Нагрузки для одиночных кабелей в табл. 149 даны для работы их на постоянном токе.

При прокладке одиночных кабелей в земле, в каналах или трубах нагрузку принимают равной 65% указанных в табл. 149 значений.

В других случаях прокладки кабелей величину нагрузки изменяют в соответствии с коэффициентами, указанными в табл. 150 и 151.

Таблица 149

## Допускаемые расчётные нагрузки для одиночных кабелей с медными жилами, уложенных непосредственно в землю при температуре последней +15°

Номинальное сечение жилы в мм²	Допускаемый ток в кабелях в а					
	одно- жильных 1 кв	двух- жильных 1 кв	трёхжильных с поясной изоляцией			четырёх- жильных 1 кв
			при наибольшей допустимой температуре жилы кабеля			
			до 3 кв	6 кв	10 кв	
	80°	80°	80°	65°	60°	80°
1,5	45	35	30	—	—	—
2,5	60	45	41	—	—	35
4	80	60	55	—	—	50
6	105	80	70	—	—	60
10	140	105	95	80	70	85
16	175	140	120	105	95	115
25	235	185	160	135	120	150
35	285	220	190	160	150	175
50	360	270	235	200	180	215
70	440	325	290	245	215	265
95	520	380	340	295	265	310
120	595	435	390	340	310	350
150	675	500	435	390	355	395
185	755	—	490	440	400	450
240	830	—	570	510	460	—

Таблица 150

## Поправочные коэффициенты к величине нагрузки для кабелей, уложенных рядом в землю или в трубы в земле

Расстояние в свету в мм	Число кабелей					
	1	2	3	4	5	6
100	1,0	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1,0	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1,0	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

Таблица 151

Поправочные коэффициенты к величине нагрузки на температуру почвы

Наибольшая температура жилы в градусах	Температура почвы в градусах									
	-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40
80	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
65	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71
60	1,20	1,15	1,12	1,06	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
50	1,25	1,20	1,14	1,07	1,00	0,93	0,84	0,76	0,66	0,54

Механические характеристики кабелей приведены в табл. 152.

Таблица 152

Механические характеристики трёхжильных кабелей СБС

Сечение жилы в мм <sup>2</sup>	Диаметр по броне в мм	Наружный диаметр в мм	Вес 1 000 м в кг	№ барабана	Нормальная строительная длина в м
10	27,4	30,4	2 761	3	800
16	30,3	34,3	3 372	3	600
25	34,0	38,0	4 161	3	550
35	36,0	40,0	4 763	3	500
50	38,9	42,9	5 570	4	450
70	42,0	46,0	6 639	4	400
95	45,8	49,8	8 085	4	350
120	48,8	52,8	9 353	6	300
150	52,6	56,6	10 794	6	275
185	57,1	61,1	12 672	6	250
240	61,7	65,7	15 035	7	225

Соединение кабелей напряжением до 1 000 в производится в чугунных соединительных муфтах (табл. 153), а кабелей напряжением свыше 1 000 в — в свинцовых муфтах (трубах) со специальными защитными кожухами.

Таблица 153

Типы чугунных соединительных муфт для трёхжильных кабелей

Тип муфты	Сечение жилы кабеля в мм <sup>2</sup>
С-35-М	До 10
С-50-М	16—35
С-65-М	50—95
С-75-М	120—185

В качестве высоковольтных оконечных муфт применяются муфты КТН-6, изготовляемые заводом «Севкабель», и муфты Фирсова.

## Аккумуляторы автоблокировки

Для питания автоблокировки обычно используются кислотные аккумуляторы со свинцовыми пластинами типа АБН-72.

Основные данные аккумуляторов АБН-72 приведены в табл. 154—156.

Таблица 155

Габаритные размеры и вес аккумулятора АБН-72

Число пластин на элемент	Длина	Ширина	Высота, включая зажимы	Вес в кг	
				без электролита	с электролитом
3	207±3	128±3	322±5	10,0±0,5	12,7±0,5

Таблица 156

Габаритные размеры и вес пластины аккумулятора типа АБН-72

Пластины	Размеры без ушков в мм			Вес пластины в сухом состоянии в кг
	длина	ширина	толщина	
Положительные	144±1	145±1	6,5±0,3	0,85±0,05
Средние отрицательные . . . . .	144±1	145±1	5,5±0,3	0,68±0,05
Крайние отрицательные . . . . .	144±1	145±1	4,0±0,3	0,48±0,05

Аккумуляторы АБН-72 применяются со стеклянными банками, в которые при установленных пластинах входит около 2 л электролита.

Кроме аккумуляторов АБН-72 для автоблокировки служат также аккумуляторы АБП-66 и АБП-60.

Характеристики их приведены в табл. 157—159.

Габаритные размеры аккумулятора АБП-66: высота — 374 мм, длина — 219 мм, ширина — 177 мм.

Таблица 154

Электрические характеристики аккумуляторов типа АБН-72

Напряжение в в		Наибольший зарядный ток в а	Разряд в часах								Режим подзаряда — напряжение на элемент в в
в конце заряда	в конце разряда		2		5		12		24		
			сила тока в а	ёмкость в а-ч	сила тока в а	ёмкость в а-ч	сила тока в а	ёмкость в а-ч	сила тока в а	ёмкость в а-ч	
2,6—2,8	1,8	9	20	40	10	50	5	60	3	72	2,1—2,2

Примечание. Ток саморазряда равен 0,05 а.

Примечание. Ток саморазряда равен 0,05 а.

Таблица 157

Электрические характеристики аккумуляторов типа АБП-66

Напряжение одного элемента в в		Наибольший зарядный ток в а	Разряд в часах								Режим подзаряда—напряжение на элемент в в
в конце заряда	в конце разряда		3		5		7,5		10		
			сила тока в а	ёмкость в а-ч	сила тока в а	ёмкость в а-ч	сила тока в а	ёмкость в а-ч	сила тока в а	ёмкость в а-ч	
2,6—2,8	1,8	18	18	54	12	60	8,8	66	7,2	72	2.1—2,2

Таблица 158

Электрические характеристики аккумуляторов типа АБП-60

Номинальное напряжение в в	Заряд		Разряд в часах					
	наибольшая сила тока в а	напряжение в конце заряда в в	50			10		
			сила тока в а	ёмкость в а-ч	напряжение в конце разряда в в	сила тока в а	ёмкость в а-ч	напряжение в конце разряда в в
2,0	6	2,65±0,15	1,5	75	1,8	6	60	1,8

Таблица 160

Характеристики аккумуляторов автоблокировки типа КХНС и EOS

Тип аккумулятора	Размеры элемента в мм			Ёмкость при времени разряда в часах			Вес в кг	
	длина	ширина	высота	8	24	72	элемента без электролита	электролита
КХНС-7	204	119	325	54	70	91	12,2	3,62
КХНС-9	204	119	325	72	93	121	16,7	4,53
КХНС-13	204	177	333	108	139	181	19,9	5,44
КХНС-15	204	214	333	126	162	211	20,8	5,99
EOS-9	273	206	441	160	—	—	—	—

Таблица 159

Габаритные размеры и вес аккумулятора типа АБП-60

Наружные размеры в мм			Вес в кг	
длина	ширина	высота	без электролита	с электролитом
168±1	111±1	228±1	7,0±0,3	8,1±0,3

Аккумуляторы АБП-66 поставляют в деревянных баках, выложенных внутри свинцом. При установленных пластинах в каждый бак входит около 2 л электролита. Ток саморазряда этих аккумуляторов равен 0,06 а.

Аккумуляторы АБП-60 поставляют в банках из пластмассы. Кроме указанных в таблице режимов, аккумуляторы АБП-60 могут быть разряжаемы в пятичасовом режиме и выдерживают кратковременные нагрузки (в течение 5—10 сек.) током до 20 а. При этом желательно, чтобы интервал между толчками нагрузки был не менее 15—20 мин. Саморазряд у аккумуляторов этого типа значительно больше, чем у типов АБН-72 и АБП-66.

В табл. 160 приведены характеристики импортных аккумуляторов, применяемых на некоторых участках автоблокировки.

Аккумуляторы устанавливаются в стеклянных банках и предназначаются для работы в буферном режиме с непрерывным подзарядом.

### Первичные элементы

Для питания устройств автоблокировки применяются медноокисные элементы трёх типов: МОЭ-250, МОЭ-500 и МОЭ-1000.

Основные данные этих элементов приведены в табл. 161.

Таблица 161

Основные данные первичных элементов автоблокировки

Тип элемента	Количество пластин		Напряжение в в	Номинальная ёмкость в а-ч	Номинальная сила тока в а	Высота в мм	Длина в мм	Ширина в мм
	отрицательных	положительных						
МОЭ-1000	5	4	0,65—0,5	1000 600	От 1 до 2 10	456	219	175
МОЭ-500	3	2	0,65—0,5	500 300	1 5	352	179	154
МОЭ-250	2	1	0,65—0,5	250 150	0,5 2,5	350	147	95

Наружные цинковые пластины элементов имеют две индикаторные панели, указывающие при разрушении соответственно 75% и 100% расхода ёмкости элемента.

Отработанные цинковые пластины заменяются новыми, а отработанные медноокисные пластины могут быть восстановлены и вновь поставлены на работу.

Восстановление положительных пластин может производиться несколько раз (в усло-

виях наших дорог имеется опыт восстановления до 4—5 раз). При смене пластин заменяется также и электролит.

Благодаря низкому внутреннему сопротивлению элемента последний может при коротком замыкании отдать ток до 50 а.

Первичные элементы большой ёмкости других типов практического применения на участках автоблокировки Советского Союза пока не имеют.

### ПИТАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ

До последнего времени наиболее широкое распространение на железнодорожной сети Союза имели две системы электрической централизации — механо-электрическая (с ящиком механических зависимостей) и электрозащёлочная.

Как в той, так и в другой системе необходим переменный и постоянный ток. Для питания ртутных и купроксных выпрямителей, рельсовых цепей, ламп табло, светофоров и освещения поста используется переменный ток.

Постоянным током питаются рабочие цепи стрелочных электроприводов и контрольные цепи. Постоянный ток для питания устройств получается от аккумуляторных батарей, заряжаемых при помощи ртутных выпрямителей.

В старых установках механо-электрической централизации применялись напряжения рабочей батареи — 136 в, контрольной — 34 в. Система питания была трёхбатарейной с общим количеством аккумуляторов 204 шт.

Одна батарея из 68 аккумуляторов, соединённых последовательно, питала рабочие цепи. Вторая батарея делилась на четыре группы, соединённые между собой параллельно, и питала контрольные цепи. Свободная третья батарея заряжалась ртутным выпрямителем. Второй ртутный выпрямитель стоял в резерве.

Начиная примерно с 1936 г., применяются напряжения рабочей батареи 160 в, а контрольной — 40 в. При этом используется двухбатарейная система с общим количеством аккумуляторов 160 шт.

При двухбатарейной системе для питания контрольных цепей одна из батарей также делится на 4 группы, соединённые между собой параллельно. Вторая батарея питает рабочие цепи. При заряде батарей контрольные цепи продолжают питаться от одной из них. Вторая батарея с последовательно соединёнными аккумуляторами подключается на заряд к одному ртутному выпрямителю. Второй ртутный выпрямитель во время заряда батарей питает рабочие цепи.

Общая схема питания постоянным током при двухбатарейной системе дана на фиг. 527.

В электрозащёлочной централизации при напряжениях батарей 160 и 12 в последние не меняются местами. Контрольная батарея непрерывно подзаряжается сухими купроксными выпрямителями. Рабочая батарея одна, поэтому при заряде она снимается с питания рабочих цепей стрелок и заряжается ртутным выпрямителем. Рабочие цепи стрелок во время

заряда батареи питаются от второго ртутного выпрямителя. В случае неисправности одного из ртутников заряд батареи производится одновременно с питанием рабочих цепей от исправного ртутника. Общее количество аккумуляторов 86 шт.

Общая схема питания постоянным током при этой системе приведена на фиг. 528.

В устройствах электрической централизации применяют аккумуляторы типа С. Характеристики наиболее часто используемых аккумуляторов этого типа приведены в табл. 162—163.

Таблица 162

Электрические характеристики аккумуляторов типа С

Тип аккумулятора	Режим разряда в часах	Гарантированная разрядная ёмкость аккумуляторов		Наибольшая сила тока в а	
		а-ч	при разряде током в а	заряд	разряд
С-1	3	27	9	9	9
	5	30	6		
	10	36	3,6		
С-2	3	54	18	18	18
	5	60	12		
	10	72	7,2		
С-3	3	81	27	27	27
	5	90	18		
	10	108	10,8		
С-4	3	108	36	36	36
	5	120	24		
	10	144	14,4		
С-5	3	135	45	45	45
	5	150	30		
	10	180	18		
С-6	3	162	54	54	54
	5	180	36		
	10	216	21,6		

Таблица 163

Габаритные размеры одного элемента аккумулятора типа С в мм

Тип аккумулятора	Длина	Ширина	Высота
С-1	80	215	270
С-2	130	215	270
С-3	180	215	270
С-4	215	230	270
С-5	215	230	270
С-6	215	195	480

Аккумуляторы типа С поставляются в стеклянных банках и устанавливаются на стеллажах; размеры их даны в табл. 164.

Типы выпрямительных устройств, ртутных колб и электрические характеристики выпрямителей, применяющихся в электрической централизации, приведены в табл. 165.

Принципиальная схема ртутного выпрямителя типа УРВ-20 изображена на фиг. 529.

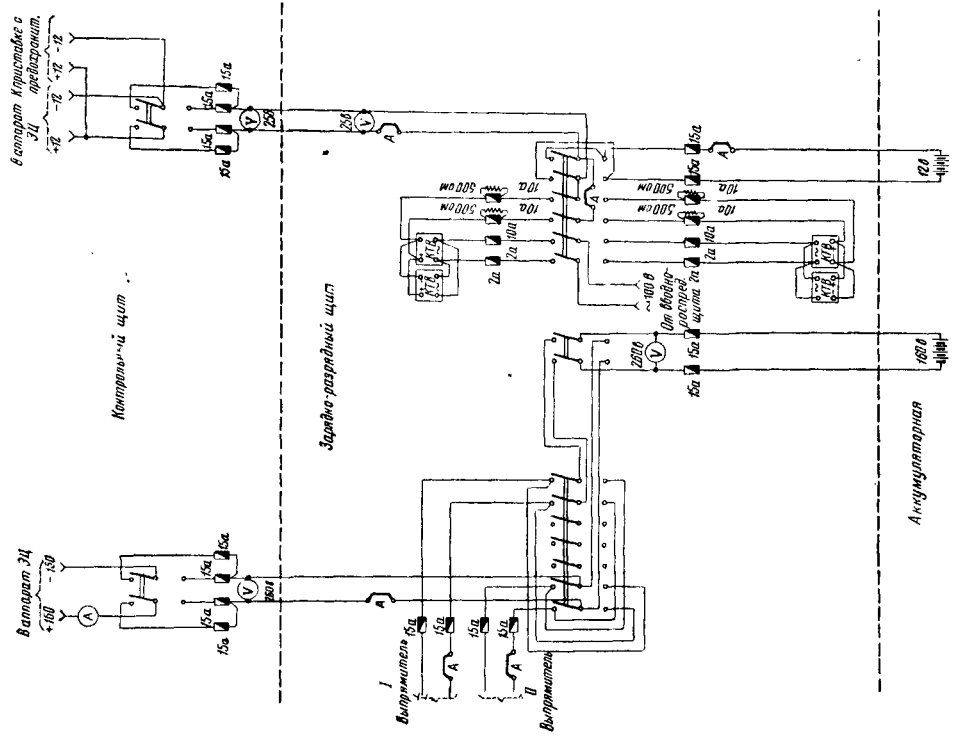
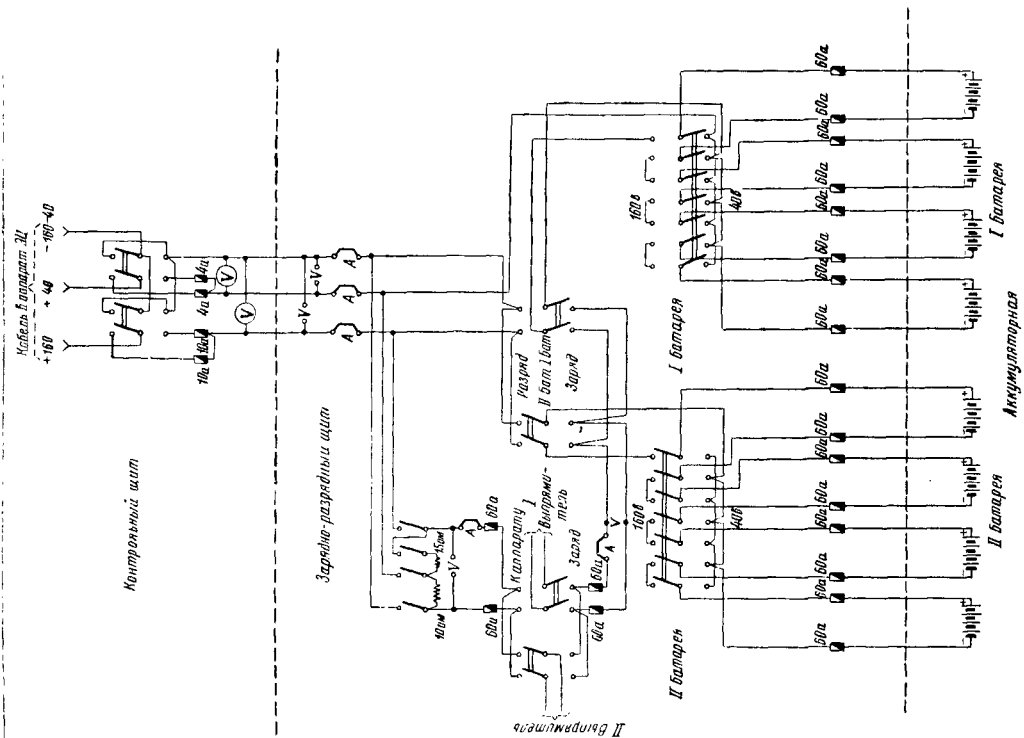


Таблица 164

Габаритные размеры типовых стеллажей для аккумуляторных батарей электрической централизации

Тип стеллажа		Тип бата- рен	Количество элементов на стеллажах	Высота	Длина	Ширина
				в мм		
Одноуров- невый	Двухрядный	C1	80	320	4 500	660
		C2	20	320	3 300	295
		C3	20	320	4 300	295
		C4, C5	20	320	5 660	295
		C1	80	1 250	4 500	630
	Однорядный	C1	80	1 250	2 300	1 100
		C2	80	1 250	3 300	1 100
		C3	80	1 250	4 300	1 100
		C4, C5	80	1 250	5 000	1 100
		C4, C5	64	1 250	4 300	920
Двухуров- невый	Однорядный	C4, C5	32	1 250	4 300	540
		АБН-72	6	1 250	584	630
	»	C1	6	1 250	584	630
		C1	6	1 250	584	630

Выпрямительное устройство типа УРВ-21 для охлаждения колбы имеет вентилятор; в остальном схема его аналогична схеме УРВ-20.

На посты электрической централизации обычно подается переменный ток напряжением 380 или 220 в.

Для получения различных напряжений переменного тока, необходимых для питания устройств при механо-электрической и электрозащелочной централизациях, использовался автотрансформатор типа АОС. Схема этого автотрансформатора приведена на фиг. 530, а электрические данные в табл. 166—168.

В новых установках вместо автотрансформатора АОС применяется трёхфазный трансформатор ТС-20/0,5, схема которого приведена на фиг. 531.

Трансформатор может быть включён в трёхфазную сеть напряжением 380 в. В этом случае напряжение сети подводится к зажимам А, В и С, а зажимы Х, У, Z соединяются накоротко.

Таблица 165

Основные данные ртутных выпрямителей

Тип выпрями- теля	Шифр	Тип ртутной колбы	Приме- няется для батарей	Режим	Переменный ток			Постоянный ток		Примечания
					напряжение в в	сила тока в а	потребле- мая мощ- ность в кка	напряжение в в	сила тока в а и тип ба- тарей	
УРВ-20	6-К27-160	ЗВН-30	До Сз вкл.	Зарядный	380/220	16/28	10,3	160	{ 18-С2 27-С3 7,2-С2 10-С3 20	Начало заряда Конец заряда
				Силовой	380/220	7,4/13	4,9	160		
УРВ-21	6-К45-160	ЗВН-60	С4-С5	Зарядный	380/220	26/45	17,2	160	{ 36-С4 45-С5 14,2-С4 18-С5 40	Начало заряда Конец заряда
				Силовой	380/220	15/26	9,9	160		

Таблица 166

Основные электрические данные  
автотрансформатора АОС

Первичное напряжение 110 в на клеммах А-Х <sub>1</sub>			Первичное напряжение 110 в на клеммах А-Х <sub>1</sub>		
клеммы	вторич- ное на- пряжение в в	мощность в кка	клеммы	вторич- ное на- пряжение в в	мощность в кка
Х-а7	13,75	2,5	Х-а3	68,75	11,5
Х-а6	27,50	6,5	Х-а2	82,50	20,0
Х-а5	41,25	7,0	Х-а1	96,25	20,0
Х-а4	55,00	7,0	Х-а	110,00	20,0

Таблица 167

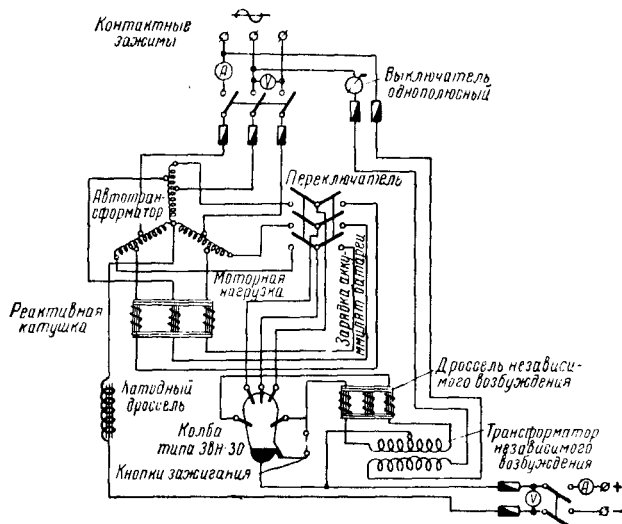
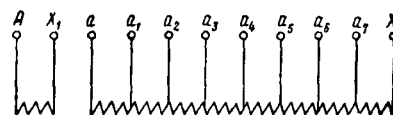
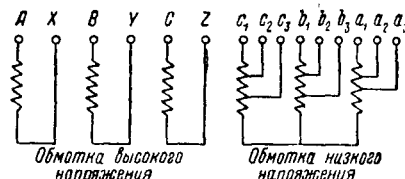
Основные электрические данные  
автотрансформатора АОС

Первичное напряжение 220 в на клеммах А-Х <sub>1</sub> ; соединить клеммы а-Х <sub>1</sub>			Первичное напряжение 220 в на клеммах А-Х <sub>1</sub> ; соединить клеммы а-Х <sub>1</sub>		
клеммы	вторич- ное на- пряжение в в	мощность в кка	клеммы	вторич- ное на- пряжение в в	мощность в кка
Х-а7	13,75	2,5	А-а1	123,75	13,5
Х-а6	27,50	5,5	А-а2	137,50	18,0
Х-а5	41,25	9,0	А-а3	151,25	23,5
Х-а4	55,00	10,5	А-а4	165,00	32,5
Х-а3	68,75	10,5	А-а5	178,75	40,0
Х-а2	82,50	10,5	А-а6	192,50	40,0
Х-а1	96,25	10,5	А-а7	206,25	40,0
Х-а	110,00	10,5			

Таблица 168

Основные электрические данные  
автотрансформатора АОС

Первичное напряжение 110 в — на клеммах А—Х; соединить клеммы А—Х			Первичное напряжение 110 в на клеммах А—Х; соединить клеммы А—Х		
клеммы	вторич- ное на- пряжение в в	мощность в кВа	клеммы	вторич- ное на- пряжение в в	мощность в кВа
X <sub>1</sub> -a7	123,75	25,0	X <sub>1</sub> -a3	178,75	14,0
X <sub>1</sub> -a6	137,50	22,5	X <sub>1</sub> -a2	192,50	12,5
X <sub>1</sub> -a5	151,25	19,5	X <sub>1</sub> -a1	206,25	11,5
X <sub>1</sub> -a4	165,00	16,0	X <sub>1</sub> -a	220,00	10,5

Фиг. 529. Принципиальная схема ртутного выпрямителя  
типа УРВ-20Фиг. 530. Схема автотрансформатора  
АОС

Фиг. 531. Схема трансформатора ТС-20/05

При напряжении сети 220 в напряжение подводится к тем же зажимам А, В и С и в то же время эти зажимы соединяются соответственно: А с Z, В с X, С с Y.

С вторичной обмотки низкого напряжения могут быть сняты три напряжения с каждой из трёх фаз, а именно:

230 в с зажимов  $a_1 - b_1$ ;  $b_1 - c_1$ ;  $c_1 - a_1$ ;

180 в с зажимов  $a_2 - b_2$ ;  $b_2 - c_2$ ;  $c_2 - a_2$ ;

115 в с зажимов  $a_3 - b_3$ ;  $b_3 - c_3$ ;  $c_3 - a_3$ .

При одновременной нагрузке на всех трёх напряжениях суммарный ток нагрузки не должен превышать 50 а.

Основные характеристики  
трансформатора ТС-20/0,5

Ток холостого хода в %	5,7
Потери холостого хода в Вт	230
Потери короткого замыкания (при 75°) в Вт	420
Напряжение короткого замыкания (при 75°) в %	4,3
Сопротивление обмотки ВН А—Х (при 18°С) в Ом	0,027
Сопротивление обмотки НН $a_1 - b_1$ (при 18°С) в Ом	0,0612
Напряжение испытания изоляции обмоток в кВ	5
Сопротивление изоляции между обмотками и корпусом (при 18°С) в мегом	500
Сопротивление изоляции между обмотками (при 18°С) в мегом	500

зается контрольный щит, который устанавливается в аппаратном помещении.

Общая спецификация основного оборудования устройств питания электрической централизации приведена в табл. 169.

Таблица 169  
Основное оборудование устройств питания  
электрической централизации

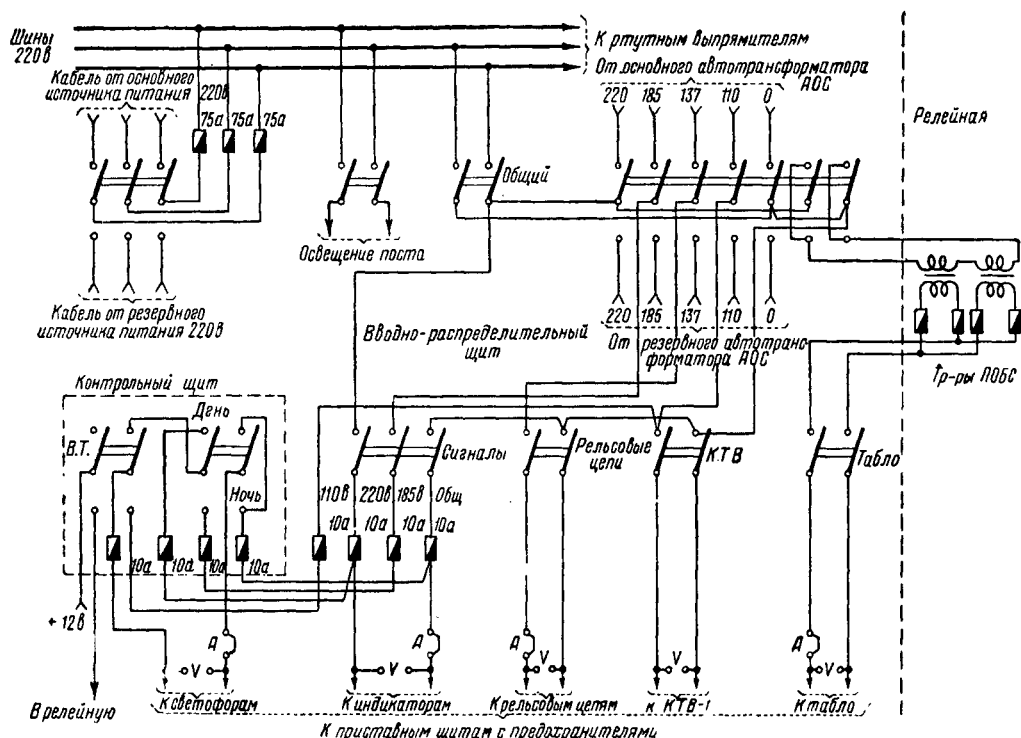
Наименование	Количество
Щит вводно-распределительный	1
» зарядно-разрядный	1
» контрольный	1
Приставка с предохранителями к вводно-распределительному щиту	По потребности
Выпрямитель ртутный	2
Автотрансформатор АОС	2
Батарея из 80 аккумуляторов	2 или 1
» » 6 аккумуляторов	1 при электро-механической системе
Выпрямитель купроксный типа КТВ-1 для подзаряда контрольной 12-вольтовой батареи	По потребности

В настоящее время разработаны новые системы питания устройств электрической

централизации, обеспечивающие по сравнению с прежде применявшимися системами:

- 1) уменьшенные габарита зарядно-разрядных устройств;
- 2) минимальную потребность в аккумуляторах;
- 3) полную изоляцию устройств питания от сети переменного тока;
- 4) облегчение и упрощение обслуживания.

взято 24 в с выводом от 12 в. Для этого используют три батареи по 6 аккумуляторов, из которых две специальным переключателем включены на питание контрольных цепей и подзаряжаются непрерывно от селеновых выпрямителей с напряжением 12 в при 10,8 а, а третья находится в резерве и её можно ремонтировать, заряжать или разряжать на сопротивление.



Фиг. 532. Принципиальная схема питания переменным током. Трансформаторы ПОБС (количество пар в зависимости от мощности, потребляемой табло) применяются для изоляции цепи ламп табло от сети переменного тока

Общая схема питающих устройств для крупных станций дана на фиг. 533, 534, 535, а спецификация оборудования приведена в табл. 170.

Первое и второе из перечисленных требований выполняются при помощи пяти групп батарей для питания рабочих цепей.

Каждая из групп батарей состоит из 20 аккумуляторов и даёт напряжение 40 в. Специальным переключателем четыре группы соединяются последовательно и включаются на питание рабочих цепей. Одновременно эти четыре группы непрерывно подзаряжаются сухим селеновым выпрямителем с напряжением 160 в при силе тока до 2 а. Пятая батарея свободна и может ремонтироваться, разряжаться на сопротивление или заряжаться.

При помощи переключателя все группы поочередно переключают на заряд и работу. Для заряда свободной группы предусмотрен селеновый выпрямитель с напряжением 40 в при 10,8 а. Так как система предусматривает также и питание новейших устройств централизации, напряжение контрольной батареи

Таблица 170  
Основное оборудование новой системы питания устройств электрической централизации крупных станций

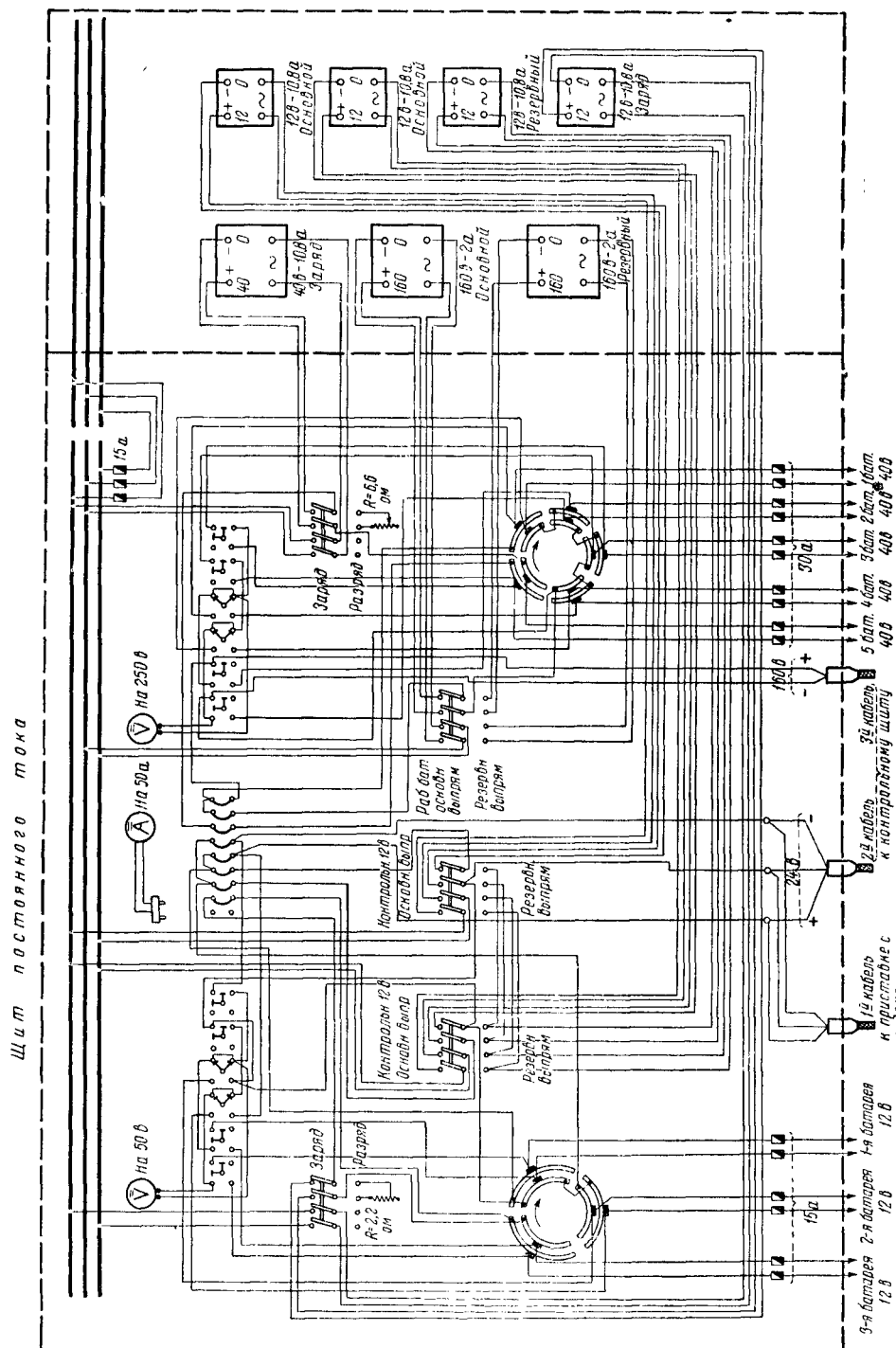
Наименование	Количество
Щит вводно-распределительный переменного тока	1
Щит силовой постоянного тока	1
Щит контрольный	1
Стеллаж для селеновых выпрямителей	1
Приставки с предохранителями к вводно-распределительному щиту <sup>1</sup>	—
Трансформатор изолирующий	2
Батарея из 20 аккумуляторов	5
» из 6 аккумуляторов	3
Выпрямитель селеновый 160 в 2 а	2 <sup>2</sup>
» » 40 в 10,8 а	1
» » 12 в 10,8 а	4 <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Количество по потребности.

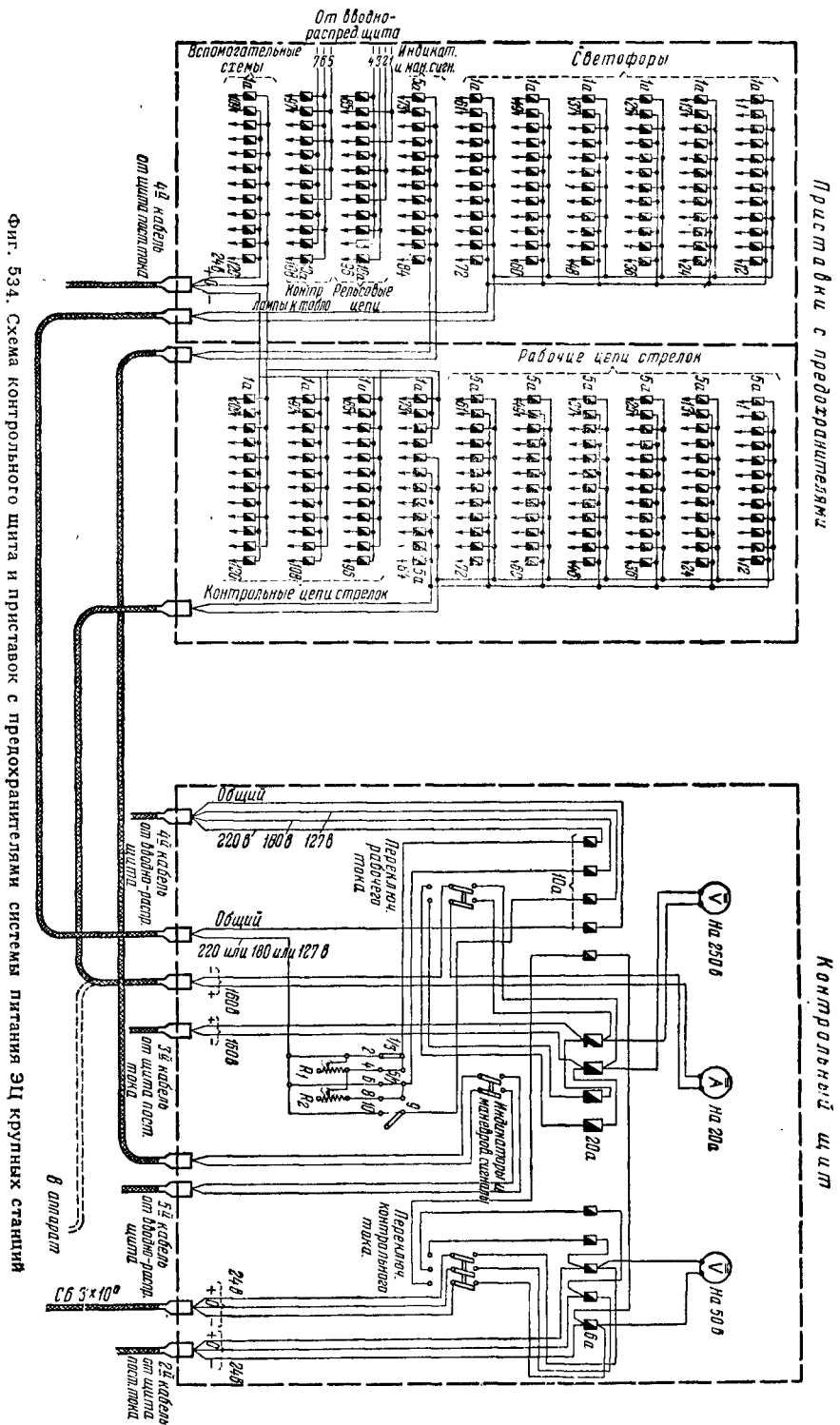
<sup>2</sup> Один—резервный, один—рабочий зарядный.

<sup>3</sup> Один—резервный, один—зарядный, два—рабочих.





Фиг. 533. Схема щита постоянного тока и стеллажа селеновых выпрямителей системы питания ЭЦ крупных станций

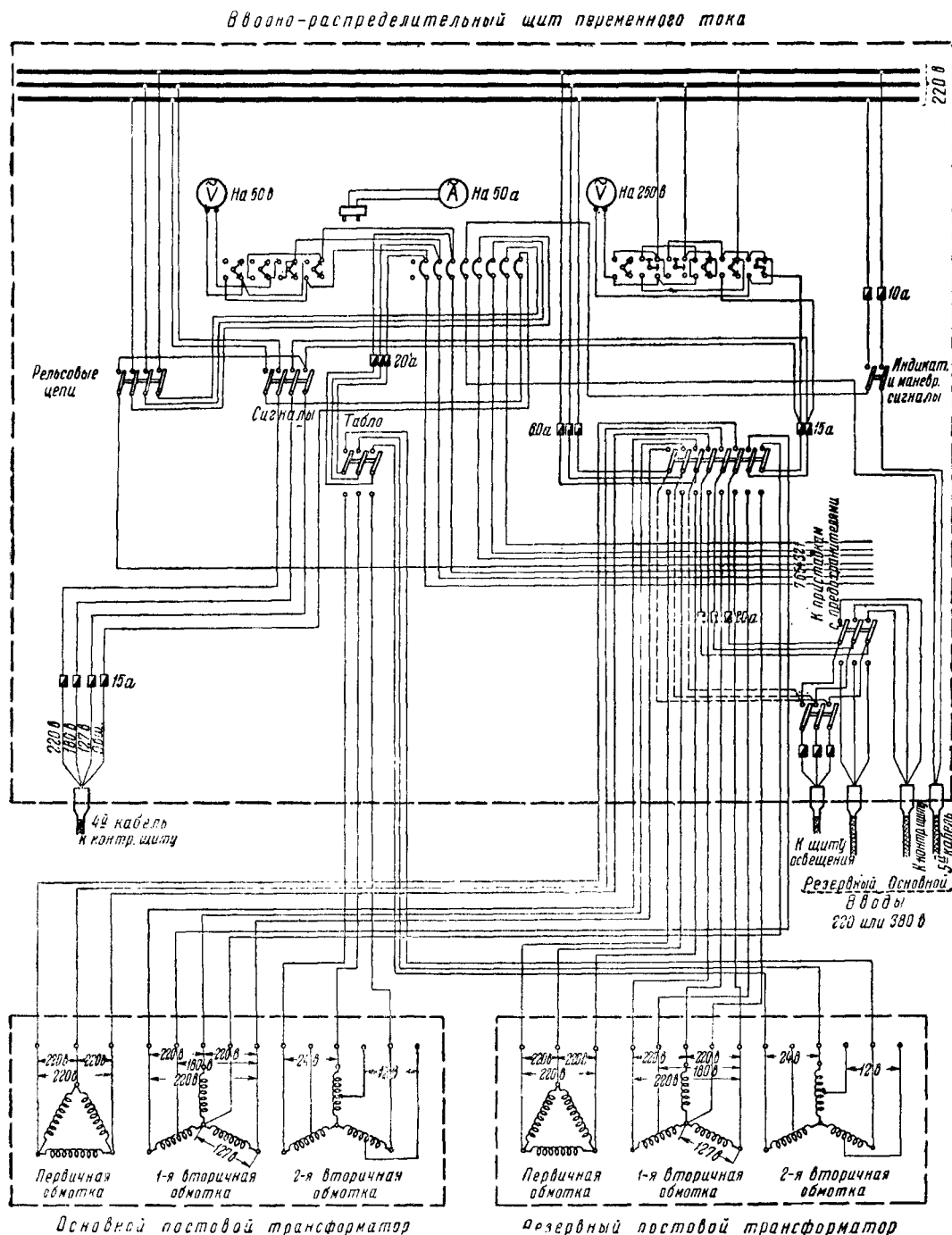


Фиг. 534. Схема контрольного щита и приставок с предохранителями системы питания ЭЦ крупных станций

Общее количество аккумуляторов в этой системе — 118.

Уменьшение габарита зарядно-разрядных устройств и облегчение обслуживания до-

селеновые выпрямители имеют магнитные шунты для регулировки режима подзаряда и дроссели для автоматической регулировки напряжения при заряде батарей.



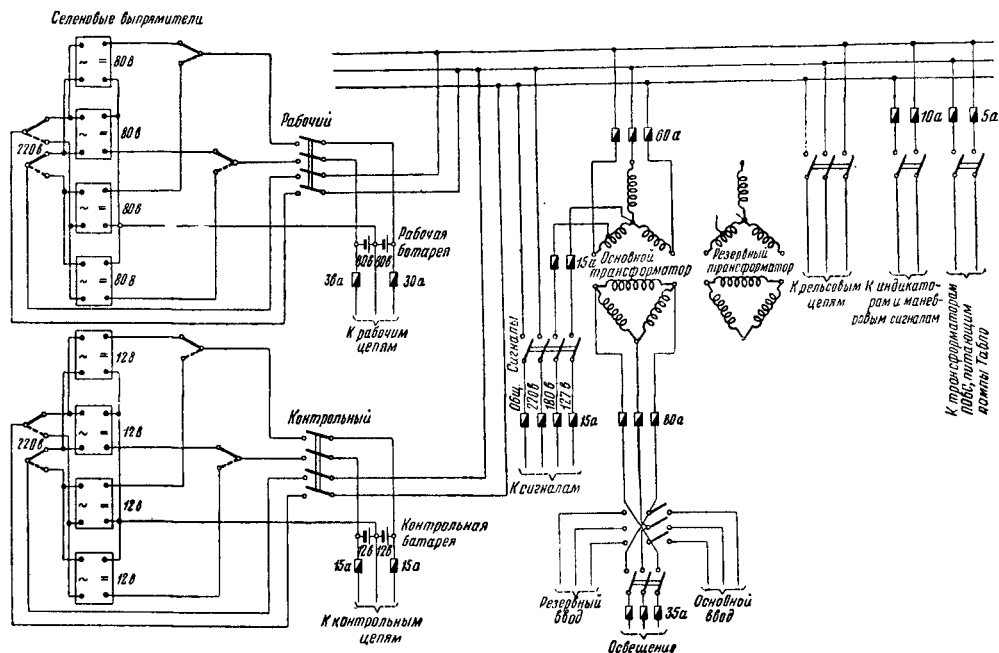
Фиг. 535. Схема вводно-распределительного щита переменного тока системы питания ЭЦ крупных станций

стигается применением для подзаряда и заряда батарей селеновых выпрямителей, конструктивно объединённых на одном стеллаже.

Изоляция от питающей сети достигается применением изолирующего трансформатора вместо автотрансформатора АОС.

В случае применения этой системы при механо-электрической централизации устанавливают только две группы контрольных батарей по 40 в, а при электрозащелочной централизации — две группы по 12 в с соот-

мителями. Число аккумуляторов уменьшено до 92. Схема переключений чрезвычайно проста и габариты устройств питания значительно меньше, чем для описанных выше систем.



Фиг. 536. Буферная система питания устройств электрической централизации средних станций

ветствующими селеновыми выпрямителями. Монтаж щитов при этом незначительно меняется.

Схема питания устройств электрической централизации на средних станциях приведена на фиг. 536.

В этой схеме аккумуляторные батареи работают в буфере с селеновыми выпря-

### ПИТАНИЕ УСТРОЙСТВ СЦБ НА МЕХАНИЗИРОВАННЫХ СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ

Для питания устройств механизированных сортировочных горок переменным током необходимо напряжение 380/220 в (табл. 171). Эта энергия нужна для питания:

Таблица 171

Основное оборудование устройств электроснабжения механизированной сортировочной горки

Наименование	Тип	Количество	Наименование	Тип	Количество
Генератор постоянного тока 230 в, 12 квт . . . . .	ПН-100	1	Амперметр магнитоэлектрический со шкалой:		
Электродвигатель переменного тока 380/220 в, 14,5 квт . . . . .	PRV-108	1	0—50 а . . . . .	ММ	5
Электродвигатель постоянного тока 220 в, 1 квт . . . . .	ПН-5	1	50—0—50 а . . . . .	ММ	1
Однофазный генератор переменного тока (измененный электродвигатель ПН-5) 220 в, 0,57 квт	—	1	Вольтметр электромагнитный со шкалой 0—260 в . . . . .	ЭН	3
Контактор нормально закрытый с гашением . . . . .	КП-23	1	То же магнитоэлектрический со шкалой 0—260 в . . . . .	ММ	2
Реле . . . . .	РЭ-125	2	Вольтметровый переключатель на 4 цепи тока . . . . .	ПВ-3024	2
Автомат обратного тока . . . . .	IR-50a	1	Рубильник с разрывными ножами и рычажным приводом на:		
Шунтовой регулятор с цепным приводом . . . . .	—	1	400 а . . . . .	РП-4323	6
Амперметр электромагнитный со шкалой:			100 а . . . . .	РП-4303	8
0—500 а . . . . .	ЭН	6	То же двухполюсный на 100 а . . . . .	РП-4	6
0—200 а . . . . .	ЭН	3	Предохранитель трубчатый с бакезитовым патроном на 400 а . . . . .	ПР-1	12
0—120 а . . . . .	ЭН	1	на 100 а . . . . .	ПР	24
0—20 а . . . . .	ЭН	6	на 60 а . . . . .	ПР	12
			Изолятор ребристый . . . . .	СШ-0,5	32

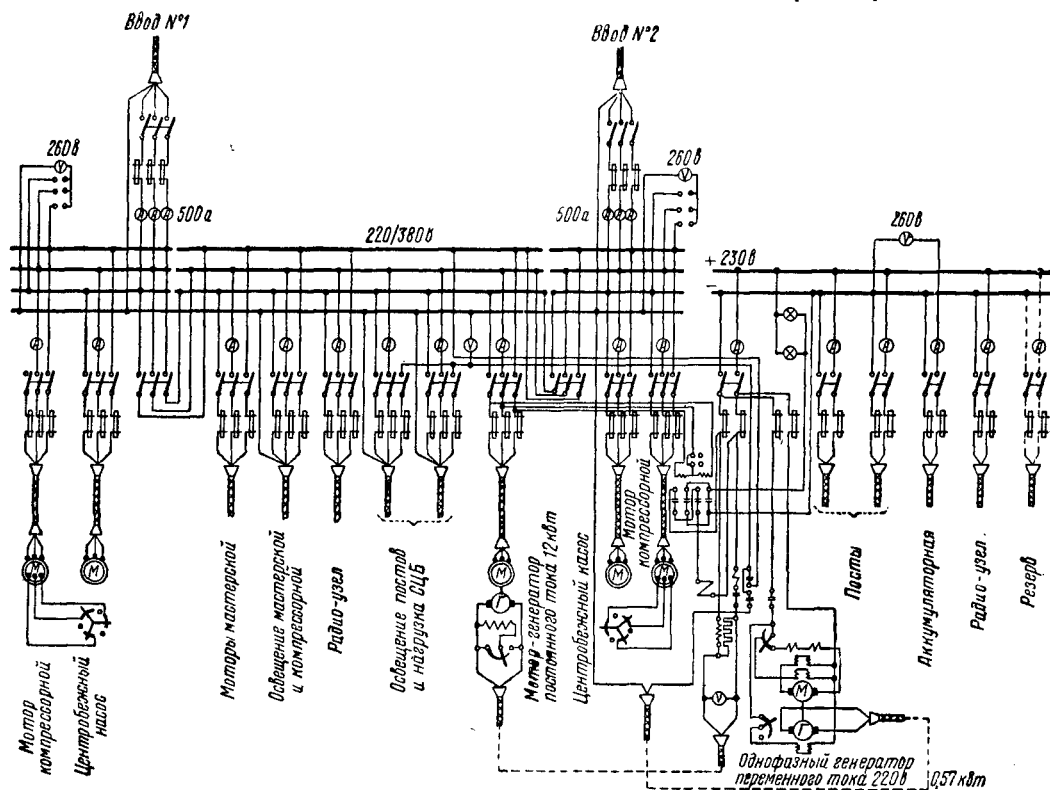
1) моторов, компрессоров и центробежных насосов, 2) устройств СЦБ, 3) радиоузла, 4) освещения постов, компрессорной, 5) мастерских, 6) мотор-генератора для питания устройств постоянным током.

Распределение энергии переменного и постоянного тока производится на пятипанельном щите, схема которого приведена на фиг. 537.

элементы типов ЗС, 6СМВД и БНС-100 (см. табл. 172).

При питании сухими элементами обычно устанавливаются отдельные батареи для каждого вида приборов (электрозаводные предупредительные диски, сцепляющие механизмы, повторители семафоров и т. д.).

В настоящее время наряду с указанными типами элементов широко применяются мед-



Фиг. 537. Схема щита питания устройств механизированной сортировочной горки

Параллельно основному мотор-генератору постоянного тока включается аккумуляторная батарея напряжением 230 в.

Для питания устройств СЦБ, освещения постов и компрессорной в случае прекращения подачи переменного тока предусматривается генератор переменного тока небольшой мощности, приводимый в действие электродвигателем постоянного тока, включаемым на аккумуляторную батарею.

В некоторых случаях устанавливаются два мощных мотор-генератора, при этом аварийное питание не предусматривается.

Наличие аварийного питания переменным током и количество основных мотор-генераторов обуславливаются местными условиями.

#### ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДРУГИХ УСТРОЙСТВ СЦБ

До последнего времени для питания независимо действующей сигнализации, механической централизации и полуавтоматической блокировки применялись сухие первичные

ноокисные первичные элементы типа МОЭ-250 (см. табл. 161). При этих элементах обеспечивается более устойчивая и надёжная работа устройств и имеется возможность благодаря большому разрядному току элементов и их низкому внутреннему сопротивлению производить питание от общих постовых батарей.

Таблица 172

Характеристики первичных элементов ЗС, 6СМВД и БНС-100

Тип элемента	Э.д.с. в в			Напря- жение в в	Ёмкость в в-ч	Высо- та	Длина	Ши- рина	Вес в кг
	начало разряда	конец разряда							
							в мм		
ЗС	1,5	1,44	0,7	30	123	55	55	0,7	
6СМВД	1,4	1,3	0,7	150	178	78	78	1,7	
БНС-100	1,54	1,5	0,7	100	120	150	120	2,5	

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Аксёнов И. Я., Суязов И. Г. Пособие к изучению Правил технической эксплуатации железных дорог СССР. Трансжелдориздат, М., 1951.
2. Алфёров А. А. Автоблокировка с питанием от силовой линии напряжением 500 в. Трансжелдориздат, М., 1951.
3. Борисов А. В. Проектирование полуавтоматической блокировки. Трансжелдориздат, М., 1947.
4. Борисов Д. П., Вахнин М. И., Кормилицин А. Я., Майшев П. В., Перов Н. М. Устройства СЦБ и их использование. Трансжелдориздат, М., 1948.
5. Борисов Д. П. Двухочковая полуавтоматическая блокировка. Трансжелдориздат, М., 1950.
6. Брылеев А. М., Фонарёв Н. М., Шишляков А. В. Кэб-сигнализация с непрерывным автостопом системы ЦНИИ. Трансжелдориздат, М., 1950.
7. Брылеев А. М. Рельсовые цепи. Трансжелдориздат, М., 1939.
8. Брылеев А. М. Реле, трансформаторы, выпрямители СЦБ и их испытание. Трансжелдориздат, М., 1940.
9. Борисов Д. П. Релейная полуавтоматическая блокировка. Трансжелдориздат, М., 1950.
10. Вахин М. И. Устройства СЦБ и их содержание. Перегонные устройства. Трансжелдориздат, М., 1947.
11. Данилов М. П. Точечный индуктивно-резонансный автостоп системы А. А. Танцюра. Трансжелдориздат, М., 1947.
12. Диспетчерская централизация под ред. Орешкина К. Ф. Трансжелдориздат, М., 1938.
13. Жильцов П. Н., Назаров Ф. С. Руководство электромеханику и монтажнику электрической централизации. Трансжелдориздат, М., 1950.
14. Казаков А. А. Автоблокировка и авторегулировка. Трансжелдориздат, М., 1947.
15. Казаков А. А. Электрическая, диспетчерская и горочная централизация. Трансжелдориздат, М., 1945.
16. Леонов А. А. Точечный индуктивно-резонансный автостоп системы А. А. Танцюра. Трансжелдориздат, М., 1950.
17. Моисеев В. Д. Устройства СЦБ и их содержание. Трансжелдориздат, М., 1940.
18. Наталевич Е. Е., Шастин В. А., Борисов А. В. Механическая централизация на железных дорогах СССР. Трансжелдориздат, М., 1950.
19. Наталевич Е. Е. Механическая централизация стрелок и сигналов. Трансжелдориздат, М., 1940.
20. Наталевич Е. Е. Станционная блокировка. Трансжелдориздат, М., 1949.
21. Неугасов Н. М. и др. Проектирование автоблокировки на железнодорожном транспорте. Трансжелдориздат, М., 1941.
22. Рогинский Н. О., Кутьин И. М. Основы кодовой автоблокировки. Трансжелдориздат, М., 1947.
23. Руководство электромеханику и монтажнику независимо действующей сигнализации и жезловой системы. Трансжелдориздат, М., 1946.
24. Руководство электромеханику и монтажнику полуавтоматической блокировки и механической централизации. Трансжелдориздат, М., 1948.
25. Справочник по транспортной связи и СЦБ для электромехаников сигнализации и связи. Под редакцией проф. Рогинского Н. О. Трансжелдориздат, М., 1947—1948.
26. Степанов Н. М. и др. Релейная централизация. Трансжелдориздат, М., 1941.
27. Тишин Г. Д. Кэб-сигнализация с автостопом системы НИИЖТ. Трансжелдориздат, М., 1940.
28. Трегер Д. С. Электрожелезнодорожный аппарат системы Трегера. Трансжелдориздат, М., 1944.

# С В Я З Ь



## ВИДЫ СВЯЗИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ

Все телеграфно-телефонные линии и устройства телефонной и телеграфной связи, имеющиеся на отдельных пунктах, в отделениях, в управлениях железных дорог, а также в Министерстве путей сообщения, образуют в совокупности единую систему транспортной связи. Этот комплекс средств связи используется работниками железнодорожного транспорта для оперативного руководства работой всей сети железных дорог СССР.

Некоторые виды железнодорожной связи предназначены для обеспечения потребностей в связи работников всех служб железнодорожного транспорта, другие — для специальных целей и находятся исключительно в пользовании работников только одной какой-либо службы.

### ОБЩАЯ СЛУЖЕБНАЯ СВЯЗЬ

Линии связи общего служебного пользования связаны друг с другом и образуют в совокупности единую сеть оперативной служебной связи железнодорожного транспорта.

К видам общей служебной связи железнодорожного транспорта относятся:

дальняя магистральная телефонная и телеграфная связи; при помощи этих связей осуществляются сношения между Министерством путей сообщения и управлениями железных дорог, а также между управлениями железных дорог;

дальняя дорожная телефонная и телеграфная связи, служащие для сношений работников управления дороги с отделениями и крупными железнодорожными узлами, а также последних между собой;

постанционная телефонная и телеграфная связи предназначены для сношений промежуточных станций в пределах определённого участка между собой, а также с отделенческими и участковыми станциями, ограничивающими данный участок;

местная телефонная и телеграфная связи, служащие для взаимных служебных сношений между собой работников различных служб, работающих в одном каком-либо пункте (станция, узел, отделение или управление дороги).

В комплекс устройств местной телефонной связи входят:

а) центральная телефонная станция (ЦТС) ручного или автоматического обслуживания (РТС или АТС);

б) установленные у отдельных должностных лиц (так называемых абонентов) телефонные аппараты;

в) сеть из воздушных или кабельных линий, соединяющая абонентские телефонные аппараты с ЦТС.

При центральных телефонных станциях железнодорожного транспорта, как правило, устраивают междугородную телефонную станцию (МТС) или устанавливают отдельные междугородные коммутаторы, через которые абоненты местной центральной телефонной станции могут получать соединение с линиями дальней магистральной или дорожной телефонной связи, а также постанционной телефонной связи и, таким образом, могут осуществлять телефонные переговоры с любыми другими абонентами, находящимися на любой другой железнодорожной станции своей дороги, в управлении дороги или в МПС. Равным образом возможно соединение и со станциями других дорог всей сети железных дорог Советского Союза.

### СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ СВЯЗИ МАГИСТРАЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО ЗНАЧЕНИЯ

Магистральная связь совещаний (МСС) служит для проведения руководством МПС оперативных совещаний с работниками управлений дорог и линейных организаций.

Дорожная связь совещаний (ДСС) предназначена для проведения оперативных совещаний руководящих работников управления дороги с работниками отделений дороги и важнейших станций.

Дорожная диспетчерская связь (ДДС), или связь ДГП, используется при оперативных переговорах дорожного диспетчера дороги с дежурными по отделениям дорог и с дежурными по станциям важнейших станций дороги.

### ВНУТРИОТДЕЛЕНЧЕСКИЕ (УЧАСТКОВЫЕ) СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ СВЯЗИ

Поездная межстанционная связь служит для сношений дежурных по станциям соседних станций между собой по вопросам, связанным с движением поездов. Эта связь может быть как телефонной, так и телеграфной.

При телефонной межстанционной поездной связи на станциях, ограничивающих перегон, устанавливают связанные между собой линией телефонные аппараты. В провода данной связи включение каких-либо других телефонных аппаратов категорически запрещается.

Телеграфная межстанционная связь осуществляется посредством установленных на каждом из отдельных пунктов телеграфных аппаратов Морзе, включенных последовательно в один общий провод.

На участках дорог, оборудованных электрожелезнодорожной системой или путевой полуавтоматической блокировкой, телефонные аппараты, предназначенные для сношений по вопросам движения поездов, включаются в провод этих устройств.

При наличии автоблокировки межстанционная связь осуществляется по специальной двухпроводной цепи.

Поездная диспетчерская телефонная связь используется при разговорах поездного диспетчера с дежурными по станциям, а также для связи с другими раздельными пунктами, входящими в его участок.

Диспетчерская связь энергоснабжения предназначена для сношений энергодиспетчера с дежурными по тяговым подстанциям и с постами контактной сети.

Линейно-путевая телефонная связь служит для переговоров работников службы пути железных дорог по вопросам, касающимся содержания в исправности пути и сооружений.

Связь диспетчера-вагонораспределителя связывает диспетчера-вагонораспределителя с транспортными цехами наиболее важной, с точки зрения объема перевозок, клиентуры — заводами, элеваторами, новостройками и т. п., а также со станционными диспетчерами и ДСП соответствующих железнодорожных станций.

Поездная радиосвязь служит для сношений поездного диспетчера и дежурных по станциям с машинистами поездных локомотивов.

При помощи телеграфной связи информация на подходах к сортировочным станциям осуществляется заблаговременная передача на сортировочную горку сведений, касающихся расположения вагонов в поездах и их сортировки.

### СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ВНУТРИСТАНЦИОННОЙ СВЯЗИ

Стрелочная связь предназначена для сношений дежурного по станции со стрелочными постами.

Сеть стрелочной связи устраивается от-

дельно от других видов связи; в провода стрелочной связи не разрешается включение каких-либо других телефонных аппаратов.

Внутростанционная диспетчерская связь служит для сношений станционного (маневрового) диспетчера со станционными работниками, участвующими в технологическом процессе работы станций (дежурными по паркам, стрелочниками и др.). В некоторых случаях в сеть внутростанционной диспетчерской связи включаются громкоговорители, устанавливаемые на территории станции.

Связь грузового диспетчера, устраивается на станциях с большой грузовой работой и служит для переговоров грузового диспетчера с погрузочно-разгрузочными пунктами и складами, товарной и технической конторой и т. п.

Внутростанционная радиотелефонная связь используется для сношений дежурного по горке с машинистами горочных локомотивов и станционного диспетчера с машинистами маневровых локомотивов.

Горочная оповестительная связь одностороннего действия служит для передачи с верхнего горочного поста работникам, участвующим в сортировке поездных составов, всякого рода распоряжений, а также сведений об отцепах при роспуске составов поездов с горки.

Внутридеповская и внутризаводская телефонные связи предназначены для связи дежурного по депо или заводу с работниками цехов.

Односторонняя громкоговорящая связь на вокзалах и в поездах применяется для оповещения пассажиров о прибывающих и отправляющихся поездах, а также для передачи других сведений, относящихся к организации пассажирских перевозок.

Связь общей радиотелевизионной связи служит для передачи центрального и местного вещания. В комплекс устройств этого вида односторонней связи входят радиотрансляционные узлы и проводные радиотрансляционные сети, а также многочисленные радиоприемники, установленные в путевых будках и казармах, в квартирах железнодорожников, в некоторых служебных помещениях и т. п.

Правила технической эксплуатации железных дорог СССР предусматривают применение следующих временных видов связи:

Связь остановившегося в пути поезда с диспетчером. Для этого пассажирские и другие поезда, перевозящие людей, снабжаются телефонными аппаратами.

При остановке поезда на перегоне главный кондуктор при помощи особого приспособления включает телефонный аппарат в цепь диспетчерской связи.

Связь восстановительных поездов, находящихся на перегонах, с диспетчером и со смежными станциями. Для этого может быть использована как телефонная, так и телеграфная связь.

Связь руководителя работ при восстановлении и ремонте различных железнодорожных устройств и сооруже-



ний с диспетчером на всё время производства работ. Такая связь может быть осуществлена при помощи переносных телефонных аппаратов, включаемых в цепь диспетчерской связи.

Телефонная связь руководителей работ с сигнальщиками, поставленными у сигналов, ограждающих место работ, при производстве путевых работ развёрнутым фронтом.

Все перечисленные выше специальные виды связи образуют замкнутые сети, не связанные с сетью общей служебной связи железнодорожного транспорта. Исключение составляют линейно-путевая и внутризаводские связи, с которых, в некоторых случаях, имеется возможность выхода на сеть общей служебной связи.

## ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ПО ПРОВОДАМ

### ОДНОРОДНЫЕ И НЕОДНОРОДНЫЕ ЛИНИИ СВЯЗИ

Для передачи сигналов связи на железнодорожном транспорте в настоящее время используют воздушные и кабельные линии. На воздушных линиях применяют провода из цветного металла (твёрдотянутые медные и биметаллические) и стальные. Используемые для дальней связи медные провода, имеют диаметр 3,0—4,0 мм. Биметаллические провода, как правило, имеют диаметр 4 мм с номинальной толщиной медной оболочки  $\Delta = 0,4$  мм. Стальные провода, служащие для дальней телефонной и телеграфной связи, а также для всех видов телефонной избирательной связи, имеют диаметр 4 и 5 мм.

Кабели для дальней связи применяют преимущественно четырёхжильного типа с медными жилами диаметром 0,9—1,4 мм и с кордельно-бумажной или кордельно-стирофлексной изоляцией.

На сетях местной телефонной связи применяют преимущественно воздушные стальные провода диаметром 3 мм и кабели с медными жилами диаметром 0,5 и 0,7 мм с воздушно-бумажной изоляцией.

Линия электрической связи называется однородной, если её электрические свойства (активное сопротивление, индуктивность, ёмкость и проводимость изоляции) одинаковы на всём протяжении её длины.

Если линия состоит из нескольких участков однородных линий различного типа, то её называют неоднородной.

Процессы распространения электромагнитных волн вдоль однородной линии вполне определяются её волновыми параметрами — волновым сопротивлением  $Z$  и постоянной распространения:

$$\gamma = \beta + j\alpha,$$

где  $\beta$  — постоянная затухания;

$\alpha$  — фазовая постоянная.

По мере продвижения электромагнитной волны по линии амплитуды напряжения и тока постепенно уменьшаются по закону  $e^{-\beta x}$ , где  $x$  — расстояние от начала линии; одновременно с этим изменяются фазы напряжения и тока на величину, равную  $\alpha x$ . В каждой точке однородной линии распространяющаяся по ней электромагнитная волна встречает одно и то же сопротивление, называемое волновым, которое численно равно отношению напряжения к току волны.

Если электромагнитная волна, двигающаяся в направлении от начала линии к

её концу и называемая падающей волной, достигает конца, нагруженного на сопротивление, равное волновому, то линия полностью поглощается нагрузкой. Если же сопротивление нагрузки не равно волновому сопротивлению, то происходит отражение электромагнитной волны от нагрузки и в этом случае в линии возникает отражённая волна, которая распространяется по направлению к началу линии, где вновь может отразиться.

При наличии несогласованных с волновым сопротивлением линии нагрузок напряжение и ток в каждой точке линии представляют результат сложения всех падающих и всех отражённых волн напряжения и соответственно тока. В этом случае отношение результирующих значений напряжения и тока, действующих в начале линии, представит величину входного сопротивления линии. Входное сопротивление отличается от волнового сопротивления и может иметь различные значения, зависящие от сопротивления нагрузки линии, от её длины и от частоты тока.

При наличии несогласованных нагрузок потери мощности определяются не только собственным затуханием  $\beta l$  линии, но и потерями мощности вследствие отражения от нагрузок. Полные потери мощности определяются в таком случае величиной рабочего затухания.

Входное сопротивление и рабочее затухание представляют рабочие параметры линии.

Определения волновых и рабочих параметров линии даны в табл. 1.

Практически всегда следует стремиться нагружать линию на сопротивления, равные её волновому сопротивлению. В этом случае потери мощности будут определяться только величиной  $\beta l$ , а входное сопротивление линии будет равно волновому сопротивлению. В случае, когда нагрузка линии отличается от её волнового сопротивления, для приведения величины сопротивления нагрузки к величине волнового сопротивления применяют согласовывающие устройства в виде трансформаторов и автотрансформаторов.

Основные уравнения для однородной и неоднородной линий и их частные случаи указаны в табл. 2 и 3.

Точные и приближённые формулы для волновых параметров линий даны в табл. 4—6.

В табл. 7 приведены формулы гиперболических функций от комплексной переменной и в табл. 8 — формулы для расчёта рабочих параметров однородной линии.

Таблица 1

## Определения волновых и рабочих параметров линии

Наименование величин	Физический смысл определяемой величины	Определение	Единица измерения
<b>Волновые параметры</b>			
Постоянная распространения $\gamma$	Комплексная величина, характеризующая явление затухания и определяющая сдвиг фаз при распространении вдоль линии электромагнитной волны	$\gamma = \frac{1}{2l} \ln \frac{U_1 I_1}{U_2 I_2}$ , где $U_1, I_1$ и $U_2, I_2$ — значения напряжений и токов на входе и выходе линии, нагруженной на сопротивление, равные её волновому сопротивлению; $l$ — длина линии в км	—
Постоянная затухания $\beta$	Величина, характеризующая явление затухания напряжения и тока при распространении электромагнитной волны вдоль линии длиной 1 км	Действительная составляющая коэффициента распространения $\gamma$	неп/км
Фазовая постоянная $\alpha$	Величина, определяющая сдвиг фаз между векторами напряжения или тока при распространении электромагнитной волны вдоль линии длиной 1 км	Мнимая составляющая коэффициента распространения $\gamma$	рад/км
Собственное затухание линии $\beta_l$	Величина, характеризующая явление затухания напряжения и тока при распространении электромагнитной волны вдоль линии длиной 1 км	$\beta_l = \frac{1}{2} \ln \left  \frac{U_1 I_1}{U_2 I_2} \right $ , где $U_1, I_1$ и $U_2, I_2$ имеют значения, указанные ранее, и определяются при нагрузке линии на сопротивление, равные её волновому сопротивлению	неп
Волновое сопротивление $Z$	Сопротивление, которое встречает падающая или отражённая электромагнитная волна при своём распространении в каждой точке однородной линии	Отношение между напряжением и током падающей или отражённой электромагнитной волны или значение входного сопротивления бесконечно длинной линии	Абсолютное значение измеряется в омах, а угол — в градусах
<b>Рабочие параметры</b>			
Рабочее затухание $b_p$	Величина, учитывающая потери мощности при передаче по линии, нагруженной на несогласованные сопротивления	$b_p = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2}$ , где $P_1$ — кажущаяся мощность, отдаваемая генератором, включённым в начале линии, согласованному с ним сопротивлению нагрузки, и $P_2$ — кажущаяся мощность, фактически полученная приёмником через линию от того же генератора	неп
Входное сопротивление $Z_{\text{вх}}$	Сопротивление, измеренное в начале линии при нагрузке удалённого конца её на любое сопротивление	Отношение между результирующими значениями напряжения и тока в начале линии при нагрузке её на удалённом конце на любое сопротивление	Абсолютное значение измеряется в омах, а угол — в градусах

Основные уравнения линии

Таблица 2

Тип линии	Схема линии и обозначения напряжений и токов	Уравнения линии	Значения коэффициентов уравнений	Значения величин
Однородная		$U_1 = AU_2 + BI_2$ $I_1 = CU_2 + AI_2$ $\Delta = A^2 - BC = 1$	$A = \text{ch } \gamma l$ $B = Z \text{sh } \gamma l$ $C = \frac{1}{Z} \text{sh } \gamma l$	$\gamma = \beta + j\alpha$ — постоянная распространения $\beta$ — постоянная затухания в nep/км; $\alpha$ — фазовая постоянная в рад/км; $Z$ — волновое сопротивление (модуль $Z$ измеряется в омах)
Неоднородная		<p>Передача слева направо</p> $U_1 = A_1 U_2 + B I_2$ $I_1 = C U_2 + A_2 I_2$ <p>Передача справа налево</p> $U_2 = A_2 U_1 + B I_1'$ $I_2' = C U_1 + A_1 I_1'$ $\Delta = A_1 A_2 - BC = 1$	$A_1 = A' A'' + B' C'' =$ $= \text{ch } \gamma_1 l_1 \text{ch } \gamma_2 l_2 +$ $+ \frac{Z_1}{Z_2} \text{sh } \gamma_1 l_1 \text{sh } \gamma_2 l_2$ $A_2 = A' A'' + B' C'' =$ $= \text{ch } \gamma_1 l_1 \text{ch } \gamma_2 l_2 +$ $+ \frac{Z_2}{Z_1} \text{sh } \gamma_1 l_1 \text{sh } \gamma_2 l_2$ $B = A' B' + A' B'' =$ $= Z_1 \text{sh } \gamma_1 l_1 \text{ch } \gamma_2 l_2 +$ $+ Z_2 \text{sh } \gamma_2 l_2 \text{ch } \gamma_1 l_1$ $C = C' A'' + A' C'' =$ $= \frac{1}{Z_1} \text{sh } \gamma_1 l_1 \text{ch } \gamma_2 l_2 +$ $+ \frac{1}{Z_2} \text{sh } \gamma_2 l_2 \text{ch } \gamma_1 l_1$	$\gamma = \beta + j\alpha$ — постоянная распространения $\beta$ — постоянная затухания в nep/км; $\alpha$ — фазовая постоянная в рад/км; $Z$ — волновое сопротивление (модуль $Z$ измеряется в омах)

Частные случаи уравнений однородной линии

Таблица 3

Условия работы линии	Схема линии и обозначения напряжений и токов	Уравнения линии
Линия нагружена на согласованные сопротивления		$U_1 = U_2 e^{\gamma l}$ $I_1 = I_2 e^{\gamma l}$
Линия в режиме холостого хода		$U_1 = AU_2 = U_2 \text{ch } \gamma l$ $I_1 = CU_2 = \frac{U_2}{Z} \text{sh } \gamma l$
Линия в режиме короткого замыкания		$U_1 = BI_2 = Z I_2 \text{sh } \gamma l$ $I_1 = AI_2 = I_2 \text{ch } \gamma l$

Таблица 4

Формулы для определения длины волны и скорости распространения по однородной линии

Наименование величины	Расчётная формула	Значения величин
Длина волны	$\lambda = \frac{2\pi}{\alpha}$ км	$\alpha$ — фазовая постоянная
Скорость распространения	$v = \frac{\omega}{\alpha}$ км/сек	$\omega = 2\pi f$ , где $f$ — частота в гц

Таблица 5

Точные формулы для волновых параметров однородной линии

Наименование параметра	Расчётная формула	Значения величин
Волновое сопротивление	$Z = \sqrt{\frac{R+j\omega L}{G+j\omega C}} =$ $= \sqrt{\frac{R^2 + \omega^2 L^2}{G^2 + \omega^2 C^2}} e^{-j \frac{\varepsilon - \delta}{2}}$	$R$ —активное сопротивление линии в ом/км; $L$ —индуктивность линии в гн/км; $C$ —ёмкость линии в ф/км; $G$ —проводимость изоляции линии в сим/км; $\omega = 2\pi f$ , где $f$ —частота в гц;
Постоянная распространения	$\gamma = \beta + j\alpha = \sqrt{(R+j\omega L)(G+j\omega C)}$	$j = \sqrt{-1}$
Постоянная затухания	$\beta = \sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2)} \sin \frac{\varepsilon + \delta}{2}$	
Фазовая постоянная	$\alpha = \sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2)} \cos \frac{\varepsilon + \delta}{2}$	
В формулах $\varepsilon = \arctg \frac{R}{\omega L}$ и $\delta = \arctg \frac{G}{\omega C}$		

Таблица 6

Приближённые формулы для волновых параметров однородной линии

Условия приближения	Наименование параметра	Расчётная формула	Область применения
$R \ll \omega L$ и $G \ll \omega C$	Волновое сопротивление  Постоянная затухания  Фазовая постоянная	$Z = \sqrt{\frac{L}{C}} e^{-j \frac{\varepsilon - \delta}{2}}$ Значения $\varepsilon$ и $\delta$ см. в табл. 5 $\beta = \frac{R}{2Z} + \frac{GZ}{2}$ $\alpha = \omega \sqrt{LC}$	Пригодны для расчёта волновых параметров: а) воздушных цветных линий в полосе тональных и высоких частот; б) воздушных стальных и кабельных линий в полосе высоких частот
$R \approx \omega L$ и $G \approx \omega C$	Волновое сопротивление  Постоянная затухания  Фазовая постоянная	$Z = \sqrt{\frac{R}{\omega C}} e^{-j45^\circ}$ $\beta = \sqrt{\frac{\omega C R}{2}}$ $\alpha = \sqrt{\frac{\omega C R}{2}}$	Пригодны для расчёта волновых параметров однородных кабельных линий в полосе тональных частот

Таблица 7

Формулы гиперболических функций, полезные при электрических расчётах

Определяемая величина	Расчётная формула	Значения величин
Гиперболический синус	$\operatorname{sh} \gamma l = \sqrt{\frac{1}{2} [\operatorname{ch} 2\beta l - \cos 2\alpha l]} e^{j\varphi_1}$	$\gamma = \beta + j\alpha$ — коэффициент распространения; $l$ —длина линии в км
Гиперболический косинус	$\operatorname{tg} \varphi_1 = \operatorname{cth} \beta l \operatorname{tg} \alpha l$ $\operatorname{ch} \gamma l = \sqrt{\frac{1}{2} [\operatorname{ch} 2\beta l + \cos 2\alpha l]} e^{j\varphi_2}$ $\operatorname{tg} \varphi_2 = \operatorname{th} \beta l \operatorname{tg} \alpha l$	
Гиперболический тангенс	$\operatorname{th} \gamma l = \sqrt{\frac{\operatorname{ch} 2\beta l - \cos 2\alpha l}{\operatorname{ch} 2\beta l + \cos 2\alpha l}} e^{j\varphi}$ $\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} (\varphi_1 - \varphi_2) = \frac{\sin 2\alpha l}{\operatorname{sh} 2\beta l}$	
	или	
	$\operatorname{th} \gamma l = \operatorname{th} (\beta \pm j\alpha) l = \frac{\operatorname{sh} 2\beta l \pm j \sin 2\alpha l}{\operatorname{ch} 2\beta l + \cos 2\alpha l}$	

Таблица 8

## Формулы для определения рабочих параметров однородной линии

Наименование параметра	Расчётная формула	Значения величин
Входное сопротивление	$Z_{\text{вх}} = Z_{\infty} \frac{R_H + Z_0}{R_H + Z_{\infty}} =$ $= Z \frac{R_H \operatorname{ch} \gamma l + Z \operatorname{sh} \gamma l}{Z \operatorname{ch} \gamma l + R_H \operatorname{sh} \gamma l} =$ $= Z \operatorname{th} (\gamma l + \varepsilon)$	$R_H$ — сопротивление нагрузки линии; $Z_0 = Z \operatorname{th} \gamma l$ — входное сопротивление линии в режиме короткого замыкания; $Z_{\infty} = Z \operatorname{cth} \gamma l$ — входное сопротивление линии в режиме холостого хода; $\gamma$ — постоянная распространения; $\varepsilon = \operatorname{arth} \frac{R_H}{Z} = \frac{1}{2} \ln \frac{Z + R_H}{Z - R_H}$ $Z$ — волновое сопротивление; $l$ — длина линии в км;
Рабочее затухание	$b_p = \beta l + \ln \left  \frac{R_{H1} + Z}{2 \sqrt{R_{H1} Z}} \right  +$ $+ \ln \left  \frac{R_{H2} + Z}{2 \sqrt{R_{H2} Z}} \right  +$ $+ \ln \left  1 - \frac{R_{H1} - Z}{R_{H1} + Z} \cdot \frac{R_{H2} - Z}{R_{H2} + Z} \right  e^{-2\gamma l}$	$\beta$ — постоянная затухания; $\gamma$ — постоянная распространения; $Z$ — волновое сопротивление; $R_{H1}$ — сопротивление нагрузки на передающем конце линии; $R_{H2}$ — сопротивление нагрузки на приёмном конце линии; $l$ — длина линии в км

## ПАРАМЕТРЫ ОДНОРОДНЫХ ЛИНИЙ

Значения первичных и вторичных параметров воздушных и кабельных линий связи приведены в табл. 9—20.

Зависимость вторичных параметров  $\beta$  и  $\alpha$  линии от частоты обуславливает частотные или амплитудные и соответственно фазовые искажения, вносимые линией в передачу сигналов. Частотные искажения на длинных

линиях с усилителями устраняются путём придания кривым усиления усилителей формы, подобной форме кривой затухания линии, и путём применения амплитудных выравнивателей. Фазовые искажения устраняются путём включения в линию фазовых выравнивателей.

Основные технические требования, предъявляемые к воздушным линиям связи, указаны в табл. 21.

Таблица 9

Активное сопротивление и сопротивление изоляции постоянному току двухпроводных линий в кабелях с воздушно-бумажной изоляцией при  $t = 20^\circ\text{C}$

Наименование параметров	Диаметр жил кабеля в мм							Примечание
	0,5	0,7	0,8	0,9	1,2	1,4	1,8	
Активное сопротивление в ом/км . . .	184,0	92,5	69,8	54,6	30,8	22,6	13,7	Кабели с жилами диаметром 0,5 и 0,7 мм с парной скруткой
Сопротивление изоляции в мгом·км	Не ниже 100		Не ниже 5 000					Кабели с жилами диаметром 0,8 и более миллиметров с четырёхпроводной скруткой

Таблица 10

## Сопротивление изоляции воздушных линий в мегамах на 1 км

Число опор на 1 км линии	Сопротивление изоляции				Число опор на 1 км линии	Сопротивление изоляции			
	провода по отноше- нию к земле		между проводами			провода по отноше- нию к земле		между проводами	
	при сухой погоде	при дожде и тумане	при сухой погоде	при дожде и тумане		при сухой погоде	при дожде и тумане	при сухой погоде	при дожде и тумане
16	30—150	1,5—2,0	60—300	3,0—4,0	25	20—100	1,0—1,2	40—200	2,0—2,4
20	25—125	1,2—1,5	50—250	2,4—3,0	30	17—80	0,8—1,0	35—160	1,6—2,0

Таблица 11

## Сопротивление проводов постоянному току в ом на 1 км

Темпера- тура в °С	Провода стальные — диаметр в мм						Провода медные — диаметр в мм				Провода биметал- лические d=4 мм с толщиной мед- ной оболочки Δ=0,4 мм	
	3		4		5		3		4			
	Состояние проводов											
	хорошее	удовлет- воритель- ное	хорошее	удовлет- воритель- ное	хорошее	удовлет- воритель- ное	хорошее	удовлет- воритель- ное	хорошее	удовлет- воритель- ное	хорошее	удовлет- воритель- ное
+30	20,4	22,4	11,5	12,6	7,35	8,10	2,62	2,75	1,48	1,55	3,35	3,58
+20	19,5	21,5	11,0	12,1	7,04	7,74	2,52	2,65	1,42	1,49	3,32	3,45
+10	18,7	20,5	10,5	11,6	6,72	7,40	2,42	2,54	1,37	1,43	3,09	3,31
0	17,8	19,5	10,0	11,0	6,39	7,03	2,32	2,44	1,31	1,37	2,96	3,17
-10	16,9	18,6	9,5	10,5	6,08	6,70	2,22	2,33	1,25	1,31	2,82	3,02
-20	16,0	17,6	9,0	9,9	5,76	6,34	2,12	2,23	1,20	1,26	2,69	2,88
-30	15,1	16,6	8,5	9,4	5,44	6,00	2,03	2,13	1,14	1,20	2,56	2,74

Таблица 12

## Параметры медных воздушных линий с проводами диаметром 4 мм

Частота в кГц	Постоянная затухания $\beta$ в мнп/км						Фазовая постоянная $\alpha$ в мрад/км	Волновое сопротивление $Z e^{j^2 z}$			
	$a=20$ см			$a=60$ см				$a=20$ см		$a=60$ см	
	лето, сыро $t=20^{\circ}\text{C}$	изморозь $\Theta=5$ мм, $t=-10^{\circ}\text{C}$	гололёд $\Theta=5$ мм, $t=-2^{\circ}\text{C}$	лето, сыро $t=20^{\circ}\text{C}$	изморозь $\Theta=5$ мм, $t=-10^{\circ}\text{C}$	гололёд $\Theta=5$ мм, $t=-2^{\circ}\text{C}$		Z в ом	$\varphi_z^{\circ}$	Z в ом	$\varphi_z^{\circ}$
5	3,86	3,36	4,47	3,33	2,72	3,64	110	550	$-1^{\circ}31'$	677	0
10	5,37	4,85	6,93	4,41	3,92	5,67	221	548	$-0^{\circ}58'$	674	0
20	7,63	7,78	13,50	6,71	6,31	10,51	441	545	$-0^{\circ}36'$	672	0
30	9,59	10,90	21,00	8,66	8,86	16,75	661	544	$-0^{\circ}27'$	670	0
40	11,30	14,40	30,35	10,40	11,70	23,80	881	543	$-0^{\circ}23'$	669	0
50	12,80	18,20	41,18	11,90	14,70	32,20	1 000	543	0	663	0
60	14,40	22,00	52,22	13,50	17,70	40,95	1 321	543	0	668	0
80	17,30	29,20	75,70	16,30	23,70	58,85	1 760	543	0	667	0
100	20,00	36,00	99,20	19,00	28,70	77,40	2 210	543	0	667	0
120	22,50	42,40	120,10	21,70	33,60	93,40	2 590	542	0	667	0
140	24,90	46,90	137,00	24,30	37,80	107,70	3 020	542	0	667	0
150	26,20	43,90	145,00	25,60	39,60	115,20	3 240	542	0	667	0

П р и м е ч а н и е.  $a$ —расстояние между осями проводов;  $\Theta$ —толщина слоя отложения.

Примечание. a—расстояние между осями проводов; Θ—толщина слоя отложения.

Таблица 13

Параметры медных воздушных линий с проводами диаметром 3 мм

Частота в кГц	Постоянная затухания $\beta$ в мнп/км						Фазовая постоянная $\alpha$ в мрд/км	Волновое сопротивление $Z_e J^2 z$			
	$a=20$ см			$a=60$ см				$a=20$ см		$a=60$ см	
	лето, сыро $t=20^\circ\text{C}$	изморозь $\Theta=5$ мм, $t=-10^\circ\text{C}$	гололёд $\Theta=5$ мм, $t=-2^\circ\text{C}$	лето, сыро $t=20^\circ\text{C}$	изморозь $\Theta=5$ мм, $t=-10^\circ\text{C}$	гололёд $\Theta=5$ мм, $t=-2^\circ\text{C}$		$Z$ в ом	$\varphi_z$	$Z$ в ом	$\varphi_z$
5	5,31	4,72	6,05	4,55	3,82	4,94	110	586	0	716	0
10	6,79	6,24	8,83	5,91	5,09	7,20	221	584	0	714	0
20	9,59	9,66	16,15	8,49	7,86	12,95	441	582	0	712	0
30	11,90	13,30	25,70	10,80	10,80	20,35	661	579	0	709	0
40	14,00	17,30	36,50	12,60	14,00	28,70	881	578	0	709	0
50	15,90	21,40	49,60	14,40	17,30	38,70	1 000	578	0	709	0
60	17,80	25,60	62,40	16,20	20,60	48,50	1 321	576	0	708	0
80	21,30	33,50	90,80	19,30	27,10	69,80	1 760	576	0	706	0
100	24,60	40,90	116,80	22,25	32,50	91,20	2 210	576	0	704	0
120	27,30	46,80	141,40	25,52	37,50	109,80	2 590	576	0	704	0
140	30,10	52,20	162,70	28,48	41,80	126,40	3 020	576	0	704	0
150	31,30	54,20	171,90	29,77	43,50	135,00	3 240	575	0	703	0

П р и м е ч а н и е.  $a$ —расстояние между осями проводов;  $\Theta$ —толщина слоя отложения.

Примечание.  $a$ —расстояние между осями проводов;  $\Theta$ —толщина слоя отложения.

Таблица 14

Вторичные параметры двухпроводных линий связи при частоте 800 гц; лето—сыро,  $t=20^\circ\text{C}$ 

Род линии	Материал проводов	Диаметр в мм	Расстояние между осями проводов в см	Постоянная затухания $\beta$ в мнп/км	Фазовая постоянная $\alpha$ в рад/км	Модуль волнового сопротивления $Z$ в ом	Угол при волновом сопротивлении $\varphi_z$	Примечание
Воздушная	Медь твёрдотая	4	20	2,77	17,8	563	$-7^\circ35'$	
		4	60	2,33	17,6	690	$-6^\circ01'$	
		3	20	4,40	18,1	618	$-12^\circ20'$	
		3	60	3,70	17,9	740	$-10^\circ13'$	
	Биметалл	4	20	6,11	18,5	610	$-17^\circ02'$	Толщина медной оболочки $\Delta=0,4$ мм
		4	60	5,14	18,3	733	$-14^\circ13'$	
	Сталь	5	20	14,7	38,6	1 225	$-20^\circ07'$	
		5	60	13,0	35,2	1 390	$-19^\circ10'$	
		4	20	16,8	41,7	1 400	$-21^\circ09'$	
		4	60	14,9	38,0	1 570	$-20^\circ18'$	
		3	20	19,8	45,0	1 650	$-22^\circ25'$	
		3	60	17,9	41,7	1 840	$-22^\circ23'$	
Кабельная	Медь	0,5	—	119,0	121,0	1 090	$-44^\circ28'$	Кабели с парной скруткой и воздушной изоляцией
		0,7	—	80,0	88,2	760	$-43^\circ56'$	
		0,8	—	73,5	77,4	646	$-43^\circ32'$	Четвёрочный кабель с кордельно-бумажной изоляцией, неэкранированный
		0,9	—	65,7	70,0	588	$-43^\circ10'$	
		1,2	—	48,8	51,7	421	$-41^\circ46'$	
		1,4	—	41,5	48,5	356	$-40^\circ34'$	
		1,8	—	32,0	39,8	276	$-38^\circ50'$	
		1,2	—	50,5	56,5	420	$-41^\circ36'$	Четвёрочный кабель с кордельно-бумажной изоляцией, экранированный медной лентой
		1,4	—	44,2	51,5	356	$-40^\circ22'$	
		1,8	—	33,5	41,9	276	$-31^\circ59'$	

Таблица 15

Параметры биметаллических воздушных линий с проводами диаметром 4 мм и толщиной медной оболочки  $\Delta=0,4$  мм

Частота в кГц	Постоянная затухання $\beta$ в мнп/км						Фазовая постоянная $\alpha$ в мрад/км	Волновое сопротивление $Z_e^{j^{\circ}z}$			
	$a=20$ см			$a=60$ см				$a=20$ см		$a=60$ см	
	лето, сыро $t=20^{\circ}\text{C}$	изморозь $\Theta=5$ мм, $t=-10^{\circ}\text{C}$	гололёд $\Theta=5$ мм, $t=-2^{\circ}\text{C}$	лето, сыро, $t=20^{\circ}\text{C}$	изморозь $\Theta=5$ мм, $t=-10^{\circ}\text{C}$	гололёд $\Theta=5$ мм, $t=-2^{\circ}\text{C}$		$Z$ в ом	$\varphi_z^{\circ}$	$Z$ в ом	$\varphi_z^{\circ}$
5	7,43	6,48	8,00	6,23	5,68	—	110	551	0	680	0
10	8,12	7,20	9,63	6,96	6,81	—	221	548	0	677	0
20	9,15	9,25	14,80	8,13	8,93	—	441	545	0	673	0
30	11,28	12,06	22,30	10,08	10,70	—	661	544	0	671	0
40	12,72	15,30	31,40	11,50	13,22	—	881	543	0	671	0
50	14,03	18,72	41,80	12,86	15,24	—	1 000	543	0	670	0
60	16,40	22,45	52,70	14,30	17,32	—	1 321	543	0	670	0
80	18,06	29,40	76,00	17,03	21,22	—	1 760	543	0	670	0
100	20,62	35,90	99,30	19,65	25,20	—	2 210	543	0	670	0
120	23,06	41,10	120,00	22,15	29,06	—	2 590	542	0	669	0
140	25,32	45,70	138,80	24,58	32,76	—	3 020	542	0	669	0
150	26,30	47,40	146,20	25,70	34,66	—	3 240	542	0	669	0

Таблица 16

Параметры стальных линий с проводами диаметром 5 мм

Частота в кГц	Постоянная затухания $\beta$ в мнп/км						Фазовая постоянная $\alpha$ в мрад/км сыро, $a=20$ см	Волновое сопротивление $Z_e j^{\circ} z$			
	$a=20$ см			$a=60$ см				$a=20$ см		$a=60$ см	
	лето, сыро $t=20^{\circ}\text{C}$	изморозь $\Theta=20$ мм, $t=-10^{\circ}\text{C}$	гололёд $\Theta=5$ мм, $t=-2^{\circ}\text{C}$	лето, сыро $t=20^{\circ}\text{C}$	изморозь $\Theta=20$ мм, $t=-10^{\circ}\text{C}$	гололёд $\Theta=5$ мм, $t=-2^{\circ}\text{C}$		$Z$ в ом	$\varphi_z^{\circ}$	$Z$ в ом	$\varphi_z^{\circ}$
лето, сыро, $t=20^{\circ}\text{C}$											
3	33,70	35,20	38,00	29,20	29,20	32,00	113,00	930	$-16^{\circ}38'$	1 072	$-15^{\circ}26'$
5	47,40	49,00	52,52	40,50	40,00	44,00	172,00	845	$-15^{\circ}08'$	979	$-13^{\circ}52'$
7	58,50	61,00	65,00	50,00	49,50	54,00	230,00	792	$-14^{\circ}26'$	936	$-13^{\circ}06'$
10	73,00	76,00	81,50	61,50	61,50	67,00	312,00	750	$-13^{\circ}15'$	884	$-11^{\circ}55'$

Таблица 17

Параметры стальных линий с проводами диаметром 4 мм

Частота в кГц	Постоянная затухания $\beta$ в мнп/км						Фазовая постоянная $\alpha$ в мрад/км, сыро, $a=20$ см	Волновое сопротивление $Z_e j^{\circ} z$			
	$a=20$ см			$a=60$ см				$a=20$ см		$a=60$ см	
	лето, сыро $t=20^{\circ}\text{C}$	изморозь $\Theta=20$ мм, $t=-10^{\circ}\text{C}$	гололёд $\Theta=5$ мм, $t=-2^{\circ}\text{C}$	лето, сыро $t=20^{\circ}\text{C}$	изморозь $\Theta=20$ мм, $t=-10^{\circ}\text{C}$	гололёд $\Theta=5$ мм, $t=-2^{\circ}\text{C}$		Z в ом	$\varphi_z^{\circ}$	Z в ом	$\varphi_z^{\circ}$
лето, сыро, $t=20^{\circ}\text{C}$											
3	38,8	39,9	44,0	33,8	33,9	36,7	120,0	1 042	-17°40'	1 187	-16°38'
5	53,0	55,9	60,5	46,0	47,0	50,5	184,0	945	-16°12'	1 082	-15°04'
7	66,3	69,1	75,5	57,5	58,0	63,0	242,0	890	-15°09'	1 026	-14°02'
10	84,5	87,0	94,3	72,5	72,0	77,6	321,0	840	-14°35'	975	-13°17'

Примечание к табл. 15, 16, 17.  $a$ —расстояние между осями проводов;  $\Theta$ —толщина слоя отложения.

Таблица 18

Параметры однородной кабельной линии четверочного типа с кордельно-бумажной изоляцией при  $t=8^{\circ}\text{C}$

Параметры кабеля	Частота в кГц					Примечание
	0,8	5,0	15,0	40,0	60,0	
$\beta$ в мнп/км	33	75	102	119	147	Рабочая ёмкость пары жил $C=0,0265 \cdot 10^{-6}$ ф/км
$Z \cos \varphi_z$ в ом	430	210	180	175	175	
$Z \sin \varphi_z$ в ом	-390	-90	-45	-20	-15	



Таблица 19

Параметры однородных кабельных линий четырёхочного типа с кордельно-бумажной изоляцией (неэкранированные четвёрки) при  $t=20^{\circ}\text{C}$

Частота в кГц	Диаметр жил в мм						Примечание	
	0,8	0,9	1,2	1,4	1,4			
	$\beta$ в мнп/км				$\alpha$ в рад/км	$ Z_c $ в ом		$\epsilon_0$
5	164,0	137,4	95,7	74,4	0,152	169	-23°15'	Диаметр жил в мм      Рабочая ёмкость пары в ф/км
10	189,0	166,0	109,0	88,0	0,328	149	-15°25'	
20	220,1	191,2	125,0	106,5	0,650	134	-9°05'	
30	247,0	218,0	144,0	123,0	0,871	130	-6°45'	
40	271,0	239,0	163,0	144,0	1,178	130	-5°58'	
50	299,0	258,0	180,0	164,0	1,475	130	-5°30'	
60	305,0	277,0	192,0	182,0	1,745	130	-5°15'	
80	348,0	312,0	242,0	220,0	2,300	130	-4°45'	
100	391,0	349,0	274,0	256,0	2,910	130	-4°06'	
120	428,2	383,0	303,0	281,0	3,470	130	-3°50'	
150	473,7	431,0	315,0	324,0	4,340	130	-3°35'	0,8      0,0330·10 <sup>-6</sup>
							0,9      0,0335·10 <sup>-6</sup>	1,2      0,0345·10 <sup>-6</sup>
							1,4      0,0355·10 <sup>-6</sup>	

Таблица 20

Параметры однородных кабельных линий четырёхочного типа с кордельно-бумажной изоляцией (экранированные четвёрки) при  $t=20^{\circ}\text{C}$

Частота в кГц	Диаметр жил в мм					Примечание
	0,8	1,2	1,4			
	$\beta$ в мнп/км	$\beta$ в мнп/км	$\alpha$ в рад/км	$ Z_c $ в ом	$\alpha$ в рад/км	
5	173,0	101,0	81,5	0,170	157,1	Диаметр жил в мм      Рабочая ёмкость пары в ф/км
10	203,0	117,8	95,0	0,312	135,0	
20	236,0	134,0	109,0	0,607	129,0	
30	265,0	153,0	127,3	0,906	128,0	
40	291,0	173,5	142,0	1,208	127,0	
50	311,0	193,0	159,0	1,500	126,5	0,8      0,0340·10 <sup>-6</sup>
60	332,0	215,0	176,0	1,800	126,5	
80	379,0	260,0	216,0	2,400	126,0	
100	438,0	310,0	253,0	3,005	125,8	
120	501,0	364,0	292,0	3,600	125,8	
150	564,0	410,0	360,0	4,400	125,8	1,4      0,0375·10 <sup>-6</sup>

Таблица 21

Основные технические требования к воздушным линиям связи

Нормируемая величина	Технические требования
Вставки воздушных проводов и кабелей в цветные линии	Вставки воздушных проводов другого материала и диаметра в воздушные цветные уплотнённые цепи не допускаются. Кабельные вставки в цветные уплотнённые цепи или устраивают при помощи кабелей с повышенной индуктивностью, согласованных по величине волнового сопротивления с воздушной линией, или используют обычные кабели четырёхочного типа, присоединяемые к воздушной цепи (и стационарным устройствам) при помощи согласовывающего устройства (автотрансформатора), рассчитанного для передаваемой полосы частот
Степень однородности цветной линии	Коэффициент отражения в полосе частот до 30 кГц не должен быть больше 0,4, а от 30 до 150 кГц не больше 0,1
Асимметрия сопротивления постоянному току цветных и стальных линий	Не должна превышать 2,0 ом на усилительный участок для цветных линий и 5,0 ом для стальных линий
Сопротивление изоляции каждого провода цветной или стальной линии по отношению к земле	Сопротивления плавких предохранителей защитных устройств, включённых в оба провода цепи, не должны отличаться друг от друга более чем на 0,1 ом
	Должно удовлетворять требованиям, указанным в табл. 10

Продолжение табл. 21

Нормируемая величина	Технические требования
Сопrotивление изоляции между проводами цветной или стальной линии Асимметрия сопротивления изоляции проводов цветной или стальной линии по отношению к земле Асимметрия цветной линии переменному току Уровень шума на линии (при отсутствии резко выраженных источников помех) Переходное затухание	Сопrotивление изоляции между проводами линии должно примерно равняться сумме сопротивлений изоляции обоих проводов цепи по отношению к земле Не должна превышать 30% (определяется как отношение разности сопротивлений изоляции проводов линии по отношению к земле к меньшей измеренной величине сопротивления изоляции одного из проводов и выражается в процентах) Не должна быть меньше 7,5 <i>нел</i> при частоте 800 <i>гц</i> и меньше 5 <i>нел</i> в полосе высоких частот на усилительный участок Должен быть по меньшей мере на 4 <i>нел</i> ниже измерительного уровня соответствующего канала связи См. раздел «Линии связи и СЦБ»

### ЛИНИИ С ПОВЫШЕННОЙ ИНДУКТИВНОСТЬЮ

Для уменьшения коэффициента затухания линий связи применяют искусственное повышение индуктивности линий.

С развитием техники усиления переменных токов этот способ практически применяют только на кабельных линиях связи. Искусственное увеличение индуктивности кабельных линий достигается следующими способами:

- а) последовательным включением катушек индуктивности в линию (пупинизация);
- б) обматыванием жил кабеля двумя-тремя слоями проволоки, изготовленной из магнитного материала;
- в) наложением на медную жилу слоя магнитодиэлектрика.

Наибольшее распространение получил способ повышения индуктивности кабелей при помощи катушек индуктивности, который в основном применяется в следующих случаях:

- а) для увеличения дальности передачи при телефонировании токами тональной частоты по кабелям;
- б) для увеличения длины усилительных участков при уплотнении токами высокой частоты кабелей с жилами с кордельно-стирофлексной изоляцией;

в) для согласования электрических характеристик вводных и промежуточных кабельных вставок с характеристиками воздушных уплотненных цепей.

Кабели с жилами, обмотанными проволокой из магнитного материала, используют преимущественно для прокладки под водой.

Кабели с магнитодиэлектриком применяют для вставок в воздушные уплотненные цветные цепи.

#### Кабели с повышенной при помощи катушек индуктивностью

В кабеле для передачи тональных частот, как правило, повышают индуктивность как основных, так и искусственных цепей.

В высокочастотных кабелях повышают индуктивность только основных цепей.

Электрические характеристики катушек индуктивности некоторых типов приведены в табл. 22.

Параметры кабелей с повышенной при помощи катушек индуктивностью рассчитывают по формулам, приведенным в табл. 23.

Системы повышения индуктивности современных кабелей связи указаны в табл. 24.

Значения параметров некоторых кабелей с повышенной индуктивностью приведены в табл. 25—27.

Таблица 22

Электрические характеристики кабельных катушек индуктивности

Индуктивность катушек $L_s$ в <i>гн</i>	Частота в <i>гц</i>	Сопротивление катушек $R_s$ в <i>ом</i>		Ёмкость катушек $C_s$ в <i>мкмф</i>		Примечания
		основная цепь	искусственная цепь	основная цепь	искусственная цепь	
140/56,	0	8,6	4,3	2 500	1 200	1. В числителе графы «Индуктивность катушек» указана индуктивность катушки основной цепи, а в знаменателе — индуктивность катушки искусственной цепи. 2. Сопротивление изоляции, измеренное между обмоткой одного комплекта катушек и всеми другими обмотками и ящиком, должно быть не ниже 20 000 <i>мгом</i> при $t = 15^\circ \text{C}$ . 3. Пробивное напряжение между обмотками одной катушки должно быть не ниже 1 500 <i>в</i> , а между обмоткой и ящиком — не ниже 2 500 <i>в</i> (эффективные значения)
	800	10,1	4,8	2 500	1 200	
	1 800	12,8	5,8	2 500	1 200	
1,75	0	0,7	—	250	—	
	30 000	0,9	—	250	—	
	60 000	1,3	—	250	—	
1,00	0	0,6	—	200	—	
	30 000	0,7	—	200	—	
	60 000	1,25	—	200	—	

Таблица 23

Формулы для расчёта параметров кабелей с повышенной при помощи катушек индуктивностью

Наименование параметра	Расчётная формула	Значения величин
Индуктивность звена линии с повышенной индуктивностью	$L_{3\phi} = L_K s + L_S \text{ зн}$	$R_K$ — сопротивление кабеля в $\text{ом/км}$ ; $L_K$ — индуктивность кабеля в $\text{зн/км}$ ; $L_S$ — индуктивность катушки в $\text{зн}$ ; $s$ — расстояние между катушками в $\text{км}$ ;
Ёмкость звена линии с повышенной индуктивностью	$C_{3\phi} = C_K s + C_S \phi$	$C_K$ — ёмкость кабеля в $\phi/\text{км}$ ; $C_S$ — ёмкость катушки;
Проводимость изоляции звена линии с повышенной индуктивностью	$G_{3\phi} = 2\pi f(C_K s \operatorname{tg} \delta_K + C_S \operatorname{tg} \delta_S) \text{ сим}$	$\operatorname{tg} \delta_K$ — тангенс угла диэлектрических потерь кабеля; $\operatorname{tg} \delta_S$ — тангенс угла диэлектрических потерь изоляции катушки; $f$ — частота тока в $\text{гц}$
Предельная частота линии с повышенной индуктивностью	$f_{np} = \frac{1}{\pi \sqrt{L_{3\phi} C_{3\phi}}} \text{ мГц}$	
Затухание звена линии с повышенной индуктивностью	$b = \frac{\kappa b_0}{1 - \gamma_1^2} \text{ nep}$ $b_0 = \frac{R_K s \left(1 - \frac{2}{3} \gamma_1^2\right) + R_S \sqrt{\frac{C_{3\phi}}{L_{3\phi}}}}{2} + \frac{G_{3\phi}}{2} \sqrt{\frac{L_{3\phi}}{C_{3\phi}}}$ $\kappa = \sqrt{\frac{2x}{x + \sqrt{x^2 + 1}}}$ $x = \frac{\gamma_1(1 - \gamma_1^2)}{b_0}$ $\gamma_1 = \frac{f}{f_{np}}$	<p>Для основной цепи</p> $R_S = R_{SO} + 2R_{Su}'$ <p>Для искусственной цепи</p> $R_S = R_{Su} + \frac{R_{SO}'}{2}$ <p><math>R_{SO}</math> — сопротивление переменному току катушки основной цепи; <math>R_{Su}</math> — то же, но искусственной цепи; <math>R_{SO}'</math> — сопротивление постоянному току катушки основной цепи; <math>R_{Su}'</math> — то же, но искусственной цепи</p>
Постоянная затухания линии с повышенной индуктивностью	$\beta = \frac{b}{s} \text{ nep/км}$	$b$ — определяется по предыдущей формуле данной таблицы
Постоянная сдвига фаз звена линии с повышенной индуктивностью	$\alpha = \arcsin \frac{2\gamma_1}{\kappa} \sqrt{1 - \gamma_1^2} \text{ рад}$	
Постоянная сдвига фаз линии с повышенной индуктивностью	$\alpha = \frac{\alpha}{s} \text{ рад/км}$	
Активная составляющая характеристического сопротивления линии с повышенной индуктивностью при окончании полуучастком	$Z_1 \cos \varphi = \sqrt{\frac{L_{3\phi}}{C_{3\phi}}} \frac{1}{\kappa(1 - \gamma_1^2)} \text{ ом}$	
То же, но реактивная составляющая	$Z_1 \sin \varphi = -\frac{b}{2} \sqrt{\frac{L_{3\phi}}{C_{3\phi}}} \frac{1}{\gamma_1(1 - \gamma_1^2)} \text{ ом}$	
Активная составляющая характеристического сопротивления линии с повышенной индуктивностью при окончании полукатушкой	$Z_2 \cos \varphi = \sqrt{\frac{L_{3\phi}}{C_{3\phi}}} \frac{1}{\kappa} \frac{1 - \gamma_1^2}{\gamma_1} \text{ ом}$	
То же, но реактивная составляющая	$Z_2 \sin \varphi = -\frac{b}{2} \sqrt{\frac{L_{3\phi}}{C_{3\phi}}} \frac{1}{\gamma_1} \text{ ом}$	

Системы повышения индуктивности современных кабелей связи

Таблица 24

Степень повышения индуктивности	Система <sup>1</sup> повышения индуктивности	Наименование цепи	Расстояние между катушками в км	Индуктивность катушек в мГн	Предельная частота в Гц	Полоса передаваемых частот в Гц	Область применения
Средняя	1,7—140/56	Основная . . . . . Искусственная . . . . .	1,7 1,7	140 56	3 500 4 300	300—2 400 300—2 400	Короткие дальние и избирательные связи в кабелях с двойной парной скруткой
Средняя	1,7—140/83	Основная . . . . . Искусственная . . . . .	1,7 1,7	140 83	3 500 2 800	300—2 400 300—2 000	То же, но в кабелях со звездной скруткой
Средняя	1,7—100/70	Основная . . . . . Искусственная . . . . .	1,7 1,7	100 70	4 800 3 500	300—3 400 300—2 400	То же
Весьма лёгкая	0,425—1,0	Основная . . . . .	0,425	1	81 000	0—60 000	Дальние связи на высокой частоте в кабелях с кордельно-бумажной изоляцией
Весьма лёгкая	0,284—1,75	Основная . . . . .	0,284	1,75	87 000	0—60 000	То же, но в кабелях с кордельно-стирофлексной изоляцией

<sup>1</sup> Первое число обозначает расстояние между катушками, второе — индуктивность основной цепи, третье (если имеется) — индуктивность искусственной цепи.

Параметры кабеля с повышенной при помощи катушек индуктивностью  
( $d_0 = 1,2$  мм; скрутка жил звездная;  $L_S = 100/70$  мГн;  $s = 1 700$  м;  $t = 20^\circ\text{C}$ )

Таблица 25

№ по пор.	f в гц	R <sub>3φ</sub> в ом	R <sub>S</sub> в ом	G <sub>3φ</sub> в мксим	φ в неп/км	α в рад/км	При окончании полуучастком		При окончании полукатушкой	
							Z <sub>1</sub> cos φ	−Z <sub>1</sub> sin φ	Z <sub>2</sub> cos φ	−Z <sub>2</sub> sin φ
Основная цепь: L <sub>S</sub> = 100 мГн; L <sub>3φ</sub> = 101,2 мГн; C <sub>3φ</sub> = 0,0465 мкф										
1	300	52,36	10,5	0,42	0,0118	0,104	1 430	204,0	1 440	202,0
2	800	52,36	11,8	1,13	0,0126	0,216	1 500	84,4	1 430	80,0
3	1 400	52,39	13,8	2,00	0,0138	0,356	1 500	59,5	1 330	49,5
4	2 000	52,46	16,1	2,86	0,0157	0,540	1 800	58,0	1 150	38,2
5	3 000	52,53	22,3	4,27	0,0160	0,826	2 400	74,0	1 030	40,3
Искусственная цепь: L <sub>S</sub> = 70 мГн; L <sub>3φ</sub> = 70,6 мГн; C <sub>3φ</sub> = 0,103 мкф										
1	300	26,18	5,12	0,90	0,0121	0,118	820	138,0	816	138,0
2	800	26,18	5,60	2,40	0,0137	0,317	826	55,0	796	54,0
3	1 400	26,21	6,33	4,22	0,0136	0,516	855	36,7	763	32,0
4	2 400	26,27	7,70	7,23	0,0166	1,000	1 070	36,3	542	18,4

Таблица 26

Параметры кабеля с часто включенными катушками индуктивности и кордельно-бумажной изоляцией

( $d_0 = 1,2$  мм (медь) или 1,55 мм (алюминий); скрутка жил звездная;  $L_S = 1,0$  мГн;  $s = 0,425$  км;  $C_K = 0,0265$  мкф/км;  $t = 8^\circ\text{C}$ )

№ по пор.	$f$ в кГц	$R_{3\phi}$ в Ом	$G_{3\phi}$ в мксим	$R_S$ в Ом	$\varphi$ в меп/км	При окончании полушагом	
						$Z_1 \cos \varphi$ в Ом	$-Z_1 \sin \varphi$ в Ом
1	0	12,37	—	0,58	—	—	—
2	0,8	12,41	0,19	0,58	30	620	500
3	5	12,75	1,49	0,60	45	355	50
4	30	16,83	15,30	0,83	6	375	10
5	60	21,51	36,60	1,22	94	445	10

Таблица 27

Параметры кабеля с часто включенными катушками индуктивности и кордельно-стирофлексной изоляцией

( $d_0 = 1,2$  мм (медь) или 1,55 мм (алюминий); скрутка жил звездная;  $L_S = 1,75$  мГн;  $s = 0,284$  км;  $C_K = 0,0235$  мкф/км;  $t = 8^\circ\text{C}$ )

№ по пор.	$f$ в кГц	$R_{3\phi}$ в Ом	$G_{3\phi}$ в мксим	$R_S$ в Ом	$\varphi$ в меп/км	При окончании полушагом	
						$Z_1 \cos \varphi$ в Ом	$-Z_1 \sin \varphi$ в Ом
1	0	8,26	0	0,66	—	—	—
2	0,8	8,26	0,034	0,67	24	640	350
3	5	8,59	0,210	0,69	30	545	45
4	30	10,57	1,258	0,91	38	580	10
5	60	13,96	2,515	1,30	52	710	5

### Повышение индуктивности кабелей, используемых для вставок в воздушные уплотнённые цветные цепи

Для устройства вставок в воздушные цепи может быть использован кабель с медными жилами диаметром 1,2 мм, с кордельно-стирофлексной изоляцией и со звёздной скруткой жил. При повышении индуктивности длинных кабельных вставок используют компенсированную систему повышения индуктивности, характеризующуюся применением на концах вставки окончания типа последовательно-производных и параллельно-производных полувольев фильтров типа *m* (см. ниже электрические фильтры). Предельная частота кабеля в этом случае принимается  $f_{np} = 1,43 f_{max}$ , где  $f_{max}$  — максимально передаваемая частота. Индуктивность катушек для кабеля со стирофлексно-кордельной изоляцией составляет  $L_s = 0,73 \text{ мГн}$ , расстояние между катушками  $s = 120 \text{ м}$ .

Для повышения индуктивности коротких кабельных вставок (длиной до 100 м) используют упрощённую систему, для которой

$$f_{np} = (3,3 \div 4,0) f_{max}.$$

### Параметры кабеля с магнитодиэлектриком

Параметры кабеля с магнитодиэлектриком, пригодного для каблирования участков цветных уплотнённых цепей, даны в табл. 28.

Более подробно вопросы повышения индуктивности кабелей и применения их для вставок в воздушные линии освещены в специальной литературе [1, 38, 41, 45].

### Четырёхполюсные контуры (четырёхполюсники)

Четырёхполюсными контурами называются контуры, составленные в общем случае из полных сопротивлений, имеющие пару входных и пару выходных зажимов и предназначенные для передачи энергии.

Если четырёхполюсный контур не содержит внутри себя источников энергии, то его

Таблица 28

Параметры кабеля с магнитодиэлектриком  
(медные жилы  $d = 1,4 \text{ мм}$ ;  $t = 8^\circ\text{C}$ )

$f$ в кГц	$\gamma$ в мнп/км	$\alpha$ в рад/км	$Z$ в Ом	$\varphi$ в °	Примечание
0,3	16,1	0,0226	591	-35°30'	Толщина слоя магнитодиэлектрика составляет 1,0 мм. Жилы скручены по способу звезды и изолированы друг от друга при помощи шайб из эбонита или керамики, расположенных друг от друга на расстоянии 40 мм
1,0	19,0	0,0571	590	-20°30'	
3,0	22,6	0,2650	515	-40°55'	
10,0	23,7	0,5290	510	-2°33'	
20,0	23,2	1,0500	509	-1°22'	
30,0	27,5	1,5900	509	-1°00'	
60,0	36,1	3,1800	508	-0°39'	

называют пассивным. Если же внутри четырёхполюсника имеются источники энергии, то его называют активным.

Пассивные четырёхполюсники с сосредоточенными постоянными получили широкое применение в технике связи. К ним относятся: трансформаторы, фильтры, выравниватели, искусственные линии и т. п. Примером активного четырёхполюсника может служить электронная лампа, работающая в режиме усилителя.

Определения основных параметров четырёхполюсника даны в табл. 29.

В табл. 30 приведены основные уравнения пассивных четырёхполюсников, а в табл. 31 — формулы для расчёта рабочих параметров несимметричного четырёхполюсника.

В табл. 32 указаны формулы для расчёта элементов четырёхполюсников основных типов.

В табл. 33 и 34 даны формулы для расчёта рабочего затухания при последовательном соединении четырёхполюсников.

Таблица 29

### Определения основных параметров несимметричного четырёхполюсника

Наименование величины	Определение	Единица измерения
Постоянная передачи	$g = \frac{1}{2} \ln \frac{U_1 I_2}{U_2 I_1}$ , где $U_1$ , $I_1$ и $U_2$ , $I_2$ — значения напряжений и токов на входе и выходе четырёхполюсника при нагрузке его на сопротивления, равные его характеристическим сопротивлениям	—
Собственное затухание, $b$	Действительная составляющая постоянной передачи	нп
Фазовая постоянная, $a$	Мнимая составляющая постоянной передачи	рад
Характеристические сопротивления	Характеристические сопротивления $W_1$ и $W_2$ несимметричного четырёхполюсника представляют собой такие сопротивления, которые удовлетворяют следующим условиям: если нагрузить одну из пар полюсов четырёхполюсника на сопротивление $W_2$ , то входное сопротивление четырёхполюсника на другой стороне получится равным $W_1$ , и наоборот.	Модуль измеряется в омах, аргумент — в градусах

Таблица 30

Основные уравнения четырёхполюсного контура

Тип четырёхполюсника	Схема четырёхполюсника и обозначения напряжений и токов	Уравнения четырёхполюсника	Значения коэффициентов уравнения	Значения величин
Несимметричный		$U_1 = A_1 U_2 + B I_2$ $I_1 = C U_2 + A_2 I_2$ $\Delta = A_1 A_2 - BC = 1$	$A_1 = \sqrt{\frac{W_1}{W_2}} \operatorname{ch} g$ $A_2 = \sqrt{\frac{W_2}{W_1}} \operatorname{ch} g$	$g = b + ja$ $g$ — постоянная передачи $b$ — постоянная затухания в $\operatorname{неп}$ $a$ — фазовая постоянная в $\operatorname{рад}$
		$U_2' = A_2' U_1' + B I_1'$ $I_2' = C U_1' + A_1' I_1'$ $\Delta = A_1' A_2' - BC = 1$	$B = \sqrt{W_1 W_2} \operatorname{sh} g$ $C = \frac{\operatorname{sh} g}{\sqrt{W_1 W_2}}$	
Симметричный		$U_1 = A U_2 + B I_2$ $I_1 = C U_2 + A I_2$ $\Delta = A^2 - BC = 1$	$A = \operatorname{ch} g$ $B = W \operatorname{sh} g$ $C = \frac{\operatorname{sh} g}{W}$	$W$ — характеристическое сопротивление
		$U_2' = A U_1' + B I_1'$ $I_2' = C U_1' + A I_1'$ $\Delta = A^2 - BC = 1$		

Таблица 31

Формулы для расчёта рабочих параметров несимметричного четырёхполюсника

Наименование параметра	Расчётная формула	Значения величин
Входное сопротивление 	$Z_{ex1} = Z_{\infty 1} \frac{Z_{02} + R_{H2}}{Z_{02} + R_{H2}} =$ $= W_1 \frac{R_{H2} \operatorname{ch} g + W_2 \operatorname{sh} g}{R_{H2} \operatorname{sh} g + W_2 \operatorname{ch} g} =$ $= W_1 \operatorname{th} (g + \varepsilon_2);$ $Z_{ex2} = Z_{\infty 2} \frac{Z_{01} + R_{H1}}{Z_{01} + R_{H1}} =$ $= W_2 \frac{R_{H1} \operatorname{ch} g + W_1 \operatorname{sh} g}{R_{H1} \operatorname{sh} g + W_1 \operatorname{ch} g} =$ $= W_2 \operatorname{th} (g + \varepsilon_1)$	$R_H$ — сопротивление нагрузки; $Z_{01} = W_1 \operatorname{th} g$ — входное сопротивление четырёхполюсника в режиме короткого замыкания для направления (1,1) — (2,2); $Z_{\infty 1} = W_1 \operatorname{cth} g$ — то же, но в режиме холостого хода; $Z_{02} = W_2 \operatorname{th} g$ — входное сопротивление четырёхполюсника в режиме короткого замыкания для направления (2,2) — (1,1); $Z_{\infty 2} = W_2 \operatorname{cth} g$ — то же, но в режиме холостого хода; $g = b + ja$ — постоянная передачи; $W_1$ и $W_2$ — характеристические сопротивления;
Рабочее затухание	$b_p = b + \ln \left  \frac{W_1 + R_{H1}}{2\sqrt{W_1 R_{H1}}} \right  +$ $+ \ln \left  \frac{W_2 + R_{H2}}{2\sqrt{W_2 R_{H2}}} \right  +$ $+ \ln \left  1 - \frac{R_{H1} - W_1}{R_{H1} + W_1} \cdot \frac{R_{H2} - W_2}{R_{H2} + W_2} e^{-2g} \right  =$ $= b + \ln \left  \frac{R_{H1} + Z_{ex1}}{2\sqrt{R_{H1} Z_{ex1}}} \right  +$ $+ \ln \left  \frac{W_2 + R_{H2}}{2\sqrt{W_2 R_{H2}}} \right  - \ln \left  \frac{W_1 + Z_{ex1}}{2\sqrt{W_1 Z_{ex1}}} \right $	$\varepsilon_1 = \operatorname{arth} \frac{R_{H1}}{W_1} = \frac{1}{2} \ln \frac{W_1 + R_{H1}}{W_1 - R_{H1}}$ $\varepsilon_2 = \operatorname{arth} \frac{R_{H2}}{W_2} = \frac{1}{2} \ln \frac{W_2 + R_{H2}}{W_2 - R_{H2}}$

Таблица 32

Формулы для расчёта элементов четырёхполюсников основных типов

Наименование четырёхполюсника	Схема четырёхполюсника		Расчётные формулы	Обозначения величин
	неуравновешенная	уравновешенная		
Т-образный			$Z_1 = 2W \operatorname{th} \frac{g}{2}$ $Z_2 = \frac{W}{\operatorname{sh} g}$	$g = b + ja$ — постоянная передачи; $W$ — характеристическое сопротивление
Π-образный			$Z_1 = W \operatorname{sh} g$ $Z_2 = \frac{W}{2 \operatorname{th} \frac{g}{2}}$	
Мостовой			$Z_1 = W$ $Z_2 = \frac{W}{e^g - 1}$ $Z_3 = W (e^g - 1)$	
Скрёщённый			$Z_1 = W \operatorname{th} \frac{g}{2}$ $Z_2 = \frac{W}{\operatorname{tg} \frac{g}{2}}$	

Таблица 33

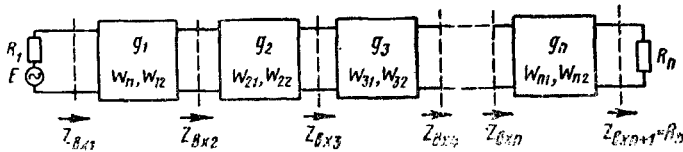
Формулы для расчёта затухания передачи неполных четырёхполюсников

Тип четырёхполюсника	Расчётная схема	Расчётная формула	Обозначения величин
Продольный		$b_K^* = -\frac{1}{2} \ln \left  \frac{Z_{\text{вх}}(K+1)}{Z_{\text{вх}K}} \right $	$b^*$ — затухание передачи; $Z_{\text{вх}}$ — входное сопротивление четырёхполюсника; $K$ — порядковый номер четырёхполюсника
Поперечный		$b_K^* = \frac{1}{2} \ln \left  \frac{Z_{\text{вх}}(K+1)}{Z_{\text{вх}K}} \right $	

Примечание к табл. 33 и 34. Если рассматриваемый четырёхполюсник является последним ( $n$ -ым) в цепи, то для него величина  $Z_{\text{вх}}(n+1)$  берётся равной сопротивлению нагрузки  $R_n$  цепи.

Таблица 34

Формулы для расчёта рабочего затухания при последовательном соединении четырёхполюсников

Расчётная схема			
Расчётные формулы	$b_p = b' + \sum_{k=1}^n b_k''$ <p>где <math>b' = \ln \left  \frac{R_1 + Z_{ex1}}{2\sqrt{R_1 Z_{ex1}}} \right </math></p> <p>и</p> $b_k'' = b_k + \ln \left  \frac{W_{k2} + Z_{ex(k+1)}}{2\sqrt{W_{k2} Z_{ex(k+1)}}} \right  - \ln \left  \frac{W_{k1} + Z_{exk}}{2\sqrt{W_{k1} Z_{exk}}} \right $		
Обозначения величин	$b_p$ — рабочее затухание; $b'$ — входное затухание; $b_k''$ — затухание передачи; $b$ — собственное затухание четырёхполюсника; $g$ — постоянная передачи четырёхполюсника	Обозначения величин	$W$ — характеристическое сопротивление четырёхполюсника; $Z_{ex}$ — входное сопротивление четырёхполюсника; $R$ — сопротивление нагрузки; $k$ — порядковый номер четырёхполюсника

### УДЛИНИТЕЛИ

Удлинитель, или искусственные линии с постоянным затуханием, находят разнообразное применение в технике связи (в измерительных приборах, в качестве транзитных удлинителей в оконечных усилителях тональной частоты и в оконечных установках высокой частоты, для понижения усиления в усилительной аппаратуре, для понижения или регулировки уровня и т. п.).

В табл. 35 приведены схемы и значения элементов удлинителей различных типов с характеристическим сопротивлением 600 ом.

### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ

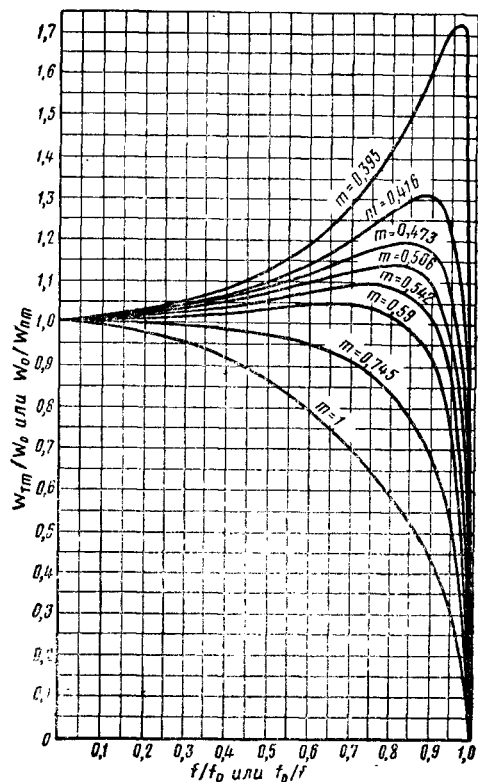
В технике электрической связи применяют фильтры нижних и верхних частот, полосовые и режекторные.

Большее применение в установках связи железнодорожного транспорта получили фильтры Т- и П-образной схемы, а также фильтры с трансформаторной связью.

#### Фильтры Т- и П-образной схемы

Переход от схемы Г-образного полувзвена к схеме Т- или П-образного звена осуществляется в соответствии со схемами табл. 36. Схемы Г-образных полувзвенов наиболее часто применяемых типов фильтров, формулы для расчёта элементов схем и электрические характеристики показаны в табл. 37—40.

На фиг. 1 и 2 приведены значения характеристического сопротивления в полосе передачи и соответственно затухания в полосе задерживаемых частот идеальных звеньев фильтров нижних и верхних частот типов К и м.



Фиг. 1. Характеристическое сопротивление Т- и П-образных звеньев фильтров нижних и верхних частот типов м и К в полосе передачи



Таблица 35

Значения в омах сопротивлений элементов удлинителей с характеристическим сопротивлением 600 ом


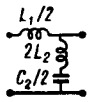
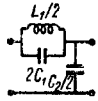
Тип удлинителя	Т-образный		П-образный		Мостовой		
Элементы Удлинителя	$R_1$	$R_2$	$R_1$	$R_2$	$R_1$	$R_2$	$R_3$
$b$ nep							
0,1	60,0	5 900,0	60,1	6 000,0	600,0	5 715,0	63,0
0,2	119,8	2 980,0	120,7	3 005,0	600,0	2 710,0	132,7
0,3	178,0	1 970,0	182,9	2 012,0	600,0	1 713,0	210,0
0,4	237,0	1 461,0	246,5	1 520,0	600,0	1 220,0	295,5
0,5	296,0	1 152,0	312,4	1 225,0	600,0	924,0	390,0
0,6	350,0	942,0	382,0	1 030,0	600,0	729,0	494,0
0,7	404,0	791,0	455,0	891,0	600,0	591,0	609,0
0,8	456,0	675,0	533,0	789,0	600,0	489,5	736,0
0,9	506,0	585,0	616,0	711,0	600,0	411,0	876,0
1,0	555,0	510,5	705,0	648,0	600,0	349,0	1 030,0
1,1	600,5	449,5	801,5	599,0	600,0	299,0	1 202,0
1,2	645,0	397,5	905,5	558,5	600,0	258,5	1 393,0
1,3	686,0	353,0	1 019,0	525,0	600,0	224,6	1 602,0
1,4	725,0	315,0	1 143,0	497,0	600,0	196,3	1 832,0
1,5	763,0	281,5	1 280,0	472,0	630,0	172,2	2 090,0
1,6	796,0	252,5	1 426,0	452,0	600,0	152,0	2 370,0
1,7	829,0	226,6	1 588,0	434,5	600,0	134,1	2 684,0
1,8	860,0	204,0	1 767,0	418,5	600,0	119,0	3 030,0
1,9	888,0	183,5	1 961,0	406,0	600,0	105,4	3 415,0
2,0	913,0	165,4	2 178,0	394,0	600,0	93,9	3 835,0
2,5	1 018,0	99,2	3 630,0	354,0	600,0	53,6	6 710,0
3,0	1 087,0	59,9	6 010,0	331,0	600,0	31,4	11 460,0
3,5	1 130,0	36,2	9 930,0	314,4	600,0	18,7	19 270,0
4,0	1 157,0	22,0	16 390,0	311,0	600,0	11,2	32 180,0
5,0	1 183,0	8,08	44 500,0	304,0	600,0	4,07	88 500,0
Схемы удлинителей							

Таблица 36

Способ образования Т- и П-образных звеньев фильтра из Г-образных полувзвешен

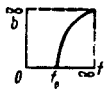
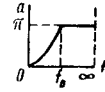
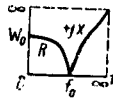
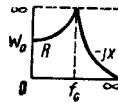
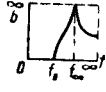
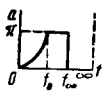
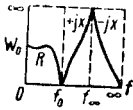
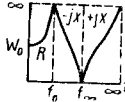
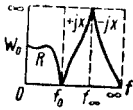
Г-образное полузвено	Промежуточная схема	Окончательная схема	Тип звена
			Т-образное
			П-образное

## Фильтры ниж

Тип	Схема Г-образного полувзвона	Формулы для элементов фильтра	Номинальное характеристическое сопротивление	Предельная частота и частота бесконечного затухания
К		$L = \frac{W_0}{\pi f_0} \text{ гн}$ $C = \frac{1}{\pi W_0 f_0} \text{ ф}$	$W_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ ом}$	$f_0 = \frac{1}{\pi \sqrt{LC}} \text{ гц}$ $f_{\infty} = \infty$
m-последовательно-производный		$L_1 = mL \text{ гн}$ $L_2 = \frac{1-m^2}{4m} L \text{ гн}$ $C_2 = mC \text{ ф}$	$W_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ ом}$	$f_0 = \frac{1}{\pi \sqrt{(L_1 + 4L_2)C_2}} \text{ гц}$ $f_{\infty} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 C_2}} \text{ гц}$
m-параллельно-производный		$L_1 = mL \text{ гн}$ $C_1 = \frac{1-m^2}{4m} C \text{ ф}$ $C_2 = mC \text{ ф}$	$W_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ ом}$	$f_0 = \frac{1}{\pi \sqrt{L_1(4C_1 + C_2)}} \text{ гц}$ $f_{\infty} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 C_1}} \text{ гц}$

них частот

Таблица 37

Постоянная передача и её частотная зависимость		Характеристическое сопротивление и его частотная зависимость		Примечание
затухание	фазовый угол	для Т-образной стороны	для П-образной стороны	
<p>Полоса передачи</p> $b=0$ <p>Полоса затухания</p> $\operatorname{ch} \frac{b}{2} = \eta$ 	$\sin \frac{a}{2} = \eta$ <p><math>a = \pi</math></p> 	$W_T = W_0 \sqrt{1 - \eta^2}$ 	$W_{II} = \frac{W_0}{\sqrt{1 - \eta^2}}$ 	$\eta = \frac{f}{f_0}$
<p>Полоса передачи</p> $b=0$ <p>Полоса затухания</p> $\operatorname{ch} \frac{b}{2} = \sqrt{\frac{\frac{\alpha^2 - 1}{\alpha^2} \eta^2}{1 - \frac{1}{\alpha^2} \eta^2}}$ <p>Полоса частот выше <math>f_\infty</math></p> $\operatorname{sh} \frac{b}{2} = \sqrt{\frac{\frac{\alpha^2 - 1}{\alpha^2} \eta^2}{1 - \frac{1}{\alpha^2} \eta^2}}$  	$\sin \frac{a}{2} = \sqrt{\frac{\frac{\alpha^2 - 1}{\alpha^2} \eta^2}{1 - \frac{1}{\alpha^2} \eta^2}}$ <p><math>a = \pi</math></p> <p><math>a = 0</math></p>	<p>То же, что и для типа К</p> 	$W_{II m} = W_0 \frac{1 - \left(\frac{\eta}{\alpha}\right)^2}{\sqrt{1 - \eta^2}}$ 	$m = \sqrt{1 - \left(\frac{f_0}{f_\infty}\right)^2}$ $\alpha = \frac{1}{\sqrt{1 - m^2}} = \frac{f_\infty}{f_0}$
То же, что и для последовательно-производного фильтра типа м		$W_{Tm} = W_0 \frac{1 - \eta^2}{1 - \left(\frac{\eta}{\alpha}\right)^2}$ 	То же, что и для типа К	

## Фильтры верх


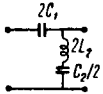

Тип	Схема Г-образного полувзвешивания	Формулы для элементов фильтра	Номинальное характеристическое сопротивление	Предельная частота и частота бесконечного затухания
К		$L = \frac{W_0}{4\pi f_0} \text{ гн}$ $C = \frac{1}{4\pi W_0 f_0} \text{ ф}$	$W_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ ом}$	$f_0 = \frac{1}{4\pi \sqrt{LC}} \text{ гц}$ $f_\infty = 0$
м — последовательно-производный		$C_1 = \frac{C}{m} \text{ ф}$ $L_2 = \frac{L}{m} \text{ гн}$ $C_2 = \frac{4m}{1-m^2} C \text{ ф}$	$W_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ ом}$	$f_0 = \frac{1}{4\pi} \sqrt{\frac{1}{L_2 C_1} + \frac{4}{L_2 C_2}} \text{ гц}$ $f_\infty = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L_2 C_2}} \text{ гц}$
м — параллельно-производный		$L_1 = \frac{4m}{1-m^2} L \text{ гн}$ $C_1 = \frac{C}{m} \text{ ф}$ $L_2 = \frac{L}{m} \text{ гн}$	$W_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ ом}$	$f_0 = \frac{1}{4\pi} \sqrt{\frac{1}{L_2 C_1} + \frac{4}{L_1 C_2}} \text{ гц}$ $f_\infty = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L_1 C_1}} \text{ гц}$

Таблица 38

них частот

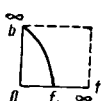
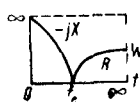
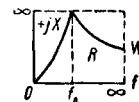
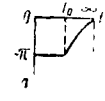
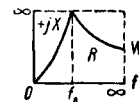
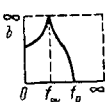
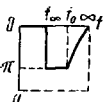

Постоянная передачи и её частотная зависимость		Характеристическое сопротивление и его частотная зависимость		При мечания
затухание	фазовый угол	для Т-образной стороны	для П-образной стороны	
<p>Полоса передачи</p> $b=0$ $\sin \frac{a}{2} = \frac{1}{\gamma}$ <p>Полоса затухания</p> $\operatorname{ch} \frac{b}{2} = \frac{1}{\gamma}$ 		$W_T = W_0 \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}}$ 	$W_{II} = \frac{W_0}{\sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}}}$ 	$\gamma = \frac{f}{f_0}$
<p>Полоса передачи</p> $b=0$ $\sin \frac{a}{2} = \sqrt{\frac{\alpha^2 - 1}{\alpha^2} \cdot \frac{1}{\gamma_1^2} \cdot \frac{1}{1 - \frac{1}{\alpha^2} \cdot \frac{1}{\gamma_1^2}}}$ <p>Полоса затухания</p> $\operatorname{sh} \frac{b}{2} = \sqrt{\frac{\alpha^2 - 1}{\alpha^2} \cdot \frac{1}{\gamma_1^2} \cdot \frac{1}{1 - \frac{1}{\alpha^2} \cdot \frac{1}{\gamma_1^2}}}$ $a = -\pi$ 		<p>То же, что и для типа К</p>	$W_{II m} = W_0 \frac{1 - \left(\frac{1}{\alpha \gamma_1}\right)^2}{\sqrt{1 - \frac{1}{\gamma_1^2}}}$ $m = \sqrt{1 - \left(\frac{f_{\infty}}{f_0}\right)^2}$ $\alpha = \frac{1}{\sqrt{1 - m^2}} = \frac{f_0}{f_{\infty}}$	
<p>Полоса частот ниже <math>\infty</math></p> $\operatorname{sh} \frac{b}{2} = \sqrt{\frac{\alpha^2 - 1}{\alpha^2} \cdot \frac{1}{\gamma_1^2} \cdot \frac{1}{1 - \frac{1}{\alpha^2} \cdot \frac{1}{\gamma_1^2}}}$ $a = 0$  		<p>То же, что и для последовательно-производного фильтра типа m</p>	$W_{T m} = W_0 \frac{\sqrt{1 - \frac{1}{\gamma_1^2}}}{1 - \left(\frac{1}{\alpha \gamma_1}\right)^2}$ 	<p>То же, что и для типа К</p>

Таблица 39

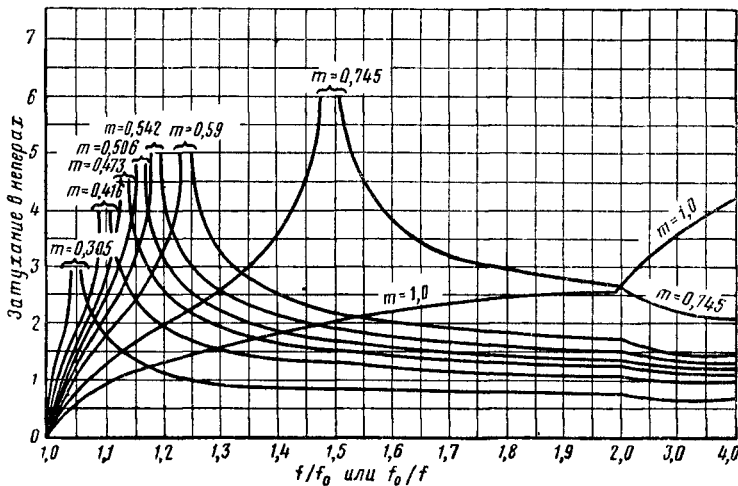
## Полосовые фильтры

Тип	Схема Г-образного полувзвена	Формулы для элементов фильтра	Электрические характеристики			
			постоянная передачи		характеристическое сопротивление	
			затухание	фазовый угол	для Т-образной стороны	для П-образной стороны
К		$L_1 = \frac{W_0}{\pi(f_s - f_1)} \text{ гН}$ $C_1 = \frac{f_s - f_1}{4\pi f_1 f_s W_0} \phi$ $L_2 = \frac{(f_s - f_1) W_0}{4\pi f_1 f_s} \text{ гН}$ $C_2 = \frac{1}{\pi(f_s - f_1) W_0} \phi$				
м-последовательно-производный		$L_{1m} = mL_1 \text{ гН}$ $C_{1m} = \frac{C_1}{m} \phi$ $L_{2m} = \frac{1 - m^2}{4m} L_1 \text{ гН}$ $C_{2m} = \frac{4m}{1 - m^2} C_1 \phi$ $L_{3m} = \frac{L_2}{m} \text{ гН}$ $C_{3m} = mC_2 \phi$			То же, что и для фильтра типа К	
м-параллельно-производный		$L_{1m} = mL_1 \text{ гН}$ $C_{1m} = \frac{C_1}{m} \phi$ $L_{2m} = \frac{4m}{1 - m^2} L_2 \text{ гН}$ $C_{2m} = \frac{1 - m^2}{4m} C_2 \phi$ $L_{3m} = \frac{L_2}{m} \text{ гН}$ $C_{3m} = mC_2 \phi$	То же, что и для последовательно-производного фильтра типа м		То же, что и для фильтра типа К	
Шести-элементный I		$L_1 VI = mL_1 \text{ гН}$ $C_1 VI = \frac{C_1}{m} \phi$ $L_2 VI = L_1 \frac{1 - m^2}{4m} \left[ 1 + \left( \frac{f_m}{f_{\infty}} \right)^2 \right] \text{ гН}$ $C_2 VI = \frac{C_1}{1 + \left( \frac{f_m}{f_{\infty}} \right)^2} \times \frac{4m}{1 - m^2} \phi$ $L_3 VI = L_1 \frac{1 - m^2}{4m} \left[ 1 + \left( \frac{f_{\infty}}{f_m} \right)^2 \right] \text{ гН}$ $C_3 VI = \frac{C_1}{1 + \left( \frac{f_m}{f_{\infty}} \right)^2} \times \frac{4m}{1 - m^2} \phi$ <p>Формулы действительны при условии:  <math>f_{1\infty} \cdot f_{\infty} = f_1 f_2</math></p>	То же, что и для последовательно-производного фильтра типа м		То же, что и для фильтра типа К	То же, что и для последовательно-производного фильтра типа м

Продолжение табл. 39

Тип	Схема Г-образного по- лузвена	Формулы для эле- ментов фильтра	Электрические характеристики			
			постоянная передачи		характеристическое со- противление	
			затухание	фазовый угол	для Т-образ- ной стороны	для П-образ- ной стороны
Трёхэле- ментный I		$L_1 = \frac{W_0}{\pi(f_2 - f_1)} \text{ гН}$ $C_1 = \frac{f_2 - f_1}{4\pi f_1^2 W_0} \text{ ф}$ $C_2 = \frac{1}{\pi(f_1 + f_2)W_0} \text{ ф}$				Не представ- ляет интереса
Трёхэле- ментный II		$L_1 = \frac{f_1 W_0}{\pi f_2(f_2 - f_1)} \text{ гН}$ $C_1 = \frac{f_2 - f_1}{4\pi f_1 f_2 W_0} \text{ ф}$ $L_2 = \frac{(f_1 + f_2)W_0}{4\pi f_1 f_2} \text{ гН}$			То же, что и для трёх- элементного I	Не представ- ляет интереса
Трёхэле- ментный III		$L_1 = \frac{W_0}{\pi(f_1 + f_2)} \text{ гН}$ $L_2 = \frac{(f_2 - f_1)W_0}{4\pi f_1^2} \text{ гН}$ $C_2 = \frac{1}{\pi(f_2 - f_1)W_0} \text{ ф}$	То же, что и для трёх- элементного I	То же, что и для трёх- элементного I	Не представ- ляет интереса	
Трёхэле- ментный IV		$C_1 = \frac{f_1 + f_2}{4\pi f_1 f_2 W_0} \text{ ф}$ $L_2 = \frac{(f_2 - f_1)W_0}{4\pi f_1 f_2} \text{ гН}$ $C_2 = \frac{f_1}{\pi f_2(f_2 - f_1)W_0} \text{ ф}$	То же, что и для трёх- элементного II	То же, что и для трёх- элементного II	Не представ- ляет интереса	То же, что и для трёх- элементного III

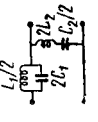


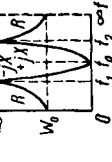
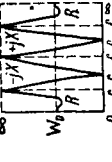
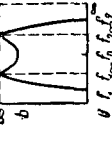
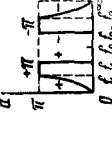
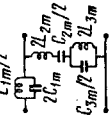
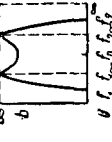
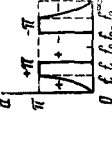
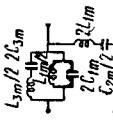
Примечание.  $f_m = \sqrt{f_1 f_2} = \sqrt{f_{1\infty} f_{2\infty}}$ ;  $m = \sqrt{1 - \left( \frac{f_2 - f_m}{f_m - f_1} \right)^2} = \sqrt{1 - \left( \frac{f_{2\infty} - f_m}{f_m - f_{1\infty}} \right)^2}$ .



Фиг. 2. Затухание Т- и П-образных звеньев фильтров нижних и верхних частот типа м и К в полосе задерживаемых частот

Таблица 40

## Режекторные фильтры

Т и п	Схема Г-образного полузвена	Формулы для элементов фильтра	Электрические характеристики			
			затухание	фазовый угол	для Т-образной стороны	для П-образной стороны
К		$L_1 = \frac{(f_2 - f_1) W_0}{\pi f_1 f_2} \text{ гн}$ $C_1 = \frac{1}{4\pi(f_2 - f_1) W_0} \phi$ $L_2 = \frac{W_0}{4\pi(f_2 - f_1)} \text{ гн}$ $C_2 = \frac{f_2 - f_1}{\pi f_1 f_2 W_0} \phi$				
					То же, что и для фильтра типа К	
м-последователь- но-производный		$L_1 m = m L_1 \text{ гн}$ $C_1 m = \frac{C_1}{m} \phi$ $L_2 m = \frac{L_2}{m} \text{ гн}$ $C_2 m = m C_2 \phi$ $L_3 m = \frac{4m}{1 - m^2} L_2 \text{ гн}$ $C_3 m = \frac{1 - m^2}{4m} C_2 \phi$			То же, что и для фильтра типа К	
м-параллельно- производный		$L_1 m = m L_1 \text{ гн}$ $C_1 m = \frac{C_1}{m} \phi$ $L_2 m = \frac{L_2}{m} \text{ гн}$ $C_2 m = m C_2 \phi$ $L_3 m = \frac{4m}{1 - m^2} L_2 \text{ гн}$ $C_3 m = \frac{1 - m^2}{4m} C_2 \phi$	То же, что и для последовательно- производного фильтра типа м		То же, что и для фильтра типа К	

Примечание.  $f_0 = \sqrt{f_1 f_2}$ ;  $m = \sqrt{\frac{f_2 - f_0}{f_0 - f_1}}$

$$1 - \left( \frac{f_2 - f_0}{f_0 - f_1} \right)^2$$



**Фильтры с трансформаторной связью**

Схемы фильтров данного типа при анализе могут быть приведены к схемам Т- и П-образных фильтров.

Для этого элемент фильтра с трансформаторной связью заменяют эквивалентным Т- или П-образным контуром, согласно указаниям табл. 41.

Таблица 41

**Формулы для перехода от трансформатора к эквивалентному Т- или П-образному контуру**

Исходная схема	Формулы для перехода к	
	Т-образному контуру	П-образному контуру
	$\frac{1}{2} Z_1 = Z - Z_{12}$ $Z_1 = Z_{12}$	$Z_1 = \frac{Z^2 - Z_{12}^2}{\mp Z_{12}}$ $2Z_2 = \frac{Z^2 - Z_{12}^2}{\mp Z_{12}}$

Пример приведения расчётной схемы фильтра с трансформаторной связью показан в табл. 42.

**Указания по расчёту фильтров**

Фильтры, применяемые в настоящее время в технике связи, большей частью являются комбинированными, состоящими из нескольких звеньев и полувзвеньев различного типа (например К, m или других).

Для расчёта фильтра должны быть заданы:

а) значения крайних частот передаваемой полосы частот;

б) величина характеристического сопротивления фильтра и допустимое отклонение его от номинального значения в пределах полосы передаваемых частот; характер изменения реактивной составляющей характеристического сопротивления в полосе задерживаемых частот;

в) наибольшая допустимая величина рабочего затухания фильтра в полосе передаваемых частот;

г) минимальная допустимая величина рабочего затухания фильтра в полосе задерживаемых частот (например на передаваемых частотах смежного по частоте канала связи);

д) условия параллельной работы фильтров.

При выборе схемы и расчёте фильтра рекомендуется придерживаться следующих указаний:

а) Зная заданную величину номинального характеристического сопротивления фильтра в полосе передачи и допустимое отклонение от него, из фиг. 1 определяют соответствующую кривую характеристического сопротивления с заданным отклонением. Например, если для полосового фильтра заданы крайние частоты передаваемой полосы  $f'_1 = 10\,000$  гц и  $f'_2 = 12\,400$  гц, а также допустимое отклонение характеристического сопротивления в  $\pm 10\%$ , то на фиг. 1 проводят две прямые, параллельные оси абсцисс, пересекающие ось ординат одна в точке 1,1 и другая в точке 0,9, как границы допускаемых значений характеристического сопротивления фильтра в полосе передачи. В этих границах укладывается кривая характеристического сопротивления при  $m = 0,542$  ( $\alpha = 1,19$ ). Эта кривая пересекает нижнюю проведённую прямую в точке, для которой

$$\frac{f_0}{f} = \frac{f_1}{f'_1} = 0,94,$$

откуда  $f_1 = 9\,400$  гц, и

$$\frac{f}{f_0} = \frac{f'_2}{f_2} = 0,94,$$

следовательно  $f_2 = 13\,190$  гц.

Таким образом, определены расчётные предельные частоты фильтра и величина  $m$ , при которой отклонения характеристического сопротивления фильтра номинального значения не будут превышать допустимой величины.

Таблица 42

**Пример приведения схемы фильтра с трансформаторной связью к расчётной схеме**

Исходная схема		Пояснения
I промежуточная схема		Переход к неуравновешенной схеме и замена трансформатора эквивалентным Т-образным контуром
II промежуточная схема		Замена треугольников ёмкостей эквивалентными звёздами ёмкостей
Расчётная схема		Выделение звеньев, из которых образован фильтр

б) Если фильтр подлежит включению на вход или на выход ламповой аппаратуры или преобразователей частоты, то необходимо для шунтирования паразитных частот, лежащих вне полосы передаваемых частот, заканчивать фильтр П-образной стороной фильтра типа К на стороне, примыкающей к указанной аппаратуре.

в) Исходя из наименьшей величины рабочего затухания в полосе затухания фильтра, находят необходимое количество звеньев и полувзвеньев и определяют их тип таким образом, чтобы число элементов в звеньях и полувзвнях фильтра было по возможности наименьшим и чтобы характеристические сопротивления соединяемых друг с другом звеньев были одинаковыми.

*Пример.* Требуется рассчитать фильтр нижних частот, удовлетворяющий требованиям: а) отклонение характеристического сопротивления фильтра не должно превышать  $\pm 10\%$  в пределах передаваемой полосы частот  $0 - 2600$  гц и б) затухание фильтра при  $f = 3000$  гц не должно быть ниже 6 неп. Предельная частота фильтра в данном случае должна быть:

$$f_0 = \frac{2600}{0,94} = 2770 \approx 2800 \text{ гц.}$$

Крайние полувзвья фильтра должны быть типа  $m$  с  $m = 0,512$ . Требование получения затухания в 6 неп при  $f = 3000$  гц удовлетворяется, если в качестве средних звеньев на основании фиг. 2 выбрать одно звено типа К и два звена типа  $m$  ( $m = 0,416$ ;  $\alpha = 1,10$ ).

г) Расчёт полосовых фильтров ввиду большого разнообразия схем звеньев различного типа сводят к расчёту фильтра, составленного из трёх- или четырёхэлементных звеньев, а затем, используя эквивалентность между различными схемами звеньев, выбирают окончательную схему фильтра.

д) Зная максимально допустимую величину затухания фильтра в пределах полосы передаваемых частот, выбирают соответствующую величину коэффициента потерь, что необходимо для конструктивного расчёта фильтра.

е) При параллельной работе полосовых фильтров последние на стороне параллельного соединения должны заканчиваться Т-образными окончаниями фильтра типа К. В необходимых случаях применяют также компенсирующие контуры или специальные окончания параллельно соединяемых фильтров (например нижних и верхних частот).

ж) При расчёте несимметричных фильтров (например нагружаемых на различные по величине сопротивления) для сокращения числа или изменения величин элементов фильтра применяют метод расчёта, основанный на преобразованиях при помощи идеального трансформатора см. [1].

з) Производят конструктивный расчёт фильтра, определяя значения его элементов и их конструктивные данные.

и) Рассчитывают и строят частотные характеристики характеристического сопротивления и затухания фильтра.

После сборки макета фильтра измеряют его частотные характеристики для сличения их с расчётными.

Более подробные указания по расчёту фильтров см. [1, 4, 38].

## ВЫРАВНИВАТЕЛИ

### Общие указания

В технике дальней телефонной связи выравниватели находят применение:

а) на воздушных линиях для устранения амплитудных искажений в телефонных каналах тональной и высокой частоты;

б) на кабельных линиях с повышенной при помощи катушек индуктивностью для устранения амплитудных и фазовых искажений в телефонных каналах тональной частоты;

в) на однородных кабельных линиях (в том числе и на коаксиальных) для устранения амплитудных искажений в телефонных каналах высокой частоты.

Амплитудные выравниватели являются четырёхполосниками, состоящими из активных и реактивных сопротивлений. Фазовые выравниватели представляют собой четырёхполосники, состоящие из реактивных сопротивлений.

В обоих случаях двухполосники, образующие последовательные и параллельные ветви в выравнивателях, являются взаимнообратными.

Схемы, частотные характеристики затухания и расчётные формулы амплитудных выравнивателей приведены в табл. 43; аналогичные данные для фазовых выравнивателей см. в литературе [1, 4].

### Указания по расчёту амплитудных выравнивателей

Схему амплитудного выравнивателя выбирают, исходя из известных требований к частотной характеристике его рабочего затухания.

Зная частотную характеристику затухания выравнивателя и пользуясь табл. 43, в которой представлены частотные кривые затухания для различных схем выравнивателей, выбирают подходящую схему выравнивателя. При этом следует иметь в виду, что наиболее совершенными схемами являются такие, которые обладают наибольшим числом элементов в последовательном плече, так как в этом случае при решении расчётного уравнения можно использовать несколько точек заданной кривой затухания и благодаря этому получить лучшее приближение к исходным условиям. В то же время следует помнить, что увеличение числа элементов в схеме выравнивателя вызывает усложнение схемы выравнивателя и увеличение стоимости его изготовления. После этого рассчитывают коэффициенты уравнения, необходимые для определения элементов схемы выравнивателя, и затем, зная их, находят значения элементов.

Определив элементы, рассчитывают частотную характеристику выравнивателя и сравнивают её с заданной.

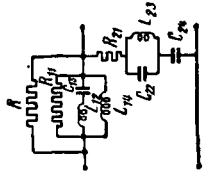
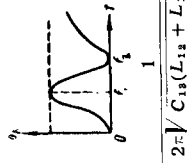
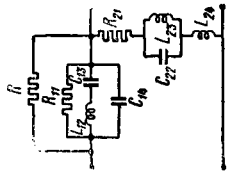
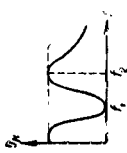
*Пример.* Требуется рассчитать амплитудный выравниватель с  $R = 600$  ом, обладающий затуханиями:  $b_{K_0} = 1,94$  неп при  $f = 0$ ,  $b_{K_1} = 0,98$  неп при  $f_1 = 1200$  гц и  $b_{K_2} = 0,32$  неп при  $f_2 = 2400$  гц. Так как выравниватель должен иметь падающую характеристику затухания, то выбираем тип IV выравнивателя.

Таблица 43

Амплитудные выравниватели (схемы, характеристики затухания и расчётные формулы)

Тип кон-	Схема контура	Частотная характеристика затухания	Затухание выравнивателя	Основное расчётное уравнение	Формулы для элементов
I			$e^{2b_k} = \frac{P_0 + f^2}{Q_0 + f^2}$	$P_0 - Q_0 e^{2b_k} = f^2(e^{2b_k} - 1)$ В физических реализуемых решениях: $0 < Q_0 < P_0$	$R_{11} = a_0; \quad R_{21} = \frac{R^2}{R_{11}};$ $C_{12} = \frac{b_1}{2\pi a_0}; \quad L_{22} = C_{12} R^2,$ причём $a_0 = R \left( \sqrt{\frac{P_0}{Q_0} - 1} \right) \text{ и } b_1 = \frac{1}{\sqrt{Q_0}}$
II			$e^{2b_k} = \frac{1 + P_0 f^2}{1 + Q_0 f^2}$	$P_2 - Q_2 e^{2b_k} = \frac{e^{2b_k} - 1}{f^2}$ В физических реализуемых решениях: $0 < Q_2 < P_2$	$R_{11} = \frac{a_1}{b_1}; \quad L_{12} = \frac{a_1}{2\pi};$ $R_{21} = \frac{R^2}{R_{11}}; \quad C_{12} = \frac{L_{12}}{R^2},$ причём $a_1 = R \left( \sqrt{\frac{P_2}{Q_2} - 1} \right);$ $b_1 = \sqrt{\frac{Q_2}{P_2}}$
III			$e^{2b_k} = \frac{1 + P_0 f^2 + P_4 f^4}{1 + Q_0 f^2 + Q_4 f^4}$	$P_3 - Q_3 e^{2b_k} - f^2(e^{2b_k} - 1) P_4 = \frac{e^{2b_k} - 1}{f^2}$ В физических реализуемых решениях: $0 < Q_3 < P_3$	$R_{11} = \frac{a_1}{b_1}; \quad R_{21} = \frac{R^2}{R_{11}};$ $C_{12} = \frac{b_2}{2\pi a_1}; \quad L_{22} = C_{12} R^2;$ $L_{12} = \frac{a_1}{2\pi}; \quad C_{22} = \frac{L_{12}}{R^2},$ причём $a_1 = R \left( \sqrt{\frac{P_3 + 2\sqrt{P_4} - \sqrt{Q_3 + 2\sqrt{P_4}}}{Q_3}} \right);$ $b_1 = \sqrt{\frac{Q_3 + 2\sqrt{P_4}}{P_4}};$ $b_2 = \sqrt{\frac{P_4}{P_3}}$
IV			$e^{2b_k} = \frac{1 + F_0 y^2}{1 + y^2},$ где $y = -\frac{1 - b_2 f^2}{b_1 f},$ $F_0 = b^{2b_k} = \left( 1 + \frac{R_{11}}{R} \right)^2;$ $b_{k_0} - \text{затухание контура при } f=0$	$b_2 - \frac{y}{f} b_1 = \frac{1}{f^2},$ где $y = \pm \sqrt{\frac{e^{2b_k} - 1}{e^{2b_k} - e^{2b_{k_0}} - 1}}$ Знак «-» берётся для частот от 0 до $f_0$ , а знак «+» — для частот от $f_0$ до $\infty$ . В физических реализуемых решениях $b_1$ и $b_2$ должны быть положительными	$R_{11} = R \left( e^{b_{k_0}} - 1 \right);$ $R_{21} = \frac{R^2}{R_{11}};$ $L_{12} = \frac{b_2 R_{11}}{2\pi b_1}; \quad C_{12} = \frac{L_{12}}{R^2};$ $C_{11} = \frac{b_1}{2\pi R_{11}}; \quad L_{22} = C_{12} R^2$

Продолжение табл. 43

Тип кон- тура	Схема контура	Частотная характеристика затухания	Затухание выравнивателя	Основное расчётное уравнение	Формулы для элементов
V		 $f_1 = \frac{1}{2\pi \sqrt{C_{13}(L_{13} + L_{14})}}$ $f_2 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_{23}(C_{23} + C_{24})}}$ $f_3 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_{13}C_{13}}}$ $= \frac{1}{2\pi \sqrt{L_{23}C_{23}}}$	$e^{2b_k} = \frac{1 + F_0 y^2}{1 + y^2},$ $y = \frac{b_1 f - b_2 f^2}{1 - b_3 f^2};$ $F_1 = e^{2b_{k1}} = \left(1 + \frac{R_{11}}{R}\right)^2,$ <p>где <math>b_k</math> — затухание контура при частотах <math>f_1</math> и <math>\infty</math></p>	$b_1 + y f b_2 - f^2 b_3 = \frac{y}{f},$ $y = \pm \sqrt{\frac{e^{2b_k} - 1}{e^{2b_{k1}} - e^{2b_k}}}$ <p>Знак «+» берётся для частот от 0 до <math>f_1</math> и от <math>f_2</math> до <math>\infty</math>, а знак «-» — для частот от <math>f_1</math> до <math>f_2</math>. В физически реализуемых решениях: <math>b_3 &lt; b_1 b_2</math></p>	$R_{11} = R (e^{b_{k1}} - 1); \quad R_{21} = \frac{R^2}{R_{11}};$ $L_{13} = \frac{b_1 b_2 R_{11}}{2\pi(b_2 - b_3)}; \quad C_{23} = \frac{L_{13}}{R^2};$ $C_{13} = \frac{b_1 b_2 - b_3}{2\pi b_1^2 R_{11}}; \quad L_{23} = C_{13} R^2;$ $L_{14} = \frac{b_1 R_{11}}{2\pi}; \quad C_{24} = \frac{L_{14}}{R^2}$
V1		 $f_1 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_{12}C_{13}}}$ $= \frac{1}{2\pi \sqrt{L_{23}C_{23}}} \sqrt{\frac{b_2}{b_1}}$ $f_2 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_{12}C_{13} + C_{11}}}$ $= \frac{1}{2\pi \sqrt{C_{23} \frac{L_{23}L_{24}}{L_{23} + L_{24}}}}$	$e^{2b_k} = \frac{1 + F_0 y^2}{1 + y^2},$ $y = -\frac{1 - b_2 f^2}{b_1 f - b_3 f^2};$ $F_0 = e^{2b_{k0}} = \left(1 + \frac{R_{11}}{R}\right)^2,$ <p>где <math>b_{k0}</math> — затухание контура при <math>f = 0</math> и при <math>f = f_2</math></p>	$b_2 - \frac{y}{f} b_1 + y f b_3 = \frac{1}{f^2},$ $y = \pm \sqrt{\frac{e^{2b_k} - 1}{e^{2b_{k0}} - e^{2b_k}}}$ <p>Знак «-» берётся для частот от 0 до <math>f_1</math> и от <math>f_2</math> до <math>\infty</math>, а знак «+» — для частот от <math>f_1</math> до <math>f_2</math>. В физически реализуемых решениях: <math>b_3 &lt; b_1 b_2</math></p>	$R_{11} = R (e^{b_{k0}} - 1); \quad R_{21} = \frac{R^2}{R_{11}};$ $L_{13} = \frac{b_1^2 R_{11}}{2\pi(b_2 - b_3)}; \quad C_{23} = \frac{L_{13}}{R^2};$ $C_{13} = \frac{b_1 b_2 - b_3}{2\pi b_2 R_{11}}; \quad L_{23} = C_{13} R^2$ $C_{14} = \frac{b_3}{2\pi b_2 R_{11}}; \quad L_{24} = C_{14} R^2$

Во всех формулах  $R$  — активное сопротивление нагрузки. Сопротивления в омах, индуктивности в генри и ёмкости в фарадах.

При  $b_{k_0} = 1,94$  величина  $F_0 = 48,4$ . Подставляя в основное расчётное уравнение значения  $b_{k_1}$  и  $b_{k_2}$  при указанных частотах, получим два уравнения с неизвестными  $b_1$  и  $b_2$ . Решение их даёт  $b_1 = 1,984 \cdot 10^{-3}$  и  $b_2 = 0,59 \cdot 10^{-6}$ . Зная значения  $b_1$  и  $b_2$ , определяют величины элементов контура:

$$R_{11} = R(e^{b_{k_0}} - 1) = 8350 \text{ ом};$$

$$L_{12} = \frac{b_2 R_{11}}{2\pi b_1} = 0,0395 \text{ гн};$$

$$C_{12} = \frac{b_1}{2\pi R_{11}} = 0,0379 \cdot 10^{-6} \text{ ф};$$

$$R_{21} = \frac{R^2}{R_{11}} = 235 \text{ ом};$$

$$C_{22} = \frac{L_{12}}{R^2} = 0,0202 \cdot 10^{-6} \text{ ф}$$

$$L_{22} = C_{12} R^2 = 0,0742 \text{ гн}.$$

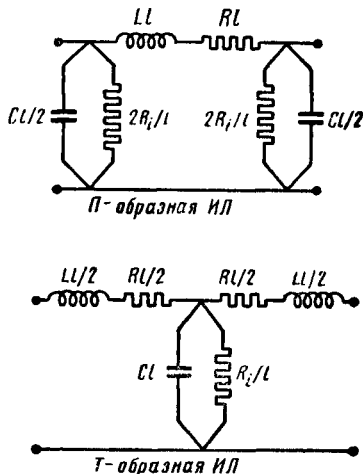
Если, пользуясь уравнением для расчёта затухания, рассчитать и построить кривую затухания выравнивателя, то можно убедиться, что расчётная кривая отличается от заданной не более чем на  $\pm 0,06 \text{ неп}$ .

Применив контур типа VI, можно увеличить точность совпадения кривых до  $\pm 0,024 \text{ неп}$ .

Более подробные данные по расчёту выравнивателей в литературе [1, 4].

### ИСКУССТВЕННЫЕ ЛИНИИ ЗАТУХАНИЯ

Искусственные линии применяют в технике дальней связи для воспроизведения физических линий, а также для создания кон-



Фиг. 3. Искусственные линии для воспроизведения коротких участков однородных линий в заданной полосе частот  $f < \frac{1}{16} \lambda$ .  $R$ ,  $L$ ,  $C$  и  $R_i$  — активное

сопротивление, индуктивность, ёмкость и сопротивление изоляции на 1 км длины линии;  $\lambda$  — длина волны при  $f_{\max}$ .

туров, обладающих постоянным характеристическим сопротивлением и определённой частотной зависимостью постоянной затухания.

Искусственные линии первого типа дают наибольшее приближение к действительности в том случае, когда они рассчитываются для воспроизведения коротких участков физических линий ( $f < \frac{1}{16} \lambda$  при  $f_{\max}$ ).

Хорошие результаты могут быть получены при помощи схемы, изображённой на фиг. 3; на этой фигуре, кроме самой схемы, указаны также формулы для расчёта её элементов.

Если необходимо искусственно воспроизвести длинную линию, то следует разделить её на короткие участки так, чтобы для каждого из них  $|\gamma l| \leq 0,3$ , каждый из этих участков заменить схемой фиг. 3 и затем соединить все эти схемы последовательно.

Искусственные линии второго типа могут быть собраны по схемам амплитудных выравнивателей, приведённым в табл. 43.

### ПЕРЕХОДНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

Переходные трансформаторы, включаемые в телефонный канал тональной частоты по концам каждого усилительного участка, предназначены для:

- а) согласования входных сопротивлений линии и станционных устройств;
- б) наложения телеграфной работы на двухпроводную линию по схеме дифференциальными трансформаторами;
- в) электрического отделения линии от станционных устройств;
- г) для уменьшения влияния помех низкой частоты.

В настоящее время изготовляют два типа переходных трансформаторов с коэффициентами трансформации 1:1 и 1:1,53. Первый предназначен для включения в цепи из цветного металла, а второй — в стальные цепи.

Данные трансформаторов указаны в табл. 44.

Таблица 44

Переходные трансформаторы завода «Красная заря»

Коэффициент трансформации	Данные обмоток					
	первичная			вторичная		
	провода ПЭШО, диаметр в мм	число витков	сопротивление в ом	провода ПЭШО, диаметр в мм	число витков	сопротивление в ом
1:1	0,31	2 × 600	2 × 20	0,31	2 × 600	2 × 20
1:1,53	0,3	2 × 550	2 × 18	0,27	2 × 840	2 × 42

Переходные трансформаторы, предназначенные для включения между линией и дуплексным усилителем тональной частоты, поставляются совместно с подобранными балансными трансформаторами, включаемыми в балансные цепи дуплексных усилителей.

## ТЕЛЕГРАФИЯ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ  
В ТЕКСТЕ И НА ЧЕРТЕЖАХ

<i>АС</i>	— абонентская стойка
<i>АТТ</i>	— аппаратура тонального телеграфирования
<i>Б</i>	— батарея
<i>БК</i>	— балансный контур
<i>БР</i>	— батарейное реле
<i>БлР</i>	— блокирующее реле
<i>В</i>	— выпрямители
<i>ВВ</i>	— выключатель вибратора
<i>ВП</i>	— вызывной прибор
<i>ВФ</i>	— выключатель фониического колеса
<i>Г</i>	— генератор несущего тока
<i>Д</i>	— дискриминатор
<i>Диф МА</i>	— дифференциальный миллиамперметр
<i>ДП</i>	— длинная пружина
<i>ДС</i>	— дифференциальная система
<i>ДЭ</i>	— движущий электромагнит
<i>З</i>	— земля
<i>ЗД</i>	— задний диск распределителя
<i>К</i>	— коммутатор
<i>Кл</i>	— ключ
<i>КП</i>	— короткая пружина
<i>КнР</i>	— контрольное реле
<i>КР</i>	— коррекционное реле
<i>КЭ</i>	— коррекционный электромагнит
<i>ЛБ</i>	— линейная батарея
<i>ЛВ</i>	— лампа вибратора
<i>ЛКЭ</i>	— лампа корректирующего электромагнита
<i>ЛР</i>	— линейное реле
<i>ЛРЭ</i>	— лампа регулирующего электромагнита
<i>ЛФК</i>	— лампа фониического колеса
<i>М</i>	— модулятор
<i>МА</i>	— миллиамперметр
<i>МБ</i>	— местная батарея
<i>МГ</i>	— магнитный генератор
<i>НЛ</i>	— неоновая лампа
<i>Н</i>	— северный полюс
<i>ОР</i>	— обмотка реле
<i>Онд</i>	— ондулятор
<i>ОТА</i>	— опросный телеграфный аппарат
<i>П</i>	— провод
<i>ПБ</i>	— печатающая батарея
<i>ПД</i>	— передний диск распределителя
<i>Пер</i>	— передатчик аппаратуры высокочастотного телефонирования
<i>ПерР</i>	— передающее реле
<i>ПкР</i>	— переключающее реле
<i>Пр</i>	— приёмник канала тонального телеграфирования
<i>ПрК</i>	— приёмник аппаратуры высокочастотного телефонирования
<i>ПрР</i>	— приёмное реле
<i>ПР</i>	— печатающее реле
<i>ПТТ</i>	— передатчик тонального телеграфирования
<i>ПФ</i>	— полосовой фильтр
<i>Р</i>	— релейный комплект
<i>РР</i>	— регулирующее реле
<i>РС</i>	— распределительная стойка
<i>Рт</i>	— ретрансмиттер
<i>РУ</i>	— регулятор усиления
<i>СМР</i>	— стойка многократного распределения

<i>СП</i>	— стойка питания
<i>S</i>	— южный полюс
<i>СУУ</i>	— сигнализатор уменьшения уровня
<i>ТБ</i>	— тактовая батарея
<i>ТзФ</i>	— телеграфный фильтр; число, следующее за обозначением, указывает предельную частоту фильтра в гц
<i>Тр</i>	— трансформатор
<i>ТР</i>	— транслирующее реле
<i>ТЭ</i>	— тактовый электромагнит
<i>У</i>	— удлинитель
<i>Ум</i>	— умформер
<i>УО</i>	— усилитель-ограничитель
<i>Ус</i>	— усилитель
<i>Э</i>	— электромагнит
<i>Яз</i>	— язычок

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

## Сеть телеграфной связи железнодорожного транспорта СССР

Первый электрический (электромагнитный) телеграф изобрёл в 1832 г. русский учёный П. Л. Шиллинг. Позднее за границей в 1837 г. электромагнитный телеграф был предложен Морзе.

В период с 1839 по 1850 г. русский академик Б. С. Якоби создал несколько типов синхронных телеграфных аппаратов с циферблатом и изобрёл первый буквопечатающий аппарат с типовым колесом.

В 1874 г. Бодо был предложен многократный симплексный буквопечатающий телеграфный аппарат.

В период 1914 — 1920 гг. были разработаны первые стартстопные телеграфные аппараты.

Советские учёные и специалисты внесли много нового и оригинального в технику телеграфии. Аппараты Бодо были переведены на дуплексную схему и улучшены в схемном и конструктивном отношении; были усовершенствованы вилочные регенеративные трансляции. В этой области много сделано В. И. Керби, В. В. Новиковым, А. Н. Перегудовым и др. В 1929 г. был изготовлен стартстопный аппарат А. Ф. Шорина, в 1931 г. — стартстопный аппарат Тремля, в 1935 г. — стартстопный аппарат СТ-35 (советский телеграф).

В 1938 г. лауреатами Сталинской премии А. Д. Игнатьевым, Л. П. Гуриным и Г. П. Козловым создан девятикратный аппарат Бодо с электронными реле.

В последнее время в СССР широкое применение получило тональное телеграфирование по телефонным каналам.

На сети железнодорожного транспорта СССР используется несколько видов телеграфной связи, указанных в табл. 45 вместе с их характеристикой.

## Телеграфные коды

Сочетания посылок электрического тока, с помощью которых передаются буквы алфавита, цифры и знаки препинания, образуют так называемый телеграфный код.

Таблица 45

Виды телеграфной связи, применяемой на железнодорожном транспорте СССР, и их характеристика

Вид телеграфной связи	Назначение	Тип применяемой линии	Тип используемых телеграфных аппаратов	Пункты установки телеграфных аппаратов
Поездная меж- станционная	Для передачи поез- дных телеграмм	Одиночный стальной провод диаметром 4 мм	Аппараты Морзе	Смежные станции или разъезды
Постанционная	Для включения ма- лых станций и разъ- ездов в сеть теле- графной связи	То же	То же	Станции и разъезды, входящие в данный круг постанционной связи
Циркулярная	Для сношений стан- ций, включённых в круг постанционной связи, с отделениями дороги и крупными станциями	Одиночный стальной провод диаметром 4–5 мм или искусст- венная цепь, образо- ванная на стальной телефонной линии диаметром 4–5 мм	Аппараты Морзе или стартстопные теле- графные аппараты, включаемые через реле	Станции деления кругов постанцион- ной связи и отде- ления дороги
Прямая дальняя внутридорож- ная	Для связи управле- ний железных дорог с отделениями и по- следних между собой	То же, а также Ка- нал тонального теле- графирования	Аппараты Бодо или стартстопные теле- графные аппараты	Управление и отде- ления железных до- рог
Прямая дальняя магистральная	Для связи МПС с управлениями же- лезных дорог и последних между собой	Одиночный стальной провод диаметром 5 мм или искусствен- ная цепь, образован- ная на цветной теле- фонной цепи, или канал тонального телеграфирования	Аппараты Бодо или стартстопные теле- графные аппараты	МПС и управления железных дорог
Местная	Для связи между телеграфными стан- циями, расположен- ными в одном пункте	Одиночные стальные провода диаметром 4 мм или телеграф- ные кабели	Аппараты Морзе или стартстопные теле- графные аппараты	Телеграфные стан- ции железных дорог и других ведомств, расположенные в пределах данного пункта или железно- дорожного узла
Абонентская	Для непосредствен- ной связи оператив- ных работников же- лезнодорожного транспорта	Преимущественно каналы тонального телеграфа	Рулонные стартстоп- ные телеграфные ап- параты	Помещения опера- тивных работников железнодорожного транспорта

Примечания. 1. Кругом телеграфной связи называется телеграфная цепь, в которую последовательно включено несколько телеграфных аппаратов. Число аппаратов, включённых в один круг, определяется в зависимости от типа аппаратов и заданной пропускной способности. Практически в круг постанционной связи включают до 5 аппаратов Морзе, а в круг циркулярной связи — до 4 аппаратов.

2. На участках, где связь осуществляется по кабелям междугородного типа, для организации телеграфной связи используют цепи в этих кабелях.

На железнодорожном транспорте СССР пользуются:

а) кодом Морзе (табл. 53), состоящим из комбинаций точек и тире; точка является наикратчайшей (элементарной) посылкой электрического тока; продолжительность тире равна продолжительности трёх точек; между точками, тире, а также между точкой и тире устанавливается промежуток, равный продолжительности точки; промежуток между знаками равен продолжительности трёх точек, а между словами — пяти точек; средняя длина буквы по коду Морзе равна девяти элементарным послылкам; код Морзе применяется в аппаратах Морзе и Крида;

б) кодом пятизначным (табл. 54), при котором каждый знак передаётся при помощи пяти

элементарных посылок тока обоих направлений (+ и —); число возможных комбинаций для этого кода определяется по формуле:

$$N = 2^5 - 1.$$

Пятизначный код применяется в аппаратах Бодо и СТ-35.

#### Скорость телеграфирования

Скорость телеграфирования  $n_0$  определяется количеством элементарных посылок, передаваемых в единицу времени (в секунду), и выражается в бодах.

Продолжительность посылки  $t_s$  — величина, обратная скорости телеграфирования, и

выражается в миллисекундах. Так, если скорость телеграфирования  $n_6 = 50$  бодам, то

$$t_s = \frac{1}{n_6} = \frac{1}{50} = 20 \text{ мсек.}$$

### Методы телеграфирования

На железнодорожном транспорте СССР применяют:

а) телеграфирование импульсами постоянного тока одного направления (однополюсная работа) или двух направлений (двухполюсная работа);

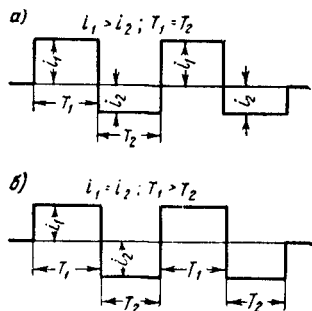
б) телеграфирование переменными токами преимущественно в полосе частот от 300 до 2 500 гц, или тональное телеграфирование.

Телеграфирование переменными токами осуществляется или по методу амплитудной модуляции или по методу частотной модуляции.

По характеру работы телеграфирование осуществляется или по симплексной схеме (передача и приём осуществляются поочередно) или по дуплексной схеме (одновременный приём и передача).

### Искажение в телеграфных цепях

Искажения телеграфных сигналов могут быть: полюсные, или односторонние, балансные, случайные и характеристические.



Фиг. 4. Полюсные преобладания: а—амплитудные; б—зависящие от неравенства продолжительности посылок тока

Полюсные искажения, или преобладания (фиг. 4), в свою очередь бывают:

а) амплитудные, которые зависят от неравенства напряжений линейных батарей или параметров реостатных ламп на передающей станции или трансляции, и

б) зависящие от времени, т. е. от неравенства продолжительности посылок тока.

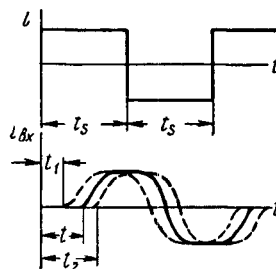
Балансные искажения обуславливаются неправильной регулировкой балансных контуров в дуплексных схемах. К случайным искажениям относят искажения, возникающие от помех со стороны соседних проводов. Характеристические искажения возникают в проводах с большой ёмкостью или индуктивностью; они имеют значение при большой скорости телеграфирования.

К искажениям, с которыми сигналы приходят на приёмную станцию, добавляются искажения, вносимые приёмным реле.

Если язычок реле остаётся на одном контакте в течение времени  $t_1$ , а на другом в течение  $t_2$ , то степень искажения

$$k = \frac{t_1 - t_2}{t_s} 100\%,$$

где  $t_s$  — продолжительность полупериода переменного тока, поступающего в обмотки реле, или продолжительность элементарного сигнала. Величина  $k$  для реле должна быть не более 5%.



Фиг. 5. Смещение входящих сигналов

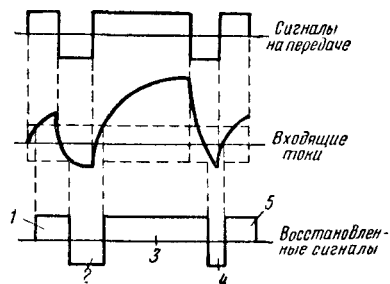
Степенью искажения восстановленных сигналов называется отношение наибольшего расхождения, замеченного между запаздыванием воспроизведения, к продолжительности элементарного сигнала, т. е.

$$\epsilon = \frac{t_2 - t_1}{t_s} 100\% = \frac{\delta}{t_s} \%,$$

где  $t_s$  — продолжительность элементарного сигнала.

Искажение сигналов в одну сторону равно  $\frac{t_2 - t_1}{t_s}$ , или  $\frac{t - t_1}{t_s}$  (фиг. 5).

Так как скорость телеграфирования  $n_6 = \frac{1}{t_s}$  бода, то  $\epsilon = \delta n_6$ . Таким образом, искажение прямо пропорционально скорости телеграфирования.



Фиг. 6. Характеристические искажения

На фиг. 6 показано, как в результате линейных искажений на приёмной станции сигнал 4 оказался уменьшенным по продолжительности.

Для обеспечения нормальной работы телеграфной связи величина искажений не должна превышать 28% (искажение в одну сторону).



## ТЕЛЕГРАФНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТЫ И РЕЛЕ

Таблица 46

### Общие сведения

Электромагнитные устройства в телеграфных аппаратах служат для преобразования энергии электрического тока в механическую энергию. Те электромагнитные устройства, которые непосредственно выполняют механическую работу, называются электромагнитами. Если же электромагнитное устройство производит лишь коммутации (переключения) электрических цепей, то его называют реле.

По принципу действия и устройству телеграфные электромагниты и реле делятся на неполяризованные и поляризованные. Подмагничивание в поляризованных реле создается обычно при помощи постоянного магнита. Механическое усилие, вызывающее притяжение якоря электромагнита, определяют по формуле

$$F = k\Phi^2,$$

где  $F$  — сила, притягивающая якорь, в г;

$k$  — коэффициент пропорциональности;

$\Phi$  — величина магнитного потока в воздушном зазоре в максвеллах.

Технические свойства электромагнитов и реле характеризуются величинами, указанными в табл. 46.

### Телеграфные электромагниты

Неполяризованные электромагниты находят применение в телеграфных аппаратах Морзе, Бодо и стартопных, а также в вибраторах.

### Технические характеристики телеграфных электромагнитов и реле

Наименование характеристики	Определение
Чувствительность электромагнита или реле	Минимальное число ампер-витков, необходимое для притяжения якоря или переброски якоря от одного контакта к другому
Коэффициент отдачи реле	Отношение продолжительности замыкания цепи якоря реле к продолжительности посылки тока в обмотке реле
Коэффициент потерь реле	Разность между единицей и коэффициентом отдачи
Время ответа реле	Сдвиг во времени с момента включения тока в обмотку до начала перебрасывания якоря
Время действия реле	Сумма времени ответа и времени переброски якоря
Нейтральная регулировка реле	Такая установка контактов по отношению к язычку реле, при которой для переброски язычка к одному и другому контакту требуются токи одинаковой величины, а контактное давление язычка на контакты также одинаково
Регулировка реле с преобладанием	Такое положение контактов по отношению к язычку, при котором давление язычка на один контакт больше, чем на другой
Междуконтактное расстояние	Расстояние между язычком якоря и контактом

Характеристики наиболее часто применяемых электромагнитов приведены в табл. 47.

Таблица 47

### Характеристики телеграфных электромагнитов

Наименование электромагнита	Число витков обмотки	Марка и диаметр проволоки в мм	Сопротивление обмотки постоянному току в ом	Индуктивность обмотки в гн	Необходимая величина установившегося тока в ма
Морзе	12 000	ПШД; 0,2	600*	16,0	15—20
Коррекционный распределителя Бодо:					
катушка	3 200	ПШД; 0,25	40	1,0	250
шунт	—	ПШД; 0,15	160	—	—
Тактовый Бодо:					
катушка	2 200	ПШД; 0,18	58	0,5	250—300
шунт	—	ПШД; 0,15	360	—	—
Печатающий Бодо:					
катушка	2 000	ПШД; 0,18	70	0,5	250—500**
шунт	—	ПШД; 0,15	200	—	—
То же, другой тип:					
катушка	1 800	ПШО; 0,18	50	0,4	250—500**
шунт	—	ПШД; 0,15	200	—	—
Тормозной Бодо:					
катушка	2 000	ПШД; 0,2	50	0,4	300—350
шунт	—	ПШД; 0,2	115	—	—
Вибратора:					
движущий	7 050	ПЭ; 0,25	210	—	200—360***
регулирующий	2×7 500	ПЭ; 0,20	2×250	—	40—60***
коррекционный	2×3 600	ПЭ; 0,20	2×110	—	100—120
СГ-35	2×4 300	ПЭ; 0,15	225×2=450	8	40—50
Т-15	—	ПЭ; —	2×105	—	50—60

\* В унифицированном аппарате Морзе образца 1944 г. (М-44) сопротивление обмоток уменьшено до 300 ом.

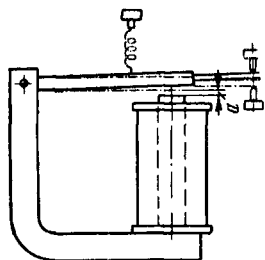
\*\* Величина тока в печатающих электромагнитах зависит от кратности и схемы аппарата. Для четырехкратного аппарата Бодо-симплекс однодискового необходимо брать 500 ма, для остальных 250—300 ма.

\*\*\* Первые значения относятся к аппаратам Бодо, а вторые — к регенеративной трансляции.

### Телеграфные реле

В настоящее время на железнодорожном транспорте СССР применяют телеграфные реле нескольких типов, характеристики которых приведены в табл. 48.

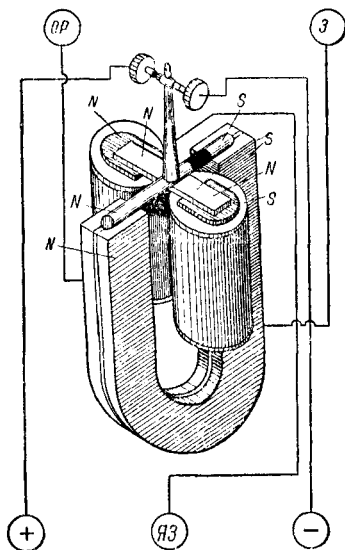
Реле Шорина неполяризованное; магнитная цепь и контактная система показаны на фиг. 7. При притяннутом якоре воздушный зазор  $a$  должен равняться 0,1 мм. Междуконтактное расстояние также устанавливается равным 0,1 мм.



Фиг. 7. Неполяризованное реле Шорина

Реле Бодо поляризованное; принцип устройства показан на фиг. 8. Применяется в основном в аппаратах Бодо-симплекс.

Расстояние между осью и полюсными наконечниками устанавливают в 0,1—0,2 мм, между электромагнитом и якорем — в 0,1—



Фиг. 8. Реле Бодо

0,5 мм, а междуконтактное расстояние — в пределах 0,05—0,1 мм. Чувствительность составляет 2 мА, но плотность контакта при этом недостаточна.

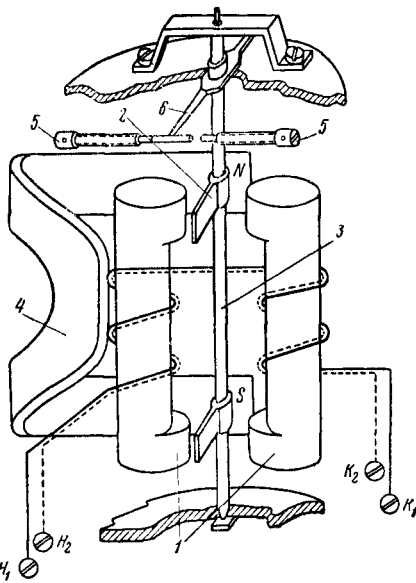
Унифицированное телеграфное реле поляризованное, дифференциальное; принцип устройства его показан на фиг. 9. Применяется в основном в аппаратах Бодо-дуплекс, схемах дуплексных связей Морзе и в дуплексных трансляциях.

Стандартное реле, схема которого показана на фиг. 10, имеет четыре обмотки, из которых 1 и 2 — рабочие, а 3—4 — вспомогательные, римскими цифрами обозначены их контакты.

Величина магнитного потока в реле регулируется изменением зазора между постоянным магнитом и якорями; нормально зазор

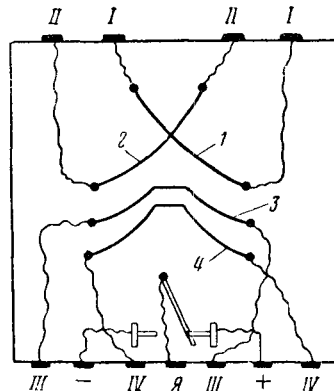
должен быть равен 0,3—0,5 мм. Чувствительность реле составляет около 9 ампер-витков.

Отдача реле при разной величине тока и различных междуконтактных расстояниях дана на фиг. 11.

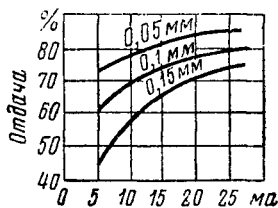


Фиг. 9. Принцип устройства унифицированного телеграфного реле:

1—электромагниты; 2—якорь; 3—ось якоря; 4—постоянный магнит; 5—контактный винт;  $H$ —язычок реле;  $N$ —начало обмотки;  $K$ —конец обмотки



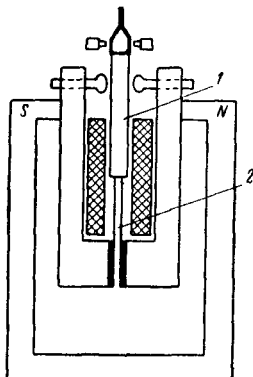
Фиг. 10. Схема унифицированного телеграфного реле



Фиг. 11. Отдача унифицированного телеграфного реле

Реле типа 209FA — поляризованное, с гибким язычком; принцип устройства его показан на фиг. 12. Применяется в аппаратуре тонального телеграфа. Якорь реле 1 сделан из сплава пермалоя и укреплен на пружинящей пластинке 2. Нормальный контактный зазор

равен 0,1 мм. Чувствительность составляет 0,5 ампер-витка (для нормальной работы требуется 15 ампер-витков).



Фиг. 12. Принцип устройства реле 209 FA

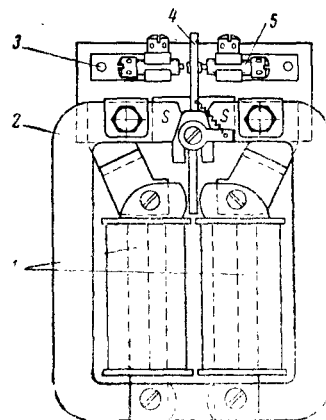
Реле типа 215А поляризованное; по конструкции оно сходно с реле 209FA, но имеет одну обмотку; чувствительность его равна 25 ампер-витков.

Реле типов 43а (передающее 4/308) и 44а (приёмное 4/392) поляризованные; принцип устройства реле типа 43а представлен на фиг. 13. Применяются эти реле в аппаратуре тонального телеграфирования и в схемах абонентской телеграфной связи.

Реле типа ТРМ поляризованное, вертикальное, предназначено для работы в местных цепях телеграфной аппаратуры. На

двух сердечниках реле имеется по две обмотки, которые могут включаться последовательно или параллельно.

Реле отрегулировано нейтрально. Наивысшая частота работы реле 100 гц; отдача реле при этом не менее 40%. Нормальный



Фиг. 13. Принцип устройства реле типа 43а:  
1—катушка; 2—магнит; 3—контактная система;  
4—язычок; 5—контактный винт

контактный зазор равен 0,1 мм. Цоколь реле имеет для включения восемь штырьков.

### Испытания реле

Для определения качества работы реле и правильности его регулировки проверяются нейтральность регулировки и коэффициент

Характеристики телеграфных реле

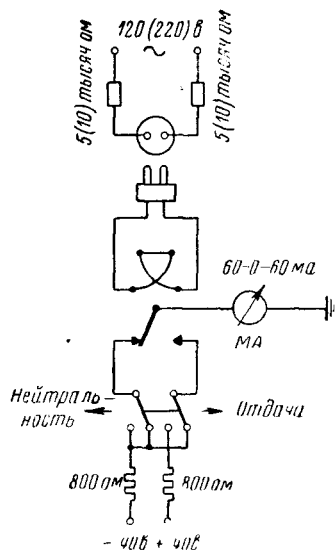
Таблица 48

Тип реле	Число витков обмотки	Марка и диаметр проволоки в мм	Сопротивление обмотки постоянному току в ом	Индуктивность обмотки в гн	Необходимая величина установившегося тока в ма
Реле Бодя . . . . .	2×3 000	ПШД; 0,15	2×100	1,5	18—25
Реле Шорина . . . . .	4 800	ПШД; 0,1	400	2,0	15—20
Унифицированное телеграфное реле:					
основные обмотки . . . . .	2×4 400*	ПЭШО; 0,12	2×200	4,0 при последовательном соединении; 1,2 при параллельном соединении	18—25
дополнительные обмотки . . . . .	2 000	ПЭШО; 0,10	210	0,3 для одной полуобмотки	4—6
Реле 215А . . . . .	6 800	—	440	2,0 при токе 2,5 ма и частоте 100 гц	4,5
Реле 43а:					
обмотка I . . . . .	2 300	ПЭЛ; 0,13	85	—	—
» II . . . . .	2 300	ПЭЛ; 0,13	130	—	18
Реле 44а:					
основные обмотки . . . . .	4×1 250	ПЭЛ; 0,2	4×35	—	1,4
вспомогательные обмотки . . . . .	2×1 250	ПЭЛ; 0,12	2×160	—	—
Реле 209FA передающее . . . . .	—	—	2×85	—	4—5
Реле 209FA приёмное . . . . .	—	—	4×185	—	—
рабочие обмотки . . . . .	—	—	4×185	—	4—5
вспомогательные обмотки . . . . .	—	—	2×185	—	—
Реле ТРМ:					
обмотка I <sub>д</sub> . . . . .	2 300	ПЭЛ-1; 0,13	85	0,8 при частоте 25 гц и токе 30 ма 0,8 при частоте 25 гц и токе 30 ма	10
обмотка II <sub>д</sub> . . . . .	2 300	ПЭЛ-1; 0,13	130		
обмотка I <sub>н</sub> . . . . .	2 300	ПЭЛ-1; 0,13	85		
обмотка II <sub>н</sub> . . . . .	2 300	ПЭЛ-1; 0,13	130		

\* Параллельное соединение.

отдачи реле. Проверка этих величин производится по схеме фиг. 14.

При нейтральной регулировке реле стрелка миллиамперметра должна колебаться около



Фиг. 14. Схема прибора для испытания реле

нуля. При измерении отдачи сначала определяют ток  $I_p$ , когда реле не работает, а затем включают реле в цепь переменного тока и при

помощи миллиамперметра находят ток  $I_0$ . Тогда отдача

$$p = \frac{I_p}{I_0} 100\%.$$

## ТЕЛЕГРАФНЫЕ АППАРАТЫ

На железнодорожном транспорте СССР применяются телеграфные аппараты Морзе, Бодо и стартстопные.

### Основные данные и нормы для телеграфных аппаратов

Пропускная способность, размеры и вес телеграфных аппаратов, а также типы батарей приведены в табл. 49.

Данные о потреблении электроэнергии за сутки и о величинах токов в линейных, местных и моторных цепях телеграфной аппаратуры приведены в табл. 50.

Расход ёмкости батарей для других аппаратов, не указанных в табл. 50, определяют в соответствии с их конструкцией и схемой. Например, расход тока линейных батарей четырёхкратного аппарата Бодо-симплекс будет примерно такой же, как и для двукратного аппарата Бодо-симплекс, или с превышением на 10—15%, а расход тока местных батарей такой же, как и для двукратного аппарата Бодо-дуплекс.

Для промежуточных аппаратов Бодо типа, не указанного в табл. 50, потребление тока должно быть соответственно рассчитано. При

Основные данные телеграфной аппаратуры

Таблица 49

Система аппарата	Эксплуатационная пропускная способность для телеграфиста 1-го разряда в слов./час	Количество столов в комплекте	Длина и ширина столов в мм	Вес со столами в кг	Схемы включения	Типы и количество батарей
Морзе . . . . .	400	1	600×1 200	50	Нормально замкнутая цепь	Линейная батарея на одной станции
	400	1	600×1 200	50	Нормально разомкнутая цепь	По одной линейной батарее на каждой станции
	400	1	600×1 200	50	Комбинированная	То же
Двукратный Бодо окончательный . . . . .	1 000 на 1 крат	3	700×2 550	250—300	Симплекс	Две линейные батареи (+ и —), местная батарея (40—120 в) и моторная батарея* 120 в
	То же	6	700×4 750	600	Дуплекс	То же
Трёхкратный Бодо-дуплекс окончательный . . . . .	» »	7	700×6 450	700—850	»	То же
Четырёхкратный Бодо-симплекс окончательный . . . . .	» »	5	700×4 750	450—500	Симплекс	» »
Двукратный Бодо-дуплекс промежуточный . . . . .	» »	9	700×7 650	900—1 100	Дуплекс	» »
Трёхкратный Бодо-дуплекс промежуточный . . . . .	» »	11	700×9 350	1 250	»	» »
Четырёхкратный Бодо-симплекс промежуточный . . . . .	» »	7	700×6 450	700—800	Симплекс	Линейная батарея и моторная батарея 120 в (или сеть переменного тока)
	1 600	1	600×1 300	70—90	Симплекс; схема без реле	То же
Стартстопный типа СТ-35 . . . . .	1 600	1	600×1 300	70—90	То же, но с реле	То же
	1 600	1	600×1 300	70—90	Дуплекс	Две линейные батареи и моторная батарея 120 в (или сеть переменного тока)
Стартстопный типа Т-15 . . . . .	1 600	1	530×440	70—90	То же, что СТ-35	То же, что для СТ-35

\* В последнее время в аппаратах Бодо применяется одна градация напряжения батарей — 120 в.

Таблица 50

## Расход тока в цепях телеграфных аппаратов

Система аппарата	Суточный расход тока в а-ч	Величина установленного тока в а	Среднее значение тока в а
Двукратный Бодо-симплекс оконечный:			
Линейная цепь (+) . . . . .	0,4	0,04	—
То же (—) . . . . .	0,15	0,04	—
Местная цепь . . . . .	2,5	—	0,10—0,15
Моторная цепь с фониическим двигателем . . . . .	19,0	0,08—0,85	—
Двукратный Бодо-дуплекс оконечный:			
Линейная цепь (+) . . . . .	0,5	0,06—0,09*	—
То же (—) . . . . .	1,2	0,04—0,09*	—
Местная цепь . . . . .	7,0	—	0,30—0,35
Моторная цепь с фониическим двигателем . . . . .	27—37**	1,2—1,6	—
То же, с мотор-конвертером . . . . .	35—51**	1,5—2,2	—
Трёхкратный Бодо-дуплекс оконечный:			
Линейная цепь (+) . . . . .	0,7	0,075	—
То же (—) . . . . .	1,3	0,075	—
Местная цепь . . . . .	9,0	—	0,35—0,40
Моторная цепь с мотор-конвертером . . . . .	44—60**	1,9—2,6	—
Двукратный Бодо-дуплекс промежуточный:			
Линейная цепь (+) . . . . .	0,5×2	0,06×2÷0,09×2*	—
То же (—) . . . . .	1,2×2	0,06×2÷0,09×2*	—
Местная цепь с конденсаторным накоплением . . . . .	9,0	—	0,35—0,40
То же, но с ретрансмиттерами . . . . .	12,0	—	0,50—0,55
Моторная цепь с фониическим двигателем . . . . .	30—40**	1,3—1,8	—
То же, с мотор-конвертером . . . . .	37—54**	1,6—2,4	—
СТ-35 - симплекс, без реле:			
Линейная цепь (+) или (—) . . . . .	0,9	0,045	—
Моторная цепь . . . . .	10,0	0,40	—
СТ-35, но с реле:			
Линейная цепь (+ или —) . . . . .	0,7	0,030	—
Местная цепь . . . . .	0,9	0,045	—
СТ-35, дуплекс:			
Линейная цепь (+) . . . . .	0,4	0,03—0,09*	—
То же (—) . . . . .	1,0	0,03—0,09*	—
Местная цепь . . . . .	2,0	—	—
Моторная цепь . . . . .	20,0	0,9	—
Т-15, симплекс:			
Линейная цепь (+ или —) . . . . .	1,2	0,06	—
Моторная цепь (с мотором постоянного тока) . . . . .	9,2	0,4	—
Т-15, дуплекс:			
Линейная цепь (+) . . . . .	0,4	0,030÷0,09*	—
То же (—) . . . . .	1,0	0,030÷0,09*	—
Местная цепь . . . . .	2,3	—	0,09
Морзе на постоянном токе . . . . .	0,4	0,02	—
То же, но на рабочем токе . . . . .	0,1	0,02	—
» » по схеме однополюсного дуплекса . . . . .	0,2	0,035	—

\* Первые числа при встречных одинаковых полюсах; вторые — при встречных разных полюсах.

\*\* Первая цифра относится к одноголовым распределителям, а вторая — к двухголовым распределителям.

Таблица 51

## Основные технические данные моторов, применяемых для телеграфных аппаратов

Тип мотора	Мощность мотора в вт	Число оборотов в минуту	Величина установленного тока в а	Величина пускового тока в а	Рабочее напряжение в в	Область применения
УМ-12 . . . . .	11	2 000	0,18	В 1,5—2	110—127	Для приёмников аппаратов Бодо
УК-12 . . . . .	11	2 000	0,18	раз больше установленного		То же
МК-42 и УМК-44 . . . . .	15	3 000	0,35	новышего тока		Для распределителей и приёмников аппаратов Бодо
УМ-21-С . . . . .	50—60	3 000	0,45			Для аппаратов СТ-35
УМ-12 . . . . .	5	3 000	0,10			Для ондуляторов

Примечания. 1. Моторы типа УМ-12, УК-12 и МК-42 являются моторами постоянного и переменного тока.

2. Коэффициент полезного действия моторов имеет величину порядка 0,60—0,65; при питании переменным током  $\cos \varphi \approx 0,4$ .

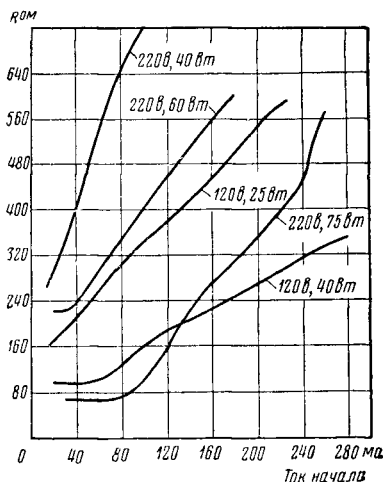
этом расход тока линейных батарей может быть принят равным удвоенному расходу тока тех же батарей оконечных аппаратов Бодо соответствующей кратности; расход ёмкости батареи на один вибратор вместе с фоническим двигателем равен 10 а-ч, а на один вибратор с мотор-конвертером — 17,5 а-ч в сутки.

Типы моторов телеграфных аппаратов и их основные технические данные указаны в табл. 51.

Типы реостатных ламп для линейных и местных цепей телеграфных аппаратов выбирают следующим образом:

лампы в цепях плюса и минуса линейной батареи устанавливаются на 220 в мощностью 60 или 75 вт;

для подбора ламп в местных цепях сначала определяют необходимое дополнительное сопротивление, а затем по кривым, представленным на фиг. 15, по величине сопротивления и тока определяют тип лампы;



Фиг. 15. Графики для определения типа реостатных ламп

при подборе ламп по величине установившегося тока следует учитывать, что в процессе работы лампа будет иметь меньший нагрев, вследствие чего кривая рабочего тока будет иметь большую крутизну нарастания.

В табл. 52 указаны типы и количество ламп, требующихся для некоторых наиболее распространенных аппаратов Бодо<sup>1</sup>.

#### Контакты в телеграфных аппаратах

Для контактов реле применяется серебряная или платиновая проволока диаметром 1,5 мм. На одно реле (два контакта и язычок) требуется кусок проволоки длиной около 12 мм.

Для контактов вибраторов применяется платиновая проволока диаметром 2 мм, а для язычков — диаметром 3,5 мм. Для двух контактов необходим кусок проволоки длиной 7—8 мм, а на один язычок — длиной 4—5 мм.

<sup>1</sup> Вместо реостатных ламп могут быть применены остеклованные сопротивления.

Таблица 52

Типы и количество ламп, требующихся для телеграфных аппаратов Бодо

Система аппарата	Характеристика ламп		Количество
	напряжение в в	мощность в вт	
Двукратный Бодо-дуплекс оконечный	220	60	3
	220	25	1
	120	150	1
	120	96	1
	120	40	1
	120	60	10
Двукратный Бодо-дуплекс промежуточный	220	60	6
	220	25	1
	120	150	1
	120	96	1
	120	40	1
	120	60	20

Для контактных винтов клавиатуры Бодо требуется серебряная проволока диаметром 1,5—2 мм и длиной 3—3,5 мм на один контакт.

Для язычков клавиш Бодо используют серебряные пластинки размером 11,6 × 5,8 × 0,8 мм, весящие 0,565 г каждая. На одну клавиатуру требуется 5 контактов.

Для контактов передатчика аппарата СТ-35 применяют серебряную проволоку диаметром 3,5—4 мм. На один контакт требуется кусок проволоки длиной 1—1,5 мм.

Для контактов регулятора аппарата СТ-35 применяют вольфрамовую проволоку диаметром 6,5 мм. На два контакта требуется кусок проволоки длиной 1—1,5 мм.

Для контактов ключа Морзе применяют серебряные или платиновые пластинки размером 5 × 5 × 0,8 мм и весом 0,21 г каждая.

#### Аппарат Морзе

Аппарат Морзе состоит из ключа-передатчика 1, приёмника 2, миллиамперметра 3 и разрядника 4, являющегося в то же время и коммутатором (фиг. 16).

Все части смонтированы на одной общей доске 5. К аппарату придаётся консоль 6 для сматывания бумажной ленты.

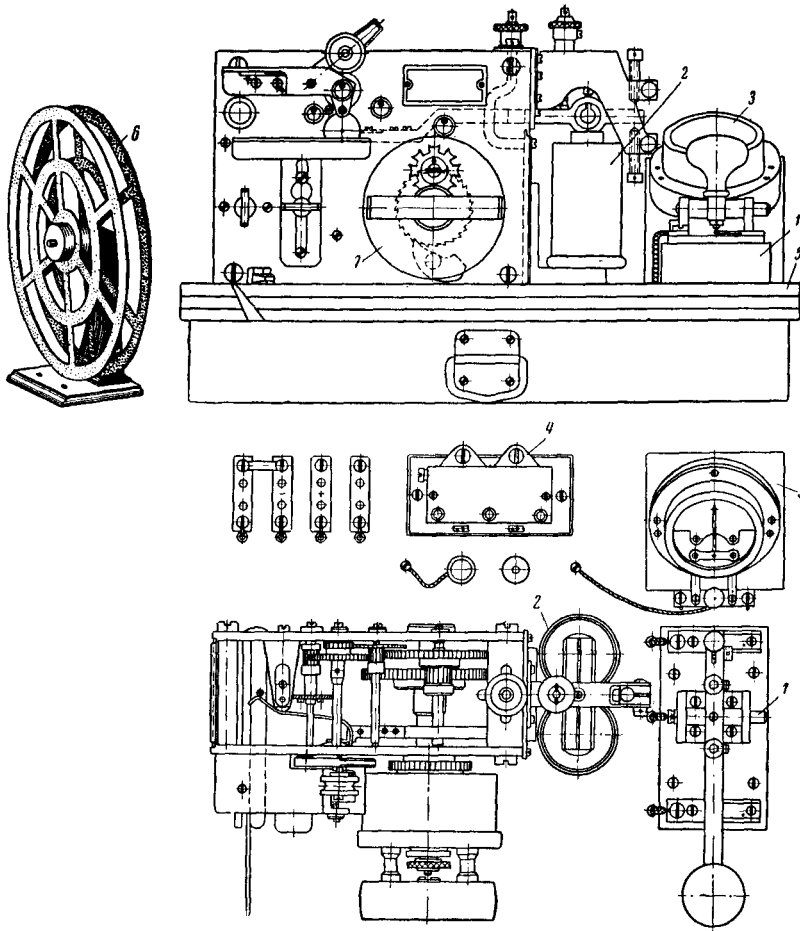
На аппарате Морзе работают по коду Морзе (табл. 53).

Ключ (фиг. 17) служит для замыкания и размыкания цепи. Основные части: рычаг 1 ключа, медная стойка 2 с осью, передний контакт 3 ключа и задний контакт 4. Если пружина 5 находится между передним контактом и стойкой, то ключ работает по схеме нормально замкнутой цепи, а если между стойкой и задним контактом ключа, то по схеме нормально разомкнутой цепи.

Приёмник состоит из электрической части для приёма и записи входящих токов и механической части, обеспечивающей равномерное продвижение бумажной ленты. К первой части (фиг. 18) относятся электромагнит 1 (см. табл. 47) с якорем 2 и пишущий рычаг 3, несущий на левом конце пишущее колесо 4. Электромагнит установлен на стальном уголь-

нике 5, который можно поднимать и опускать с помощью винта, которым оканчивается стержень 6, и гайки 7 примерно на 3 мм.

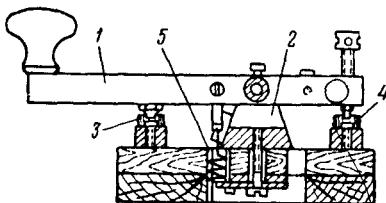
протягивается со скоростью около 1,6 м/мин. Завода пружины хватает на 20—23 мин. работы.



Фиг. 16. Аппарат Морзе

Механическую часть составляют часовой и лентопротяжный механизмы. Часовой механизм помещается в латунной коробке 9 (фиг. 19) и состоит из системы зубчатых ко-

Миллиамперметр аппарата — магнито-электрической системы со шкалой 40—0—40 ма и внутренним сопротивлением 10 ом.

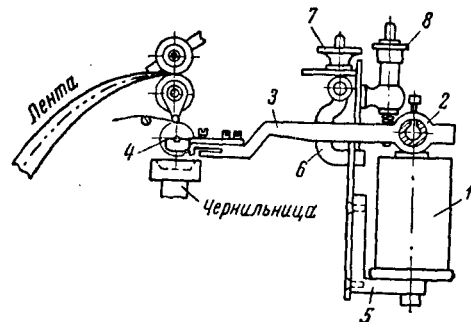


Фиг. 17. Ключ Морзе

лѐс 1—7 и центробежного регулятора скорости (ветрянки) 8.

Часовой механизм приводится в движение стальной пружиной, находящейся в барабане 7 (фиг. 16).

Пружина имеет длину около 2 500 мм, ширину 34 мм, толщину 0,4—0,5 мм. Лента



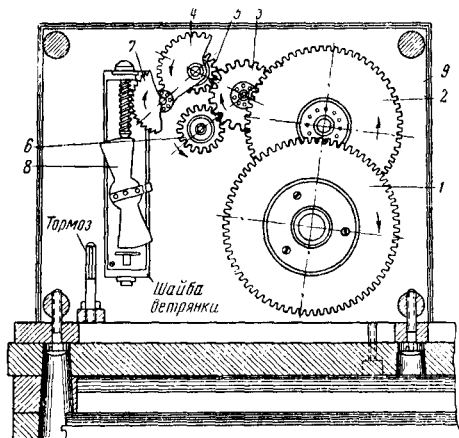
Фиг. 18. Электромагнит и пишущий механизм аппарата Морзе

Разрядник-коммутатор предназначен для защиты аппарата и обслуживающего персонала от действия атмосферного электриче-

Таблица 53  
Азбука Морзе

Сигнал	Принятый код	Наименование знаков	Принятый код
А	---	1	---
Б	----	2	----
В	----	3	----
Г	----	4	----
Д	----	5	----
Е	-	6	----
Ж	----	7	----
З	----	8	----
И	--	9	----
К	----	0	----
Л	----	Запятая	,
М	----	Точка	.
Н	----	Двоеточие	:
О	----	Вопросит. знак	?
П	----	Номер	№
Р	----	Восклицат. знак	!
С	----	Апостроф	'
Т	----	Слава	( )
У	----	Дробная черта	/
Ф	----	Знак раздела	-
Х	----	Ждать	-
Ц	----	Передви	-
Ч	----	Плюс	+
Ш	----	Минус	-
Щ	----	Новая строка	-
Ы	----	Знак равенства	=
Ю	----	Понял	-
Я	----	Прошу принять	-
Й	----	Прошу выдать	-
в в	----	Сигнал бедствия SOS	-
з	----		

ства, а также для простых переключений, выполняемых вставлением штепселя в одно из трёх отверстий коммутатора.



Фиг. 19. Часовой механизм аппарата Морзе

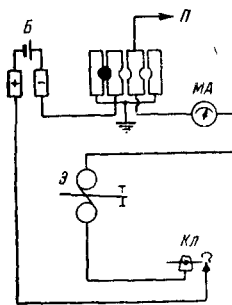
Пробивное напряжение разрядника равно 1 000 в.

Схемы включения аппарата Морзе. Телеграфирование при помощи аппарата Морзе, как правило, осуществляется по симплексной схеме. Известны следующие виды симплексной схемы включения аппарата Морзе: а) схема нормально замкнутой цепи (фиг. 20);

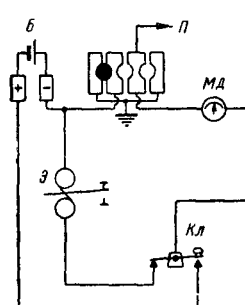
б) схема нормально разомкнутой цепи (фиг. 21);

в) комбинированная схема (фиг. 22). На железнодорожном транспорте СССР применялась схема нормально замкнутой цепи.

В последнее время комбинированная схема принята в качестве стандартной. Телеграфирование по дуплексной схеме при помощи аппарата Морзе используется сравнительно редко.



Фиг. 20. Схема нормально замкнутой цепи Морзе

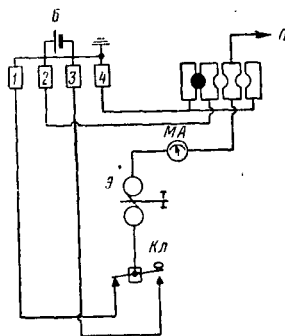


Фиг. 21. Схема нормально разомкнутой цепи Морзе

Напряжение батарей на связях с аппаратами Морзе допускается не более 120 в при работе по воздушным однопроводным цепям.

При работе по телефонно-телеграфным кабелям должны быть удовлетворены требования, указанные на стр. 65—66.

Дальность непосредственной связи при помощи аппаратов Морзе и необходимая величина установившегося тока указаны в табл. 67 и соответственно в табл. 47.



Фиг. 22. Комбинированная схема цепи аппарата Морзе

Уход за аппаратом Морзе. Уход за приёмником состоит в очистке его от краски и пыли и в периодической смазке гнезд осей костяным маслом. В ключе нужно следить за чистотой контактов. Разрядник следует предохранять от попадания в него токопроводящих частиц.

Регулировка аппарата Морзе заключается в правильной установке электромагнита, якоря и пишущего колеса. При установке электромагнита, вращая гайку 7 (фиг. 18), поднимают его доотказа. Затем устанавливают нижний винт колонки так, чтобы при отпущенном якоре между якорем и полюсными наконечниками электро-



магнита свободно проходила телеграфная лента. После этого устанавливают верхний винт колонки так, чтобы конец его отстоял от рычага на толщину вчетверо сложенной ленты. Когда рычаг прижат к нижнему винту, пишущее колесо должно оставлять на протягиваемой ленте черту, не замедляя при этом хода механизма. Необходимую регулировку производят винтом. Регулировка аппарата под током производится изменением натяжения пружины, оттягивающей пишущий рычаг вверх.

Если входящий ток велик, то при помощи гайки 7 опускают электромагнит. Если на ленте знаки сливаются, то увеличивают при помощи гайки 8 (фиг. 18) натяжение пружины или несколько опускают электромагнит. Если знаки срываются, то надо ослабить натяжение пружины или поднять электромагнит.

Производительность аппарата Морзе определяется средним количеством знаков, передаваемых телеграфистом в 1 мин. Приказом № 90/Ц 1936 г. производительность аппарата установлена в 125—150 знаков в 1 мин. Производительность аппарата Морзе в десятисловных телеграммах в час:

$$N = \frac{(125 \div 150) 60}{(7 + 1) 10} = 0,75 (125 \div 150),$$

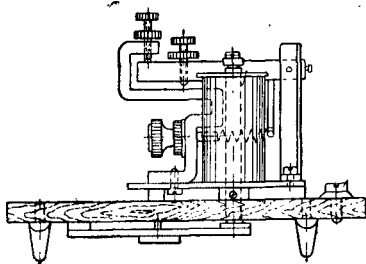
где 125÷150 — установленная норма знаков в минуту;

7 — среднее количество знаков в слове;

1 — пробел между словами;

10 — число слов в телеграмме;

60 — число минут.



Фиг. 23. Принцип устройства клопфера

Аппарат Морзе-клопфер (фиг. 23), применяемый при приёме на-слух, не имеет пишущего прибора и часового механизма.

#### Аппарат Бодо

Аппарат Бодо является многократным аппаратом, позволяющим один и тот же провод использовать для нескольких передач.

Для нормальной работы аппаратов Бодо, включённых в один провод, требуется синхронная скорость вращения механизмов аппаратов, а также синфазное вращение этих механизмов.

Передача на аппаратах Бодо осуществляется при помощи равномерного пятизначного кода. Азбука Бодо приведена в табл. 54.

Аппарат Бодо является буквопечатающим аппаратом с приёмом на ленту.

Таблица 54

#### Азбука Бодо

Латинский алфавит	Русский алфавит	Левая руча	Правая руча	Какое клавиш нажат	Комбинация элемент. тактов				
					Клавиши				
					1	2	3	4	5
1 a	1 а		•	1	+	-	-	-	-
2 b	2 б		•	2	-	+	-	-	-
3 c	3 ц		•	3	-	-	+	-	-
4 d	4 д		•	12	+	+	-	-	-
5 e	5 е		•	13	+	-	+	-	-
6 f	6 ф	•	•	23	-	+	+	-	-
7 g	7 г	•	•	123	+	+	+	-	-
8 h	8 х	•	•	41	+	-	+	+	-
9 i	9 и	•	•	42	-	+	-	+	+
0 j	0 ю	•	•	43	-	+	+	+	-
• k	• к	•	•	412	+	+	+	+	-
• l	• л	•	•	413	+	+	+	+	-
• m	• м	•	•	423	-	+	+	+	+
• n	• н	•	•	4123	+	+	+	+	+
• o	• о	•	•	51	+	-	-	-	+
• p	• п	•	•	52	-	+	-	-	+
• q	• қ	•	•	53	-	-	+	-	+
• r	• р	•	•	512	+	+	-	-	+
• s	• с	•	•	513	+	+	-	-	+
• t	• т	•	•	523	-	+	+	-	+
• u	• у	•	•	5123	+	+	+	+	+
• v	• в	•	•	541	-	+	-	+	+
• w	• в	•	•	542	-	+	+	+	+
• x	• х	•	•	543	-	-	+	+	+
• y	• ы	•	•	5412	+	+	-	+	+
• z	• з	•	•	5413	+	+	-	+	+
• A	• А	•	•	5423	-	+	+	+	+
• B	• Б	•	•	54123	+	+	+	+	+
• C	• Ц	•	•	4	-	-	+	-	+
• D	• Д	•	•	5	-	-	-	+	+
• E	• Е	•	•	54	-	-	-	+	+

Буква ы составляется из букв ь и и

Манипулятор

• Нажатые клавиши посылать плюс, не нажатые минус

На связях, оборудованных аппаратами Бодо, применяют двухполюсную работу, что позволяет вести передачи при сравнительно высоких скоростях на большие расстояния. Аппараты Бодо различаются по кратности и бывают двух-, трёх-, четырёх-, шести- и девятикратные.

Распределитель	Дуплексный стол	1 крат		2 крат	
		Передача	Прием	Передача	Прием
1	2	3	4	5	6

Фиг. 24. План размещения оборудования оконечного двукратного аппарата Бодо-дуплекс

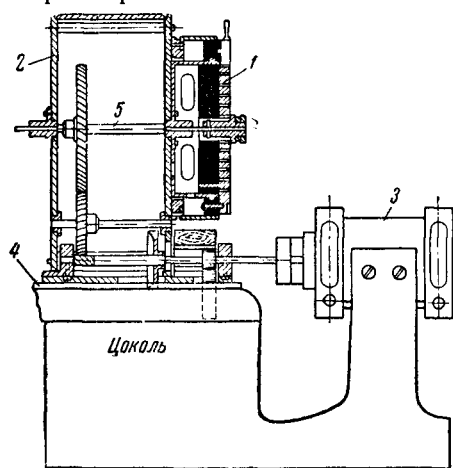
По схеме работы аппараты Бодо разделяются на симплексные и дуплексные.

Аппараты Бодо могут быть оконечными и промежуточными (ретрансмиссии).

Дальность непосредственного телеграфирования при помощи аппаратов Бодо указана в табл. 67.

Оконечный аппарат Бодо в основном состоит из распределителя, клавиатуры, приёмника, реле и вспомогательных приборов.

На фиг. 24 приведён план размещения оборудования оконечного двукратного аппарата Бодо-дуплекс, являющегося основным типом аппарата Бодо на железнодорожном транспорте СССР.



Фиг. 25. Вид распределителя Бодо в разрезе

Распределитель Бодо (общий вид дан на фиг. 25) обеспечивает приём с линии и передачу на линию посылок тока в определённой последовательности, а также включение и выключение в нужные моменты местных цепей аппарата.

щим механизмом, щёткодержатель со щётками (на фиг. 25 не показан), мотор-конвертер 3 (или фониическое колесо), коррекционное устройство и чугунный цоколь 4 со стальной платой.

Контактный диск имеет 6 колец, по которым скользят металлические щётки (данные контактных дисков приведены в табл. 55), соединяющие попарно 1 и 4, 2 и 5, 3 и 6 кольца распределителя.

Коробка распределителя прямоугольной формы установлена на цоколе 4.

Щёткодержатель (фиг. 26) закреплён на наконечнике оси (фиг. 25), проходящей через центр коробки распределителя.

Щёткодержатель состоит из трёх латунных плеч, из которых плечи 2 и 3 жёстко связаны между собой, а плечо 1 может быть перемещаемо по отношению к первым.

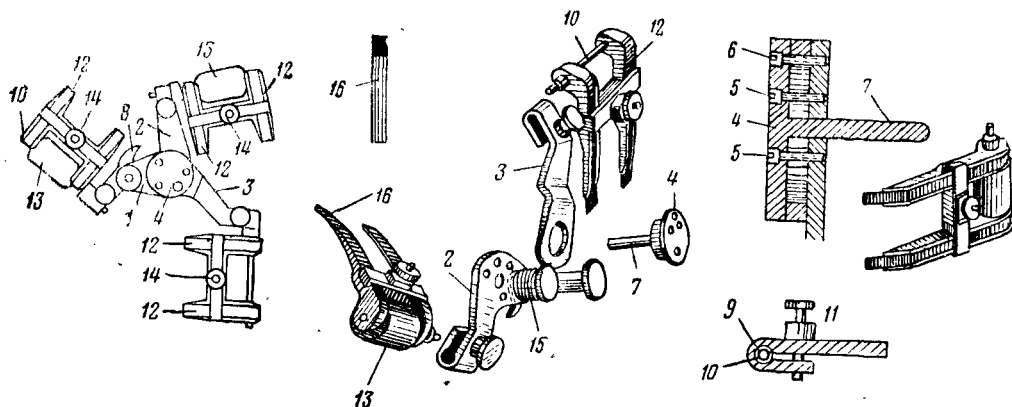
Плечи изолированы от корпуса костяными втулками. Каждое плечо имеет парные желобки, в которые вставляются металлические щётки.

Диск распределителя с остальными частями аппарата соединяют с помощью специального кабеля Бодо.

Для облегчения монтажа и эксплуатации оплётка жил кабеля снабжается различной расцветкой.

Необходимое число кабелей и их ёмкость для аппаратов Бодо различных типов даны в табл. 56.

Кабели при выходе из диска распределителя



Фиг. 26. Щёткодержатель:

1 и 2 — неподвижные плечи; 3 — подвижное плечо; 4 — шайба; 5 и 6 — винты; 7 — штифт; 8 — собачка; 9 — эбонитовая втулка; 10 — стальная ось; 11 — зажимные винты; 12 — желобки; 13 — балансные грузы; 14 — винты; 15 — спиральная пружина собачки; 16 — щётки

Распределители Бодо разделяются:

- а) по числу крат (см. выше);
- б) по числу дисков — на однодисковые и двухдисковые;
- в) по числу головок — на одноголовые и двухголовые.

В комплект распределителя входят следующие части: головка распределителя, плата распределителя, вибратор, схемный щиток и стол распределителя.

Основными элементами головки распределителя (фиг. 25) являются: контактный диск 1, коробка 2 распределителя с движу-

теля обшиваются кожей, во избежание попадания на них влаги и масла.

На концы кабельных жил надеваются контактные вилки, которые своими концами подключаются под контактные винты укрепленные в специальной распределительной коробке, находящейся снизу столешницы. Это обеспечивает электрическое соединение диска распределителя с остальными частями аппарата Бодо.

Распределительная коробка сверху закрывается крышкой, на обратной стороне которой наклеивается электрическая схема аппарата.

Таблица 55

Данные контактных дисков распределителя Бодо

Система аппарата Бодо	Передний диск						Задний диск							
	номер кольца						номер кольца							
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
	число контактов						число контактов							
2БСО	11	14	14	Сплошное	Всего 5: 4 по 75° и 1 в 60°	1   Сплошное	—	—	—	—	—	Сплошное	1   Сплошное	
2БДО	11	12	12				12	12	12	12	12			—
3БДО	16	17	17				17	17	17	17	17			5
4БСО	21	24	24				»	24	24	15	»			Сплошное
2БДП нормального типа	11	12	12	»	21	Сплошное	11	12	12	»	Сплошное	Сплошное		
3БДП	16	17	17	»			16	17	17	»				
2БДП конденсаторная	11	24	—	»			11	24	—	Сплошное	21			

Примечания. 1. Воздушные промежутки между контактами должны быть 0,4 мм.  
2. В обозначении системы аппарата Б обозначает Бодо, С — симплекс, Д — дуплекс, О — оконечный, П — промежуточный, цифра — кратность аппарата.

Примечания. 1. Воздушные промежутки между контактами должны быть 0,4 мм.  
2. В обозначении системы аппарата Б обозначает Бодо, С — симплекс, Д — дуплекс, О — оконечный, П — промежуточный, цифра — кратность аппарата.

Таблица 56  
Число кабелей Бодо и их ёмкость

Система аппарата Бодо	Количество жил		Количество кабелей Бодо с числом жил			
	передний диск	задний диск	25	14	10	7
2БСО	22	—	1/2	—	—	—
4БСО	29	62	1/2	0/1	—	1/0
4БСП	80	80	2/2	1/1	2/2	—
2БДО	20	31	1/0	0/1	0/1	2/1
2БДП	63	63	2/2	—	1/1	—
3БДО	25	43	1/1	0/1	—	1/1
3БДП	67	64	2/2	1/0	0/1	1/1

Примечание. В числителе — передний диск, в знаменателе — задний.

**Двигатели распределителя Бодо.** В качестве двигателей распределителя Бодо в настоящее время применяют фониический двигатель «Колесо Ля-Кура» и мотор-конвертер.

Фониический двигатель «Колесо Ля-Кура» (фиг. 27) представляет собой синхронный мотор и состоит из вибратора 1 и колеса Ля-Кура 2.

Вибратор обеспечивает попеременную посылку тока в электромагниты 3, а фониическое колесо Ля-Кура — непосредственное вращение оси счёткодержателя.

Колебательное движение иожкам вибратора сообщает движущий электромагнит 4, работающий по принципу электрического звонка. Частота колебаний ножек вибратора регулируется весом грузиков 5 и местом их закрепления. Такая регулировка позволяет изменять число колебаний ножек вибратора от 27 до 56 в сек.

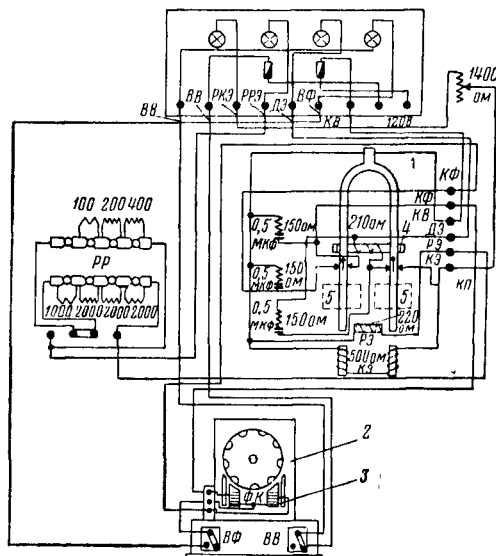
Если вибратор имеет 1 800 колебаний в минуту, то число оборотов фониического колеса

$$n = \frac{1800}{9} = 200 \text{ об/мин.},$$

где 9 — число выступов фониического колеса.

Данные колеса: толщина 35 мм, диаметр 114,6 мм, ширина зуба 14°, расстояние между зубьями 26 мм.

Данные электромагнитов вибратора приведены в табл. 47.



Фиг. 27. Схема фониического двигателя

При правильной настройке число колебаний ножек вибратора, а следовательно, и скорость вращения фониического колеса весьма постоянны. При изменении напряжения в 120 в на  $\pm 10\%$  скорость вращения фониического колеса изменяется не более чем на 0,1%.

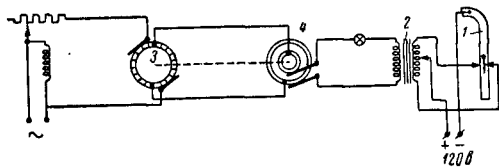
Основным недостатком фониического двигателя является склонность его к качаниям: колесо идёт толчками — то медленно, то быстрее, что вызывает неустойчивость работы аппарата.

Если при освещении колеса вспышками неоновой лампы от контактов его вибратора качание будет превосходить  $\pm 2\%$ , то такое

колесо считается неисправным. Для устранения этого недостатка проф. П. А. Азбукиным и инж. Пономарёвым предложен маховик-успокоитель.

Мотор-конвертер является однокорным преобразователем постоянного тока в переменный.

Составными частями его являются (фиг. 28): вибратор 1, трансформатор 2, шунтовой мо-



Фиг. 28. Схема мотор-конвертера

тор 3 с реостатом в цепи якоря, специальные кольца 4, соединённые с диаметрально противоположными пластинками коллектора.

Вследствие колебания ножек вибратора во вторичной обмотке трансформатора проходит пульсирующий ток, который создаёт в первичной обмотке переменный ток, в то же время на кольцах мотора также создаётся переменный ток.

Если скорость мотора не будет соответствовать заданному числу колебаний ножек вибратора, то в первичной обмотке возникнут биения и фазовая лампа (на фиг. 28 не показана) будет мигать; тогда необходимо при помощи реостата так подобрать скорость вращения мотора, чтобы получился слабый, но ровный накал лампы.

Скорость телеграфирования и я по аппаратам Бодо зависит от скорости вращения шёткодержателя и от числа контактов второго кольца передачи и может быть определена по формуле

$$n_6 = \frac{pa}{60} \text{ бод,}$$

где  $p$  — число оборотов шёткодержателя в минуту;

$a$  — число контактов второго кольца.

В целях обеспечения неискажённого приёма посылок тока приёмное кольцо распределителя имеет укороченные контакты.

Укороченные контакты определяют так называемую исправляющую способность аппарата, которая определяется по формуле:

$$q = \frac{100 - k}{2} \%,$$

где  $k = \frac{\alpha}{\beta}$  — коэффициент укорочения, причём  $\alpha$  и  $\beta$  длины укороченного и соответственно нормальных контактов в градусах.

В табл. 57 показаны скорость телеграфирования и исправляющая способность  $q$  для аппаратов Бодо различных систем.

**Клавиатура Бодо.** Клавиатура в аппарате Бодо служит для набора нужной комбинации посылок тока по коду Бодо.

В соответствии с кодом Бодо клавиатура имеет пять клавиш, разделённых на две группы: правую — 1, 2 и 3 клавиши и левую — 4 и 5 клавиши. Принцип устройства клавиатуры и её схема показаны на фиг. 29.

В основном клавиатура состоит из:

- а) наборного устройства, в которое входят пять клавиш 1, снабжённых ножками 2, контактные пружины 3, спиральные пружины 4 и батарейные ламели 5;
- б) блокирующего устройства, образованного пятью собачками 6;
- в) деблокирующего устройства, состоящего из тактового электромагнита 7 с якорем 8, регулировочным винтом 9 и отражателем 10, а также из отбрасывающего механизма 11; данные тактового электромагнита приведены в табл. 47;
- г) деревянного основания 12 с монтажной схемой;

д) пюпитра для телеграмм.

Соединение клавиатуры со схемой комплекта осуществляется при помощи кабеля Бодо.

**Приёмник Бодо.** Приёмник аппарата Бодо (фиг. 30) состоит из комбинатора, дешифратора и печатающего механизма.

Комбинатор принимает комбинации электрических посылок и преобразовывает их в механические комбинации.

Таблица 57

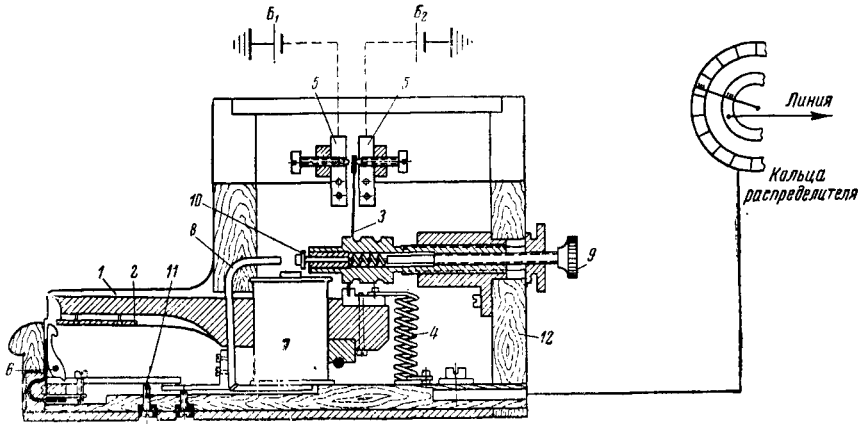
Скорость телеграфирования и исправляющая способность аппаратов Бодо

Система аппарата Бодо	2-е кольцо			1-е кольцо		Скорость телеграфирования в бодах	Исправляющая способность аппарата $q$ в %
	число контактов	длина контактов в °	продолжительность посылки в м/сек	длина контактов в °	продолжительность посылки в м/сек		
2БСО . . . . .	14	25,7	19,3	12,8	10,7	51,3	25
4БСО . . . . .	24	15	11,3	5	4,2	88	33,3
2БДО . . . . .	12	30	22,4	5	4,2	44	41,6
3БДО . . . . .	17	21,2	16,5	5	4,2	62,3	38
4БДО . . . . .	22	16,4	12,3	3	2,5	80,7	40
4БДП . . . . .	24	15	11,3	7,5	6,2	88	25
2БДП . . . . .	12×2	30	22,6	5	4,2	44	41,6
3БДП . . . . .	17×2	21,2	16,5	5	4,2	62,3	38
4БДП . . . . .	22×2	16,4	12,3	3	2,5	80,7	40

Примечание. Скорость вращения шёток распределителя—220 об/мин.

Комбинатор в основном состоит (фиг. 30) из пяти печатающих электромагнитов 1 с шунтами (см. табл. 47), пяти направляющих рычагов 18 и бронзового обода 23 с челноком 25 и ножом 27.

Основными деталями дешифратора являются шесть разведчиков, один из которых 36 ложный, два дешифраторных диска (покоя 28 и работы 29) и разделительные шайбы 30 и 31 с призмой 32.

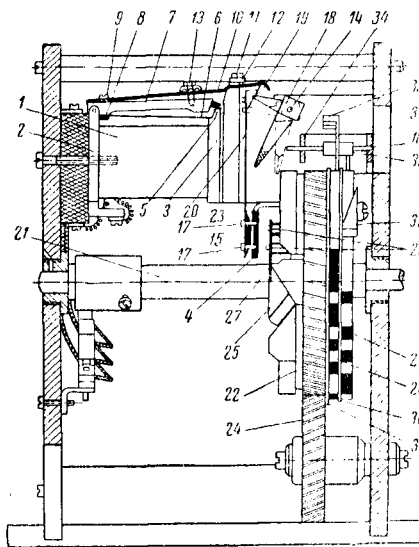


Фиг. 29. Клавиатура Бодо

Дешифратор (фиг. 31) отыскивает и расшифровывает образованную механическую комбинацию и подготавливает отпечатывание знака.

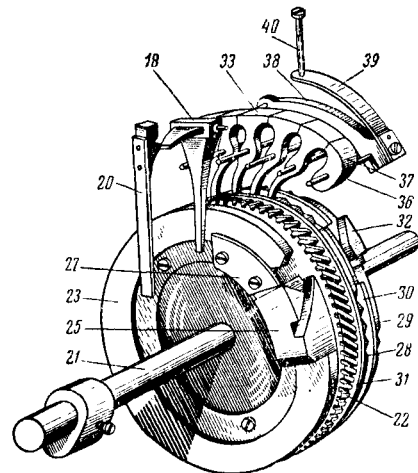
Печатающий механизм осуществляет отпечатывание принятого знака на бумажной ленте.

К печатающему механизму относятся следующие устройства: собственно печатающий



Фиг. 30. Приёмник Бодо:

1—печатающий электромагнит; 2 и 3—полюсные насадки; 4—стальная пластина; 5—вырез в полюсной насадке; 6—U-образная пружина; 7—якорь; 8—винты; 9—винт; 10—клювообразная пружина; 11—ограничивающий винт; 12—пластинка; 13—винт; 14—ось направляющих рычагов; 15—призматические пластинки; 16—ось разведчика; 17—регулирующие винты; 18—направляющий рычаг; 19—зарубка; 20—вертикальная пружина; 21—ось приёмника; 22—зубчатое колесо; 23—бронзовый обод; 24—промежуточное колесо; 25—челнок; 26—медные гильзы; 27—нож; 28—диск покоя; 29—диск работы; 30 и 31—разделительные шайбы; 32—возвращающая призма; 33—разведчик; 34—пластины; 35—ограничивающая шайба

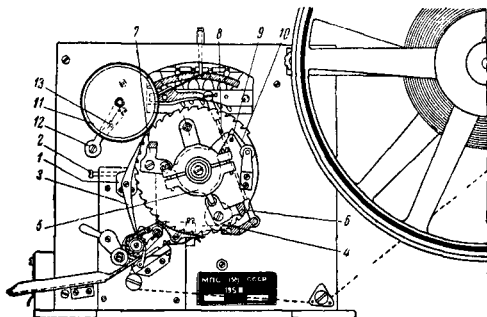


Фиг. 31. Дешифратор приёмника Бодо:

18—направляющий рычаг; 20—вертикальная пружина; 21—ось приёмника; 22—зубчатое колесо; 23—бронзовый обод; 25—челнок; 27—нож; 28—диск покоя; 29—диск работы; 30 и 31—разделительные шайбы; 32—возвращающая призма; 33—разведчики; 36—ложный разведчик; 37—ось ложного разведчика; 38—спусковой рычаг; 39—пружина спускового рычага; 40—регулирующий винт

механизм, включающий типовое и печатающее колёса; спусковой механизм, состоящий из штанги, педали и печатающего зуба; лентопротяжный, возвращающий, сцепляющий и переводной механизмы.

Все детали приёмника монтируют в медной (или латунной) коробке, имеющей съёмные боковые и верхнюю крышки. Внутри коробки помещается движущий механизм, состоящий из двух шестерёнок, тормозного

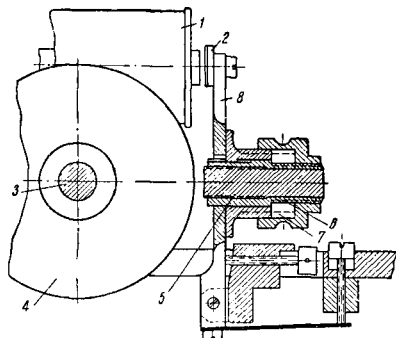


Фиг. 32. Печатающий механизм приёмника Бодо: 1—колонка возвращающего рычага; 2—регулирующий винт; 3—возвращающий рычаг; 4—возвращающий ролик; 5—трёхплечий (переводной) рычаг; 6 и 7—переводные кулачки; 8 и 9—ограничивающие винты; 10—фиксирующая собачка; 11—красящий валик; 12—рычаг; 13—опорный штифт (типичное колесо снято)

механизма и регулятора скорости. Последние служат для обеспечения синхронности и синфазности вращения осей приёмника по отношению к распределителю. На фиг. 32 представлены отдельные детали печатающего механизма приёмника.

Тормозной механизм (фиг. 33) состоит из тормозного электромагнита 1 с якорем 2, который соединён с рычагом 8, на рычаге 8 закреплена втулка 7 с винтовой нарезкой, внутрь втулки вставлена гильза 6 с пробкой 5. На модераторную ось 3 надето маховое колесо 4, которое вращается между катушками электромагнита 1.

В момент отпечатывания знака тормозной механизм несколько уменьшает скорость вращения оси распределителя. Это нужно для того, чтобы в приёмнике успел произойти процесс отпечатывания.

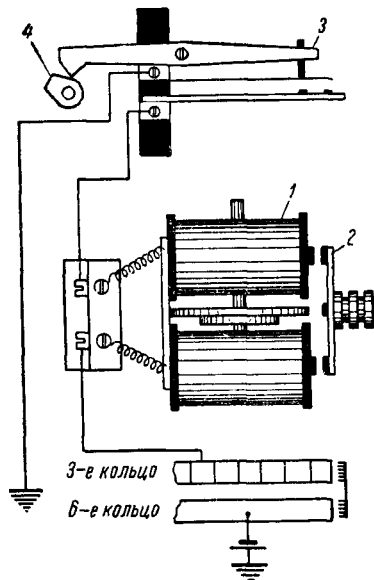


Фиг. 33. Тормозной механизм приёмника Бодо

Схема тормозного устройства дана на фиг. 34. Данные тормозного электромагнита приведены в табл. 47.

В качестве регуляторов скорости в системе МПС в основном применяют фрикционные регуляторы.

Фрикционный регулятор (фиг. 35) состоит из стального цилиндра 1, обхватываемого с двух сторон кожаными подушками 2, вставленными в рычаги 3, на которые действуют специальные пружины 4; цилиндр 1 закреплён на оси мотора. Вращение от мотора через подушки передаётся стальному

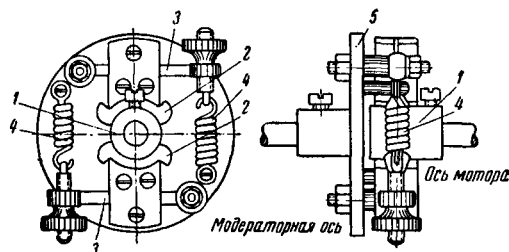


Фиг. 34. Схема тормозного устройства:

1—тормозной электромагнит; 2—якорь; 3—тормозной рычаг; 4—эксцентрик

диску 5, который скреплён с модераторной осью приёмника, поэтому последняя также приводится во вращение.

Работа регулятора основана на изменении силы трения под действием центробежной силы.



Фиг. 35. Фрикционный регулятор аппарата Бодо

**Синфазность.** Синфазность в аппаратах Бодо обеспечивается:

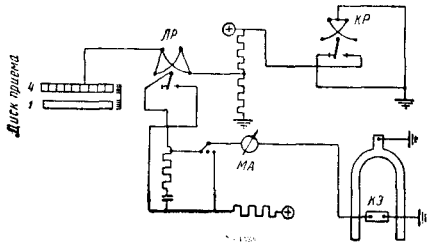
- а) посылкой специальных коррекционных токов (метод изолированной коррекции) и
- б) коррекцией рабочими токами.

Метод изолированной коррекции разделяется на:

- а) механическую коррекцию, при которой коррекционные токи приводят в действие специальный коррекционный электромагнит, устанавливающий при помощи механического устройства определённую фазу щёток;

б) электрическую коррекцию, при которой коррекционные токи приводят в действие специальное коррекционное реле, управляющее работой коррекционного электромагнита, последний изменяет скорость колебаний вибратора и тем выравнивает фазу.

В настоящее время на сети железных дорог СССР применяют этот метод по схеме фиг. 36. При этом методе одна из станций (корректирующая) даёт коррекцию, а вторая (корректируемая) принимает её.



Фиг. 36. Схема электрической коррекции в аппаратах Бодо

**Запаздывание токов в аппаратах Бодо.** Между передачей сигнала и его приёмом протекает промежуток времени (запаздывание токов), состоящий из времени прохождения тока по проводу и времени, необходимого для выполнения механической работы приёмника.

При телеграфной связи на расстояние до 500 км запаздывание тока в одну сторону равно времени пробега щётки по одному контакту распределителя.

Компенсация времени запаздывания производится: при симплексных аппаратах на корректируемых станциях посредством сдвига секторов приёма по отношению к секторам передачи, а при дуплексных аппаратах односторонней системы посредством сдвига переднего диска по отношению к заднему на число контактов, полученное от деления длины связи в километрах между станциями на 500. Если, например, длина связи равна 1500 км, то сдвиг диска нужно производить на три контакта.

**Конструкция и схемы оконечных аппаратов Бодо.** Оконечные аппараты Бодо простейшего типа (2БСО) имеют одну головку с распределителем и один диск, в аппаратах остальных систем имеются два диска, сидящие на одной или двух головках.

Двухголовые аппараты Бодо имеют следующие преимущества: полное отделение приёма от передачи, отсутствие необходимости установки запаздывания и более простое обслуживание.

Конструктивные данные об оконечных аппаратах Бодо приведены в табл. 58.

Принципиальные схемы оконечных аппаратов Бодо показаны на фиг. 37 — 40.

Техническая пропускная способность на 1 крат аппарата Бодо установлена в 1250 — 1350 слов в час (при 200 об/мин.). Практическая норма передачи для бодиста первого разряда установлена в 1000 слов в час.

Количество десятизначных телеграмм, которое можно передать по линии, оборудован-

Т а б л и ц а 58

Конструктивные данные оконечных аппаратов Бодо

Система аппарата Бодо	Число головок распределителя	Число дисков	Количество возможных передач	Количество возможных приёмов
2БСО	1	1	1	1
2БДО	1	2*	2	2
2БДО	2	2**	2	2
3БДО	1	2*	3	3
3БДО	2	2**	3	3
4БСО	1	1	2	2
4БСО	1	2*	2	2

\* Щёткодержатели вращаются от одного движущего механизма.

\*\* Диски сидят на разных головках и вращаются независимыми механизмами.

ной аппаратами Бодо, за 1 час, можно определить по формуле

$$N = \frac{np \cdot 60}{(7 + 1) 10} = 0,75 np,$$

где  $N$  — количество десятизначных телеграмм в час;

$n$  — количество оборотов щёткодержателя в минуту;

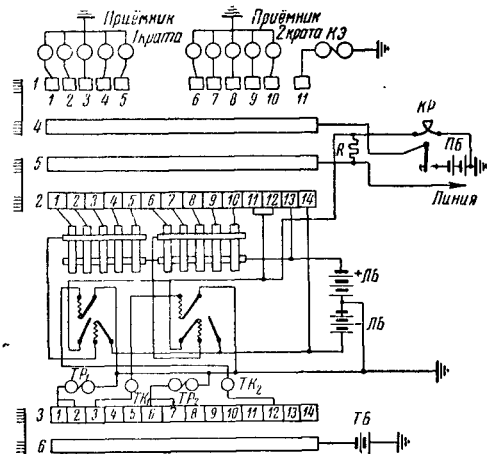
$p$  — количество крат;

7 — число знаков в слове;

1 — пробел между словами;

10 — число слов в телеграмме.

**Промежуточные аппараты (ретрансмиссии) Бодо.** На железнодорожном транспорте СССР в качестве промежуточных аппаратов



Фиг. 37. Принципиальная схема двукратного аппарата Бодо-симплекс

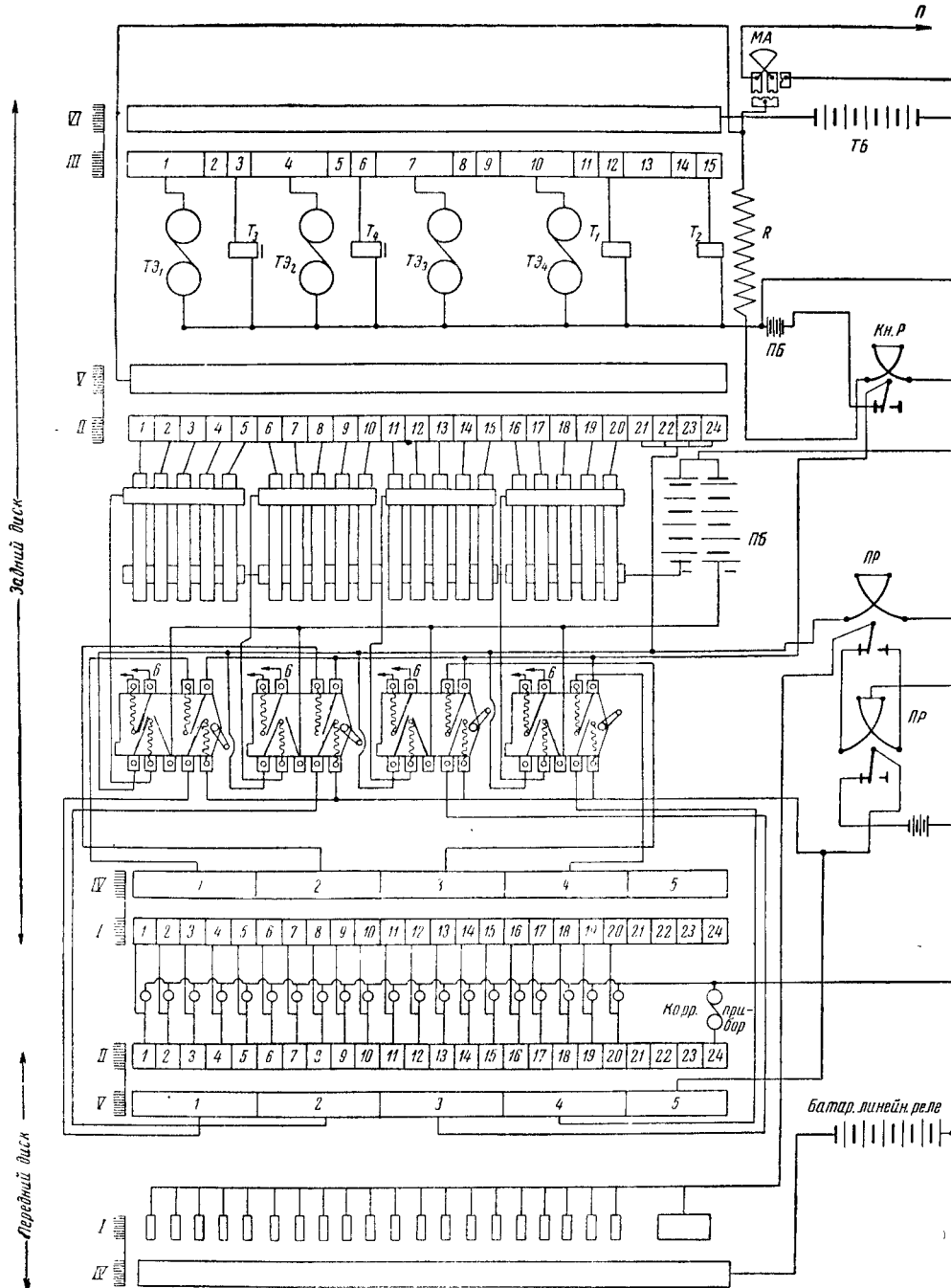
Бодо применяют ретрансмиссии. В ретрансмиссиях часть секторов используется для транслирования сигналов с восстановлением их первоначальной длины, а другая часть — для работы с оконечными станциями. Транслирование сигналов осуществляется при помощи ретрансмиттеров, состоящих из пяти реле и являющихся автоматическими передатчиками.





На фиг. 41 представлены скелетные схемы организации связи оконечных станций через ретрансmission для следующих случаев:

Ретрансmission Бодо разделяются:  
а) по конструкции — на одноголовые и двухголовые;



Фиг. 39. Принципиальная схема трёхкратного аппарата Бодо-дуплекс. Римскими цифрами обозначены кольца распределителя; арабскими — контакты колец

- а) для связи двух оконечных четырёхкратных аппаратов Бодо-симплекс;
- б) для связи двух оконечных двукратных аппаратов Бодо-дуплекс;
- в) для связи трёх пунктов через ретрансmission типа  $4 \times 2 \times 2$ .

б) по схеме работы — на симплексные и дуплексные.

В свою очередь дуплексные ретрансmission по схеме бывают:

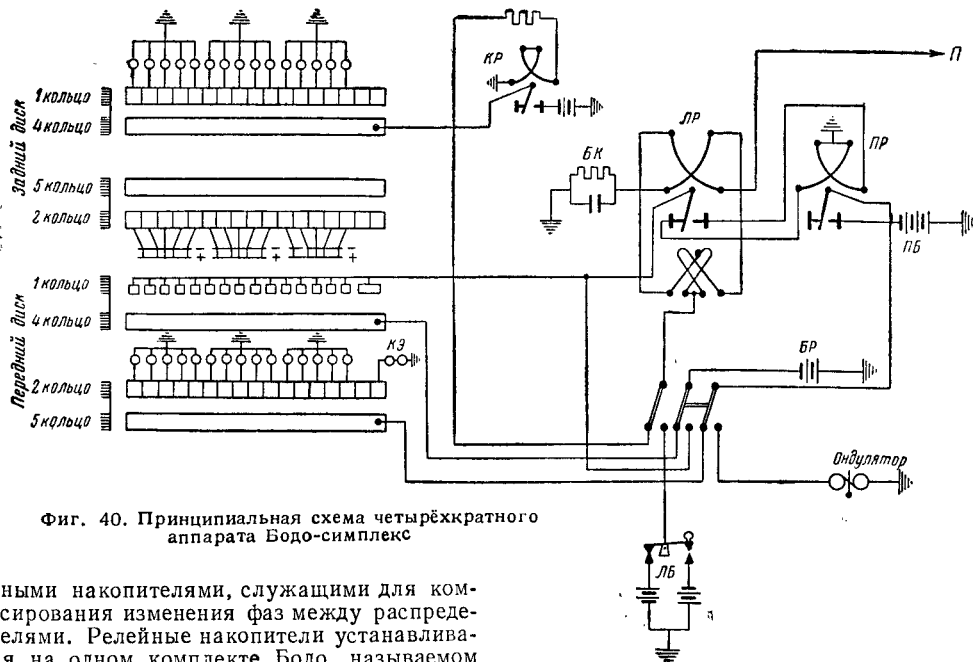
- а) нормального типа с ретрансмиттерами;
- б) конденсаторного типа;

в) типа НКПС.

Принципиальные схемы ретрансмиссий этих трёх типов даны на фиг. 42, 43 и 44.

**Циркулярная передача на аппаратах Бодо.** На железнодорожном транспорте используется схема циркулярной передачи (фиг. 45) без принудительного синфазирования, с ре-

паратов все механизмы стартстопных аппаратов, за исключением мотора и трансмиссии, после обработки каждого печатного знака останавливаются в одном и том же исходном положении. Вследствие этого аппараты и носят название стартстопных (старт — пуск, стоп — остановка).

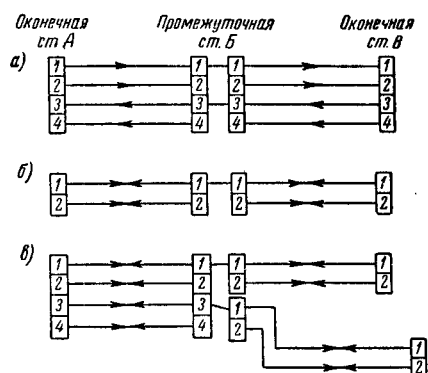


Фиг. 40. Принципиальная схема четырёхкратного аппарата Бодо-симплекс

лейными накопителями, служащими для компенсации изменения фаз между распределителями. Релейные накопители устанавливаются на одном комплекте Бодо, называемом циркулярным.

Все остальные комплекты Бодо, через которые автоматически передаётся в линии работа с циркулярного комплекта, называются линейными комплектами.

Правила обслуживания и регулировки аппаратов Бодо, а также нормы содержания их см. в специальной литературе [55—68].



Фиг. 41. Скелетные схемы организации связи оконечных станций через ретрансмиссии Бодо (цифрами обозначены секторы распределителя)

### Стартстопные аппараты

Особенностями стартстопных аппаратов являются применение клавиатуры типа клавиатуры пишущей машинки, ритмичность работы, совершенство конструкции и простота обслуживания. В отличие от синхронных ап-

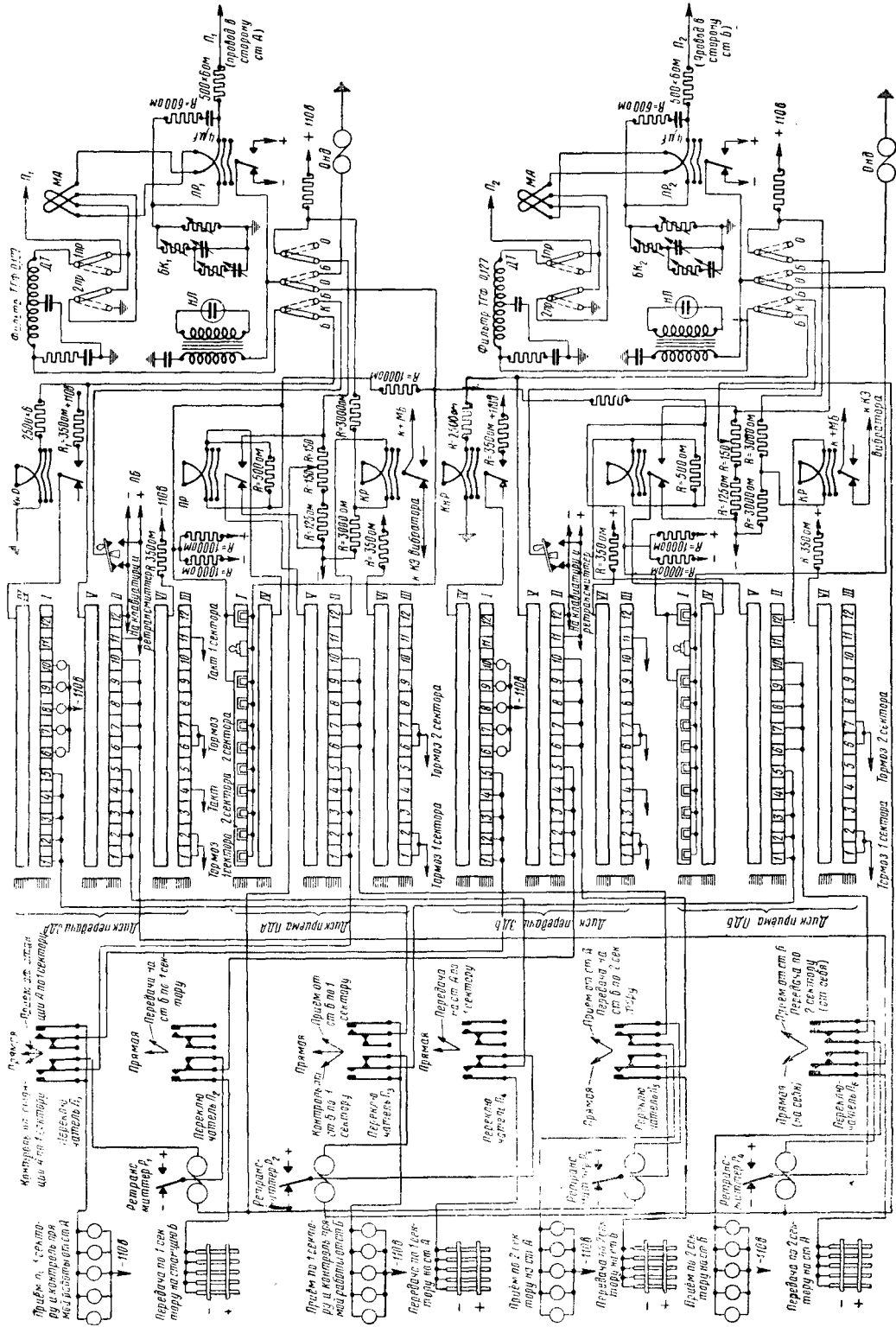
паратов для осуществления пуска и остановки аппарата каждая рабочая комбинация импульсов тока начинается пусковым импульсом тока и оканчивается остановочным. Применение этих двух дополнительных импульсов тока позволяет допускать расхождение скоростей механизмов стартстопных аппаратов, работающих на одной связи, в значительно больших размерах (до 7%), чем при синхронных аппаратах (до 0,5%). Благодаря этому повышается надёжность работы аппаратов и упрощается их обслуживание, но в то же время увеличивается частота телеграфного тока.

Область применения стартстопных аппаратов на железнодорожном транспорте указана в табл. 45. Кроме того, они используются на линиях связи, служащих для информации о подходах поездов.

На железнодорожном транспорте СССР нашли применение следующие типы стартстопных аппаратов отечественного производства: Ш-32 (Шорина), БТА-31 (Тремля), СТ-35 (советский телетайп выпуска 1935 г.) и РТА-37 (рулонный телеграфный аппарат); кроме того, применяются аппараты типа Т-15 и некоторые другие.

Наибольшее распространение получил аппарат СТ-35, который в настоящее время является основным типом стартстопного аппарата на железнодорожном транспорте СССР. Аппараты Ш-32 и БТА-31 с эксплуатации сняты.

**Стартстопный телеграфный аппарат типа СТ-35.** Аппарат СТ-35 является однократным телеграфным аппаратом, работающим по пятизначному коду, причём для передачи каж-



Фиг. 42. Принципиальная схема ретрансмиссии Бодо-дуплекс нормального типа с ретрансмиттерами

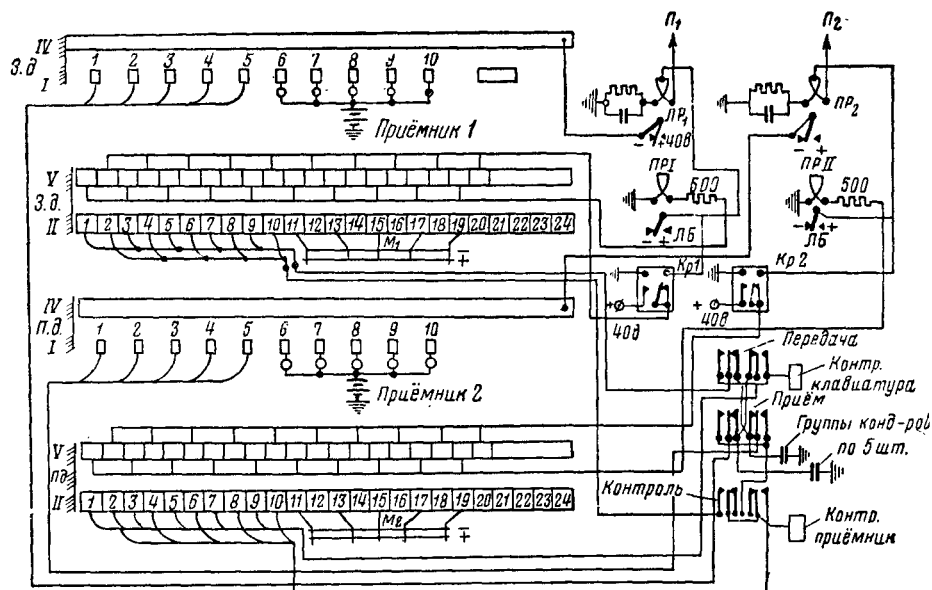
дого знака требуется семь посылок тока: пусковая, пять кодовых и остановочная (см. табл. 59). Отпечатывание знаков осуществляется на бумажной ленте при помощи типовых рычагов. Клавиатура аппарата по расположению знаков близка к клавиатуре пишущей машинки. Аппарат допускает печатание текста на русском и латинском алфавитах.

Каждый аппарат имеет два распределителя — передающий и приёмный, номинальная скорость вращения которых составляет 380 об/мин. Наибольшее расхождение скоростей допускается до 7%. Предельная скорость передачи — 395 букв в минуту, нормальная скорость — 380 букв в минуту.

Основными частями аппарата СТ-35 являются движущий, передающий и приёмный механизмы.

виши для передачи пробела, занимающей пятый ряд.

В первом ряду расположены клавиши для передачи цифр и одна клавиша для передачи сигнала перебоя *ЗВ*; клавиши второго, третьего и четвёртого рядов на головках имеют обозначения: слева — букв русского алфавита и справа — букв латинского алфавита. В четвёртом ряду, кроме того, расположены три служебные клавиши для перевода регистров *ЦИФ*, *РУС* и *ЛАТ*. Основными частями клавиатуры являются (фиг. 48) системы клавишных рычагов 1, оканчивающихся сверху круглыми головками или вилками, система комбинаторных линеек 2, запорная линейка 3 и спусковая линейка 4, шарнирно связанная со спусковым рычагом 5 передатчика. Передатчик (фиг. 49) состоит в основном из



Фиг. 43. Принципиальная схема ретрансмиссии конденсаторного типа (арабскими цифрами обозначены контакты колец)

Движущий механизм (фиг. 46) состоит из мотора 1 с центробежным электроконтактным регулятором 2, главного вала 3 и передаточных осей — регистровой 4 и оси 5 передатчика.

Мотор 1, приводящий в движение механизмы аппарата, является мотором постоянно-переменного тока, типа УМ-21-С, напряжение 110—120 в; полезная мощность на валу двигателя составляет 20—25 вт при величине потребляемой мощности в случае работы на постоянном токе со скоростью 3 000 об/мин., равной 35 вт. Номинальная мощность мотора равна 66 вт. Пусковой ток составляет 1,3 а, а установившийся ток — 0,5 а. Допускается нагрев мотора до 35° С сверх окружающей температуры.

При применении переменного тока последовательно с мотором включается сопротивление 120—150 ом.

Передающий механизм состоит из клавиатуры и передатчика. Клавиатура (фиг. 47) состоит из 46 клавиш, расположенных в четыре ряда, и одной длинной кла-

контантной системы 1, пяти запорных захватывающих рычагов 2, шести контактных рычагов 3, пяти дисковых муфт 4, кулачкового распределителя и запорного устройства. Пусковой контакт имеет длину, равную 54°, а остальные — 51°. Длительность посылки тока с рабочего контакта равна 22,6 мсек, что соответствует скорости телеграфирования в 44,3 бода.

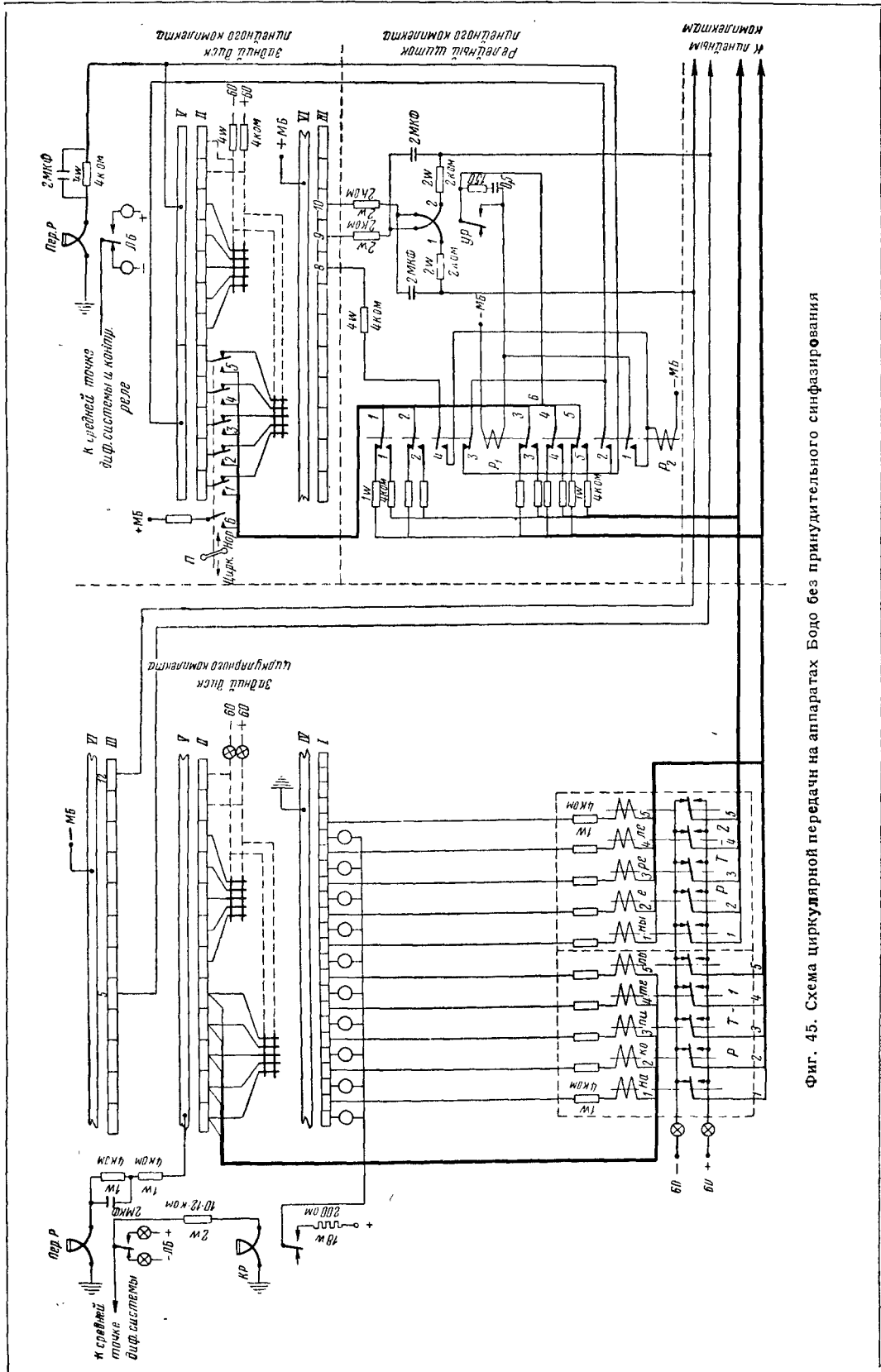
Устройство передатчика обеспечивает преобразование набранной механической комбинации комбинаторных линеек, соответствующей нажатой клавише, в определённую комбинацию посылок электрического тока.

Приёмный механизм состоит из стартстопного приёмного устройства, наборного механизма, дешифратора и обслуживающих механизмов.

С помощью приёмного механизма осуществляется: приём комбинации посылок электрического тока (для приёма их служит электромагнит стартстопного приёмного устройства — фиг. 50); преобразование этой комбинации в механическую (при помощи наборного



Фиг. 44. Принципиальная схема ретрансмиссии типа НКПС



Фиг. 45. Схема циркулярной передачи на аппаратах Бодо без принудительного синфазирования

механизма—фиг. 51); расшифрование механической комбинации и превращение её в типографский знак, отпечатываемый на бумажной ленте при помощи дешифратора. Спускowej

Таблица 59

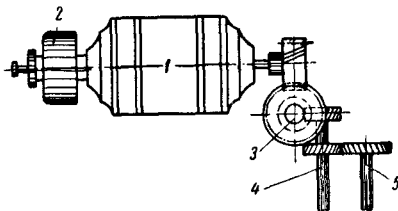
Пятизначный код СТ-35

Латинский алфавит	Цифры и знаки	Русский алфавит	Стол	Комбинации				
				1	2	3	4	5
A	1	A						
B	8	B						
W		B						
G	7	Г						
D	0	Д						
E	2	Е						
V		Ж						
Z	3	З						
I	Ш	И						
J	6	Я						
K		К						
L	=	Л						
M		М						
N	Ю	Н						
O	5	О						
P	I	П						
R	±	Р						
S	.	С						
T	У	Т						
U	4	У						
F	3	Ф						
H	+	Х						
C	9	Ц						
Q	/	Щ						
X	,	Ъ						
Y	3	Ы						
-		Я						
буквы рус.								
цифры								
буквы лат.								
пробел								
звонак								

Импульс тока  
Перерыв тока

механизм обеспечивает приведение в действие печатающего и лентопротяжного механизмов.

Печатающий (фиг. 52), лентопротяжный и реверсионный механизмы, входящие в состав дешифратора, служат соответственно для

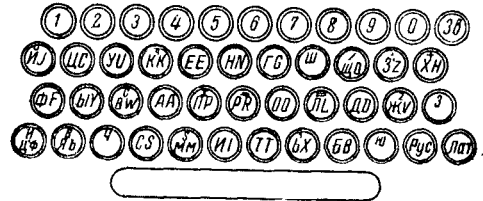


Фиг. 46. Движущий механизм аппарата СТ-35

отпечатывания знака на бумажной ленте, её продвижения и для обратного сматывания красящей ленты с целью многократного её использования. Пуск и остановка приёмного кулачкового распределителя (наборной муфты с кулачками) осуществляются с помощью электромагнита, причём коррекционный механизм и фазоустановитель (фиг. 50)

обеспечивают синфазное положение приёмника по отношению к передатчику противоположной станции.

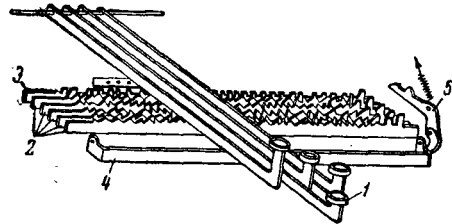
Электромагнит в аппарате СТ-35 неполяризованный, его данные указаны в табл. 47. Исправляющая способность аппарата достигает 38%.



Фиг. 47. Клавиатура аппарата СТ-35

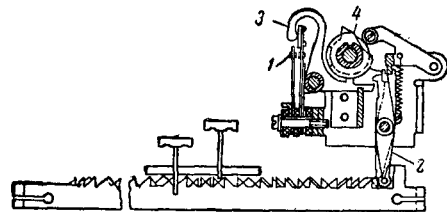
Принципиальные схемы включения в линию аппарата СТ-35 показаны на фиг. 53.

Дальность телеграфирования при помощи аппаратов СТ-35 определяется схемой телеграфирования. При длине стальной цепи до 200 км и на местных связях применяют однополюсное телеграфирование, причём аппараты включают непосредственно в линию.



Фиг. 48. Устройство клавиатуры аппарата СТ-35

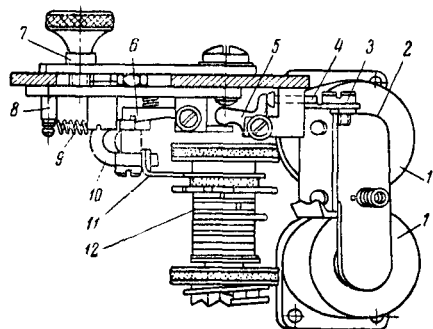
Величина входящего тока в этом случае должна составлять 40—45 ма. При применении неполяризованных реле дальность передачи может быть увеличена до 300 км. Для увеличения дальности телеграфирования до 400—500 км применяется схема двухполюсной работы. В этом случае ап-



Фиг. 49. Передатчик аппарата СТ-35

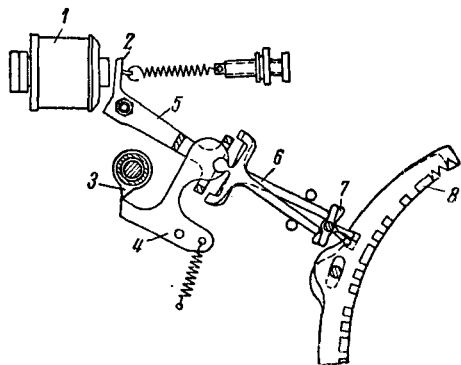
параты включают в линию через поляризованные реле (фиг. 53, в). Величина входящего тока при этом должна составлять 25 ма. Аппарат СТ-35 может быть автоматизирован. Для этого применяют перфоратор и трансмиттер. Техническое обслуживание аппарата и его регулировка описаны в специальной литературе [68, 69].

Стартостопный телеграфный аппарат типа РТА-37. Аппарат РТА-37 отличается от аппарата СТ-35 тем, что знаки печатаются не

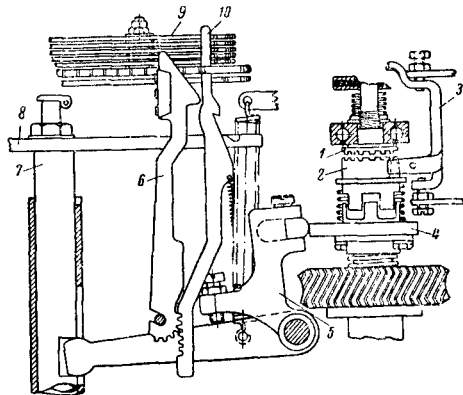


Фиг. 50. Стартстопное приёмное устройство аппарата СТ-35:

1 — электромагнит; 2 — якорь электромагнита; 3 — винт с эксцентричной головкой; 4 — штифт; 5 — промежуточный рычаг; 6 — запорный рычаг; 7 — винт фазоустановителя; 8 — колонка; 9 — пружина стоповой скобы; 10 — стоповая скоба; 11 — стоповый рычаг; 12 — наборная муфта с кулачками

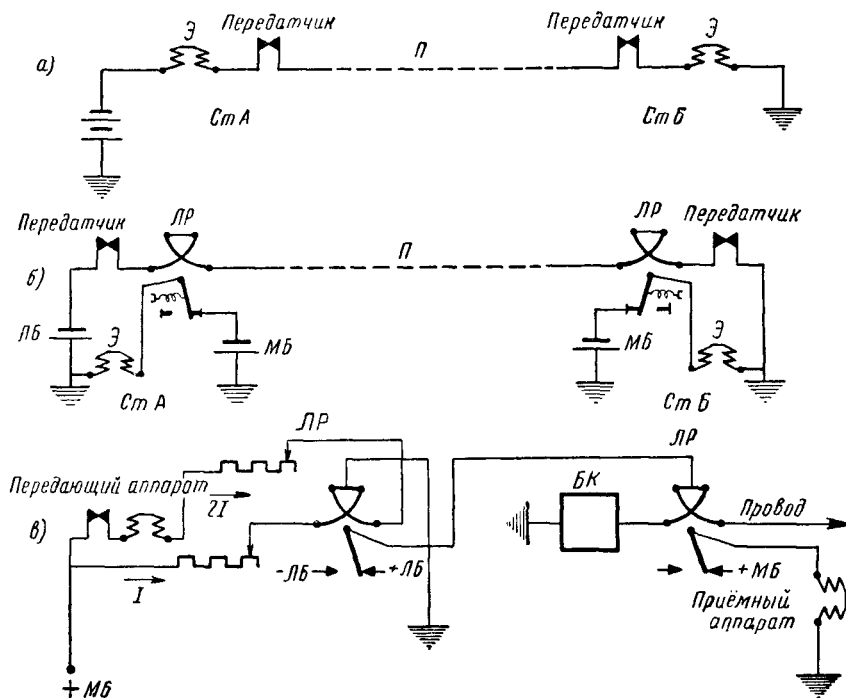


Фиг. 51. Наборный механизм аппарата СТ-35: 1 — электромагнит; 2 — якорь; 3 — наборная муфта; 4 — наборный рычаг; 5 — рычаг якоря; 6 — меч; 7 — Т-образный рычаг; 8 — дешифраторная линейка



Фиг. 52. Печатающий механизм аппарата СТ-35:

1 — ведущая муфта; 2 — ведомая муфта; 3 — расцепляющая скоба; 4 — печатающий кулачок; 5 — печатающий рычаг; 6 — типовой рычаг; 7 — шток; 8 — печатающая скоба; 9 — дешифраторные линейки; 10 — тяговый рычаг



Фиг. 53. Принципиальные схемы включения в линию аппаратов СТ-35:

а — двух аппаратов СТ-35; б — двух аппаратов СТ-35 через реле; в — аппарата СТ-35 дуплексе



на ленте, а на рулоне бумаги шириной 215 мм. При этом возможно отпечатывание нескольких копий. В клавиатуре имеется клавиша «Возврат каретки». Длина стопового контакта равна  $69 - 48,5^\circ$ .

**Стартостопный аппарат типа Т-15.** Аппарат Т-15 работает по пятизначному коду (табл.60).

Таблица 60  
Пятизначный код Т-15

Буквы	Цифры	Стоп	Старт	Комбинации				
				1	2	3	4	5
Ф	3							
Т	,							
М	;							
В	И							
Е	3							
А	Ж							
П	б							
Р	Стан							
Х	8							
О	№							
Л	Щ							
Д	"							
Ю	—							
Б	.							
Ч	9							
Ц	0							
У	1							
Н	4							
Ы	▼							
Г	5							
З	7							
И	?							
К	2							
С								
Ш	б							
Я	/							
Перевод строки								
Интервал, пробел								
Возврат каретки								
Цифры								
Буквы								
Звон								

Импульс тока  
Перерыв тока

Отпечатывание знаков производится на рулоне бумаги, причём печатающий валик неподвижен, а каретка передвигается. Перевод на новую строку, перевод с букв на цифры и обратно и перевод каретки на начало строки производится автоматически благодаря посылке с передающей станции специальных (переводных) комбинаций импульсов тока. Латинский шрифт в аппарате отсутствует. Аппарат может работать по нормальной схеме постоянного тока, причём дальность телеграфирования по стальной цепи составляет 200—250 км при величине входящего тока 50—60 ма. Применение реле позволяет несколько увеличить дальность телеграфирования. Аппарат Т-15 имеет ряд недостатков: трудность исправления текста при ошибках, число которых возрастает с увеличением длины провода, наличие трёхрядной клавиатуры.

**Стартостопный телеграфный аппарат Т-19** является аппаратом с автоматической передачей при помощи перфорированной ленты. Он отличается от аппарата Т-15 тем, что его клавиатура приспособлена для перфорирования ленты. Кроме того, при аппарате имеются трансмиттер для передачи сигналов с перфорированной ленты и реперфоратор для автоматического переписывания.

Аппарат приспособлен для работы по различным схемам и допускает: непосредственный приём на электромагнит аппарата, однополюсную и двухполюсную работу с приёмом на реле, ручную передачу с клавиатуры, ручную передачу с одновременной перфорацией телеграмм на ленту и перфорацию телеграмм на ленту с одновременным печатным контролем. Производительность аппарата при автоматической передаче и дуплексной работе достигает производительности двукратного аппарата Бодо-дуплекс.

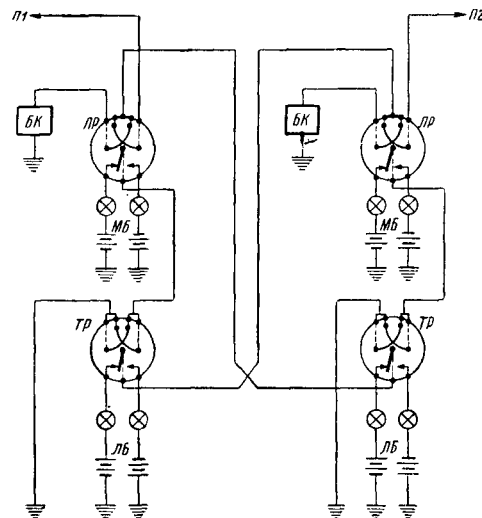
Недостатками аппарата являются: большая сложность и громоздкость и большее потребление энергии по сравнению с аппаратом СТ-35, применение трёхрядной каретки, отсутствие трёх регистров и др.

## ТЕЛЕГРАФНЫЕ ТРАНСЛЯЦИИ

Телеграфные трансляции применяют для увеличения дальности телеграфирования. На железнодорожном транспорте СССР в настоящее время пользуются двумя типами трансляций: а) простой дуплексной трансляцией и б) регенеративной трансляцией.

### Простая дуплексная трансляция

Применение простых дуплексных трансляций позволяет увеличить дальность телеграфной передачи на расстояние до 2000—2500 км, а регенеративных трансляций—на расстояние, практически неограниченное.



Фиг. 54. Принципиальная схема простой дуплексной телеграфной трансляции

Телеграфные трансляции применяют для увеличения дальности телеграфирования по цепям, оборудованным аппаратами Морзе, Бодо и стартостопными.

Таблица 61

Технические данные телеграфных трансляций

Система трансляции	Габариты в мм	Количество столов в комплекте	Площадь, требующаяся для установок, в м <sup>2</sup>	Схема трансляции	Тип и количество питающих батарей
Простая дуплексная . . . . .	1 500×1 000	1	1,5	Дуплексная	Две линейные, местная
Регенеративная вилочного типа . . .	1 250×820	1*	1,5	•	Две линейные, местная

\* В два яруса.

Простая дуплексная трансляция (фиг. 54) в основном состоит из четырёх поляризованных реле и служит для увеличения дальности передачи по цепям, оборудованным аппаратами Бодо-дуплекс. Линейное реле ЛР каждой стороны при помощи местной батареи МБ управляет работой транслирующего реле ТР своей стороны, причём движения язычков ЛР и ТР каждой стороны согласованы. К контактам реле ТР подключена линейная батарея противоположной стороны. Таким образом, реле ЛР каждой стороны служит для приёма поступающих с провода этой стороны сигналов, а реле ТР для передачи этих сигналов от местного источника тока в провод другой стороны.

Комплект трансляции состоит в основном из четырёх унифицированных телеграфных реле, трёх миллиамперметров типа ВГ (двух линейных со шкалой 60—0—60 ма и одного для местных цепей со шкалой 30—0—30 ма); двух балансных контуров, двух ключей Морзе, двух клопферов, ондулятора и разных переключателей.

Технические данные о трансляции даны в табл. 61, а данные о потреблении тока — в табл. 62.

Таблица 62

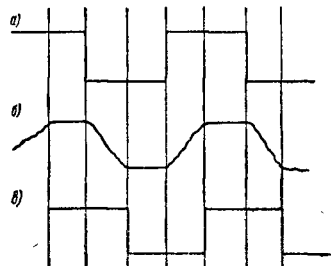
Потребление тока в цепях телеграфных трансляций

Тип трансляции и наименование цепей	Суточный расход тока в а·ч	Величина установившегося тока в а	Среднее значение тока в а
Простая дуплексная трансляция:			
линейная цепь (+) . .	0,45×2	0,025×2	—
то же (—) . . . . .	0,9×2	0,075×2*	—
местная цепь (+) . .	0,7	—	0,03
то же (—) . . . . .	1,9	—	0,085
моторная . . . . .	1,2	—	—
Регенеративная трансляция:			
линейная цепь (+) . .	0,7×2	0,045×2	—
то же (—) . . . . .	1,3×2	0,1×2*	—
местная цепь (+) . .	8,0	—	0,35
то же (—) . . . . .	3,0	—	0,13
моторная и вибраторная цепи . . . . .	20,0	—	0,90

\* Первые числа при встречных одинаковых полюсах, вторые — при встречных разных полюсах.

## Регенеративная трансляция

Регенеративная трансляция предназначена для восстановления посылок телеграфного тока как по величине, так и по форме (фиг. 55) в цепях, оборудованных аппаратами Бодо-дуплекс. Как видно из фиг. 55, принятые регенеративной трансляцией искажённые телеграфные посылки отправляются



Фиг. 55. Принцип восстановления телеграфных посылок регенеративной трансляции:

а — посылка, переданная передатчиком в линию; б — посылка, поступившая на регенеративную трансляцию; в — посылка, переданная регенеративной трансляцией в линию

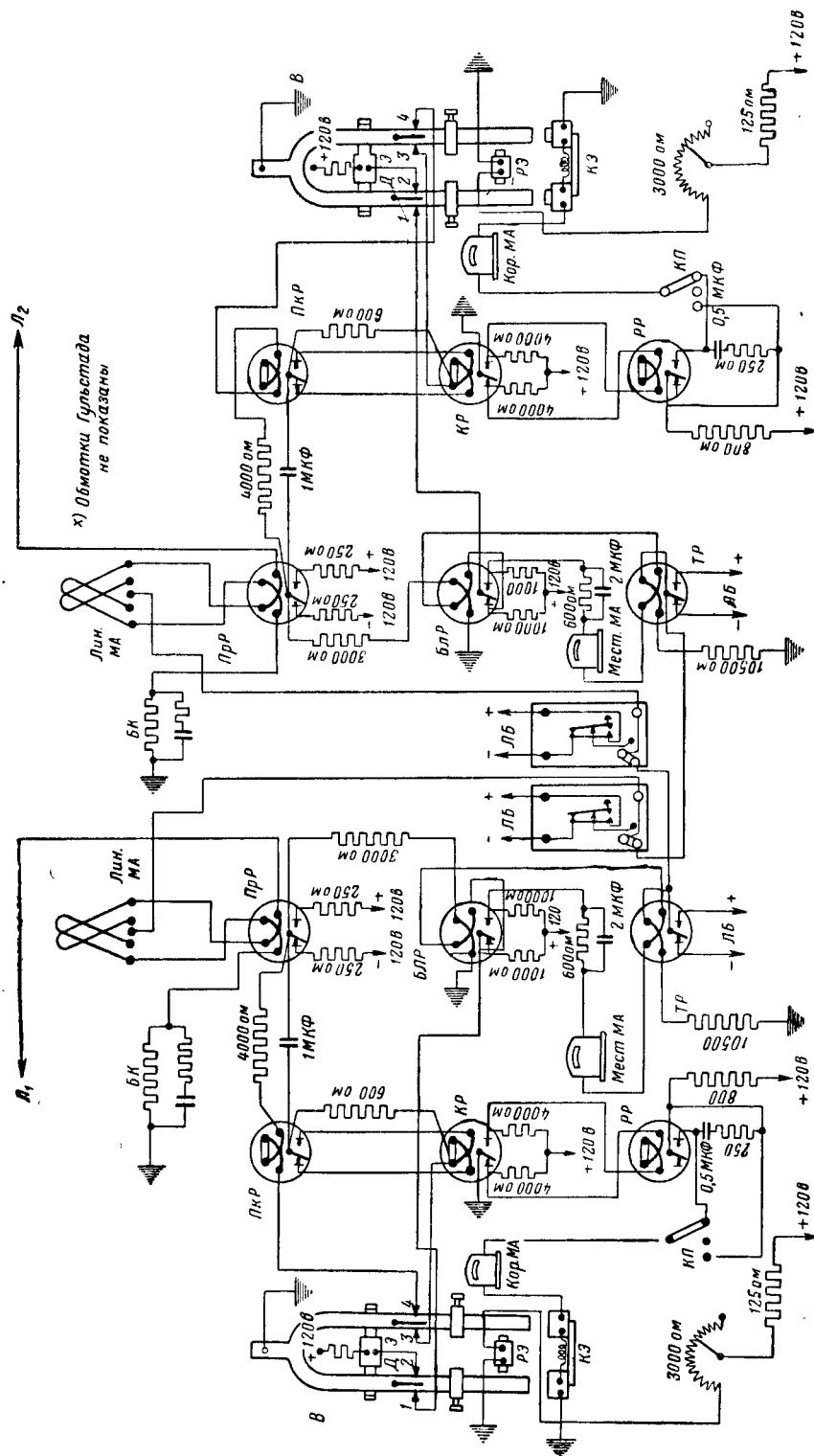
дальше в исправленном виде. Регенерация телеграфных посылок обеспечивается тем, что работа передающей цепи управляется вилочным вибратором. Регенеративная трансляция может исправить принятую посылку тока в том случае, если её искажение не превышает 45%.

Наибольший процент искажения входящей телеграфной посылки, которую может исправить регенератор, называется его исправительной способностью; последняя зависит от качества регулировки регенератора. Обычно регенеративные трансляции устанавливаются на телеграфных связях через одну-две простых трансляции.

В настоящее время на железнодорожном транспорте СССР применяют вилочную регенеративную трансляцию (фиг. 56). Она представляет собой обычную дуплексную трансляцию, дополненную исправляющей схемой.

Каждая сторона трансляции в основном состоит из двух частей — приёмно-передающей и коррекционной.

В приёмно-передающую часть входят приёмное ПрР, блокирующее БЛР и транслирующее ТР реле, а также вибратор В. К коррекционной цепи, кроме указанных приёмного реле и вибратора, относятся



Фиг. 56. Принципиальная схема регенеративной трансляции

реле: переключающее *ПКР*, коррекционное *КР* и регулирующее *РР*. Всего в схеме трансляции имеется 12 унифицированных телеграфных реле. Остальные приборы, входящие в схему трансляции (миллиамперметры в количестве шести, балансные контуры, ключи Морзе, ондулятор и пр.), являются вспомогательными или контрольными. Все приборы и детали трансляции смонтированы на двух горизонтальных панелях и одной вертикальной.

Указания об обслуживании телеграфных трансляций и методах их регулирования приводятся в соответствующей литературе [27, 55, 68].

## ТЕЛЕГРАФНЫЕ СВЯЗИ И ОСНОВЫ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

### Общие сведения

Телеграфная связь представляет собой комплексное соединение оконечной и промежуточной телеграфной аппаратуры, провода или канала и источников тока. Основное требование, предъявляемое к телеграфной связи, заключается в устойчивости действия связи.

Устойчивость работы телеграфной связи характеризуется диапазоном регулировки приёмного устройства, при котором ещё обеспечивается приём без искажений.

Запас устойчивости связей при однополюсном телеграфировании на аппаратах Морзе определяется диапазоном регулировки электромагнита аппарата при условии обеспечения удовлетворительного приёма и контроля передачи.

Запас устойчивости связей при однополюсном телеграфировании на аппаратах СТ-35 определяется диапазоном смещения фазоустановителя, при котором обеспечивается приём без искажений. При этом электромагнит должен иметь регулировку, обеспечивающую правильное воспроизведение входящих посылок тока.

Запас устойчивости связей при двухполюсном телеграфировании на аппаратах СТ-35 или Бодо определяется: у первых — диапазоном смещения фазоустановителя, а у вторых — диапазоном смещения коррекционного контакта (при приёме коррекции) или диапазоном смещения переднего диска по отношению к заднему (при даче коррекции) при обеспечении приёма без искажений.

Запас устойчивости связи представляет диапазон допустимого увеличения искажений от величины искажений, фактически поступающих с линии, до значения эффективной исправляющей способности аппарата и численно равен разности между эффективной исправляющей способностью аппарата (регенератора) и суммой искажений, поступающих с линии.

### Телеграфные провода и каналы

На железнодорожном транспорте СССР для телеграфной связи применяют одиночные стальные провода, искусственные цепи, образованные на телефонных цветных и стальных цепях, каналы тонального телеграфирования, кабельные линии.

Стальные провода используют преимущественно диаметром 4 и 5 мм. Основными электрическими параметрами, определяющими качество провода как проводника для телеграфной связи, являются омическое сопротивление и сопротивление изоляции. Величины сопротивления стальных проводов, в том числе рекомендуемые для расчётов, приведены в табл. 63.

Таблица 63

Значения сопротивления стальных телеграфных проводов при постоянном токе

Диаметр провода в мм	Сопротивление нового провода в ом/км при		Рекомендуемая для расчёта величина сопротивления (с учётом 10% износа) в ом/км
	0 °C	20 °C	
4	10,00	11,00	12,1
5	6,40	7,01	7,8

Ёмкость  $C$  и индуктивность  $L$  стальных проводов практически мало зависят от диаметра. При расчётах рекомендуется принимать  $C = 0,009$  мкф/ом и  $L = 0,009$  гн/км.

Сопротивление изоляции одиночных стальных проводов при расчётах следует принимать равным 2 мгом·км, что соответствует неблагоприятным атмосферным условиям.

Если в проводе имеются вставки провода другого диаметра или кабельные вставки, то их влияние учитывают определением эквивалентной длины провода, рассчитываемой по формуле

$$l_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{R_{\text{общ}} C_{\text{общ}}}{RC}},$$

где  $R_{\text{общ}}$  — общее сопротивление неоднородного провода в ом при  $t = 20^\circ\text{C}$ ;  $C_{\text{общ}}$  — общая ёмкость неоднородного провода в мкф, равная сумме ёмкостей отдельных участков провода;

$R$  и  $C$  — километрическое сопротивление в ом и соответственно километрическая ёмкость в мкф основного провода.

Искусственные телеграфные цепи организуются как на стальных, так и на цветных телефонных цепях при помощи переходных трансформаторов со средними точками или дифференциальных дросселей. Рекомендуемые для расчёта значения омического сопротивления и сопротивления изоляции искусственных цепей приведены в табл. 64.

Каналы тонального телеграфирования должны удовлетворять предъявляемым к ним требованиям, приведённым ниже, в главе «Тональное телеграфирование». Телефонные каналы, используемые для работы тонального телеграфа, должны удовлетворять электрическим нормам дальней телефонной связи и, кроме того, отвечать особым требованиям, изложенным в той же главе.

Таблица 64  
Значения омического сопротивления и сопротивления изоляции искусственных телеграфных цепей при постоянном токе

Материал проводов цепи	Диаметр проводов цепи в мм	Сопротивление искусственной цепи в ом/км	Сопротивление изоляции искусственной цепи в мгом/км
Сталь . . . . .	4,0	6,0	1,0
» . . . . .	5,0	3,9	1,0
Твёрдотянутая медь . . . . .	3,0	1,26	1,0
То же . . . . .	3,5	0,93	1,0
» . . . . .	4,0	0,71	1,0
Биметалл . . . . .	4,0	1,61	1,0

Примечания. 1. Сопротивление переходных трансформаторов для обеих конечных станций может быть принято при расчётах равным 50 ом, а сопротивление дифференциальных дросселей — 150 ом.  
2. Номинальная толщина медной оболочки биметалла  $\Delta = 0,4$  мм.

### Кабельные линии

Для телеграфирования используются кабели телеграфные, телеграфно-телефонные (с кордельной изоляцией и четвёрочной скруткой) и телефонные (для связей в пределах одного железнодорожного узла).

Марки и параметры однопроводных телеграфных кабелей приведены в табл. 65.

Таблица 65

Параметры однопроводных телеграфных кабелей при постоянном токе<sup>1</sup>

Марка кабеля	Диаметр жилы в мм	R в ом/км	C в мкф/км	L в гн/км	G в мм/км
СОГ, СДБ, СОП, СОК, СОА, СОБГ	1,0	23,4	0,2	0,001	0,002·10 <sup>-6</sup>

<sup>1</sup> Телеграфный кабель с бумагомасляной изоляцией вместо от 1 до 108 жил применяется для кабелирования телеграфных связей на железнодорожных станциях и речных переходах.

Параметры кабелей с кордельной изоляцией приведены в главе «Теория связи по проводам», табл. 18, 19 и 20. В этих таблицах указаны величины рабочей ёмкости  $C$  между жилами одной пары при заземлении всех остальных жил. Для телеграфирования важное значение имеет ёмкость  $C_1$  — одной жилы по отношению ко всем остальным, соединённым между собой и через оболочку кабеля с землёй. Величина ёмкости  $C_1$  может быть определена по формуле

$$C_1 = 1,61 \cdot C.$$

### Телеграфирование по стальным проводам и искусственным телеграфным цепям

Линейные напряжения для телеграфных аппаратов не должны превышать: для стальных одиночных проводов 120 в и для искусственных телеграфных цепей — 80 в.

Нормальные токи нажатия должны иметь значения:

а) для двукратных аппаратов Бодо-дуплекс и простых дуплексных трансляций, включённых в связь с двукратными аппаратами Бодо-дуплекс, а также для двукратных аппаратов Бодо-симплекс — 22 ма;

б) для трёхкратных аппаратов Бодо-дуплекс и простых дуплексных трансляций, включённых в связь с трёхкратными аппаратами Бодо-дуплекс, для регенеративных трансляций независимо от системы оконечных аппаратов, а также четырёхкратных аппаратов Бодо-симплекс — 25 ма;

в) для аппаратов СТ-35 без реле — 45 ма;

г) для дуплексных и полудуплексных схем стартопных аппаратов с применением реле — 25 ма и для аппаратов Морзе и клопферов — 15—20 ма.

Величины допустимых токов помехи в зависимости от длины провода  $l_g$  в километрах и длины кабельной вставки  $l_k$  в километрах приведены в табл. 66.

Таблица 66

Допустимые величины токов помехи в ма в зависимости от длины провода  $l_g$  в км и длины кабельной вставки  $l_k$  в км

$l_g$ в км \ $l_k$ в км	300	400	500	600
0	2,0	3,0	4,0	5,0
5	3,5	4,0	5,0	6,0
10	6,0	6,5	7,0	8,0
15	8,0	8,5	9,0	10,0

Ориентировочные значения дальности непосредственной телеграфной передачи, т. е. расстояния между оконечными аппаратами без трансляций или между соседними трансляциями, приведены в табл. 67.

Таблица 67

Дальность непосредственной телеграфной передачи

Система аппаратов	Дальность телеграфной передачи в км при диаметре стального провода в мм	
	5	4
Аппарат Морзе или клопфер на постоянном токе . . . . .	300—400	300—400
Аппарат Морзе или клопфер на рабочем токе . . . . .	500	400
Аппарат СТ-35-симплекс без реле . . . . .	200	200
Аппарат СТ-35-симплекс с реле . . . . .	300	300
Аппарат СТ-35-дуплекс . . . . .	400	320
Двукратный аппарат Бодо-симплекс . . . . .	600	450
Двукратный аппарат Бодо-дуплекс . . . . .	500	400
Трёхкратный аппарат Бодо-дуплекс . . . . .	400	320
Четырёхкратный аппарат Бодо-симплекс . . . . .	500	400

Примечания. 1. При неоднородных проводах пользование табл. 67 возможно после определения эквивалентной длины провода.

2. При конкретном размещении трансляций вдоль провода допустимо увеличение длины участка в пределах до 10%.

Дальность телеграфирования с применением простых дуплексных трансляций определяется следующим числом трансляционных участков: для двукратных аппаратов Бодо-дуплекс — 3—4, для трёхкратных аппаратов Бодо-дуплекс и аппаратов СТ-35-дуплекс — 2—3 и для четырёхкратных аппаратов Бодо-дуплекс 1—2. Большого увеличения дальности телеграфирования возможно достигнуть применением регенеративных трансляций или ретрансмиссий на связях с аппаратами Бодо и специальных регенеративных трансляций на связях со стартстопными аппаратами. Общая дальность телеграфирования по стальным проводам диаметром 5 мм при этом достигает: для двукратных и трёхкратных аппаратов Бодо-дуплекс — 10 000 км, для четырёхкратных аппаратов Бодо-дуплекс — 3 500 км и для аппаратов СТ-35-дуплекс (ориентировочно) — 2 000—3 000 км.

Расчёт линейных напряжений и величин входящих токов при существующих скоростях телеграфирования ведётся по формулам для установившегося постоянного тока:

$$I_0 = \frac{U}{Z_{ex} + R_1},$$

$$I_e = \frac{U}{Z_{np}},$$

$$I_y = I_0 - I_e,$$

$$U_0 = U - I_0 R_1,$$

$$U_e = I_e R_2,$$

$$Z_{ex} = Z \frac{R_2 \operatorname{ch} \beta l + Z_c \operatorname{sh} \beta l}{R_2 \operatorname{sh} \beta l + Z_c \operatorname{ch} \beta l}$$

и

$$Z_{np} = (R_1 + R_2) \operatorname{ch} \beta l + \left( Z + \frac{R_1 R_2}{Z} \right) \operatorname{sh} \beta l.$$

В этих формулах:  $U$  — напряжение батареи;  $U_0$  — напряжение в начале провода;  $U_e$  — напряжение на конце провода;  $I_0$  — величина исходящего тока;  $I_e$  — величина входящего тока;  $I_y$  — величина тока утечки;  $Z_{ex}$  — входное сопротивление нагруженного на конце провода;  $Z_{np}$  — приведённое сопротивление провода;  $Z$  — волновое сопротивление провода;  $\beta$  — постоянная затухания провода;  $l$  — длина провода в км;  $R_1$  — омическое сопротивление передатчика (вместе с реостатной лампой);  $R_2$  — омическое сопротивление приёмника.

Величины  $Z$  и  $\beta$  при постоянном токе определяются по формулам:

$$Z = \sqrt{\frac{R}{G}} \text{ ом}$$

и

$$\beta = \sqrt{RG} \text{ неп/км},$$

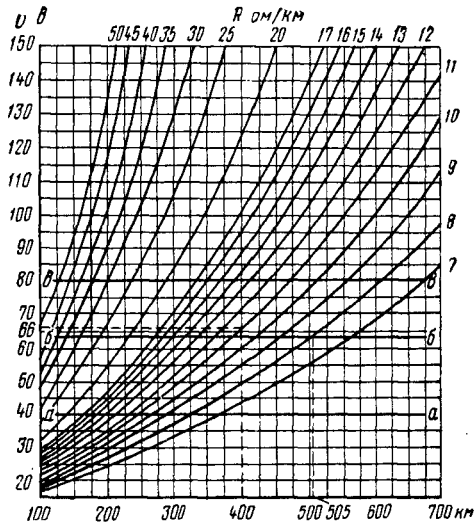
где  $R$  — сопротивление провода в ом/км;  
 $G$  — проводимость изоляции провода в сим/км.

Расчёт линейного напряжения для связи небольшого протяжения (длиной до 100—150 км) может быть произведён по формуле

$$U = I_e (R_1 + R_2 + Rl).$$

Величины, входящие в эту формулу, имеют прежнее значение.

Необходимое напряжение линейных батарей может быть также определено по кривым, составленным П. К. Акульшиным. Эти кривые, представленные на фиг. 57, дают зависимость между напряжением батареи и длиной провода при различных значениях омического сопротивления стального провода при постоянном токе; три прямые линии, нанесённые на чертеже, соответствуют наиболее употребительным величинам входящих токов:  $aa$  — 40 ма,  $bb$  — 25 ма и  $cc$  — 20 ма. Сами же кривые дают напряжения, необходимые для получения входящего тока в 10 ма



Фиг. 57. Кривые для определения напряжения линейных батарей при стальных проводах

при сопротивлении изоляции провода в 2 мгом.км. При определении необходимого напряжения батареи сперва находят на оси абсцисс точку, соответствующую заданной длине провода, затем из этой точки восстанавливают перпендикуляр до пересечения с кривой, соответствующей заданному километрическому сопротивлению провода, и находят на оси ординат величину напряжения, достаточную для получения тока в 10 ма. Полученный результат надо умножить: при аппаратах Морзе — на 1,5—2, при аппаратах Бодо — на 2—2,5 и при стартстопных аппаратах без реле — на 4—6. Например, требуется определить напряжение батареи, если  $R = 11$  ом/км,  $l = 450$  км и  $I_e = 20$  ма. Из кривой для  $R = 11$  ом/км находим, что  $U = 76$  в; искомое напряжение батареи будет равно  $2 \cdot 76 = 152$ , или, с округлением, 160 в.

Построение кривой входящего тока может быть выполнено по способу, предложенному П. К. Акульшиным, или по другому любому способу из числа рассматриваемых в литературе [55].

Запас устойчивости телеграфной связи

$$\Delta\mu = \mu - (\delta_p + \delta_k) \%,$$

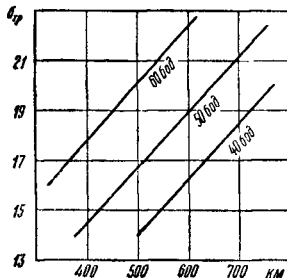
где  $\Delta\mu$  — запас устойчивости связи в %;  
 $\mu$  — эффективная исправляющая способность аппарата в %;  
 $\delta_p$  — искажения телеграфной передачи на регенеративном участке в %;  
 $\delta_k$  — искажения, обусловленные ступенчатым корректированием, в % (учитываются при использовании аппаратов Бодо).

Эффективной исправляющей, или регенеративной способностью, телеграфного аппарата называется величина допустимых искажений сигналов, поступающих из линии, при которой ещё получается приём без искажения. Исправляющая способность выражается в процентах и составляет: для аппаратов Бодо и регенераторов — 30%, для стартстопных аппаратов — 25%.

Величина  $\delta_p$  рассчитывается по формуле

$$\delta_p = \sqrt{\delta_{mp_1}^2 + \delta_{mp_2}^2 + \dots + \delta_{mp_k}^2},$$

где  $\delta_{mpk}$  — искажение телеграфной передачи на  $k$ -ом трансляционном участке; значения  $\delta_{mp}$  находятся из кривых, представленных на фиг. 58.

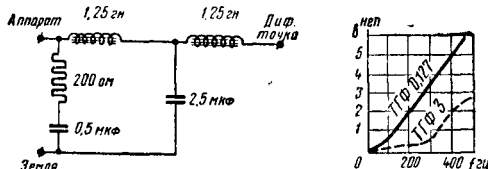


Фиг. 58. Кривые для определения искажения телеграфной передачи на трансляционном участке при стальных проводах

Величина  $\delta_k$  определяется по формуле:

$$\delta_k = 3\sqrt{n} \%,$$

где  $n$  — число ступеней корректирования.



Фиг. 59. Схема фильтра ТГФ-0,127 и его кривая затухания

Для уменьшения влияния телеграфной передачи на телефонные цепи все телеграфные аппараты (кроме аппаратов Морзе и клопфера) и в первую очередь те, которые работают по искусственным телеграфным цепям, должны быть снабжены фильтрами ниж-

них частот с частотой среза не более 127 гц (фильтр ТГФ-0,127). Временно допускается применение фильтров и других типов, например ТГФ-3. Схема фильтра ТГФ-0,127 и кривые затухания фильтров ТГФ-3 и ТГФ-0,127 приведены на фиг. 59.

### Телеграфирование по каналам тонального телеграфирования

Для работы по каналам тонального телеграфирования должны применяться телеграфные аппараты с разделёнными приёмом и передачей или же два отдельных аппарата, из которых один используется для приёма, а второй для передачи. Линейные напряжения не должны превышать 80 в.

Требования к каналам тонального телеграфа и к используемому для их работы телефонным каналам даны ниже, на стр. 609.

Дальность телеграфирования по каналам тонального телеграфа в основном зависит от числа переприёмных пунктов, представляющих собой релейные трансляции. По каналам тонального телеграфа допускается не более двух переприёмов; при большем же числе переприёмов устанавливают на середине канала регенеративную трансляцию; при этом общая дальность телеграфирования может достигать 10 000 км.

### Телеграфирование по кабельным линиям связи

Телеграфирование по магистральным телеграфно-телефонным кабелям четвёрочного типа с кордельной изоляцией может осуществляться или по методу тонального телеграфирования или импульсами постоянного тока. При тональном телеграфировании длина связи определяется так, как было указано выше. Телеграфирование импульсами постоянного тока по кабельной линии следует осуществлять по двухпроводным цепям при напряжении линейной батареи не свыше 80 в. Применение однопроводных цепей возможно на расстояния, не превышающие 120—150 км при допущении только одной такой связи в четвёрке и при напряжении линейной батареи, не превышающем 80 в.

Включение аппаратов Морзе и стартстопных телеграфных аппаратов в кабель рекомендуется осуществлять при помощи реле.

В железнодорожных узлах кабели можно применять для каблирования подходов к зданиям станций связи, воздушных линий связи и для осуществления связи телеграфной станции с другими телеграфными станциями данного пункта, а также с телеграфными абонентами. В первом случае обычно применяют телеграфно-телефонный кабель четвёрочного типа с кордельной изоляцией, жилы которого используются для включения телеграфных проводов по однопроводной системе; телеграфирование при этом осуществляется при нормальных напряжениях линейных батарей. Во втором случае связь с другими телеграфными станциями осуществляется по кабелям телеграфного типа или по телефонным кабелям. Связь с абонентами часто осуществляется по телефонным кабелям.

Телеграфные связи по телефонным кабелям должны осуществляться по двухпровод-

ной системе с заземлением второй жилы на телеграфной станции и при напряжении линейных батарей, не превышающем 80 в. При этих условиях дальность телеграфирования имеет значения, указанные в табл. 68.

Таблица 68  
Дальность телеграфирования по телефонным кабелям

Тип телефонного кабеля	Диаметр жил в мм	Дальность телеграфирования по аппаратам СТ-35 в км
ТГ, ТБ и ТП . . . . .	0,5	4
То же . . . . .	0,7	8

При необходимости увеличения дальности передачи стартстопные аппараты включают через реле.

Нарастание входящего тока при телеграфировании по длинному кабелю, заземлённому на конце, сигналами продолжительностью менее 1 сек. определяют по формуле

$$i_e = \frac{2U}{R_0} \sqrt{\frac{R_0 C_0}{\pi t}} e^{-\frac{R_0 C_0}{4t}} \text{ в а,}$$

где  $U$  — напряжение батарей в в;

$R_0$  — общее сопротивление кабельной цепи в ом;

$C_0$  — общая ёмкость кабеля в мкф.

Практически ток начинает нарастать на приёмном конце через промежуток времени  $t_0 = 0,03 R_0 C_0$  после посылки сигнала с передающей станции и успевает нарасти до 95% установившейся величины тока  $I$  через  $12t_0 = 0,36 R_0 C_0$ .

Для расчётов удобно продолжительность сигнала выражать через  $t_0$ , а величину входящего тока — в процентах от установившегося тока. В этом случае зависимость между продолжительностью сигнала и величиной входящего тока выражается данными, приведёнными в табл. 69.

Таблица 69  
Зависимость между продолжительностью сигнала и величиной входящего тока при телеграфировании по кабелю

$\frac{t}{t_0}$	$\frac{i_e}{\text{в \% от } I}$	$\frac{t}{t_0}$	$\frac{i_e}{\text{в \% от } I}$	$\frac{t}{t_0}$	$\frac{i_e}{\text{в \% от } I}$
1	0	4	41	8	80,5
2	10	5	55,6	9	86,6
3	25	6	67	10	89
3,7	35	7	76		

### Местные цепи телеграфной аппаратуры

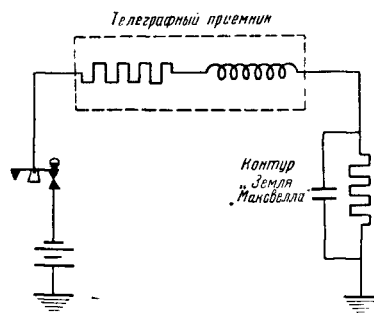
В схемах быстродействующих телеграфных аппаратов имеется большое количество так называемых местных цепей, питаемых от батарей с напряжениями 40, 80 или даже 120 в. Так как длительность телеграфных сигналов обычно мала, то для работы аппаратов большое значение имеют процессы изменения тока во времени в этих цепях.

При правильном расчёте местной цепи можно добиться более устойчивой работы телеграфных аппаратов и меньшего износа контактов.

Теория и расчёт местных цепей телеграфной аппаратуры достаточно подробно освещены в существующей литературе [27, 55].

При выборе того или иного режима работы местной цепи необходимо учитывать, что наибольшая амплитуда тока получается при колебательном, а затем при критическом процессе, причём момент времени, когда ток достигает наибольшего значения, наступает раньше, чем при аperiodическом процессе.

При выборе колебательного процесса нужно иметь в виду обратную полуволну тока, отрицательное действие которой можно устранить своевременной отсечкой тока. При-



Фиг. 60. Схема земли Максвелла

менение схемы земли Максвелла (фиг. 60) в ряде случаев может обеспечить значительное улучшение работы.

## ТОНАЛЬНОЕ ТЕЛЕГРАФИРОВАНИЕ

### Общие сведения

Тональным телеграфированием называется телеграфирование переменным током тональной или звуковой частоты.

Использование тональных частот (300—2600 гц) и применение относительно небольших мощностей для передачи сигналов позволяют телеграфировать токами тональной частоты по телефонным каналам. Усилительные устройства последних при этом используют для усиления переменных телеграфных токов. В связи с этим для организации телеграфной связи по методу тонального телеграфирования, кроме собственно телеграфных аппаратов, требуются только оконечные установки тонального телеграфирования.

Тональное телеграфирование осуществляется по симплексной схеме. Двустороннюю телеграфную связь токами тональной частоты организуют, как правило, по двум симплексным телефонным каналам, для чего применяют или четырёхпроводные телефонные каналы тональной частоты или телефонные каналы высокой частоты.

В диапазоне частот, передаваемых по телефонным каналам, организуют в каждом направлении передачи 12—18 симплексных телеграфных каналов.



Тональное телеграфирование получило за относительно короткий срок значительное развитие. Это объясняется следующими преимуществами тонального телеграфирования:

- а) высокой эффективностью использования линий связи вследствие организации на одной линии большого числа каналов связи;
- б) относительно небольшой стоимостью одного канала тонального телеграфирования по сравнению со стоимостью телеграфного канала, организованного по способу телеграфирования импульсами постоянного тока;
- в) сравнительно небольшой зависимостью искажений телеграфных сигналов от дальности связи;
- г) простотой обслуживания и лёгкостью регулировки;
- д) высокой манёвренностью вследствие возможности использования для осуществления телеграфной связи любого, отвечающего нормам, телефонного канала.

### ОТЕЧЕСТВЕННАЯ АППАРАТУРА ТОНАЛЬНОГО ТЕЛЕГРАФИРОВАНИЯ ТИПА ТТ-12/16

Аппаратура тонального телеграфирования типа ТТ-12/16 с частотной модуляцией предназначена для организации в каждом направлении 12 или 16 симплексных телеграфных каналов, занимающих полосу частот от 380 до 2 500  $\text{гц}$  или соответственно от 380 до 3 220  $\text{гц}$ .

В этой аппаратуре принят индекс модуляции  $m = 1,8$  при скорости телеграфирования, равной 50 бод.

При использовании стартстопных аппаратов индекс модуляции  $m = 2,0$ , а скорость телеграфирования составляет 45 бод.

Передающая часть аппаратуры устроена таким образом, что в моменты времени, когда не происходит передачи сигналов, по каналу посылается ток с частотой  $f_0$ , определяемой в зависимости от номера  $N$  канала по формуле:

$$f_{0N} = 270 + 180N \text{ гц.}$$

При передаче плюсовой посылки тока частота тока, посылаемого по каналу, становится равной  $f_2 > f_0$ , а при передаче минусовой посылки тока частота тока, посылаемого по каналу, становится равной  $f_1 < f_0$ . При этом отклонение частоты

$$\Delta f = f_2 - f_0 = f_0 - f_1 = 45 \text{ гц.}$$

Фактическая ширина частотной полосы каждого канала составляет 140  $\text{гц}$ , что является достаточным для передачи по каналам при скорости телеграфирования в 45 бод токов боковых частот вида  $f_{0N} \pm 3 \cdot 22,5 \text{ гц}$ .

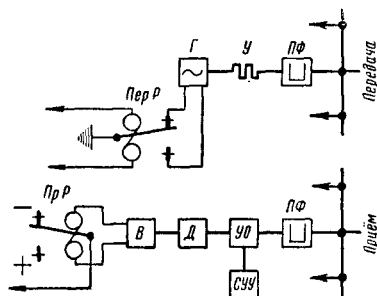
При большей скорости телеграфирования автоматически уменьшается величина индекса модуляции, а вместе с ней и ширина боковых полос, вследствие чего при соответствующей регулировке возможна удовлетворительная работа связи.

Приёмные устройства всех каналов практически не реагируют на изменения приёмного уровня в пределах 2,5  $\text{неп}$  в сторону повышения и 1,5  $\text{неп}$  в сторону понижения, что является большим преимуществом данной аппаратуры.

Защищённость каналов тонального телеграфа системы ТТ-12/16 от помех примерно в 3—4 раза выше, чем каналов с амплитудной модуляцией.

Аппаратура типа ТТ-12/16 рассчитана для работы по однополосным четырёхпроводным и по двухполосным двухпроводным телефонным каналам. Если полоса эффективно передаваемых частот по телефонному каналу составляет 300—2 600 (2 700)  $\text{гц}$ , то может быть организовано 12 телеграфных каналов; если же телефонный канал рассчитан для передачи полосы частот от 300 до 3 400  $\text{гц}$ , то может быть организовано 16 телеграфных каналов.

Скелетная схема аппаратуры представлена на фиг. 61. Колебания соответствующей тональной частоты возбуждаются при помощи самостоятельного для каждого канала лампового генератора. При передаче сигналов в зависимости от положения якоря



Фиг. 61. Скелетная схема аппаратуры тонального телеграфа типа ТТ-12/16

передающего реле *ПерР* происходит изменение величин элементов колебательного контура генератора и вместе с тем его частоты. Когда якорь реле находится у одного контакта, частота колебаний равна  $f_1$ , а когда у другого, то  $f_2$ ; наконец, в то время, когда якорь находится между контактами, частота колебаний равна  $f_0$ .

Колебания, выработанные генератором и модулированные при помощи передающего реле, через удлинитель  $У$  и полосовой фильтр  $ПФ$  поступают на общие шины передатчиков всех каналов установки.

Приёмная часть оборудования каждого канала состоит из полосового фильтра  $ПФ$ , трёхступенного усилителя-ограничителя  $УО$ , частотного детектора, или дискриминатора  $Д$ , амплитудного детектора, или выпрямителя  $В$ , приёмного реле  $ПрР$  и сигнализатора уменьшения уровня  $СУУ$ . Сигнализатор  $СУУ$  приходит в действие при уменьшении уровня входящего тока более чем на 2  $\text{неп}$  и замыкает цепи сигнальной лампы и подмагничивающей обмотки приёмного реле (последнее предусмотрено для того, чтобы якорь реле оставался у минусового контакта). Возможна работа приёмного устройства при уровне, пониженном более чем на 2  $\text{неп}$ . В приёмном устройстве первого канала, кроме указанного сигнализатора уменьшения уровня, предусмотрено ещё устройство, фиксирующее колебания уровня входящего тока на  $\pm 0,5 \text{ неп}$  или более.

Аппаратура работает на электронных лампах типа ТО-1, которых требуется по одной на

каждый передатчик и по три на каждый приёмник за исключением приёмника первого канала, для которого требуются четыре лампы. При 16 каналах всего требуется 65 ламп.

В состав оборудования оконечной станции типа ТТ-12/16 входят:

а) две стойки каналов (СК-1 и СК-2) на 6 каналов каждая,  
б) одна стойка каналов (СК-3) на 4 канала,  
в) стойки переходных телеграфных устройств (СТУ),

г) стойка измерителя искажений (СИИ),  
д) стойка питания и управления (СПУ).

Стойки СТУ служат для преобразования однополюсной работы в двухполюсную и обратно. Через эту стойку в стойки каналов включаются телеграфные аппараты, работающие импульсами тока одного направления. Устройства, смонтированные на стойке СТУ, обеспечивают посылку в сторону телеграфных аппаратов тока величиной от 4 до 80 ма при напряжении 80—120 в, что достаточно для работы стартовых аппаратов.

Стойка СПУ рассчитана на три оконечные установки тонального телеграфа.

Все стойки имеют размеры: 2 500 (высота) × 650 (ширина) мм.

Питание аппаратуры предусмотрено от сети переменного тока с напряжением 127—220 в с частотой 50 гц. Потребляемая мощность при 12 каналах составляет 430 вт, а при 16 каналах — 510 вт. Кроме того, стойка СИИ при работе требует 370 вт.

Вся описываемая ниже аппаратура тонального телеграфа является аппаратурой с амплитудной модуляцией.

#### Аппаратура тонального телеграфирования типа ВТ-34

Аппаратура тонального телеграфирования типа ВТ-34 предназначена для организации в каждом направлении передачи 18 симплексных телеграфных каналов, занимающих полосу частот от 380 до 2 500 гц. Несущие частоты каналов определяются по формуле

$$F_N = 300 + 120 N \text{ гц},$$

где  $N$  — номер канала.

Ширина частотной полосы каждого канала составляет 80 гц, что позволяет телеграфировать со скоростью до 66 бодов.

Уровень передачи на выходе аппаратуры для каждого канала устанавливается равным  $-2,1 \pm 0,05 \text{ неп}$ .

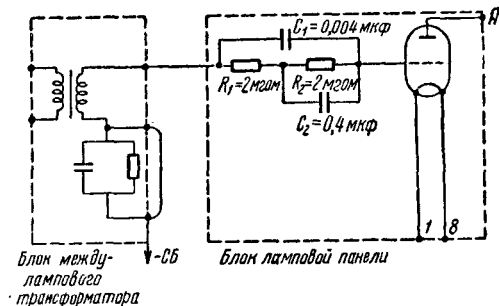
Искажения телеграфных сигналов при надлежащей регулировке оборудования, нормальном состоянии источников питания и телефонных каналов не превышают 10%, если телеграфирование (передача точек и текста) производится со скоростью до 50 бодов.

Приёмники каналов снабжены регуляторами усиления на 11 положений; цена деления регулятора составляет 0,1 неп.

Выпрямленный ток в рабочей обмотке приёмного реле должен составлять нормально 4 ма. Для обеспечения постоянства этого тока в каждом приёмнике предусмотрено автоматическое ограничение уровня. Это устройство обеспечивает удовлетворительную работу аппаратуры лишь при изменении приёмного уровня в пределах  $\pm (0,2 \div 0,3) \text{ неп}$ , что позволяет применять её только на линиях с вы-

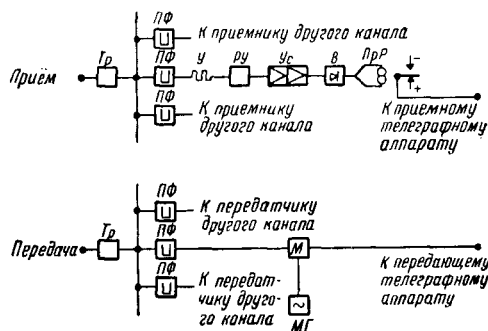
сокой стабильностью остаточного затухания. При замене схемы автоматического ограничения уровня схемой, представленной на фиг. 62, этот недостаток устраняется.

Аппаратура типа ВТ-34 приспособлена для работы по однополосным четырёхпроводным или двухполосным двухпроводным телефонным каналам.



Фиг. 62. Модернизированная схема ограничения усиления

Скелетная схема аппаратуры показана на фиг. 63. В аппаратуре ранних выпусков в качестве модулятора применялось телеграфное реле; с 1941 г. в этой аппаратуре вместо электромеханических реле применяются купроксные реле. Величина тока, поступающего в модулятор с купроксным реле, не должна превышать  $20 \pm 5 \text{ ма}$ .



Фиг. 63. Скелетная схема аппаратуры тонального телеграфа типа ВТ-34

Токи несущей частоты в аппаратуре типа ВТ-34 получаются от машинного генератора, мощность которого достаточна для питания несущими частотами шести полных оконечных станций или 108 каналов тонального телеграфирования.

Аппаратура работает на электронных лампах типа Са (по две лампы на каждый приёмник). При 18 каналах всего требуется 36 ламп.

В состав оборудования оконечной станции входят:

а) три стойки каналов размерами 2 370 × 540 мм каждая; на каждой стойке установлено индивидуальное оборудование для шести дуплексных телеграфных каналов;

б) стойка автоматической регулировки напряжения (САРН), размерами 2 370 × 540 мм. Эта стойка рассчитана на обслуживание аппаратуры 600 каналов тонального телеграфа;

в) стойка машинных генераторов размерами  $2370 \times 800$  мм, на которой установлены два генератора — рабочий и резервный с моторами постоянного тока.

Питание аппаратуры осуществляется от источников постоянного тока, характеристики которых указаны в табл. 70.

Таблица 70

Характеристики источников тока, необходимых для питания аппаратуры типа ВТ-34

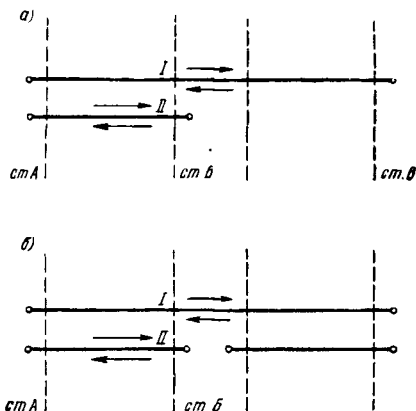
Назначение источника электропитания	Напряжение в в	Потребление тока в а (для 18 каналов)
Питание цепей накала	12	Около 20,0
То же анодных	220	0,36
» » цепей смещения	40	—
То же телеграфных	$\pm 60$	0,36—0,45
» » моторных	60	5,0

Кроме того, к аппаратуре для испытательных целей должен быть подведён переменный ток с напряжением 60 в и частотой 25 гц.

Аппаратура типа ВТ-34 может быть использована для организации связи:

а) по обычной схеме, когда обмен между двумя пунктами осуществляется одновременно по 18 каналам (в прямом и обратном направлениях передачи);

б) по ступенчатой схеме, которая применяется в тех случаях, когда нет надобности работать между оконечными станциями по 18 каналам, а требуется выделение части каналов в промежуточном пункте.



Фиг. 64. Схемы ступенчатой связи при помощи аппаратуры тонального телеграфа типа ВТ-34: а—односторонняя; б—двусторонняя

В этом случае рабочая полоса частот аппаратуры с помощью делительных фильтров разделяется на две части; одна из них используется для связи между оконечными пунктами, а другая — для связи с промежуточным пунктом (фиг. 64).

К недостаткам ступенчатой схемы связи относятся:

а) отсутствие возможности перераспределения группы частот;

б) усложнение оборудования и обслуживания его.

При дуплексной работе передача телеграфных сигналов от телеграфного аппарата на аппаратуру тонального телеграфа осуществляется по одной жиле кабеля, а приём — по другой жиле кабеля. Обратным проводом служит земля.

### Аппаратура тонального телеграфирования типа ВТР

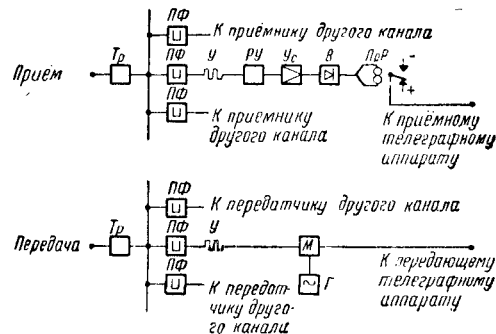
Аппаратура тонального телеграфирования типа ВТР служит для образования в каждом направлении передачи 18 симплексных телеграфных каналов, занимающих полосу частот от 380 до 2500 гц. Несущие частоты каналов определяются по формуле

$$F = 300 + 120N \text{ гц},$$

где  $N$  — номер канала.

Ширина частотной полосы каждого канала составляет 80 гц, что позволяет работать по каналам со скоростью до 66 бодов.

Уровень передачи каждого канала тонального телеграфирования на выходе аппаратуры должен быть равен  $2,3 \text{ неп}$ . Уровень приёма каждого канала на входе регулятора усиления приёмной части аппаратуры должен составлять  $3,0 \text{ неп}$ . В качестве регу-



Фиг. 65. Скелетная схема аппаратуры тонального телеграфа типа ВТР

лятора усиления используется удлинитель с затуханием в  $1,5 \text{ неп}$ , включённый на входе приёмной части. Затухание этого удлинителя регулируется (посредством перепаек) ступенями по  $0,1 \text{ неп}$ .

В приёмной части аппаратуры типа ВТР предусмотрено устройство для автоматической регулировки уровня, обеспечивающее нормальную работу аппаратуры при изменении приёмного уровня в пределах  $\pm 0,75 \text{ неп}$ .

Аппаратура типа ВТР предназначена для работы по однополосным четырёхпроводным или двухполосным двухпроводным телефонным каналам.

Скелетная схема аппаратуры представлена на фиг. 65.

Регулировка уровней передачи на выходе аппаратуры осуществляется изменением затухания двух удлинителей с общим затуханием в  $4,9 \text{ неп}$ , включённых в передающей части каждого канала. Несущие частоты получают от отдельных для каждого канала ламповых генераторов.

Аппаратура работает на электронных лампах типа В1, которых требуется по одной на каждый передатчик и по две на каждый приёмник.

Всего для 18 каналов в каждом оконечном пункте требуется 54 лампы типа В1.

Оборудование каждой оконечной установки состоит из трёх стоек (оборудование более ранних выпусков монтировалось на четырёх стойках) размерами  $2370 \times 540$  мм каждая. На первой стойке смонтировано оборудование 1—6-го каналов с несущими частотами от 420 до 1 020 гц, на второй — 7—12-го каналов с несущими частотами от 1 140 до 1 740 гц и на третьей — 13—18-го каналов с несущими частотами от 1 860 до 2 460 гц.

На стойках, кроме основного оборудования каналов, монтируют сигнальные реле и лампы оптической сигнализации, переговорно-вызывное устройство, устройство блока электропитания и другие детали.

Электропитание аппаратуры производится от сети переменного тока напряжением 220 в и частотой 42—60 гц. Общее потребление переменного тока составляет на каждую стойку 1,5 вт.

Постоянные напряжения для питания анодных и сеточных цепей, а также для питания линейных цепей телеграфных аппаратов, включённых в аппаратуру типа ВТР, получают при помощи выпрямителей блока электропитания.

Питание накала ламп производится непосредственно от сети переменного тока через понижающий трансформатор.

Для целей испытания (посылки точек) к аппаратуре подводится переменный ток с напряжением 60 в и частотой 25 гц. Питание цепей сигнализации осуществляется от внешнего источника постоянного тока напряжением 24 в.

При условии некоторого изменения схемы электропитания аппаратура типа ВТР может быть переведена на питание постоянным током.

При работе аппаратуры типа ВТР по телефонным каналам высокой частоты необходимо следить за тем, чтобы:

а) расхождение несущих частот, питающих преобразователи передачи и приёма телефонного канала высокой частоты, не превышало 4 гц для переприёмного участка тонального телеграфирования;

б) уровень помех, измеренный на выходе каждого приёмного фильтра тонального телеграфа, не превышал — 6 неп.

#### Аппаратура тонального телеграфирования шкафного типа

Эта аппаратура рассчитана для образования в каждом направлении передачи 12 симплексных телеграфных каналов, занимающих полосу частот 300—2 400 гц. Несущие частоты каналов:

$$F_N = 255 + 170 N \text{ гц},$$

где  $N$  — номер канала.

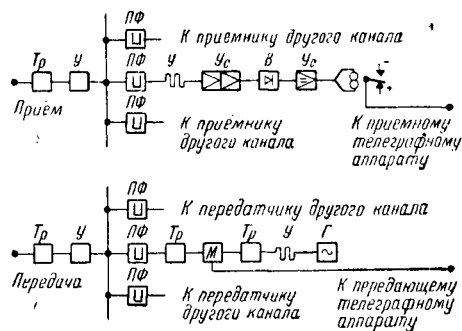
Ширина каждого канала составляет 100 гц, что позволяет телеграфировать по каналам со скоростью до 80 бодов.

Уровень передачи на выходе полосных фильтров передающей части установки тонального телеграфа шкафного типа максимально составляет — 0,29 неп (— 2,5 дб). Этот уровень можно снизить включением линейного удлинителя, затухание которого можно регулировать (с помощью перепаек) в пределах от 0 до 2,18 неп (19 дб) ступенями по 0,115 неп (1 дб).

Уровень передачи на входе полосного фильтра приёмной части каждого канала нормально должен составлять — 2,5 неп (— 21,5 дб). При необходимости понижения уровня приёма в приёмной части может быть включён удлинитель с затуханием в 1,15 неп (10 дб).

Затухание линейных переходных трансформаторов составляет около 0,058 неп (0,5 дб).

В приёмной части каждого канала предусмотрено устройство для автоматической регулировки усиления в пределах  $\pm 0,58$  неп ( $\pm 5$  дб).



Фиг. 66. Скелетная схема аппаратуры тонального телеграфа шкафного типа

Аппаратура шкафного типа предназначена для работы по однополосным четырёхпроводным или двухполосным двухпроводным телефонным каналам. Скелетная схема аппаратуры представлена на фиг. 66. Несущие частоты получают от самостоятельных для каждого канала ламповых генераторов.

В аппаратуре применены электронные лампы типа 6Ж-8 и тиратроны типа 394А. На каждую группу из шести каналов первых требуется 30 шт., а вторых 6 шт. Детали аппаратуры смонтированы в четырёх шкафах размерами  $2134 \times 565 \times 432$  мм. В каждом шкафу размещено оборудование трёх каналов тонального телеграфа. Оборудование 1—6-го и 7—12-го каналов представляет собой самостоятельные комплекты, которые могут быть использованы как совместно, так и раздельно. В шкафах, кроме основного оборудования, смонтированы коммутационные гнёзда, сигнальные реле и лампы, контрольные и измерительные приборы, панели запасных частей (только в первом и третьем шкафах), устройства для электропитания от сети переменного тока.

Сеть переменного тока, используемая для электропитания аппаратуры, может иметь напряжение 103—128 или 207—253 в и частоту 50—60 гц.

Мощность, потребляемая полной установкой на 12 каналов, составляет 1 400 *вт*.

Питание цепей накала электронных ламп осуществляется переменным током через трансформатор, понижающий напряжение до 6,6 *в*. Напряжения постоянного тока для питания анодных цепей, а также линейных цепей телеграфных аппаратов, включённых в аппаратуру тонального телеграфа, получаются при помощи тиратронных выпрямителей, входящих в оборудование электропитания.

Аппаратура тонального телеграфирования шкафного типа допускает следующие способы телеграфирования: двухполюсное дуплексное телеграфирование; двухполюсное симплексное телеграфирование; однополюсное дуплексное телеграфирование или с использованием отрицательного или положительного полюса батарей установки тонального телеграфирования или с заземлением у телеграфного аппарата; однополюсное симплексное телеграфирование или с использованием отрицательного или положительного полюса и батареи установки тонального телеграфирования или с заземлением у телеграфного аппарата.

При телеграфировании с помощью аппаратуры шкафного типа по телефонным каналам высокой частоты необходимо учитывать, что:

1) расхождение несущих частот, питающих преобразователи передачи и приёма телефонного канала, может доходить до 25 *гц*;

2) резкие изменения уровня передачи отрицательно сказываются на качестве передачи по каналам тонального телеграфирования вследствие большой продолжительности неустановившегося состояния искажений передаваемых сигналов; вследствие этого при работе по воздушным линиям необходимо обращать особое внимание на устранение причин, вызывающих кратковременные и мгновенные изменения уровня передачи;

3) число переприёмов по каналам тонального телеграфирования, осуществляемых без применения регенеративных трансляций, может доходить до четырёх.

К недостаткам аппаратуры тонального телеграфирования шкафного типа, кроме указанной выше зависимости от изменений уровня передачи, относятся ещё сложность коммутации местных телеграфных цепей и малый срок службы тиратронов типа 394А.

#### Основные условия организации каналов тонального телеграфа и нормы передачи

На железнодорожном транспорте СССР тональное телеграфирование организуется в основном по телефонным каналам высокой частоты.

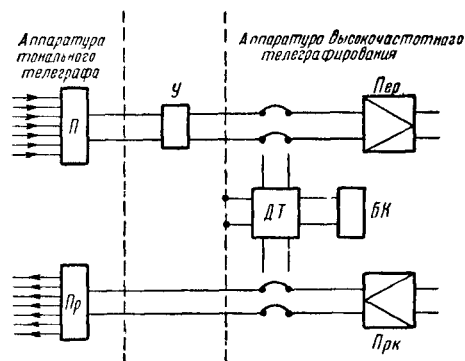
Для работы тонального телеграфа могут быть использованы телефонные каналы высокой частоты, образованные при помощи аппаратуры высокочастотного телефонирования всех типов за исключением аппаратуры типа СМТ-34.

Аппаратуру типа СМТ-34 не применяют для тонального телеграфирования вследствие отсутствия в ней автоматической регулировки усиления, слишком крупных ступеней регу-

лировки ручных регуляторов усиления и большой чувствительности телефонных каналов, образованных при помощи этой аппаратуры, к помехам.

Включение аппаратуры тонального телеграфа в аппаратуру высокочастотного телефонирования производится по схеме, представленной на фиг. 67. Дифференциальные системы в конечных пунктах телефонного канала выключаются.

Передающая и приёмная части аппаратуры тонального телеграфа присоединяются через удлинители, служащие для установки правильных величин уровней передачи, соответственно к модулятору и демодулятору телефонного канала.



Фиг. 67. Схема включения аппаратуры тонального телеграфа в аппаратуру высокочастотного телефонирования

В целях обеспечения наибольшей устойчивости работы тонального телеграфа рекомендуется выбирать для его работы телефонный канал высокой частоты, рабочая полоса частот которого ближе расположена к частоте контрольного канала.

В групповых системах высокочастотного телефонирования для устранения влияния телефонной передачи на работу каналов тонального телеграфа на оконечных станциях высокочастотного телефонирования на входе модуляторов всех телефонных каналов, кроме используемых для тонального телефонирования, должны быть включены ограничители амплитуд.

Устройства тонального вызова, если они включены в четырёхпроводную часть телефонных каналов, занимаемых для тонального телеграфирования, и экзозаградители следует выключать.

Количество переприёмных участков высокочастотного телефонирования в пределах каждого переприёмного участка тонального телеграфирования не должно превышать трёх.

Телефонные каналы высокой частоты, используемые для работы тонального телеграфа, должны удовлетворять следующим основным электрическим нормам.

Остаточное затухание симплексного телефонного канала высокой частоты, измеренное при частоте 800 *гц*, должно быть равно  $0 \pm 0,2$  *нп*.

Отклонения остаточного затухания  $\Delta b$ , симплексного телефонного канала высокой частоты при всех частотах передаваемого спектра частот от величины остаточного затухания при частоте 800 гц не должны превышать следующих величин:

Диапазон частот в гц	Отклонение остаточного затухания в неп
350—400	$\pm 0,5$
400—600	$\pm 0,3$
600—1 200	$\pm 0,2$
1 200—1 600	$\pm 0,3$
1 600—2 400	$\pm 0,5$
2 400—2 500	$\pm 0,6$

В то же время остаточные затухания для двух любых несущих частот, имеющих интервал в 120 гц, не должны отличаться более чем на 0,15 неп.

Мгновенные изменения остаточного затухания симплексного телефонного канала высокой частоты не должны превышать 0,05 неп, а плавные изменения не должны превосходить скорости, превышающей 0,1 неп в секунду.

Наибольшие плавные изменения во времени остаточного затухания симплексного канала высокой частоты, используемого для тонального телеграфирования, во всём диапазоне частот не должны превышать  $\pm(0,2 \div 0,3)$  неп.

Остаточное затухание симплексного канала высокой частоты, измеренное между точками включения аппаратуры тонального телеграфа в зависимости от уровня передачи при любой частоте не должно изменяться более чем на  $\pm 0,05$  неп при изменении уровня на входе от  $P_0$  неп до  $P_N = P_0 + \ln N$ , где  $P_0$  — уровень передачи в каждом канале тонального телеграфа, а  $N$  — число каналов тонального телеграфа. Обычно  $P_0 = -2,1$  неп.

Расхождение несущих частот генераторов модулятора и демодулятора симплексного канала высокой частоты не должно превышать 2 гц (если это не оговорено особо).

Уровень несущей частоты каждого канала тонального телеграфа на выходе оконечной аппаратуры тонального телеграфирования должен быть равен  $-2,1 \pm 0,1$  неп.

Суммарный уровень  $P_c$  от всех каналов тонального телеграфа, подводимый к симплексному телефонному каналу высокой частоты, используемому для работы тонального телеграфа, не должен превосходить величины

$$P_c \leq P_{mf} + 0,8 \text{ неп},$$

где  $P_{mf}$  — уровень телефонных токов, нормально допускаемый в данном канале высокой частоты в точках включения аппаратуры тонального телеграфа при подаче на вход аппаратуры высокой частоты тока с частотой 800 гц и с нулевым уровнем.

Уровень передачи одного канала тонального телеграфа, подводимый к телефонному

каналу высокой частоты, не должен превосходить величины

$$P_{mc} = P_c - \ln N,$$

где  $N$  — число каналов тонального телеграфа.

Снижение уровня до требуемой величины производится включением удлинителя с соответствующим затуханием.

Разность между наименьшим уровнем приёма и уровнем помех, измеренным на выходе фильтра приёма в испытуемом канале тонального телеграфирования при передаче токов несущих частот по всем остальным каналам, кроме испытываемого, не должна быть меньше 3,0 неп как при нормальном, так и при повышенном на 0,6 неп остаточном затухании канала высокой частоты при частоте 800 гц.

Измерение уровня помех на выходе приёмного фильтра канала тонального телеграфа рекомендуется производить при следующих условиях:

когда в противоположной станции на вход модулятора канала высокой частоты вместо установки тонального телеграфа включено сопротивление в 600 ом; в этом случае измеренный уровень помех определяется помехами, существующими в канале высокой частоты;

когда на противоположной станции на вход модулятора канала высокой частоты включена установка тонального телеграфа, но по всем каналам тонального телеграфа посылается интервал; в этом случае может получиться увеличение помех за счёт недостаточной хорошей изоляции токов несущих частот в передающих реле аппаратуры тонального телеграфа;

когда на противоположной станции на вход модулятора канала высокой частоты включена установка тонального телеграфа и по всем её каналам, кроме испытываемого, даётся нажатие; в этом случае может получиться увеличение уровня помех главным образом вследствие нелинейных искажений в телефонном канале высокой частоты.

Искажения телеграфных сигналов в каналах тонального телеграфирования при передаче точек и текста не должны превышать: в прямых каналах тонального телеграфирования (без переприёма по каналам тонального телеграфа) — 10%, в транзитных каналах с одним переприёмом — 19%, в транзитных каналах с двумя переприёмами и более — 28%.

Количество переприёмов в каналах тонального телеграфа, осуществляемых без применения регенеративных трансляций, не должно превышать двух.

Более подробно об искажениях телеграфных каналов при тональном телеграфировании см. в специальной литературе [48].

При проектировании каналов тонального телеграфирования устанавливают, удовлетворяют ли намеченные к применению аппаратура тонального телеграфирования и телефонные каналы высокой частоты приведённым выше требованиям. В первую очередь это относится к амплитудной характеристике канала высокой частоты и к колебаниям его остаточного затухания. С характеристикой связан выбор удлинителя, включаемого на передачу.

шем конце между аппаратурой тонального телеграфа и входом симплексного канала высокой частоты, а с колебаниями—размещение пунктов переёма по тональному телеграфу и требования, предъявляемые к приборам автоматической регулировки уровня в аппарате высокочастотного телефонирования.

## АБОНЕНТСКАЯ ТЕЛЕГРАФНАЯ СВЯЗЬ

### Общие сведения

Под абонентским телеграфированием понимают такую систему телеграфной связи, которая позволяет двум абонентам установить непосредственную телеграфную связь друг с другом подобно абонентам телефонных сетей. Абонентскую телеграфную связь на железнодорожном транспорте СССР применяют для обеспечения непосредственных телеграфных сношений между руководящими и оперативными работниками железнодорожного транспорта по различным служебно-оперативным, административно-хозяйственным и техническим вопросам, требующим документального оформления.

По сравнению с обычной телеграфной связью абонентская телеграфная связь обладает следующими преимуществами:

а) известия от абонента к абоненту передаются немедленно, так как исключаются операции по отправке телеграммы на телеграфную станцию и по доставке телеграммы адресату;

б) повышается точность принимаемого известия, так как при абонентском телеграфировании уменьшается число лиц, участвующих в передаче известия;

в) получается экономия в штате телеграфистов.

По сравнению с телефонной связью абонентская телеграфная связь имеет следующие преимущества:

а) исключается возможность ошибок, возникающих при устной передаче сообщений, особенно при передаче чисел, терминов и т. п.;

б) обе стороны, т. е. передающий и принимающий абоненты, получают одинаковую запись передаваемого текста, остающегося в качестве документа.

При абонентском телеграфировании телеграфная связь осуществляется преимущественно по симплексной или полудуплексной схеме однополюсного или двухполюсного тока.

Если абонентская телеграфная связь осуществляется только в пределах одного пункта, то передача производится постоянным током по специальным соединительным линиям или переменным током по линиям местной телефонной сети.

Дальняя абонентская телеграфная связь осуществляется постоянным током по телеграфным цепям обычного типа или переменным током по каналам тонального телеграфирования или по телефонным каналам с помощью аппаратуры частотного телеграфирования; в последнем случае или используется рабочая полоса частот телефонного канала или часть её, так что в этом случае возможно одновременное осуществление как телефонной, так и телеграфной передачи.

На железнодорожном транспорте СССР получила распространение система дальней абонентской телеграфной связи с использованием преимущественно каналов тонального телеграфирования.

Сеть абонентской телеграфной связи такого типа состоит из абонентских установок, центральных станций абонентского телеграфа и соединяющих их телеграфных линий — местных и дальних.

Абонентские установки состоят из стартстопного телеграфного аппарата с вызывным устройством. Телеграфный аппарат служит для приёма и передачи корреспонденции, а вызывное устройство — для передачи и приёма вызывных сигналов и послышки отбойного сигнала на коммутатор, а также для включения и выключения телеграфного аппарата. В качестве телеграфного аппарата применяют стартстопный аппарат типа СТ-35.

Центральная станция абонентского телеграфа состоит в основном из коммутаторов, вводнораспределительных и токораспределительных устройств. Она предназначена для соединения аппаратов абонентов между собой и с дальними телеграфными линиями, а также для питания телеграфных абонентских установок — пуска и остановки абонентских телеграфных аппаратов.

Абонентские дальние телеграфные линии. Аппараты местных абонентов присоединяются к коммутатору с помощью двухпроводных линий и включаются в него по схеме, обеспечивающей телеграфную работу импульсами постоянного тока одного направления. Электропитание к аппаратам абонентов подаётся непосредственно от коммутатора (при напряжении 120 в).

Дальние телеграфные линии, например каналы тонального телеграфа, включаются в коммутатор по схеме, обеспечивающей телеграфную работу токами двух направлений.

Коммутаторы, устанавливаемые на центральных станциях абонентского телеграфа, могут быть ручного обслуживания или автоматические.

На железнодорожном транспорте в основном применяют ручные коммутаторы. Эти коммутаторы, кроме своего прямого назначения допускают:

а) осуществление циркулярной передачи,

б) лёгкое расширение станции,

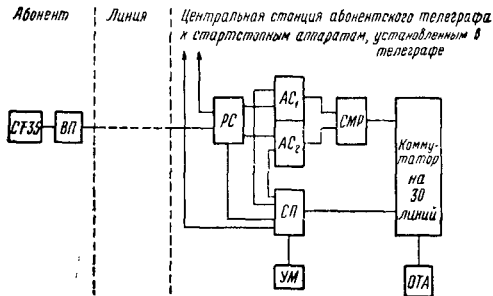
в) установление соединений абонентов с дальними телеграфными линиями в порядке очереди.

Ёмкость центральных станций абонентского телеграфа составляет 5, 20, 30, 80, 90 и 160 линий. На железнодорожном транспорте СССР применяются в основном станции на 30 линий.

Абонентская телеграфная станция ручного обслуживания ёмкостью на 30 линий состоит из коммутатора типа Т1 с 80—90 гнездами, двух абонентских стоек АС на 15 абонентских линий каждая, распределительной стойки РС, стойки многократного распределения СМР, стойки питания СП, умформера и опросного аппарата типа СТ-35.

Скелетная схема включения приборов станции показана на фиг. 68.

Соединения аппаратов абонентов друг с другом и дальними линиями осуществляются с помощью шнуровых пар.



Фиг. 68. Скелетная схема включения приборов центральной станции абонентского телеграфа

Возможные варианты организации абонентской телеграфной связи показаны на фиг. 69. При необходимости увеличения ёмкости станции свыше 30 линий дополнительно устанавливают один или два комму-

телеграфа на станцию и передачи их на абонентские стойки, а также для испытания линий. На стойке смонтированы кроссировочные гребёнки и измерительные приборы.

Абонентская стойка АС размерами  $1\,500 \times 508 \times 450$  мм имеет 15 абонентских панелей, на каждой из которых смонтированы два телеграфных (передающее и приёмное) и три телефонных реле.

На абонентской стойке преобразуются однополюсные телеграфные посылки, поступающие от абонента, в двухполюсные посылки, передаваемые затем на коммутатор, и наоборот. С помощью перепайки переключек на гребёнке абонентская панель может быть приспособлена или для однополюсной работы с местным абонентом или для двухполюсной работы с иногородним абонентом по каналу тонального телеграфа.

Стойка многократного распределения размерами  $1\,560 \times 508 \times 450$  мм служит для обеспечения многократного включения линий в коммутаторы.

При необходимости осуществления циркулярных передач на станции абонентского телеграфа устанавливается дополнительная

№ по пор	Наименование схемы	Абонент	Линия	Центральная станция абонентского телеграфа	Аппаратура тонального телеграфа	Линия	Аппаратура тонального телеграфа	Центральная станция абонентского телеграфа	Линия	Абоненты
1	Схема связи между местными абонентами одной телеграфной станции	СТ 35 ВП	---	АС К АС ДТА	---	---	---	---	---	ВП СТ 35
2	Схема связи местных абонентов по соединительным линиям	СТ 35 ВП	---	АС К АС ДТА	---	---	---	АС К АС ДТА	---	ВП СТ 35
3	Схема связи иногородних абонентов	СТ 35 ВП	---	АС К АС ДТА	---	АТТ	АТТ	АС К АС	---	ВП СТ 35
4	Схема циркулярной связи	СТ 35 ВП	---	К Прибор реле Прибор ЦРК ДТА	---	---	---	---	---	ВП СТ 35 ВП СТ 35 ВП СТ 35 ВП СТ 35

Фиг. 69. Варианты организации абонентской телеграфной связи

татора того же типа и соответствующее число абонентских стоек.

Коммутатор состоит из деревянного корпуса размерами  $1\,285$  (высота)  $\times 450$  (ширина)  $\times 750$  (глубина) мм, в котором смонтированы гребёнки для включения линий, рамки с вызывными лампочками абонентских гнезд, опросно-вызывные ключи, устройства для циркулярной передачи с возможностью одновременного подключения пяти абонентов, телефонные реле, восемь соединительных шнуровых пар со штепселями и пять дополнительных шнуровых пар со штепселями красного цвета для циркулярного включения.

Распределительная стойка размерами  $1\,500 \times 508 \times 450$  мм предназначена для включения абонентских линий тонального

стойка циркулярной связи, состоящая из пяти абонентских панелей и нескольких панелей с реле для организации пяти циркулярных связей. Размеры стойки  $1\,500 \times 508 \times 450$  мм.

Стойка питания размерами  $1\,500 \times 508 \times 450$  мм служит для питания линейных и местных цепей станции абонентского телеграфа ёмкостью 30 линий. Постоянный ток для питания линейных и местных цепей получается от селеновых выпрямителей, установленных на стойке питания. Электропитание осуществляется от сети переменного тока напряжением  $110 - 125$  в или  $220 - 240$  в и частотой  $50$  гц. Выпрямители, установленные на стойке питания, дают напряжение  $\pm 60$  в для питания линейных цепей и  $60$  в



для питания местных цепей. Общая мощность постоянного тока, получаемого от выпрямителей, составляет на каждый полюс 210 *вт*. Выпрямители стойки конструктивно оформлены в виде трёх выпрямительных секций с автотрансформаторами, позволяющими изменять напряжение переменного тока, и реостатами, служащими для регулировки напряжения постоянного тока. Электропитание центральных станций абонентского телеграфа большой ёмкости осуществляется от нескольких стоек питания или от машинных агрегатов.

Расход тока в линейной цепи составляет 40 *ма*. Общий суточный расход тока в линейных цепях станции ёмкостью 30 линий доходит до 20 *а-ч* при наибольшем разрядном токе, равном 1,5 *а*. Общий суточный расход тока в местных цепях станции той же ёмкости составляет около 70 *а-ч* при максимальном разрядном токе 6 *а*.

Питание линейных и местных цепей абонентской станции осуществляется постоянным током, который подаётся от селеновых выпрямителей на стойки питания центральной станции абонентского телеграфа.

Питание моторов опросных телеграфных аппаратов, установленных на центральной станции абонентского телеграфа, и абонентских телеграфных аппаратов осуществляется от городской сети переменного тока. Включение и выключение мотора абонентского аппарата производится автоматически с помощью реле вызывного прибора.

Советские инженеры В. И. Григорьев, М. Ж. Пруссак и А. С. Учускин разработали новую систему абонентского телеграфирования.

## ВВОДНЫЕ И КОММУТАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА ТЕЛЕГРАФНЫХ СТАНЦИЙ

### Вводные устройства

Провода, входящие на телеграфную станцию, заканчиваются или на вводных щитах, предназначенных для установки приборов защиты (разрядников и предохранителей), или на вводных стойках, где кроме приборов защиты имеются ещё разделительные гнёзда для включения измерительных приборов и испытательных телеграфных аппаратов.

При воздушном вводе проводов для защиты аппаратуры связи предусматривают предохранители типов СН-0,5 (спиральная нить) и СН-0,15, а при отсутствии предохранителей — предохранители типов ПН-0,15 и ПН-4 (с прямой нитью) и разрядники типа РА-350.

При кабельном вводе оборудование телеграфной станции защищается лишь предохранителем типа СН-0,15, но в месте перехода воздушной линии в кабель, а именно в кабельном ящике, каждый провод защищается при помощи предохранителя типа СН-0,5 и разрядника типа РА-350.

Вводные щиты и стойки соединяются с телеграфными аппаратами или непосредственно или через телеграфные коммутаторы. Характеристика вводной стойки приведена в главе «Оборудование узлов дальней телефонной связи».

### Коммутаторы

Телеграфные коммутаторы предназначены для:

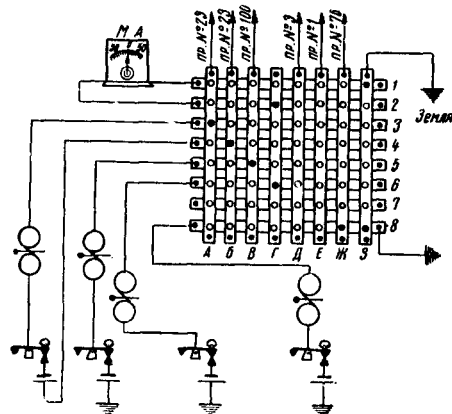
- а) включения, выключения и замены телеграфных проводов и аппаратов;
- б) электрических испытаний и измерений телеграфных проводов при помощи измерительных приборов;
- в) включения, выключения и замены батарей, питающих телеграфные цепи;
- г) измерения напряжений батарей и токов в телеграфных цепях.

На железнодорожном транспорте СССР применяют коммутаторы ламельные, шиуровые, стандартные стоечного типа со сложными гнёздами и типа МПС выпуска 1947 г. (ЛБК-47).

Выбор типа телеграфного коммутатора зависит от ёмкости и характера оборудования телеграфной станции, т. е. от количества проводов, вводимых на станцию, количества и типов действующей телеграфной аппаратуры и системы электропитания станции.

Ламельный коммутатор состоит из деревянной рамы и двух взаимно-перпендикулярных рядов (верхнего и нижнего) латунных ламелей сечением 12 × 10 *мм* с контактными винтами. На фиг. 70 показана схема включения линий и телеграфных аппаратов в коммутатор на 8 × 8 ламелей.

Расстояние между верхними и нижними ламелями равно 10 *мм*, а между соседними — 5 *мм*. В местах пересечения верхних и ниж-



Фиг. 70. Схема включения линий и телеграфных аппаратов в ламельный коммутатор

них ламелей высверлены конические отверстия (штепсельные гнёзда), служащие для соединения верхних ламелей с нижними при помощи штепселей.

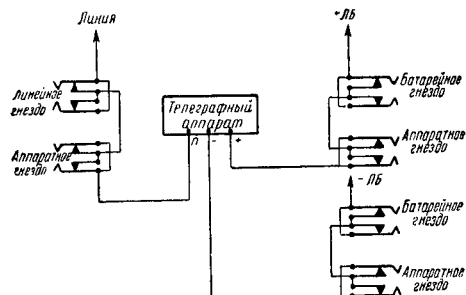
Ламельные коммутаторы изготавливаются ёмкостью на 8 × 8, 12 × 12, 16 × 16, 24 × 24 и 32 × 32 ламелей.

Если к коммутатору присоединены провода и аппараты, то он называется линейным, а если аппараты и батареи, — то батарейным. Аккумуляторные батареи включать в ламельные коммутаторы не рекомендуется. Обычно в верхний ряд ламелей включают телеграфные провода, а в нижний — телеграфные аппараты. При этом батареи присоединяют



они смонтированы на одной стойке размерами  $2\,500 \times 530 \times 400$  мм. Ёмкость коммутатора составляет 30 линий.

На столике коммутатора располагают прибор для испытания проводов, переговорно-вызывное устройство и шнуrowые пары.



Фиг. 73. Схема включения телеграфного аппарата в коммутаторе типа МПС ЛБК-47

Схема коммутатора (фиг. 73) помимо переключений аппаратов и батарей временного характера предусматривает:

- действие сигнализации при обрыве провода;
- возможность повышения напряжения линейных батарей со 120 до 160 в;
- измерение индукционных помех;
- возможность перехода на двухпроводную схему телеграфной связи в период утечки тока;
- возможность ведения телефонных переговоров по испытанию проводов непосредственно с коммутатора

### ЭЛЕМЕНТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ТЕЛЕГРАФНЫХ СТАНЦИЙ

Выбор типа телеграфных аппаратов производится на основании данных телеграфного обмена в проектируемых направлениях телеграфной связи и суточной пропускной способности телеграфных аппаратов. В условиях железнодорожного транспорта, кроме того, учитывают характер телеграфной связи (постанционная, циркулярная, прямая дальняя), причём можно руководствоваться указаниями, приведёнными в табл. 45.

Ёмкость коммутационного оборудования вводного щита или стойки, линейного и линейно-батарейного коммутаторов определяется количеством проводов, входящих на телеграфную станцию, с учётом запаса в 25—40% в зависимости от предполагаемого развития данной телеграфной станции.

При кабельном вводе с числом жил, превышающим число действующих проводов, ёмкость вводного щита или стойки должна обеспечивать подключение к нему всех жил вводного кабеля. Ёмкость телеграфных и аппаратных боксов, а также моторных щитков определяют из условий конкретного размещения аппаратуры с учётом типа и количества аппаратуры, включаемой в боксы и щитки.

### Размещение телеграфной аппаратуры и оборудования

Площадь, необходимая для размещения аппаратуры и оборудования, определяется суммированием площадей, требующихся для отдельных аппаратов (см. табл. 49 и 61) и элементов оборудования. Полученная суммарная площадь, будучи умноженной на 5, ориентировочно определяет общую потребность в площади. Если предполагается устройство транспортёров, то полученный результат увеличивается на 10%. Более точное определение необходимой площади производится посредством размещения аппаратов и оборудования на плане помещения с учётом необходимых проходов согласно нормам, указанным в табл. 71.

Таблица 71

Нормы размещения телеграфного оборудования

Назначение прохода	Ширина прохода в м
Между одинарными рядами аппаратов . . . . .	1,3
Между двояными рядами аппаратов . . . . .	1,8
Между стеной и лицевой стороной ряда аппаратов . . . . .	0,6*
Главный проход одинарный . . . . .	1,3
То же двойной (при двух рядах аппаратов) . . . . .	1,8
Между стеной и задними сторонами стоечного оборудования . . . . .	0,8

\* При наличии транспортёра ширина прохода увеличивается на 0,25—0,3 м.

При размещении аппаратов и оборудования помимо норм проходов руководствуются ещё следующим:

- для аппаратов Бодо, СТ-35 и дуплексных трансляций, как правило, выделяются отдельные помещения;
- размещение аппаратуры производится рядами, длины которых определяются типом аппаратуры, шириной зала и нормами прохода. В двоянных рядах допускается установка телеграфных аппаратов Морзе и СТ-35;
- ряды аппаратов должны быть направлены перпендикулярно к окнам и так, чтобы свет падал с левой стороны;
- головки распределителей комплектов Бодо должны быть обращены к окнам.

Местоположение линейно-батарейного коммутатора определяется, с одной стороны, удобством обслуживания аппаратуры и, с другой, — соображениями об экономии кабельной проводки.

### Средства механизации

Наибольшее распространение на больших телеграфных станциях железнодорожного транспорта СССР получили ленточные транспортёры.

Ленточный транспортёр представляет собой бесконечную пеньковую или хлопчатобумажную ленту шириной 300—350 мм,двигающуюся на валиках с помощью мотора,

который вращает ведущий вал на одном из концов системы. Лента помещается в железном желобе, установленном вдоль торцов рядов телеграфных аппаратов, и движется по направлению к сортировочному пункту. Она доставляет в этот пункт все телеграммы, поступающие с конвейерных лент шириной 30—50 мм, двигающихся вдоль каждого ряда аппаратов перпендикулярно широкой ленте.

Узкая лента помещается в деревянный желоб с высокими краями. Телеграфисты кладут телеграммы ребром на эту ленту и в таком положении последние движутся вместе с лентой до широкого транспортера.

Для движения узкой ленты используется вращение одного из валиков широкой ленты, передаваемое бесконечным ремнём валу узкой ленты.

Ленточные транспортеры применяют также для транспортировки телеграмм между этажами.

Скорость движения ленты транспортера составляет 0,7—0,8 м в секунду. Мощность моторов ленточных транспортеров в зависимости от количества и длины лент колеблется от 0,17 до 0,5 квт.

#### Внутренняя проводка и типы применяемых кабелей

Внутренняя кабельная проводка на телеграфных станциях выполняется или в каналах, заранее заготовленных при строительстве здания, или в деревянных желобах — подпольных и напольных. Деревянные желоба изготавливаются из досок толщиной 20 мм и имеют внутренние размеры  $(70 \div 80) \times (150 \div 200)$  мм. Желоба снабжаются съемными крышками длиной не более 1 м. При установке аппаратуры стоечного типа применяют верхние желоба лестничного типа.

Кабели прокладывают в желобах в виде однослойной ленты по возможности без перекрещивания, радиус поворота каждого кабеля не должен быть меньше 10 диаметров кабеля.

Прокладка кабелей между этажами производится в шахтах, выполненных или в виде каналов, выдолбленных в каменной стене, или в виде оштукатуренных деревянных желобов. Внутренние размеры шахты определяют из расчета крепления кабелей в шахматном порядке, по ширине не менее 200 мм и по глубине не более 120 мм.

На участке внутренней проводки между линейно-батарейным коммутатором и рядами аппаратов для сокращения количества соединительных кабелей устанавливают телеграфные боксы, содержащие по 2—3 гребенки с 20 контактными штифтами каждая. Количество боксов определяется из расчета 1 бокс на 8 комплектов Бодо, или 12 стартстопных аппаратов, или 20 аппаратов Морзе. Телеграфные боксы устанавливаются на стенах на расстоянии 1,4 м от пола.

На участке токораспределительной проводки между токораспределительным щитом и линейно-батарейным коммутатором с целью сокращения числа кабелей питания устанавливают батарейные боксы. Эти боксы устанавливаются так же, как и телеграфные

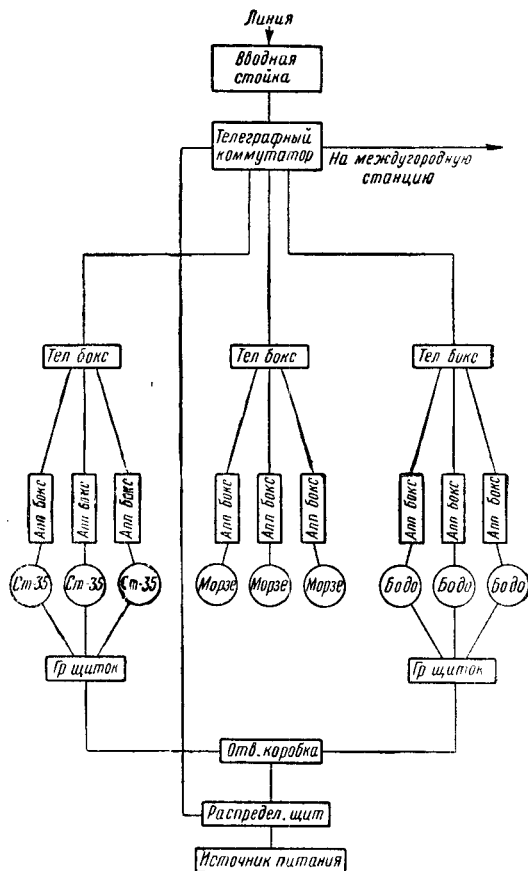
боксы. Подъемы кабелей к боксам выполняются с креплением кабеля скобами к вертикальным деревянным доскам, прикреплённым к стенам; с наружной стороны доски с кабелями закрываются коробами.

Для распределения питания моторов по аппаратным рядам применяются моторные щитки на 6 рядов и на 3 ряда.

Щитки устанавливаются на стенах на высоте 1,4 м от пола. Подвод кабелей к ним осуществляется так же, как и к боксам.

Провода линейные от источников питания и от заземления подводятся к аппаратам непосредственно, а при помощи аппаратных боксов, состоящих из одной кроссировочной гребенки. Аппаратный бокс устанавливается на ножке аппаратного стола каждого аппаратного ряда.

Принцип группирования телеграфной аппаратуры и скелетная схема соединения приборов телеграфной станции показаны на фиг. 74.



Фиг. 74. Скелетная схема соединения приборов телеграфной станции

На телеграфных станциях для внутренней проводки применяют следующие типы кабелей:

- а) марки КСРГ с сечением жил от 1 до 2,5 мм<sup>2</sup>;
- б) марки СОГ с жилами диаметром 1 мм. Наиболее употребительные ёмкости кабелей этих марок — 5; 7; 10; 12; 19 и 24 жилы;

в) двухжильные кабели марки ВРГ со следующими наиболее употребительными сечениями: 1,5; 2,5; 4; 6 и 10 мм<sup>2</sup>.

Указанные кабели используют следующим образом:

а) от вводного щита или стойки до линейно-батареяного коммутатора для линейной проводки используют кабели марки КСРГ сечением 1 мм<sup>2</sup> и кабели марки СОГ; на этом участке можно также применять кордельные кабели;

б) от распределительного щита генераторной до линейно-батареяного коммутатора или батареяного бокса прокладывают для подачи питающих напряжений кабели марки КСРГ сечением 2,5 мм<sup>2</sup>; в этих кабелях для подачи напряжения местной батареи обычно включают параллельно несколько жил;

в) от линейно-батареяного коммутатора до телеграфных и аппаратных боксов для подачи линий и питающих напряжений прокладывают кабели марки КСРГ сечением 1 мм<sup>2</sup> и кабели марки СОГ;

г) от распределительного щита генераторной до распределительных коробок и групповых щитков для подачи моторных напряжений прокладывают кабели марки ВРГ, рассчитанные на допустимые плотность тока и падение напряжения (падение напряжения на этом участке допускается до 5 в);

д) от групповых моторных щитков до аппаратных боксов для подачи моторных напряжений прокладывают кабели марки ВРГ 2 × 1,5.

Кабель марки КСРГ может быть заменён проводом марки ПР, прокладываемым в трубках Бергмана, в желобах или на роликах по стене.

### Электропитание телеграфной станции

Ёмкость  $Q$  линейной батареи в ампер-часах определяется как расход тока за полный разрядный цикл одной группы линейной батареи и рассчитывается по формуле

$$Q = nAH_n + (n-1)AH_{n-1} + \dots + 2AH_2 + AH_1.$$

В этой формуле  $n$  — высший номер групп батареи;

$AH_n$  — расход ёмкости в а-ч в линейных цепях аппаратов, питаемых от градиции напряжения, соответствующего  $n$ -й группе.

Значения величин  $AH_n$  определяют в соответствии с данными табл. 50 и 62 потребления тока телеграфными аппаратами и подставляют в формулу в а-ч в сутки. Поэтому  $Q$  получается также в ампер-часах в сутки в предположении, что переключение групп линейной батареи производится раз в сутки.

Ёмкость линейной батареи порядка 30—70 а-ч вполне достаточна для большинства станций.

Потребление тока местной батареи определяется по данным табл. 50, 51 и 62 в а-ч в сутки. Практически ёмкость в 30—70 а-ч бывает достаточна для питания местных цепей.

Потребление тока моторной батареи определяют по данным табл. 50, 51 и 62 в амперах. В соответствии с потреблением тока определяют ёмкость моторной батареи, а режим её работы — «заряд—разряд» или буферный способ — устанавливают в зависимости от надёжности энергоснабжения.

Более подробно об электропитании см. раздел «Электропитание устройств связи железнодорожного транспорта».

### Станционные заземлители

На каждой телеграфной станции устраиваются три отдельных заземлителя, которые на щитке заземления соединяются параллельно. Общее сопротивление этих заземлений должно быть не более значений, указанных в табл. 72.

Заземления, состоящие из металлического заземлителя, заложённого в грунт, и проводника, соединяющего заземлитель со станционным оборудованием, устраиваются в соответствии с ГОСТ 464-417.

Заземлители устраивают из стальных труб или стержней длиной до 3 м и диаметром до 5 см или же из стальной неоцинкованной проволоки диаметром не менее 4 мм. При малой проводимости грунта допускается применение труб длиной 5—10 м или же стальных листов размером 1420 × 710 мм и толщиной 3,5 мм. Трубы или стержни, очищенные перед забивкой от ржавчины, краски и других изолирующих веществ, забиваются в землю в один ряд или параллельными рядами с расстоянием между рядами, равным удвоенной длине трубы. При этом верхние концы труб должны располагаться ниже поверхности земли на 0,5—0,7 м.

Число труб заземлителя

$$n = \frac{R_0}{0,8 R},$$

где  $R_0$  — сопротивление заземлителя, состоящего из одной трубы;

$R$  — требуемое сопротивление заземлителя в ом.

Величина  $R_0$  рассчитывается по формуле

$$R_0 = \rho \frac{4l}{\pi d},$$

где  $\rho$  — удельное сопротивление грунта, величина которого дана в табл. 73;

$l$  — длина трубы в см;

$d$  — диаметр трубы в см.

Таблица 72

Общее сопротивление заземлений телеграфной станции

Число аппаратов, работающих по однопроводным цепям . . . . .	1	2—5	6—10	11—20	21—50	Более 50
Сопротивление заземления в ом . . . .	50	25	5	2	1	0,5

Сопротивление заземлителя из проволоки

$$R_0 = \rho \frac{\ln \frac{2l}{d}}{2\pi l} \left( 1 + \frac{\ln \frac{l}{2t}}{\ln \frac{2l}{d}} \right),$$

где  $l$  — длина заземлителя;

$d$  — диаметр проволоки в см;

$t$  — глубина закопки в см.

Увеличение диаметра трубы или проволоки мало влияет на уменьшение сопротивления заземлителя; увеличение длины трубы или

Таблица 73

Средние значения удельных сопротивлений грунта и сопротивления заземления

Род грунта	Удельное сопротивление грунта $\rho$ в ом/см	Сопротивления заземления в ом	
		из трубы	из проволоки
Болото . . . . .	2 000	6,35	3,3
Чернозём . . . . .	5 000	15,90	8,3
Глина . . . . .	6 000	19,10	10,0
Суглинок . . . . .	8 000	25,40	13,3
Супесок . . . . .	30 000	95,20	49,8
Влажный песок . .	40 000	127,00	66,3

Примечание. Длина трубы 3 м, диаметр трубы 5 см; длина проволоки 10 м, диаметр 4 мм; глубина закопки 0,7 м.

проволоки уменьшает сопротивления заземлителя примерно в прямой пропорциональности.

Соединение труб или стержней одного и того же заземлителя между собой после забивки их в грунт производится при помощи стальной полосы сечением  $40 \times 4$  мм, привариваемой с помощью накладки к трубам или стержням. Соединительная полоса укладывается в канаву глубиной не менее 1,1 м.

Вывод от заземлений в здание станции производится жгутом из стальных проволок диаметром 4—5 мм каждая и числом не менее трёх или стальным канатиком, уложенным в землю на глубину не менее 0,7 м.

При выходе из земли канатик или жгут из стальных проволок защищается от меха-

нических повреждений на высоту до 2,5 м над поверхностью земли и на 0,5 м ниже её поверхности сплошным металлическим покрытием (угловой сталью, трубой).

При вводе в здание канатик или жгут из стальных проволок припаивается к изолированному медному проводу с сечением не менее 4 мм<sup>2</sup>, который вводится в здание через отдельное отверстие.

Для изоляции проводника от здания он пропускается через стену в резиновой или эбонитовой трубке.

Расстояние между отдельными заземлениями, а также между подводящими проводами, находящимися в земле, должно быть не менее 20 м.

Если станция связи находится в зоне действия блуждающих токов электрифицированных железных дорог, то заземление должно быть отнесено от полотна железной дороги на расстояние, определяемое специальным расчётом.

Грозовые и мощные разрядники присоединяются к общестанционному заземлению за исключением случая, когда станция связи находится в зоне действия блуждающих токов электрифицированных железных дорог. В последнем случае заземление для разрядников устраивается отдельно, вблизи от станции.

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕЛЕГРАФНЫХ СТАНЦИЙ

Правильная организация технической эксплуатации телеграфных станций и тщательное соблюдение правил и норм технической эксплуатации имеют весьма важное значение для обеспечения чёткой и бесперебойной работы телеграфных связей.

Техническая эксплуатация телеграфных станций в основном состоит из:

- наблюдения за электрическим состоянием проводов, кабелей и заземлений;
- содержания оборудования станции в постоянной готовности;
- технического обслуживания оборудования во время его работы и немедленного устранения возникающих неисправностей;
- текущего ремонта оборудования;
- профилактического осмотра оборудования и замены изношенных деталей для предупреждения повреждений.

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ СВЯЗИ

Ниже приводятся основные указания по техническому содержанию основных видов телеграфной аппаратуры.

### СОДЕРЖАНИЕ АППАРАТОВ МОРЗЕ

Один раз в десять дней производят: осмотр и чистку от грязи и пыли аппарата и его деталей; проверку крепления деталей; проверку монтажа схемы, смазку осей аппарата; проверку скорости вращения механизма и продвижения ленты; проверку правильности регулировки винтов, ограничивающих якорь, чистку контактов ключа; промывку черниль-

ницы аппарата и очистку пишущего колеса от краски. При выполнении этих работ должны быть обеспечены следующие основные показатели работы аппарата:

- зазор между якорем и сердечником электромагнита должен быть в пределах от 0,5 до 5 мм, в зависимости от состояния провода;
- скорость движения ленты должна быть в пределах от 1,5 до 1,8 м/мин;
- при полном заводе пружины барабана (на 7 оборотов) продолжительность движения ленты должна быть в пределах от 20 до 23 мин.

Один раз в год должна производиться капитальная чистка аппарата с полной разборкой и регулировкой его. При этом также производят ремонт и замену износившихся деталей.

### СОДЕРЖАНИЕ СТАРТСТОПНЫХ АППАРАТОВ ТИПА СТ-35, Т-15 И ДРУГИХ

Ежедневно производят: осмотр и чистку от пыли и грязи аппарата и его деталей; проверку крепления деталей; устранение вибрации главного вала и оси передатчика; проверку монтажа схемы; осмотр и чистку шрифта; замену красящей ленты (при необходимости); чистку контактов передатчика; осмотр щёток мотора и регулятора; чистку коллектора мотора и колец регулятора; смазку трущихся частей; проверку величины тока в приёмном электромагните аппарата; проверку фазы и расцепления спускового приспособления приёмника; проверку аппарата под током на передачу и приём сигналов; проверку вызова и отбоя при работе аппаратов через коммутатор абонентской телеграфной связи.

Аппарат СТ-35 должен удовлетворять следующим нормам:

а) мотор типа УМ-21-С должен работать при токе 0,4—0,45 а;

б) приёмный электромагнит должен работать устойчиво от тока 50—55 ма;

в) должна обеспечиваться устойчивая связь при расхождении скоростей с аппаратом другой станции до 4,5—7%.

Два раза в месяц производят чистку аппарата при снятых главном вале и типовых рычагах. При выполнении этой работы проверяют состояние контактных винтов и при необходимости снова заделывают подходящие к ним проводники; заменяют или заправляют контактные винты регулятора; заменяют сработанные фильцы; производят проверку коррекционного приспособления на возможность срыва; заменяют негодные пружины и устраняют другие мелкие дефекты.

Один раз в месяц набивают тавотом подшипники мотора.

Один раз в три месяца производят капитальную чистку аппарата с полной регулировкой взаимодействия всех частей. Одновременно с этим производят проточку коллектора мотора и колец регулятора, ремонт главного вала и замену изношенных деталей.

### СОДЕРЖАНИЕ АППАРАТОВ БОДО

Два раза в сутки проверяют напряжение батарей, а также смазывают маслом подшипники и трущиеся части приёмников.

Через день по установленному графику производят чистку телеграфных аппаратов Бодо, во время которой осматривают аппарат и его детали; проверяют крепление деталей, а также монтаж схемы; заменяют или подрезают щётки на распределительных дисках; прочищают зазоры между контактами и кольцами дисков распределителя; протирают диски спиртом; проверяют установку щёток на переднем и заднем дисках и положение щёток переднего диска по отношению к щёткам заднего диска, проверяют отсутствие сообщения

бискольца с первым кольцом переднего диска; очищают контакты реле, вибраторов, клавиатур, тормозных эксцентриков приёмника и регрансмиттеров от нагара; прочищают коллекторы и проверяют состояние щёток моторов; смазывают оси лентопротяжного храповика, промежуточной шестерёнки, красящего валика, ложного разведчика и головки разведчиков; промывают керосином типовые колёса; тормозной диск и тормозную пробку очищают от масла; проверяют крепление тормозных электромагнитов; проверяют фрикционные модераторы, износ кожи на них и ликвидируют заедание в шарнирах; производят регулировку клавиатур и приёмников; проверяют величину исходящего тока линейных батарей; проверяют величины токов помех в проводе и входящих токов от соседней станции; подбирают элементы балансных контуров; производят проверку и пуск в действие аппаратуры.

При выполнении этих работ необходимо соблюдать следующие условия:

а) установка щёток на приёмном (переднем) диске аппаратов Бодо-дуплекс должна производиться так, чтобы: при положении щётки второго кольца на середине 24-го контакта щётка первого кольца находилась в конце укороченного контакта; при положении щётки второго кольца в начале первого контакта щётка третьего кольца находилась в начале первого контакта;

б) при положении щётки второго кольца передающего (заднего) диска в начале первого контакта щётка третьего кольца должна находиться тоже в начале первого контакта, а щётка первого кольца — в середине 24-го контакта;

в) соотношение между щётками переднего и заднего дисков должно устанавливаться опытным порядком в зависимости от длины телеграфной цепи;

г) на трёхкратных аппаратах Бодо-дуплекс установку щёток распределителей производят с соблюдением следующего условия: щётки первого, второго и третьего колец должны находиться одновременно в начале первых контактов как на переднем, так и на заднем дисках;

д) в аппаратах Бодо-дуплекс, имеющих подвижной коррекционный контакт, последний устанавливают так, чтобы он действовал в середине между первым и десятым укороченными контактами первого кольца. Точная установка положения коррекционного контакта производится с помощью обратного тока;

е) разница между величинами исходящих токов от обоих полюсов линейной батареи не допускается.

Один раз в 10 дней, во время чистки аппаратов Бодо, производят замену всех реле на реле, предварительно проверенные на нейтральность и отдачу. Снятые реле очищают от нагара на контактах, регулируют и оставляют в резерве.

Хорошо отрегулированные реле должны иметь отдачу не менее 85% при междуконтактном расстоянии 0,1 мм. Применять реле с меньшим процентом отдачи не разрешается.

Контакты винтов и якоря реле должны располагаться горизонтально по одной оси.

Два раза в месяц обязательна замена и капитальная чистка ретрансмиттеров, клавиатур и приёмников с полной их разборкой и регулировкой.

Один раз в месяц производят капитальную чистку всего аппарата Бодо, как оконечного, так и промежуточного, с полной разборкой и регулировкой приёмников; замену дисков распределителя и кабелей (в случае необходимости); набивку тавотом подшипников моторов и подшипников распределительной головки с фониическим колесом; замену контактных винтов и пружин вибратора; замену износившихся деталей; измерение и регулировку тока в местных цепях.

Во время капитальной чистки оконечной аппаратуры Бодо одновременно детально проверяются состояние и качество работы простых и регенеративных трансляций.

### СОДЕРЖАНИЕ ТЕЛЕГРАФНЫХ ТРАНСЛЯЦИЙ

При проверке простых трансляций производят: осмотр трансляции и её деталей с проверкой их крепления и чисткой от пыли; проверку монтажа схемы; проверку качества подбора балансных контуров; измерение величин входящих и исходящих токов, токов помех в проводах и токов в местных цепях трансляции; чистку контактов реле и вибраторов и, в заключение, проверку работы трансляции «на себя». Один раз в 10 дней во время остановки связи на чистку производится замена всех реле на реле, предварительно проверенные на нейтральность и отдачу. На регенеративных трансляциях производятся аналогичные работы и, кроме того, проверяется исправительная способность трансляции, которая должна быть не ниже 46—48%.

### СОДЕРЖАНИЕ АППАРАТУРЫ ТОНАЛЬНОГО ТЕЛЕГРАФА И КОММУТАТОРОВ АБОНЕНТСКОЙ ТЕЛЕГРАФНОЙ СВЯЗИ

При обслуживании аппаратуры тонального телеграфа ежедневно производят: проверку напряжений источников питания и режима работы электронных ламп; проверку напряжений несущих частот; настройку каналов на передачу точек; проверку и установку уровня приёма и передачи; измерение процента искажений.

В случае применения аппаратуры типа ВТ-34 один раз в десять дней производится замена работающего мотор-генератора запасным, который пускается в ход за 30 мин. до переключения. На выключенном мотор-генераторе производится чистка коллекторов, осматриваются щётки и в случае необходимости производится их замена.

Один раз в месяц производят: чистку и регулировку всех поляризованных реле с проверкой процента отдачи реле (который не должен быть меньше 85%); испытание чувствительности приёмника, измерение уровня помех.

При обслуживании коммутаторов абонентской телеграфной связи ежедневно проверяют сигнальные устройства, шнуры и производят чистку оборудования от пыли.

Один раз в месяц производят: проверку и регулировку величины токов во всех цепях абонентских панелей, чистку всех поляризованных реле и проверку их на нейтральность и отдачу; чистку и регулировку реле телефонного типа; чистку панелей под кожухами; проверку действия вызывных и отбойных сигналов и проверку циркулярной работы.

Более подробные указания по вопросам технической эксплуатации телеграфных связей см. [55, 68, 69].

При капитальном ремонте производится не только обновление устройства, но и улучшение их в соответствии с новыми техническими требованиями.

Средняя периодичность капитального ремонта устройств связи следующая: телеграфные аппараты Бодо — 10 лет; телеграфные аппараты типа Телетайп — 5 лет.

Капитальный ремонт телефонных и телеграфных аппаратов, коммутаторов и других приборов, как правило, производится на заводах и в мастерских по классификации заводского ремонта.

### ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕЛЕГРАФНЫХ СТАНЦИЯХ

Все переключатели, выключатели и клеммы телеграфной аппаратуры должны иметь изолированные поверхности или изолированные рукоятки.

Монтажные проводники и кабели аппаратов должны быть закрыты кожухами. Телеграфные и аппаратные боксы должны быть закрыты так, чтобы предохранить обслуживающий персонал от случайного соприкосновения с контактной системой.

Вращающиеся детали, шкивы и приводные ремни моторов и транспортёров должны быть закрыты кожухами.

Секционные, линейные и линейно-батареинные коммутаторы шкафного типа должны запираются, а обслуживание их должно поручаться только специальным работникам.

Нажатие пальцами токоведущих частей для определения наличия напряжений воспрещается.

Запрещается остановка распределителя, проверка и установка щёток при включённых линейных и местных батареях.

Персонал, обслуживающий аппараты Морзе, должен быть обучен установке и съёмке пружины аппарата.

Перед вводной стойкой, шкафом или щитом, а также перед линейно-батареинным коммутатором должен быть положен резиновый коврик, проверенный на изоляцию.

Замену предохранителей и разрядников на вводных стойках, шкафах или щитах в грозовой период, а также на линиях, подверженных влиянию высокого напряжения, необходимо производить в резиновых перчатках или при помощи специальных кранов.



## УСТРОЙСТВА МЕСТНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

СОКРАЩЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ТЕКСТЕ  
И НА СХЕМАХ

Аб-т	— абонент
АК	— абонентский комплект
АТС	— автоматическая телефонная станция
Б	— батарея
БЗ	— бленкер занятости
БС	— балансное сопротивление
ВБ	— вызывной бленкер
ВГИ	— групповой искатель входящей связи
ВК	— вызывной клапан
ВКн	— вызывная кнопка
ВЛ	— вызывная лампа
ВР	— вызывное реле
ВШ	— вызывной штепсель
ГАТС	— городская АТС
ГЗ	— гаситель знаков
ГТС	— городская телефонная станция
ГТЧ	— генератор тональной частоты
ГИ	— групповой искатель
ГИМ	— групповой искатель междугородной связи
Гн	— гнездо
ГЩП	— главный щит переключений
ДГИ	— групповой искатель дальней связи
ДЗв	— добавочный звонок
Др	— дроссель
ДШИ	— декадно-шаговый искатель
ЖАТС	— железнодорожная АТС
З	— земля
Зв	— звонок
ЗРЩ	— зарядно-разрядный щит
Зум	— зуммер
Зум-тр	— зуммерный трансформатор
И и ИНД	— индуктор
ИБ	— индукторный бленкер
ИВ	— искатель вызова
ИГ	— испытательное гнездо
ИГИ	— групповой искатель исходящей связи
ИК	— индукционная катушка
ИР	— индукторное реле
ИРГ	— индукторное реле генератора
КДН	— комплект дальнего набора
К	— конденсатор
КВ	— контроль вызова
КВЛ	— контрольная вызывная лампа
КГ	— контроль генератора
Кл	— ключ
КЛ	— контроль линии
КЛГ	— лампа контроля генератора
КЛЛ	— лампа контроля линии
Кн	— кнопка
КнЗв	— кнопка звонка
Кн МЗ	— кнопка машинного зуммера
Кнт	— кнопка телефонистки
КО	— контроль отбоя
КТ	— контроль телефона
КУ	— коммутаторная установка
Л	— линия
ЛЗ	— лампа занятости
ЛИМ	— линейный искатель междугородной связи
ЛИ	— линейный искатель
ЛИУ	— линейный искатель универсальный

Лм	— лампа
ЛР	— линейное реле
М	— микрофон
МБ	— местная батарея
МИ	— магнитный индуктор
МЗ	— машинный зуммер
МнП	— многократное поле
МсП	— местное поле
МТС	— междугородная телефонная станция
НИ	— направляющий искатель
НН	— номеронабиратель
ОБ	— отбойный бленкер
ОВЛ	— общая вызывная лампа
ОВР	— общее вызывное реле
ОК	— отбойный клапан
ОЛ	— отбойная лампа
ООЛ	— общая отбойная лампа
ОР	— отбойное реле
ОС	— ограничительное сопротивление
ОШ	— опросный штепсель
ООР	— общее отбойное реле
ОШн	— отбойный шнур
ОЛ	— отбойная лампа
П	— предохранитель
ПБ	— пробная батарея
ПЗ	— проба на занятость
ПИ	— предискатель
ПРР	— пробное разделительное реле
ПС	— передаточный стол
ПСС	— плата станционной сигнализации
ПЩ	— промежуточный щит
Р	— реле
РВ	— распределитель вызова
РВК	— разговорно-вызывной ключ
Рег	— регистр
РЗ	— реле зуммера
РИ	— регистровый искатель
РК	— реактивная катушка
РКЗ	— реактивная катушка зуммера
РПЗ	— реле пробы занято
РП	— рычажный переключатель
РР	— разделительное реле
РСЛ	— комплект реле соединительной линии
РТС	— ручная телефонная станция
СГ	— сигнальный генератор
СИ	— смешивающий искатель
СкН	— сквозной набор
СЛ	— соединительная линия
СЛм	— сигнальная лампа
ССМ	— стойка сигнальных машин
СМ	— сигнальная машина
Т	— телефон
ТБ	— батарея токовращателя
ТВ	— токовращатель
ТК	— термическая катушка
Тр	— трансформатор
ТРД	— токораспределительная доска
УАТС	— учрежденческая АТС
Ф	— кнопка фонического вызова
ЦБ	— центральная батарея
ЧНН	— час наибольшей нагрузки
Ш	— штепсель
ШИ	— шаговый искатель
ШК	— шнуроконт
ШКн	— шунтирующая кнопка
ШР	— шнуровое реле
ШОВР	— шины общего вызывного реле

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

При числе абонентов до 50 местная телефонная связь осуществляется по системе местной батареи (МБ), а при числе абонентов свыше 50 — по системе центральной батареи (ЦБ) — с применением телефонных станций ручного обслуживания (РТС) или автоматических (АТС).

Абонентские линии устраиваются по двухпроводной системе и могут быть воздушными и кабельными.

Железнодорожные телефонные станции оборудуют соединительными линиями с городскими телефонными станциями, а также с другими железнодорожными телефонными станциями, расположенными в том же пункте.

Основными показателями работы местной телефонной связи являются быстрота соединения, непрерывность действия и нормальное качество передачи.

Исходя из этих показателей, определяют требования к проектированию, строительству и эксплуатационному содержанию устройств местной телефонной связи. Эти же показатели являются определяющими и при конструировании телефонной аппаратуры.

В дело развития техники телефонной связи отечественные специалисты и учёные внесли много ценного.

В 1880 г. П. М. Голубицкий предложил оригинальную конструкцию телефона для работы по длинным телефонным линиям. Е. И. Гвоздев в восьмидесятых годах прошлого столетия разработал систему телефонной связи для железнодорожного транспорта.

В 1887 г. К. А. Мосцицкий создал первую автоматическую телефонную станцию под названием «Самодействующий телефонный коммутатор».

В 1893—1894 гг. М. Ф. Фрейденберг и С. М. Бердичевский-Апостолов создали автоматическую телефонную станцию с шаговым искателем оригинальной конструкции.

В 1895 г. М. Ф. Фрейденберг изобретает предискатель и впервые применяет свободное искание. В 1896 г. он же вводит групповой искатель и создаёт автоматическую телефонную систему с машинным искателем, являющуюся по принципу управления искателем прототипом современной машинной АТС.

В том же 1896 г. С. М. Бердичевский-Апостолов создаёт оригинальную схему АТС с шаговым искателем.

В 1910 г. А. А. Кузнецов предложил схему телефонного аппарата с дифференциальным телефоном, предусматривавшую уменьшение влияния исходящих разговорных токов и шумов в помещении на свой телефон.

Отсутствие собственной промышленной базы и безразличное отношение царского правительства к развитию телефонной связи в России не давали возможности претворять в жизнь предложения русских изобретателей в области телефонии. На железных дорогах по системе центральной батареи было оборудовано только около 10% общей ёмкости телефонных сетей. Абонентские линии на местных телефонных сетях были, как правило, воздушными и на 75% устроенными по однопроводной системе.

Подлинное развитие отечественная техника телефонной связи получила после установления Советской власти и особенно в годы сталинских пятилеток.

В 1922—1923 гг. трестом заводов слабого тока при участии работников НКПС (Е. Н. Петринского и, позднее, Н. Н. Ильина) были разработаны оригинальные коммутаторы системы ЦБ×3×2, нашедшие широкое применение на сетях местной телефонной связи железнодорожного транспорта.

В 1929 г. заводом «Красная Заря» было освоено производство автоматических телефонных станций машинной системы.

На железнодорожном транспорте за годы сталинских пятилеток местная телефонная связь получила исключительно большое развитие. Почти во всех крупных железнодорожных узлах и на больших станциях были переустроены телефонные станции на систему центральной батареи или построены вновь. В ряде главнейших узлов были смонтированы автоматические телефонные станции. Абонентские линии были переустроены на двухпроводную систему с заменой воздушных линий кабельными.

После окончания Великой Отечественной войны в соответствии с послевоенным Сталинским пятилетним планом восстановления и развития народного хозяйства СССР на железнодорожном транспорте получили широкое применение шаговые автоматические телефонные станции.

## ТЕЛЕФОННЫЕ АППАРАТЫ

### Классификация телефонных аппаратов.

Телефонные аппараты подразделяются: а) по способу питания микрофонов: местной батареей (МБ) и центральной батареей (ЦБ); б) по способу вызова станции: с индукторным вызовом, с вызовом замыканием цепи центральной батареи при снятии микрофона, с фоническим вызовом и с батарейным вызовом (приёмниками вызова в аппаратах МБ и ЦБ служат поляризованные звонки переменного тока, в аппаратах с фоническим вызовом — телефон и в аппаратах с батарейным вызовом — звонок постоянного тока); в) по конструкции: переносные, стенные, настольные и универсальные, пригодные для установки на стене или столе и для включения в ручные и автоматические телефонные станции.

**Телефонные аппараты МБ.** Из числа телефонных аппаратов МБ, изготавливаемых промышленностью, наиболее распространёнными на транспорте являются:

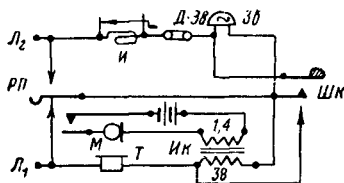
1. Стенной аппарат в стальном кожухе завода «Красная Заря», четырёхмагнитный (5120045). Аппарат смонтирован по принципиальной схеме, показанной на фиг. 75;

2. Стенной аппарат, монтируемый по схеме фиг. 75, но приспособленный для параллельного включения в линию (5120047). Этот аппарат имеет звонок 2 000 ом и включённый последовательно с телефоном конденсатор ёмкостью 1 мкф, чтобы не шунтировать вызывной ток при снятой трубке.

3. Стенной аппарат, монтируемый по схеме фиг. 76, для низовой связи (5120049).

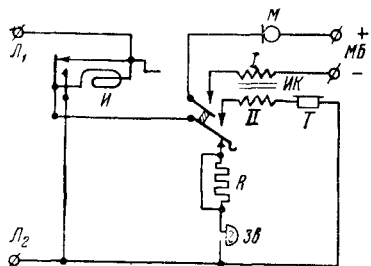
Этот аппарат имеет двухмагнитный индук-

тор, звонок сопротивлением 500 ом и дополнительное сопротивление, включённое последовательно со звонком. В одну линию могут быть включены четыре аппарата.



Фиг. 75. Принципиальная схема стенного телефонного аппарата МБ

Данные о трансформаторах, звонках и индукторах, применяемых в перечисленных аппаратах, приведены в табл. 74—76.



Фиг. 76. Принципиальная схема стенного телефонного аппарата МБ для низовой связи

Таблица 74

Трансформаторы (индукционные катушки) стенных телефонных аппаратов

Обмотка	Сопротивление в ом	Число витков	Диаметр проволоки в мм	Материал обмотки и изоляции
I	1,4	230	0,4	Красная медь, эмаль
II	38	1 350	0,2	То же

Сердечник трансформатора замкнутый; изготовляется из листовой трансформаторной стали толщиной 0,35 мм.

Таблица 75

Звонки стенных телефонных аппаратов

№ аппарата	Сопротивление обеих катушек в ом	Число витков в одной катушке	Диаметр проволоки в мм	Материал обмотки и изоляции
5120045 (б. 349)	500	7 000	0,16	Красная медь, эмаль
5120047 (б. 359)	2 000	11 000	0,10	То же
5120049 (б. 362)	500	7 000	0,16	» »

Микрофон в аппаратах применён капсюльного типа 5МБ; статическое сопротивление его, измеренное постоянным током при вертикальном положении капсюля, составляет

Таблица 76

Индукторы стенных телефонных аппаратов

Тип индуктора	Сопротивление в ом	Число витков	Диаметр провода в мм	Напряжение в в	Максимальная мощность в вт
Четырёхмагнитный	500	3 650	0,16	60	2,5
Трёхмагнитный	500	3 500	0,15	50	1,8
Двухмагнитный	500	3 300	0,14	35	1,2

Примечание. Мощность индуктора определяется при вращении рукоятки со скоростью 180 об/мин.

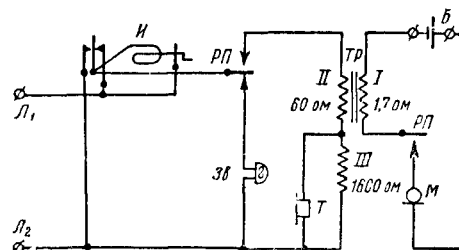
от 20 до 80 ом. В зависимости от напряжения местной батареи ток питания принимают в пределах от 20 до 80 ма; нормальная величина тока питания — 40 ма. Детали телефона монтируют в телефонной коробке микрофонной трубки. Обмотки телефона наносятся на две катушки и соединяются последовательно. Сопротивление обмотки каждой катушки равно 120 ом, число витков обмотки катушки составляет 800, проволока обмотки медная диаметром 0,1 мм. Диаметр мембраны телефона равен 53,5÷54,0 мм, а толщина мембраны — 0,25 мм. Степень намагниченности постоянных магнитов телефона такова, что они должны удерживать кусок железа весом 450 г.

Входное сопротивление телефонного аппарата МБ в разговорном положении при частоте 800 гц составляет

$$Z_{вх} = 1\,250 e^{i37^\circ}.$$

Промышленностью выпускаются также стенные телефонные аппараты МБ с противоместной схемой:

а) для окончного включения В. 411.00.01 (фиг. 77);



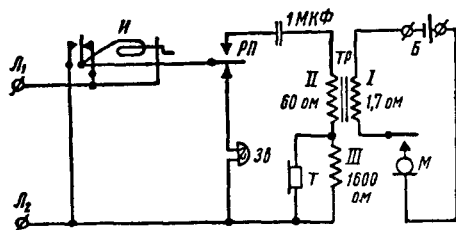
Фиг. 77. Принципиальная схема стенного телефонного аппарата с противоместной схемой и для окончного включения

б) для параллельного включения В. 411.00.02 (фиг. 78).

Эти аппараты обеспечивают: а) приём и передачу вызова по линиям с сопротивлением до 10 000 ом; б) отдачу во внешнюю цепь мощности индукторного тока не менее 1,75 вт при нагрузке аппарата активным сопротивлением от 1 000 до 3 600 ом; в) ведение переговоров по линиям с затуханием до 4 неп при уровне шума в помещении до 60 дб. В аппаратах применён влагозащищённый микрофонный капсюль типа МК-10 (МБ). Питание микрофона аппарата производится от одного эле-

мента типа Зс. Кожух и основание аппарата — металлические.

Данные о микрофонных капсулях, применяемых в аппаратах МБ, приведены в табл. 77.



Фиг. 78. Принципиальная схема стенного телефонного аппарата МБ с противоместной схемой и для параллельного включения

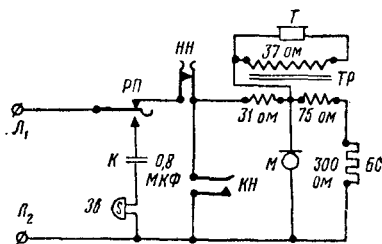
Таблица 77

Микрофонные капсули МБ

№ по каталогу	Тип капсуля	Сила тока питания в мА	Сопротивление капсуля в вертикальном положении в Ом	Напряжение питающей батареи в В
631.50.01	МБ-5	40	20—60	3,0
631.50.09	МБ-5-1,5 с защитной решёткой	40	15—40	1,5
631.50.01	МК-10-МБ	40	20—65	1,5

Примечание. Капсули МБ-5-1,5 предназначены для работы в условиях повышенной влажности до 95% при  $t = +(15^\circ \div +25^\circ) \text{ C}$ .

**Телефонные аппараты ЦБ.** Унифицированные телефонные аппараты ЦБ-АТС завод «Красная Заря» выпускает следующих типов: РТС настольный 515.00.08 и РТС стенной 515.00.17 (фиг. 79).



Фиг. 79. Принципиальная схема унифицированного телефонного аппарата ЦБ

АТС настольный 518.00.01 и АТС стенной 518.00.02 (фиг. 80).

Аппараты всех типов монтируются по противоместной схеме.

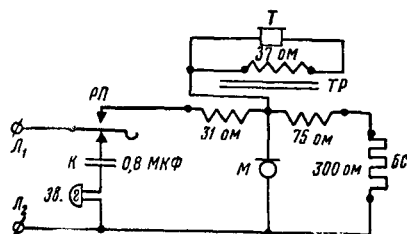
Трансформатор  $Tr$  в аппаратах всех типов имеет три обмотки; кроме того, на его сердечнике намотана проволока с сопротивлением 300 Ом, образующим балансный контур противоместной схемы. Данные трансформатора приведены в табл. 78.

Данные о звонке и номеронабирателе, применяемых в этих аппаратах, указаны в табл. 79 и 80.

Таблица 78  
Трансформатор унифицированного телефонного аппарата ЦБ-АТС

Обмотки трансформатора	Сопротивление обмотки в Ом	Число витков	Число проволок в мм	Материал и изоляция проволоки
I	37	1 400	0,18	Медь эмалированная
II	31	930	0,18	То же
III	75	880	0,12	»
Сопротивление балансного контура	300	125	0,1	Константан, эмаль

Примечание. Сердечник катушки — листовая трансформаторная сталь толщиной 0,35 мм.



Фиг. 80. Принципиальная схема унифицированного телефонного аппарата ЦБ-АТС

Таблица 79

Звонок телефонного аппарата ЦБ-АТС

Число катушек	Сопротивление каждой катушки в Ом	Число витков	Число проволок в мм	Изоляция	Индуктивность звонка при 15—20 гу в Гн	Средняя мощность в Вт
2	380	500	0,12	Эмаль	2,5	0,075

Примечание. Звонок должен давать отчетливый акустический сигнал при напряжении источника тока 50 В,  $f = 15 \div 20 \text{ гц}$ , через омическое сопротивление 15 000 Ом.

Таблица 80

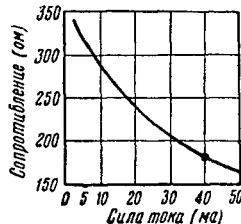
Номеронабиратель телефонного аппарата ЦБ-АТС

Скорость диска	Коэффициент номеронабирателя — отношение размыкания к замыканию	Регулировка номеронабирателя
10 импульсов в сек. $\pm 1$ импульс	$1,5 \pm 0,15$	Контактное давление от 45 до 55 г

Примечание. При размыкании люфт между контактами должен быть не менее 0,25 мм, а вертикальный люфт червяка (вдоль оси) — не более 0,1 мм; при заводе диска от нуля до упора усилие должно быть не более 180 г, а при заводе от единицы — не более 118 г.

Микрофон в аппаратах применён капсульного типа ЦБ-5. Вес угольного порошка во всех шести секциях микрофона равен 0,27 г. От попадания сыпучей капсуль предохраняется наложением непосредственно на угольную мембрану станиоля, зажимаемого кольцом, предварительно смоченным в горячем растворе из 80% канифоли и 20% воска. Ток питания микрофона составляет от 8 до 22 ма (в среднем 15 ма) в зависимости от сопротивления абонентского шлейфа. Динамическое сопротивление микрофона при частоте 800 гц и звуковом давлении  $p = 20$  б в зависимости от протекающего постоянного тока дано на фиг. 81.

Статическое сопротивление, измеренное постоянным током при вертикальном положении капсуля, колеблется в пределах от 150 до 250 ом.



Фиг. 81. Зависимость динамического сопротивления микрофона ЦБ-5 от тока питания

Телефон в аппаратах ЦБ устроен так же, как и в телефонных аппаратах МБ. Конструкция аппаратов допускает переделку аппаратов обоих типов из настольных в стенные и наоборот.

Настольный аппарат можно переделать в стенной поворотом на 180° съёмной подушки с держателем микрофона, стержень же переключателя с держателем микрофона переставляют из отверстия на подушке в отверстие на её боковой поверхности.

Аппарат ЦБ-АТС обеспечивает нормальный приём и передачу речи по линии, имеющей затухание до 3,5 неп, и приём вызова по линии с сопротивлением до 10 000 ом.

Входное сопротивление аппарата при частоте 800 гц (при снятом микротелефоне):

$$Z_{\text{вх}} = 425 \text{ е}^{i\varphi 30}.$$

Телефонные аппараты ЦБ-РТС в ЦБ-АТС завод ВЭФ выпускает следующих типов:

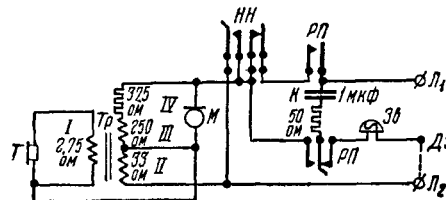
- ВЭФ. 360. 101 и ВЭФ. 411 10. 01 — настольный ЦБ-РТС (первый с металлическим основанием, а второй с пластмассовым);
- ВЭФ. 240. 50/2 — стенной ЦБ-РТС (изготавливается только по заказу);
- ВЭФ. 360. 00 — настольный ЦБ-АТС (с металлическим основанием);
- ВЭФ. 360. 003 — настольный ЦБ-АТС (с пластмассовым основанием);
- ВЭФ. 240. 50/1 — стенной ЦБ-АТС (изготавливается только по заказу).

На фиг. 82 приведена принципиальная схема телефонного аппарата ЦБ-АТС завода ВЭФ.

Аппарат смонтирован по противоместной схеме; конденсатор  $K$  ёмкостью 1 мкф и сопротивление 50 ом при снятой трубке используется в качестве искрогасительного контура к импульсному контакту номеронабирателя.

Аппараты ВЭФ обеспечивают: 1) нормальный приём и передачу речи по линиям с затуханием до 3,5 неп; 2) приём вызова по линии, имеющей сопротивление до 10 000 ом.

Телефонные аппараты типа ТАН. Телефонный аппарат типа ТАН-5 (У. 411. 12. 00), являющийся новейшим типом отечественного телефонного аппарата,

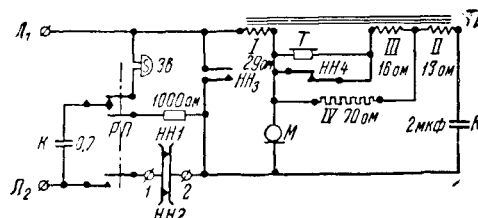


Фиг. 82. Принципиальная схема телефонного аппарата ЦБ-АТС завода ВЭФ

смонтирован по противоместной схеме (фиг. 83) и предназначается для включения в абонентские линии АТС любой системы. Детали аппарата монтируются на металлическом основании и закрываются пластмассовым кожухом.

В аппарате используют капсули: микрофонный МК-10-ЦБ-Т и телефонный типа ТК-47. Телефонный капсуль типа ТК-47, применяемый в аппарате, позволяет воспроизводить полосу частот от 300 до 3 000 гц. Ток питания микрофона составляет в среднем 20—28 ма.

Номеронабиратель аппарата имеет восемь контактных пружин, из которых две (НН<sub>4</sub>)



Фиг. 83. Принципиальная схема телефонного аппарата ТАН-5

предназначены для шунтирования телефона во время набора номера, что исключает появление в телефоне щелчков.

Аппарат типа ТАН-5 обеспечивает нормальную передачу и приём речи по линии с затуханием до 4 неп и приём вызова по линии с сопротивлением до 10 000 ом.

Другим новым типом телефонного аппарата является аппарат типа ТАН-6, устроенный в основном одинаково с аппаратом типа ТАН-5 и предназначенный для включения в абонентские линии ручных телефонных станций.

Данные о микрофонных и телефонных капсулях, а также обмотках телефонных катушек, применяемых в аппаратах ЦБ и ЦБ-АТС, приведены в табл. 81—83.

Микрофонный капсуль типа ВЭФ сверху мембраны имеет защитную решётку. Защитную решётку и угольную мембрану закрепляют зажимным кольцом. Нормальная засыпка угольного порошка равна 0,5 г. Капсуль предназначен для работы с относительной влажностью 65—80% при  $t$  от 1 до 40°C.

Телефонный капсюль представляет собой электромагнитную систему, размещённую в корпусе из пластмассы и состоящую из двух магнитных полуколец из сплава «Альни» и полюсных наконечников из сплава «Пермалой», на которые надеты телефонные катушки и мембраны из трансформаторной стали.

Таблица 81  
Микрофонные капсюли ЦБ

№ по каталогу	Тип капсюля	Величина тока питания в мА	Сопротивление капсюля в вертикальном положении в Ом
631.50.11	ЦБ-Б	15	90—240
У.560.10.00	МК-10-ЦБ-Т	20—25	65—140
У.560.10.00	МК-10-ЦБ-У	15	100—300
ВЭФ 365.500	ВЭФ	20	200—500

Примечание. Динамическое сопротивление капсюля МК-10 определено при воздействии звука речевого спектра или частотой 1 000 гц при давлении у среза рупора в 10—15 б.

Таблица 82  
Телефонные электромагнитные капсюли

№ по каталогу	Тип капсюля	Сопротивление обмоток капсюля постоянному току в Ом	Модуль полного сопротивления капсюля при частоте 1 000 гц в Ом	Обеспечение нормальной слышимости при шуме в 50—60 дб и при заглушении линии в неп
У.562.00.08	ТК-47	64	200—300	4
631.70.02	ТАИ	130	500—600	5

Таблица 83  
Сопротивление обмоток телефонных катушек

Сопротивление катушек постоянного току в Ом	Модуль полного сопротивления при частоте 1 000 гц в Ом	Применяется в аппаратах типа
150	550—600	ЦБ и АТС-ВЭФ
120	550—600	МБ, ЦБ и ЦБ-АТС
64	240—300	ТАН-5 и ТАН-6*
2 000	9 500	Специального назначения

\* В телефонном капсюле типа ТК-47.

Микротелефонные трубки. Корпус современных микротелефонных трубок изготавливают из пластмассы.

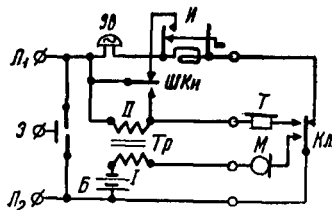
Сопротивление изоляции между металлическими частями микротелефона составляет не менее 100 мгом. В микротелефонных трубках телефонных аппаратов применяют мишурный микротелефонный шнур в бумажной оплётке марки ШТРО, а в трубках специального назначения шнур марки ШТРШ. Длина шнур нормально равна 1 250 мм.

## ПЕРЕНОСНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ АППАРАТЫ

Переносные телефонные аппараты МБ выпускают с индукторным или фоическим вызовом. Аппараты, предназначенные для включения в цепи поездной диспетчерской связи, изготавливают без приборов вызова, так как в этом случае вызов с одной и с другой стороны производится голосом.

Переносные аппараты вместо обычных рычажных переключателей имеют микротелефонные трубки с клавишами для включения разговорных приборов. Для удобства переноски аппараты монтируют в деревянных или пластмассовых ящиках, где помещаются и элементы для питания микрофона; к ящику прикрепляется плечевой ремень.

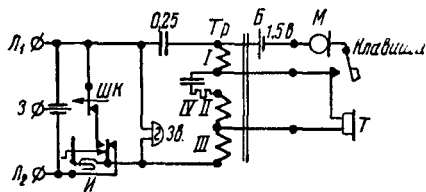
Переносные телефонные аппараты с индукторным вызовом. До 1942 г. выпускались аппараты типа УНАИ-28 и УНАИ-31. Схема аппарата типа УНАИ-31 представлена на



Фиг. 84. Принципиальная схема телефонного аппарата УНАИ-31

фиг. 84. При нажатии клавиши КЛ производится выключение вызывной и включение разговорной частей аппарата, а при нажатии кнопки ШКн шунтируется вторичная обмотка трансформатора Тр при разговоре; при послышке вызова в этом случае включается звонок для контроля прохождения вызова.

В новом аппарате типа УНАИ-42 применена противоместная схема (фиг. 85), причём би-



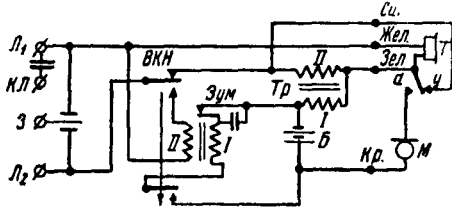
Фиг. 85. Принципиальная схема телефонного аппарата УНАИ-42

филярная обмотка IV автотрансформатора и конденсатор ёмкостью 0,25 мкф образуют балансный контур. В аппарате применён микрофон с низкоомным угольным порошком; для питания микрофонной цепи требуется один элемент.

Переносные телефонные аппараты с фоическим вызовом. До 1942 г. выпускались аппараты типа УНАФ-31 (52.200.06). Схема аппарата представлена на фиг. 86. При нажатии кнопки происходит посылка фоического вызова от зуммера Зум. Приёмником вызова служит телефон. Для питания микрофонной цепи и зуммера требуются два

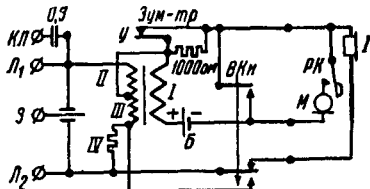
сухих элемента. Клемма *КЛ* служит для включения аппарата в телеграфный провод через конденсатор.

С 1942 г. выпускается аппарат типа УНАФ-42 м. В этом аппарате применена противоместная схема (фиг. 87); зуммерный транс-



Фиг. 86. Принципиальная схема телефонного аппарата УНАФ-31

форматор, имеющий три обмотки, является одновременно и телефонным трансформатором. Данные о трансформаторе приведены в табл. 84.



Фиг. 87. Принципиальная схема телефонного аппарата УНАФ-42 м

Таблица 84

Трансформаторы переносных телефонов

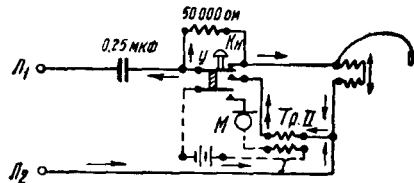
Обмотка	Сопротивление обмотки в ом	Число витков обмотки	Марка проволоки и её диаметр в мм
I	1,85	273	ПЭ-0,41
II	72	1 300	ПЭ-0,17
III	31	500	ПЭ-0,17
IV	655		Бифилярная, константановая проволока диаметром 0,07 мм

В аппарате микрофон применён с низкоомным угольным порошком; для питания микрофона требуется один сухой элемент. Клемма *КЛ* служит для той же цели, что и в аппарате УНАФ-31.

Переносный телефонный аппарат применяется для включения в цепь поездной диспетчерской связи. Аппарат предназначен для связи главного кондуктора остановившегося на перегоне поезда с диспетчером. Схема аппарата представлена на фиг. 88.

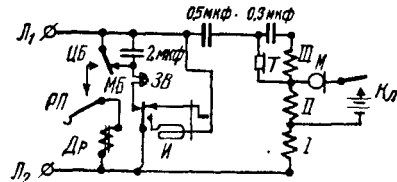
Кнопка *Кн* служит для включения микрофона при разговоре (разговорный ток через 50 000 ом ответвляется в свой телефон для контроля). Конденсатор ёмкостью 0,25 мкФ служит для уменьшения вызывных токов, ответвляющихся в телефон. В аппарате приме-

няется головной телефон. Для питания микрофонной цепи требуется батарея из двух сухих элементов.



Фиг. 88. Принципиальная схема телефонного аппарата для включения в цепь поездной диспетчерской связи

Универсальный переносный телефонный аппарат МБ-ЦБ типа ЕЕ-101. Этот аппарат в отличие от других имеет рычажный переключатель и кнопку с надписью «ЦБ-МБ». Аппарат смонтирован по противоместной схеме, приведённой на фиг. 89.



Фиг. 89. Принципиальная схема телефонного аппарата типа ЕЕ-101

При включении аппарата по схеме ЦБ или МБ кнопка *ЦБ-МБ* должна быть переведена в соответствующее положение. Если аппарат включён по схеме ЦБ, то при снятии трубки линия замыкается на дроссель *Др* с сопротивлением 105 ом.

Телефон и микрофон в аппарате — капсюльного типа; индуктор трёхмагнитный, развивающий напряжение до 80—90 в; для питания аппарата применяются сухие элементы напряжением 3—4 в.

Детали аппарата монтируются в металлическом корпусе, помещаемом в кожаную сумку с плечевым ремнём.

Более подробные сведения о телефонных аппаратах см. [36, 37].

## РУЧНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СТАНЦИИ

### Телефонные номерники и телефонные станции системы МБ

Телефонные номерники обычно применяют для оборудования телефонных станций с числом абонентов до 85.

Типы номерников указаны в табл. 85.

В качестве вызывных и отбойных сигналов служат вызывные клапаны. Вызывные клапаны должны работать при сопротивлении абонентской линии, равном 1 000 ом.

Соединение абонентов производится при помощи шнуровых пар, у которых один штепсель имеет сплюснутую (тонкую) головку, чем обеспечивается использование одного из вызывных клапанов в качестве отбойного. Прин-

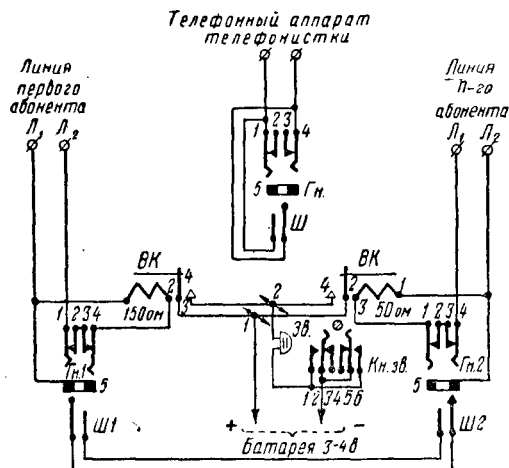
Таблица 85

## Номерники

№ по каталогу	Количество номеров	Количество шнуровых пар	Высота	Ширина	Глубина
555	4	2	305	200	105
558	8	3		200	
560	12	4		105	

ципиальная схема номерника приведена на фиг. 90.

Питание номерника производится от батареи с напряжением 3—4 в, которую рекомендуется составлять, например, из четырёх элементов типа КС-МВД ёмкостью 120 а·ч.



Фиг. 90. Принципиальная схема номерника

Максимальная величина тока, потребляемого номерником, составляет 80—100 ма; суточный расход тока равен около 1 а·ч.

При номернике устанавливаются индукторный телефонный аппарат МБ и стационарные предохранительные устройства в соответствии с ёмкостью номерника (по каталогу № 723 — на 10 линий или № 724 — на 15 линий).

## Телефонные коммутаторы системы МБ×2

Телефонные коммутаторы системы МБ×2 изготовляют следующих типов:

- 1) стенные ёмкостью 20 и 30 номеров;
- 2) настольно-стенные ёмкостью 30 номеров;
- 3) напольные двухпанельные различной ёмкости (табл. 86).

Напольные коммутаторы системы МБ×2 монтируют в деревянных корпусах на одно рабочее место. Размеры двухпанельного коммутатора: 1595 × 646 × 665 мм.

Принципиальная схема двухпанельного коммутатора системы МБ×2 представлена на фиг. 91.

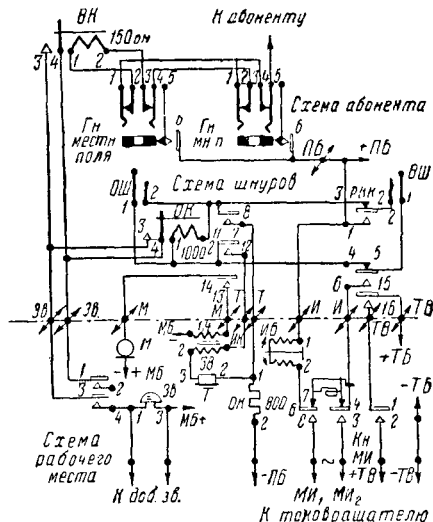
Таблица 86

## Типы коммутаторов системы МБ×2

Тип коммутатора	Количество абонентских линий	Количество соединённых линий	Количество шнуровых пар
Стенной*	20 и 30	—	8
Настольно-стенной*	30	—	8
Напольный-двухпанельный:			
» 50 номеров	50	—	10
» 100 »	100	—	18
» 53 номера	50	3	10
» 105 номеров	100	5	18
» 110 »	100	10	18
» 120 »	100	20	18

\* Вызывной клапан должен работать от переменного тока с напряжением 50 в и частотой 16 гц через сопротивление абонентской линии 2 000 ом.

В качестве индивидуальных сигналов вызова и отбоя служат соответственно вызывные и отбойные клапаны. Для посылки вызова на коммутаторе установлен ручной индуктор; кроме того, предусмотрены клеммы для подключения машинного индуктора или токовращателя (кнопка МИ). Для контроля посылки индукторного вызова устанавливается



Фиг. 91. Принципиальная схема коммутатора МБ×2

индукторный бленкер. Данные о вызывных и отбойных клапанах и индукторных бленкерах приведены в табл. 87.

Состав оборудования телефонной станции системы МБ×2 с одним двухпанельным коммутатором приведён в табл. 88.

В табл. 89 приведены данные о марках и ёмкостях кабелей, необходимых для монтажа телефонной станции МБ×2; на фиг. 92 показана скелетная схема кабельной проводки указанной станции.



Вызывные и отбойные клапаны

Таблица 87

Наименование прибора	№ по каталогу ВЭСО	Данные обмотки			Индуктивность в гн		Чувствительность в ма	
		сопротивление постоянному току в ом	число витков	диаметр проволоки в мм	при 15 гц и токе 15 ма	при 800 гц и токе 0,1 ма	при постоянном токе	при переменном токе
Вызывной клапан	3 700	50	3 000	0,2	0,4	0,12	25	19
»	3 711	150	4 060	0,14	1,0	0,3	12	9
Вызывной или отбойный клапан	3 760 и 3 750	1 000	11 100	0,1	19	3	6	3
Отбойный клапан	3 770	2 000	15 500	0,08	35	4	3	2
Индукторный бленкер	3 791	2×30	2×1 600	0,2	0,26	0,12	8	7

Примечание. Катушки отбойного клапана в стальном чехле.

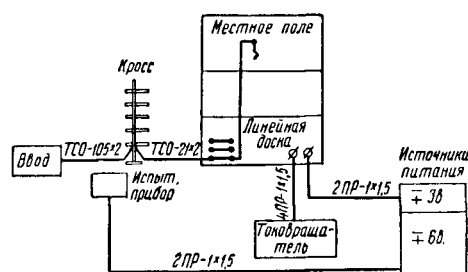
Таблица 88

Оборудование телефонной станции системы МБ с одним двухпанельным коммутатором

Наименование оборудования	№ по каталогу	Количество
Коммутатор двухпанельный, МБ×2, завода «Красная заря»	7 166	1 на 100 номеров
Главный щит переключений (выбирается по ёмкости станций+запас 25%)	—	1 на станцию
Прибор для испытания линий завода «Красная заря»	1 890	То же
Батарея из 5—6 элементов КС-МВД для токовращателя и испытательного прибора	—	1
Батарея для питания микрофона гарнитуры телефонистки из четырёх сухих элементов КС-МВД	—	1
Гарнитура телефонистки завода «Красная заря»	638	5 комплектов
Вводный щиток для дальних линий	—	1
Батареинный шкаф	—	1
Телефонные аппараты индукторные завода «Красная заря»	Настольные, стенные	По числу абонентов

Примечание. Наибольшая величина тока, потребляемого коммутатором, составляет 80—100 ма.

На железнодорожном транспорте СССР коммутаторы системы МБ×2 с многократным полем не устанавливаются, так как коммутаторы системы МБ×2 применяют лишь на телефонных сетях небольшой ёмкости.



Фиг. 92. Скелетная схема кабельной проводки телефонной станции системы МБ×2

Из новых телефонных коммутаторов системы МБ, выпускаемых нашей промышленностью, на железнодорожном транспорте могут найти применение коммутаторы типа МБ-10Т ёмкостью 10—20 номеров, типа МБ-30-4 ёмкостью 30—40 номеров и МБ×2 на 100—120 номеров с возможностью включения двух междугородных линий. Данные этих коммутаторов см. [28].

Более подробные сведения о коммутаторах системы МБ×2 см. [11, 28].

Таблица 89

Марки и ёмкости кабелей, необходимых для монтажа телефонной станции МБ×2

Участок проводки		Марка и ёмкость кабеля
от	до	
Ввод	Кросс	ТСО-105×2
Кросс	Линейная доска коммутатора	ТСО-21×2
Испытательный прибор	Источники питания	2ПР-1×1,5
Токовращатель	Линейная доска коммутатора	4ПР-1×1,5
Источник питания	То же	2ПР-1×1,5

Телефонные станции системы ЦБ×2

**Телефонные станции системы ЦБ×2Бл.**  
Двухпанельный коммутатор системы ЦБ×2Бл, рассчитанный на одно рабочее место, применяется на сетях с числом абонентов до 100—200. Ёмкость местного поля коммутатора равна 100 номерам, из которых: 80 номеров предназначены для включения линий абонентов ЦБ, 5 номеров для включения линий ближних абонентов МБ, 5 номеров для включения линий удалённых абонентов МБ и 10 номеров для включения входящих и двусторонних соединительных линий. Число шнуровых пар в коммутаторе равно 18. На фиг. 93



Т а б л и ц а 92

## Бленкеры

Тип бленкера	№ по каталогу ВЭСО	Обмотка			Индуктивность в гн		Чувствительность в ма	
		сопротивление постоянному току в ом	число витков	диаметр проволоки (марка ПЗ) в мм	при 15 гн и токе 5 ма	при 800 гн и токе 0,1 ма	при постоянном токе	при переменном токе
Вызывной бленкер . . . . .	3 731	500	8 350	0,1	4,2	1,6	10	—
Бленкер занятости . . . . .	—	2 000	14 000	0,07	—	—	7	—
Вызывной или отбойный бленкер с удерживающей обмоткой	—	1 000	8 200	0,07	—	—	—	12
То же . . . . .	—	250	3 300	0,10	—	—	24	—

В качестве машинного индуктора применяют пятимагнитный индуктор, соединённый посредством муфты или ремённой передачи с мотором мощностью от 60 до 90 *вт*. Машинный индуктор обеспечивает одновременную посылку до 10 вызовов при 900 оборотах якоря индуктора в минуту (частота вызывного тока 15 *гц*).

В табл. 92 приведены данные о бленкерах, применяемых в коммутаторе типа ЦБ × 2Бл. В табл. 93 перечислено оборудование телефонной станции с одним коммутатором системы ЦБ × 2Бл.

На фиг. 94 представлена скелетная схема кабельной проводки на станции ЦБ × 2Бл, на которой указаны марка и ёмкость применяемых для монтажа кабелей.

Т а б л и ц а 93

## Оборудование телефонных станций ЦБ × 2Бл

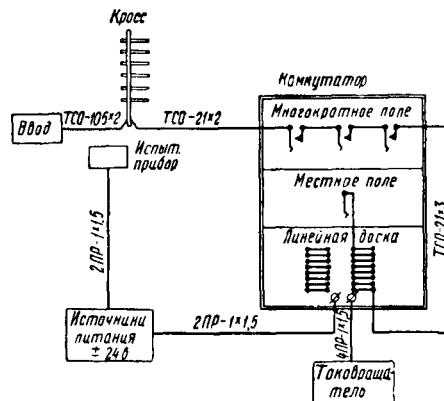
Наименование оборудования	№ по каталогу	Количество
Коммутатор системы ЦБ × 2Бл . . . . .	6206Б	1 на 100 номеров
Прибор для испытания линий ЦБ . . . . .	1891	1 на станцию
Сигнальный номерник на 5 сигналов . . . . .	5820022	1 на 5 полос
Гарнитура телефонистки . . . . .	636/637	5 на рабочее место
Токовертатель . . . . .	500	1 на 4 коммутатора
Трансформатор вызывного тока . . . . .	625 или 626	1 на станцию
Телефонные аппараты: стенные . . . . .	5150006	По потребности
настольные . . . . .	5150007	То же

Примечание. Щит переключений (крес) подбирают по ёмкости станции + резерв 25 %.

Размеры коммутатора: 1 595 × 646 × 665 *мм*.

**Телефонные станции системы ЦБ × 2л.** Коммутаторы системы ЦБ × 2л применяют на железнодорожном транспорте СССР на малых сетях при количестве абонентов до 100—200. Коммутатор системы ЦБ × 2л пред-

ставляет собой двухпанельный коммутатор с вызывными и отбойными лампами накаливания, рассчитанный на одно рабочее место. Распределение ёмкости местного поля рассчитано так же, как и в коммутаторе системы ЦБ × 2Бл. Для работы коммутатора требует-



Фиг. 94. Скелетная схема кабельной проводки телефонной станции системы ЦБ × 2Бл

ся постоянный ток при напряжении 24 *в*. Максимальная величина тока, потребляемого коммутатором, составляет около 1,6 *а*; в сутки на один коммутатор требуется 9,6 *а-ч*. Источники вызывного тока применяются такого же типа, как и при коммутаторах системы ЦБ × 2Бл.

Принципиальная схема коммутатора ЦБ × 2л приведена на фиг. 95.

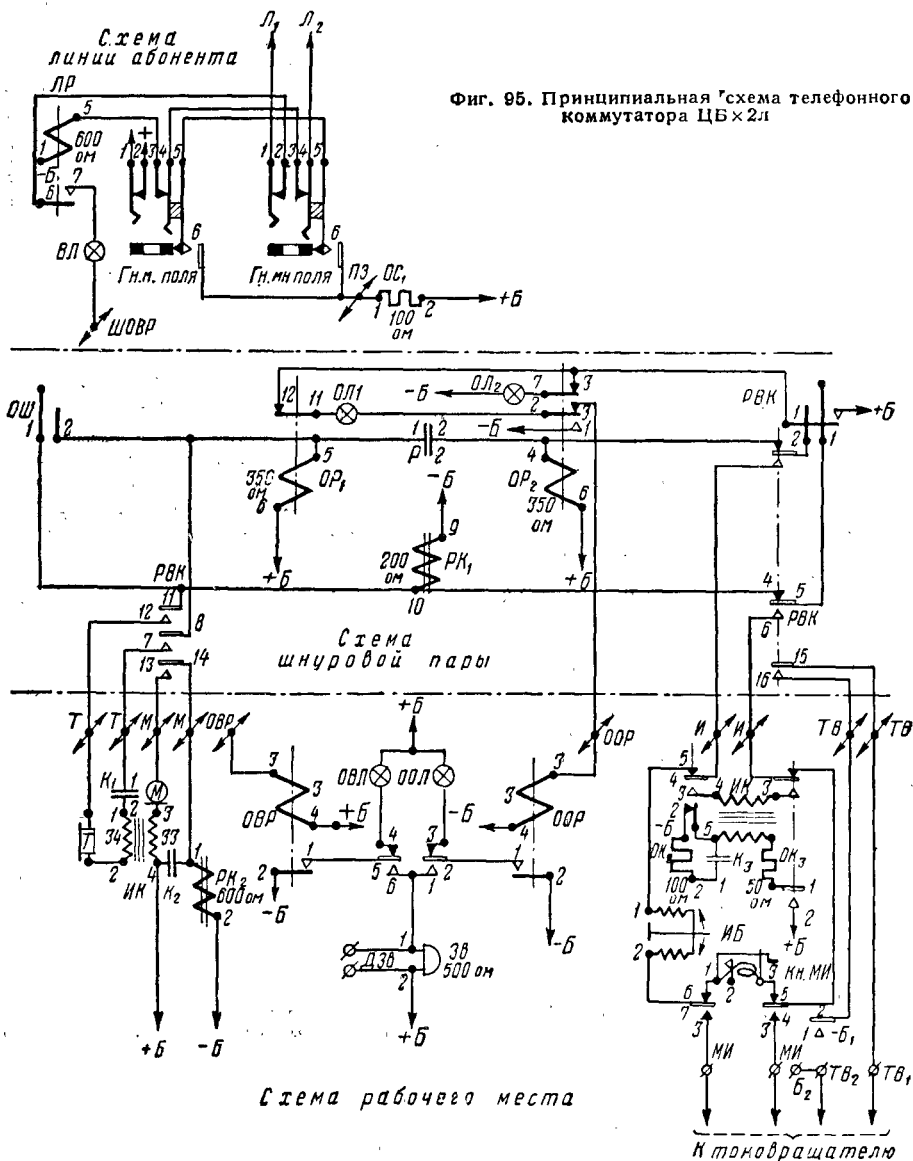
Данные об обмотках и регулировке реле коммутаторов системы ЦБ × 2 указаны в табл. 94.

Скелетная схема кабельной проводки станций ЦБ × 2л дана на фиг. 96.

В состав оборудования телефонных станций системы ЦБ × 2л, кроме оборудования, указанного в табл. 93, входит ещё статив линейных реле размерами 1 560 × 430 *мм*.

Размеры коммутатора такие же, как и коммутатора системы ЦБ × 2Бл.

Коммутаторы ЦБ × 2л получили широкое распространение благодаря простоте схемы, сложности эксплуатации и дешевизне оборудования.

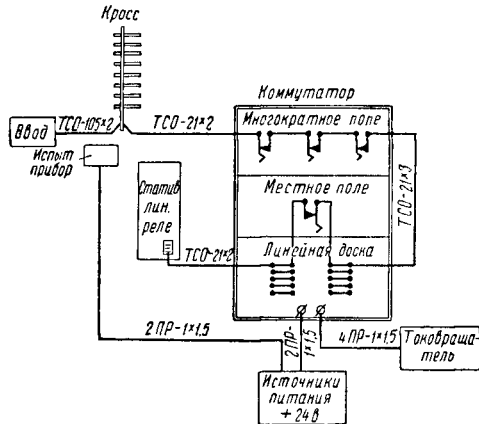


Обмотки и регулировка реле коммутатора системы ЦБ×2

Таблица 94

Наименование реле	Обмотка		число витков	Контактная группа		Якорный штифт отгибания в мм	Притяжение при токе в ма	Схема реле
	диаметр проволоки в мм	сопротивление в ом		№	давление рабочей пружины в г			
ОВР и ООР . . . . .	0,59	3	1 000	1	15—20	0 1	70	284.10.07
ЛР . . . . .	0,15	500	11 300	1	20	0,2	10	284.25.30
ОР2 . . . . .	0,18	350	10 400	14—2	10	0,1	8	284.35.83
ОР1 . . . . .	0,18	350	10 400	2	10	0,1	8	284.46.70
ЛР . . . . .	0,13	600	11 200	1	20	0,1	8	284.46.69
ОР2 . . . . .	0,18	350	10 100	14—2	15—20	0,1	7,8	284.46.70
ОР1 . . . . .	0,18	350	10 100	2	15—20	0 1	7,8	284.46.70
Индукторные реле	0,14	950	16 700	1	10	0,2	8	284.45.36
ШР . . . . .	0,16	350	9 350	2	15	0,1	8	284.20.23
»	0,18	350	11 400	2—14	10	0,1	8	284.20.23
МРЦ (тип 900) . . . . .	0,1	330	500	1	30	—	9,5	—

В 1940 г. телефонный завод «Красная зоря» провёл модернизацию коммутатора. При модернизации коммутатора типизировано его оборудование по назначению, улучшен режим работы приборов в схемах, унифицированы схемы соединительных линий и внесены конструктивно-монтажные улучшения.



Фиг. 96. Скелетная схема кабельной проводки телефонной станции ЦБ×2л

В настоящее время после проведённой модернизации изготавливают два типа коммутаторов: ЦБ×2У — для учреждений телефонных сетей (УРТС) образца 1947 г. и ЦБ×2Г — для городских телефонных сетей.

Абоненты УРТС имеют возможность соединения с абонентами других учреждений или городских станций путём сквозного набора номера АТС со стороны УРТС, а также с междугородными абонентами (через ГТС).

Станции УРТС разделяются на станции без многократного поля с коммутатором для индивидуального включения и станции с многократным полем.

Ёмкость этих станций приведена в табл. 95.

Для питания коммутатора требуется источник постоянного тока напряжением 24 в и источник вызывного тока напряжением 60—80 в, частотой 15—50 гц.

Принципиальная схема коммутатора УРТС со сквозным набором приведена на фиг. 97.

Для связи с другими УРТС и городскими телефонными станциями в коммутаторе имеются комплекты исходящих и входящих соединительных линий.

Таблица 95

Ёмкость телефонных станций типа УРТС

Тип станции	Количество коммутаторов	Местное поле				Монтируемая ёмкость многократного поля	
		общее количество номеров абонентских линий	в том числе			абонентских линий	исходящих соединительных линий
			входящих соединительных линий	исходящих соединительных линий			
I	1	116	110	6	6	—	—
II	3	360	330	18	1	330	30
III	5	600	550	24	—	550	30

Для комплектов соединительных линий коммутаторов системы ЦБ×2У выбрана такая схема, которая позволяет включить противоположный конец соединительной линии в абонентский комплект телефонной станции любой системы.

Принципиальные схемы исходящей и входящей соединительных линий коммутатора системы ЦБ×2У к станции любой системы и обратно приведены на фиг. 98 и 99 соответственно.

По соединительным линиям коммутатора системы ЦБ×2У обеспечено получение полного отбоя от местного абонента. На встречной станции отбой отмечается с момента снятия на станции с коммутатором системы ЦБ×2У штепселя из гнезда соединительной линии. Схема не допускает возможности установления сквозных соединений между соединительными линиями.

При модернизации коммутатора системы ЦБ×2 линейные реле нормального типа были заменены малогабаритными реле типа МРЦ, реле шнуровой пары — реле типа 300, а все прочие реле коммутатора (рабочего места и соединительных линий) — реле типа 100.

Коммутатор системы ЦБ×2У монтируют в деревянном двухпанельном корпусе такого же размера, как и коммутатор системы ЦБ×2Бл. Реле линейные, шнуровые и рабочего места монтируются внутри корпуса коммутатора.

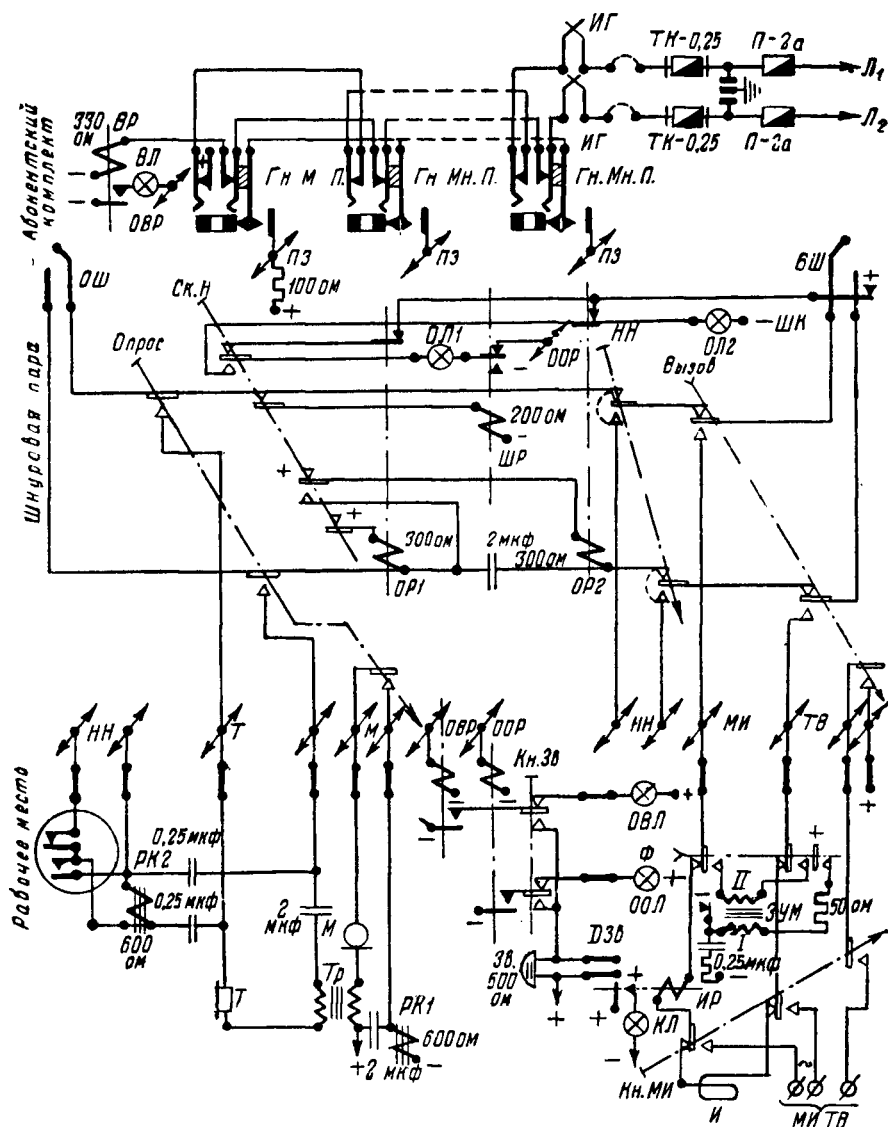
Реле соединительных линий размещают на отдельном стативе, имеющем размеры 1 560 × 430 мм.

Оборудование станций типа УРТС приведено в табл. 96.

Таблица 96

Оборудование телефонной станции типа УРТС

Тип стан- ций	Общее количе- ство номеров	Количество комму- таторов В.312.00.01	Количество дополнительного оборудования						
			щит переключений		сигнальный номерник В.42.00.66 на 10 сигналов	испытательный прибор ЦБ 052. 02.92	вызывное уст- ройство В.559.00.25	вводные короб- ки В. 319.00.02	комплект запас- ных частей В. 443.00.05
			В. 318.00.01	443.50.47					
I	116	1	1	1	1	1	1	1	1
II	360	3	1	3	1	1	2	2	1
III	600	5	1	5	1	1	2	2	5



Фиг. 97. Принципиальная схема коммутатора УРТС

### Телефонные коммутаторы системы ЦБ×3×2

**Основные характеристики.** Телефонные коммутаторы системы ЦБ×3×2 предназначены для организации местной телефонной связи в крупных железнодорожных узлах. Детали коммутаторов монтируют в двухпанельных корпусах на одно рабочее место. Число шнуровых пар в коммутаторе равно 18.

Телефонные станции местной связи, оборудуемые коммутаторами системы ЦБ×3×2, выпускаются двух типов:

- станции без многократного поля из 1—2 коммутаторов;
- станции с многократным полем из 3—6 коммутаторов.

Основные данные о станциях обоих типов приведены в табл. 97.

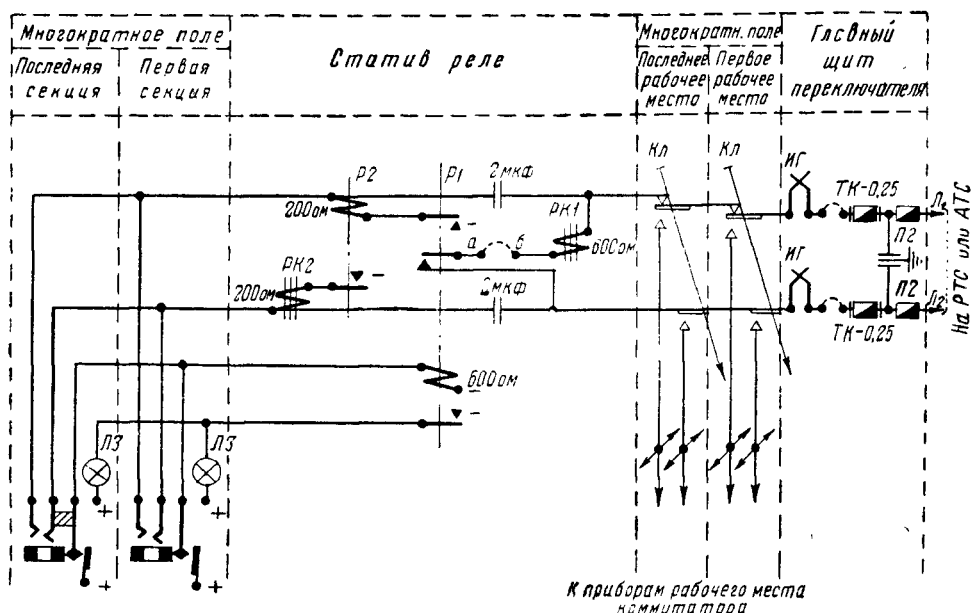
В коммутаторах с многократным полем последнее монтируется по четырехпанельной системе с анексами.

Для питания коммутатора требуется постоянный ток при напряжении 24 в. Наибольший ток, потребляемый коммутатором, составляет около 3,25 а. В сутки на один коммутатор требуется 20 а·ч. В качестве источников вызывного тока пользуются токовраща-лем, вызывным трансформатором или машинным индуктором.

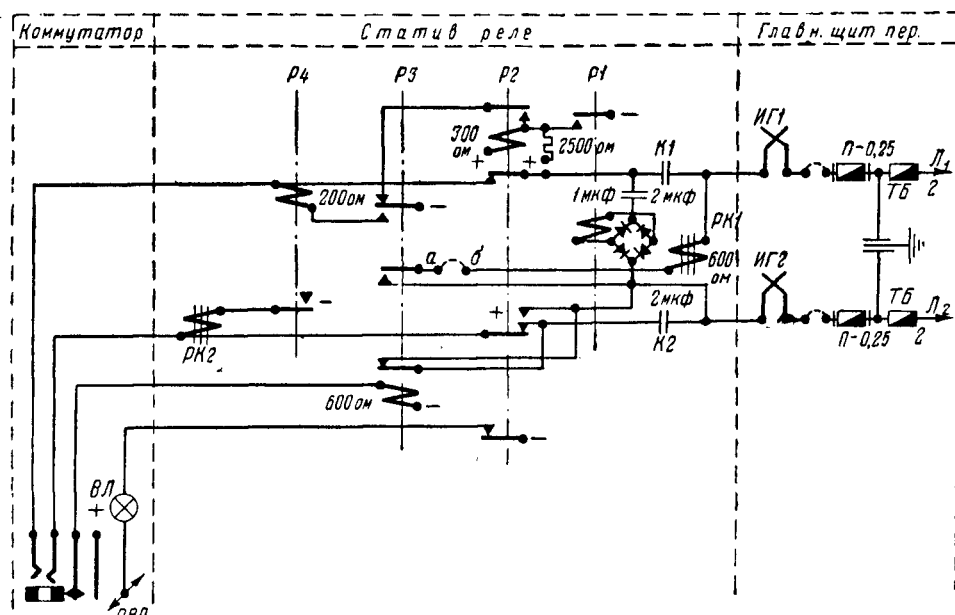
Принципиальная схема коммутатора системы ЦБ×3×2 приведена на фиг. 100.

Технические данные о деталях к схеме коммутатора ЦБ×3×2 приведены в табл. 98.

Заводы МПС изготовляют телефонные коммутаторы системы ЦБ×3×2 с универсальными схемами соединительных линий.



Фиг. 98. Принципиальная схема исходящей соединительной линии от коммутатора ЦБх2У к станции любой системы



Фиг. 99. Принципиальная схема входящей соединительной линии к коммутатору ЦБх2У

Характеристика соединительных линий приведена ниже.

Состав оборудования телефонных станций с коммутаторами типа ЦБ  $\times 3 \times 2$  следующий:

## Станция типа I

Коммутаторы ЦБ  $\times 3 \times 2 - 1-2$  шт.

Стативы линейных реле — по одному на рабочее место.

Стативы шнуровых реле — по одному на каждые 2 коммутатора.

Микротелефонная трубка—одна на коммутатор.

## Станция типа II

Коммутаторы ЦБ  $\times 3 \times 2 - 3-6$  шт.

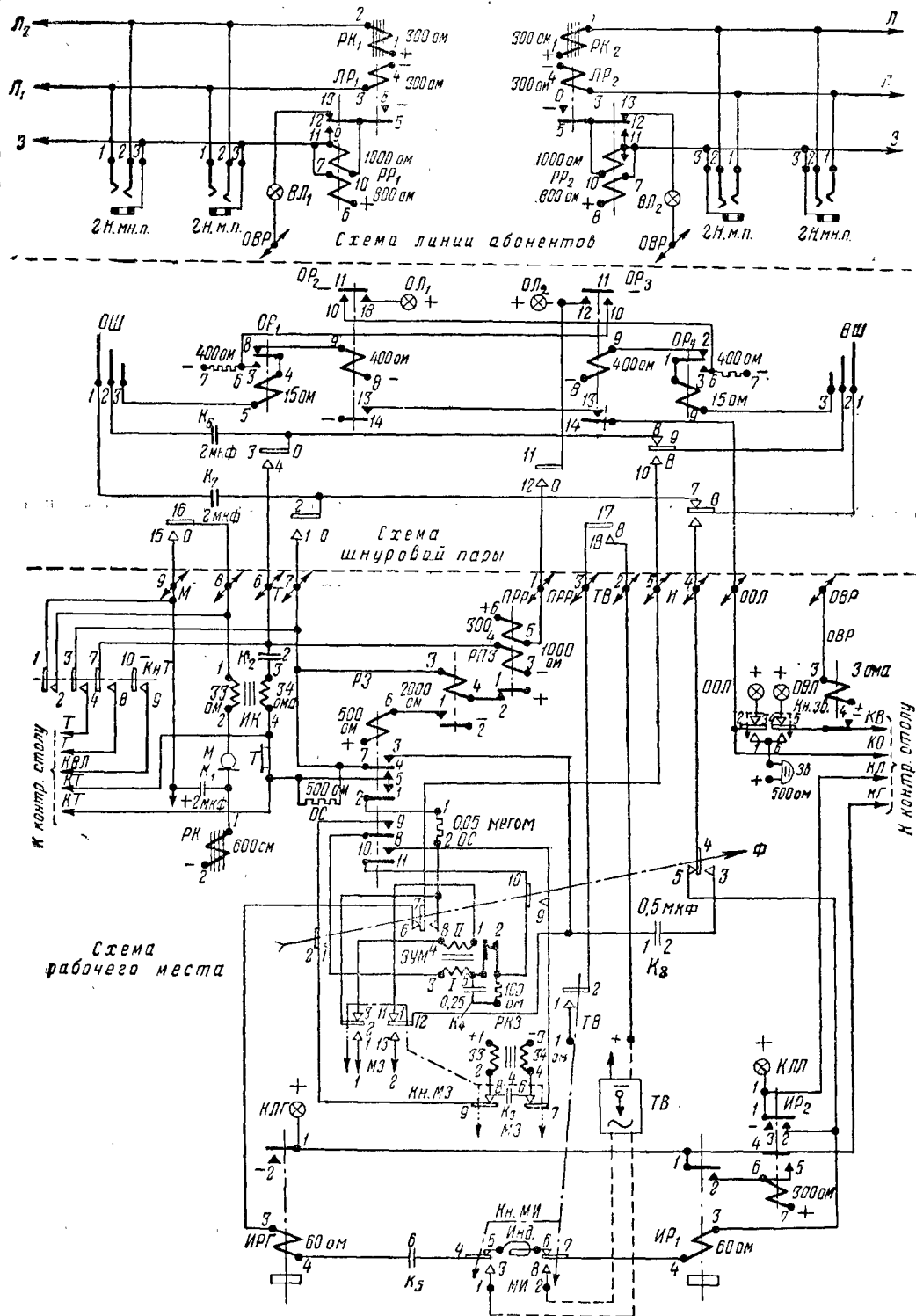
Стативы линейных реле—по одному на рабочее место.

Стативы шнуровых реле — по одному на каждые 2 коммутатора.

Микротелефонная трубка — по одной на коммутатор.

2—3 универсальных набора деталей для оборудования встречных коммутаторов.

Щиты переключений — с предельной ёмкостью примерно в 1,6—2 раза больше ёмкости, поставляемой станцией.



Фиг. 100. Принципиальная схема телефонного коммутатора системы ЦБ×3×2. Провод от машинного индуктора, идущий к контакту 8 кнопки МИ, имеет минус на токораспределительном щитке



Телефонные станции с коммутаторами системы ЦБ×3×2

Т а б л и ц а 97

Тип стан-ций	Количество комму-таторов	Местное поле				Количество ис-ходящих соеди-нительных ли-ний	Монтируемая ёмкость многократного поля		
		количество					абонентских линий	исходящих соединительных линий	заказных линий
		номеров в каждом коммута-торе	номеров на станции	абонент-ских линий	двусторон-них соеди-нительных линий				
				в каждом коммутаторе					
I	1—2	100	100—200	95	5	5	—	—	—
II	3—6	100	300—600	95	До 5 (по фактической потребности)	1	285—570 (из расчёта 95 номеров на один коммутатор)	До 30 (по фактической потребности)	5

Детали коммутатора системы ЦБ×3×2

Т а б л и ц а 98

Наименование прибора	Обозначение на схеме	Проволока		Число витков обмотки	Сопротивле-ние обмотки в ом
		марка	диаметр в мм		
Микротелефон:					
микрофон . . . . .	<i>М</i>	Микрофонный капсюль ЦБ № 5			
телефон . . . . .	<i>Т</i>	ПЭ;	0,1	800×2	60×2
зуммер . . . . .	<i>Зум</i>	ППЭ	0,41	350	2,7±0,4
		ППЭ	0,16	2 250	140—14
Звонок . . . . .	<i>Зв</i>	ПЭ	0,1	3 500×2	250±25
Катушки:					
реактивная . . . . .	<i>РК</i>	ПЭ	0,12	8 000	600±60
индукционная . . . . .	<i>ИК</i>	ППЭ	0,2	1 100	33+3
реактивная зуммера . . . . .	<i>РКЗ</i>	ППЭ	0,2	1 500	34+3
Индукторное реле:					
линии 2 . . . . .	<i>ИРЛ2</i>	ПЭ	0,19	9 800	300±30
линии 1 . . . . .	<i>ИРЛ1</i>	ПЭ	0,29	4 500	60±6
генератора . . . . .	<i>ИРГ</i>	—	—	—	—
Реле общезвонное . . . . .	<i>ОВР</i>	ПЭ	0,59	1 000	3±0,3
Пробное разделительное реле . . . . .	<i>ПРР</i>	ППЭ	0,1	1 300	1 000±10
		ППЭ	0,12	3 800	300±30
		ППЭ	0,12	24 600	2 000
Реле пробы занято . . . . .	<i>РПЗ</i>	ПЭ	0,14	12 100	600±60
Реле зуммера . . . . .	<i>РЗ</i>	ПЭ	0,15	10 000	400±40
Отбойное реле . . . . .	<i>ОР<sub>1</sub></i>	ПЭ	0,88	2 300	15±1,5
» . . . . .	<i>ОР<sub>2</sub></i>	ПЭШОК	0,15	—	400±10
Сопrotивление . . . . .	<i>400 ом</i>	ПЭ	0,15	10 000	400±40
Отбойное реле . . . . .	<i>ОР<sub>1</sub></i>	ПЭ	0,88	2 300	15±1,5
» . . . . .	<i>ОР<sub>2</sub></i>	ПЭШОК	0,15	—	400±40
Сопrotивление . . . . .	<i>400 ом</i>	ПЭ	0,12	10 300	600±60
Разделительное реле . . . . .	<i>РР<sub>1</sub></i>	ППЭ	0,11	9 500	1 000±100
Реактивная катушка . . . . .	<i>РК<sub>1</sub></i>	ПЭ	0,17	8 850	300±30
Линейное реле . . . . .	<i>ЛР<sub>1</sub></i>	ПЭ	0,17	8 850	300±30
Разделительное реле . . . . .	<i>РР<sub>1</sub></i>	ППЭ	0,12	10 300	600±60
		ППЭ	0,17	9 500	1 000±100
Реактивная катушка . . . . .	<i>РК<sub>1</sub></i>	ПЭ	0,17	8 850	300±30
Линейное реле . . . . .	<i>ЛР<sub>1</sub></i>	ПЭ	0,17	8 850	300±30
Сопrotивление . . . . .	<i>100 ом</i>	ПШДК	0,2	—	100±10
» . . . . .	<i>500 ом</i>	ПШДК	0,1	—	500±10
» . . . . .	<i>0,05 мгом</i>	Типа Каминского	—	—	0,05 мгом
Индуктор . . . . .	<i>ИНД</i>	Пятимагнитный	—	—	—
Отбойные лампы . . . . .	<i>ОЛ1, ОЛ2, ООЛ</i>	Коммутаторные лампы на 24 в			
Вызывные лампы . . . . .	<i>ВЛ, ОВЛ</i>	—			
Конденсатор . . . . .	<i>К<sub>1</sub></i>	Ёмкость 6 мкф, составлен из трёх конденсаторов типа БП-200-2П			
» . . . . .	<i>К<sub>2</sub></i>	Тип БП-200-0,25-П, ёмкость 0,25±0,025 мкф			
» . . . . .	<i>К<sub>3</sub></i>	Ёмкость 4 мкф, составлен из двух конденсаторов типа БП-200-2П			
» . . . . .	<i>К1, К2, К6 и К7</i>	Тип БП-200-2П, ёмкость 2+0,2 мкф			

Комплекты приборов защиты к кроссу — в количестве, на 40—50% больше ёмкости, поставляемой станции. Примерный план полей телефонной станции системы ЦБ×3×2 ёмкостью на 500 номеров показан на фиг. 101.

При составлении этого плана было принято, что на станции имеется по 25 входящих и исходящих соединительных линий и 5 заказных линий на междугородную телефонную станцию.



Таблица 99

Технические характеристики приборов комплекта реле исходящей соединительной линии

Характеристика	Обозначения реле и сопротивлений					
	P1	P2	P3	200 ом	P4	PK
№ катушек . . . . .	22 403	11 065	11 065	—	22 410	11 065
Сопротивление в ом . . . . .	100; 2 000	600	600	200	5	600; 4
Число витков . . . . .	4 100; 16 000	12 100	12 100	Константан, бифилярная обмотка	1 300	12 100
Марка провода . . . . .	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭШК	ПЭ	ПЭ
Диаметр провода в мм . . . . .	0,18; 0,10	0,14	0,14	0,20	1,5	0,14
Срабатывает при токе в ма . . . . .	36; 9	13	20	—	140	—
Не срабатывает при токе в ма . . . . .	—	—	—	—	120	—
Отпускает при токе в ма . . . . .	—	—	—	—	75—90	—
Якорный штифт в мм . . . . .	0,2	0,10	0,2	—	0,2	—
Ход якоря в мм . . . . .	0,7	0,7	0,7	—	0,7	—
Нагрузка якоря в г . . . . .	5—10	5—10	5—10	—	5—10	—
Контактное давление в г . . . . .	20	25	25	—	20	—
Давление свободной пружины в г . . . . .	5—10	5—10	5—10	—	5—10	—
Люфт между контактами в мм не менее . . . . .	0,3	0,3	0,3	—	0,3	—

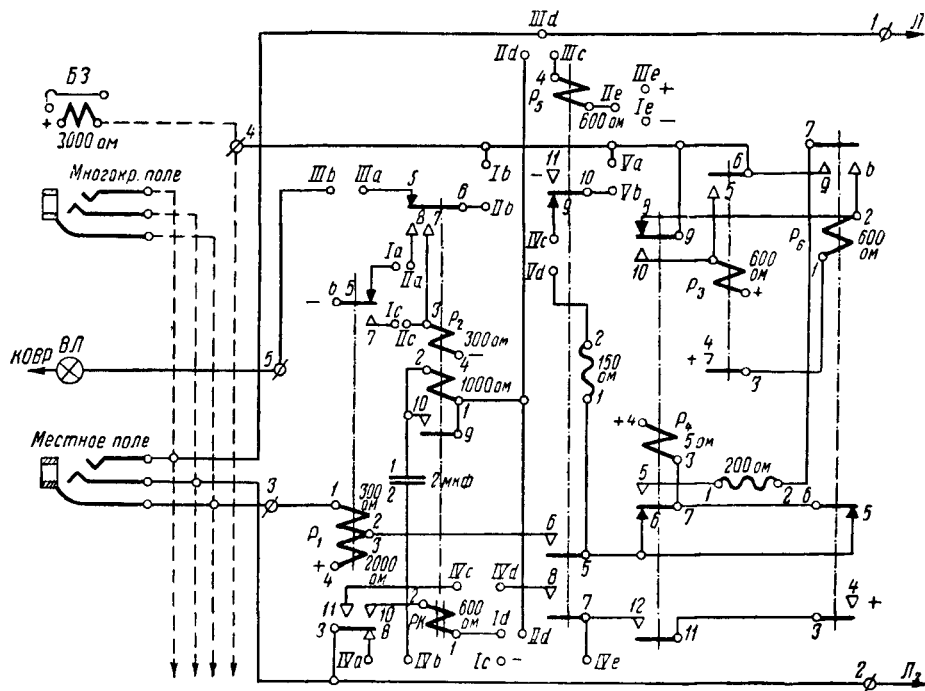


Схема перемычек между штифтами при:

	Входящей соединит. линии				Двухсторон. соединит. линии				Вход с/л при гор. РТС сист. ЦБ
	от АТС	от ЦБ*3*2	от ЦБ*2	от МБ*2	с ЦБ*3*2	с ЦБ*2	с МБ*2		
	a b c d e	a b c d e	a b c d e	a b c d e	a b c d e	a b c d e	a b c d e		a b c d e
I	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○
II	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○
III	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○
IV	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○
V	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○

Фиг. 103. Схема универсального комплекта входящей соединительной линии. Многократное поле монтируется при установке станции только у комплектов, предназначенных под двухсторонние соединительные линии

Таблица 100

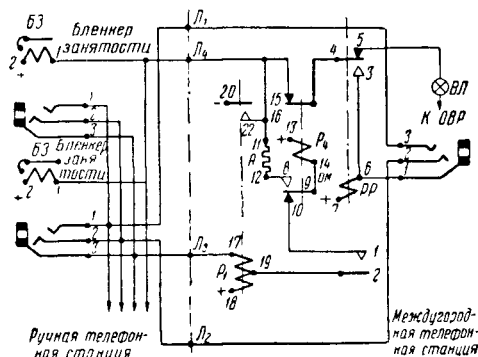
Технические характеристики приборов комплекта реле входящей двусторонней соединительной линии

Характеристика	Обозначения реле, катушки и сопротивлений						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	PK
№ катушек . . . . .	22 403	22 401	11 065	22 410	22 407	11 065	11 065
Сопротивление в ом . . . . .	100; 2 000	300; 1 000	600	5; 200	600; 150	600	600
Число витков . . . . .	4 100; 16 000	3 900; 13 000	12 100	1 300; констан- т. и, би- филярная обмотка	12 800; констан- тан. би- филярная обмотка	12 100	12 100
Марка провода . . . . .	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭШК	ПЭШК	ПЭ	ПЭ
Диаметр провода в мм . . . . .	0,13; 0,10	0,12; 0,10	0,14	1,51; 0,20	0,20	0,14	0,14
Срабатывает при токе в мА . . . . .	40; 10	50; 19	13	140	10	15	—
Не срабатывает при токе в мА . . . . .	—	—	—	120	—	—	—
Отпускает при токе в мА . . . . .	—	—	—	75—90	—	—	—
Якорный штифт в мм . . . . .	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
Ход якоря в мм . . . . .	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	—
Нагрузка якоря в г . . . . .	5—10	5—10	5—10	5—10	5—10	5—10	—
Контактное давление в г . . . . .	20	20	25	20	20	25	—
Давление свободных пружин в г . . . . .	5—10	5—10	5—10	5—10	5—10	5—10	—
Люфт между контактами в мм не менее . . . . .	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	—

соединительных линий и на фиг. 103 для входящих—двусторонних соединительных линий.

В табл. 99 приведены необходимые технические данные к схеме фиг. 102.

В табл. 100 приведены необходимые технические данные к схеме фиг. 103.



Фиг. 104. Схема заказной линии

Заказные линии со станции ЦБ ×3 ×2 на междугородную телефонную станцию монтируются по схеме фиг. 104; технические дан-

ные по ней приведены в табл. 101. Более подробные сведения о коммутаторах системы ЦБ см. [11, 28, 36, 37].

#### Основные указания по монтажу кабелей на ручных телефонных станциях

**Включение кабелей в штифты и перья.** Для предохранения от разлохмачивания концы кабеля прошпаривают воском. Расшивку кабеля производят на шаблоне.

Пайка производится с помощью припоя и канифоли или гарпиусом. Применение кислоты категорически воспрещается во избежание окисления.

**Включение кабелей в рамки гнезд многократного поля.** Монтаж кабелей гнезд многократного поля производится по способу петли. Для подачи плюса батарей (сигнала занятости) на корпус рамок при расшивке кабеля на шаблоне закладывается для каждой рамки отдельный монтажный провод с изоляцией красной расцветки.

**Монтаж сигнальных проводов и шнуров.** Зуммерные и индукторные провода должны быть перевиты между собой и уложены отдельными пакетами.

**Монтаж кабелей и кабельные желоба.** Пакеты кабелей, соединяющих отдельные части

Таблица 101

Технические данные о приборах схемы заказной линии

Характеристика	Реле, катушки, сопротивление и пр.				
	БЗ	P1	R	P4	PP
Сопротивление в ом . . . . .	2 000 ±10%	{ I 100 ±10% II 2 000 ±10% I 4 100 II 16 000	200±10%	5 ±5%	500 ±10%
Число витков . . . . .	14 000	{ I ПЭ II ПЭ	—	—	—
Марка провода . . . . .	ПЭ	{ I ПЭ II ПЭ	ПЭШК	ПЭ	ПЭ
Диаметр провода в мм . . . . .	0,04	{ I 0,18 II 0,1	0,15	0,51	0,14

станций, укладываются в виде пакетов в желоба. Желоба могут быть подвесные и напольные. Подвесной желоб состоит из двух бортов из полосовой стали (сечением 40 × 5 или 40 × 6 мм), скреплённых круглыми стальными скалками. Расстояние между скалками берётся от 150 до 200 мм. Ширина желоба берётся 150—200 мм. Пакет кабелей укладывается на скалки. Кабели пакета перевязываются друг с другом и со скалками шпагатом.

Напольные желоба изготавливают в виде ящиков из дерева. Внутри желоба обиваются кровельным железом.

Подвесные желоба применяются в помещениях кроссов и стативов реле, а напольные употребляются в коммутаторных залах и в кроссах малых станций.

### АВТОМАТИЧЕСКИЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СТАНЦИИ

Устройства автоматической телефонной станции должны обеспечивать:

а) возможность быстрого установления соединения;

б) подачу абонентам звуковых сигналов: в ы з ы в а ю щ е м у — готовности (сигнал ответа) станции, занятости, контроля посылки вызова; в ы з ы в а е м о м у — звонкового сигнала вызова;

в) возможность связи по соединительным и дальним линиям с абонентами других телефонных станций;

г) блокировку приборов, занятых ранее, от нового занятия;

д) исключение возможности занятия неправых приборов или соединительных путей в выключенным приборам;

е) освобождение приборов при даче абонентом отбоя на любом этапе соединения (кроме АТС с односторонним отбоем) и после окончания разговора;

ж) минимум помех, вносимых в телефонную передачу приборами станции при их работе.

На железнодорожном транспорте СССР применяют АТС:

а) машинной системы завода «Красная заря», выпускавшиеся до 1941 г., полной ёмкостью в 6 000 и 48 000 номеров [8,37];

б) шаговой системы заводов «Красная заря» и ВЭФ, а также фирмы Сименс и Гальске [54, 63, 71].

Ниже приводятся основные характеристики шаговых АТС, получивших большое распространение на сети железных дорог СССР.

### Типы железнодорожных шаговых автоматических телефонных станций и выполняемые ими функции

На железнодорожном транспорте СССР применяют шаговые АТС, сокращённо называемые ЖАТС, следующих типов:

а) УАТС-48 завода «Красная заря» и УАТС-49 завода ВЭФ — учрежденческие АТС, созданные на базе приборов городских АТС типа ГАТС-47 [71]. Станции типа УАТС-48 и УАТС-49 отличаются друг от друга только устройством передаточных столов для входящей связи;

б) ЖАТС-48 завода ВЭФ — специальная железнодорожная АТС с применением одних вращательных искателей типа ШИ-11;

в) ЕВ-5 Сименс и Гальске — специальная железнодорожная АТС [63];

г) ЕВ-3 Сименс и Гальске — АТС типа F, приспособленная для железнодорожного транспорта [54];

д) ЕВ-1 Сименс и Гальске — АТС типа A, приспособленная для железнодорожного транспорта [63].

Железнодорожные АТС, кроме указанных выше основных функций, выполняют ещё специальные функции, перечисленные для станций разного типа в табл. 102.

При условии доукомплектования дополнительными устройствами ЖАТС шаговой системы позволяют сверх того осуществлять:

а) включение в одну линию двух аппаратов с возможностью их отдельного вызова;

б) наведение справки, т. е. вызов второго абонента с того же телефонного аппарата без нарушения ранее установленного соединения;

в) автоматическую передачу поступающего вызова на второй аппарат, если по первому аппарату абонент не отвечает;

г) поисковую сигнализацию;

д) организацию групповых вызовов работников аварийных команд.

Специальные функции ЖАТС шаговой системы разных типов

Т а б л и ц а 102

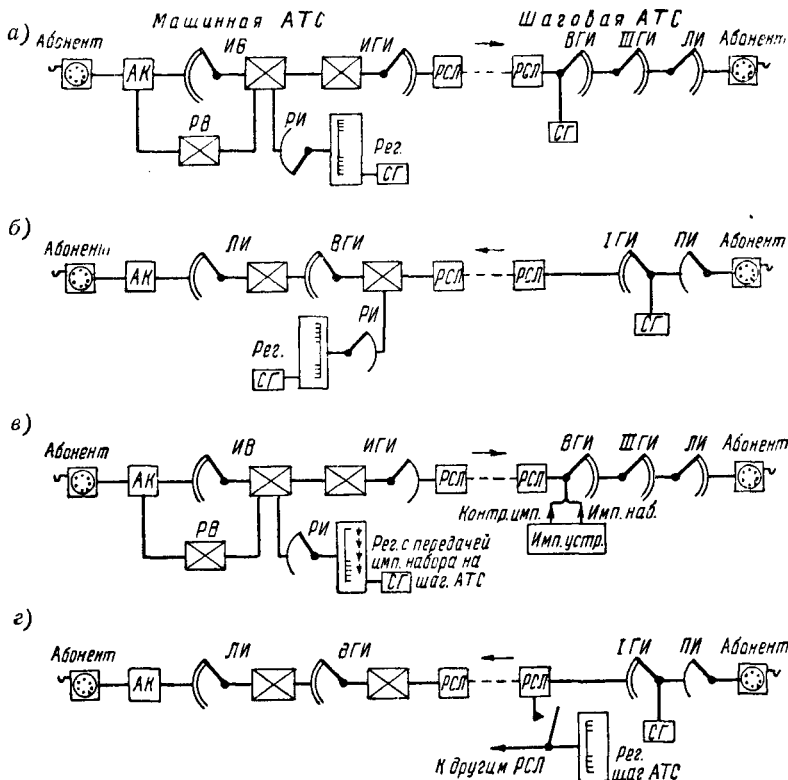
Тип шаговой АТС	УАТС-48, УАТС-49	ЖАТС-48	ЕВ-5	ЕВ-3	ЕВ-1
Возможность группового (Г) и индивидуального (И) ограничения права выхода на отдельные декады I ГИ	*	Г	И	*	*
Возможность выяснения номера вызвавшего абонента	+	—	—	—	—
Транслирование импульсов набора через ЛИ	**	+	+	+	—
Возможность подключения к занятому абоненту для определённой группы абонентов	—	+	+	+	+
Возможность передачи обратных импульсов набора (от вызванного абонента)	—	—	+	—	—
Освобождение приборов станции при занятии их в случае повреждения линии абонента	+	—	+	—	—
Возможность осуществления серийного искания	+	+	+	—	—

\* Возможно ограничение разделением поля I ГИ для групп не менее 50 абонентов.

\*\* Только через специальные ЛИ.

### Условия совместной работы АТС различных типов

В одной сети возможна совместная работа без применения специальных переходных устройств шаговых АТС типов ЖАТС-48 и ЕВ-5, а также типов УАТС-48, УАТС-49 и ЕВ-3. В остальных случаях для увязки станций между собой необходимо устанавливать переходные комплекты.



Фиг. 105. Скелетные схемы связи между АТС машинной и шаговой систем

Совместная работа АТС шаговой и машинной систем может быть осуществлена следующими способами:

- двукратным набором номера вызываемого абонента (фиг. 105, а и б) и
- непосредственным набором номера требуемого абонента (фиг. 105, в и г).

При двукратном наборе номера сначала набирается номер, присвоенный требуемой станции, а после получения сигнала готовности от входящего группового искателя (связь от машинной АТС к шаговой, фиг. 105, а) или из регистра (связь от шаговой АТС к машинной (фиг. 105, б) — абонентский номер.

Увязка схем шаговой и машинной АТС для обеспечения непосредственного набора номера производится с помощью специального промежуточного оборудования, при одновременной переделке схемы регистра станций машинной системы.

В случае установления связи от машинной АТС к шаговой (фиг. 105, в) набираемый абонентом номер полностью фиксируется регистром. Регистр управляет движением груп-

пового искателя машинной системы, а после занятия соединительной линии к шаговой АТС регистр передает приборам последней серии импульсов тока, соответствующие избранному номеру.

При связи от шаговой АТС к машинной (фиг. 105, г) первый знак набираемого номера воспринимается групповым искателем. После отыскания свободной соединительной линии к машинной АТС к комплекту реле соединительной линии подключается регистр, который фиксирует остальные цифры номера и управляет приборами машинной АТС. Регистры могут быть изготовлены из деталей как шаговой, так и машинной системы и могут быть установлены на соответствующей АТС. Каждый регистр обслуживает группу из 3—4 соединительных линий. Соединительная линия считается свободной и может быть занята для установления соединения при условии, если прикрепленный к ней регистр не занят в данный момент времени установлением соединения по другой линии.

### Шаговые АТС

Нормальная работа приборов АТС обеспечивается при следующих данных:

- напряжение центральной батареи  $58 \div 64$  в (номинально 60 в);
- сопротивление абонентской линии (без

аппарата) не более 1 000 ом при сопротивлении изоляции 20 000 ом, рабочей емкости между проводами линии не более 0,5 мкф и емкости конденсатора аппарата 1 мкф;

в) скорость хода диска номеронабирателя  $9 \div 11$  импульсов в секунду; импульсный коэффициент (отношение времени разрыва контакта к времени замыкания)  $1,3 \div 1,9$  (номинально 1,5).

Приборы АТС вносят в разговорную цепь затухание порядка  $0,08 \div 0,12$  неп при частоте 800 гц (при замене телефонных аппаратов эквивалентными сопротивлениями, равными 1 000 ом); переходное затухание между разговорными цепями в пределах станций не должно быть ниже 9 неп при частоте 800 гц.

В табл. 103 указаны основные приборы, применяемые в АТС различных типов, а в табл. 104 — способы осуществления питания и управления приборами АТС.

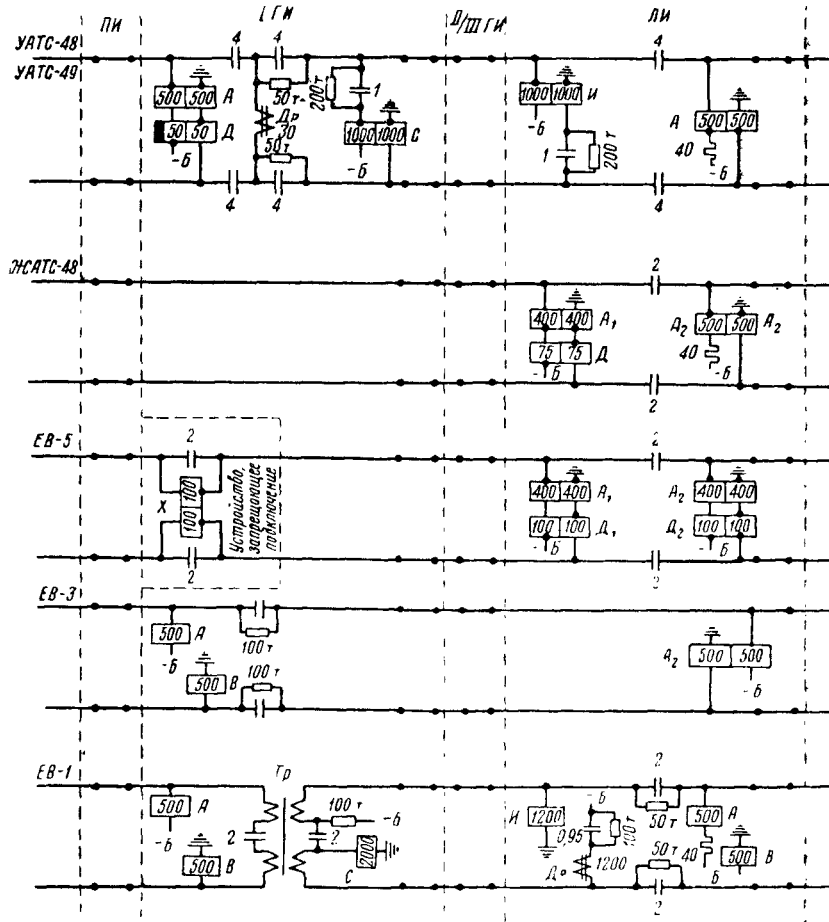
На фиг. 106 приведены схемы разговорных цепей для АТС различных типов.

Скелетные схемы местных АТС

шаговой системы с двумя ступенями искания представлены на фиг. 107 и 108. На схеме фиг. 107 входящая связь от городской телефонной станции осуществляется через передаточный стол с многократным полем. Вхо-

дящая связь от междугородной телефонной станции устанавливается по многократному полю междугородного коммутатора.

При схеме фиг. 108 эти связи устанавливаются через приборы ЖАТС.



Фиг. 106. Схемы разговорных цепей: А — питающие — импульсные реле; В — питающие реле; Д — дифференциальное реле; И, С, Х — вспомогательные реле; Др — дроссель

Таблица 103

Основные приборы АТС шаговой системы

Тип АТС	ПИ	I ГИ	II/III ГИ	ЛИ
УАТС-48, УАТС-49	ШИ-11, 2 реле	ДШИ, 8 реле	ДШИ, 3 реле	ДШИ, 10 реле
ЖАТС-48	ШИ-11, 2 реле	11 шт. ШИ-11, 8 реле	То же, что I ГИ	11 шт. ШИ-11, 14 реле
ЕВ-5	ШИ-11, 2 реле	ДШИ, 5 реле	» » » I ГИ	ДШИ, 11 реле
ЕВ-3	I ПИ-ШИ-11, 2 реле II ПИ-ШИ-17, 2 реле	ДШИ, 7 реле	ДШИ, 4 реле	ДШИ, 8 реле
ЕВ-1	I ПИ-ШИ-11, 2 реле II ПИ-ШИ-17, 2 реле	ДШИ, 9 реле, трансформатор	ДШИ, 5 реле	ДШИ, 8 реле, токораспределитель на 11 положений

Примечание. В предискателях АТС всех типов, кроме ЕВ-5, применены искатели с четырьмя щётками, а в АТС типа ЕВ-5 — с пятью щётками.

Таблица 104

## Способы осуществления питания и управления приборами АТС

АТС типа	УАТС-48 и УАТС-49	ЖАТС-48 и ЕВ-5	ЕВ-1	ЕВ-3
Подача питания $Ab_1$ при наборе	Из $I$ ГИ	Из ГИ или ЛИ, воспринимающих очередной знак номера, или из комплекта РСЛ исходящей соединительной линии	Из $I$ ГИ	Из $I$ ГИ
Подача питания при разговоре	$Ab_1$ — из $I$ ГИ $Ab_2$ — из ЛИ	$Ab_1$ — из ЛИ или комплекта РСЛ исходящей соединительной линии. $Ab_2$ — из ЛИ	$Ab_1$ — из $I$ ГИ $Ab_2$ — из ЛИ	$Ab_1$ — из $I$ ГИ $Ab_2$ — из ЛИ
Передача импульсов набора через ГИ	Подачей из $I$ ГИ + $B$ (земля) на жилу $a$ , — $B$ на жилу $b$	Разрывом шлейфа разговорных жил $a-b$	Подачей из $I$ ГИ + $B$ на жилу $a$ . Одновременно к жиле $b$ подключается — $B$ (через сопротивление 500 ом) на всё время набора каждого знака (серии импульсов)	
Ответ $Ab_2$ и передача импульса ответа	В ЛИ от жилы $a$ отключается — $B$ и подключается + $B$ (земля) через реле сопротивлением 1 000 ом	Импульс ответа передается от ЛИ кратковременным увеличением тока в цепи жилы $c$	Импульс ответа передается от ЛИ кратковременным увеличением тока в цепи жилы $c$	Импульс ответа передается от ЛИ кратковременной подачей + $B$ по жиле $a$
Подключение к занятому абоненту	Не предусмотрено	Заземлением средней точки разговорного шлейфа $a-b$	Подачей на жилу $a-b$ из $I$ ГИ через сопротивление 2 000 ом	Подачей на жилу $a$ земли из $I$ ГИ
Отбой и освобождение приборов станции	При отбое $Ab_1$ в $I$ ГИ к проводу $a$ подается $B$ — и на стороне ЛИ появляется абонентский сигнал (АС). При отбое $Ab_2$ в ЛИ на провод $b$ подается $B$ — и на стороне $I$ ГИ появляется абонентский сигнал. Освобождение приборов после отбоя обоих абонентов разрывом жилы $c$ , начиная от $I$ ГИ	После отбоя одного из абонентов происходит освобождение приборов за счет разрыва цепи жилы $c$ , начиная от ЛИ или комплекта РСЛ исходящей соединительной линии	Отбой $Ab_1$ воспринимается $I$ ГИ и приборы освобождаются за счет разрыва цепи жилы $c$ . Отбой $Ab_2$ воспринимается ЛИ и передается к $I$ ГИ подачей — $B$ на жилу $b$ , после чего происходит освобождение приборов	Отбой от абонента воспринимается $I$ ГИ или ЛИ и освобождение осуществляется разрывом цепи жилы $c$

Принятые сокращения:

$Ab_1$  — вызывающий абонент;  $Ab_2$  — вызываемый абонент; +  $B$ , —  $B$  — плюсовый и минусовый полюсы батареи;  $a$  и  $b$  — разговорные жилы;  $c$  — сигнальная жила.



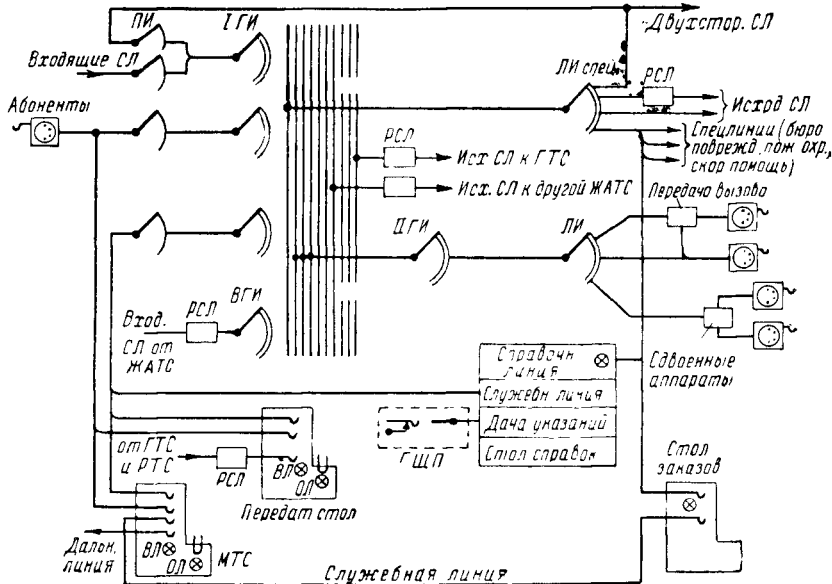
### Связь с междугородной телефонной станцией (МТС), эксплуатируемой по заказной системе

Вызов стола заказов осуществляется по специальным соединительным линиям.

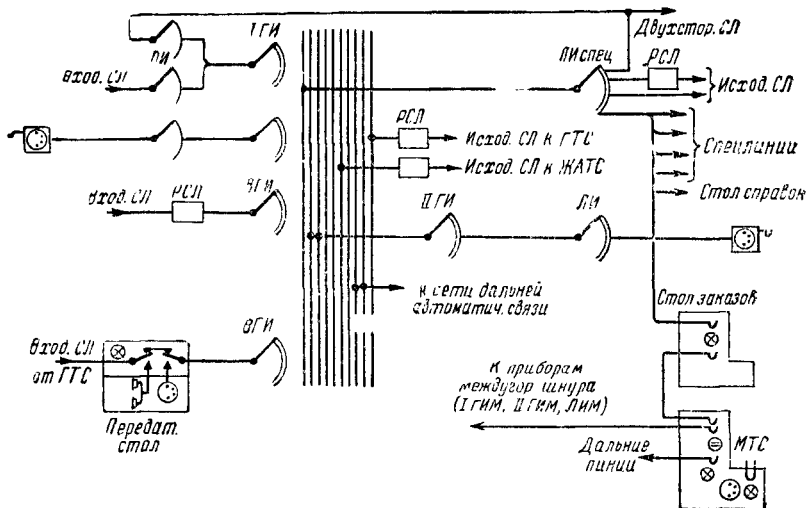
Каждое рабочее место стола заказов оборудуют двумя комплектами заказных линий

Устройства, связывающие междугородную телефонную станцию и ЖАТС, должны обеспечивать:

а) возможность вызова телефонисткой междугородной телефонной станции любого абонента или любой соединительной линии, включенных в ЖАТС;



Фиг. 107. Скелетная схема ЖАТС с двумя ступенями группового искания при внешней связи через передаточный стол



Фиг. 108. Скелетная схема ЖАТС с двумя ступенями группового искания при внешней связи через приборы ЖАТС

и одной служебной линией. Схемой столов заказов предусматривается возможность объединения рабочих мест, с тем чтобы в часы небольшой нагрузки одна телефонистка обслуживала вызовы, поступающие по другим соединительным линиям. Схемы столов заказов и соединительных линий см. [52].

б) возможность подключения к занятому абоненту;

в) при согласии занятого абонента вступить в разговор по дальней связи возможность отключения (сбрасывания) второго абонента;

г) взятие на подготовку абонента, после

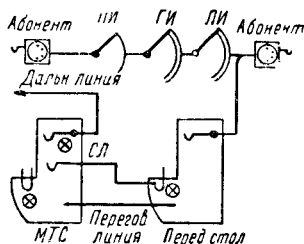
чего этот абонент остаётся соединённым с коммутатором;

д) возможность послышки вызова взятому на подготовку абоненту;

е) предоставление взятому на подготовку абоненту, занятому в местном соединении, возможности закончить ведущийся разговор, пока не освободится дальняя линия;

ж) при подключении к занятым абонентам—подачу сигнала подключения, не мешающего разговору;

з) получение телефонисткой следующих сигналов: контроля послышки вызова абоненту, ответа абонента, занятости абонента местным разговором, занятости абонента разговором с дальней линией, отбоя со стороны абонента.



Фиг. 109. Скелетная схема связи МТС—АТС через передаточный стол

Вызов абонентов ЖАТС с коммутатора междугородной телефонной станции может быть осуществлён следующими способами [63]:

1. По многократному полю междугородного коммутатора (фиг. 107), в которое включаются линии всех абонентов ЖАТС.

При вставлении вызывного штепселя в гнездо абонента линия блокируется от нового занятия со стороны ЛЛ. Питание абоненту подаётся из шнуровой пары.

При таком способе процесс соединения отнимает у телефонистки МТС весьма мало времени. Поскольку связь проходит помимо приборов ЖАТС, то требуемое их число уменьшается; уменьшается также и загрузка, вносимое станционной аппаратурой в разговорную цепь.

2. Через передаточный стол (форшальтер) (фиг. 109), в поле которого включаются линии всех абонентов ЖАТС; коммутаторы междугородной телефонной станции соединяются с передаточным столом соединительными (оканчивающимися на коммутаторах гнездами, а на передаточном столе шнуром со штепселем) и служебными (для переговоров между телефонистками междугородной станции и передаточного стола) линиями.

Для вызова абонента ЖАТС телефонистка МТС вставляет вызывной штепсель в гнездо свободной соединительной линии к передаточному столу и по соответствующей служебной линии называет номер шнура и номер вызываемого абонента. Телефонистка передаточного стола затем вставляет штепсель названного шнура в гнездо вызываемого абонента. Проверку занятости абонента, послышку вызова и т. д. производит телефонистка междугородного коммутатора.

3. Через приборы ЖАТС (фиг. 108) по-

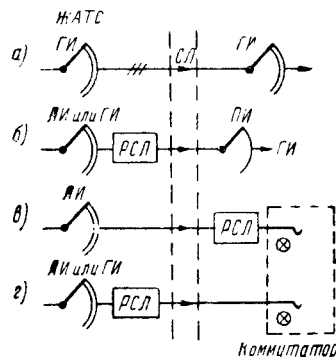
средством набора номера вызываемого абонента.

Соединение осуществляется или с помощью специальных междугородных приборов шнуровой пары (ГИМ и ЛИМ) или с помощью универсальных линейных искателей, служащих как для местной, так и для междугородной связи.

В обоих случаях при вызове с междугородной телефонной станции приборы междугородного шнура или универсальный линейный искатель, в отличие от местного соединения, должны обеспечивать: подключение к абоненту, даже если он занят местным соединением; сбрасывание второго абонента; передачу на междугородный коммутатор соответствующего сигнала, при отбое со стороны абонента ЖАТС, без освобождения приборов; возможность послышки вызова абоненту с коммутатора; освобождение линии абонента и приборов ЖАТС только после разъединения на коммутаторе междугородной телефонной станции.

### Соединительные линии

Соединения между ЖАТС одного узла осуществляют по односторонним трёхпроводным соединительным линиям (без применения комплектов РСЛ при сопротивлении одной жилы до 700 ом, фиг. 110, а и с комплектами РСЛ — при сопротивлении до 1 500 ом).



Фиг. 110. Скелетные схемы исходящих соединительных линий

Связь ЖАТС с городскими и другими телефонными станциями осуществляется по двухпроводным соединительным линиям; при числе соединительных линий больше трёх они, как правило, делаются односторонними.

Скелетные схемы включения СЛ приведены на фиг. 110, 111 и 112. Схемы включения соединительных линий в коммутаторы ручных телефонных станций приведены выше, в разделе «Ручные телефонные станции».

Исходящие соединительные линии к другой АТС включаются на ЖАТС в поле ГИ или ЛЛ и оборудуются РСЛ; на другой АТС — они включаются в ПЛ (абонентский комплект, фиг. 110, б) или в специальные ГИ входящей связи (ВГИ).

Исходящие соединительные линии к ручной телефонной станции могут быть с послышкой вызова: а) индукторным током и б) постоянным током посредством замыкания разговорных проводов а и б на дроссель. Пер-

вые включаются на ЖАТС в поле ЛИ, а на РТС оборудуются комплектами РСЛ и включаются в гнезда местного поля коммутатора (фиг. 110, в). Вторые на ЖАТС включаются в поле ГИ или ЛИ и оборудуются комплектами РСЛ, а на РТС включаются в абонентские комплекты (фиг. 110, г).

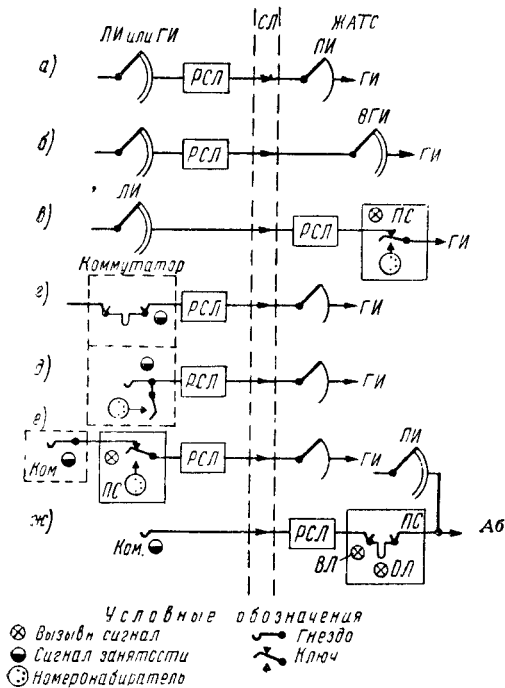
Устройства исходящих соединительных линий должны обеспечивать:

а) передачу к АТС импульсов занятия, набора и отбоя; к РТС — занятия и отбоя с соответствующей сигнализацией на коммутаторе;

б) блокировку линии от нового занятия до освобождения соединительной линии с обеих сторон;

в) сигнализацию о повреждении линии.

Входящие соединительные линии от автоматических и ручных телефонных станций, допускающих транслирование импульсов набора, на ЖАТС включаются в ПИ или ВГИ (фиг. 111, а, б, г).



Фиг. 111. Скелетные схемы входящих соединительных линий

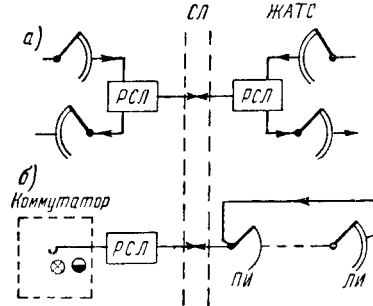
Входящие соединительные линии от станций, не обеспечивающих сквозного набора, проходят через передаточный стол ПС, оборудуемый на ЖАТС (фиг. 111, в, ж), или на второй станции (фиг. 111, е). Набор номера по соединительной линии от ручной телефонной станции может также осуществлять телефонистка последней (фиг. 111, д).

На коммутаторах ручных телефонных станций соединительные линии включаются в гнезда многократного поля и снабжаются сигналами (бленкерами или лампочками) занятости. Комплекты РСЛ на ручных станциях должны обеспечивать появление двустороннего сигнала отбоя на коммутаторе при

отбое со стороны абонента этой станции и передачу импульса отбоя в сторону АТС.

Входящее соединение через передаточный стол на ЖАТС осуществляется или по многократному полю (фиг. 107) или набором номера через приборы ЖАТС (фиг. 108).

Схемы передаточных столов с номеронабирателем — см. [63]; схемы передаточных столов для ручных станций см. [63, 68].



Фиг. 112. Скелетная схема двусторонней соединительной линии

Передаточные столы с многократным полем применяются на автоматических телефонных станциях типов ЖАТС-48 и УАТС-49, а с набором номера — на станциях типов УАТС-48, ЕВ-1, ЕВ-3 и ЕВ-5.

Двусторонние соединительные линии между двумя АТС снабжаются комплектами РСЛ (фиг. 112, а). Двусторонние соединительные линии с ручной станцией (фиг. 112, б) на АТС включаются в абонентский комплект, а на ручной станции снабжаются комплектом РСЛ и включаются в гнезда местного и многократного полей; в местном поле устанавливаются вызывной сигнал (вызывную лампу ВЛ), а в многократном поле — сигналы занятости.

### Основные приборы шаговых АТС

В шаговых АТС применяют плоские реле типа РПН (бывш. типа 70) (см. стр. 116), вращательные и подъемно-вращательные искатели.

**Шаговые вращательные искатели** [53, 63, 71] выпускаются на 12 (тип ШИ-11, фиг. 113) и 18 (тип ШИ-17) шагов и имеют от 2 до 6 щеток.

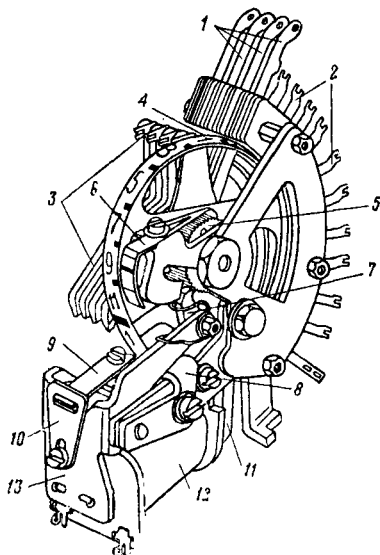
Основные детали искателя следующие.

Статор — контактное поле, состоящее из нескольких рядов латунных контактных ламелей 2, занимающих  $1/3$  (в искателях ШИ-11) или  $1/2$  (в искателях ШИ-17) окружности, и токоподводящих пружин 1, служащих для соединения со щетками ротора.

Ротор, состоящий из контактных бронзовых щеток 3 (по числу рядов ламелей), шкалы поворота 4 и храпового колеса 5, укрепленных на оси. Каждая щетка состоит из двух пружин, охватывающих контактную ламель с двух сторон. Каждая пружина должна давить на ламель с силой  $27 \div 47$  г, измеренной в месте изгиба пружины.

Движущий механизм — электромагнит 12 с ярмом 11 и якорем 13. На якоре укреплен рычаг с движущей собачкой 7, поворачивающей храповое колесо на один шаг при каждом

притяжении якоря. Якорь упирается в упор 8. Возвращение якоря производится при помощи плоской возвращающей пружины 9, натяжение которой создаётся пластиной 10. Обратному движению ротора препятствует стопорная собачка 6.



Фиг. 113. Шаговый вращательный искатель ШИ-11: 1—токоподводящие пружины; 2—контактные ламели; 3—трёхлучевые контактные щётки; 4—шкала поворота; 5—храповое колесо; 6—стопорная собачка с указателем; 7—движущая собачка; 8—упор якоря; 9—плоская пружина; 10—оттягивающая пластина; 11—ядро электромагнита; 12—катушка электромагнита; 13—якорь

Таблица 105

Перечень основных запасных частей к искателю ШИ-11

Наименование детали	Заводской номер
<b>Ротор</b>	
Шкала поворота . . . . .	У-890.22.00
Винт М2,6×23,5 для крепления щёток и прокладок к храповому колесу . . . . .	У-851.02.01
Ротор собранный . . . . .	У-665.02.00
Храповое колесо . . . . .	У-812.52.00
Щётки контактные (левая и правая) . . . . .	У-823.12.01—02
Пружины токоподводящие . . . . .	У-673.02.00—01
<b>Движущий механизм</b>	
Винт осевой собачки якоря . . . . .	У-851.02.09
Гайка на осевой винт якоря . . . . .	У-857.02.07
Гайка промежуточная . . . . .	У-857.02.06
Катушка электромагнита . . . . .	У-681.01.13
Ось якоря . . . . .	У-815.02.05
Штифт отлипания якоря . . . . .	У-790.22.03
Прокладка металлическая . . . . .	У-793.02.08
» изоляционная . . . . .	У-793.42.21
Собачка ведущая . . . . .	У-812.02.04
Тяга якоря . . . . .	У-719.52.02
Хомутик осевой . . . . .	У-773.02.01
Электромагнит . . . . .	У-669.00.09
Якорь электромагнита . . . . .	У-675.02.06
<b>Контактная группа</b>	
Контактная группа . . . . .	У-670.02.66

Электромагнит, рассчитанный на рабочее напряжение 60 в, имеет 2 200 ÷ 2 350 витков из проволоки ПЭЛ диаметром 0,22 ÷ 0,19 мм. Сопротивление обмотки электромагнита равно 60 ± 3 ом.

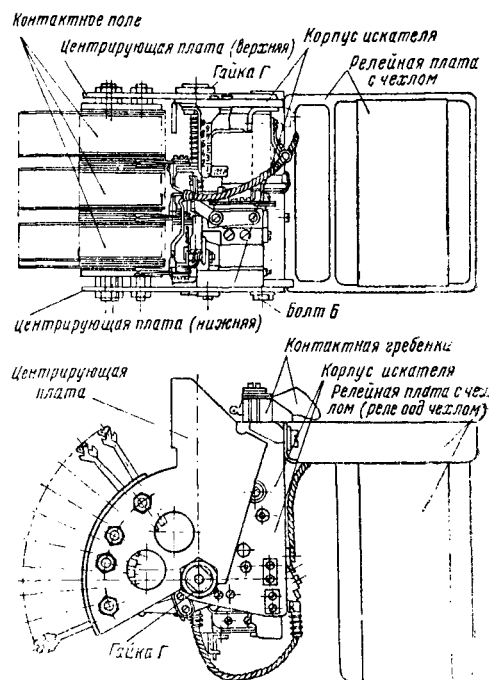
Шаговый искатель используется на АТС в качестве предискателя (ПИ) и в составе направляющего (НИ) и смешивающего (СИ) искателей, а также в качестве вспомогательного токопереключающего устройства.

Регулировку искателя см. [63, 71].

Перечень основных частей искателя ШИ-11 приведён в табл. 105.

**Подъёмно-вращательный, декадно-шаговый искатель типа ДШИ** [54, 63, 71] (фиг. 114) имеет два движения щёток: подъёмное и вращательное. Искатель стококонтактный с тремя щётками; имеет ряд вспомогательных контактных групп, переключающихся в различные моменты работы искателя. Искатель состоит из следующих основных частей.

Статор — контактное поле искателя, — имеющий три секции; каждая секция состоит из 10 рядов (декад) по 10 латунных контактных ламелей в каждом ряду. Статоры крепятся на стойке искателя.



Фиг. 114. Декадно-шаговый искатель типа ДШИ

Ротор имеет три контактные щётки, зубчатую рейку и храповой полуцилиндр. Ротор надет на вертикальную ось так, что щётки могут иметь как подъёмное (вдоль оси), так и вращательное (вокруг оси) движение.

Щётки из нержавеющей стали толщиной 0,2 мм; они должны давить на ламель с силой 40 ÷ 60 г. Повышение этого давления увеличивает износ ламелей, а уменьшение — значительно ухудшает электрический контакт между щёткой и ламелью.

Искатель имеет два движущих механизма: подъёмный и вращающий. Каждый механизм имеет электромагнит с якорем, оттягиваемым плоской пружиной. На якоре укреплен рычаг, оканчивающийся ведущей собачкой. Собачка при работе электромагнита давит соответственно на зубчатую рейку или храповой полуцилиндр, приводя ротор в движение. Обратному движению ротора препятствуют задерживающие собачки.

Контактные группы искателя включают\*: контакты подъёма ( $KП, к$ ), срабатывающие при первом шаге подъёма щёток;

контакты вращения ( $КВ, в$ ), срабатывающие при первом шаге вращения;

контакты провёртывания ( $КПр, в_{11}$ ), срабатывающие после того, как щётки искателя пройдут во вращательном движении все 10 ламелей ряда;

контакты вращающего электромагнита ( $ВЭ, мв$ ), срабатывающие при каждом притяжении якоря вращающего электромагнита; декадные контакты ( $Кх$ ), срабатывающие, когда щётки искателя поднимаются до определённой декады;

серийный контакт ( $СК, СЩ$ ), замыкающийся при нахождении щёток искателя на заданных контактах в пределах определённой декады.

Ротор, движущие механизмы и контактные группы смонтированы в корпусе искателя, вдвигаемом в центрирующие платы статора и укрепляемом сверху гайкой  $G$ , а внизу — болтом  $B$ .

Искатель рассчитан на рабочее напряжение 60 в. Катушки электромагнитов имеют

\* В скобках приведены сокращённые буквенные обозначения, приводимые на схемах.

2 500 витков проволоки ПЭЛ, диаметром 0,22 мм. Сопротивление обмотки равно  $60 \pm 3 \text{ ом}$ .

Декадно-шаговые искатели используются в АТС в качестве линейных ( $ЛИ$ ) и групповых ( $ГИ$ ) искателей. В первом случае оба движения щёток — вынужденные (под управлением импульсов тока, создаваемых номеронабирателем); во втором случае подъёмное движение щёток вынужденное, а вращательное — свободное.

Регулировку искателя см. [62, 63, 71].

Наиболее ходовые запасные части к подъёмно-вращательному искателю с указанием заводских номеров (для заказа) приведены в табл. 106.

Отдельные приборы АТС (искатели и комплекты реле) монтируются на платах (на одной или нескольких), устанавливаемых на стойках.

### Электропитание шаговых АТС

Данные об электропитании шаговых АТС приведены в табл. 107.

### Оборудование и монтаж шаговых ЖАТС

Оборудование выпускается в виде отдельных стоек высотой 2 360 мм с несъёмными или съёмными приборами (табл. 108).

Стойки размещают в рядовых рамах из угловой стали ( $60 \times 40 \times 6 \text{ мм}$ ) с соблюдением расстояний согласно фиг. 115. Нижние угольники рам прикрепляют болтами к чугунным или бетонным основаниям, устанавливаемым через  $0,9 \div 1,1 \text{ м}$ . Над верхними

Таблица 106

Перечень основных запасных частей к искателю типа ДШИ

Наименование детали	Заводской номер	Наименование детали	Заводской номер
<b>Движущий механизм</b>		Якорь вращения . . . . .	У-831.02.00
Вилка крепления переключающего рычага . . . . .	У-763.02.00	» подъёма . . . . .	У-831.02.01
Корпус электромагнита . . . . .	У-729.02.04	Пружина блокировки обратного вращения . . . . .	У-660.02.02
Ось якоря . . . . .	У-815.02.00	Пружина якоря . . . . .	У-810.02.04
Ось собачки вращения . . . . .	У-815.02.03	<b>Ротор</b>	
» » подъёма . . . . .	У-815.02.01	Пружина оси ротора . . . . .	У-810.02.17
Пластина корпуса электромагнита . . . . .	У-754.02.01	Накладка на контактную щётку . . . . .	У-793.02.10
Пружина стопорная подъёма . . . . .	У-810.02.12	Ось ротора . . . . .	У-815.02.08
Пружина собачки подъёма . . . . .	У-810.02.03	Пластина упорная . . . . .	У-754.02.11
» » вращения . . . . .	У-810.02.16	Шнуродержатель . . . . .	У-793.42.29
Рычаг переключения . . . . .	У-811.00.06	Храповик (полуцилиндр) . . . . .	У-812.50.06
Сегмент направляющий . . . . .	У-649.02.01	Щётка контактная . . . . .	У-673.02.02—03
Собачка подъёма . . . . .	У-812.02.00	Гребёнка направляющая . . . . .	У-769.52.00
» вращения . . . . .	У-812.02.01	» храповая (зубчатая рейка) . . . . .	У-769.52.03
» стопорная вращательная . . . . .	У-662.02.00	<b>Контактная группа</b>	
Упор собачки вращения (нижний) . . . . .	У-790.02.04	Контакт декадный . . . . .	У-670.02.62
Упор собачки вращения (верхний) . . . . .	У-790.02.03	» вращения и провёртывания . . . . .	У-670.01.89—90
Упор собачки подъёма (верхний) . . . . .	У-790.02.02	Контакт подъёма . . . . .	У-670.01.83
Шнур соединительный . . . . .	У-674.00.38—39		У-670.02.59—60
Шнуродержатель . . . . .	У-750.02.10		У-670.01.81
Шпилька регулирования якоря вращения . . . . .	У-856.02.01		У-670.02.00
Электромагнит подъёма . . . . .	У-669.02.11		У-670.02.61
» вращения . . . . .	У-669.02.12	» самопрерывающийся . . . . .	У-670.01.82
			У-670.02.16



По рядовым и главным желобам прокладывают кабели, соединяющие стойки: а) между собой непосредственно или через промежуточные щиты (ПЩ), б) с главным щитом переключений (ГЩП), в) с передаточными столами и МТС.

Основные марки кабеля, применяемого при монтаже АТС, приведены в табл. 109.

Таблица 109

Марки кабеля, применяемого при монтаже АТС

Марка кабеля	ГЩП-пи	Вых. пи-ПЩ	ПЩ-вх. III ги	Вых. III ги-ПЩ	ПЩ-вх. ли	Вых. ли-ПЩ	Вых. ли-многократное поле передаточного стола от МТС, ГТС	ПЩ-РСЛ	ГЩП-РСЛ	Передаточный стол-РСЛ
ТСО 21×3×0,5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ТСО 21×2×0,5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ТСО 11×3×0,5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

#### Щиты переключений и испытательные приборы телефонных станций

Главный щит переключений (кросс) служит для соединения линейных и станционных кабелей с помощью кроссировочного провода.

На главном щите переключений монтируют защитные устройства станционных сооружений с испытательными гнездами и соединительные рамки.

Каркасы главного щита переключений изготавливают для станций ёмкостью до 600 номеров из угловой стали, а для станций ёмкостью свыше 600 номеров — из полосовой стали. Основные размеры щитов, изготавливаемых из угловой стали, приведены в табл. 110, а щитов, изготавливаемых из полосовой стали, — в табл. 111.

Таблица 110

Основные размеры щитов переключения, изготавливаемых из угловой стали

Предельная ёмкость каркаса (количество линий)	Высота	Ширина	Глубина
	в мм		
100 × 2*	1 250	495	486
200 × 2**	1 250	904	486
200 × 2***	1 250	904	486

\* Используются для составления щитов переключения станций ёмкостью 600 номеров.

\*\* Монтированная ёмкость линейной стороны 150×2, а станционной стороны ~120×2. В остальных случаях монтированная ёмкость совпадает с ёмкостью каркаса.

\*\*\* Используются для составления щитов станций ёмкостью 360 и 600 номеров.

Для кроссировки применяют провод кроссировочный станционный марки ПКС, состоящий из медных эмалированных прово-

Таблица 111

Основные размеры щитов переключения, изготавливаемых из полосовой стали

Ёмкость щита	Число ячеек	Высота	Ширина	Глубина
		в мм		
600×2	2	2 320	1 030	750
900×2	3	2 320	1 620	750
1 200×2	4	2 320	2 160	750
1 500×2	5	2 320	2 700	750
1 800×2	6	2 320	3 240	750
2 100×2	7	2 320	3 780	750
2 400×2	8	2 320	4 320	750

лок диаметром 0,51 мм. Данные о проводе указаны в табл. 112.

Таблица 112

Данные о кроссировочном проводе типа ПКС

Марка	Количество жил	Наружный диаметр в мм	Расцветка
ПКС-2	2	2,4	Белая, синяя
ПКС-3	3	2,5	Белая, синяя, красная
ПКС-4	4	2,7	Белая, синяя, зелёная, красная

Сопrotивление жилы кроссировочного провода при  $t = 25^\circ \text{C}$  должно быть не более 95 ом на 1 км, а сопротивление изоляции между жилами — не менее 15 мгом на 1 км.

**Способ кроссировки.** На главных щитах переключений ёмкостью до 300 линий кроссировка производится через два кольца под углами.

На главных щитах переключений ёмкостью свыше 300 линий кроссировка выполняется по способу постели: от кабель-лейтера станционной рамки по диагонали до кольца, расположенного против нужной громootводной полосы, и по диагонали к кабель-лейтеру необходимой пары громootводной полосы.

**Испытательные устройства.** Для испытания линейной и станционной частей абонентских линий на ручных телефонных станциях применяют испытательные приборы, основные данные о которых приведены в табл. 113.

Абонентская линия передаётся для испытания к испытательному устройству с главного щита переключения при помощи шнура с вилкой, вставляемой в испытательные гнезда рамки щита. На станциях небольшой ёмкости применяется длинный шнур, позволяющий включиться в гнезда любого абонента.

На больших станциях при большой длине кросса монтируют в нескольких местах кросса специальные передаточные четырёхпроводные линии к испытательным устройствам (обычно столам).

На автоматических телефонных станциях декадно-шаговой системы применяют испытательные устройства следующих типов:

Характеристика испытательных приборов телефонных станций

Тип и каталожный номер прибора (по каталогу МПСС 1949 г.)	Эксплуатационные данные	Размеры прибора в мм	Источник электропитания
Настенный для телефонных станций системы МБ; В.390.00.02	Прибор позволяет: 1) производить раздельно испытание линий в сторону абонента и в сторону станции; 2) производить испытание проводов линии на обрыв, сообщение между собой и на сообщение каждого провода с землей; 3) посылать вызов в сторону абонента и в сторону станции; 4) принимать вызывные сигналы от станций во время испытания линии в сторону абонента и наоборот, а также вести переговоры с вызывающей стороной; 5) осуществлять сквозной вызов и сквозной разговор между абонентом и станцией через испытательный шнур прибора	Ширина 172, высота 240, глубина 128	Напряжения: 6 в для питания сигнальных цепей, 1,5 в для питания микрофонной цепи
Настенный для телефонных станций системы ЦБ; В.330.00.01	Прибор позволяет производить испытания по пп. 1, 2, 3, 4 и 5, указанным для прибора МБ № В.390.00.02, и, кроме того, испытание в сторону абонента и в сторону станции каждого провода на сообщение с минусом посторонней батареи, имеющей заземленный плюс	Основание 240×172 Высота колпака 105	Напряжение $24 \pm 2$ в

трёхпанельный испытательно-измерительный стол универсальный типа СИУ (для станций большой ёмкости),

двухпанельный испытательно-измерительный стол типа СИМ (для станций средней ёмкости) и

испытательный прибор типа ИП-УАТС-100 (для станций малой ёмкости).

Для испытания трёхпроводных соединительных линий между АТС применяют шестипроводный испытательный шнур и такие же передаточные линии.

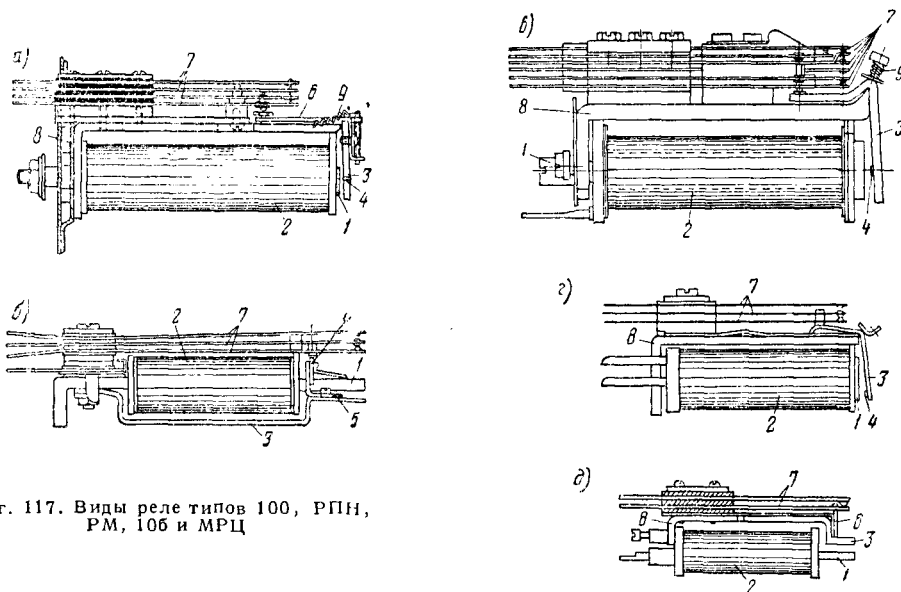
Более подробно об испытательных устройствах телефонных станций см. [36, 3/].

## ТЕЛЕФОННЫЕ РЕЛЕ И ИХ РАСЧЁТ

### Типы реле

В телефонной аппаратуре наибольшее применение нашли электромагнитные реле типов 100, 200, 300 (фиг. 117, а) и РПН (фиг. 117, б), а также встречаются реле типов РМ (фиг. 117, в), малогабаритные типов 106 (фиг. 117, г) и МРЦ (фиг. 117, д).

Каждое реле имеет: сердечник 1 с обмоткой 2, якорь 3 со штифтом 4 или пластиной 5 отлипания и ведущим мостиком 6, контактные группы 7 и корпус 8. Якоря некоторых реле снабжены пружинами 9.



Фиг. 117. Виды реле типов 100, РПН, РМ, 106 и МРЦ



Реле различаются:

а) по числу обмоток,  
б) по числу контактных пружин и групп и  
в) по времени работы (нормальные, быстродействующие и замедленные). Кроме этого, применяются реле специальных конструкций: фазные и купроксные — для работы в цепях переменного тока, маятниковые (с утяжелённым якорем) — для пульс-схем и некоторые другие.

Сердечник, якорь и корпус реле изготавливаются из специальной стали типа Армко или кремнистой. Контактные пружины изготавливаются из нейзильбера, марганцовистой или алюминиевой бронзы с серебряными, платиновыми или вольфрамовыми контактами.

Основные параметры телефонных реле приведены в табл. 114.

Реле типа 100 (фиг. 117, а), см. [36, 28, 68] применяются в большей части аппаратуры связи, выпускавшейся отечественной промышленностью до 1945 г. Реле типов 200 и 300 представляют собой соответственно вдвоенные или строенные реле типа 100, укрепленные на одном корпусе и закрывающиеся одним чехлом.

У реле с замедлением на сердечник надета медная трубка толщиной стенок 2 или 3 мм. Это создаёт замедление при срабатывании до  $25 \div 60$  мсек, а при отпуске — соответственно до  $95 \div 140$  и  $150 \div 250$  мсек.

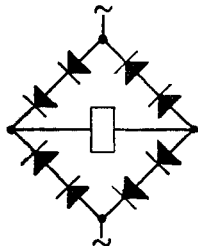
Основные параметры телефонных реле

Таблица 114

Технический параметр	Единица измерения	Реле типа					
		100	РПН	РМ	106	МРЦ-1	МРЦ-2
Количество контактных групп до . . . . .	—	2	3	2	3	1	2
Наибольшее число контактных пружин . . . . .	—	10	18	18	15	3	6
Наибольший допустимый ток в контактах:							
а) при безиндуктивной нагрузке:							
для серебряных контактов . . . . .	а	1,0	2	2	1,5	1,0	0,5
для платиновых контактов . . . . .	»	—	2	2	—	—	—
б) при индуктивной нагрузке с искрогасителем:							
для серебряных контактов . . . . .	»	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2
для платиновых или вольфрамовых контактов . . . . .	»	2	1	1	—	—	—
Гарантируемое число срабатываний при половинных значениях вышеуказанных токов . . . . .	млн.	5	10	10	5	5	5
Допустимое потребление мощности в катушке до . . . . .	вт	4	5	5	3	1,5	1,5
Наибольшее число обмоток: независимых . . . . .	—	2	2	2	2	1	1
с общей точкой . . . . .	—	—	3	3	3	—	—
Количество выводных штифтов у катушки . . . . .	—	2 ÷ 4	2 ÷ 5	2 ÷ 5	2 ÷ 4	2	2
Сопротивление обмотки . . . . .	ом	0,1 ÷ 10 000	0,1 ÷ 10 000	0,1 ÷ 10 000	0,1 ÷ 5 000	1 ÷ 3 000	1 ÷ 3 000
Размер обмотки:							
длина . . . . .	мм	63,4	62,8	50	46	28	28
высота . . . . .	»	6	8	6,6	7,5	3,5	3,5
сечение . . . . .	мм²	380	500	330	450	100	100
Толщина пластины (штифта) отливания . . . . .	мм	0,05 ÷ 0,5	0,05 ÷ 0,7	0,1 ÷ 0,5	0,1 и 0,2	—	—
Среднее число ампер-витков срабатывания при:							
максимальном числе пружин . . . . .	а-в	300	275	170	270	—	230
восьми пружинах . . . . .	»	250	180	135	240	—	—
трёх пружинах . . . . .	»	180	110	110	120	85	125
Среднее время срабатывания при 60 в и 2,5-кратном запасе по ампер-виткам:							
нормальное реле . . . . .	мсек	10 ÷ 20	18 ÷ 25	15 ÷ 25	—	3	5
быстродействующее реле . . . . .	»	8 ÷ 12	—	4 ÷ 8	—	—	—
Среднее время отпускания незамедленного реле . . . . .	»	8 ÷ 20	8 ÷ 17	10 ÷ 40	—	3	2
Нормальные условия работы:							
температура . . . . .	°C	+10 ÷ +30	+10 ÷ +30	+15 ÷ +25	—	+10 ÷ +30	+10 ÷ +30
относительная влажность . . . . .	%	до 75	60 ÷ 75	60 ÷ 75	—	40 ÷ 60	40 ÷ 60
Габариты реле:							
длина . . . . .	мм	106	108	100	75	60	60
высота . . . . .	»	55	36	57	35	17	23
ширина . . . . .	»	40	26	28	21	13	13
Вес . . . . .	г	310 ÷ 320	180 ÷ 200	300	110 ÷ 120	30	35

Фазное реле типа 100 имеет на конце сердечника продольный вырез с надетыми полукольцами из красной меди.

Купроксное реле образуется из реле постоянного тока и купроксного выпрямителя, укрепленного на месте одной из контактных групп. Купроксный выпрямитель типа МЗВ-12/5 состоит из 8 (тип М-8) или 16 (тип М-16) шайб, соединенных мостиком (фиг. 118).



Фиг. 118. Включение купроксных шайб

Число шайб выбирается так, чтобы эффективное значение напряжения переменного тока не превышало 7,5 в на каждую шайбу; величина выпрямленного тока, проходящего через каждую шайбу, должна быть не более 20 ма.

Выпрямитель устойчиво работает при относительной влажности до 80% и температуре от +10 до +40° С.

Плоское реле типа РПН<sup>1</sup> (фиг. 117, б), см. [36, 63, 71], выпускается промышленностью с 1945 г. и является основным типом реле для современной аппаратуры связи.

Для якоря и сердечника применяется сталь нормального (маркируется знаком ○) или улучшенного (+) качества, а также с нормальной (знак \*) или уменьшенной (\*\*) коэрцитивной силой. Сталь улучшенного качества применяется для уменьшения ампервитков срабатывания реле, а с уменьшенной коэрцитивной силой — для замедленных реле и для реле с пластиной отлипания толщиной  $\leq 0,1$  мм.

Контактные группы приведены в табл. 115.

Контактные группы располагаются на реле:

а) при одной группе — на третьем месте (считая сверху);

б) при двух группах — на втором и четвертом местах, причём на втором месте помещают группу с меньшим порядковым номером;

в) при трёх группах — на первом, третьем и пятом местах, причём если все группы имеют одинаковое или разное число пружин, то группу с наименьшим порядковым номером устанавливают на первом месте, а с наибольшим порядковым номером — на третьем месте; если из трёх групп две имеют одинаковое число пружин, то их располагают на первом и пятом местах, причём на первом месте помещают группу с меньшим порядковым номером.

Замедление достигается намоткой на сердечник (под обмоткой) двух, четырёх или шести слоёв голой медной проволоки диаметром 0,5 мм (маркируется соответственно К1, К2 и К3). Этим достигается различное замедление (см. фиг. 124 и 125).

Фазное плоское реле имеет на конце сердечника медное кольцо. Оно допускает установку одной контактной группы

с числом пружин до четырёх. Сопротивление обмоток  $22 \div 1500$  ом.

Маятниковое реле предназначено для работы в схемах вибраторов при частоте 25 гц.

Паспортные данные реле типа РПН см. [36], регулировку — [63, 71].

Реле типа РМ<sup>1</sup> (фиг. 117, в), см. [36], предназначено для устройств, работающих преимущественно в условиях тряски и вибрации.

Для замедления на сердечник реле надевается медная втулка: на передний конец длиной 12,8 и 25,5 мм (замедление при срабатывании) или на задний конец длиной 12,8, 25,5 и 38 мм (замедление на отпускание). Этим достигается замедление: при срабатывании до  $50 \div 100$  мсек, а при отпускании до  $100 \div 400$  мсек.

Для увеличения индуктивности на сердечник надевается трубка из пермаллоя.

Для импульсных реле применяются якоря с вырезом.

Фазные реле типа РМ имеют на переднем конце сердечника медные полукольца.

Паспорта реле типа РМ — см. [36].

Малогобаритное реле типа 106 (фиг. 117, г), см. [36, 63], предназначено для работы в цепях постоянного тока как в стационарных условиях, так и при вибрации.

Замедление достигается намоткой на сердечник двух или четырёх слоёв голой медной проволоки диаметром 0,5 мм.

Малогобаритное реле Ципкина типа МРЦ (фиг. 117, д), см. [36, 28], имеет одну (тип МРЦ-1) и две (тип МРЦ-2) контактные группы. Они предназначены для работы в стационарной аппаратуре при постоянном токе.

Реле МРЦ-2 в настоящее время не выпускается и заменено реле типа 106.

Термореле. Термореле применяются в тех случаях, когда необходимо получить замедление срабатывания в несколько (5÷30) секунд. Термореле изготавливаются в виде замыкающих или переключающих контактных групп.

Выпускаемые биметаллические термореле [36, 63] работают при окружающей температуре  $+15 \div +25^\circ$  С и влажности 50 ÷ 75%. Время срабатывания 6 и 12 сек. Рабочее напряжение 48 в. Сопротивление 600 и 800 ом. Обмотка из провода ПЭШОК 0,08 в 485 и 670 витков. Допустимый ток через контакты 0,2 а.

### Подбор и расчёт реле

Тип реле выбирают в зависимости от условий, в которых оно должно работать. Основными исходными данными являются: цепь, в которой работает реле, напряжение батареи, нагрузка реле (число и тип контактных групп), а иногда требования к времени срабатывания и отпускания и к сопротивлению реле при переменном токе.

Сопротивление  $R$  обмотки реле выбирают, если нет специальных требований к условиям его срабатывания, из условия потребления

<sup>1</sup> Старое наименование — тип 70.

<sup>1</sup> Старое наименование — тип 3 000.

Контактные группы

Таблица 115

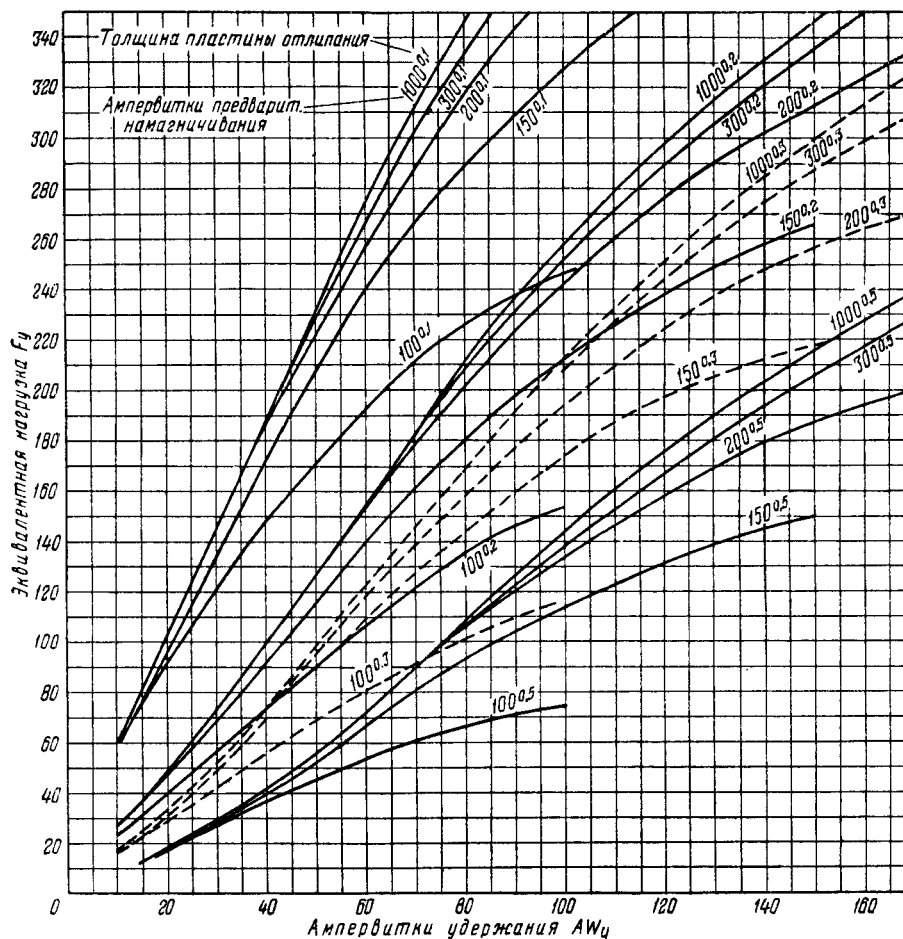
№ группы	Обозначение группы	М.М. пружин для 1. и 2. рядов	М.М. пружин для 3. и 4. рядов	Группа в нерабочем положении			Группа в рабочем положении			Давление в мм	Эквивалентная нагрузка	F <sub>c</sub> срабат.	F <sub>n</sub> несрабат.	F <sub>y</sub> удерж.	F <sub>0</sub> отпуск
				Зазор меж. ду контактами (мм)	Давление в.г.	Контактный зазор в мм	Давление в.г.	Контактный зазор в мм							
01		33 17	36 21		15±2	0,5±0,1		23±3		1,1	40	12	64	54	
02		19 15	23 18		23±3			35±15	>0,4	1,1	32	9,5	41	34	
03		39 20 15	42 24 16		28±3	0,5±0,1	 Потом замыкается Сначала размыкается	23±3 35±15	>0,3	1,1	34	9	65	60	
04		39 34 17	42 37 21		15±2	0,4±0,1		23±3 15±2 (Пр 3 поднимать)		1,3	45	10	90	78	
05		25 18 15	29 22 16	 Пр 3: 0,1 Пр 2: 0,4±0,1 поднимать	23±3 13±3 (Пр 3 поднимать)			35±15	>0,3	1,3	35	10	68	50	
46		41 51 49 17	44 62 50 21		6±1 6±1	0,5±0,1 0,5±0,1		20±2 20±2		1,1	50	7,5	96	80	
26		41 45 49 17	44 47 50 21		6±1 6±1	0,4±0,1 0,4±0,1		20±2 20±2 (Пр 3 поднимать)		1,5	33	4	70	64	
07		28 40 33 17	32 43 36 21		20±2 6±1	0,5±0,1		35±15 20±2	>0,3	1,1	54	8	85	70	
27		46 53 51 17	48 54 52 21		20±2 6±1	0,4±0,1		35±15 15±2 (Пр 4 поднимать)	>0,3	1,5	34	2,5	72	61	
13		41 87 34 17	44 88 37 21	 Пр 1: 0,2±0,1 Пр 3: 0,1	20±2 6±1	0,5±0,1 0,5±0,1	 Потом замыкается Сначала размыкается	20±2 20±2	>0,3	1,5	43	14	112	90	
28		41 63 55 15	44 64 56 16		6±1 20±2	0,4±0,1	 Потом замыкается Сначала размыкается	20±2 35±15	>0,4	1,3	43	11	91	72	
10		28 40 65 15	32 43 66 16		20±2 20±2			35±15 35±15	>0,3 >0,3	1,1	58	20	73	61	
29		41 35 20 15	44 38 24 16		20±2	0,4±0,1	 Потом замыкается Сначала размыкается	20±2 15±2 (пр 4 поднимать) 35±15	>0,3	1,5	38	10	91	72	
11		41 27 18 15	44 31 22 16	 Пр 2: 0,2±0,1 Пр 3: 0,1 поднимать	20±2 13±3 (Пр 3 поднимать)	0,5±0,1	 Сначала размыкается Потом замыкается	20±2 35±15	>0,3	1,5	36	8	92	70	
12		28 39 18 15	32 60 22 16		20±2 20±2	0,5±0,1	 Сначала размыкается Потом замыкается	20±2 20±2 35±15	>0,3 >0,3	1,3	62	22	115	90	
102		46 149 147 145 17	48 150 148 146 21		20±2 6±1	0,5±0,1 0,5±0,1	 Сначала размыкается Потом замыкается	20±2 35±15 20±12	>0,4	1,3	57	13	91	91	
100		46 149 147 65 15	48 150 148 66 16		20±2	0,5±0,1	 Сначала размыкается	20±2 35±15 35±15	>0,4 >0,4	1,3	62	22	91	76	

около  $40 \div 50\%$  максимальной допустимой мощности для реле данного типа. Для реле, включаемого в цепь последовательно с сопротивлением  $r$ , наилучшие условия срабатывания получаются при  $R = (0,85 \div 1) r$ .

Для определения числа витков реле находят предельные значения электромагнитной

$AW_o$  — ампер-витки отпускания (возврата) — наибольшие значения, при которых реле полностью отпускает якорь.

Ампер-витки удержания и отпускания зависят от нагрузки, толщины пластины (штифта) отгибания и ампер-витков предварительного намагничивания.



Фиг. 119. Кривые для расчёта ампер-витков удержания

силы (числа ампер-витков) при различных режимах его работы:

$AW_c$  — ампер-витки срабатывания (чувствительности или притяжения) — наименьшие значения, при которых реле полностью притягивает якорь;

$AW_n$  — ампер-витки несрабатывания — наибольшие значения, при которых якорь реле остаётся без движения.

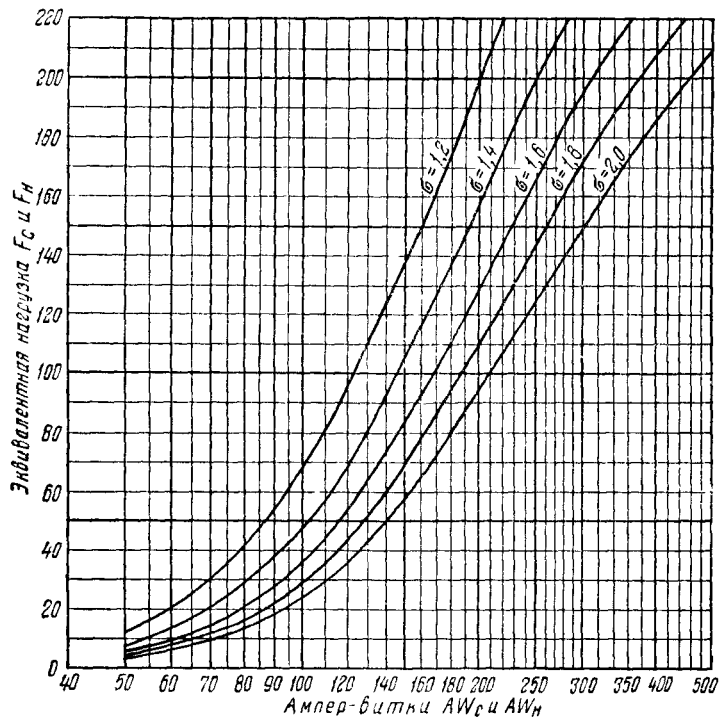
Ампер-витки срабатывания и несрабатывания для реле данного типа зависят от нагрузки и величины междустального пространства (ход якоря плюс толщина пластины или штифта отгибания);

$AW_y$  — ампер-витки удержания — наименьшие значения, при которых якорь реле остаётся притянутым после срабатывания;

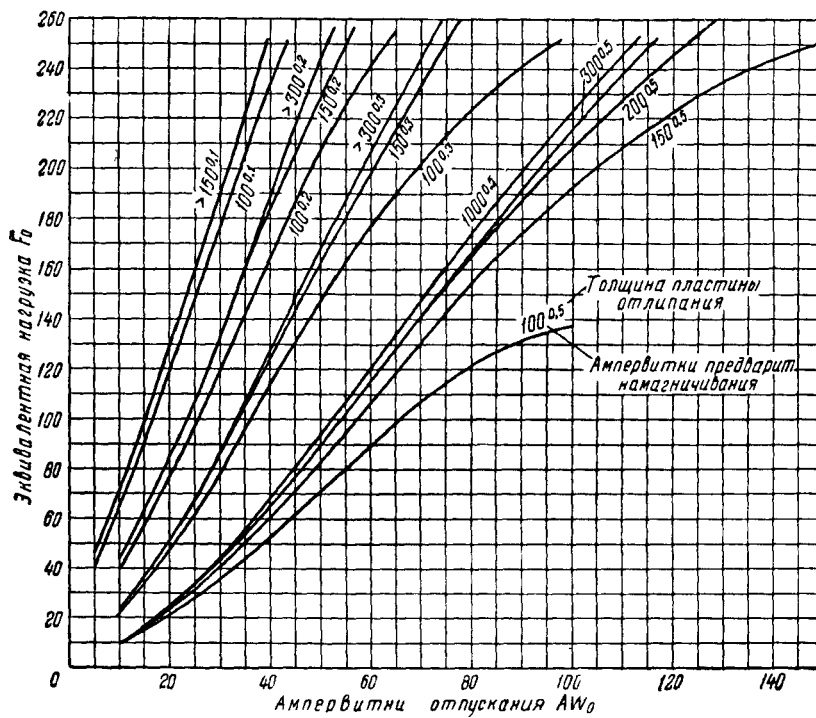
Соответствующие ампер-витки находят по специальным таблицам или кривым, построенным на основании опытных данных для каждого типа реле. Для реле типа 100 — см. [10, 28]. Для реле типа РПН служат кривые, приведённые на фиг. 119 ( $AW_y$ ), фиг. 120 ( $AW_c$ ) и  $AW_n$  и фиг. 121 ( $AW_o$ ), где приведена зависимость ампер-витков от сумм соответствующих эквивалентных нагрузок  $F_c$ ,  $F_n$ ,  $F_y$  или  $F_o$ , создаваемых различными контактными группами и приведённых в табл. 115.

Для реле с сердечником из стали улучшенного качества ампер-витки срабатывания снижаются на 10% при  $AW_c < 140$  и на 5% при  $AW_c > 140$ .

$AW_n$ ,  $AW_y$  и  $AW_o$  определяют только в тех случаях, когда задана работа реле в этих режимах.



Фиг. 120. Кривые для расчёта ампер-витков срабатывания и несрабатывания



Фиг. 121. Кривые для расчёта ампер-витков отпускания

Число витков  $W$  выбирают таким, чтобы

$$W > \frac{AW_c}{I_{pc}}; \quad W < \frac{AW_n}{I_{pn}};$$

$$W > \frac{AW_y}{I_{py}} \text{ и } W < \frac{AW_o}{I_{po}},$$

где  $I_{pc}$ ,  $I_{pn}$ ,  $I_{py}$  и  $I_{po}$  — рабочие (схемные) токи срабатывания, несрабатывания, удержания и отпускания, определенные для наилучших условий (с учётом изменений напряжения батареи и отклонений в величинах сопротивлений до  $\pm 10\%$ ), т. е.:

для

$$I_{pc} \text{ и } I_{py}$$

$$I_p = \frac{U_m}{1,1(R+r)};$$

для

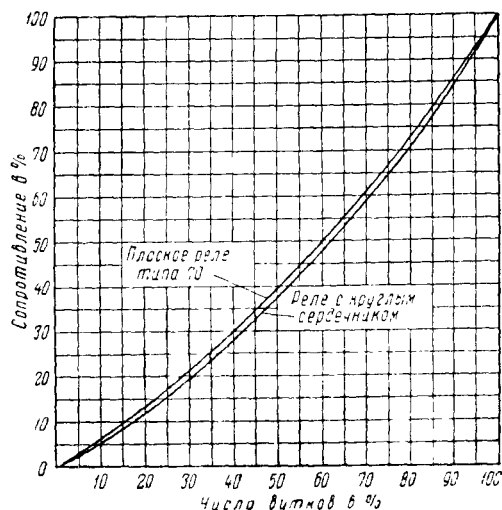
$$I_{pn} \text{ и } I_{po} \\ I_p = \frac{U_o}{0,9(R+r)},$$

где  $U_m$  и  $U_o$  — соответственно наименьшее и наибольшее напряжения батареи;

$R$  — сопротивление реле;

$r$  — сопротивление внешней цепи.

По выбранным  $R$  и  $W$  подбирают диаметр провода с таким расчётом, чтобы заполнить по возможности весь объём катушки. В табл. 116 приведены данные обмоточного провода с эмалевой изоляцией (марки ПЭЛ-1), а также данные сопротивления и числа витков, которые получаются при заполнении этим проводом полного объёма катушки реле типа РПН.



Фиг. 122. Соотношение между числом витков и сопротивлением при частичном заполнении катушки

При расчёте многообмоточных реле и обмоток, занимающих не весь объём катушки, пользуются кривыми фиг. 122, дающими зависимость между числом витков и сопротивлением при частичном заполнении катушки

Таблица 116

Данные для расчёта обмоток реле при использовании провода марки ПЭЛ-1

Диаметр голого провода в мм	Число витков на мм <sup>2</sup> $W'$	Для плоского реле типа РПН при 100% заполнения		
		сопротивление в ом	число витков $W$	число витков в двух рядах
0,06	160	18 500	59 400	—
0,07	132	10 500	46 100	—
0,08	99	6 300	36 000	—
0,09	82	3 890	28 000	—
0,10	69	2 560	22 800	—
0,11	59	1 810	19 400	—
0,12	51	1 310	16 800	—
0,13	44	974	14 600	—
0,14	39	740	12 900	—
0,15	34	568	11 400	—
0,16	30	444	10 100	—
0,17	27	352	9 050	—
0,18	23	280	8 100	470
0,19	21	227	6 300	447
0,20	19	182	6 500	417
0,21	17	151	5 900	399
0,23	15	105	4 950	368
0,25	13	75,5	4 200	341
0,27	10,6	54,6	3 540	308
0,29	9,2	40,6	3 050	289
0,31	8,2	31,5	2 700	268
0,33	7,3	24,9	2 400	254
0,35	6,6	19,9	2 170	241
0,38	5,6	14,5	1 870	223
0,41	4,9	10,9	1 630	208
0,44	4,2	8,13	1 400	193
0,47	3,75	6,32	1 240	182
0,49	3,41	5,31	1 130	175
0,51	3,15	4,55	1 050	163
0,53	2,95	3,92	980	162
0,55	2,75	3,40	917	156
0,57	2,60	2,97	858	151
0,59	2,44	2,58	805	146
0,62	2,22	2,14	732	140
0,64	2,10	1,89	693	136
0,67	1,91	1,57	630	130
0,72	1,64	1,17	541	120
0,77	1,45	0,91	478	113
0,80	1,35	0,78	445	109
0,86	1,18	0,59	390	102
0,90	1,07	0,49	353	97
0,96	0,94	0,38	310	92
1,00	0,87	0,32	288	87

(в % к значениям при заполнении всего объёма).

При выборе обмотки необходимо учитывать, что: а) вследствие отклонений диаметра провода от номинала объём катушки может увеличиться на 3 ÷ 4% для проводов диаметром  $\geq 0,19$  мм; 5 ÷ 7% — для проводов диаметром 0,09 ÷ 0,18 мм и на 10% при диаметре  $\leq 0,08$  мм; б) часть объёма катушки занимают прокладки между обмотками (у реле типа РПН прокладка занимает 2,5% объёма) и в) у замедленных реле часть объёма занимают медные трубки или короткозамкнутые обмотки (для реле типа РПН: К1 — 15%, К2 — 30% и К3 — 45% объёма).

Если при данном числе витков не может быть выдержано требуемое сопротивление, то часть обмотки делается из константового провода марки ПЭШОК (табл. 117).

После расчёта обмоток проверяют потребляемую мощность и запасы надёжности. Для уверенной работы реле должны быть соблюдены условия:

$$K_c = \frac{AW_{pc}}{AW_c} \geq 1 \text{ (обычно принимают 1,2);}$$

Таблица 117

Данные для расчёта обмоток реле при использовании константанового провода марки ПЭШОК

Диаметр го- лого провода в мм	Сопротив- ление 1 м в ом	Число витков на мм <sup>2</sup> W'	Для полной обмотки реле типа РПН	
			сопротив- ление в ом	число витков
0,07	127	50	83 500	13 300
0,08	97	42	54 100	11 300
0,09	77	37	36 300	9 570
0,10	62	33	25 300	8 250
0,12	43	27	14 300	6 700
0,13	37	25	11 000	6 100
0,15	28	21	7 200	5 270
0,18	19	16	3 850	4 060
0,20	16	14	2 530	3 300
0,25	10	9,6	1 110	2 270
0,30	6,9	7,4	605	1 780
0,35	5,1	5,6	342	1 370
0,40	3,9	4,55	212	1 110
0,45	3,1	3,75	139	915
0,50	2,5	3,18	93	755

при несрабатывании

$$K_n = \frac{AW_n}{AW_{pn}} \geq 1;$$

при удержании

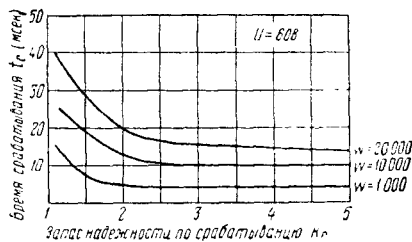
$$K_y = \frac{AW_{py}}{AW_y} \geq 1;$$

при отпуске

$$K_o = \frac{AW_o}{AW_{po}} \geq 1 \text{ (для замедленных реле при-} \\ \text{нимают } K_o > 2,5),$$

где  $K_s$ ,  $K_n$ ,  $K_y$  и  $K_o$  — соответствующие коэффициенты надёжности; $AW_{ps}$ ,  $AW_{pn}$ ,  $AW_{py}$  и  $AW_{po}$  — рабочие ампер-витки для полученного значения числа витков и соответствующих рабочих токов  $I_{ps}$ ,  $I_{pn}$ ,  $I_{py}$  и  $I_{po}$ .

Время срабатывания реле зависит от времени нарастания тока до величины тока срабатывания и времени движения

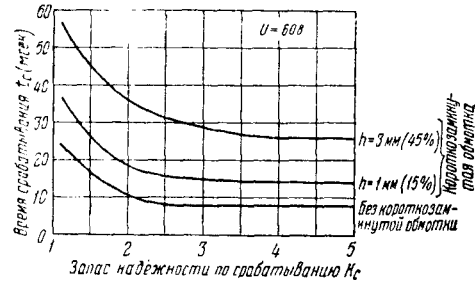


Фиг. 123. Время срабатывания реле типа РПН

якоря, причём наибольшее влияние оказывает первое. Время срабатывания зависит от постоянной времени цепи и запаса по току срабатывания. Время срабатывания плоского реле типа РПН от запаса надёжности по току срабатывания при различном числе витков и напряжении батарей 60 в дано на фиг. 123.

Наличие короткозамкнутых обмоток увеличивает время срабатывания (фиг. 124).

Время отпущения зависит от нагрузки, толщины пластины отлипания, тока предва-

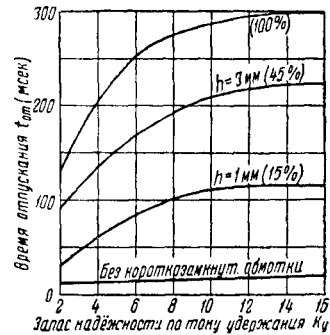


Фиг. 124. Время срабатывания реле типа РПН

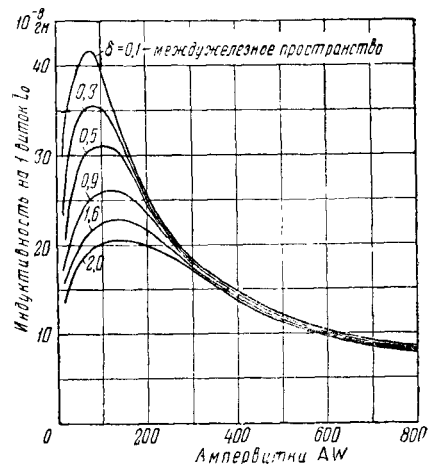
рительного намагничивания и наличия короткозамкнутой обмотки.

Время отпущения плоского реле типа РПН с пластиной отлипания 0,1 мм определяют по кривым фиг. 125 в зависимости от коэффициента надёжности  $K_y$ .

При увеличении толщины пластины отлипания должен вводиться поправочный коэф-



Фиг. 125. Время отпущения реле типа РПН



Фиг. 126. Индуктивность реле для постоянного тока

фициент: при пластине 0,15 мм — 0,8; при 0,2 мм — 0,7; при 0,3 мм — 0,6; при 0,4 мм — 0,5; при 0,5 мм — 0,4.

Определение времени срабатывания и отпущения реле типа 100 — см. [10].

Значительное влияние на время срабатывания и отпущения оказывает наличие в цепи реле сопротивлений, ёмкостей и индуктивностей — см. [10].

Индуктивность реле постоянному току равна

$$L = l_0 W^2,$$

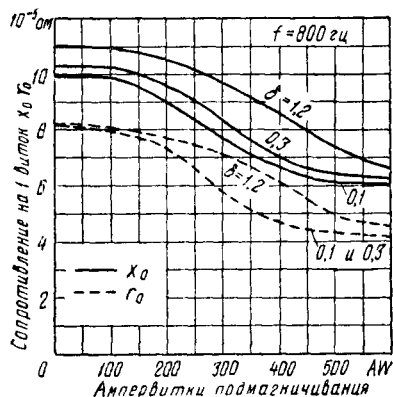
где  $l_0$  — коэффициент, учитывающий конструкцию реле, междужелезное пространство и подмагничивание. Значение этого коэффициента для реле типа 100 — см. [10, 28], для реле типа РПН — фиг. 126.

Полное сопротивление реле при переменном токе

$$Z = \sqrt{r_0^2 + x_0^2 W^2},$$

где  $r_0$  и  $x_0$  — активное и индуктивное сопротивления одного витка, зависящие от конструкции реле, междужелезного пространства, частоты тока и степени подмагничивания постоянным током.

Значения  $r_0$  и  $x_0$  для реле типа РПН даны на фиг. 127; расчёт полного сопротивления реле типа 100 — см. [10].



Фиг. 127. Полное сопротивление реле

$$Y = \frac{C_p N_p k_p t_p + C_o N_o k_o t_o + C_c N_c k_c t_c + C_k N_k k_k t_k}{60 \cdot 100} \text{ часо-занятий.} \quad (2)$$

### ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕЛЕФОННЫХ СТАНЦИЙ

**Общие сведения.** К основным вопросам проектирования телефонных станций относятся: определение монтированной и конечной ёмкостей станции, выбор типа станции и составление её скелетной схемы, определение величины телефонного сообщения, расчёт объёма оборудования станции, выбор и расчёт системы электропитания станции, планировка

помещений телефонной станции и размещение оборудования в них, составление кабельного плана станции, составление схемы токораспределительной сети и расчёт сечения питающих проводов.

Монтированную ёмкость станции обычно задают и уточняют в процессе проектирования. Конечную ёмкость определяют в ходе изысканий на основании данных о развитии железнодорожного узла на ближайшие 10 лет.

Систему станции — автоматическую или ручную телефонную станцию (АТС или РТС) обычно задают. Тип станции выбирают с учётом её конечной ёмкости и значения данного железнодорожного узла.

При составлении скелетной схемы станции учитывают как внутренние связи между абонентами, так и связи с междугородной и городской телефонными станциями, с коммутаторными установками того же железнодорожного узла и с удалёнными абонентами.

Величина телефонной нагрузки (трафика) телефонной станции является основой расчётов при проектировании телефонных станций. Для данной станции или группы приборов величина телефонной нагрузки в час наибольшей нагрузки (ЧНН) определяется по формуле

$$Y = \frac{CNkt}{100} \text{ минута-занятий} = \frac{CNkt}{60 \cdot 100} \text{ часо-занятий,} \quad (1)$$

где  $C$  — среднее число занятий (вызовов, переговоров) на одного абонента в сутки;

$N$  — число абонентов данной станции и в группе, для которой определяется число соединительных приборов;

$k$  — величина коэффициента концентрации в процентах;

$t$  — продолжительность одного занятия в мин.

Абонентов железнодорожных станций можно подразделить на следующие категории, характеризующиеся не только различным числом абонентов каждой категории, но и различными значениями величин  $C$ ,  $k$  и  $t$ : руководство ( $N_p$ ,  $C_p$ ,  $k_p$ ,  $t_p$ ), оперативные работники ( $N_o$ ,  $C_o$ ,  $k_o$ ,  $t_o$ ), прочие служебные абоненты ( $N_c$ ,  $C_c$ ,  $k_c$ ,  $t_c$ ) и квартирные абоненты ( $N_k$ ,  $C_k$ ,  $k_k$ ,  $t_k$ ). Общая величина телефонной нагрузки в ЧНН, создаваемой указанными категориями абонентов, может быть вычислена по формуле:

Среднее число занятий на одного абонента в ЧНН

$$C_{cp} = C_p k_p \frac{N_p}{N} + C_o k_o \frac{N_o}{N} + C_c k_c \frac{N_c}{N} + C_k k_k \frac{N_k}{N}, \quad (3)$$

где  $N = N_p + N_o + N_c + N_k$  — общее число абонентов станции или в группе.



Средняя длительность одного занятия одного вызова  $t_o$  и среднем времени ответа в ЧНН станции  $t_{cp}$  приведены в табл. 118.

$$t_{cp} = \frac{C_p N_p k_p t_p + C_o N_o k_o t_o + C_c N_c k_c t_c + C_k N_k k_k t_k}{C_p N_p k_p + C_o N_o k_o + C_c N_c k_c + C_k N_k k_k} \quad (4)$$

Исходные величины  $C$ ,  $t$  и  $k$ , входящие в формулы (2) — (4), определяются по данным наблюдения или существующей статистики телефонных нагрузок проектируемого объекта или существующего объекта, аналогичного проектируемому.

Величины  $\bar{Y}$ ,  $C_{cp}$  и  $t_{cp}$  рассчитываются с учётом всех видов соединений, т. е. внутренних переговоров, переговоров по соединительным линиям, заказов на междугородную телефонную станцию и т. п.

Остальные вопросы, связанные с проектированием телефонной станции, решаются в зависимости от системы станции — АТС или РТС, как показано ниже.

### Элементы проектирования ручных телефонных станций

Скелетная схема телефонной станции составляется после выбора типа телефонной станции (МБ, ЦБ  $\times 2$ , ЦБ  $\times 3 \times 2$ ) и решения вопроса о способах связи с городской телефонной станцией, коммутаторными установками железнодорожного узла, междугородной телефонной станцией и т. п.

**Расчёт оборудования ручной телефонной станции.** Пользуясь формулами (1) — (4), на основании выбранных исходных данных производят предварительные расчёты и затем приступают к расчёту оборудования станции.

**Расчёт числа рабочих мест.** Число рабочих мест на станции

$$m = \frac{N C_{cp}}{S_n} \quad (5)$$

где  $N$  — ёмкость станции;

$C_{cp}$  — среднее число вызовов на одного абонента в ЧНН;

$S_n$  — количество вызовов, обслуживаемых в ЧНН одной телефонисткой.

Средние данные о числе вызовов, обслуживаемых одной телефонисткой в ЧНН,  $S_n$ , а также данные о среднем времени обработки

Таблица 118

Данные об обработке вызовов

Системы станций	$S_n$	$t_o$ сек.	$\gamma_{cp}$ сек.	Не ниже 90% ответов должны иметь продолжительность (в сек.) до
ЦБ ёмкостью поля 100 номеров	500	4	4,5	7
ЦБ ёмкостью местного поля 150 номеров	580	4	5,5	8
МБ	400	6	6	8,5

**Расчёт числа соединительных линий.** Нагрузка соединительных линий зависит от числа вызовов по ним в ЧНН и от продолжительности занятия на один разговор. Она учитывается в разговоро-минутах занятия. Число разговоро-минут занятия определяется для каждого пучка соединительных линий в требующихся направлениях по формуле

$$Ct = N C_{cp} [t_c (1 - p) + t_{nc} p], \quad (6)$$

где  $Ct$  — число минута-занятий;

$N$  — ёмкость станции;

$C_{cp}$  — число вызовов в ЧНН;

$t_c$  — время занятия соединительных линий на один состоявшийся разговор в мин.;

$t_{nc}$  — время занятия соединительных линий на один несостоявшийся разговор;

$p$  — процент несостоявшихся разговоров или отказов в ЧНН вследствие занятости вызываемого абонента.

Величина  $p$  определяется по формуле

$$p = \frac{C_{cp} (t_1 + t_2) 100}{60 + C_{cp} (t_1 + t_2 - t_3)} \% \quad (7)$$

где  $t_1$  — время занятия линии вызывающего абонента при состоявшемся разговоре в мин.;

$t_2$  — время занятия линии вызываемого абонента при состоявшемся разговоре в мин.;

$t_3$  — время занятия линии вызывающего абонента при несостоявшемся разговоре в мин.

Величины  $t_1$ ,  $t_2$  и  $t_3$  определяются как средние значения из данных, относящихся к каждой категории разговоров (внутреннее сообщение, исходящие и входящие разговоры по соединительным линиям, междугородный разговор).

Для ориентировочных расчётов могут быть использованы значения продолжительности соединений, указанные в табл. 119.

Расчёт величин  $t_1$ ,  $t_2$  и  $t_3$  ведут с учётом удельного веса каждого вида переговоров. Если, например, внутренние переговоры составляют  $q_{вн} \%$  общего числа переговоров, исходящие разговоры к коммутаторным установкам по соединительным линиям —  $q_{сд} \%$ , исходящие разговоры на АТС —  $q_{АТС} \%$  и заказы на междугородные переговоры —  $q_m \%$ , то величина  $t_1$  на основании данных табл. 119 составит

$$t_1 = \frac{2,38 q_{вн} + 3,06 q_{сд} + 3,25 q_{АТС} + 1,42 q_m}{100} \quad (8)$$

Аналогично определяются и величины  $t_2$  и  $t_3$ .

Определив по формуле (6) величину  $Ct$  и задавшись величиной потерь  $p$  (обычно берут  $10\%$ ), определяют искомое число соединительных линий по табл. 120.

Таблица 119

## Продолжительность соединений для различных видов переговоров

Вид переговоров	Продолжительность занятия линии в ЧНН в м инутах		
	вызывающего абонента при состоявшемся разговоре	вызываемого абонента при состоявшемся разговоре	вызывающего абонента при несостоявшемся разговоре
Внутреннее сообщение . . . . .	2,38	2,22	0,20
Сообщение по соединительным линиям	3,06	2,72	0,46
	(исходящие)	(входящие)	
Исходящее сообщение на АТС . . . . .	3,25	—	0,75
Заказ на междугородный коммутатор .	1,42	—	—
Междугородный разговор (при длительности чистого разговора 5 минут) . . . .	5,83	5,73	—

Таблица 120

Определение числа соединительных линий ( $P=10\%$ )

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	—	—	—	20	90	120	154	192	230
1	270	310	352	396	442	438	534	580	628	676
2	724	772	822	872	922	972	1 024	1 078	1 132	1 186
3	1 240	1 292	1 344	1 396	1 443	1 500	1 552	1 604	1 656	1 703
4	1 760	1 812	1 864	1 916	1 968	2 020	2 074	2 128	2 182	2 236
5	2 290	2 344	2 393	2 452	2 506	2 560	2 614	2 663	2 722	2 766
6	2 830	2 886	2 942	2 998	3 054	3 110	3 166	3 222	3 278	3 334
7	3 390	3 446	3 502	3 558	3 614	3 670	3 726	3 782	3 838	3 894
8	3 950	4 006	4 062	4 118	4 174	4 230	4 286	4 342	4 398	4 454
9	4 510	4 566	4 622	4 678	4 734	4 790	4 846	4 902	4 958	5 014
10	5 070	5 126	5 182	5 238	5 294	5 350	5 406	5 462	5 518	5 574

В этой таблице в столбцах помещены числа разгово-минут занятия, в левом вертикальном ряду десятки, а в верхнем горизонтальном — единицы искомого числа соединительных линий.

Указанный расчёт производится для каждого пучка соединительных линий.

**Электропитание телефонных станций системы МБ.** Для электропитания приборов телефонных коммутаторов системы МБ (без многократного поля) применяют батареи с напряжением 3—4 в, составленные из 2—3 элементов типа 6СМВД или из 4—6 медно-окисных элементов на каждое рабочее место.

В качестве источников вызывного тока применяют токовращатели, машинные индукторы или вызывные трансформаторы, питаемые от сети переменного тока. Токовращатели для станций системы МБ выбирают на напряжение 6 в и для питания их устанавливают батарею из 4—5 элементов типа 6СМВД или из соответствующего количества медно-окисных элементов.

**Электропитание телефонных станций системы ЦБ.** Для электропитания телефонных станций системы ЦБ может быть применён один из следующих способов:

непосредственное питание от аккумуляторных батарей по способу «заряд — разряд»; смешанное питание от аккумуляторных батарей и преобразователей, работающих параллельно с аккумуляторными батареями в течение части суток;

питание от выпрямителей, работающих параллельно с аккумуляторными батареями в буферном режиме.

Питание по способу «заряд — разряд» и смешанное питание применяют в тех случаях, когда не обеспечивается круглосуточное электроснабжение от сети переменного тока.

В пунктах, обеспеченных бесперебойным круглосуточным электроснабжением от сети переменного тока, целесообразнее применять выпрямители, работающие параллельно с аккумуляторными батареями в буферном режиме.

При наличии в узле связи аппаратуры дальней связи источники постоянного тока напряжением 24 в используются как для питания телефонной станции, так и для питания аппаратуры дальней связи.

Более подробно о системах электропитания узлов связи и схемах питающих установок см. в главе «Электропитание устройств связи» данного тома.

Расчёт ёмкости аккумуляторных батарей может быть произведён по формулам, приведённым в табл. 121.

Электропитающая установка телефонной станции системы ЦБ с номинальным напряжением в 24 в в отношении постоянства напряжения и его пульсации должна удовлетворять требованиям ГОСТ 5237-50.

В качестве источников вызывного тока на телефонных станциях применяют токовращатели, трансформаторы, машинные индукторы и мотор-генераторы.

Основные данные токовращателей и вызывных трансформаторов приведены в табл. 90 и 91. Машинные индукторы, состоящие из пятимагнитного индуктора и мотора в  $\frac{1}{8}$  ло

Т а б л и ц а 121

Формулы для расчёта источников питания телефонной станции системы ЦБ

Определяемая величина	Расчётная формула при системе питания	
	по способу «заряд-разряд» и смешанного питания	по буферному способу
Ёмкость батареи в а-ч	$Q = Q_{см} + q_в + q_{ао},$ <p>где <math>Q_{см} = 1,05 \frac{qN}{100}</math>;</p> $q_в = I_в t_в;$ <p>при применении машинных индукторов и вызывных агрегатов</p> $q_в = \frac{I_m N'}{1200};$ <p>при применении токовращателей</p> $q_{ао} = \frac{nw t_{ав}}{24}$	$Q = (I_{чнн} + I_в + I_{ао}) t_p$

**Обозначения в формулах:**

$N$  — число абонентов при конечной ёмкости станции;

$q$  — ёмкость, требующаяся для питания 100 абонентов, в а-ч;

$q_в$  — ёмкость, требующаяся для питания резервных источников вызывного тока, в а-ч;

$I_в$  — величина тока питания мотора вызывного агрегата в а;

$t_в$  — время действия в часах вызывного агрегата за сутки;

$I_m$  — ток питания токовращателя в а;

$N'$  — общее число вызовов в сутки;

$n$  — число ламп аварийного освещения;

$w$  — число ватт на лампу;

$t_{ав}$  — время действия освещения (для станций, обеспеченных электроснабжением, — 2 часа, для станций, не обеспеченных бесперебойным электроснабжением, — 6 час.); учитывается в том случае, когда аварийное освещение предусматривается от батареи РТС;

$I_{чнн}$  — величина тока, потребляемого станцией, в ЧНН, в а;

$I_{ао}$  — величина тока, потребляемого аварийным освещением;

$t_p$  — время разряда батареи в часах (1–2 часа).

шадной силы, устанавливают на станциях ёмкостью до 500 номеров.

Токовращатели устанавливаются в качестве резервных источников вызывного тока (из расчёта 1 токовращатель на 3–4 коммутатора). Мотор-генераторы типа П-0,25 (80 в и 0,5 а при частоте 16 гц) или типа П-1 (80 в и 3 а при частоте 16 гц) применяются на телефонных станциях больших ёмкостей.

**Планировка помещений ручной телефонной станции и размещение в них оборудования.** Для ручной телефонной станции выделяют следующие основные помещения: коммутаторный зал, кроссовую, помещение для вводной шахты, генераторную, аккумуляторную с кислотной, комнату отдыха телефонисток. При наличии на данной станции дру-

гих устройств связи источники электропитания устанавливают в генераторной и аккумуляторной данного узла связи.

Здание, в котором размещаются устройства телефонной станции, должно быть каменным или бетонным. Для очень малых станций допускают деревянные здания. Отопление желательно иметь центральное водяное. При печном отоплении топки должны быть вынесены из технических помещений станции.

При размещении оборудования в технических помещениях телефонной станции необходимо обеспечивать наибольшие удобства при эксплуатации; возможность расширения станции (исходя из десятилетнего развития) без перерыва её действия; экономию кабелей и проводов внутренней проводки; удобное и рациональное устройство желобов.

В коммутаторном зале устанавливается следующее оборудование: коммутаторы с правым и левым аннексами; вводные шкафы; стативы шнуровых реле; стол старшей телефонистки, токораспределительные доски.

При установке оборудования в коммутаторном зале соблюдают следующие условия:

1) коммутаторы устанавливают так, чтобы была обеспечена хорошая видимость полей коммутатора; естественный свет должен быть с левой стороны;

2) вводные шкафы устанавливают в начале и в конце коммутаторного ряда, если в соседнем помещении устанавливают междугородные коммутаторы, к которым подаются кабели многократного поля;

3) стативы шнуровых реле устанавливают сзади ряда коммутаторов и перпендикулярно к нему. Каждый статив реле должен быть установлен против стыка двух смежных коммутаторов (1 и 2, 3 и 4 и т. д.);

4) стол старшей телефонистки устанавливают так, чтобы она могла наблюдать за работой рядовых телефонисток, сидя за столом;

5) токораспределительные доски крепят к одной из стен над желобом, по которому подходят питающие провода к коммутаторному ряду и стативам ШР.

Высота помещения коммутаторного зала должна быть не менее 3 м. Кубатура зала должна составлять 17–18 м³ на одного работника.

Помещение кросса должно быть расположено рядом с коммутаторным залом, что необходимо для удобства монтажа и экономии кабелей. В кроссовой устанавливаются: главный щит переключений (кросс), стативы линейных реле и реле соединительных линий, стативы реле междугородных коммутаторов, если последние установлены в смежном помещении, токораспределительная доска, испытательный прибор и сигнальные номерники.

Главный щит переключений и стативы реле устанавливают так, чтобы была обеспечена наибольшая их освещённость. Испытательный прибор устанавливают поблизости от щита переключений. Прибор может быть установлен и на каркасе кросса с освещаемой стороны.

Токораспределительную доску устанавливают с учётом экономии проводов и эксплуатационных удобств.

Высота помещения кросса должна быть не меньше 2,7 м.

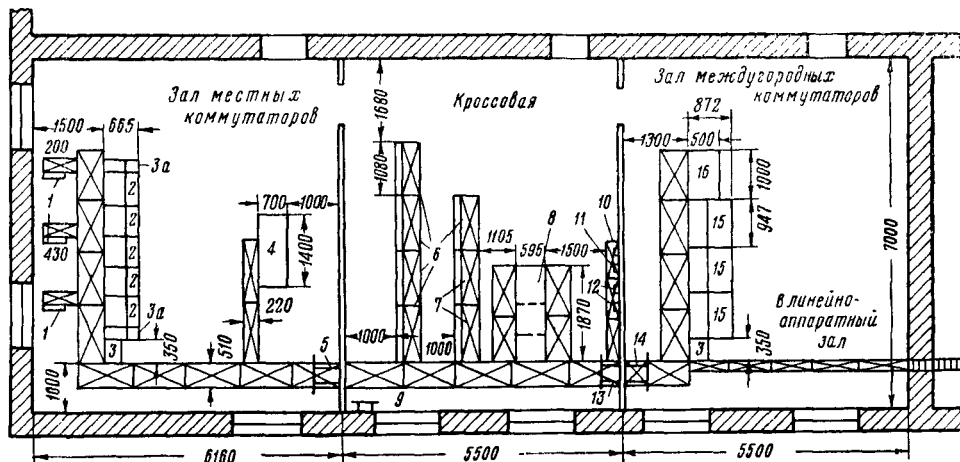
При размещении оборудования в коммутаторном зале и в кроссовой должны соблюдаться размеры проходов, приведённые в табл. 122.

Вводная шахта предназначена для распайки линейных кабелей большой ёмкости на стопарные кабели, подаваемые к громоотводным полосам главного щита переключений. Размеры шахты определяют количеством распаек. Высота помещения шахты должна быть

по размещению в них оборудования см. в главе «Электропитание устройств связи» данного тома.

Примерное расположение оборудования телефонной станции системы ЦБ×3×2 ёмкостью 500 номеров приведено на фиг. 128.

Кабельный план телефонной станции объединяет на общем чертеже схему соединений станционного оборудо-



Фиг. 128. Расположение оборудования телефонной станции ЦБ×3×2: 1—статив шнуровых реле; 2—местный коммутатор системы ЦБ×3×2; 3—вводный шкаф; 3а—аннексы; 4—контрольный стол на 20 рабочих мест; 5—токораспределительный щит коммутаторный; 6—статив линейных реле; 7—статив реле междугородных линий; 8—щит переключений из трёх ячеек; 9—испытательный прибор ЦБ; 10—сигнальный номерник на 20 сигналов; 11—сигнальный номерник на 20 сигналов (ЛР); 12—сигнальный номерник на 5 сигналов для кросса; 13—токораспределительный щит кроссовый; 14—токораспределительный щит междугородного коммутатора; 15—междугородный коммутатор ЦБ×3×2; 16—стол заказов

не менее 2 м. Шахта размещается между станционным колодцем и помещением кросса в непосредственной близости к последнему. На станциях малой ёмкости при подземном вводе кабелей в качестве шахты используют телефонный колодец.

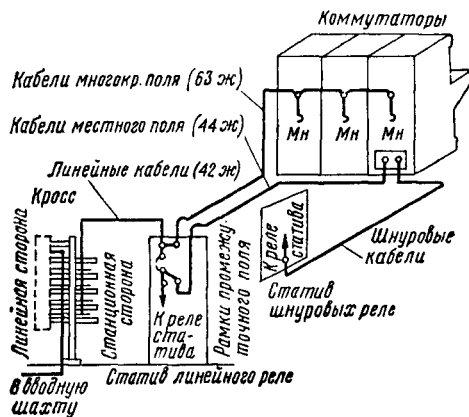
Требования, предъявляемые к помещениям генераторной и аккумуляторной, и указания

дования. Ёмкость кабелей, соединяющих отдельные элементы станционного оборудования, определяется в соответствии с принципиальной схемой и конструкцией оборудования. Длина каждого кабеля определяется непосредственно из чертежа размещения оборудования и разрезов здания.

Таблица 122

Ширина проходов в коммутаторной и кроссовой

Наименование расстояния	Ширина в м не менее
От стены до начала коммутаторного ряда	0,8
От стены до конца коммутаторного ряда с учётом конечной ёмкости	0,5
Ширина аванзала перед коммутаторами	2—3
От стены до задней стенки коммутатора	1,4
От стены до статива шнуровых реле	0,15
От стены до главного щита переключений	1
Проходы между стеной и торцевыми краями главного щита переключений	0,8
Начало ряда стативов реле должно находиться от стены на расстоянии	0,8
Проход между стеной и задней стороной стативов реле	0,8
Проход между стативами реле и главным щитом переключений	1,2



Фиг. 129. Кабельная схема телефонной станции ЦБ×3×2

На фиг. 129 в качестве примера приведена кабельная схема телефонной станции системы ЦБ×3×2, а в табл. 123 указаны кабели, требующиеся для монтажа этой станции.

Кабели для монтажа станции ЦБ×3×2

Таблица 123

Наименование кабеля	Число жил на один комплект	Тип кабеля		Число кусков на 100 номеров
		число жил	марка	
Для соединения вводной шахты с кроссом . . . . .	2	103×2	ТСО	1
Для соединения кросса с промежуточным полем . . . . .	2	21×2	»	5
Для соединения промежуточного поля с многократным полем . . . . .	3	21×3	»	5
Для соединения гнезд многократного поля . . . . .	3	21×3	ТОС	Подсчитывается по расположению полей. Для каждой секции многократного поля требуется 5 кусков
Для соединения промежуточного поля с местным полем . . . . .	4	11×4	ТСО	
Для соединения коммутаторов со стативами шнуровых реле . . . . .	4	11×4	»	2 кабеля на 18 шнуровых пар

**Токораспределительная сеть и её расчёт.** Токораспределительная сеть телефонной станции состоит из нескольких последовательно соединённых и разветвлённых участков с различной величиной тока, проходящего на каждом участке. Перед расчётом токораспределительной сети составляется её схема, на которой указываются длины отдельных участков сети и величины протекающих по ним токов.

Токораспределительную сеть рассчитывают так, чтобы при наименьшем расходе меди на сеть в целом падение напряжения между источником тока и потребителем тока не превышало 2% от рабочего напряжения. Расчёт прямого (минусового) и обратного (плюсового) проводов ведётся раздельно. Если принять падение напряжения в рубильниках и предохранителях равным 0,08 в, то допустимое падение напряжения в минусовом или плюсовом проводах при напряжении питающей установки в 24 в составит

$$\Delta U = \frac{0,48 - 0,08}{2} = 0,2 \text{ в.}$$

Необходимые для расчётов наибольшие значения токов определяют вычислением и суммированием токов в цепях, которые могут одновременно питаться данным участком токораспределительной сети.

Сечение проводов токораспределительной сети в мм<sup>2</sup>

$$q = \frac{Il}{\gamma \Delta U}, \quad (9)$$

где  $I$  — ток, протекающий по рассматриваемому участку, в а;

$l$  — длина участка в м;

$\gamma$  — удельная проводимость провода в м/ом·мм<sup>2</sup>;

$\Delta U$  — допустимое падение напряжения на рассматриваемом участке в в.

#### Элементы проектирования шаговых автоматических телефонных станций (ЖАТС)

**Составление скелетной схемы станции и схемы группообразования.** Скелетная схема составляется после выбора типа АТС и решения

вопроса о способах связи с междугородной телефонной станцией, городской телефонной станцией и с коммутаторными установками железнодорожного узла.

Скелетная схема должна обеспечивать возможность применения общесетевой единой нумерации абонентов.

Основные скелетные схемы ЖАТС приведены на фиг. 107 и 108.

Схему группообразования составляют на основании скелетной схемы связи с учётом следующих соображений:

приборы каждой ступени искания, участвующие в установлении соединения, объединяются в группы;

приборы одной группы могут соединяться только с определённым числом приборов группы следующей ступени искания;

группа, устанавливающая соединение, называется передающей, а группа, воспринимающая соединение, — принимающей;

каждая группа может объединять несколько подгрупп; подгруппа объединяет одну или несколько стоек (плат), соединённых многократно;

число выходов в каждой подгруппе равно числу шагов вращения искателя;

передающая группа соединяется с принимающей пучком линий.

В случае, когда все приборы передающей группы могут подключаться к любому прибору принимающей группы, пучок линий называется полноступным, или совершенным; если же соединение каждого прибора передающей группы с каждым прибором принимающей группы не обеспечивается, то пучок линий называется несовершенным.

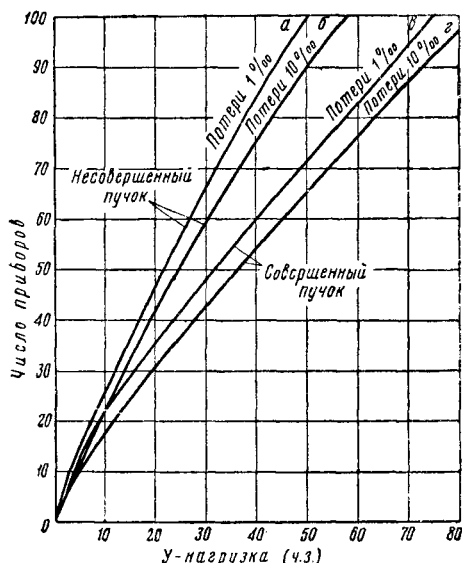
Потребное число приборов принимающей группы при совершенном пучке линий ниже, чем при несовершенном (фиг. 130).

Образование совершенного пучка возможно только тогда, когда число приборов принимающей группы меньше числа многократно соединённых шагов вращения искателей передающей группы.

Использование приборов принимающей группы, а следовательно, и требующееся количество их зависит от величины передающей группы (количества абонентов или приборов),

а при несовершенном пучке линий также и от числа шагов вращения искателей.

При составлении схемы группообразования исходят также из удобства монтажа и эксплуатации ЖАТС, для чего образуют группы, кратные сотням ёмкости станции.



Фиг. 130. Графики зависимости числа приборов или соединительных линий от нагрузки.

Для большой нагрузки число приборов определяют по формуле  $n = \frac{Y}{K}$ , где  $K = 0,5$  для случая а;  $K = 0,57$  для случая б;  $K = 0,75$  для случая в;  $K = 0,83$  для случая г.

Примерная схема группообразования ЖАТС ёмкостью 2 000 номеров приведена на фиг. 131.

Расчёт числа приборов станции и числа соединительных линий производится на основе исходных данных, устанавливаемых при изысканиях.

Пользуясь этими данными, подсчитывают по формуле (2) величину телефонной нагрузки, создаваемой одним абонентом в ЧНН по каждому виду соединений: внутренних ( $Y_{вн}$ ), исходящих и входящих к городской телефонной станции ( $Y_{исх. гмс}$  и  $Y_{вх. гмс}$ ), исходящих и входящих к коммутаторным установкам ( $Y_{исх. ку}$  и  $Y_{вх. ку}$ ), по специальным линиям ( $Y_{сп. л}$ ) на междугородную телефонную станцию ( $Y_{мгс}$ ).

Например, для внутреннего соединения:

$$Y_{вн} = Y_{вн} N = \frac{1,1 (N_p C_{pвн} k_{pвн} t_{pвн} + N_o C_{овн} k_{овн} t_{овн} + N_c C_{свн} k_{свн} t_{свн} + N_k C_{квн} k_{квн} t_{квн})}{60 \cdot 100} \text{ часо-занятий, (10)}$$

где коэффициент 1,1 введён для учёта нагрузки от соединений, не оканчивающихся разговором.

Зная, какие виды соединений осуществляются той или иной группой приборов или

соединительных линий, определяют телефонную нагрузку от одного абонента на данную группу приборов или соединительных линий. Например, для ГИ, через которые проходят соединения: внутренние, исходящие к городской телефонной станции (ГТС), к коммутаторным установкам (КУ) и по специальным линиям (СП.Л), величина телефонной нагрузки составит

$$Y_{ГИ} = Y_{вн} + Y_{исх. гмс} + Y_{исх. ку} + Y_{сп. л} \text{ часо-занятий. (11)}$$

Общая нагрузка на группу приборов или соединительных линий зависит от числа абонентов, обслуживаемых этой группой. Так, для линейных искателей, обслуживающих 100 абонентов, общая нагрузка в ЧНН составляет

$$Y_{ЛИ} = 100 Y_{ГИ} \text{ часо-занятий. (12)}$$

По кривым а, б, в и г, приведённым на фиг. 130, определяют число приборов или соединительных линий в группе, соответствующее полученным величинам телефонной нагрузки. Количество приборов и соединительных линий должно быть таким, чтобы потери в ЧНН из-за отсутствия свободных выходов для ГИ не превышали 0,1%, а для ЛИ и СЛ — 1%.

При невозможности получения данных для вычисления величины телефонной нагрузки количество необходимых приборов можно определить по табл. 124 [61].

Монтаж станции должен быть выполнен так, чтобы имелась возможность увеличения числа приборов в каждой группе на 5—10%.

Число ЛИ на каждую сотню абонентов принимают равным: 17 — при универсальных ЛИ, 14 — при связи от междугородной телефонной станции помимо приборов ЖАТС (через многократное поле или промежуточный стол) и 12 — при связи от междугородной и городской телефонных станций помимо приборов ЖАТС (см. схему фиг. 107).

Расчёт оборудования кроссовой производится таким же способом, какой указан для расчёта оборудования кроссовой ручной телефонной станции, причём расчёт оборудования производится как для монтированной, так и для конечной ёмкости станции (последнее необходимо для определения размеров кроссового помещения).

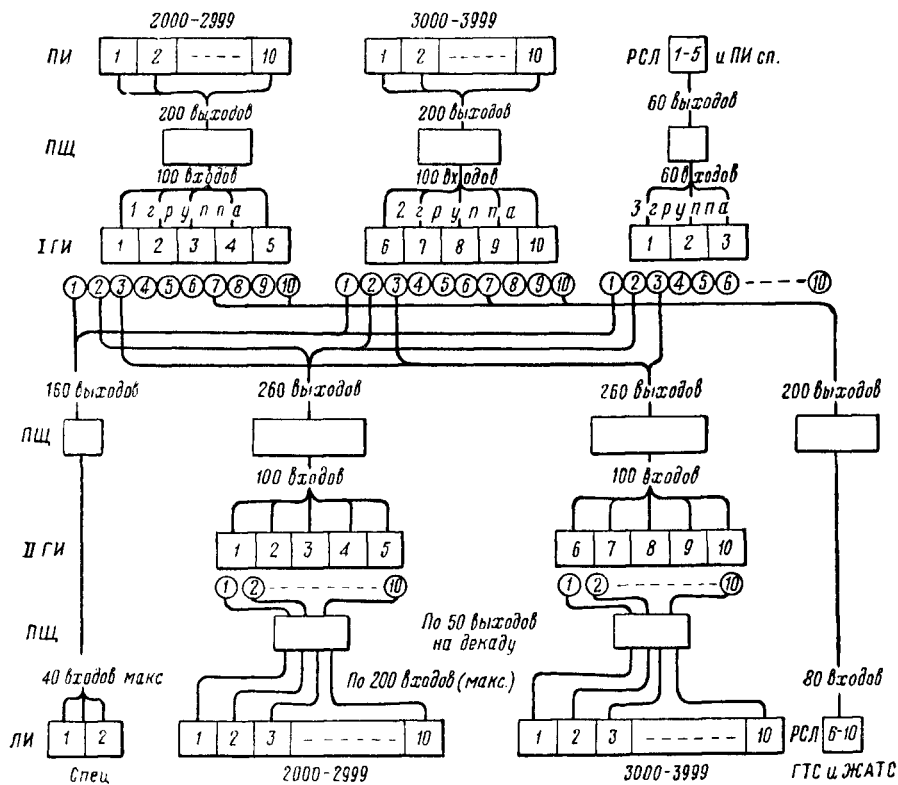
Схемы кроссировки разрабатываются в соответствии со схемой группообразования ЖАТС и данными расчёта числа приборов. По этим схемам производят соединения между передающей и принимающей группами. Создаваемые пучки линий должны обеспечивать наилучшее использование приборов.

Схемы кроссировки при образовании совершенных пучков линий представляют собой или простое запараллеливание ламелей одноимённых шагов вращения искателей разных подгрупп (фиг. 132, а) или запараллели-

Т а б л и ц а 124

Число приборов или соединительных линий

Наименование приборов или соединительных линий	Число приборов или соединительных линий при ёмкости в номерах								
	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000
ПИ . . . . .	210	300	400	500	600	700	800	900	1000
И ГИ . . . . .	30	43	55	66	75	84	92	100	108
И ГИ при пропуске через них входящей нагрузки от междугородной и городской телефонных станций и от коммутаторных установок . . . . .	36	51	65	79	85	96	107	122	135
И ГИ при входящей связи от междугородной и городской телефонных станций через промежуточный стол или многократное поле . . . . .	26	37	48	58	67	75	83	91	99
Исходящие и входящие соединительные линии с городской телефонной станцией . . . . .	6	7	8	10	12	14	16	18	20
Соединительные линии к столу справок . . . . .	2	2	2	2	3	3	3	3	4



Фиг. 131. Схема группообразования

вание со сдвигом (фиг. 132,б). В последнем случае достигается более равномерное использование приборов принимающей группы.

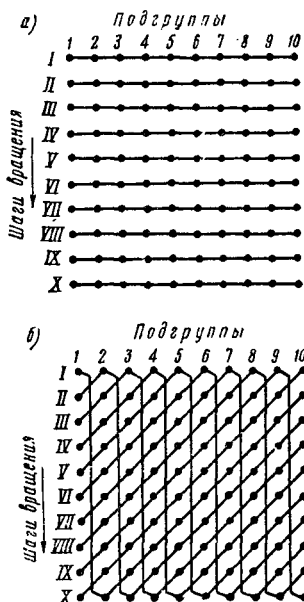
Образование несовершенных пучков линий производят в случае, если число приборов принимающей группы больше числа шагов вращения искателей (в ЖАТС шаговой системы  $> 10$ ). Для лучшего использования приборов схемы составляются так, чтобы отношение числа выходов передающей группы

к числу приборов принимающей (отношение кроссировки) находилось в пределах  $(2:1) \div (4:1)$ .

В искателях с исходным положением (например, ПИ, ГИ) наиболее загруженными являются первые шаги вращения. Поэтому к I—IV ламелям всех подгрупп присоединяют 70% приборов принимающей группы  $\left( \frac{n}{100} 70 \right)$ .

На следующих шагах вращения выходы разных подгрупп соединяются параллельно, причём на последних 1—3 шагах параллельно соединяются выходы всех подгрупп. Примерная схема межгруппового включения дана на фиг. 133.

**Электропитание ЖАТС.** Электропитание аппаратуры ЖАТС постоянным током может быть осуществлено непосредственно от аккумуляторных батарей или по буферному способу от преобразователей, работающих параллельно с аккумуляторными батареями.



Фиг. 132. Схема кроссировки: а—простая; б—со сдвигом

Наиболее экономичным является буферный способ электропитания, применяемый в течение круглых суток, при котором аккумуляторные батареи работают в режиме непрерывного подзаряда.

Для питания ЖАТС устанавливаются два комплекта аккумуляторных батарей и преобразователей.

Каждую аккумуляторную батарею рассчитывают на непосредственное питание ЖАТС (при её конечной ёмкости) разрядным током аварийной нагрузки в течение 1,5—2 часов.

Число аккумуляторов в батарее определяется из условий допустимых пределов колебания напряжения (58—64 в) и с учётом допустимого падения напряжения в цепях питания аппаратуры (1,2 в).

Регулировка напряжения, подаваемого на аппаратуру ЖАТС, осуществляется с помощью противозащитных элементов. Этот способ, однако, вызывает непроизводительную трату электроэнергии в противозащитных элементах.

В настоящее время предпочитается схема регулировки напряжения с помощью дополнительных аккумуляторов.

Выбор типа аккумуляторов батарей производится по ёмкости и проверяется по наи-

большему разрядному току  $I_{ao}$ . Необходимая ёмкость в а-ч [61]:

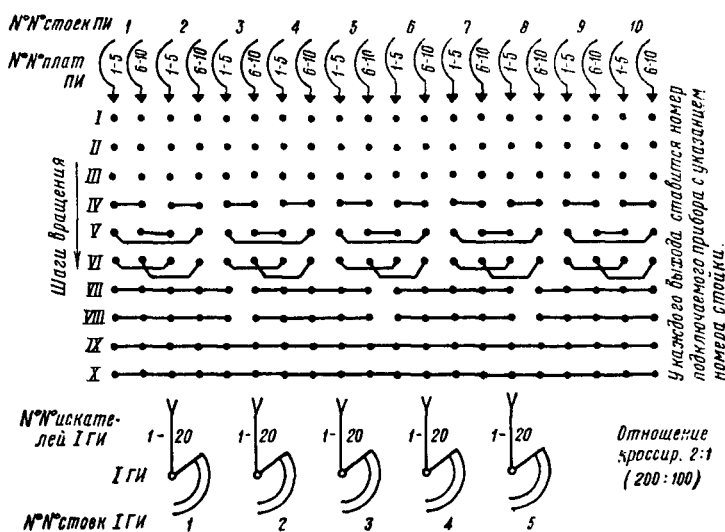
$$Q = Q_{ckt} + q_{ao}, \quad (13)$$

где  $Q_c = q_c N$ , причём  $q_c \approx 0,5$  а-ч — среднесуточный расход электричества на питание одного номера и  $N$  — количество абонентов при конечной ёмкости АТС;

$k = 0,1$  — коэффициент концентрации;

$t$  — продолжительность в часах самостоятельной работы батареи и

$q_{ao}$  — расход ёмкости на аварийное освещение (если оно предусматривается от батареи АТС).



Фиг. 133. Схема кроссировки ПИ—ИГИ для группы на 1 000 номеров

Наибольший разрядный ток

$$I_{av} = 0,1 Q_c + I_{ao}, \quad (14)$$

где  $I_{ao}$  — величина тока, потребляемого для аварийного освещения, рассчитываемая из условия обеспечения освещённости 20 лк на 1 м² основных помещений узла связи.

Дополнительные аккумуляторы выбирают той же ёмкости, что и основные.

В качестве преобразователей переменного тока на ЖАТС применяют мотор-генераторы и сухие выпрямители.

Мощность преобразователей должна обеспечивать возможность заряда одной из групп аккумуляторов в течение 7—8 часов.

Заряд или подзаряд дополнительных аккумуляторов предусматривается с помощью выпрямителей малой мощности, допускающих регулировку (ручную) напряжения в пределах 2—11 в. Этот же выпрямитель может быть использован для зарядки отдельных аккумуляторов после ремонта или выравнивающей подзарядки при их отставании.

Для питания ЖАТС вызванным и зуммерным токами в автоматном зале устанавли-



ваются сигнально-вызывные машины, монтируемые на стойке токораспределительных, сигнальных и вызывных устройств (ТСВУ) — по две сигнальные машины на каждой. Комплект ТСВУ рассчитан на обслуживание АТС ёмкостью до 1 000 номеров (сигнальные машины мощностью 12 *ва*) или до 5 000 номеров (сигнальные машины — 60 *ва*). При большей ёмкости станции устанавливается соответствующее количество стоек ТСВУ.

Более подробные сведения об устройствах электропитания см. в главе «Электропитание устройств связи» данного тома.

**Планировка помещений и размещение оборудования ЖАТС.** Для размещения оборудования ЖАТС предусматривают следующие основные помещения: автоматный зал, кроссовая, вводная кабельная шахта и регулирующая, в необходимых случаях также зал передаточных столов.

Размещение оборудования в автоматном зале производится с учётом наименьшего расхода кабелей (как между приборами самого зала, так и с внешними устройствами) и с соблюдением габаритов проходов, принятых для аппаратуры шаговых АТС. Оборудование в автоматном зале размещается рядами, перпендикулярными стене с окнами. С одной стороны рядов оставляется главный проход шириной не менее 1 200—1 500 мм. Принцип размещения оборудования в автоматном зале (с указанием габаритов проходов) указан на фиг. 116. Высота автоматного зала должна быть не менее 3,2 м.

Пол помещения автоматного зала должен выдерживать нагрузку 500 кг/м<sup>2</sup>. Пол помещения автоматного зала покрывается линолеумом.

Размещение оборудования в кроссовой производится так же, как и на ручных станциях. Устройство вводной шахты аналогично устройству шахты на ручной станции.

Кабельный план станции составляют в соответствии с планом расположения оборудования и схемой группобразования. Соединение стоек ЛЛ с ЛЛ и ГЩП, а также соединение выходов стоек, входящих в одну подгруппу, производится помимо промежуточного щита (ЛЩ). Остальные кабели заводят на промежуточный щит, причём для упрощения кроссировки выходы от приборов передающих групп (подгрупп) подают на одну сторону промежуточного щита (вертикальные рамки), а входы приборов принимающих групп — на другую сторону (горизонтальные рамки).

На кабельном плане указываются ёмкость и тип кабеля, а также номера рамок промежуточного щита, к которым они присоединяются. Размещение рамок на промежуточном щите и пакетаж кабеля производятся таким образом, чтобы не было взаимного пересечения отдельных пакетов при переходе с одного жёлоба на другой и при их спуске к стойкам или к промежуточному щиту.

**Токораспределительная сеть и расчёт проводов.** План токораспределительной проводки приведён на фиг. 134. Напряжение  $\pm 60$  в подаётся от зарядо-разрядного щита генераторной к токораспределительной доске автоматного зала двумя магистралями (медные шины или кабель ВРГ). В автоматном зале вся аппаратура разбивается на группы (по

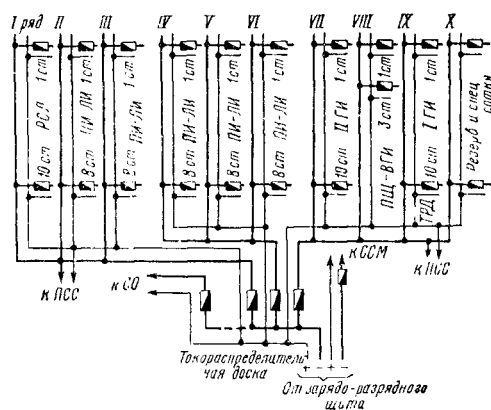
несколько рядов аппаратуры) с потреблением тока до 60 а в каждой. В границах рядов каждой группы прокладываются групповые шины (провод ПР), соединяемые с рядовыми шинами.

К стойке сигнальных машин напряжение  $\pm 60$  в подаётся непосредственно от зарядо-разрядного щита.

Падение напряжения в токораспределительной проводке, устройствах защиты и измерительных приборах не должно превосходить 1,2 в (2% от номинального напряжения).

Расчёт проводов токораспределительной проводки производится так же, как и в случае ручных телефонных станций.

При вычислении величины тока на участках токораспределительной сети можно принимать следующие значения тока, потребляемого отдельными приборами АТС: на 100 ПЛ абонентских линий при 12 ЛЛ на сотню — 2,28 а,



Фиг. 134. План токораспределительной проводки

при 14 ЛЛ на сотню — 2,66 а, при 17 ЛЛ на сотню — 3,23 а; на 100 ПЛ, входящих в двусторонних соединительных линий — 19 а; на один ЛГЛ — 0,05 а, на один ПЛГЛ — 0,04 а, на один ЛЛ — 0,105 а, запрещающее устройство — 0,01 а на линию; на один комплект сбрасывающего устройства — 0,105 а; на один комплект РСЛ (стола обслуживания, соединительной линии с РТС, АТС, МТС) — 0,1 а на линию, на один стол обслуживания, стол справок и испытательный прибор АТС — по 0,5 а.

Число приборов при расчёте принимают, исходя из конечной ёмкости станции.

**Заземления для телефонных станций.** Заземления для телефонных станций устраивают в соответствии с ГОСТ 464-417.

Принципы устройства заземлений см. в главе «Телеграфия» данного тома.

Величины сопротивлений заземлений должны удовлетворять нормам, указанным в табл. 125. Разница величин сопротивлений двух отдельных заземлений не должна быть более двух.

Дополнительные сведения по проектированию телефонных станций — см [28, 36, 40, 66].

**Таблица 125**  
**Нормы электрического сопротивления заземлений**

Назначение заземления	Сопротивление в ом
Для разрядников в кабельных ящиках и будках при числе проводов:	
до 10 . . . . .	20
10—20 . . . . .	10
более 20 . . . . .	5
Для абонентов с одним телефонным аппаратом . . . . .	50
Для разрядников на промежуточных станциях и телефонных станциях МБ при числе входящих проводов:	
до 4 . . . . .	50
5—6 . . . . .	30
7—9 . . . . .	20
10—20 . . . . .	10
более 20 . . . . .	5
Для разрядников и батарей на телефонной станции ЦБ . . . . .	5
Для батарей АТС . . . . .	2
Для междугородных телефонных станций . . . . .	3

### ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ТЕЛЕФОННЫХ СТАНЦИЙ

Техническое состояние телефонных станций должно обеспечивать нормальную и бесперебойную работу станций.

Качественными показателями работы станций являются следующие:

- а) быстрый ответ станции;
- б) быстрое осуществление соединений и своевременное разъединение абонентов;
- в) хорошая слышимость переговоров;
- г) отсутствие помех при переговорах (переходных разговоров, шумов и тресков);
- д) отсутствие неправильных соединений абонентов, разъединений во время разговоров и соединений с занятой линией.

Для выполнения этих требований необходимо:

- а) повседневное наблюдение за работой станций;
- б) немедленное устранение всех возникающих повреждений;
- в) выполнение календарного плана предупредительного (профилактического) осмотра и ремонта оборудования;
- г) содержание помещений и оборудования станций в соответствии с техническими требованиями.

Календарный план предупредительного осмотра и ремонта оборудования составляется на год для каждой станции старшим электромехаником и утверждается начальником дистанции сигнализации и связи. В соответствии с годовым планом составляются квартальные и месячные планы. В планах указываются: наименование работы, периодичность выполнения работы, исполнитель, норма затраты времени на выполнение работы. При установлении сроков проверки элементов станционного оборудования те детали, которые чаще выходят из строя, должны соответственно чаще подвергаться контрольным проверкам. Так, шнуровые пары, рабочее место телефонистки, соединительные линии проверяют ежедневно.

Все проверки следует производить во время наименьшей нагрузки станции — ночью или рано утром.

Если повреждение прибора будет обнаружено в часы интенсивной работы станции, но его отсутствие (например шнуровой пары) не может значительно повлиять на работу станции, то поврежденный прибор выключают из действия с тем, чтобы сделать исправление его в тот же день, во время наименьшей нагрузки станции. Повреждения аварийного характера (перегорание предохранителя и т. п.) должны устраняться немедленно.

Для быстрой смены неисправных деталей на телефонной станции должен храниться запас деталей.

**Обслуживание кроссовой.** При обслуживании кроссовой выполняют следующие основные работы:

- а) предупредительный осмотр главного щита переключений;
- б) устранение повреждений;
- в) выполнение кроссировки на щите переключений;
- г) плановые проверки абонентских, соединительных и прямых линий.

Проверка технического состояния оборудования кроссовой должна производиться в соответствии с периодичностью, указанной в табл. 126.

**Таблица 126**  
**Периодичность предупредительных проверок оборудования кроссовой**

Наименование работы	Периодичность выполнения
Общий осмотр щита переключений и приведение в порядок приборов защиты, рамок и кроссового шнура . . . . .	Ежедневно
Проверка сигнализации переключения термических катушек . . . . .	»
Проверка исправности испытательного прибора или стола . . . . .	Один раз в месяц
Проверка с регулировкой линейных реле и реле соединительных линий (на ручных телефонных станциях) . . . . .	Один раз в квартал
Полная проверка монтажа кроссовой с чистой громоздочной полкой . . . . .	Два раза в год
Полная проверка монтажа и деталей испытательного прибора или стола . . . . .	Один раз в год
Проверка абонентских, соединительных и прямых линий . . . . .	Один раз в квартал

Плановые проверки состояния абонентских, соединительных и прямых линий производятся при помощи испытательного прибора или стола. При этом проверка абонентских линий производится один раз в месяц, а проверка соединительных и прямых линий — один раз в неделю.

**Обслуживание коммутаторного зала ручной телефонной станции.** Все проверки оборудования коммутаторного зала разделяются на электрические и механические, включая осмотр, ремонт и регулировку.

Проверки технического состояния оборудования коммутаторного зала должны производиться в соответствии с периодичностью, указанной в табл. 127.

Таблица 127

**Периодичность предупредительных проверок оборудования коммутаторного зала**

Наименование работы	Периодичность
<b>Электрические проверки</b>	
Проверка шнуровых пар и приборов рабочего места с помощью микротелефонных трубок или проверочного прибора	Ежедневно
Проверка коммутаторных шнуров	»
Проверка соединительных линий к другим телефонным станциям и заказных линий	Один раз в неделю
<b>Осмотр и регулировка приборов и коммутаторов</b>	
Проверка и регулировка рамок местного и многократного поля	Один раз в квартал
Проверка и регулировка абонентских комплектов (клапанов и реле)	Два раза в год
Проверка и регулировка реле шнуровых пар и рабочих мест	Один раз в квартал
Чистка и регулировка опросно-вызывных ключей	Один раз в полгода
Проверка и регулировка гарнитуры телефонистки и замена негодных шнуров	Шесть раз в месяц
Чистка и регулировка кнопок (МИ, Ф, З, Т)	Один раз в месяц
Переделка и замена коммутаторных шнуров	Один раз в полгода

Нормы эксплуатационно-технического содержания указаны в табл. 128.

Таблица 128

**Нормы эксплуатационно-технического содержания ручных телефонных станций**

Наименование	Норма
Линейные реле коммутатора ЦБх2 должны работать при сопротивлении абонентской линии	От 0 до 800 ом
Отбойные реле ОР <sub>1</sub> и ОР <sub>2</sub> в коммутаторе ЦБх2 должны работать при сопротивлении абонентской линии на стороне опросного (вызывного) штепселя	800 ом
То же, на стороне вызывного (опросного) штепселя	100 ом
Линейные реле коммутатора ЦБх3х2 должны работать при сопротивлении абонентской линии	От 0 до 1 200 ом
Собственное затухание станции	Не более 0,15 неп
Переходное затухание	Не менее 9 неп
Сопротивление изоляции станционных кабелей совместно с включенными рамками	200 мгом
Сопротивление изоляции шнуровой пары	20 мгом
Асимметрия схемы относительно земли (рекомендуемая норма)	0,2%
Потери питания	0,25 неп

Нормы регулировки указаны в табл. 129.

Таблица 129

**Нормы регулировки приборов ручной телефонной станции**

Наименование	Норма
Контактное давление в гнездах, кнопках и ключах	50 г
Контактные пружины реле	По паспорту
Расстояние между контактами кнопки	1 мм
То же между контактами ключа	0,5 мм
То же между контактами ключа, замыкающими микрофонную цепь	0,3 »
Контактное давление пружин ламподдержателя на щёчки лампы	50 г
Разрывное усилие на головках термических катушек	100 »
Контактное давление пружины на сигнальную шину громоотводной полосы	100 »
То же на колпачки трубчатых предохранителей	1 000 »
То же на угольные бруски	1 000 »
То же на сигнальную шину статива реле	10 »
Вызывной клапан:	
ход якоря	От 0,75 до 1 мм
люфт якоря	От 0,2 до 0,3 мм
зазор якоря в притянutom положении	От 0,1 до 0,3 мм
Бленкер вызывной — контактное давление пружин	15 г
Бленкер индукторный — ход якоря	От 0,4 до 0,6 мм

**Обслуживание автоматической телефонной станции**

Техническое обслуживание оборудования автоматического зала автоматической телефонной станции производится в соответствии с правилами обслуживания станции данной системы.

Общие нормы эксплуатационно-технического содержания автоматических телефонных станций приведены в табл. 130.

Таблица 130

**Общие нормы эксплуатационно-технического содержания автоматических телефонных станций**

Наименование	Норма
Сопротивление изоляции между проводами разговорной цепи (в пределах станции)	Не менее 50 мгом
Переходное затухание	Не менее 9 неп
Затухание станционных линий в пределах одной станции	0,08—0,15 неп
Изменение напряжения электропитательной установки постоянного тока	В пределах ±3,3%

Технический персонал ЖАТС обязан обеспечивать четкое и бесперебойное действие аппаратуры при всех видах соединений, предусмотренных схемой связи.

Работа по эксплуатационно-техническому обслуживанию ЖАТС состоит из следующих основных операций:

1) непрерывное наблюдение за работой станционных устройств; выявление повреждённых приборов, определение характера повреждений и быстрое их устранение;

2) предупредительный осмотр и проверка аппаратуры;

3) содержание в чистоте приборов и монтажа станции;

4) регулировка и текущий ремонт приборов;

5) ведение журналов технического состояния и нагрузки ЖАТС.

Наблюдение за работой аппаратуры, проводимое круглосуточно, должно быть особенно тщательным в дневные часы — часы наибольшей нагрузки станции.

Предупредительный осмотр, проверка, чистка и регулировка приборов должны проводиться в часы спада нагрузки (в ночное время).

Перечень работ по предупредительной проверке, чистке и регулировке аппаратуры автоматного зала ЖАТС дан в табл. 131. При этом каждая смена производит проверку прикреплённой аппаратуры и осуществляет общее эксплуатационное наблюдение за всеми устройствами ЖАТС.

Указания по регулировке и смазке оборудования шаговых железнодорожных автоматических телефонных станций — см. [63, 71].

#### Содержание технических помещений телефонной станции

Технические помещения телефонной станции, а также вспомогательные помещения, должны содержаться в полной чистоте. Удаление пыли с оборудования станции, желобов и кабелей должно производиться при помощи пылесоса не реже одного раза в месяц.

Технические помещения станции должны быть снабжены вентиляционной системой, обеспечивающей установленный обмен воздуха.

Температура воздуха в технических помещениях станции должна поддерживаться в пределах от 15 до 25°C.

Влажность в тех же помещениях должна поддерживаться в пределах от 55 до 65%. Измерения влажности должны производиться ежедневно.

Помещения телефонной станции должны быть снабжены противопожарными приспособлениями — сухими огнетушителями и ящиками с песком. Курение в помещениях станции, за исключением особо отведённых, категорически воспрещается.

Бензин, спирт, керосин и другие легко воспламеняющиеся вещества должны храниться в специально выделенных для этого помещениях.

#### ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕЛЕФОННЫХ СТАНЦИЯХ

Перед главным щитом переключений должен быть положен резиновый коврик, проверенный на изоляцию.

Таблица 131

Перечень работ по проверке, чистке и регулировке аппаратуры автоматного зала ЖАТС

Наименование работы	Периодичность
<i>Электрическая проверка</i>	
Проверка предискателей на вращение, остановку, возвращение в исходное положение и на получение сигнала готовности . . . . .	Ежемесячно
Проверка I и II групповых искателей на соединение, разговор и отбой . . . . .	»
Проверка линейных искателей на соединение, разговор, занятость и отбой . . . . .	»
Проверка исправности многократного поля и проводов <i>a, b, c</i> (выходы и входы приборов) на всех ступенях искания . . . . .	»
Проверка шнуровых пар на прохождение соединения . . . . .	7—8 раз в месяц
Проверка соединительных линий с городской телефонной станцией и коммутаторными установками . . . . .	Два раза в сутки
Проверка специальных линий (стол справок, заказов и т. п.) . . . . .	Один раз в сутки
Проверка пуска и переключения сигнальных машин . . . . .	Два раза в сутки
<i>Внешний осмотр, проверка, чистка и, при необходимости, регулировка аппаратуры автоматного зала</i>	
Вращательные искатели (на рабочих местах) . . . . .	Один раз в год
Декадно-шаговые искатели (со снятием с рабочих мест) . . . . .	То же
Реле в комплектах (на рабочих местах) . . . . .	» »
Пульсары (со снятием с рабочих мест) . . . . .	Три раза в месяц
Сигнально-вызывные машины . . . . .	Один раз в три месяца
Проверочная аппаратура и пробный статив . . . . .	То же
Токораспределительная доска и измерительные приборы . . . . .	Один раз в год
Стоечный монтаж . . . . .	Один раз в месяц
Междустоечный монтаж, кабели, кабельросты; крепление питающих проводов и шин . . . . .	Один раз в год
Промшты — рамки и кроссировка . . . . .	Два раза в год
Приборы и монтаж устройств сигнализации . . . . .	Один раз в месяц
Наружная чистка оборудования и приборов . . . . .	Один раз в три месяца
Проверка и возобновление нумерации и обозначений приборов, плат, рамок, стоек и пр. . . . .	Один раз в год

Замену предохранителей и разрядников на главном щите переключений в грозовой период необходимо производить в резиновых перчатках или при помощи специальных сжимов.

Касаться пальцами токоведущих частей для определения напряжения воспрещается.

Разжигать паяльные лампы разрешается только при соблюдении противопожарных мер.

При пользовании электрическими паяльниками по окончании работы не забывать выключать паяльники.

При шлямбуровке, штроблении и сверлении дыр над головой необходимо пользоваться предохранительными очками.

Лестницами необходимо пользоваться лишь установленного образца и требуемой длины. Надвязка лестниц не допускается. Лестницы не должны иметь нашитых ступенек; ступеньки должны быть прочно заделаны. Высота лестницы должна быть такой, чтобы работаю-

щий мог вести свою работу, стоя на лестнице не выше предпоследней ступеньки, для чего последний (верхний) пролёт лестницы должен быть зашит стальной сеткой.

Лестница должна иметь наконечники в виде остроконечных стальных упоров или мягкие резиновые — для работы на скользком полу. Если возможно падение лестницы, несмотря на наличие указанных наконечников, то у нижнего конца её должен находиться рабочий для удержания её от возможного падения.

## СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ВНУТРИСТАНЦИОННОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ТЕКСТЕ И НА СХЕМАХ

<i>АРГ</i>	— автоматическая регулировка громкости
<i>Б</i>	— батарея
<i>БКВ</i>	— бленкер контроля вызова
<i>Бл</i>	— бленкер
<i>БР</i>	— блокировочное реле
<i>В</i>	— выключатель
<i>ВБ</i>	— вызывной бленкер
<i>ВК</i>	— вызывная кнопка
<i>ВЛ</i>	— вызывная лампа
<i>Впр</i>	— выпрямитель
<i>ВР</i>	— вызывное реле
<i>ВТ</i>	— вызывной трансформатор
<i>Гн</i>	— гнездо
<i>Д</i>	— динамик
<i>ДВ</i>	— дистанционное включение
<i>ДЗв</i>	— добавочный звонок
<i>Др</i>	— дроссель
<i>Зв</i>	— звонок
<i>И</i>	— индуктор
<i>ИК</i>	— индукционная катушка
<i>КМТ</i>	— клавиша микротелефонной трубки
<i>Л</i>	— линия
<i>Лп</i>	— электронная лампа
<i>ЛР</i>	— линейное реле
<i>ЛТ</i>	— линейный трансформатор
<i>М</i>	— микрофон
<i>МИ</i>	— машинный индуктор
<i>ОВЛ</i>	— общая вызывная лампа
<i>ОР</i>	— отбойное реле
<i>ПВН</i>	— панель источников вызывного тока
<i>Пд</i>	— педаль
<i>Пр</i>	— предохранитель
<i>Р</i>	— рычаг
<i>РДМ</i>	— динамический микрофон
<i>Рз</i>	— разрядник
<i>РК</i>	— реактивная катушка
<i>РУ</i>	— реле управления
<i>СтН</i>	— стабилизатор напряжения
<i>Т</i>	— телефон
<i>ТВ</i>	— токовращатель
<i>ТК</i>	— термическая катушка
<i>ТКВ</i>	— трансформатор контроля вызова
<i>Тр</i>	— трансформатор
<i>ТТ</i>	— телефонный трансформатор
<i>ШВ</i>	— шина вызывная
<i>ШВР</i>	— шина вызывного реле
<i>ШВЛ</i>	— шина вызывной лампы
<i>ШЗ</i>	— шина звонковая
<i>ШОВЛ</i>	— шина общей вызывной лампы
<i>ШР</i>	— шина разговорная

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

К специальным видам внутристанционной телефонной связи относится стрелочная, маневровая, внутридеповская и внутризаводская связь.

Первоначально стрелочная телефонная связь осуществлялась по системе МБ. В помещениях стрелочных постов устанавливались телефонные аппараты системы МБ, а в помещении дежурного по станции в зависимости от числа стрелочных постов или телефонный аппарат системы МБ с переключателем на два направления или коммутатор системы МБ.

Применение стрелочной телефонной связи по системе МБ связано с серьезными недостатками, а именно—со сложностью обслуживания коммутатора системы МБ, обусловленной необходимостью пользоваться шнуровыми парами и опросно-вызывным ключом, а также с неустойчивостью действия связи, происходящей вследствие быстрого высыхания (от жара печки) или замерзания элементов при аппаратах стрелочных постов.

Поэтому было принято решение о переводе стрелочной связи на систему ЦБ. В связи с этим в период 1932—1935 гг. отечественной промышленностью были разработаны стрелочные коммутаторы системы ЦБ для крупных станций. С 1948 г. изготавливаются новые стрелочные коммутаторы системы ЦБ как для малых, так и для больших станций. Стрелочные коммутаторы системы ЦБ в основном должны удовлетворять следующим требованиям:

а) любой из абонентов, включенных в коммутатор, должен иметь возможность вызвать дежурного по станции (ДСП);

б) абоненты не должны иметь возможности вести переговоры друг с другом без участия ДСП;

в) ДСП должен иметь возможность вызывать любого из абонентов, а также осуществлять циркулярный вызов и разговор;

г) при циркулярном разговоре ДСП должен знать, кто из абонентов участвует в разговоре;

д) любой из абонентов, вызывая ДСП, должен сразу устанавливать, занят или свободен ДСП, и при необходимости должен иметь возможность перебора происходящего разговора;

е) коммутатор не должен иметь гнезд и шнуров; вызов абонента с коммутатора должен осуществляться ДСП нажатием специальной кнопки;

ж) электропитание приборов коммутатора и аппаратов абонентов должно осуществляться от центральной батареи с напряжением 24 в.

### БЛЕНКЕРНЫЕ СТРЕЛОЧНЫЕ КОММУТАТОРЫ СИСТЕМЫ ЦБ ЗАВОДОВ «ТРАССВЯЗЬ» И «КРАСНАЯ ЗАРЯ»

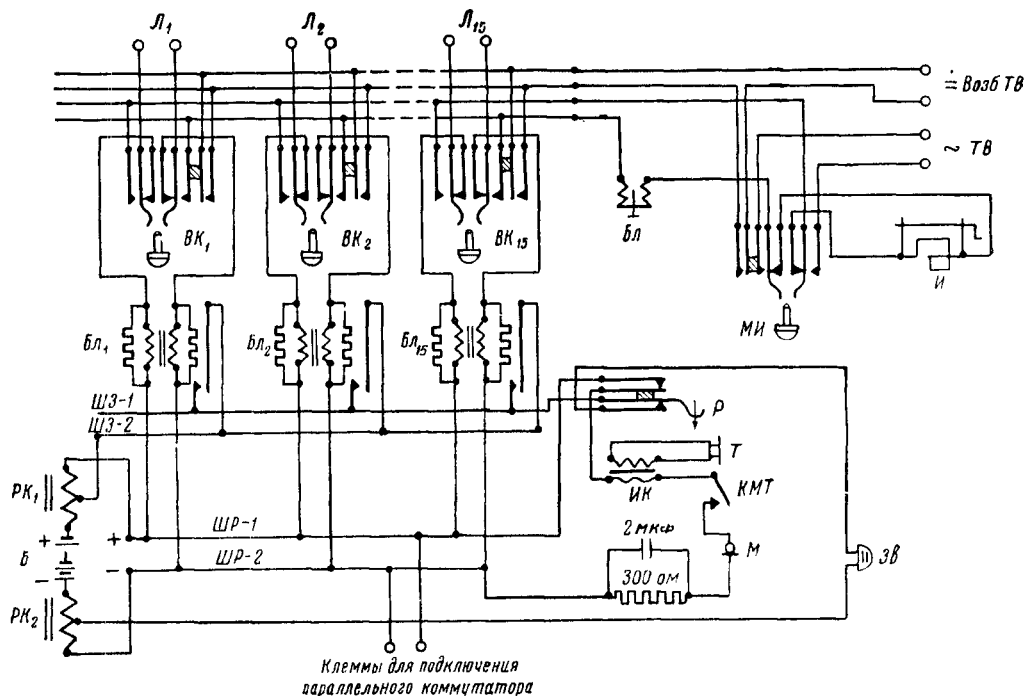
Бленкерные коммутаторы стрелочной связи системы ЦБ заводов «Трансвязь» и «Красная заря» монтировались в основном по одной и той же схеме, представленной на фиг. 135, и отличались друг от друга конструктивным оформлением и ёмкостью. Заводом «Трансвязь» выпускались коммутаторы настольного типа ёмкостью до 15 номеров. Коммута-

стрелочных постов. Принципиальная схема коммутатора типа КСС-2 приведена на фиг. 136. Размеры коммутатора: высота 235 мм, ширина 153 мм и глубина 215 мм.

Для питания коммутатора требуется постоянный ток при напряжении 12 в. В качестве источника вызывного тока служит ручной индуктор, смонтированный в корпусе коммутатора. Технические данные о коммутаторе приведены в табл. 132.

### СТРЕЛОЧНЫЕ КОММУТАТОРЫ ЗАВОДА «ТРАССВЯЗЬ» ТИПОВ КСС-14 И КСС-28

Стрелочные коммутаторы типов КСС-14 и КСС-28 предназначены для оборудования стрелочной телефонной связи на крупных



Фиг. 135. Принципиальная схема бленкерного коммутатора стрелочной связи

торы завода «Красная заря» монтировались в корпусе настольно-стенного коммутатора и изготавливались ёмкостью до 30 номеров.

Для электропитания коммутатора каждого типа требуется источник постоянного тока с напряжением 24 в и источник вызывного тока с напряжением 60—80 в и частотой 15—50 гц. Допускаемое колебание напряжения постоянного тока составляет 2 в. Потребление тока равно около 1 а-ч в сутки. В качестве источника вызывного тока применяют токовращатель или сеть переменного тока, подключаемую к коммутатору через понижающий трансформатор.

### СТРЕЛОЧНЫЙ КОММУТАТОР ТИПА КСС-2 ЗАВОДА «ТРАССВЯЗЬ»

Коммутатор типа КСС-2 является бленкерным коммутатором системы ЦБ настольного типа, рассчитанным на включение двух

железнодорожных станциях, а также для устройства различных видов специальной внутростанционной связи. Эти коммутаторы являются ламповыми бесшнуровыми коммутаторами с кнопочным вызовом настольного типа. Коммутаторы типов КСС-14 и КСС-28 монтируются по одной и той же принципиальной схеме и отличаются друг от друга ёмкостью. Коммутатор типа КСС-14 рассчитан на 14 номеров, а коммутатор типа КСС-28 — на 28 номеров. Внешние размеры коммутаторов указаны в табл. 133.

Схема коммутатора (фиг. 137) предусматривает возможность включения усилителя для двустороннего усиления. Переключение с микрофона на усилитель и обратно осуществляется с помощью ключа К<sub>2</sub>. Устройства коммутатора допускают ведение переговоров с коммутатора с любым числом вызванных абонентов. Абоненты, участвующие в этом разговоре, отмечаются горением их вызывных

Таблица 132

Детали стрелочного коммутатора типа КСС-2

Наименование прибора и обозначение по схеме	Обмотки				Емкость в мкф
	марка проволоки	диаметр проволоки в мм	сопротив- ление обмот- ки в ом	число витков обмотки	
Линейный трансформатор <i>ЛТ1, ЛТ2</i> . . . . .	ПЭ	0,20	1—14 11—38 111—14	1—600 11—1 200 111—600	—
Вызывной бленкер <i>ВБ1, ВБ2</i>	ПЭ	0,12	200	3 000	—
Индукционная катушка . . . .	ПЭЛ	0,2	1—36 11—36	1—1 100 11—1 500	—
Звонок постоянного тока . . . .	ПЭЛ	0,16	2×85	2×2 500	—
Конденсатор <i>С1, С2</i> . . . . .	—	—	—	—	1±10%
» <i>С3</i> . . . . .	—	—	—	—	0,1±10%
» <i>С4</i> . . . . .	—	—	—	—	1±16%
» <i>С5</i> . . . . .	—	—	—	—	1±10%
Индуктор <i>И</i> . . . . .	Малогобаритный, напряжение на сопротивлении 1 000 ом составляет 50 в; $P = 2,5 \text{ вт}$				—
Телефон . . . . .	ПЭ	0,1	2×55	2×850	—
Микрофон . . . . .	Капсюль типа ЦБ				—
Сопротивление <i>R2</i> . . . . .	ПШДК	0,2	200	—	—

Таблица 133

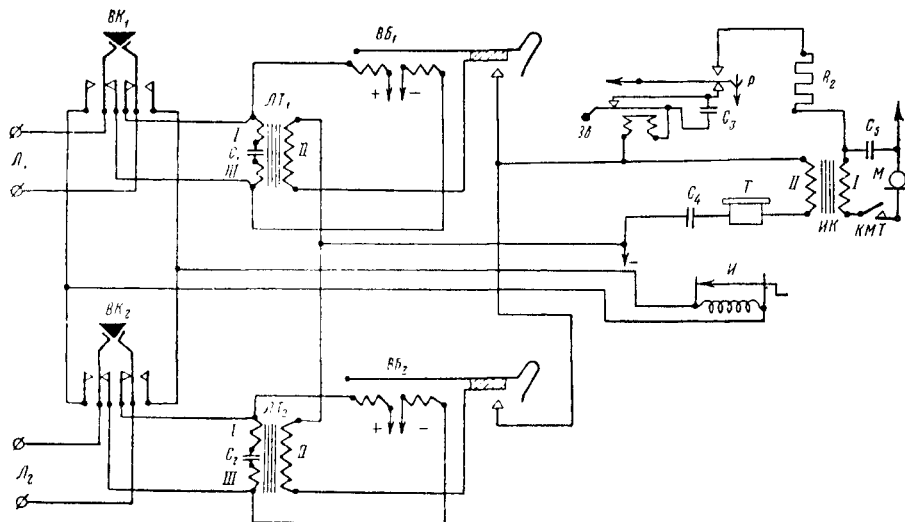
Размеры коммутаторов типов КСС-14 и КСС-28

Тип коммутатора	Высота	Ширина	Глубина
	в мм		
КСС-14 . . . . .	328	475	348
КСС-28 . . . . .	435	475	348

Штифы *АРГ* (автоматическая регулировка громкости) используются при совместном включении коммутатора с усилителем.

Электропитание коммутатора осуществляется от источника постоянного тока с напряжением  $24 \pm 2,5 \text{ в}$ .

В качестве основного источника вызывного тока может быть использована сеть переменного тока с напряжением 110—127 или 220 в, а также токовращатель на 24 в.



Фиг. 136. Принципиальная схема стрелочного коммутатора типа КСС-2

ламп *ВЛ*. Вызов абонентов с коммутатора производится нажатием соответствующих вызывных кнопок *ВК*, а присоединение гарнитуры коммутатора к разговорным шинам *ШР-1* и *ШР-2* — нажатием клапана *КМТ* микрофонной трубки. При пользовании усилителем последнее осуществляется нажатием ножной педали (присоединяемой к штифтам *ПД*) или кнопки (подключаемой к штифту *ДВ*).

Резервным источником вызывного тока служит или малогобаритный ручной индуктор *РИ*, смонтированный в корпусе коммутатора, или токовращатель.

Переход с основного источника вызывного тока на резервный осуществляется нажатием ключа *К1*.

Переключения на панели источников вызывного тока *ПВИ* при подключении к коммута-

тору тех или иных источников вызывного тока производится в соответствии с указаниями табл. 134.

Характеристика деталей коммутатора приведена в табл. 135.

Затухание, вносимое приборами коммутатора в цепь «гарнитура коммутатора—аппарат одного включенного абонента», не превышает 0,2 неп при частоте 800 гц и 0,4 неп в полосе частот 300—2 400 гц. При подключении к указанной цепи через коммутатор девяти дополнительных аппаратов абонентов со снятыми трубками затухание, вносимое в эту цепь приборами коммутатора и параллельно подключенными аппаратами абонентов, не превышает 2,0 неп при частоте 800 гц.

Затухание, вносимое приборами коммутатора в разговорную цепь «аппарат абонента—аппарат абонента», не превосходит 0,7 неп при частоте 800 гц.

Коммутатор рассчитан для совместной работы с обычными телефонными аппаратами системы ЦБ.

Таблица 134  
Переключения на панели источников вызывного тока

Положение ключа $K_1$	Источник вызывного тока	№ замкнутых между собой клемм на панели ПВИ
1 2	Сеть переменного тока . . Индуктор РИ . . . . .	1-3; 2-4 7-9; 8-10
1 2	Сеть переменного тока . . Токовращатель ТВ . . . .	1-3; 2-4 5-7; 6-8 12-13
1 2	Токовращатель ТВ . . . . Индуктор РИ . . . . .	3-5; 4-6 7-9; 8-10 11-12

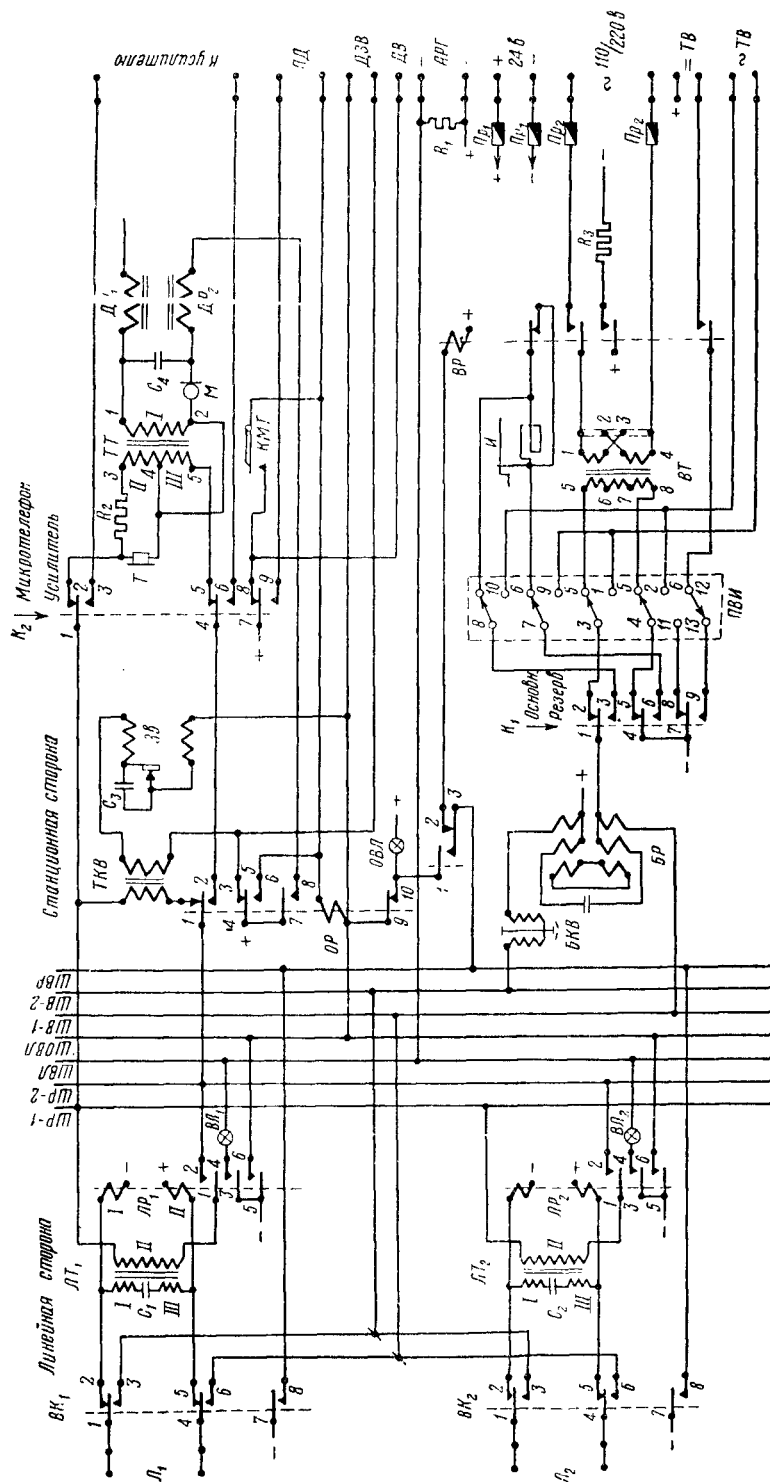
Примечание. Положения ключа  $K_1$ :  
1 — основной источник вызывного тока;  
2 — резервный источник вызывного тока.

Таблица 135

Технические данные о деталях коммутаторов типов КСС-14 и КСС-28

Наименование прибора и обозначение по схеме	Номер чертежа	Обмотка					Высота в мм	Рабочее напряжение в в
		обозначение	марка проволоки	диаметр проволоки в мм	число витков	сопротивление в ом		
Телефонный трансформатор ТТ . . . .	644.10.02	I II III	ПЭ	0,2 0,2 0,2	1 000 750 750	24±1 25±2,5 27±2,8	— — —	— — —
Трансформатор контроля вызова ТКВ . . . . .	644.11.30	I II	ПЭ	0,2 0,2	1 500 1 100	30±2 30±2	— —	— —
Вызывной трансформатор ВТ . . . . .	644.10.20	I II III	ПШД	0,25 0,25 0,35	900 900 920	60±3 55±2 234	— — —	— — —
Линейный трансформатор ЛТ . . . . .	644.10.03	I II III	ПЭ	0,2 0,2 0,2	600 1 200 600	14±1 33±2 23±1	— — —	— — —
Блокировочное реле БР . . . . .	611.10.12	I II III	ПЭ	0,12 0,06 0,16	2×7 000 2×7 000 3 500	(450±20)×2 (2 600±100)×2 160	— — —	— — —
Отбойное реле ОР . . . . .	611.10.02	—	ПЭ	0,16	14 500	600±30	—	—
Вызывное реле ВР . . . . .	611.10.02	—	ПЭ	0,16	14 500	600±30	—	—
Линейное реле ЛР . . . . .	611.10.01	I II	ПЭ	0,16 0,16	7 000 7 000	300±30 300±30	— —	— —
Дроссель Др . . . . .	644.20.37	—	ПЭ	0,12	8 000	600±20	—	—
Сопротивление $R_1$ . . . . .	737.93.01	—	Голая, константан	1,5	50	1	—	—
Сопротивление $R_2$ . . . . .	621.05.12	—	ПШДК константан	0,2	—	300±6	—	—
Сопротивление $R_3$ . . . . .	621.05.11	—	ПШДК константан	0,1	—	1 000±1	—	—
Звонок постоянного тока Зв . . . . .	616.15.32	—	ПЭ	0,12	2×50 000	(300±30)×2	—	—
Бленкер контроля вызова БКВ . . . . .	—	—	ПЭ	0,2	2×1 650	(30±3)×2	—	—
Телефон Т . . . . .	641.90.03	—	ПЭ	0,1	2×850	(70±5)×2	—	—
Микрофон М . . . . .	—	—	Капсюльный, ЦБ-5	—	—	150—250	—	—
Конденсаторы $C_1$ и $C_2$ . . . . .	—	—	—	—	—	—	1,0 0,1	200 200
Конденсатор $C_3$ . . . . .	—	—	—	—	—	—	2,0	200
Конденсатор $C_4$ . . . . .	—	—	—	—	—	—	6,0	200
Лампы вызывные ВЛ и общая вызывная ОВЛ . . . . .	—	—	—	—	—	300	—	24
Предохранитель ПР <sub>1</sub> . . . . .	—	—	Трубчатый с ножевыми контактами на 5 а	—	—	—	—	—
Предохранитель ПР <sub>2</sub> . . . . .	—	—	Трубчатый с ножевыми контактами на 2 а	—	—	—	—	—





Фиг. 137. Принципиальная схема стрелочных коммутаторов типов КСС-14 и КСС-28

### АППАРАТУРА ВНУТРИСТАНЦИОННОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ЗАВОДА «ТРАНССВЯЗЬ»

Для различных видов специальной внутристанционной связи (маневровой, внутриповской и др.) в качестве оборудования распоряжительных пунктов применяются стрелочные коммутаторы системы ЦБ, дополняемые усилителем с громкоговорителем, микрофоном на раздвижном бражете и ножной педалью.

В настоящее время заводом «Трансвязь» для применения на сетях внутристанционной связи изготавливаются специальные комплекты приборов внутристанционной связи.

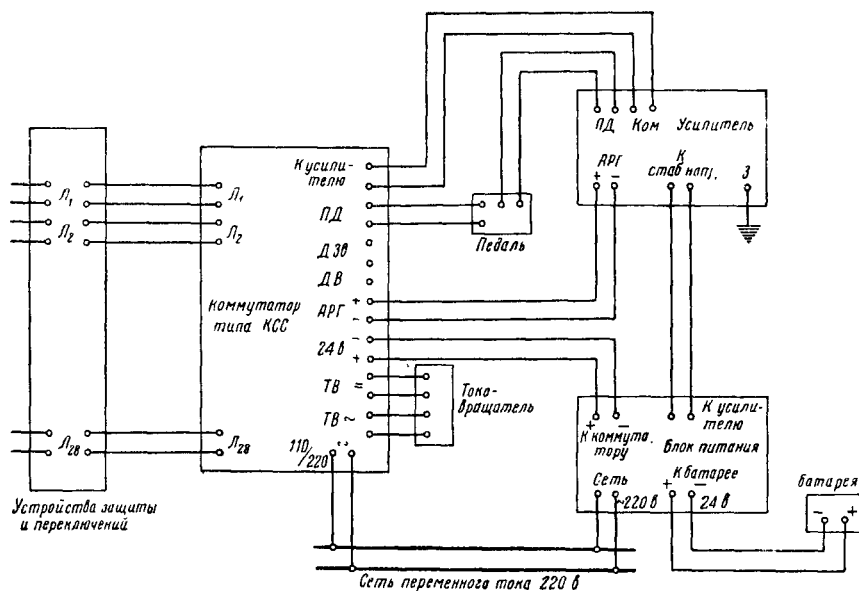
Каждый комплект этих приборов состоит из:

а) коммутатора стрелочной связи типа КСС-14 или КСС-28;

б) усилителя усиливает входящие разговорные токи. Изменение направления усиления усилителя осуществляется при помощи реле, управляемого ножной педалью или кнопкой.

Скелетная схема соединений приборов, входящих в комплект внутристанционной связи, применительно к коммутатору типа КСС на 28 номеров приведена на фиг. 138.

Усилительное устройство, схема которого изображена на фиг. 139, представляет собой трёхламповый усилитель с устройством для автоматической регулировки громкости. Одна усилительная лампа  $L_{п4}$  служит в качестве предварительного микрофонного усилителя; остальные две лампы  $L_{п1}$  и  $L_{п2}$  используются при передаче в качестве двух последующих ступеней исходящего усилителя, а при приёме — в качестве входящего усилителя.



Фиг. 138. Скелетная схема распорядительной установки внутристанционной связи

б) устройства для защиты и переключения абонентских линий ёмкостью на 20 или 40 двухпроводных линий;

в) усилителя для усиления входящих и исходящих разговорных токов с питанием от сети переменного тока;

г) электродинамического микрофона типа РДМ Тульского завода;

д) электродинамического громкоговорителя типа ГДМ-0,5 с постоянным магнитом;

е) ножной педали и кнопки;

ж) блока питания, обеспечивающего питание коммутатора от сети переменного тока.

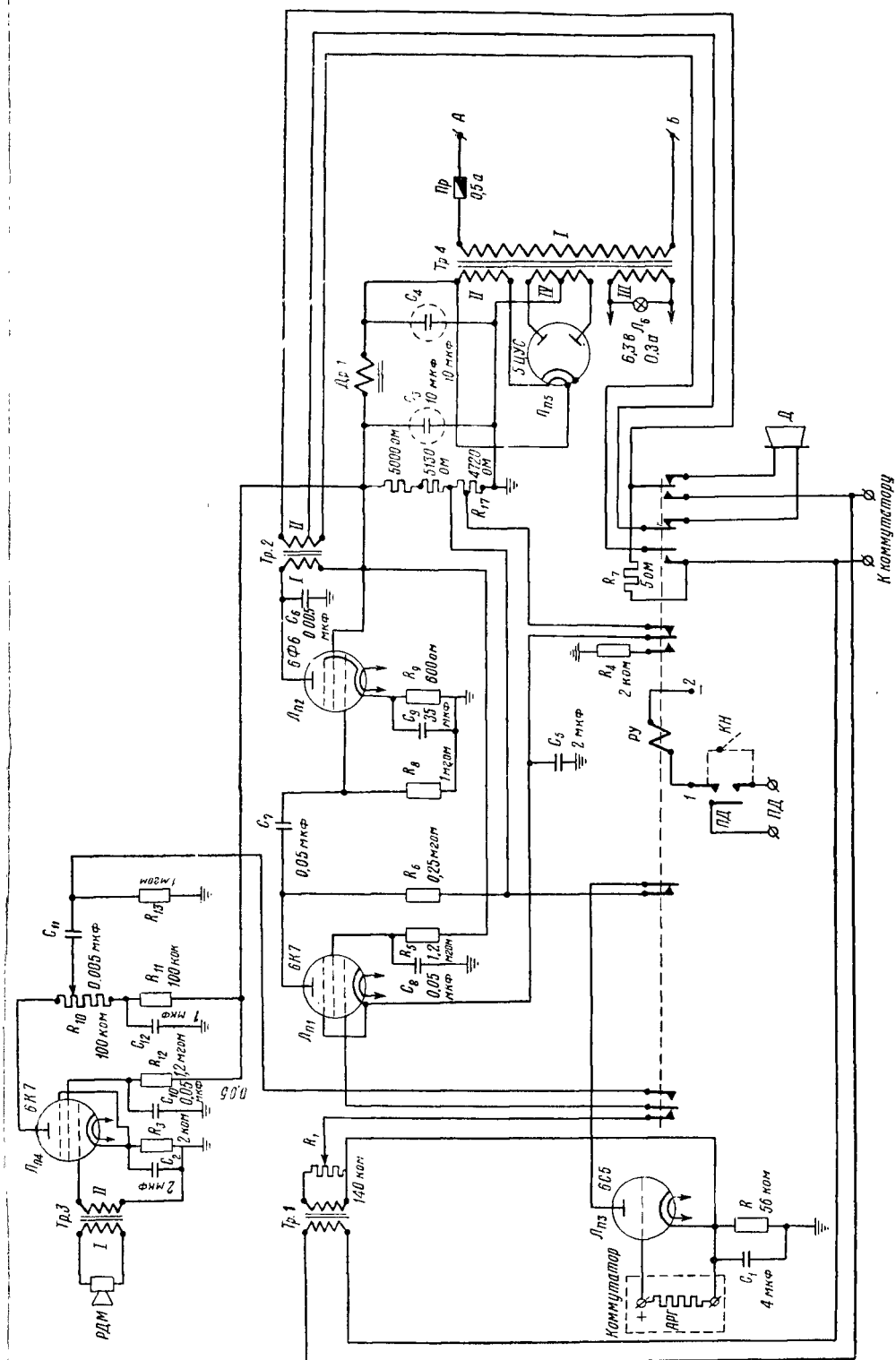
Перечисленные устройства обеспечивают двустороннюю связь между распоряжительным пунктом и абонентскими точками с возможностью приёма речи с линии на громкоговоритель и передачи с микрофона распоряжительного пункта через усилитель. Усилитель в установке применён один как для приёма, так и для передачи речи. В нормальном поло-

жении усилитель усиливает входящие разговорные токи. Изменение направления усиления усилителя осуществляется при помощи реле, управляемого ножной педалью или кнопкой.

Всего для усилительного устройства требуются 5 электронных ламп, из которых одна типа 6С5, две типа 6К7, одна типа 6Ф6 и одна (кенотрон) типа 5Ц4-С.

Детали усилительного устройства, включая питающую установку, вместе с микрофоном, громкоговорителем и регулятором громкости смонтированы в общем ящике. Этот ящик предназначен для установки на столе перед лицом говорящего на расстоянии 80—100 см от него.

Блок питания, смонтированный по схеме фиг. 140, содержит селеновый выпрямитель, обеспечивающий питание коммутатора типа

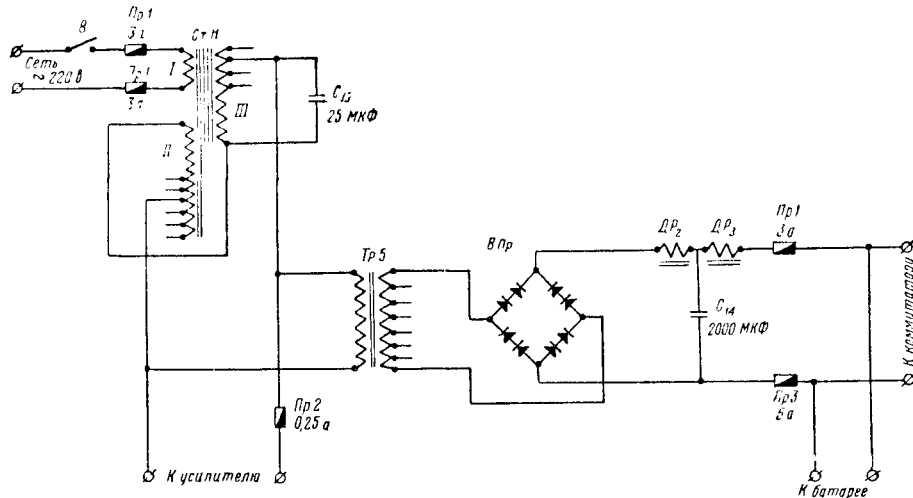


Фиг. 139. Принципиальная схема усилительного устройства внутристанционной связи

КСС, и стабилизатор напряжения (на стороне переменного тока). Применение стабилизатора напряжения обеспечивает нормальную работу всего комплекса устройств при колебаниях напряжения в сети переменного тока от 170 до 256 в. Выпрямленное напряжение,

доставляемое селеновым выпрямителем, при колебаниях тока нагрузки в пределах от 0,65 до 5,0 а изменяется в пределах от 26 до 21 в.

Устройство для защиты и переключения линий монтируется по схеме фиг.141 и может



Фиг. 140. Принципиальная схема блока питания внутриванционной связи

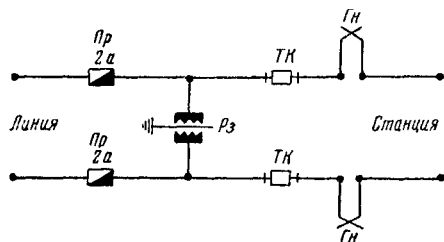
Т а б л и ц а 136

Основные детали усилительного устройства (фиг.139) и блока питания (фиг. 140)

Наименование прибора и обозначение на схеме	Обмотка					Примечание
	обозначение	марка проволоки	диаметр проволоки в мм	число витков	сопротивление в ом	
Трансформатор Тр-1 входной .....	I II	ПЭ	0,2 0,08	900 9 000	77 7 700	Экранирующий слой из проволоки ПЭ диаметром 0,25 мм
Трансформатор Тр-2 выходной .....	I II	ПЭ	0,14 1,1	3 000 86	— —	С ответвлением 55 витков
Трансформатор микрофонный Тр-3 .....	I II	ПЭ	0,2 0,08	900 9 000	77 7 700	Экранирующий слой из проволоки ПЭ диаметром 0,25 мм
Трансформатор силовой Тр-4 .....	I II III IV	ПЭ	0,3 0,93 0,82 0,14	1 760 40 51 3 840	— — — —	
Трансформатор понижающий Тр-5 .....	I II	ПЭ	0,56 1,25	1 100 180	— —	С ответвлением 130 витков через каждые 10 витков
Стабилизатор напряжения Ст Н .....	I II III	ПЭ	1,25 0,93 1,56	640 400 900	— — —	Отводы от 250 витков через каждые 30 витков С отводами от 900, 870 и 840 витков
Дроссель Др <sub>1</sub> .....	—	ПЭ	0,2	5 300	310	L = 20 гн
Дроссели Др <sub>2</sub> и Др <sub>3</sub> .....	—	ПЭ	1,0	390	1,5	L = 0,13 гн
Реле управления РУ ...	Реле типа КДР-1				280	

иметь ёмкость в 20 или 40 двухпроводных линий.

Технические данные об основных деталях усилительного устройства и блока питания приведены в табл. 136.



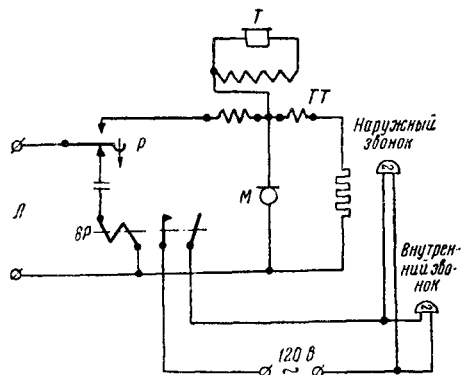
Фиг. 141. Схема устройства защиты и переключений абонентских линий

### ОБОРУДОВАНИЕ АБОНЕНТСКИХ ПУНКТОВ

На постах стрелочной связи устанавливают телефонные аппараты системы ЦБ. Установка аппаратов производится так же, как и установка телефонных аппаратов у абонентов местной телефонной связи. Некоторое отличие заключается лишь в том, что при оборудовании абонентского пункта стрелочной связи устанавливается наружный звонок. В качестве наружного звонка применяют мощный звонок переменного тока, который включают или непосредственно в вызывную цепь телефонного аппарата или в осветительную сеть переменного тока при помощи реле, как это делается в телефонных аппаратах постового типа (фиг. 142).

Абонентские пункты других видов внутри-станционной связи, расположенные в помеще-

ниях, оборудуют телефонными аппаратами системы ЦБ. Для наружных точек можно применять нормальные телефонные системы ЦБ, устанавливаемые в шкафиках с дверцей, запирающейся замком, или розетки, монтируемые на столбах или стенах. При этом розетки или помещают в ящичках или защищают



Фиг. 142. Схема телефонного аппарата для установки на постах

кожухам. При розетках для переговоров пользуются переносными микрофонными трубками со штепселем на конце шнура. Для вызова при розетках устанавливают звонки переменного тока.

Телефонные аппараты, устанавливаемые в шкафиках, а также звонки и розетки защищаются разрядниками и предохранителями.

Для устройства проводки к внешним точкам могут быть использованы провода марки ПР или ВРГ.

## СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ТЕКСТЕ И НА СХЕМАХ

БПУ — батарея прямого управления  
В — верхняя пружина  
ВБ — вызывная батарея  
ВФ — входной фильтр  
Выз Кн — вызывная кнопка  
ВР — верхняя рукоятка  
Г — громкоговоритель  
Дем — демодулятор  
ДСб — движущая собачка  
ДС — дополнительное сопротивление  
Др — дроссель  
ЗК — звонокный контакт  
ЗОД — заградитель обратного действия  
ЗПД — заградитель прямого действия  
Кн — кнопка  
КД — кодовый диск  
КК — кодовое колесо  
Ккн — корректирующий контур  
КП — контактная пружина  
Л — линия или провод линии  
ЛАЗ — линейно-аппаратный зал  
ЛР — линейное реле  
М — микрофон

МА — максимальный автомат  
МБ — местная батарея  
Мод — модулятор  
МНР — реле, меняющее полюсы  
МУ — микрофонный усилитель  
Н — нижняя пружина  
НР — нижняя рукоятка  
О — ось (вращения)  
ОС — оконечная станция  
ОУ — оконечный усилитель  
ПВУ — переговорно-вызывное устройство  
ПТ — промежуточная трансляция  
ПЭ — поляризованный электромагнит  
Р — рычаг  
РЗ — замедленное реле  
РПУ — реле прямого управления  
РППОУ — реле приёма прямого и обратного управления  
РТСВ — реле транслирования селекторного вызова  
РУТ — реле управления трансляцией  
СИ — сегмент изогнутый  
СП — сегмент плоский  
СПр — спиральная пружина  
Т — телефон  
ТП — тормозная пружина

*Тр* — трансформатор  
*УР* — удерживающее реле  
*Ус* — усилитель  
*УТ* — узловая трансляция  
*УУ* — управляющее устройство  
*ЦТС* — центральная телефонная станция  
*Ш* — штифт  
*Эм* — электромагнит  
*Я* — якорь

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Специальные виды телефонной связи на железнодорожном транспорте были созданы в годы первых сталинских пятилеток. В разработке этих устройств принимал участие большой коллектив работников связи железнодорожного транспорта, в том числе Фомичёв В. А., Снарский А. А., Танцюра А. А., Парфёнов С. Н. и др.

В годы послевоенной сталинской пятилетки были проведены большие работы по дальнейшей модернизации и усовершенствованию оборудования специальных видов связи.

В 1947 г. МПС приняло для общесетевого внедрения новую схему четырёхпроводной связи совещаний по телефонным каналам высокой частоты, разработанную Богущем И. М., Гиждеу В. В., Пивко Г. М. и Фельдманом А. Б. Эта схема обеспечила более высокое качество связи сравнительно с прежде применявшейся схемой.

В 1948—1949 гг. коллективом инженерно-технических работников Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта и Ленинградского проектного конторы Трансигнальсвязьпроект (Шуплов В. И., Волоцкой А. Н., Кривицкий К. А. и др.) по заданию Главного управления сигнализации и связи МПС была разработана новая аппаратура постанционной автоматической связи (ПАС) со взаимно-избирательным вызовом.

В 1949—1950 гг. вся аппаратура симплексной связи подверглась модернизации, в результате чего была создана серия значительно улучшенных в электрическом и конструктивном отношении усилителей (СПД-5, ПТ-1, УТ-1, СТ-1). Кроме того, была обновлена и другая аппаратура специальных видов связи. Этот комплекс работ был выполнен инженерно-техническими работниками завода «Трансвязь» (инженеры Алёхин К. А., Митрофанов И. Е. и др.).

Многих видов специальной железнодорожной телефонной связи, как связь совещаний, ДГП, линейно-путевая и пр., в других странах не имеется.

#### Состав и назначение специальных видов железнодорожной телефонной связи

На железнодорожном транспорте СССР применяются специальные виды телефонной связи, перечисленные в табл. 137.

#### Устройство цепей избирательной телефонной связи

С точки зрения передачи разговорных токов все перечисленные в табл. 137 виды связи являются связями одностороннего дей-

ствия (симплексными). Схемы применяющихся на этих связях промежуточных телефонных аппаратов, а также оконечных установок построены таким образом, что разговорные приборы передачи и приёма включаются в линию не одновременно, а по о ч е р ё д н о. В момент передачи разговора в линию включена только передающая часть аппарата или установки (микрофон, через трансформатор или через усилитель передачи). При приёме разговора в линию включается приёмная часть (телефон или громкоговоритель, непосредственно или через усилитель приёма).

Переключение приборов приёма и передачи в процессе переговоров производится при помощи специальной кнопки или клавиши, непосредственно или через систему реле.

Усилители, устанавливаемые на цепях избирательной связи и связи совещаний как промежуточные, так и оконечные, характеризуются о д н о с т о р о н н и м действием, т. е. усиливают разговорные токи только в одном направлении передачи. Для усиления токов в обратном направлении передачи вход и выход этих усилителей переключаются при помощи системы реле.

В тех оконечных усилительных установках, которые имеют отдельные усилители для передачи и приёма, при работе релейной схемы происходит переключение линии с одного усилителя на другой.

Управление работой реле осуществляется посредством передаваемого по линии постоянного тока, называемого т о к о м п р я м о г о у п р а в л е н и я (прямое управление).

Перебой говорящего, т. е. переключение всех усилителей цепи в нормальное (исходное) положение, осуществляется передачей по линии постоянного тока, называемого током о б р а т н о г о у п р а в л е н и я (обратное управление) при одновременной передаче по линии тока прямого управления.

С точки зрения системы послышки вызова все перечисленные в табл. 137 виды связи, за исключением связи совещаний, являются избирательными связями, характеризующимися тем, что вызов посылаемый одной из нескольких, параллельно включённых в одну общую цепь станций, или группе их, получается только на этой или на этих станциях и не получается ни на одной из остальных.

В настоящее время на железнодорожном транспорте СССР в основном применяется система одностороннего избирательного вызова, при которой избирательный вызов может быть послан только со стороны р а с п о р я д и т е л ь н о й станции. Вызов со стороны линейного (промежуточного) пункта осуществляется: в цепях диспетчерской связи — голосом (произнесением слова: «Диспетчер!»), а в цепях постанционной (неавтоматической) и линейно-путевой связи — нажатием кнопки, в результате чего в линию включается источник постоянного тока, приводящий в действие вызывное реле в установке распорядительной станции.

В новой аппаратуре постанционной телефонной связи (ПАС), предназначенной для совместной работы с автоматическими телефонными станциями шаговой системы, применена система двустороннего избирательного вызова.

Т а б л и ц а 137

Специальные виды железнодорожной телефонной связи

Наименование	Назначение	Типы цепей, применяемых для организации связи	Примечания
Поездная диспетчерская телефонная связь	Для сношений поездного диспетчера со станциями, входящими в его Участок	Воздушная стальная цепь с проводами диаметром 5 мм	Применяется на электрифицированных участках железных дорог. По своему устройству и применяемому оборудованию не отличается от поездной диспетчерской связи
Диспетчерская телефонная связь энергоснабжения	Для сношений энергосдиспетчера с тяговыми подстанциями и постами контактной сети	То же	
Постанционная телефонная связь	Для переговоров работников промежуточных станций участка железной дороги между собой по служебным вопросам	Воздушная стальная цепь с проводами диаметром 4 мм	Применяется для замены цепи поездной диспетчерской связи при повреждении последней
Линейно-путевая телефонная связь	Для переговоров работников службы пути по вопросам содержания в исправности пути и сооружений	То же	В последние годы устраивается так же, как постанционная телефонная связь
Дорожная диспетчерская телефонная связь (связь ДГП)	Для оперативного руководства работой дороги	Воздушная стальная цепь с проводами диаметром 5 мм; канал тональной частоты на цветных цепях	Находится в распоряжении дежурного диспетчера распорядительного отдела службы движения (ДГП)
Дорожная связь совещаний	Для проведения совещаний руководящих работников управления дороги с работниками отделений, дистанций, станций и других железнодорожных организаций	То же, а также каналы высокочастотного телефонирования	Иногда совмещается с сетью дорожной диспетчерской связи
Магистральная связь совещаний	Для проведения совещаний руководящих работников Министерства путей сообщения с работниками железных дорог и управлений дорог	Каналы высокочастотного телефонирования, а также каналы тональной частоты на цветных цепях	

**Примечание.** На железнодорожных кабельных магистралях для связей, осуществляемых токами тональной частоты, используются пары с жилами диаметром 1,2—1,4 мм и со средней степенью повышения индуктивности кабеля (система 140/83—1,7). Дальность телефонной передачи при этом получается такого же порядка, как и по воздушным стальным цепям.

Для цепей линейно-путевой связи до 1939 г. выпускалась аппаратура со взаимно-избирательным вызовом, при котором каждый из промежуточных пунктов мог вызывать любой другой пункт непосредственно, без участия и контроля телефонистки или оператора распорядительной станции. Такие установки ещё работают на некоторых дорогах, но в силу ряда присущих им схемных и технико-эксплуатационных недостатков производство их было прекращено, а имеющаяся на сети аппаратура постепенно заменяется аппаратурой постанционной связи.

На цепях связи совещаний вызов в обоих направлениях передачи осуществляется голосом.

Оборудование симплексных цепей избирательной телефонной связи состоит из оконечных установок, называемых распорядительными станциями, из оборудования промежуточных пунктов и из трансляций, состоящих, в основном,

из симплексных усилителей и устройств для транслирования избирательного вызова и токов управления.

Распорядительные станции устанавливают в пунктах, где располагается командный пункт связи (управление дороги — для связи ДГП, отделение — для поездной диспетчерской и постанционной связи и т. п.).

Оборудование промежуточных пунктов, устанавливаемое в помещениях дежурных по станции и других работников железных дорог, включается параллельно в провода цепи избирательной связи.

Распорядительная станция и промежуточные аппараты, включённые в общую цепь и используемые на данном участке железной дороги для организации поездной диспетчерской связи, диспетчерской связи энергоснабжения, постанционной или линейно-путевой связи, образуют в совокупности круг соответствующей связи, например, круг поездной диспетчерской связи.

Симплексные трансляции включаются в качестве промежуточных трансляций в стальные воздушные цепи поездной диспетчерской связи и связи ДПП через расстояния 80—100 км. В цепях поездной диспетчерской связи промежуточные трансляции применяются при наличии обходных участков, что может иметь место при большой длине участка железной дороги, подчинённого данному отделению. Соединительные трансляции применяются только на цепях поездной диспетчерской связи; они устанавливаются в пунктах деления кругов поездной диспетчерской связи и включаются в цепи только на время переговоров между диспетчерами смежных кругов.

На цепях поездной диспетчерской связи все усилители своими выходами нормально направлены к диспетчеру. Диспетчер при ответе посылает в линию ток прямого управления и, таким образом, переключает направление усиления усилителей на обратное. Перебой диспетчера работниками линии не допускается.

На цепях связи совещаний нормальным положением усилителей является положение, соответствующее усилению в направлении от командного пункта. При ответе в линию посылается ток прямого управления, который через систему реле переключает направление усиления усилителей на обратное. Командной станции на этих связях предоставляется право перебора говорящего с линии; для этого командная станция посылает ток обратного управления, в результате чего восстанавливается исходное направление усиления усилителей.

Соответственно сказанному, направление передачи от командного пункта называется распорядительным направлением, а встречное направление передачи — исполнительным направлением.

### Избирательный вызов<sup>1</sup>

Посылка избирательного вызова осуществляется путём передачи с распорядительной станции в линию серии из семнадцати чередующихся по направлению импульсов постоянного тока. Импульсы посылаются тремя группами с интервалами между ними, во время которых изменения направления посылаемого в линию тока не происходит. Между передатчиком импульсов и линией включается фильтр нижних частот, благодаря чему импульсы тока в линии становятся близкими по форме синусоидальному току с частотой около 3,5 гц.

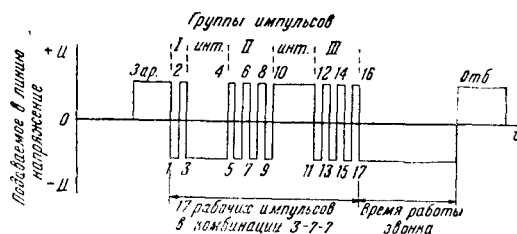
При трансформаторном вызове вызывные импульсы постоянного тока передаются в линию через специальный вызывной трансформатор.

На промежуточных пунктах цепи избирательной связи импульсы вызывного тока принимаются особым электромагнитным прибором — селектором, который в рабочем положении замыкает местную цепь установленного в промежуточном пункте звонка.

Избирательность вызова достигается тем, что селекторам различных пунктов, включённым в одну общую цепь, присваиваются разные комбинации настройки, отличающиеся

друг от друга по количеству импульсов в отдельных группах (3—7—7, 5—3—9, 11—4—2 и т. п.). Таких индивидуальных комбинаций настройки при трёхгрупповом распределении импульсов может быть 78.

Кроме указанных 17 импульсов, называемых рабочими, в линию при каждом вызове посылаются ещё два вспомогательных импульса: зарядный — перед посылкой первой группы рабочих импульсов и отбойный — примерно через три секунды после посылки последней группы рабочих импульсов. В связи с посылкой в линию одиночных вспомогательных импульсов цифра 1 в комбинациях настройки не применяется. График, иллюстрирующий построение кодовой комбинации, приведён на фиг. 143.



Фиг. 143. Графическое изображение избирательного кода

Кроме посылки индивидуального вызова, применяют посылку группового вызова, при котором одновременно вызывается группа из нескольких станций, и циркулярного вызова, при котором одновременно вызываются все станции участка.

Для группового вызова нескольких станций их индивидуальные комбинации настройки выбирают так, чтобы суммарное количество импульсов в двух первых или в двух последних цифрах кода у всех станций данной группы было бы одинаковым, например 4—6—7, 4—5—8, 4—4—9 и т. д. Для группового вызова этих станций посылают две группы импульсов тока; в данном примере 4—13—0.

Циркулярный вызов осуществляется путём посылки всех 17 импульсов тока одной группой.

Для некоторых специальных целей, как например, для управления соединительными диспетчерскими трансляциями, применяется вызов из 19, 21 и 23 импульсов.

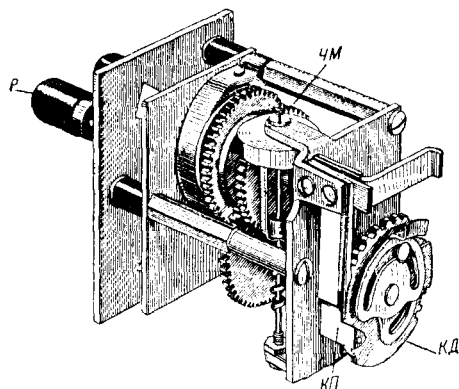
Источником вызывного тока служит установленная на распорядительной станции вызывная аккумуляторная батарея или другой источник постоянного тока надлежащего напряжения. При гальванической связи батареи с линией вызывная батарея должна быть отдельной для каждой цепи избирательной связи, если эти цепи используются для наложения телеграфной работы. При трансформаторном вызове вызывная батарея может быть одна, общая для любого количества цепей, причём она же может быть использована и для питания других нагрузок в данном узле связи.

Передатчиком вызывных импульсов тока служит вызывной ключ, управляющий системой реле, включающих в линию

<sup>1</sup> Содержание этого раздела на аппаратуру ПАС не распространяется.



вызывную батарею и изменяющих направление посылаемого в линию тока в соответствии с передаваемой комбинацией импульсов.

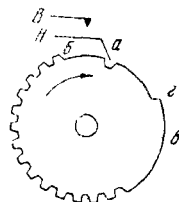


Фиг. 144. Индивидуальный вызывной ключ

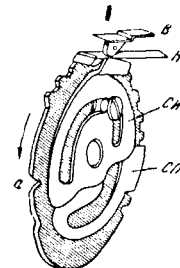
Индивидуальный вызывной ключ состоит из часового механизма ЧМ (фиг. 144) с центробежным фрикционным регулятором скорости вращения, рукоятки *P* для завода часового механизма, кодового диска *КД* и контактных пружин *КП*.

Часовой механизм заводят поворотом рукоятки на  $90^\circ$  по часовой стрелке (кодový диск при этом не вращается). Вращение кодового диска, приводимого в движение часовым

диска пружина *H* выходит из углубления *a* и начинает скользить по окружности диска, входя в электрический контакт с корпусом вызывного ключа. При дальнейшем движении зубцы кодового диска поднимают и опускают пружину *H*, которая, не теряя контакта с диском, периодически соединяется с верхней контактной пружиной *B*. Пройдя выемку за

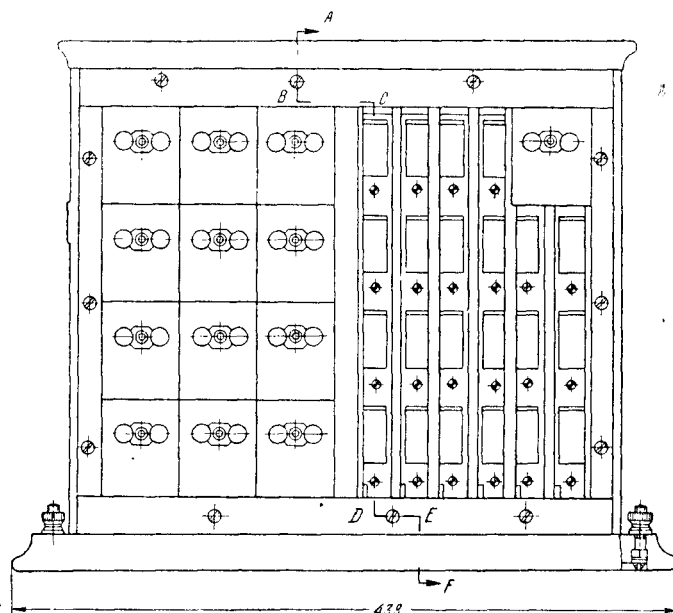


Фиг. 145. Кодовый диск индивидуального вызывного ключа

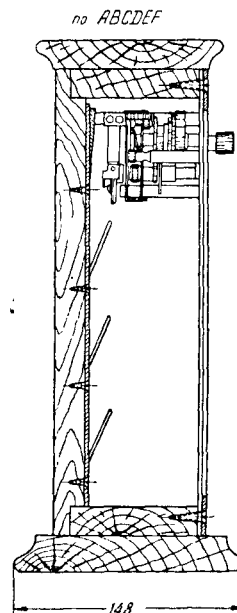


Фиг. 146. Расположение сегментов на кодовом диске

14-м зубцом, пружина *H*, находясь в контакте с пружиной *B*, скользит по поверхности *в*, опускается с выступа *г* (в этот момент соединение её с пружиной *B* нарушается) и через некоторое время приходит в исходное положение, опускаясь в углубление *a*; в этот момент движение диска прекращается. Один полный оборот кодового диска совершается в течение 7—8 секунд.



Фиг. 147. Ключевой шкаф



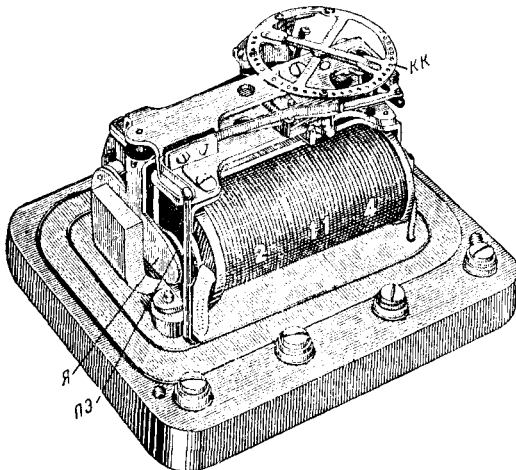
механизмом, начинается по отпуске рукоятки. После того как кодовый диск сделает один полный оборот, движение прекращается.

Кодовый диск (фиг. 145) имеет 14 зубцов и углубление *a*, в котором в спокойном положении ключа находится, не касаясь диска, отогнутый конец нижней контактной пружины *H*. После начала вращения кодового

Для получения различных комбинаций настройки применяют плоские *СП* (фиг. 146) и изогнутые *СИ* сегменты, которые располагаются против части зубцов и закрепляются на кодовом диске при помощи винта. Плоский сегмент не даёт возможности пружине *H* опускаться в выемку между закрываемыми им зубцами; изог-

и у т ы й сегмент отводит вверх пружину  $B$ , не давая ей войти в соприкосновение с пружиной  $H$  при подъёме последней на верхние грани зубцов. Положение сегмента на кодовом диске определяет положение интервала в комбинации кода.

Индивидуальные вызывные ключи устанавливаются в ключевых шкафах. Стандартный ключевой шкаф (фиг. 147) рассчитан на размещение в нём 24 вызывных ключей в четыре ряда по шесть ключей в каждом.

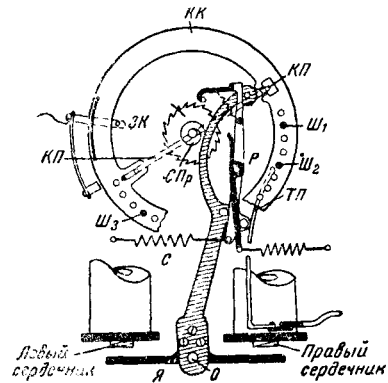


Фиг. 148. Селектор

Селектор (фиг. 148) состоит, в основном, из двухкатушечного поляризованного электромагнита  $ПЭ$  с якорем  $Я$ , передаточного механизма и кодового колеса  $КК$ .

при этом посредством передаточного механизма кодовое колесо против часовой стрелки каждый раз на один шаг (фиг. 149).

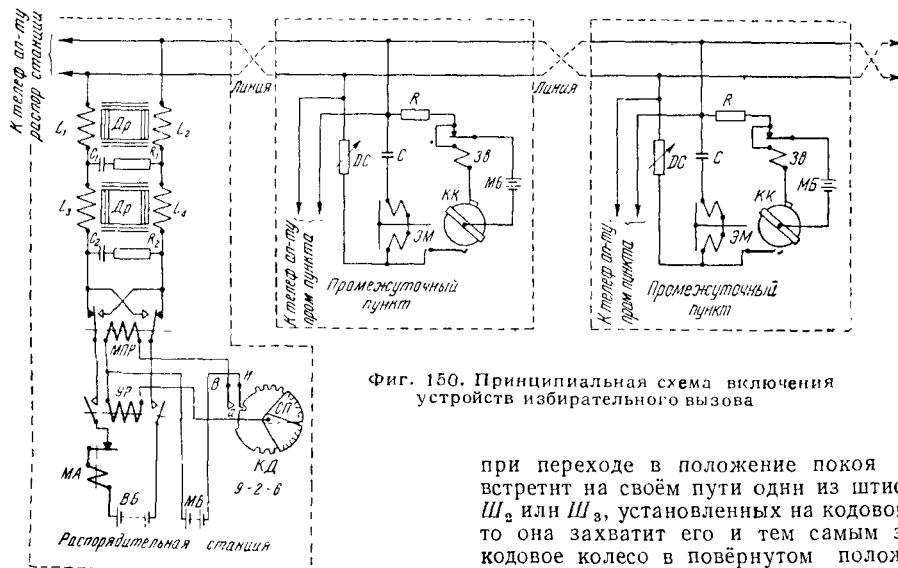
При прекращении прохождения тока через обмотки электромагнита якорь его под действием пружины  $C$  возвращается в среднее



Фиг. 149. Передаточный механизм селектора

положение. На кодовом колесе  $КК$  укреплена контактная пружина  $КП$  и имеется 31 отверстие, в три из которых устанавливаются кодовые штифты  $Ш_1$ ,  $Ш_2$  и  $Ш_3$ . Штифт  $Ш_3$ , за исключением особых случаев, всегда устанавливается в 17-м отверстии; положение штифтов  $Ш_1$  и  $Ш_2$  зависит от комбинации настройки селектора.

Передаточный механизм снабжён тормозной пружиной  $ТП$ , конец которой при помощи рычага  $Р$  при каждом колебании якоря отводится вправо. Если тормозная пружина



Фиг. 150. Принципиальная схема включения устройств избирательного вызова

При прохождении по обмоткам селектора импульсов тока переменного направления якорь его попеременно притягивается то к одному, то к другому сердечнику, передвигая

при переходе в положение покоя (налево) встретит на своём пути один из штифтов  $Ш_1$ ,  $Ш_2$  или  $Ш_3$ , установленных на кодовом колесе, то она захватит его и тем самым задержит кодовое колесо в поворнутом положении до послышки следующей группы импульсов тока; если же штифта не будет, то кодовое колесо вернётся в исходное положение.

При достижении кодовым колесом 17-го положения контактная пружина соединяется с звонковым контактом  $ЗК$ . Замыкание этого

контакта продолжается около 3 секунд. После этого в обмотку селектора поступает отбойный импульс тока. Под воздействием этого импульса кодовое колесо делает ещё один шаг и затем под действием спиральной пружины *СПр* возвращается в исходное положение.

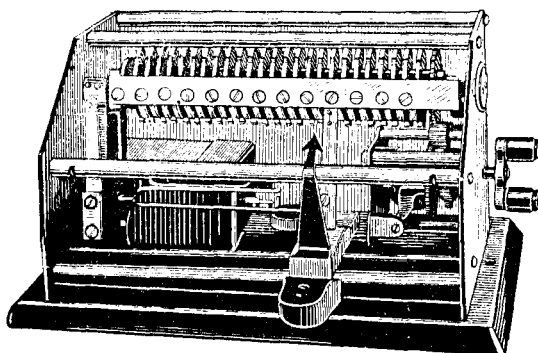
**Электрические данные селектора:** сопротивление обмоток постоянному току  $10\,000 \times 2$  ом; число витков  $55\,000 \times 2$ ; индуктивность  $1\,000$  гн. Селектор должен устойчиво работать при переменном напряжении на его зажимах, равном  $60$  в с частотой  $3,5$  гц. Модуль полного сопротивления обмотки селектора при этих условиях составляет около  $30\,000$  ом.

Принципиальная схема включения устройств избирательного вызова показана на фиг. 150

Для послышки вызова поворачивают рукоятку вызывного ключа на  $90^\circ$  и отпускают ее. Заведённый поворотом ключа часовой механизм приходит в движение и начинает вращать кодовый диск *КД*. Выйдя из углубления *а* и коснувшись кодового диска, контактная пружина *Н* замыкает цепь удерживающего реле *УР*, которое срабатывает и подключает к линии через фильтр вызывную батарею *ВБ*. При этом в линию будет послан первый (зарядный) импульс тока, который замкнётся через цепи селекторов и зарядит конденсаторы *С* до напряжения, приблизительно равного напряжению батареи *ВБ*. В результате прохождения по обмоткам селекторов зарядного тока якоря всех селекторов притянутся к одному из сердечников своих электромагнитов, однако, затем по окончании заряда конденсатора снова вернутся в среднее положение. При дальнейшем движении кодового диска

для него сигналом контроля получения вызова. Сопротивление *ДС* является дополнительным сопротивлением, служащим для уравнивания величин тока в обмотках всех селекторов, включённых в данную цепь.

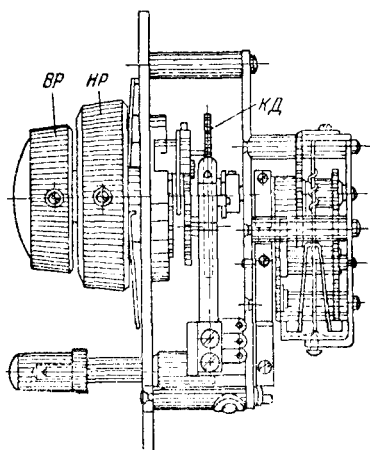
**Электрические данные основных приборов схемы послышки избирательного вызова.** Удерживающее, или линейное, реле *УР*: сопротивление  $130$  ом; число витков  $5\,800$ ; проволока ПЭ диаметром  $0,20$  мм, рабочий ток  $75$  ма.



Фиг. 151. Универсальный вызывной ключ (изделие 22), вид при снятом кожухе

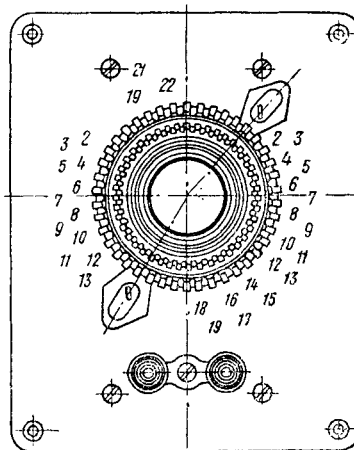
Реле, меняющее полюсы (*МПР*): сопротивление обмоток  $12,5 \times 2$  ом; число витков  $1\,900 \times 2$ ; проволока ПЭ диаметром  $0,40$  мм; рабочий ток  $400$  ма.

Дроссель фильтра: сопротивление обмоток  $11 \times 2$  ом; число витков  $600 \times 2$ ; проволока ПБ/1 диаметром  $0,5$  мм; индуктивность  $12,5$  гн.



Фиг. 152. Универсальный вызывной ключ типа КСУ

ключа в линию посредством реле, меняющего полюсы (реле *МПР*), будет послана определённая комбинация импульсов тока, под действием которых кодовые колёса селекторов, имеющих данную настройку, достигнут звонкового положения и на вызываемом промежуточном пункте (или пунктах) зазвонит звонок. При работе звонка в линию через сопротивление *Р* посылается ток контроля, который воспринимается в телефоне или громкоговорителе лица, посылающего вызов, и служит



**Универсальный вызывной ключ** (изделие 22 завода «Трансвязь»), показанный на фиг. 151, применяется на междугородных коммутаторах для послышки вызова по заведённому на коммутатор цепям постанционной и линейно-путевой связи. Основными частями этого ключа являются часовой механизм, такой же как у индивидуального ключа, и 25 выштампованных на определённые комбинации настройки кодовых дисков, насаженных на общую ось. Параллельно оси (по на-

правляющим) ходит каретка с контактными пружинами и указателем их положения на расположенной снаружи ключа шкале, на которой нанесены цифры, соответствующие различным кодовым комбинациям. Этот ключ даёт возможность послать 20 различных индивидуальных вызовов, циркулярный вызов, два групповых и два специальных вызова. Габариты ключа  $152 \times 335 \times 116$  мм. Как и к ключевому шкафику, к ключу 22 подводятся три провода (В, Н, К).

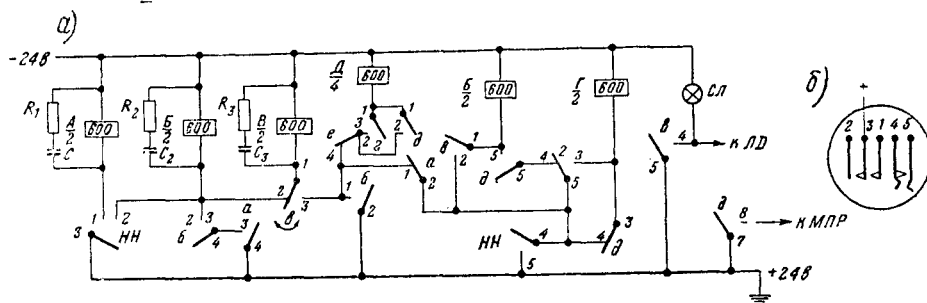
**Универсальный вызывной ключ типа КСУ** (ключ селекторный, универсальный, фиг. 152) применяется в переносной аппаратуре диспетчерских станций, а также на стойках оконечных и промежуточных усилителей (трансляций) избирательной связи. Используется электромехаником при необходимости послышки вызова непосредственно со стойки усилителей. Ключ КСУ состоит из часового механизма и двух

Эта операция происходит автоматически и исключает возможность послышки неправильного вызова при последующем наборе другой кодовой комбинации.

Кроме номеронабирателя, в схему ключа (фиг. 153) входят: шесть телефонных реле, три электролитических конденсатора на напряжение 40 в, три сопротивления по 500 ом и сигнальная лампа.

При наборе первого знака (предположим «5»), как только вращающаяся часть диска будет выведена на исходное положение, контакты номеронабирателя 1—2—3 замкнутся между собой, в результате чего сработают реле А, Б и В. Вслед за реле В сработает линейное реле распорядительной станции постанционной связи, и в линию подаётся первый зарядный импульс.

В процессе возвращения диска в исходное положение импульсный контакт номеронабирателя (нн 4—5) соответственно набранной



Фиг. 153. Схема дискового вызывного ключа системы Минченко

рукояток—верхней ВР и нижней НР, служащих для настройки ключа. На передней стенке каркаса ключа нанесены цифры кода. Настройка ключа производится установкой указателей рукояток НР и ВР против первой (НР) и последней (ВР) цифр кодовой комбинации. Средняя цифра кодовой комбинации устанавливается автоматически. После набора комбинации ключ заводится и отпускается аналогично тому, как это происходит в индивидуальном ключе.

**Дисковый вызывной ключ системы Минченко.** Набор кодовой комбинации в ключе системы Минченко осуществляется обычным номеронабирателем, подобно тому как набирают номер на номеронабирателе телефонного аппарата АТС.

Дисковый ключ применяется на междугородных коммутаторах для послышки вызова по цепям постанционной и линейно-путевой связи и допускает возможность послышки как индивидуальных, так и групповых вызовов, а также циркулярного вызова.

Продолжительность работы звонка на вызываемом промежуточном пункте может быть произвольно увеличена. Для этого достаточно сразу же по окончании набора основной комбинации цифр произвести дополнительный набор цифры «1» или любой другой и не отпускать вращающуюся систему диска.

Схема дискового ключа обеспечивает возвращение кодовых колёс селекторов в исходное положение, если почему-либо был произведён набор только одного или двух знаков.

цифре «5» пять раз замкнётся и разомкнётся. Этот контакт через систему промежуточных реле управляет работой реле МПР.

Для питания устройств ключа требуется источник постоянного тока напряжением 24 в.

## ПОЕЗДНАЯ ДИСПЕТЧЕРСКАЯ СВЯЗЬ

В цепь поездной диспетчерской связи включают телефонные аппараты, устанавливаемые у дежурных по разделным пунктам, у дежурных по депо, на тяговых подстанциях и у энергодиспетчеров на электрифицированных участках железных дорог и в отделениях паровозного хозяйства. Кроме того, аппараты могут устанавливаться у нарядчиков кондукторских бригад. Никаких других аппаратов включать в цепь поездной диспетчерской связи не разрешается. Общее количество включаемых в цепь поездной диспетчерской связи аппаратов в среднем равно 12—15, но иногда доходит до 20 и более.

Границы цепи (круга) поездной диспетчерской связи, как правило, совпадают с границами соответствующего тягового плеча.

В качестве распорядительных станций поездной диспетчерской связи на сети железных дорог в настоящее время применяются главным образом следующие:

а) оконечные усилители связи совещаний (изделия 90, 90м и 90т завода «Трансвязь» — см. стр 700);

б) распорядительные станции типа СПД-2 (стойка поездного диспетчера) завода «Трансвязь».

С 1949 г. в качестве типовой аппаратуры для распорядительных станций поездной диспетчерской связи применяют стойку типа СПД-5.

При небольших расстояниях от кабинета диспетчера до линейно-аппаратного зала (меньше 400 м) аппаратуру распорядительных станций устанавливают в последнем. При больших расстояниях аппаратуру устанавливают в здании отделения или же принимают специальные меры к защите микрофонных цепей от мешающих влияний (вынос к диспетчеру каскада предварительного усиления, прокладка микрофонных цепей отдельным кабелем и др.).

В качестве промежуточных диспетчерских трансляций применяются главным образом трансляции 83/87 завода Трансвязь. Иногда для этой же цели применяются промежуточные трансляции связи совещаний (83/84 завода Трансвязь). В 1950 г. на базе стойки СПД-5 была разработана новая по конструкции и схеме промежуточная диспетчерская трансляция типа ПТ-1.

В качестве соединительных диспетчерских трансляций используется в основном изделие 89 завода Трансвязь. С 1951 г. заводом Трансвязь вместо изделия 89 выпускается трансляция типа СТ-1.

Количество различных конструкций и схем аппаратуры промежуточных пунктов довольно значительно, что объясняется наличием в эксплуатации аппаратов старых выпусков (завода им. Кулакова, завода Трансвязь и др.).

#### Распорядительные станции поездной диспетчерской связи

Распорядительная станция поездной диспетчерской связи типа СПД-2. В комплект, помимо стойки, входят ключевой шкафчик, электромагнитный громкоговоритель, головной телефон, рефлекторный микрофон и педаль. На стойке смонтированы панели: вводная, измерительная, релейно-контрольная, панель усилителя, панель фильтров питания, панель селекторного вызова.

Усилитель двухкаскадный, рассчитанный для работы на лампах типа УБ-132, с автоматической подачей смещения на сетки ламп. Регулятор усиления имеет 10 ступеней по 0,2 – 0,05 неп каждая. Усиление усилителя при десятиом положении регулятора усиления должно соответствовать данным табл. 138 с допустимыми отклонениями от них в пределах до  $\pm 0,3$  неп.

Таблица 138

Усиление усилителя распорядительной станции типа СПД-2

Частота в $\mu$	30	800	1 400	2 400
Усиление в неп	5,0	5,65	6,2	6,8

Модуль входного сопротивления стойки при включенном в линию входе усилителя, в диапазоне от 300 до 2 400  $\mu$  составляет около 7 000 ом.

Питание анодных цепей производится от анодной батареи с напряжением 160 в. Для питания цепей реле, накала и микрофона необходима местная батарея с напряжением 12 в. Питание вызывных цепей и цепей управления усилителями осуществляется от отдельных батарей, напряжение которых определяется расчетом.

Габариты стойки даны в табл. 139.

Таблица 139

Габариты и вес аппаратуры избирательной связи завода Трансвязь

Наименование аппаратуры	Размеры одной стойки в мм			Вес одной стойки в кг
	Высота	Ширина	Глубина	
Стойка оконечных усилителей (изделие 90 м) . . . . .	2 500	512	350	200
Распорядительная станция поездной диспетчерской связи типа СПД-2 . . . . .	1 500	512	350	—
То же, типа СПД-5 . . . . .	2 500	522	305	180
Промежуточная трансляция поездной диспетчерской связи (изделие 83/87 — 2 стойки) . . . . .	2 000	512	350	150
То же типа ПТ-1 . . . . .	2 500	512	306	135
Соединительная трансляция поездной диспетчерской связи (изделие 89) . . . . .	2 000	512	350	150
То же типа СТ-1 . . . . .	2 500	522	306	—
Промежуточная трансляция дорожной диспетчерской связи для стальных цепей (изделие 83/81 — 2 стойки) . . . . .	2 000	512	350	150
То же для цветных цепей (изделие 81/81 — 2 стойки) . . . . .	2 000	512	350	150
Узловая трансляция на 4 направления (изделие 85/86 — 2 стойки) . . . . .	2 500	512	350	200
То же (изделие 98/99 — 2 стойки) . . . . .	2 500	512	350	200
То же на 8 направлений (изделие 99/208/209 — 3 стойки) . . . . .	2 500	512	350	200
Узловая трансляция типа УТ-1 . . . . .	2 500	522	306	—
Распорядительная станция постанционной и линейно-путевой связи (изделие 11) . . . . .	1 855	512	350	160
То же, изделие 345 . . . . .	1 855	512	350	100
То же, типа СПС-2 . . . . .	1 800	512	350	160

Распорядительная станция поездной диспетчерской связи типа СПД-5 может быть использована как для поездной диспетчерской связи, так и для дорожной диспетчерской связи и связи совещаний (вместо изделия 90).

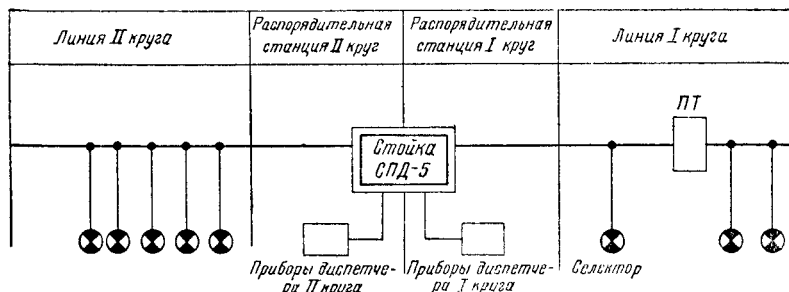
На стойке СПД-5 смонтированы приборы, необходимые для оборудования двух оконечных, работающих независимо друг от друга, распорядительных станций поездной диспетчерской связи. Примерная скелетная схема использования СПД-5 показана на фиг. 154.

На СПД-5 расположены: два симплексных телефонных усилителя, по одному для каждой из двух цепей поездной диспетчерской связи, которые могут быть поданы на СПД-5; два комплекта устройств для посылки в линию избирательного вызова; два комплекта реле для управления усилителями; два комплекта приборов для питания стойки от сети переменного тока напряжением 220 в и от резервных батарей; один комплект контрольных и переговорно-вызывных приборов,

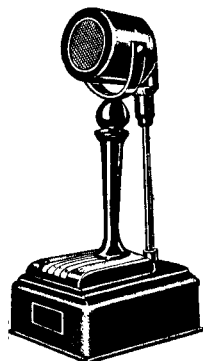
посредством которых электромеханик может со стойки контролировать прохождение разговора в обеих цепях, вести разговор и посылать вызов по обеим цепям, а также измерять токи и напряжения в отдельных цепях стойки.

В состав оборудования распорядительной станции поездной диспетчерской связи входят: стойка СПД-5; два микрофонных усилителя

специальный каскад на лампе 6Р17Б (с переменной крутизной), служащий для автоматической регулировки чувствительности (АРЧ) усилителя. Благодаря наличию АРЧ диспетчер слышит передачу речи со всех станций своего участка с одинаковой громкостью.



Фиг. 154. Примерная скелетная схема использования СПД-5



Фиг. 155. Микрофонный усилитель типа МУ-1

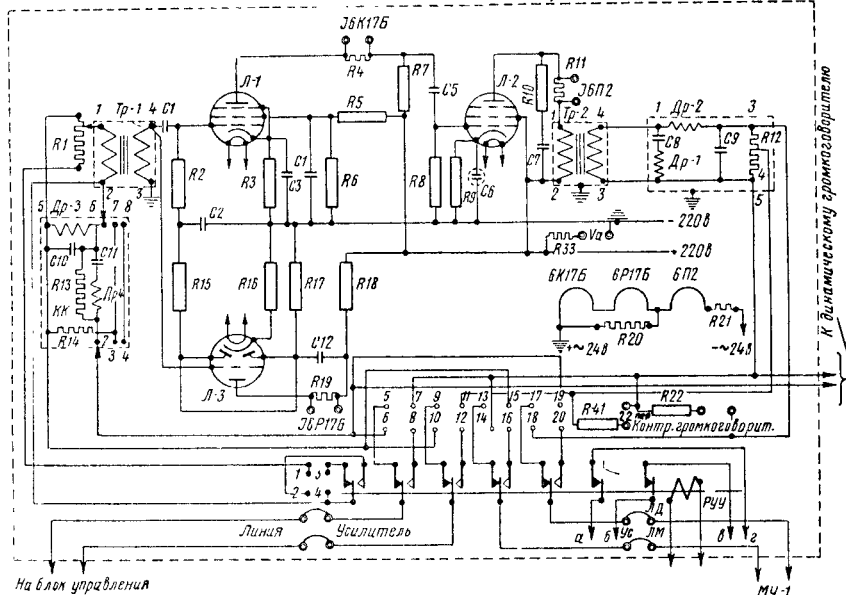
типа МУ-1 с электродинамическими микрофонами типа РДМ (фиг. 155); два электродинамических громкоговорителя типа ГДМ-0,5; два ключевых шкафика на 24 индивидуальных ключа каждый; два резервных микрофонных устройства диспетчера; две педали.

Все реле, кроме МПР и РППОУ, применены типа КДР. Цепи звуковой частоты экранированы. Использование СПД-5 возможно как по распорядительной, так и по исполнительной схеме; изменение схемы достигается путём несложных переключений.

Подача постоянного напряжения смещения на лампу 6К17Б, пропорционального уровню приходящего сигнала и необходимого для осуществления регулирования чувствительности, производится при помощи лампы 6Р17Б. Триодная часть этой лампы работает как усилитель напряжения звуковой

Таблица переключений

Диспетчер-Связь ДПП и связь сближений	Посылка прям. и обрат. управл. сигнала	Посылка прям. и обрат. управл. сигнала
1-3, 5, 7, 8, 9-10	1-3, 5, 7, 8, 9-10	1-2, 5, 7, 6, 8, 9-11
11-12, 15, 16, 17-18	11-12, 15, 16, 17, 18	10-12, 15, 16, 18-20



Фиг. 156. Схема усилителя СПД-5

Усилитель СПД-5, схема которого приведена на фиг. 156, является общим как для приёма, так и для передачи разговора. Двухкаскадный усилитель разговорных токов собран на лампах 6К17Б и 6П2. Кроме того, имеется

частоты, которое подаётся на сетку лампы со вторичной обмотки входного трансформатора. Усиленное напряжение звуковой частоты, возникающее на анодной нагрузке лампы (R18), детектируется диодной частью, в результате

чего на сопротивлении  $R17$  возникает выпрямленное напряжение, пропорциональное уровню приходящего сигнала. Это напряжение через фильтр  $R15-C2$  подается на управляющую сетку лампы 6К17Б (лампа Л-1).

Потенциометр  $R6-R5$  служит для подачи напряжения на экранирующую сетку.

Сопротивление  $R10$  и конденсатор  $C7$  обеспечивают корректировку частотной характеристики усиления.

Фильтр  $ВФ$  на выходе усилителя срезает все частоты свыше 2 400 гц.

Усилители  $СПД-5$  рассчитаны для работы на стальных цепях с затуханием до 3,0 неп, но могут работать и на цветных цепях, для чего в корректирующем контуре  $КК$ , предусмотренном на входе усилителя, производятся соответствующие переключения. Контур рассчитан на корректирование частот характеристики 4 мм стальной цепи длиной 120 км.

Усиление усилителя при передаче в диапазоне от 300 до 2 400 гц равно  $5,0 \pm 0,3$  неп, что обеспечивает уровень на выходе  $+0,6 \pm 0,3$  неп при подаче на вход усилителя напряжения 15 мв.

При приеме усиление усилителя в диапазоне от 300 до 2 400 гц составляет при подаче на вход напряжения 15 мв не менее 7,3 неп при мощности на выходе не менее 0,6 вт. При подаче на вход усилителя напряжений в пределах от 15 мв до 1 в мощность на выходе практически остается неизменной ( $0,6 \pm 0,08$  вт); коэффициент нелинейных искажений при этом не превышает 15%.

Входное сопротивление усилителя при приеме с линии составляет  $1\,400 \pm 280$  ом для стальных цепей и  $600 \pm 60$  ом для цветных (медных) цепей.

Применение на станциях со стойкой  $СПД-5$  электродинамических микрофонов с вынесенными к диспетчеру микрофонными усилителями обеспечивает практически полное отсутствие искажений передаваемой речи.

Микрофонный усилитель  $МУ-1$  развивает на частоте 300 гц усиление, равное  $3,3 \pm 0,3$  неп, а на частотах от 600 до 2 400 гц  $3,6 \pm 0,3$  неп.

Прямолинейность амплитудной характеристики обеспечивается при подаче на вход уровней до  $-3,0$  неп.

Модуль входного сопротивления в диапазоне частот от 300 до 2 400 гц составляет 700–1 300 ом.

Основными источниками питания стойки являются сеть переменного тока 220 в, 50 гц и постоянно включенная батарея 24 в.

Питание осуществляется следующим образом.

Местные цепи питаются постоянным током 24 в от селенового выпрямителя; исклучение составляют цепи микрофонов и сигнализации, которые питаются от упомянутой выше батареи 24 в.

Анодные цепи — постоянным током 220 в от кенотронного выпрямителя на лампе 5Ц4С.

Вызывные цепи — постоянным током 120, 160 или 220 в от такого же кенотронного выпрямителя. Указанные градации напряжения получают посредством перепаек на вызывном трансформаторе.

Цепи накала ламп усилителя — переменным током 24 в.

Допуск по всем напряжениям равен  $\pm 10\%$ .

В случае прекращения подачи переменного тока стойка вручную, посредством отдельного для каждого из питающих напряжений ключа на блоке питания, переключается на питание от резервных аккумуляторных батарей.

Феррорезонансный стабилизатор напряжения обеспечивает нормальную работу приборов стойки при колебаниях напряжения сети в пределах от 170 до 240 в и частоты от 49 до 51 гц. При более значительных отклонениях частоты стабилизатор может быть отключен посредством специально предусмотренного для этой цели ключа.

На блоке питания предусмотрена возможность проверки линейных селекторов пониженным на 25% вызывным напряжением; для этого переключения имеются специальные гнезда.

На стойке  $СПД-5$  имеются оптическая и акустическая сигнализация, приходящая в действие при перегорании предохранителей, при переходе диспетчера на работу с резервного телефонного аппарата и при коротком замыкании на линии. Кроме того, сигнализацией контролируется работа линейного (удерживающего) реле.

Размеры стойки  $СПД-5$  даны в табл. 139, а данные о потреблении энергии — в табл. 140.

### Промежуточные трансляции

Промежуточная трансляция поездной диспетчерской связи (изделие 83/87 завода Трансвязь) применяется на цепях поездной диспетчерской связи, а также иногда и на цепях дорожной диспетчерской связи и служит для усиления токов разговорных частот и для транслирования селекторного вызова.

В комплект входят две стойки: стойка усилителей (83) и релейная стойка (87).

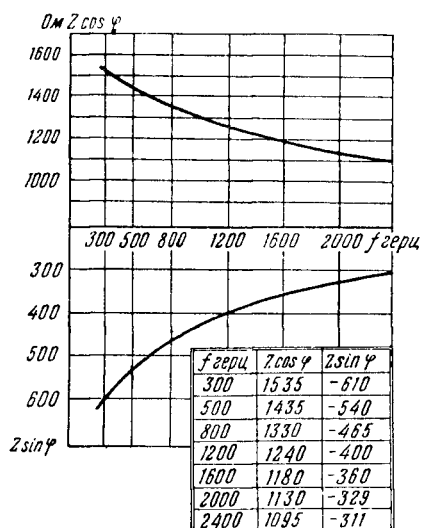
На стойке усилителей имеются два одинаковых симплексных усилителя — рабочий и запасной. Переход с рабочего усилителя на запасный осуществляется переводом валькового переключателя, установленного на этой стойке, из одного крайнего положения в другое.

Усилители (фиг. 157) имеют два каскада усиления на лампах типа УБ-132. Входное сопротивление усилителя соответствует среднему значению волнового сопротивления стальных цепей с проводами диаметром 4–5 мм. Зависимость входного сопротивления усилителя от частоты показана на фиг. 158. На входе усилителей параллельно первичной обмотке входного трансформатора включен корректирующий контур, с помощью которого можно несколько изменять входное сопротивление усилителя. Для корректировки наклона частотной характеристики усилителя соответственно затуханию 5 мм стальных цепей различной длины (110, 140, 170 и 200 км) имеется второй корректирующий контур, расположенный между первым и вторым каскадами усилителя. Переменными элементами этого контура являются первичная и вторичная секционированные обмотки междулампового транс-





форматора, а также сопротивление и ёмкость, включённые параллельно первичной обмотке. Частотные характеристики усиления уси-

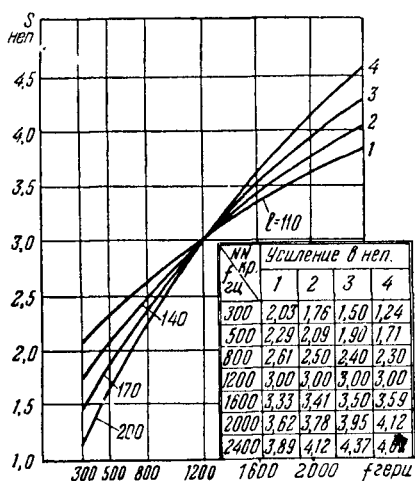


Фиг. 158. Частотная характеристика входного сопротивления усилителя стойки 83

лителя, соответствующие указанным выше условиям, показаны на фиг. 159.

Мощность на выходе усилителя достигает 0,4 вт.

Регулятор усиления имеет 10 положений и даёт возможность изменять усиление на 2 неп ступенями по  $0,2 \pm 0,05$  неп.



Фиг. 159. Частотная характеристика усиления усилителя стойки 83

Данные об источниках тока, необходимых для питания трансляции, приведены в табл. 140. Напряжение и ёмкость вызывной батареи (она же батарея обратного управления) определяются по расчёту.

Напряжение смещения на сетки ламп (около 6 в) подаётся автоматически с сопротивлений по 37,5 ом, включённых в цепи накала. Регулировка тока в цепях накала производится вручную при помощи реостатов. При питании трансляции от общих батарей ЛАЗ (24 и 220 в) необходимо произвести ряд изменений в заводской схеме и включить в отдельные цепи питания на обеих стойках дополнительные сопротивления.

Габариты стоек даны в табл. 139.

Промежуточная симплексная телефонная трансляция поездной диспетчерской связи и связи ДГП типа ПТ-1 предназначена для двустороннего усиления токов разговорной частоты и одностороннего транслирования избирательного вызова. ПТ-1 применяется на неразветвлённых участках поездной диспетчерской связи и связи ДГП и может работать как по стальным, так и по цветным цепям.

На стойке ПТ-1 смонтированы панели усилителя, переговорно-вызывного устройства, избирательного вызова, управления, блок питания, панель селектора и вводная панель.

Конструктивное оформление ПТ-1 аналогично стойке СПД-5. Все реле, кроме МПР, РТСВ и РПУ, применены типа КДР.

ПТ-1 допускает работу в двух вариантах:

а) прямое управление осуществляется со стороны распорядительного пункта;

б) прямое управление осуществляется со стороны исполнительного направления с обратным управлением со стороны распорядительного пункта.

Для усиления разговорных токов служит один симплексный усилитель, переключающийся посредством системы реле.

По схеме и конструкции этот усилитель аналогичен усилителю СПД-5.

На входе усилителя имеется плавный регулятор усиления, дающий возможность изменять усиление от нуля до номинального значения при подаче на вход напряжения, равного 15 мв.

В диапазоне частот от 300 до 2400 гц модуль входного сопротивления усилителя при приёме составляет  $1400 \pm 40$  ом при работе на стальных цепях и  $600 \pm 60$  ом при работе на цветных цепях. Усилитель снабжён автоматическим регулятором чувствительности, обеспечивающим постоянство мощности на выходе. Коэффициент нелинейных искажений при этом не превосходит 15% при подаче на вход сигналов напряжением от 15 мв до 1 в. На входе усилителя имеется контур, корректирующий затухание двухпроводной 4-мм стальной цепи длиной 120 км. При работе на цветных цепях в схеме контура производится соответствующее переключение. На выходе усилителя имеется фильтр нижних частот, обеспечивающий затухание в диапазоне частот от 300 до 2400 гц не более 0,2 неп, а при частотах свыше 3000 гц — не менее 4 неп.

Усиление усилителя на стальных цепях соответствует данным, приведённым в табл. 141, с допуском  $\pm 0,3$  неп.

Усиление усилителя на цветных цепях составляет  $5,0 \pm 0,3$  неп в диапазоне от 300 до 2400 гц, что обеспечивает уровень на выходе, равный  $+0,6 \pm 0,3$  неп при подаче на вход напряжения 15 мв.

Таблица 141

Усиление усилителя трансляции типа ПТ-1

Частота в гц	300	500	800	1 400	2 400
Усиление в неп . . .	1,25	2,15	2,65	3,45	4,55

Питание устройств стойки осуществляется от сети переменного тока с номинальным напряжением 220 в и от постоянно включённой батареи напряжением 24 в, служащей для питания микрофона ПВУ и сигнальных цепей. Резервирование осуществляется от батарей: накала — 24 в (та же батарея, что выше), анода + 220 в и вызова ± 120, 160 или 220 в (по расчёту).

В блоке питания имеется феррорезонансный стабилизатор, обеспечивающий отклонение питающих напряжений не более чем на 7% от номинала, при колебаниях напряжения сети в пределах от 170 до 240 в и частоты от 49 до 51 гц. При больших колебаниях частоты стабилизатор не обеспечивает своих функций и должен быть отключён.

Напряжение вызывного выпрямителя не стабилизировано и при изменениях нагрузки от 0 до 120 ма изменяется в пределах до 40 в.

Размеры стойки ПТ-1 даны в табл. 139.

Соединительная трансляция поездной диспетчерской связи (изделие 89 завода Трансвязь) обеспечивает соединение и последующее разъединение цепей поездной диспетчерской связи двух смежных кругов, а также усиление разговорных токов при переговорах между диспетчерами.

Оборудование трансляции монтируется на одной стойке, на которой расположены один усилитель и приборы релейной схемы, включающей в себя четыре селектора, служащих для соединения и разъединения кругов.

Усилитель по схеме и характеристикам одинаков с усилителем, применённым на стойке 83 (см. выше).

Для соединения между собой обоих диспетчерских кругов и для разъединения их диспетчером посылаются комбинации из 19 импульсов тока, воспринимаемые (на каждой стороне трансляции) селекторами для соединения и разъединения кругов.

Соединение и разъединение кругов возможно со стороны обоих диспетчеров.

Габариты стойки приведены в табл. 139; данные об источниках питания — в табл. 140.

Соединительная симплексная телефонная трансляция поездной диспетчерской связи типа СТ-1 предназначена для автоматического соединения и разъединения цепей соседних кругов поездной диспетчерской связи и для двустороннего усиления разговорных токов. Трансляция СТ-1 может работать как на стальных, так и на цветных цепях.

На стойке СТ-1 смонтированы панели — вводная, управления и усилителя, блоки — переговорного устройства, соединения и контроля, селекторов линии  $L_1$  и  $L_2$ , питания.

В конструктивном отношении СТ-1 оформлена подобно стойкам СИД-5 и ПТ-1.

Селекторы имеют настройку по 19-импульсному коду.

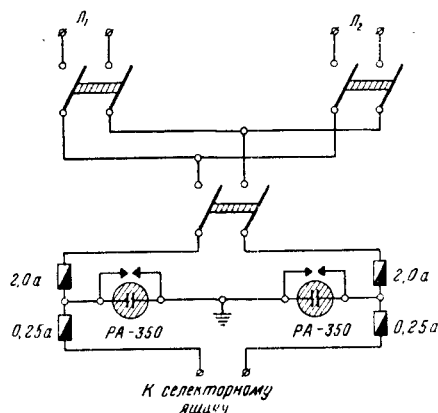
Контрольное устройство даёт возможность измерения величин напряжения и тока во всех цепях, где это необходимо в процессе эксплуатации.

Для двустороннего усиления разговорных токов служит один симплексный усилитель, переключающийся в цепи  $L_1$  —  $L_2$  посредством реле. Усилитель применён того же типа, что и в ПТ-1. Габариты СТ-1 даны в табл. 139.

### Аппаратура промежуточных пунктов

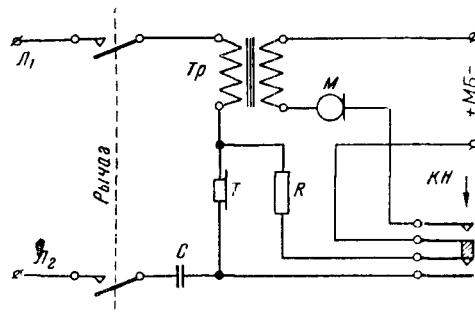
В комплект аппаратуры промежуточного пункта входят: вводный щиток, селекторный ящик, телефонный аппарат и источники питания.

Схема вводного щитка показана на фиг. 160; схема селекторного ящика — на фиг. 150 (правая часть).



Фиг. 160. Схема вводного щитка

Схема телефонного аппарата дана на фиг. 161. Входное сопротивление телефонного аппарата при приёме составляет  $8\,800 \pm 3\,200$  ом с углом  $57^\circ \pm 3^\circ$ , а при передаче 1 000—2 000 ом (измерения должны произ-



Фиг. 161. Схема телефонного аппарата промежуточного пункта диспетчерской связи

водиться на частоте 800 гц при уровне передачи на входе телефонного аппарата, равном +1 неп, и токе питания микрофона, равном 40 ма).

Качество передачи между двумя аппаратами должно быть удовлетворительным при включении между ними искусственной линии с затуханием 3,5 *нп* при  $Z = 1\,400\text{ ом}$  и уровне шума в помещении, где находится испытуемый аппарат, до 60 *дб*. Удовлетворительным качеством считается такое, при котором не требуется повторения отдельных фраз и слов.

Для питания микрофона и звонка в промежуточном пункте должна быть установлена батарея напряжением 4,5 *в* (6 элементов типа МОЭ-250 или 3 элемента 6СМВД).

Электрические данные современных телефонных аппаратов диспетчерской связи (по ТУ 1950 г.) следующие (см. фиг. 161).

Трансформатор *Tr* — первичная обмотка: проволока ПЭ диаметром 0,41 *мм*, 280 витков, сопротивление обмотки 1,4 *ом*; вторичная обмотка: проволока ПЭ (ПЭЛ) диаметром 0,2 *мм*, 1 350 витков, сопротивление обмотки 47 *ом*. Сопротивление *R* — 1 500 *ом*, 0,25 *вт*, типа СС. Конденсатор *C* — 0,5 *мкф*, типа МКВ, микрофон капсульный МБ, типа МК-10. Телефон имеет обмотки с сопротивлением  $1\,000 \times 2\text{ ом}$ , проволока ПЭ (ПЭЛ) диаметром 0,05 *мм*, витков  $3\,700 \times 2$ .

### ДИСПЕТЧЕРСКАЯ СВЯЗЬ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

Диспетчерская связь энергоснабжения устраивается на электрифицированных участках железных дорог для обеспечения наблюдения за состоянием энергоснабжения и контактной сети.

Диспетчерские участки связи энергоснабжения, как правило, совпадают с границами участка энергоснабжения, а энергодиспетчер помещается в здании отделения дороги.

В цепи диспетчерской связи энергоснабжения включаются аппараты, устанавливаемые у дежурных по тяговому подстанциям, в постах секционирования, в дежурных пунктах контактной сети и в электродепо.

Технические устройства распорядительных станций и промежуточных пунктов диспетчерской связи энергоснабжения, а также нормы передачи по этим цепям те же, что и для цепей поездной диспетчерской связи.

### ПОСТАНЦИОННАЯ ТЕЛЕФОННАЯ СВЯЗЬ

Постанционная телефонная связь может быть неавтоматическая и автоматическая. При неавтоматической постанционной телефонной связи распорядительные станции устанавливают, как правило, на отделенческих станциях.

В пункте установки распорядительной станции цепь постанционной связи включается в междугородный (иногда в местный) коммутатор.

При наличии на противоположном конце цепи или на промежуточных станциях телефонных коммутаторов или номерников ёмкостью 10 номеров и выше цепь постанционной связи включается и в них.

Прежде, примерно до 1940 г., очень часто аппаратура распорядительных станций уста-

навливалась на обоих концах цепи; в настоящее время этого не делается, и цепью распоряжается только одна телефонистка, что более удобно в эксплуатационном отношении.

В качестве распорядительных станций постанционной телефонной связи на сети дорог в настоящее время применяются:

- а) распорядительные станции стоечного типа (изделие 44 завода Трансвязь);
- б) то же, но с трансформаторным вызовом (изделие 345 завода Трансвязь);
- в) распорядительные станции стоечного типа на два направления (СПС-2).

С 1951 г. завод Трансвязь начал выпускать аппаратуру постанционной телефонной связи в новом конструктивном оформлении (ПС-1).

Аппаратуру промежуточных пунктов постанционной телефонной связи устанавливают на всех станциях, разъездах и остановочных пунктах участка.

Кроме того, аппараты постанционной телефонной связи могут устанавливаться в помещениях телеграфа (для передачи телеграмм по телефону), в грузовых и технических конторах, у дорожных мастеров (на участках, не оборудованных линейно-путевой связью). Общее количество промежуточных пунктов, включаемых в один круг постанционной телефонной связи, составляет в среднем 12—15 при длине круга порядка 80—100 *км*.

Вызов коммутатора со стороны промежуточного пункта осуществляется нажатием специальной, установленной на телефонном аппарате, кнопки. О про вызывающего абонента телефонисткой коммутатора и получение заказа на соединение производится тем же порядком, как и на цепях дальней телефонной связи. Вызов промежуточного пункта со стороны коммутатора осуществляется путём посылки избирательного вызова, для чего на коммутаторах устанавливается универсальный вызывной ключ или дисковый вызывной ключ системы Минченко. Сигналов отбоя нет. Перед тем как послать вызов, телефонистка или абонент промежуточного пункта обязаны убедиться в том, что линия свободна.

Поскольку цепи постанционной связи используются для замены цепей поездной диспетчерской связи при повреждениях последних, настройка секторов аппаратуры промежуточных пунктов обоих этих видов связи, устанавливаемой в одном и том же пункте, выбирается одинаковой.

#### Распорядительная станция типа СПС-2

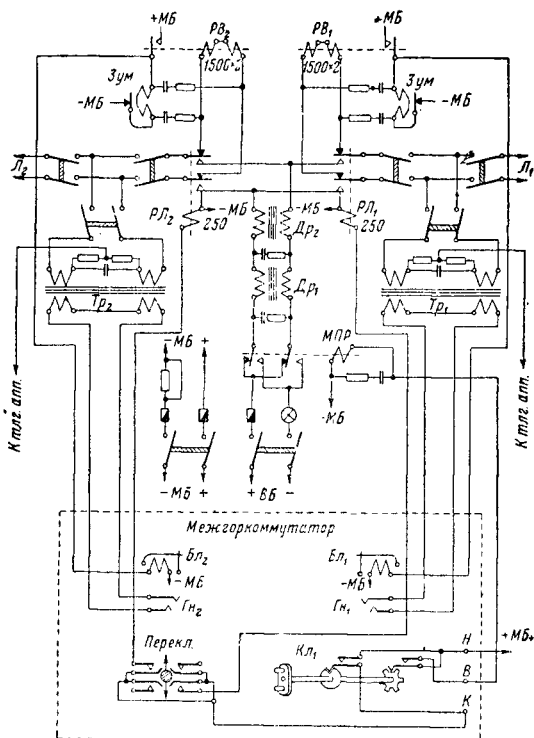
На стойке СПС-2 смонтировано оборудование для двух цепей постанционной связи.

В схему СПС-2 (фиг. 162) входят приборы, необходимые для приёма вызова с линии, а также для посылки избирательного вызова в сторону линии и контроля получения его в вызываемом пункте. Кроме того, схемой предусмотрено включение цепи постанционной связи в междугородный коммутатор и наложение телеграфной работы по схеме с дифференциальным дросселем.

Особенностью схемы СПС-2 является то, что в ней применены общие приборы для посылки избирательного вызова по обеим включаемым на стойку цепям постанционной связи.

Питание аппаратуры СПС-2 осуществляется от источника постоянного тока с напряжением 12 или 24 в.

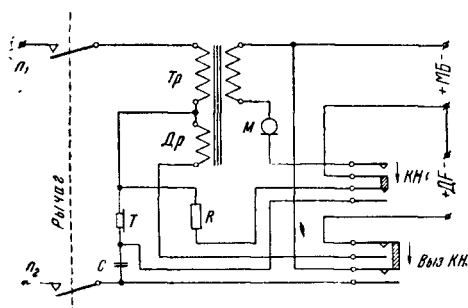
Данные об источниках тока приведены в табл. 140, а размеры стойки — в табл. 139.



Фиг. 162. Схема стойки СПС-2

### Аппаратура промежуточных пунктов

В комплект входят: вводный щиток, селекторный ящик, телефонный аппарат и источники питания.



Фиг. 163. Схема телефонного аппарата постанционной телефонной связи

Вводный щиток и селекторный ящик ничем не отличаются от таких же приборов, применяемых на цепях поездной диспетчерской связи. Схема телефонного аппарата дана на фиг. 163.

Вызов диспетчерской станции осуществляется нажатием кнопки КН при снятой

трубке. Электрические данные аппарата такие же, как у аппаратов промежуточных пунктов диспетчерской связи.

Для питания микрофона и звонка необходимы такие же источники питания, как и при диспетчерской связи; для вызова диспетчерской станции используется эта же батарея при последовательном включении дополнительной батареи.

Напряжение дополнительной батареи зависит от расстояния между рассматриваемым пунктом и диспетчерской станцией и определяется расчётом.

### Постанционная автоматическая телефонная связь

Внедрение местных АТС и начавшаяся с 1947 г. автоматизация дальней телефонной связи потребовали автоматизации также и постанционной связи. Это оказалось необходимым для того, чтобы полностью исключить из процесса установления соединений по сети железнодорожной телефонной связи общего служебного пользования элементы ручного обслуживания. В результате предпринятой в связи с этим обстоятельством разработки была создана новая система постанционной автоматической телефонной связи, получившая название ПАС.

С помощью устройств постанционной автоматической телефонной связи работники промежуточных станций участка железной дороги, оборудованного этой связью, могут осуществлять автоматическое соединение как между собой, так и с абонентами местных автоматических телефонных станций, включённых в данную цепь. Кроме того, через ближайшую узловую АТС абоненты цепи постанционной автоматической телефонной связи могут без участия телефонистки междугородного коммутатора выходить на сеть дальней автоматической телефонной связи.

На всех промежуточных станциях участка, оборудованного постанционной автоматической связью, устанавливается специальное оборудование, в комплект которого входят:

- а) специальный телефонный аппарат с номеронабирателем (таким же, какой устанавливается на телефонных аппаратах ЦБ-АТС);
- б) комплект реле, с помощью которых осуществляются посылка и приём избирательного вызова;
- в) вводный щиток с приборами защиты и рубильниками;
- г) источники электропитания.

Каждый комплект этих приборов является совершенно независимо действующей установкой, не требующей для своей работы наличия в данной цепи оборудования диспетчерских станций. Это обстоятельство является весьма важным, так как неисправность и выход из строя командной, узловой станции или даже целого участка цепи не парализуют работы оставшихся исправных аппаратов промежуточных пунктов.

Каждому из промежуточных пунктов присваивается определённый двузначный номер, набором которого данный пункт может быть вызван из любого другого пункта данной цепи, а также с узловой АТС.

Для наиболее эффективного использования цепи постанционной автоматической телефонной связи она может быть оборудована специальными разделительными устройствами, позволяющими делить цепь на части, в пределах каждой из которых может вестись отдельный разговор. Наличие разделительных устройств не препятствует тому, чтобы абонент мог вызвать любого другого абонента, в какой бы из участков цепи он ни был включён, если только этот участок не будет в данный момент занят.

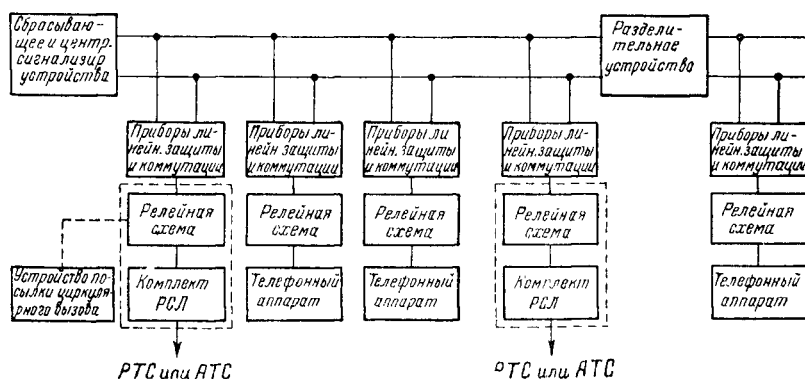
Во время разговора двух абонентов аппараты всех других абонентов данного участка или части цепи оказываются заблокированными и абоненты этих пунктов не имеют возможности подслушать или перебить ведущийся разговор.

Подключение к занятой цепи ПАС допускается лишь в случае крайней необходимости (пожар, авария и т. п.); для этого вызы-

Процесс соединения между двумя абонентами постанционной автоматической связи происходит следующим образом.

При снятии микрофонной трубки с любого аппарата в линию посылаются импульсы занятия, посредством которого все остальные аппараты цепи блокируются. С этого момента линия является занятой и на всех аппаратах открываются бленкеры занятости. С этого же момента ни один другой абонент не может включиться в линию, если даже он и снимет микрофонную трубку.

Для послышки вызова необходимо при помощи номеронабирателя набрать номер, присвоенный требуемому пункту. Во время набора номера в линию посылаются импульсы тока, которые принимаются приёмными устройствами всех остальных аппаратов. В том аппарате, приёмное устройство которого настроено соответственно набранному номеру, после окончания набора звонит звонок, а



Фиг. 164. Скелетная схема цепи постанционной автоматической телефонной связи

вающий абонент должен нажать специальную, нормально запломбованную кнопку, сняв предварительно пломбу и сделав соответствующую запись в журнале.

Занятость линии отмечается установленным на телефонном аппарате бленкером, который в этом случае будет показывать белое поле.

Во избежание непроизводительного проста цепи из-за ложного занятия, которое может произойти при случайном возникновении в цепи импульса тока, предусмотрено сбрасывающее устройство. Это устройство автоматически освобождает цепь и деблокирует аппараты, если в период времени до 40 сек. после её занятия не последует набора номера.

Аппаратура постанционной автоматической связи допускает возможность послышки как индивидуальных, так и групповых и циркулярных вызовов. Индивидуальный вызов может быть послан с любого пункта, циркулярный вызов может быть послан только телефонисткой командной станции. Этой же телефонистке (при АТС — телефонистке контрольного стола) предоставлено право и возможность принудительного освобождения цепи и разъединения абонентов в случае особой в том необходимости.

Скелетная схема цепи постанционной автоматической телефонной связи приведена на фиг. 164.

вызывающий абонент услышит при этом контроль вызова. Звонковый сигнал и контроль вызова подаются до тех пор, пока вызываемый абонент не снимет трубку или пока вызывающий абонент не даст отбой, положив свою трубку на рычаг аппарата.

При снятии вызываемым абонентом трубки в линию посылаются импульсы ответа, и оба аппарата приходят в разговорное положение. По окончании разговора абоненты дают отбой. Освобождение цепи происходит сразу же, как только один из разговаривавших абонентов положит свою трубку на рычаг аппарата.

Для подключения к схеме АТС или РТС служит комплект реле соединительной линии (комплект РСЛ). Вводные щитки применяются того же типа, что и для неавтоматической постанционной и диспетчерской связи.

Основным прибором приёмного устройства является реле-искатель.

Для питания устройств промежуточного пункта требуется источник постоянного тока с напряжением 6 в.

Основные данные аппаратуры ПАС:

Модуль входного сопротивления промежуточного аппарата при приёме на частоте 1 000 гц . . . . .	12 000 ом
Модуль входного сопротивления промежуточного аппарата при передаче . . . . .	60 "

Модуль входного сопротивления промежуточного аппарата при положенной на рычаг микрофонной трубке . . .	12 000 ом
Амплитуда индуктивного импульса в начале линии . . . . .	50 мВ
Ток чувствительности поляризованного реле . . . . .	2 »
Величина тока, потребляемого от местной батареи при наборе номера . . . .	4,5 а
Суточный расход энергии на аппарат промпункта (ориентировочно по эксплуатационным данным) . . . . .	3,5 а-ч
Количество промпунктов в цепи должно быть не более . . . . .	20

### ЛИНЕЙНО-ПУТЕВАЯ ТЕЛЕФОННАЯ СВЯЗЬ

Линейно-путевая телефонная связь служит для переговоров работников дистанций пути между собой и с дежурными по станциям. На новых железнодорожных линиях в первые годы эксплуатации линейно-путевая связь может быть совмещена с постанционной связью на одной общей паре проводов, но при условии, если общее количество промежуточных пунктов не превысит при этом 20.

Цепи линейно-путевой связи организуются в границах дистанции пути с выходом на станцию, имеющую прямую связь с отделением дороги. Если граница дистанции пути находится между отдельными пунктами, цепь линейно-путевой связи доводят до соседнего раздельного пункта другой дистанции пути.

В цепь линейно-путевой связи включаются аппараты, устанавливаемые у начальника дистанции пути, у дорожных мастеров и бригадиров пути, а также у путевых обходчиков, участки которых требуют особого наблюдения. Для связи с дежурными по станциям цепь линейно-путевой связи включается в коммутаторы участковых и депокских железнодорожных станций, а на двух-трех станциях участка аппараты устанавливаются и в помещениях дежурных по станциям.

Распорядительная станция линейно-путевой связи устанавливается на железнодорожной станции, где находится контора начальника дистанции пути. При необходимости в помещении конторы устанавливают дублирующие вызывные ключи и оборудование для приема передачи на громкоговоритель.

Технические устройства распорядительных станций и промежуточных пунктов, а также и нормы передачи для цепей линейно-путевой связи те же, что и для цепей постанционной телефонной связи.

### ДОРОЖНАЯ ДИСПЕТЧЕРСКАЯ ТЕЛЕФОННАЯ СВЯЗЬ

Дорожная диспетчерская телефонная связь (связь ДГП) организуется, как правило, в пределах всей дороги. При нескольких ДГП дорожная сеть может быть разделена на несколько отдельных частей (кругов).

На некоторых дорогах цепи дорожной диспетчерской связи используются также и для организации дорожной связи совещаний. Такой порядок использования цепей дорожной диспетчерской связи является нежелательным, так как на время проведения совещаний действие связи ДГП прекращается.

В цепь дорожной диспетчерской связи включаются аппараты, установленные у дежурных по отделениям, дежурных по крупным станциям, дежурных по основным и оборотным депо, у маневровых диспетчеров, у поездных диспетчеров, у дежурных по стыковым станциям между дорогами и некоторые другие.

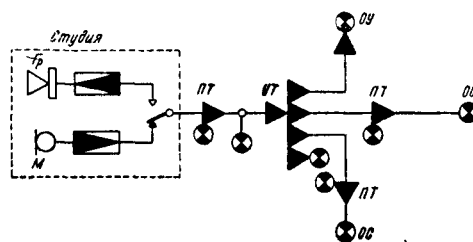
Возможность пользования цепями дорожной диспетчерской связи, помимо ДГП, предоставляется локомотивному диспетчеру, который может пользоваться ею только по разрешению ДГП, подключающему его к линии. Кроме того, по дорожной диспетчерской связи могут вести переговоры начальник дороги, его заместитель по движению и начальник службы движения (Д), которым предоставляется право включаться в линию непосредственно, без участия ДГП.

Для того чтобы ДГП имел возможность связаться со всеми необходимыми ему работниками в крупных узлах и в отделениях, цепь дорожной диспетчерской связи включается в коммутаторы местных ЦТС на всех отделениях, сортировочных, участковых и других крупных станциях с большой грузовой работой. Включение цепей дорожной диспетчерской связи в коммутаторы осуществляется без права обратного вызова ДГП по этим цепям.

Каждому ДГП предоставляется возможность подключения к ДГП соседнего круга своей дороги, если таковой имеется.

Для дорожной диспетчерской связи применяется та же аппаратура, что и на цепях поездной диспетчерской связи и связи совещаний.

Для увеличения дальности передачи в цепь дорожной диспетчерской связи включают промежуточные и узловые симплексные усилители (трансляции) (фиг. 165). Эти



Фиг. 165. Скелетная схема сети связи ДГП (распорядительный вариант)

трансляции при стальных проводах включаются в цепь через каждые 80—100 км и обеспечивают усиление разговорных токов, а также транслирование токов избирательного вызова и токов управления.

Узловые трансляции устанавливаются в тех пунктах, где цепь дорожной диспетчерской связи разветвляется на несколько направлений.

В качестве распорядительных станций дорожной диспетчерской связи в настоящее время применяются стойки СПД-5. До 1950 г. в качестве распорядительных станций применялись преимущественно стойки оконечных усилителей связи совещаний (90 и 90м). Эти же стойки использовались и в наиболее крупных промежуточных пунк-

тах, например в отделениях дороги, для обеспечения громкоговорящего приёма в тех случаях, когда цепи дорожной диспетчерской связи использовались также и для связи совещаний.

В качестве промежуточных трансляций используются стойки 83/84 завода Транс-связь, а в качестве узловых — стойки 85/86.

На промежуточных станциях применяется оборудование промежуточных пунктов поездной диспетчерской связи, которые могут быть включены как в местах установки усилителей, так и на любой другой промежуточной станции. Один из аппаратов, расположенных в пункте местонахождения усилителя, может быть подключён непосредственно к усилительной стойке в клеммы линии абонента.

Вызов от ДГП в сторону линии — избирательный; вызов ДГП со стороны линии осуществляется, как и на цепях поездной диспетчерской связи, голосом.

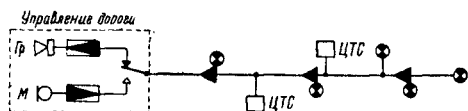
Применяемая для связи ДГП аппаратура может быть включена в линию или по распорядительной или по исполнительной схеме.

При распорядительной схеме на распорядительной станции связи ДГП в линию включён усилитель передачи оконечной установки, а усилители промежуточных пунктов включены входом в сторону ДГП (фиг. 165). Прямое управление подаётся в этом случае в сторону ДГП.

Для перебора говорящего ДГП должен послать в линию ток обратного управления.

При исполнительной схеме в нормальных условиях в линию включён усилитель приёма оконечной установки ДГП, а усилители промежуточных пунктов включены выходами в сторону ДГП (фиг. 166). Ток прямого управления посылается в данном случае со стороны ДГП. Обратного управления при исполнительной схеме не требуется.

Первая схема обладает следующими достоинствами: возможность применения узловых усилителей и ведения групповых переговоров при любой конфигурации сети; к её недостаткам относится необходимость применения устройств обратного управления.



Фиг. 166. Скелетная схема сети связи ДГП (исполнительный вариант)

Достоинством второй схемы является отсутствие необходимости в применении устройств обратного управления; к недостаткам её относятся: невозможность применения узловых усилителей и в связи с этим невозможность ведения групповых переговоров со станциями, лежащими на разных направлениях.

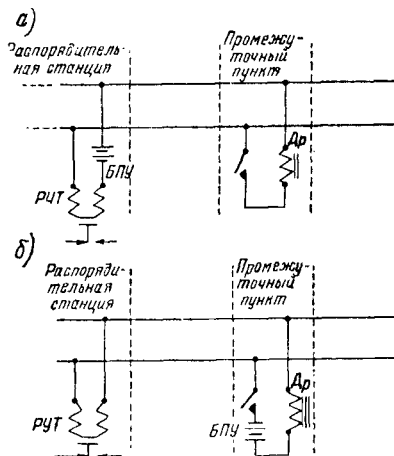
Наличие аппаратов, включённых на промежуточных станциях, вызывает осложнения, связанные с необходимостью управления усилителями с этих аппаратов. При второй схеме можно отказаться от управления усилителями со стороны промежуточного пункта, но тогда передача с этого пункта не будет слышна ни в одном из аппаратов, расположенных за

ближайшим к данному пункту усилителем, считая в направлении от распорядительной станции.

При первой схеме прямое управление усилителями с промежуточных аппаратов обязательно.

Прямое управление из промежуточного пункта происходит одновременно с нажатием клавиши микрофона, включающей микрофон, и может быть осуществлено двумя способами:

а) путём замыкания на обмотку дросселя цепи, состоящей из реле РУТ (реле управления трансляцией) и батареи прямого управления, установленных в одном и том же трансляционном пункте (фиг. 167, а). Наложение



Фиг. 167. Схемы подачи прямого управления из линейного пункта

ние телеграфной работы при данной схеме невозможно, так как дифференциальный дроссель замыкает цепь реле приёма прямого управления;

б) путём включения в линию батареи прямого управления, установленной на каждом промежуточном пункте, и замыкания таким образом цепи тока через установленное на трансляции реле РУТ (фиг. 167, б).

В первом случае реле РУТ находится в более тяжёлых условиях работы, так как оно должно срабатывать от разности двух токов — тока, идущего по цепи, замкнутой через обмотку дросселя аппарата промежуточного пункта, и тока утечки в линии связи, величина которого меняется с течением времени.

Во втором случае регулировка РУТ несколько облегчается, но применение этой схемы усложняет и удорожает эксплуатацию связи ДГП, поскольку число батарей управления увеличивается.

Второй вариант схемы связи ДГП — исполнительная схема — вообще не требует отправки токов управления со стороны промежуточных пунктов, но зато, как указано, исключает возможность применения узловых усилителей и, кроме того, обладает некоторыми другими эксплуатационными недостатками.





уровень на выходе (в 5-м положении *РУ*) — от  $+0,5$  до  $-0,9$  *неп*. Регулятор усиления имеет 10 положений и даёт возможность изменять усиление в пределах 2 *неп* ступенями по  $0,2 \pm 0,05$  *неп*. Наибольшая неискажённая мощность на выходе равна приблизительно 50 *вт*. Выход рассчитан на включение нагрузки с сопротивлением 1 400 *ом*.

Таблица 142

Зависимость усиления усилителя передачи стойки 90 от частоты

Частота в гц . . . .	300	800	1 400	2 400				
Усиление в неп . .	7,9	0,38	2,1	0,38	2,0	0,38	3,0	0,3

Усилитель приёма изделия 90м имеет три каскада усиления на лампах типа УБ-132. Выходной каскад собран по двухтактной схеме и рассчитан на включение электродинамического громкоговорителя мощностью 0,2 — 0,5 *вт* с сопротивлением звуковой катушки 20—30 *ом*. Зависимость усиления усилителя от частоты при 10-м положении регулятора усиления показана в табл. 143.

Таблица 143

Зависимость усиления усилителя приёма стойки 90 от частоты

Частота в гц	300	800	1 400	2 400
Усиление в неп . .	2,3±0,3	3,3±0,3	3,8 0,3	4,3±0,3

Регулятор усиления имеет 10 положений и даёт возможность изменять усиление в пределах 2 *неп* ступенями по  $0,2 \pm 0,05$  *неп*.

При необходимости, вместо электродинамического, может быть включён высокоомный электромагнитный громкоговоритель, для чего на выходе второго каскада имеются соответствующие отводы от вторичной обмотки междуплампового трансформатора.

Зависимость входного сопротивления усилителя от частоты представлена в табл. 144.

Таблица 144

Входное сопротивление усилителя приёма стойки 90

Частота в гц . . . . .	300	800	2 400
З ом . . . . .	4 750	4 450	3 950
— — — — —	—6	—6	—4

Величина входного сопротивления схемы стойки при включённом в линию усилителе приёма составляет не менее 7 000 *ом* во всём диапазоне частот.

Данные об источниках тока приведены в табл. 140.

Посылка тока обратного управления осуществляется от вызывной батареи. Напряже-

ние смещения на сетки ламп выходного каскада усилителя приёма подаётся от отдельной специальной батареи, а на сетки всех остальных ламп — автоматически с сопротивлений, включённых в цепь накала. При питании анодных и местных цепей от общих батарей ЛАЗ (24 и 220 *в*) в соответствующие цепи должны быть включены дополнительные сопротивления.

Размеры стойки даны в табл. 139.

**Промежуточная трансляция дорожной диспетчерской связи для стальных цепей** (издание 83/84 завода Трансвязь) применяется на цепях дорожной и магистральной связи совещаний и на цепях дорожной диспетчерской связи (фиг. 170).

В комплект входят две стойки: стойка усилителей (83) и релейная стойка (84). Первая из указанных стоек та же, что и применяющаяся в издании 83/87 (см. выше). Схема релейной стойки 84 отличается от схемы релейной стойки 87 тем, что первая рассчитана на транслирование обратного селекторного вызова и обратного управления, а также снабжена устройствами для подключения линии местного абонента, чего в схеме стойки 87 не предусмотрено.

Данные об источниках тока, необходимых для питания трансляции, приведены в табл. 140; габариты трансляции даны в табл. 139.

## СВЯЗЬ СОВЕЩАНИЙ

Для магистральной связи совещаний используют каналы магистральной и дальней дорожной телефонной связи. Для дорожной связи совещаний используют каналы дальней внутридорожной связи или, как это практикуется на некоторых дорогах, сеть связи ДГП, с прекращением работы последней на время совещания.

Первоначально связь совещаний работала по каналам тональной частоты с использованием оконечной и промежуточной аппаратуры симплексной связи (фиг. 171).

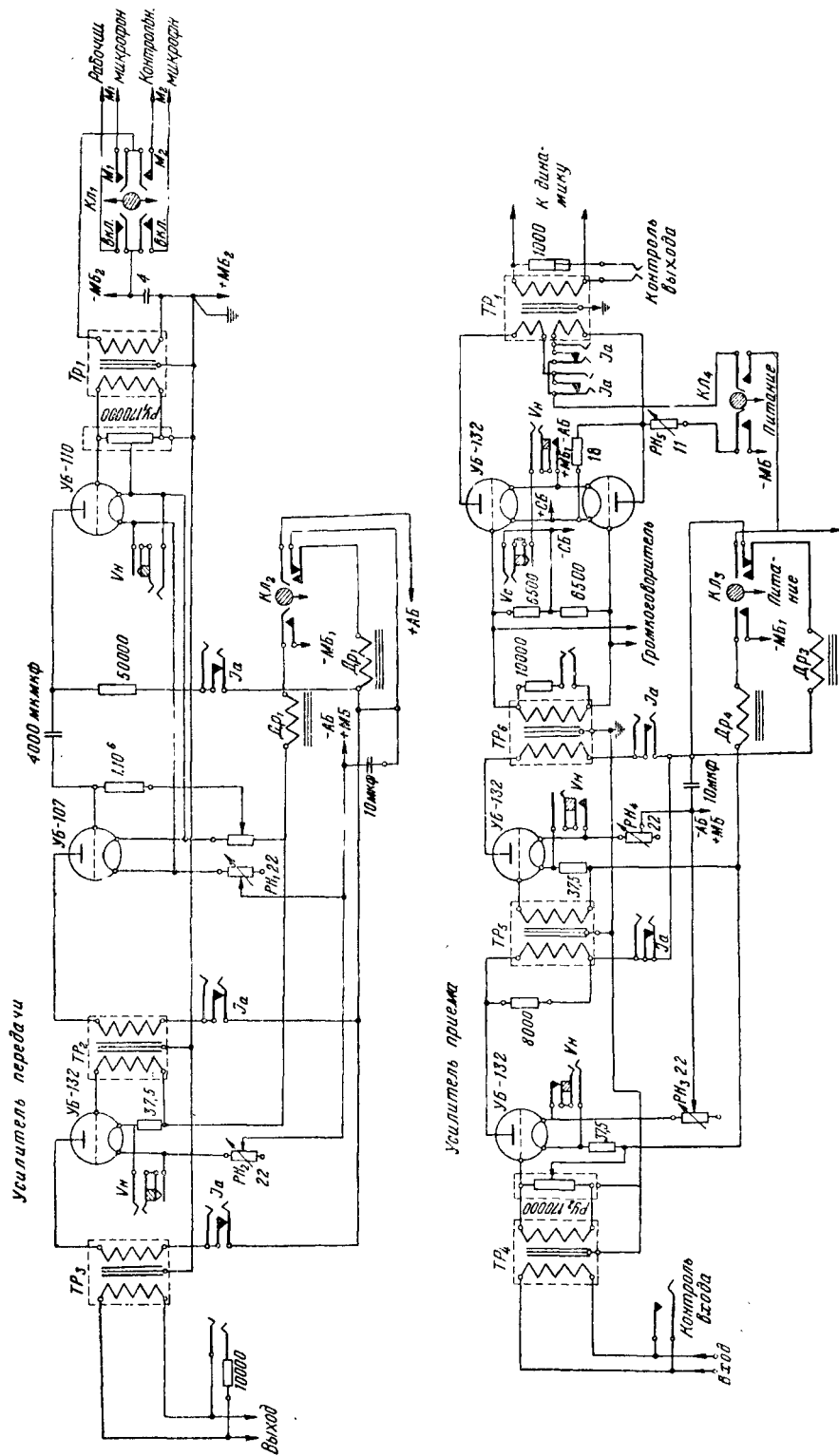
Для проведения совещаний в управлениях дорог и в отделениях устраиваются специальные студии — комнаты с особой драпировкой стен, предотвращающей отражение от них звуков. Студии оборудуются усилительными установками, микрофонами, громкоговорителями и кнопками управления.

Дорожная связь совещаний работает по распорядительной схеме.

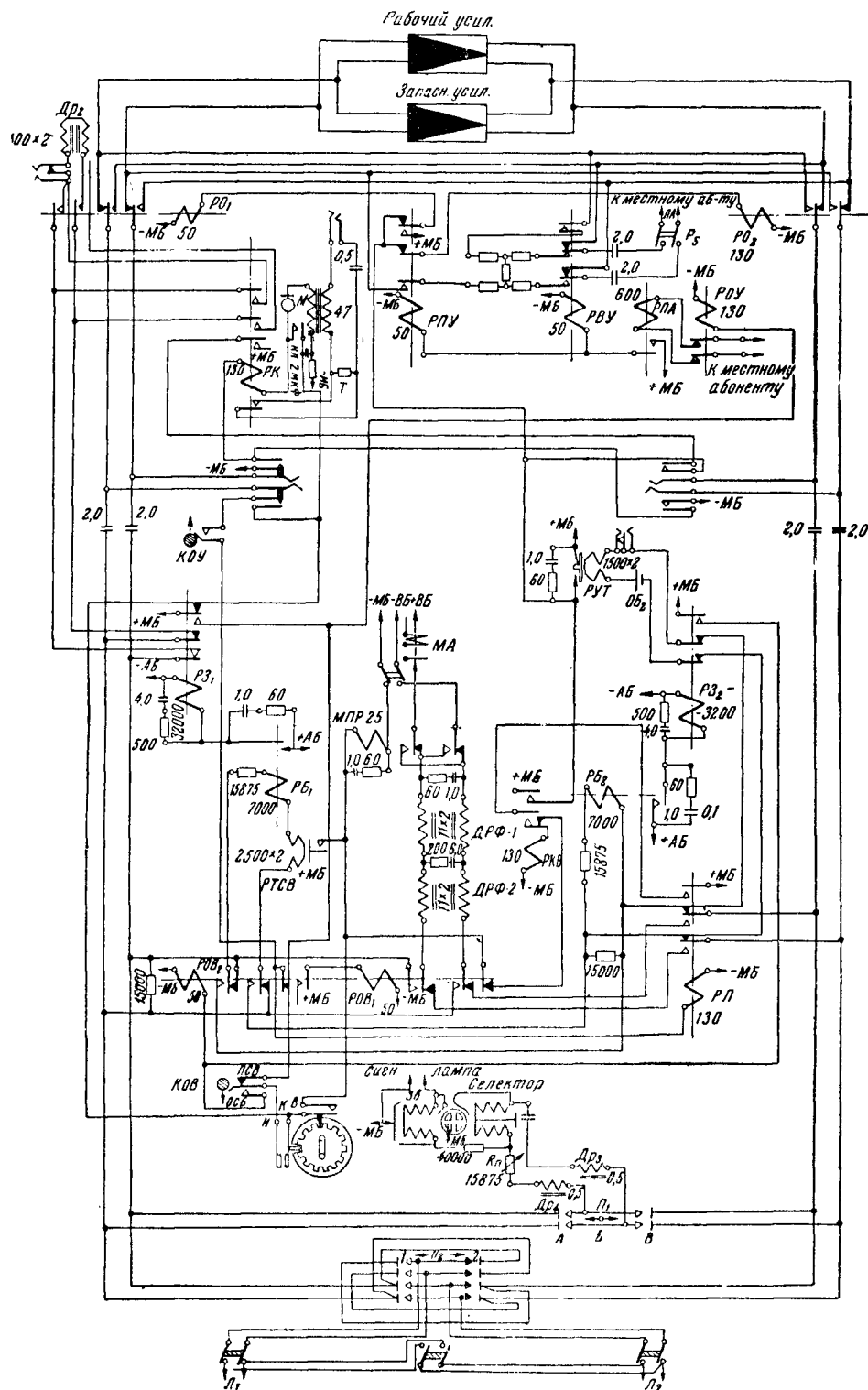
Перед проведением совещания занимаемые под связь совещаний цепи дорожной связи переключаются в управлениях дорог и на всех промежуточных пунктах, которые должны участвовать в совещании, в студии. После переключения производится техническая проверка исправности всех устройств связи совещаний.

Избирательный вызов на сети связи совещаний не применяется. В процессе работы этой связи, а также в процессе её технической проверки вызов необходимых пунктов и лиц осуществляется только голосом.

После окончания совещания аппаратура установки управления дороги и промежуточных пунктов выключается и цепи передаются обратно на коммутаторы или под связь ДГП.



Фиг. 169. Схемы усилителей стойки 90

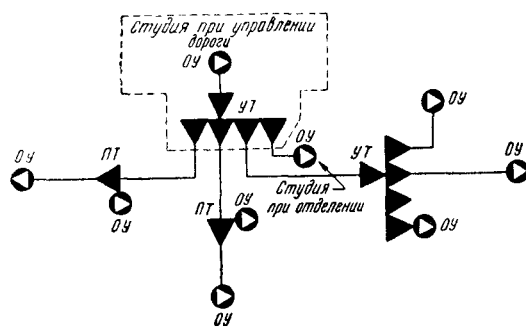


Фиг. 170. Схема стоек 83/84

Магистральная связь с вещаний работает также по распорядительной схеме. Поскольку распорядительной станцией в данном случае будет МПС, то перед проведением совещания оконечные усилители всех управлений дорог, которые должны участвовать в совещании, переключаются на работу по исполнительной схеме.

В магистральном совещании, проводимом МПС, могут участвовать управления всех дорог или только часть из них. Кроме управлений дорог, при необходимости в магистральном совещании могут участвовать и отделения дорог и крупные железнодорожные узлы.

В некоторых случаях в сеть связи совещаний включаются также и цепи постанционной и линейно-путевой связи (только с правом слушания, так как устройств для управления усилителями аппаратов этих цепей не имеют). Такие широкие общесетевые совещания организуются в некоторых особых случаях, как, например, при проведении директивных до-



Фиг. 171. Скелетная схема связи совещаний

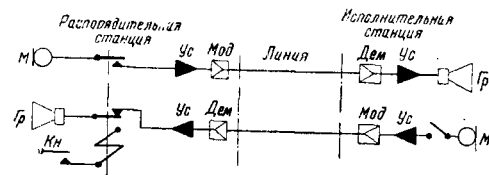
кладов о подготовке к зиме, подготовке к массовым перевозкам и т. д. Кроме того, сеть связи совещаний с подключением цепей постанционной и линейно-путевой связи используется для передачи всему многомиллионному коллективу работников железнодорожного транспорта особо важных правительственных сообщений и выступлений членов правительства. Традиционным стало транслирование по расширенной сети связи совещаний торжественного заседания и концерта из Москвы в Сталинский день железнодорожника.

В процессе эксплуатации системы связи совещаний по каналам тональной частоты с симплексными усилителями выявился ряд недостатков этой системы (неустойчивая работа цепей прямого и обратного управления, наличие большого количества контактов реле в разговорных цепях, большое время замедления работы переключающих реле на длинных линиях, увеличение уровня помех благодаря параллельному включению многих телефонных каналов тональной частоты и другие).

В результате выявления всех перечисленных выше недостатков были предложены новые способы организации связи совещаний, основанные на применении телефонных каналов высокой частоты.

В результате опытной эксплуатации этих способов была разработана новая система связи совещаний, получившая в настоящее время применение на ряде направлений.

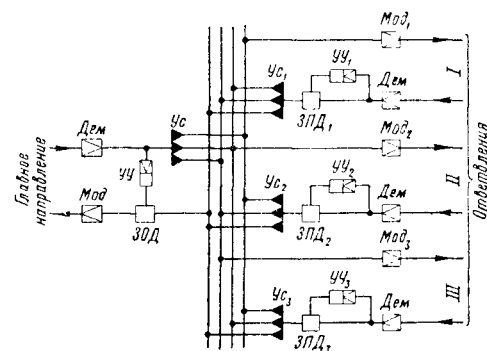
Новая система связи совещаний построена по четырёхпроводной схеме с применением телефонных каналов высокой частоты. В простейшем случае для одного неразветвленного направления схема связи имеет вид, изображённый на фиг. 172.



Фиг. 172. Принципиальная схема новой системы связи совещаний

Как видно из схемы, связь в обоих направлениях осуществляется без применения токов прямого и обратного управления. Отсутствие прямого и обратного управления делает систему весьма устойчивой и надёжной в эксплуатации.

В том случае, когда от канала высокой частоты, по которому производится передача связи совещаний, необходимо сделать параллельное ответвление в каком-либо пункте на местную станцию или на другой ответвляющийся канал высокой частоты, применяются схемы, аналогичные изображённой на фиг. 173, на которой показана схема для узла на четыре направления.



Фиг. 173. Схема узла связи совещаний на четыре направления

Характерной особенностью этой схемы является то, что в ней выделение ответвлений производится при помощи разделительных усилителей  $Ус$ . Эти усилители служат для разделения каналов передачи и приёма главного направления и ответвлений, для предотвращения возможности круговой генерации в системе связи совещаний и для компенсации затухания, возникающего вследствие параллельного включения усилителей в пункте разветвления.

Важным преимуществом новой схемы является полное отсутствие в ней всяких переключающих устройств (реле) в промежуточ-

ных пунктах, благодаря чему повышаются устойчивость и надёжность действия и улучшается качество связи (вследствие отсутствия тресков и шумов, возникающих при работе реле, включённых в разговорные цепи).

Параллельное соединение многих каналов в одну общую цепь при любой схеме включения приводит к увеличению шумов, прослушивающихся в пунктах приёма, вследствие суммирования шумов, поступающих из отдельных линий. В новой системе связи совещаний это нежелательное явление устранено путём включения в цепи приёма на выходе каждого демодулятора исполнительного направления заградительного блока прямого действия (ЗПД), который при отсутствии передачи с данной линии находится в закрытом состоянии и открывается только при поступлении разговорного тока с данной линии.

Открытием и закрытием заградительного блока управляет особое «управляющее устройство» (УУ), которое преобразует переменное напряжение разговорного тока в постоянное напряжение, управляющее работой ЗПД.

Заградительный блок по принципу действия и устройству почти ничем не отличается от эхо заградителей, применяющихся в установках дальней телефонной связи.

При перебое со стороны распорядительной, командной станции передача во встречном направлении запирается заградительным блоком обратного действия (ЗОД), который отличается от ЗПД только местом своего включения в схему аппаратуры связи совещаний.

**Аппаратура связи совещаний для работы по каналам тональной частоты.** В качестве студийных оконечных усилителей применяют преимущественно стойки 90. В качестве промежуточных усилителей применяют симплексные промежуточные и узловые усилители завода Трансвязь (изделия 81/84, 83/84, 85/86 и 98/99).

Характеристика стоек 90 и 83/84 приведена в предыдущем разделе.

**Промежуточная трансляция дорожной диспетчерской связи и связи совещаний для цветных цепей 81/84** применяется главным образом на цепях магистральной связи совещаний (фиг. 173).

В комплект входят две стойки: стойка усилителей (81) и релейная стойка (84); последняя аналогична применяющейся в изделии 83/84 (см. выше).

Усилителей два — рабочий и резервный, ничем друг от друга не отличающихся. Каскад предварительного усиления работает на лампе типа УБ-107, а выходной каскад — на лампе типа УБ-132.

Входное сопротивление усилителя соответствует среднему значению волнового сопротивления цветных цепей (медь и биметалл).

Частотная зависимость величины входного сопротивления усилителя показана в табл. 145, а величины усиления усилителя — в табл. 146.

Регулятор усиления имеет 10 положений и даёт возможность изменять усиление в пределах 2 неп ступенями по 0,2 неп.

В остальном усилитель стойки 81 не отличается от усилителя стойки 83.

Таблица 145

Входное сопротивление усилителя стойки 81

Частота в гц	300	800	2 400
Z ом . . . . .	985	880	690
φ° . . . . .	—23	—13	—3

Таблица 146

Зависимость усиления усилителя стойки 81 от частоты

Частота в гц	300	800	1 400	2 400
Усиление в неп . . .	2,1	2,35	2,50	2,55

Данные об источниках тока, необходимых для питания усилителя, приведены в табл. 140; габариты стоек даны в табл. 139.

**Узловые трансляции для работы по проводам из цветного металла и по стальным проводам 85/86 и 98/99.** Применяются на цепях дорожной и магистральной связи совещаний, а также для дорожной диспетчерской связи.

Комплект из стоек 85/86 предназначен для работы на стальных цепях и рассчитан на четыре выхода.

На стойке 85 (релейная стойка) находятся приборы управления трансляцией для трёх исполнительных и одного распорядительного направления. Трансляция допускает послышку вызова по каждому направлению. Нормально на вход предварительного усилителя подаётся линия распорядительного направления. При передаче со стороны исполнительного направления соответствующая линия подаётся на вход предварительного усилителя, а линия распорядительного направления переключается на выход вместо ведущего передачу исполнительного направления.

Трансляция имеет абонентский выход, к которому подключается местная установка. При передаче линия абонента включается на вход усилителя через удлинитель в 1 неп.

На стойке 86 находится усилитель, имеющий два каскада предварительного усиления и четыре выходных каскада, из которых три предназначены для линий исполнительных направлений и один для линии местного абонента (фиг. 174). Во всех каскадах применены лампы типа УБ-132 (всего 6 ламп).

Данные о необходимых для питания трансляций источниках тока даны в табл. 140.

Узловой усилитель 98/99, комплектуемый из стоек 98 (усилительная) и 99 (релейная), предназначен для работы по цветным цепям.

В отличие от узлового усилителя 85/86 каскад предварительного усиления в изделии 98/99 работает на одной лампе. В остальном между обоими типами узловых усилителей принципиальных различий не имеется.

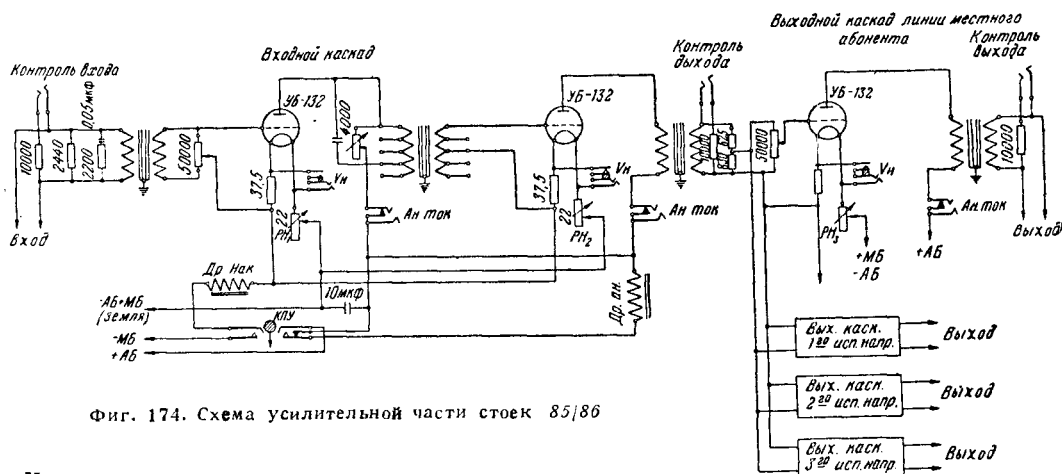
Комплект источников тока необходим такой же, как и для усилителя 85/86. Данные о потреблении электроэнергии для питания усилителя приведены в табл. 140.

Значения входного сопротивления узловых усилителей приведены в табл. 147.

Таблица 147

Входное сопротивление узловых усилителей

Частота в гц		300	800	2 400
Тип усилителя (№ стойки)	З ом	860	730	700
	φ°	-37	-16	-4
86	З ом	1 670	1 400	1 092
	φ°	-22	-19	-11



Фиг. 174. Схема усилительной части стоек 85/86

Частотная характеристика усиления усилителей приведена в табл. 148.

Таблица 148

Зависимость усиления узловых усилителей от частоты

Частота в гц		300	800	1 400	2 400
Тип усилителя (№ стойки)	98	2,70	2,90	2,90	2,86
	86	3,15	3,20	3,20	3,15

Каждый усилитель имеет регулятор усиления на 10 положений, который даёт возможность изменять усиление в пределах 2 неп ступенями по 0,2 неп.

Габариты узловых трансляций даны в табл. 139.

Узловая симплексная телефонная трансляция связи совещаний и связи ДГП типа УТ-1 предназначена для оборудования узловых трансляционных пунктов и может работать как на стальных, так и на цветных цепях.

Трансляция УТ-1 имеет четыре выхода — один к распорядительному и три — к испол-

нительным пунктам и обеспечивает двустороннее усиление токов разговорной частоты, транслирование избирательного вызова и токов прямого (со стороны исполнительных направлений) и обратного управления (со стороны распорядительного направления).

В конструктивном отношении УТ-1 оформлена аналогично стойке СПД-5 и трансляциям ПТ-1 и СТ-1.

Все реле, кроме МПР, РУТ-2, РУТ-3, РУТ-4 и РТСВ, применены типа КДР и РКМ.

Трансляция снабжена устройством для контроля транслирования избирательного вызова, а также контрольно-переговорным устройством, дающим возможность осуществлять посылку вызова в сторону исполнительных направлений, ведение переговоров со стойки с посылкой прямого и обратного управления, контроль работы усилителя,

контроль величины напряжения и тока в различных цепях трансляции.

Для усиления разговорных токов трансляция имеет один симплексный усилитель того же типа, что и применяющийся в СПД-5 и ПТ-1 (см. стр. 690).

Блок питания УТ-1 при напряжении питающей сети переменного тока 220 в и частоте 50 гц обеспечивает следующие номинальные значения питающих напряжений: цепи накала  $24 \pm 1,2$  в переменного тока при нагрузке 0,45 а; цепи анода  $220 \pm 22$  в постоянного тока при нагрузке 25 ма; цепи вызова 220, 160 или 120 в постоянного тока с отклонением  $\pm 10\%$  при нагрузке 120 ма; цепи МБ  $24 \pm 2,4$  в постоянного тока при нагрузке 300 ма.

Размеры стойки УТ-1 приведены в табл. 139.

### ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ АППАРАТУРЫ ИЗБИРАТЕЛЬНОЙ СВЯЗИ

Усилительная аппаратура симплексной избирательной связи (стойки ПТ-1, УТ-1, 83/84 и др.), а также стойки распорядительных станций избирательных связей, как

правило, устанавливаются в ЛАЗ узлов связи и монтируются аналогично тому, как монтируется другая, устанавливаемая в ЛАЗ, аппаратура.

Распорядительные станции диспетчерской связи при установке их более трёх в одном пункте резервируются одной однотипной установкой. Кроме того, в таких случаях предусматривается коммутационное устройство для быстрой замены повредившейся стойки — резервной.

Аппаратура связи совещаний может быть установлена как в ЛАЗ, так и в отдельном помещении, смежном со студией связи совещаний, называемом аппаратной. Между аппаратной, студией и ЛАЗ должна иметься сигнализация о передаче каналов и прямая телефонная связь.

Студийные усилительные установки в помещениях аппаратных монтируются по тем же правилам и нормам, какие приняты для ЛАЗ.

Студийные микрофоны устанавливаются на столах с соблюдением мероприятий по амортизации и снабжаются кнопками для включения на время ведения передачи. Микрофонов и кнопок, как правило, устанавливается два-три комплекта, что необходимо для создания наибольших удобств для лиц, участвующих в проводимых из студии совещаниях.

Громкоговорители располагаются в студиях с таким расчётом, чтобы возможность акустической связи между ними и микрофонами была минимальной.

Монтаж в студии выполняется, как правило, скрытой проводкой (в стенах или под драпировкой), монтаж в аппаратной — по правилам монтажа линейно-аппаратных залов. Монтаж цепей низкого уровня (например микрофонных) должен выполняться экранированным проводом, в качестве которого могут быть, например, применены кабели РВЧС-60, а также кабели РД. При отсутствии кабелей можно применять, что менее желательно, провод ПР в тонкостенных металлических трубках. В каждую трубку закладывается два перевитых провода; оболочки трубок тщательно пропаивают и заземляют.

Цепи высокого уровня могут выполняться как экранированными кабелями, так и проводом ПР. В последнем случае провода должны обязательно свиваться и прокладываться в тонкостенных металлических трубках. Применение невитых кабелей без металлической оболочки не допускается. Для цепей высокого напряжения могут применяться любые провода, рассчитанные на данное рабочее напряжение.

В аппаратную студии должны быть введены два отдельных заземления, из которых одно (грозозащитное) должно иметь сопротивление не более 25 ом, а другое (для заземления каркасов и корпусов аппаратуры) — не более 4 ом.

Аппаратура промежуточных пунктов избирательной связи располагается в надлежащих помещениях (в помещениях ДСП, станционных диспетчеров и т. п.) следующим образом. Вводный щиток с рубильниками и приборами защиты устанавливается

на стене в непосредственной близости от места ввода проводов. Селекторный ящик располагается под вводным щитком на высоте 1,5—2,0 м от уровня пола. Телефонный аппарат в большинстве случаев ставится на столе. Источники питания помещаются на полу, в деревянном ящике, в месте, защищённом от чрезмерного воздействия со стороны приборов отопления и от наружных дверей. Для монтажа внутренней проводки наиболее подходящими являются провода ВРГ, а также ПР при условии прокладки в трубках.

## ЭЛЕМЕНТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦЕПЕЙ ИЗБИРАТЕЛЬНОЙ СВЯЗИ

### Общие указания и исходные нормативы

При проектировании цепей избирательной связи производятся следующие расчёты:

- а) поверочный расчёт качества передачи (расчёт рабочего затухания);
- б) расчёт дополнительных сопротивлений к селекторам промежуточных аппаратов;
- в) расчёт напряжения вызывной батареи распорядительной станции или трансляционного пункта.

Кроме того, для цепей постанционной и линейно-путевой связи рассчитывается напряжение вызывных батарей, устанавливаемых в промежуточных пунктах.

Официально утверждённых норм передачи для цепей избирательной и симплексной связи в настоящее время не имеется.

В связи с этим, а также принимая во внимание, что выпускаемая промышленностью аппаратура полностью не удовлетворяет всем требованиям эксплуатации, приводимые ниже нормативы следует считать временными (ориентировочными), рассчитанными для использования применительно к работающей на сети аппаратуре и относящимися к связям по воздушным линиям.

Наибольший уровень передачи по каналам избирательной связи всех видов для всех передаваемых частот не должен быть выше  $+0,6 \text{ nep}$ .

Наименьший уровень приёма для частоты 800 гц не должен быть ниже  $-2,9 \text{ nep}$  для цепей диспетчерской связи и  $-2,2 \text{ nep}$  для цепей постанционной и линейно-путевой связи.

Полоса эффективно передаваемых частот по всем каналам избирательной и симплексной связи должна заключаться в следующих пределах:

- а) для цветных цепей  $300 \div 2400 \text{ гц}$ ;
- б) для стальных цепей  $300 \div 2000 \text{ гц}$ .

Рабочее затухание всех трансляционных участков цепей диспетчерской связи, организованных по каналам тональной частоты, должно быть одинаковым и равным  $2,2 \text{ nep}$  при частоте 800 гц. При меньшем затухании в соответствующие цепи включаются удлинители.

Усилительные пункты симплексной связи должны, как правило, совпадать с усилительными пунктами дальней телефонной связи по каналам тональной частоты.

Рабочее затухание цепи постанционной связи при разговоре между двумя любыми промежуточными или оконечными пунктами

данного круга не должно превышать 2,8 неп при частоте 800 гц.

Во всех случаях рабочее затухание определяется для условий: лето, сыро,  $t = 20^\circ \text{C}$ .

При расчётах должно учитываться затухание, вносимое в разговорные цепи переходными трансформаторами и дифференциальными дросселями, устанавливаемыми для наложения телеграфной работы.

Переходное затухание между цепью избирательной или симплексной связи и любой другой телефонной цепью не должно быть ниже 8,5 неп.

Величина тока, протекающего через сектор при посылке избирательного вызова, не должна быть меньше 3 ма, что соответствует напряжению на зажимах промежуточной или оконечной установки (аппарата или усилительной станции) избирательной или симплексной связи, равному 60 в.

Напряжения в батарее, применяемой для посылки избирательного вызова, не должно превышать 160 в.

для аппарата, находящегося в наихудших условиях по затуханию в предположении циркулярной передачи.

Для участка, не имеющего ответвления, расчёт производится по формуле

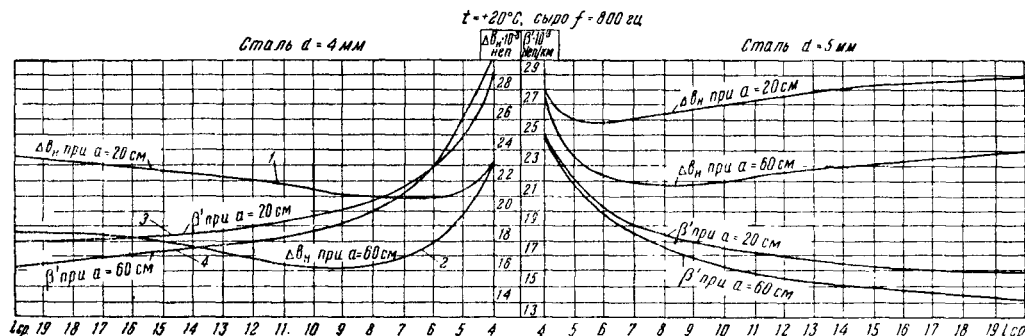
$$b_p = \beta' l + \Delta b_n + 0,1 + \beta_k l_k,$$

где  $\beta'$  — километрическое затухание линии эквивалентной цепи диспетчерской связи при циркулярном разговоре;  $l$  — расстояние от распорядительного пункта до наиболее удалённого аппарата в км;

$\beta_k$  и  $l_k$  — соответственно километрическое затухание и длина кабельной вставки.

Величины  $\beta'$  и  $\Delta b_n$  определяются в зависимости от диаметра проводов, расстояния между проводами и среднего расстояния между аппаратами  $l_{cp}$  по кривым фиг. 175;

$l_{cp} = \frac{l}{N}$ , где  $N$  — число включённых промежуточных аппаратов.



Фиг. 175. Кривые для определения  $\beta'$  и  $\Delta b_n$

Величина тока прямого управления в обмотке реле прямого управления не должна быть ниже 5 ма. Напряжение батареи прямого управления для всех без исключения случаев должно быть равным 60 в; при этом напряжении указанная выше норма для величины тока в цепи реле прямого управления будет выдержана даже в наиболее тяжёлых условиях работы.

Величина тока в цепи реле обратного управления при посылке тока обратного управления не должна быть ниже 10 ма.

Величина тока в цепи реле приёма вызова на распорядительной станции постанционной связи при посылке вызова с промежуточного пункта не должна быть ниже 5 ма.

Электрические нормы передачи по каналам магистральной и дорожной связи совещаний ничем не отличаются от норм передачи для прямой магистральной и дорожной телефонной связи по каналам тональной и высокой частоты.

#### Расчёт качества передачи по цепям диспетчерской связи

Рабочее затухание цепи между распорядительной диспетчерской станцией и любым абонентом при циркулярном или индивидуальном разговоре не должно превышать 3,5 неп при частоте 800 гц. Расчёт ведётся

В пункте установки распорядительной станции любое число аппаратов учитывается в величине  $N$  как один аппарат.

Для участка, имеющего ответвления, расчёт рабочего затухания производится по формуле

$$b_p = \beta' l + \Delta b_n + \beta_k l_k + \Delta b_{o1} + \Delta b_{o2} + \dots + \Delta b_{om}.$$

Величины  $\beta'$  и  $\Delta b_n$  определяются как для участка, не имеющего ответвления;  $l$  — расстояние от распорядительного пункта до наиболее удалённого аппарата на самой длинной ветви;

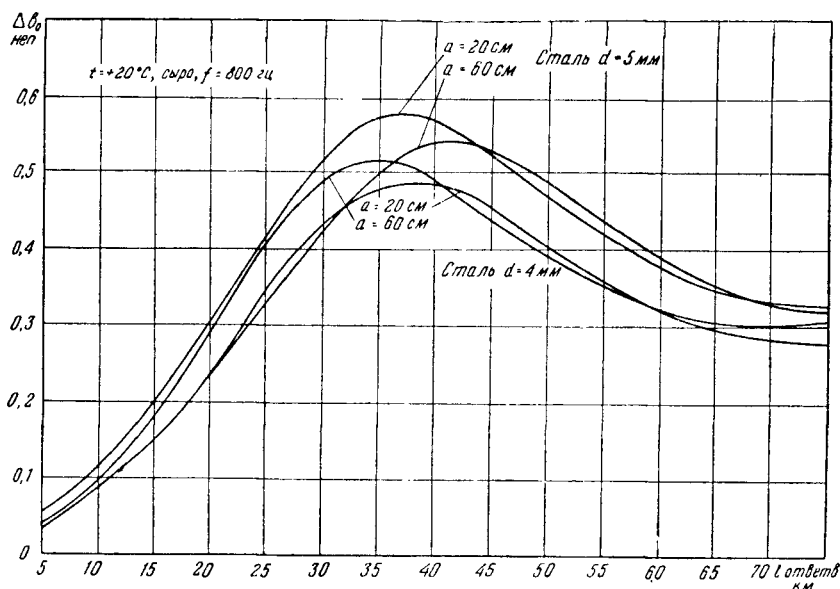
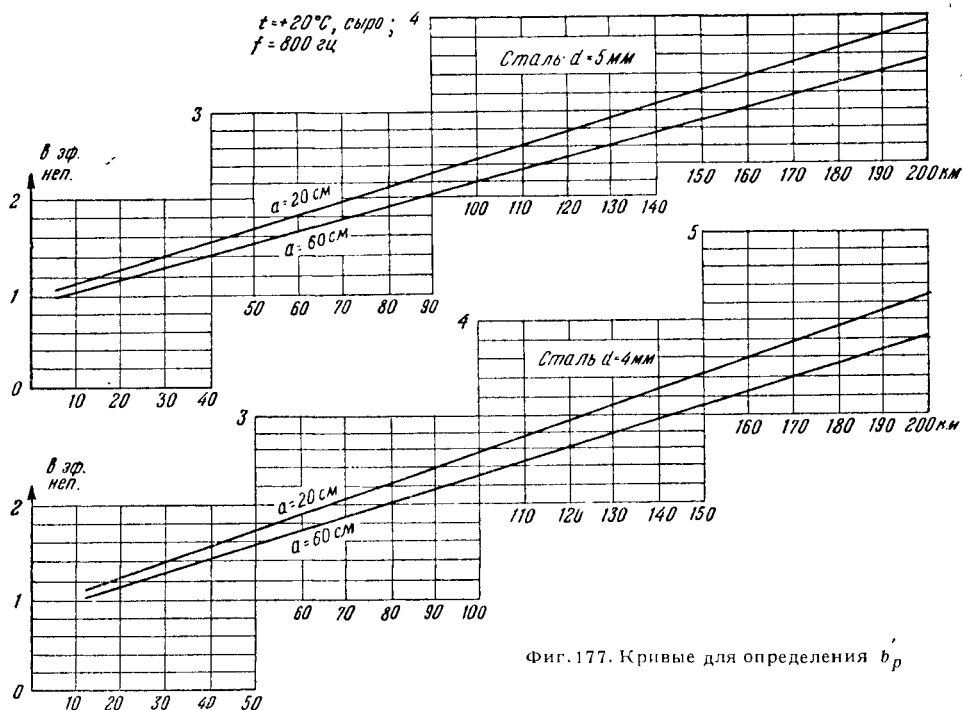
$\Delta b_{om}$  — затухание, вносимое ответвлением, определяется в зависимости от длины ответвления, диаметра проводов и расстояния между проводами по кривым фиг. 176.

При расположении распорядительного пункта в середине участка расчёт производится как для цепи, имеющей ответвление, причём за ответвление принимается более короткое плечо.

В тех случаях, когда затухание участка превышает 3,5 неп, необходимо устанавливать трансляцию (промежуточный усилитель). Рабочее затухание от распорядительной станции до трансляции

$$b_p = \beta' l + 0,02 N,$$



Фиг. 176. Кривые для определения  $\Delta b_{от}$ Фиг. 177. Кривые для определения  $b'_р$ 

где  $N$  — число селекторов на участке между распорядительным пунктом и трансляцией;

$b'_р$  определяется в зависимости от длины трансляционного участка, диаметра проводов и расстояния между проводами по кривым фиг. 177.

Расчёт рабочего затухания при индивидуальном разговоре производится аналогично расчёту качества передачи для цепи постанционной связи.

При наличии ответвлений необходимо учитывать величину  $\Delta b_{от}$ , как указывалось выше.

#### Расчёт качества передачи по цепям постанционной связи

Рабочее затухание цепи постанционной связи определяется между распорядительным пунктом и аппаратом, находящимся в наиболее плохих условиях по затуханию в предположении индивидуального разговора.

Расчёт ведётся по формуле

$$b_p = b_1 + b_2,$$

$$b_1 = \beta l_1,$$

$$b_2 = f(l_2),$$

где  $l_1$  — расстояние от начала линии до аппарата, для которого ведётся расчёт;

$l_2$  — расстояние от аппарата, для которого ведётся расчёт, до конца линии;

$\beta l_1$  и  $f(l_2)$  определяют в зависимости от диаметра проводов, расстояния между проводами и длин  $l_1$  и  $l_2$  по кривым фиг. 178.

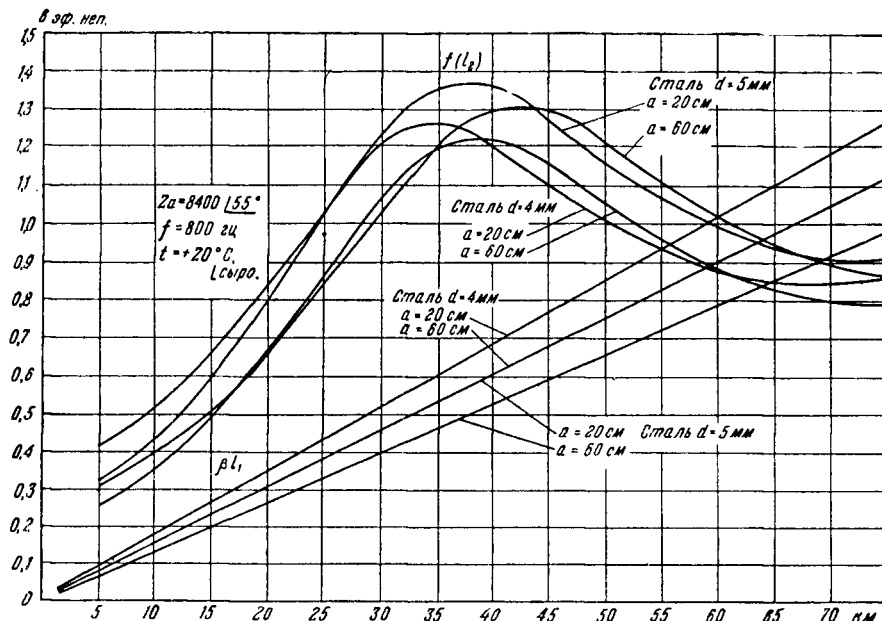
Если на какой-либо станции установлено несколько аппаратов, то все они получают разные номера, но расчёт дополнительного сопротивления делается только для первого из них. Такое сопротивление устанавливается на всех аппаратах.

При наложении телеграфной работы расчёт ведётся в следующем порядке:

а) определяют величину  $R_D$  без учёта наложения телеграфной работы, как указывалось выше;

б) определяют эквивалентное число селекторов  $K$ , соответствующее дифференциальному дросселю

$$K = \frac{R_c + R_D}{R_{Dp}},$$



Фиг. 178. Кривые для определения  $\beta l_1$  и  $f(l_2)$

#### Расчёт дополнительных сопротивлений в цепях селекторов

Расчёт дополнительных сопротивлений производится по номограмме, приведённой на фиг. 179.

Если круг диспетчерской или постанционной связи не имеет ответвлений и на нём нет наложения телеграфной работы, то определение величин дополнительных сопротивлений проводится в следующем порядке:

а) нумеруются, начиная с конца, все селекторные аппараты, включённые в данную цепь, и записываются расстояния всех пунктов от конца последней;

б) при помощи линейки соединяется номер данного аппарата по левой шкале  $n$  номограммы с цифрой по правой шкале  $l$ , указывающей, на каком расстоянии в километрах этот аппарат расположен (от конца цепи);

в) величина дополнительного сопротивления  $R_D$  находится по средней шкале: при стальных 5-мм проводах — на левой стороне, при 4-мм — на правой.

где  $R_c$  — 20 000 ом — сопротивление селектора;

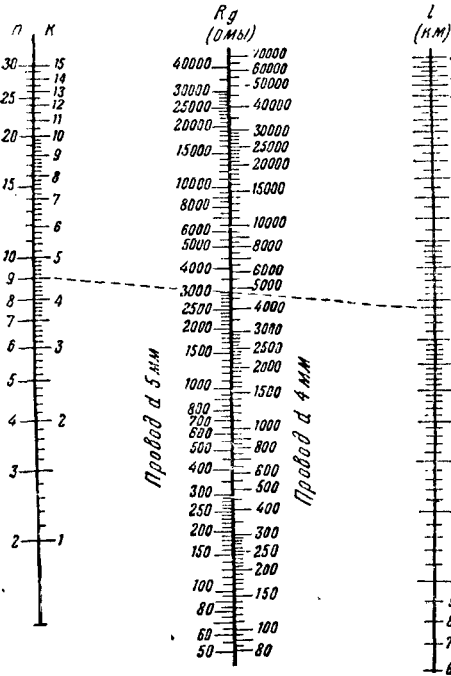
$R_D$  — дополнительное сопротивление в цепи селектора, находящегося в месте включения дифференциального дросселя;

$R_{Dp}$  — сопротивление дифференциального дросселя с дополнительным сопротивлением;

г) для всех аппаратов, расположенных между распорядительной станцией и местом включения дифференциального дросселя, дополнительное сопротивление должно быть увеличено на величину  $\Delta R_D$ , которое находят по той же номограмме. Для этого линейкой соединяется величина  $K$  на левой шкале с величиной  $l$  на правой, соответствующей расстоянию от места включения дифференциального дросселя до данного аппарата.

При наличии в цепи ответвлений для аппаратов, расположенных между распорядительной станцией и местом ответвления, дополнительное сопротивление  $R_D$ , определённое без учёта ответвления, должно быть

увеличено на  $\Delta R_0$  (определяемое, как и при дифференциальном дросселе); при этом величина  $K$  берётся равной числу аппаратов в ответвлении, а  $l$ —расстоянию от места ответвления до данного аппарата.



Фиг. 179. Номограмма для определения дополнительных сопротивлений в цепях селекторов

Для аппаратов ответвления расчёт дополнительных сопротивлений производится по той же номограмме (как для линии без ответвлений), начиная с конца, до аппарата, расположенного в точке ответвления. Таким образом, для этого аппарата получим две величины дополнительного сопротивления: при расчёте по основной линии и при расчёте по ответвлению. Разность этих двух величин должна быть прибавлена к величинам  $R_0$  всех аппаратов ответвления, полученным по номограмме.

#### Расчёт напряжения вызывных батарей для распорядительных станций и трансляционных пунктов

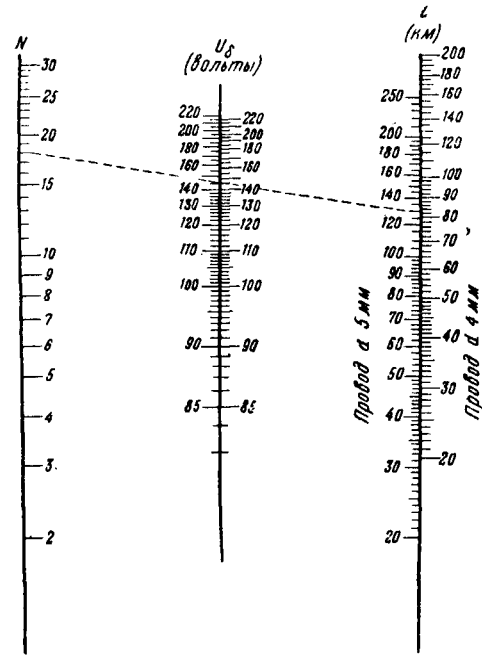
Расчёт напряжений вызывных батарей производится по номограммам, показанным на фиг. 180 и 181.

Для линии без ответвлений и без наложения телеграфной работы необходимое напряжение вызывной батареи находится по номограмме (фиг. 180) в следующем порядке:

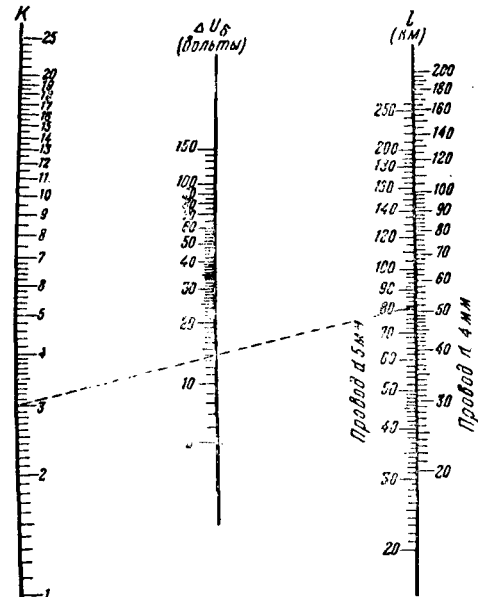
1) линейкой соединяется число включённых в цепь аппаратов  $N$  на левой шкале номограммы с величиной длины цепи  $l$  на правой шкале. Последняя цифра берётся по правой стороне этой шкалы для проводов диаметром 4 мм и по левой стороне для проводов диаметром 5 мм;

2) по средней шкале  $U_0$  находится величина требуемого напряжения вызывной бата-

реи. При этом, если линия оборудована типовой аппаратурой завода Трансвязь с максимальной величиной дополнительного сопротивления в цепи селектора 15 875 Ом, то величина напряжения прочитывается по



Фиг. 180. Номограмма для определения напряжения вызывных батарей (линия без ответвлений и без наложения телеграфной работы)



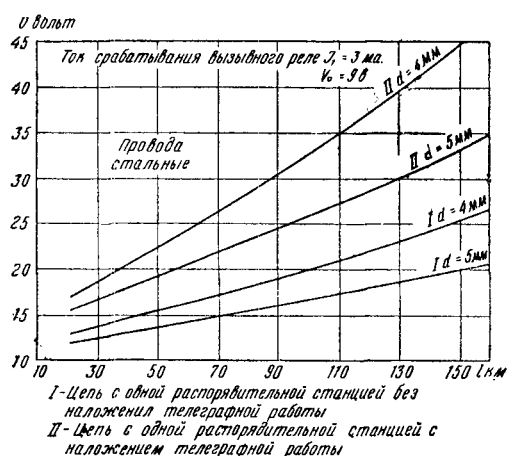
Фиг. 181. Номограмма для определения напряжения вызывных батарей (линия с ответвлениями и с наложением телеграфной работы)

правой стороне шкалы; если же на всех аппаратах величины дополнительных сопротивлений соответствуют расчётным,—то по левой.

При наличии ответвлений или дифференциальных дросселей полученное по номограмме (фиг. 180) напряжение должно быть увеличено на  $\Delta U_0$ , определяемое по номограмме (фиг. 181). Здесь по шкале  $K$  берётся число аппаратов ответвления или эквивалентное число селекторов, соответствующее дифференциальному дросселю,  $l$  — расстояние от распорядительной станции до места ответвления или до места включения дросселя.

#### Расчёт напряжения вызывной батареи промежуточного аппарата постанционной связи

Этот расчёт производится по кривым, приведённым на фиг. 182, где на оси  $l$  нанесены расстояния от распорядительной станции до



Фиг. 182. Кривые для определения напряжения вызывных батарей промежуточного аппарата постанционной связи

промежуточного пункта, а на оси  $U$  — требуемое напряжение. При расчётах следует учитывать диаметр проводов и наличие наложения телеграфной работы.

#### Общие сведения о проектировании студий

Основными условиями хорошей слышимости в студии являются:

1) достаточная громкость передачи, что достигается применением усилительных устройств, выбором надлежащей мощности и количества громкоговорителей и правильной их расстановкой;

2) отсутствие эхо и шума, что достигается проведением ряда мероприятий, направленных на усиление звукоизоляции студии и снижение времени реверберации<sup>1</sup>.

В процессе проектирования студий производится расчёт времени реверберации и суммарной акустической мощности громко-

говорителей. С этими достаточно сложными расчётами можно ознакомиться в специальной литературе.

Оптимальное время реверберации для студий принимается равным 0,45—0,50 сек.

К звукоизоляции студий предъявляются повышенные требования. Уровень проникающих извне шумов не должен превышать 10—15 дб.

В стене, разделяющей аппаратную и студию, должно быть контрольное окно. Устройство дверей непосредственно между этими помещениями не допускается.

Помещение студии должно быть прямоугольным.

Лучшим соотношением линейных размеров является 2,6 : 1,6 : 1,0. Соотношение сторон пола допускается от 1 : 1 до 1 : 2. Чрезмерно длинные и низкие помещения под студией непригодны.

Студия должна иметь надёжную естественную защиту от внешних помех, поэтому её необходимо изолировать от проникновения шума с улицы, со станционных путей и из соседних помещений; наиболее удобны для этой цели помещения, выходящие во дворы домов верхних этажей зданий. Наиболее уязвимыми местами в отношении звукоизоляции являются окна и двери. Звукоизоляция окон достигается устройством двойных, а в некоторых случаях тройных оконных рам с тщательной заделкой щелей войлоком или резиной. В дверях желательно наличие тамбура; вход должен быть занавешен тяжёлыми портьерами.

Студия должна иметь хорошую искусственную вентиляцию. Искусственное освещение должно составлять 100 лкс на горизонтальной плоскости, расположенной на расстоянии 1,0 м от пола.

Необходимое поглощение звука в студии, т. е. снижение времени реверберации, достигается посредством отделки стен и потолка различными звукопоглощающими материалами, в качестве которых рекомендуется применять безинерционные поглотители (например ткани), специальные акустические штукатурки и т. п. Заглушение при помощи тканей, не обработанных огнестойким составом, может быть допущено лишь как исключение.

Шторы на окнах и дверях, гардины, ковры и мягкая мебель заметно увеличивают общее звукопоглощение студии. Если применяемого поглотителя недостаточно для покрытия им всей поверхности стен и потолка, то последний можно оставить незаглушённым. Стены также могут быть покрыты неполностью; в этом случае должны чередоваться заглушённые и незаглушённые зоны, располагаясь несимметрично.

Заглушение стен за микрофоном (перед лицом или лицами, ведущими передачу) во всех случаях обязательно.

С увеличением расстояния между жёсткой, отражающей звук поверхностью и поверхностью звукопоглотителя коэффициент поглощения увеличивается, поэтому звукопоглощающие драпировки располагают на расстоянии около 20 см от дверей, окон, стен и потолка; материал укладывается в крупную складку с коэффициентом гофры — 2,

<sup>1</sup> Реверберация — появление побочного звука в закрытом помещении вследствие повторных отражений, после того как основной источник звука прекратил излучение. Время реверберации — время, за которое средняя плотность энергии звукового поля, после прекращения звучания основного источника звука, спадает до  $1 \cdot 10^{-6}$  своей первоначальной величины — характеризует собой акустические условия помещения.

т. е. длина материи должна быть вдвое больше длины драпируемой поверхности.

Общая акустическая мощность устанавливаемых в студии громкоговорителей зависит от акустических свойств помещения и от его размеров. Для получения наиболее равномерного звукового поля определённую расчётом мощность не следует сосредоточивать в одном громкоговорителе; для этого следует применять несколько (3—4) громкоговорителей соответственно меньшей мощности.

В студии должен быть световой транспарант, сигнализирующий о включении микрофона. При включении микрофона всякого рода акустические сигналы должны выключаться. Телефон, включённый в местную ЦТС и предназначенный для обслуживания участников совещания, должен быть расположен вне студии, в одном из смежных с ней помещений.

Кабинеты поездных и других диспетчеров проектируются как студии, предназначенные для ведения речевых передач, рассчитанных на нахождение в ней только одного человека. Объём такой студии должен составлять 30—60 м<sup>3</sup> (7,5—15 м<sup>2</sup> по площади пола).

#### ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ УСТРОЙСТВ ИЗБИРАТЕЛЬНОЙ СВЯЗИ

Техническое состояние устройств избирательной связи должно обеспечивать следующие основные качественные показатели работы цепей:

- а) хорошую слышимость переговоров при отсутствии заметных помех;
- б) чёткую работу приборов прямого и обратного управления;
- в) быстрый вызов любого одного пункта, группы или всех промежуточных пунктов;
- г) отсутствие ложных вызовов;
- д) получение контроля вызова;
- е) быстрое соединение и разъединение цепей смежных кругов поездной диспетчерской связи.

Для соблюдения указанных требований необходимо:

- а) повседневное наблюдение за работой аппаратуры и линий;
- б) немедленное устранение всех возникающих повреждений;
- в) выполнение календарных планов профилактического осмотра и ремонта оборудования;

г) содержание помещений и оборудования оконечных и промежуточных пунктов, а также каналов связи в соответствии с техническими требованиями и нормами.

Календарные планы профилактического осмотра и ремонта оборудования составляются на год для каждого пункта старшим электромехаником и утверждаются начальником дистанции. В соответствии с годовым планом составляются квартальные и месячные планы.

В процессе текущего обслуживания распорядительных станций, оконечных усилителей и трансляций всех видов избирательной связи обслуживающий персонал обязан

ежедневно проверять: а) напряжения местных, вызывных, анодных и микрофонных батарей; б) соответствие токов накала и анодных токов ламп усилителей установленным нормам; в) прохождение вызова, получение контроля и качество разговора со всеми промежуточными пунктами; г) состояние контактов *МПП*, линейного реле и зуммера; д) регулировку поляризованных реле; е) величины исходящих и входящих токов прямого и обратного управления; ж) качество работы микрофонов и громкоговорителей.

Один раз в месяц аппаратура должна подвергаться более тщательному осмотру и чистке с регулировкой реле. При этом производятся следующие работы: а) очистка от пыли всех приборов и монтажа; б) осмотр состояния паек и перепайка неисправных; в) проверка регулировки всех реле и очистка их контактов от нагара; г) проверка регулировки и укрепление вызывных ключей; д) чистка педалей и кнопок, проверка их регулировки, смазка оси педали, проверка прочности крепления педали к полу, исправности шнуров и перезаделка неисправных; е) замена износившихся частей.

Один раз в полгода должна производиться проверка усилителей со снятием всех относящихся к ним электрических характеристик.

Аппаратуру промежуточных пунктов рекомендуется проверять в следующие сроки: а) промежуточные пункты диспетчерской и станционной связи — один раз в десять дней; б) промежуточные пункты линейно-путевой связи — один раз в месяц.

В процессе проверки аппаратуры производятся следующие работы: а) чистка аппаратуры; б) проверка качества слышимости; прохождения и контроля вызова; в) проверка исправности шнуров и перезаделка неисправных; г) проверка крепления и взаимодействия рычагов, контактов и других частей аппарата; д) чистка и регулировка контактов; е) проверка состояния и напряжения источников питания; ж) проверка состояния комнатной проводки и приборов защиты; з) проверка крепления аппаратуры к стенам; и) замена износившихся частей.

Перезарядка или замена микрофонных капсул должна производиться по мере надобности, но не реже, чем два раза в год.

При неправильной или недостаточно чёткой работе селектора последний должен быть отрегулирован в мастерской дистанции или на распорядительной станции опытным регулировщиком.

Напряжения батарей измеряют под нагрузкой (при снятой микрофонной трубке, при включённом звонке и т. п.).

При осмотре комнатной проводки должно быть обращено внимание на надёжность крепления роликов, скоб, подрозетников и розеток, на отсутствие провисания проводов, исправность и чистоту желобов, качество заделки концов и плотность крепления их на зажимах, на отсутствие холодных скруток, исправность грозозащитных приборов и изоляционных покровов проводов.

Проверка вызова промежуточных станций с распорядительного пункта производится при пониженном на 25% напряжении вызывных батарей.

## ДАЛЬНЯЯ СВЯЗЬ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ  
В ТЕКСТЕ И НА ЧЕРТЕЖАХ

АРУ — автоматическая регулировка уровня  
 АТ — автотрансформатор  
 БАТ — балансный автотрансформатор  
 БД — балансный (дрессельный или нижних частот) фильтр; если это обозначение сопровождается числом (например БД-2,8), то это число указывает предельную частоту фильтра  
 БДК — балансных фильтров комплект  
 БК — балансный контур  
 БИК — балансный искусственный кабель  
 БЛФ — балансных линейных фильтров комплект  
 БПТ — балансный переходной трансформатор  
 БУК — буферный усилительный каскад  
 В или ВК — амплитудный выравнивающий контур  
 Вп — выпрямитель  
 ВР — вызывное реле  
 в. ч. — высокая частота  
 Г — генератор  
 ГКК — генератор контрольного канала  
 ГКЧ — генератор контрольной частоты  
 ГН — генератор несущих частот  
 ГП — групповой преобразователь частоты  
 ГУ — групповой усилитель  
 гц — герц  
 Д — демодулятор  
 Д — с числом после буквы (например Д-2,8) — фильтр нижних частот; число указывает его предельную частоту в кГц  
 ДК — комплект фильтров нижних и верхних частот; если сопровождается числом (ДК-2,8), то оно указывает предельную частоту фильтров в кГц  
 ДС — дифференциальная система  
 ДТ — дифференциальный трансформатор  
 ДУ — дополнительный усилитель  
 ДФ — дополнительный фильтр  
 ИВЛ — искусственная воздушная линия  
 ИК — корректирующий (исправляющий) контур  
 ИКК — индикатор контрольного канала  
 ИЛ — искусственная линия затухания  
 К — коммутаторные клеммы канала  
 КГ — кварцованный генератор  
 КК — корректирующий контур  
 КК в. ч. — корректирующий контур верхних частот  
 КК н. ч. — корректирующий контур нижних частот  
 Л — линия  
 ЛАЗ — линейно-аппаратный зал  
 ЛВ — линейный выравнивающий контур  
 ЛР — линейное реле  
 ЛТ — линейный трансформатор  
 ЛФ — линейных фильтров комплект  
 М — модулятор

МТС — междугородная телефонная станция  
 НФ — направляющий фильтр  
 О — ограничитель амплитуд  
 ОВК — основной выравнивающий контур  
 П — передатчик  
 ПЛП — полосовой преобразователь частоты  
 ПКК — приёмник контрольного канала  
 ПП — предварительный преобразователь частоты  
 Пр — приёмник  
 Пр АРУ — приёмник автоматической регулировки уровня  
 Пр НР — приёмник наклонной регулировки  
 ПТВ — приёмник тонального вызова  
 ПТ — переходной трансформатор  
 ПТФ — подтональный телеграф  
 ПФ — полосовой фильтр  
 РИЛ — регулируемая искусственная линия  
 РС — релейная схема  
 РС — регулируемое сопротивление  
 РУ — регулятор усиления  
 СгУ — сигнальное устройство  
 СП — сигнальная панель  
 СУ — селективный усилитель  
 СУД — селективный усилитель-детектор  
 Т — телефон  
 ТВ — тональный вызов  
 ТВыр — тональный выравниватель  
 Тр — трансформатор  
 ТУ — транзитный удлинитель  
 т. ч. — тональная частота  
 У — удлинитель  
 УУ — указатель уровня  
 УВЧ — усилитель высокой частоты  
 УПФ — узкополосный фильтр  
 УТЧ — усилитель тональной частоты  
 УЭ — усилительный элемент  
 Ф — фильтр  
 ФВЧ — фильтр верхних частот  
 ФНЧ — фильтр нижних частот  
 ФК — фототелеграфный канал  
 ФУ — фильтрующее устройство

## ДАЛЬНЯЯ ТЕЛЕФОННАЯ СВЯЗЬ

В развитии техники дальней телефонной связи большую роль сыграли отечественные специалисты и учёные. В. И. Коваленковым был изобретён промежуточный телефонный усилитель, образец которого в 1923 г. был установлен на линии Москва — Петроград.

В 1926 г. впервые была сдана в эксплуатацию высокочастотная телефонная связь на участке Ленинград — Бологое Октябрьской ж. д. Аппаратура для этой связи была разработана под руководством П. А. Азбукина. В годы сталинских пятилеток дальняя телефонная связь получила особенно большое развитие при широком применении цветных проводов и уплотнении их высокочастотными телефонными связями. При помощи аппаратуры высокочастотного телефонирования были организованы длиннейшие в мире телефонные связи. Для оборудования узлов дальней

связи железнодорожного транспорта была принята по предложению В. А. Новикова и В. И. Шуплова система линейно-аппаратных залов. Широкое развитие получила также сеть стальных проводов для дорожных телефонных связей. Большой вклад в дело развития дальней связи внесла отечественная слаботочная промышленность, освоившая производство различных типов оборудования дальней связи при участии и под руководством В. Н. Листова, М. Н. Востокова, В. Г. Черных, Г. Г. Бородзюка, В. Н. Амарантова и др.

В годы послевоенной сталинской пятилетки техника дальней связи развивается в направлении применения многоканальных систем для уплотнения воздушных линий, использования кабелей дальней связи и автоматизации сети дальней связи.

### ОРГАНИЗАЦИЯ ДАЛЬНЕЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ СССР

Сеть дальней телефонной связи железнодорожного транспорта строится по узловой системе и состоит из сетей магистральной и внутридорожных связей. Сеть магистральной связи образуют телефонные каналы, соединяющие Министерство путей сообщения с управлениями железных дорог и последние между собой. Сеть внутридорожной связи составляют телефонные каналы, соединяющие управление железной дороги с отделениями, последние между собой и с крупными железнодорожными узлами и станциями, а также те и другие между собой.

На сети магистральной связи для организации телефонных каналов используют цветные (медные и биметаллические) воздушные цепи, уплотняемые телефонными системами высокочастотного телефонирования, и междугородные телефонные кабели.

На сетях внутридорожной связи для переговоров на большие расстояния и при необходимости организации в одном направлении нескольких телефонных каналов применяют цветные уплотнённые цепи. Для связи на относительно короткие расстояния используют стальные цепи. На участках прокладки междугородных телефонных кабелей для внутри-

дорожных связей предусматривают каналы в этих кабелях.

Телефонные каналы используют не только для ведения переговоров, но и для работы тонального телеграфа.

Системы уплотнения телефонных цепей, принятые на железнодорожном транспорте, предусматривают организацию по одной и той же цепи нескольких различных видов связи.

Основные системы уплотнения воздушных цветных цепей указаны в табл. 149.

При рассмотрении табл. 149 следует учесть следующие моменты:

1) в ряде случаев при старой системе уплотнения цепи уплотняют четвёртым и пятым телефонными каналами в. ч., занимающими область частот от 42,0 до 65,0 кГц;

2) при отсутствии многоканальной системы и использовании аппаратуры без несущей частоты дополнительные четвёртый и пятый телефонные каналы в. ч. организуют в полосе частот от 33,4 до 55,0 кГц;

3) в отдельных случаях вместо трёхканальной и многоканальной систем применяют уплотнение цветных цепей при помощи восьмиканальной системы, работающей в полосе частот от 6 до 60 кГц;

4) в некоторых случаях в качестве многоканальной системы применяют пятнадцатиканальную систему, занимающую полосу частот от 48 до 152 кГц.

Система уплотнения воздушных стальных цепей предусматривает организацию на одной цепи: канала подтонального телеграфирования по искусственной цепи в полосе частот от 0 до 80 Гц, телефонного канала т. ч. в полосе частот от 300 до 2 000 Гц и телефонного канала в. ч. в полосе частот от 2,6 до 9,2 кГц. Система для уплотнения кабельных линий в настоящее время находится в процессе разработки.

Выделение частотных спектров, относящихся к различным видам связи, осуществляют в оконечных и промежуточных пунктах уплотнённых воздушных цепей при помощи линейных фильтров.

Линейные фильтры включаются между уплотняемой линией и аппаратурой уплотнения и обеспечивают работу всех видов этой аппаратуры без взаимных помех.

Таблица 149

Основные системы уплотнения воздушных цветных цепей, принятые на железнодорожном транспорте СССР

Виды связи	Занимаемая полоса частот в кГц	Количество каналов связи в системах уплотнения		Примечание
		старой	новой	
Телеграфирование подтональное по искусственной цепи . . . . .	0—0,08	1	1	Может быть заменён двумя каналами подтонального телеграфирования
Телефонирование токами тональной частоты (т. ч.) . . . . .	0,3—2,4	1	1	
Фототелеграфирование . . . . .	3,2—5,2	1	1	
Телефонирование токами высокой частоты (в. ч.):				
при помощи трёхканальной системы {	10,4—33,4	3	—	Система в. ч. с передачей тока несущей частоты Системы в. ч. без передачи тока несущей частоты
	6,3—20,7	—	3	
при помощи многоканальной системы	36,0—143,0	—	12	

Каждый вид аппаратуры уплотнения присоединяется к линии через «группу» или «пояс» линейных фильтров, состоящий из двух параллельно включённых фильтров: одного — нижних частот, другого — верхних частот. Оба фильтра, рассчитанные для параллельной работы, имеют одну и ту же предельную частоту и одно и то же номинальное характеристическое сопротивление.

Различные пояса линейных фильтров, согласованные между собой, включаются последовательно и образуют систему линейных фильтров. Число поясов в системе линейных фильтров и электрические данные фильтров выбирают соответственно распределению спектра частот.

До последнего времени все пояса линейных фильтров монтировали на отдельной стойке, называемой стойкой линейных фильтров (СЛФ).

Для каждой уплотняемой цепи в каждом оконечном пункте устанавливали по одной, а в каждом промежуточном пункте — по две стойки линейных фильтров.

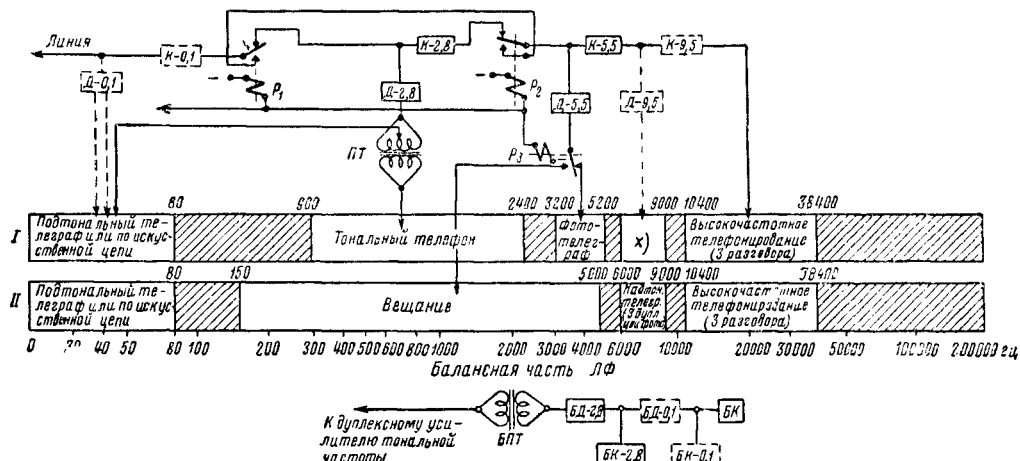
В настоящее время необходимые пояса линейных фильтров монтируют непосредственно на самой аппаратуре уплотнения.

Скелетные схемы стоек линейных фильтров, соответствующие системам уплотнения, указанным в табл. 149, представлены на фиг. 183 и 184.

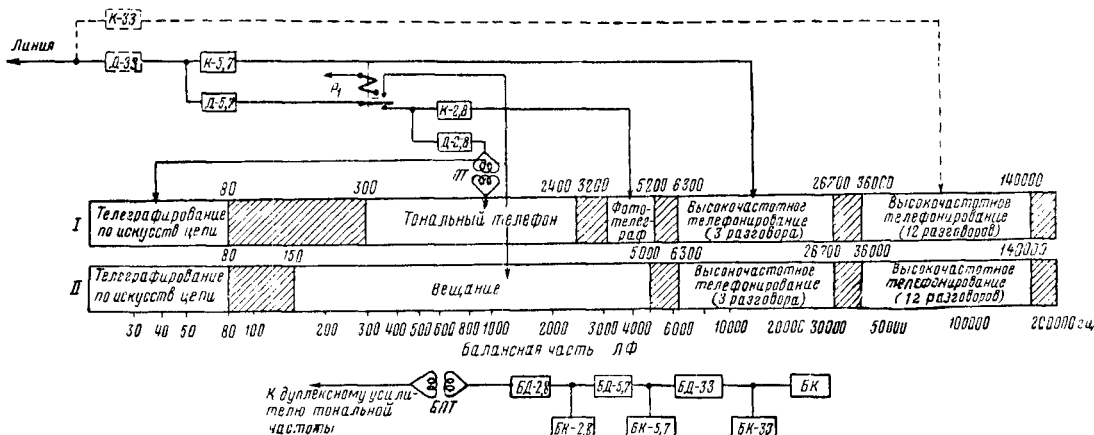
Полоса частот 6,0—9,0 кГц (фиг. 183) может быть использована или для организации второго канала фототелеграфной связи или совместно с полосой частот 3 200—5 200 для наложения телефонного разговора в ч. по одноканальной системе.

Вариант II распределения каналов на шкале частот используется Министерством связи.

На СЛФ каждого из существующих типов, помимо самих линейных фильтров, смонтированы: линейные переходные трансформаторы; балансные фильтры и балансные переходные трансформаторы, вводимые в балансные цепи дуплексных усилителей для уравновешивания фильтров и трансформаторов, включённых в линию; балансный контур,



Фиг. 183. Скелетная схема ЛФ при уплотнении цветной цепи при помощи аппаратуры в. ч. с передачей тока несущей частоты



Фиг. 184. Скелетная схема ЛФ при уплотнении цветной цепи при помощи аппаратуры в. ч. без передачи тока несущей частоты  
Пунктиром показаны изменения в схеме ЛФ при уплотнении цепи двенадцатиканальной системой в. ч.  
Вариант II распределения каналов на шкале частот используется Министерством связи



состоящий из набора конденсаторов и катушек сопротивления и предназначенный для уравнивания воздушной линии; переключающие и сигнальные реле и испытательные гнезда.

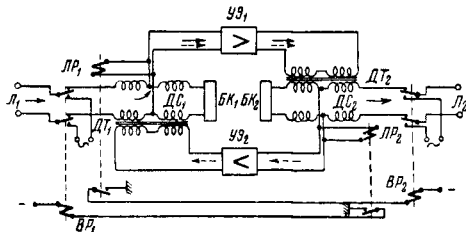
Скелетные схемы балансной части ЛФ указаны на тех же фиг. 183 и 184. Номинальное характеристическое сопротивление фильтров 600 ом. Величины затухания, вносимого ЛФ в отдельные каналы связи, указаны ниже в табл. 159. Стойки, на которых смонтировано указанное оборудование, имеют высоту 2500 и ширину 526 мм.

Для питания реле ЛФ требуется напряжение 24 в.

## ОБОРУДОВАНИЕ ТЕЛЕФОННОГО КАНАЛА Т. Ч.

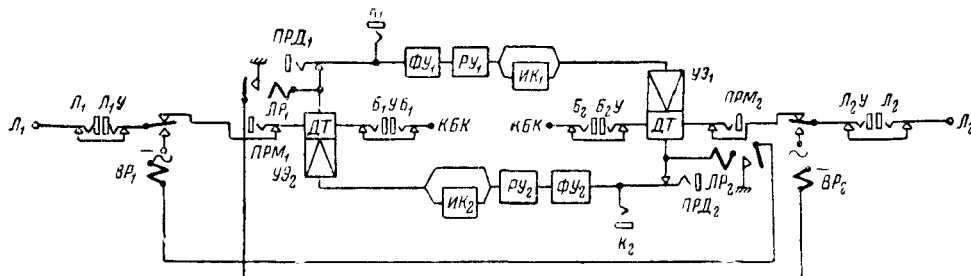
### Общие сведения

Телефонирование токами тональной частоты (т. ч.) осуществляется по уплотненным и неуплотненным воздушным цепям. На междугородных кабельных линиях для телефонирования токами т. ч. предоставляются, как правило, неуплотненные цепи. По телефонным каналам т. ч. на воздушных линиях организуются преимущественно телефонные связи внутридорожного значения, на кабельных линиях — также и магистральные.



Фиг. 185. Дуплексный усилитель для двухпроводных цепей

Дальность непосредственной телефонной передачи по каналу т. ч., ограниченная допу-

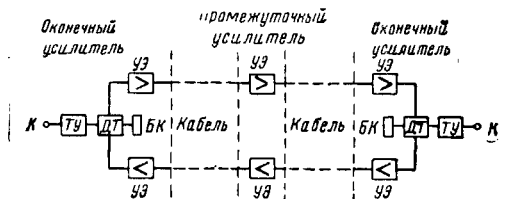


Фиг. 187. Скелетная схема усилителя типа ТДУ-35

стимой величиной остаточного затухания 0,8 — 1,3 деп при частоте 800 гц, не превышает: 300—500 км при медных цепях с проводами диаметром 3—4 мм, 80—100 км при стальных цепях с проводами диаметром 4—5 мм и 70—140 км при кабельных цепях с повышенной индуктивностью и медными жилами диаметром 0,9—1,4 мм.

Для увеличения дальности передачи в двухпроводные каналы т. ч. включают оконеч-

ные и промежуточные ламповые усилители с двусторонним усилением (фиг. 185), а в четырехпроводные каналы т. ч. оконечные и про-



Фиг. 186. Четырехпроводный телефонный канал т. ч. с оконечными и промежуточными усилителями

межуточные усилители с односторонним усилением (фиг. 186). Указанные усилители для двухпроводных и четырехпроводных цепей представляют наиболее существенную часть оборудования канала т. ч.

### Дуплексные усилители т. ч.

Практически схема двустороннего усилителя включает не только усилительные элементы, дифференциальные системы и вызывные устройства, но ещё и ряд вспомогательных устройств, необходимых для обеспечения нормального качества передачи и правильной технической эксплуатации канала т. ч., а именно: выравнивающие и корректирующие устройства для придания кривой усиления усилителя требуемой формы с целью устранения амплитудных искажений, вносимых линиями; фильтры нижних частот для ограничения полосы частот, усиливаемых усилителем; регуляторы усиления для регулировки усиления усилителя; контрольно-переговорные и измерительные устройства.

**Дуплексные усилители для воздушных линий.** Усилители типа ТДУ-35 завода «Красная Заря» выпускались трёх типов — для медных, биметаллических и стальных цепей. Скелетная схема усилителей всех типов ТДУ-35 одна и та же и дана на фиг. 187.

Токи разговорной частоты усиливаются ламповыми усилительными элементами, а вызывные токи транслируются при помощи реле ЛР и ВР.

Контроль режима питания, передачи, вызов и переговоры с усилителя осуществляются при помощи микротелефона, ключей, гнезд и шнуровых пар, составляющих гарнитуру техника, общую для всех усилителей стойки.

Кривые усиления усилителя типа ТДУ-35 вместе со схемами корректирующих устройств даны на фиг. 188, а, б, в.

Регуляторы усиления усилителя позволяют изменять усиление усилителя ступенями через 0,1 *нп* в пределах 1 *нп*.

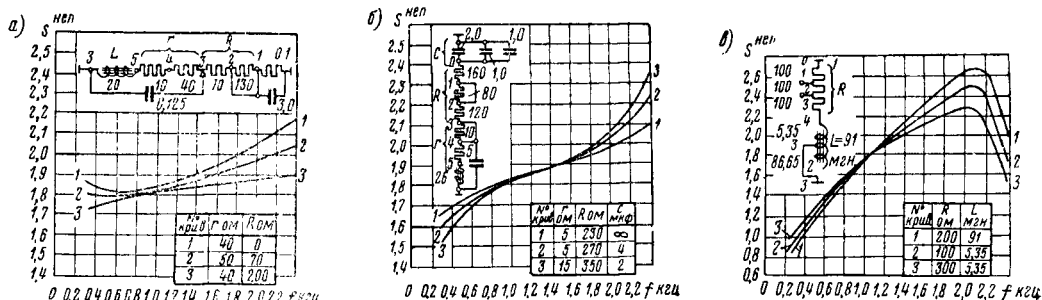
В усилителях применены лампы типа ТО-142 и бареторы типа 1-Б-9 при питании цепи накала от батареи с напряжением 12 в

Для трансляции вызывных индукторных токов в усилителе предусмотрена релейная схема.

Усилитель рассчитан для работы на лампах типа 10-Ж-1Л.

Оборудование 8 усилителей размещено на одной стойке размером 2 500 × 680 мм.

Для питания усилителя требуются следующие источники постоянного тока: накала



Фиг. 188. Кривые усиления усилителя типа ТДУ-35: а—для медных линий; б—для биметаллических линий; в—для стальных линий

или 1-Б-17 при использовании батареи накала с напряжением 24 в.

Источники питания для каждого усилителя стойки: напряжение 12 или 24 в, расход тока 1 а, 220 в, расход тока около 40 ма и вызывное напряжение 60—80 в с частотой 25—50 гц.

Оборудование усилителей всех типов монтируется на стандартной стойке размерами 2 500 × 526 мм. На стойке для цветных цепей располагают до четырех усилителей, а на стойке для стальных цепей два усилителя вместе с линейными и балансными переходными трансформаторами и деталями балансных контуров.

#### Универсальный дуплексный усилитель тональной частоты

Новый универсальный дуплексный усилитель т. ч., выпускаемый заводами МПСС, предназначен для работы по цветным и стальным цепям воздушных линий, а также по двухпроводным и четырехпроводным цепям кабельных линий с индуктивностью, повышенной при помощи катушек. Во всех случаях усилитель может быть применен в качестве оконечного или промежуточного усилителя.

Наибольшее усиление усилителя при частоте 800 гц составляет около 2,0 *нп* при цветных цепях, 1,6 *нп* — при стальных цепях, 2,3 *нп* — при двухпроводных кабельных цепях и 2,8 ÷ 3,1 *нп* — при четырехпроводных кабельных цепях. Регуляторы усиления позволяют регулировать усиление усилителя в пределах 2,2 *нп* ступенями по 0,1 *нп*.

Полоса частот, усиливаемых усилителем, заключается в пределах: от 300 до 2 400 гц при цветных цепях, от 300 до 2 000 гц при стальных цепях и от 300 до 2 600 гц при кабельных цепях.

Переход от одного типа усилителя к другому осуществляется простым переключением в схеме усилителя.

с напряжением, равным 24 в, и анодного тока с напряжением 220 в.

Допустимые колебания напряжения накала не должны превышать  $\pm 10\%$ , а анодного напряжения —  $\pm 10\%$ .

Потребление тока на стойку с восемью усилителями составляет 1,2 а при 24 в и 0,10 а при 220 в. Для работы вызывных устройств необходимо переменное напряжение 60 ÷ 80 в с частотой 15 ÷ 50 гц.

**Дуплексные усилители для кабельных линий.** Универсальный дуплексный усилитель II типа предназначен для использования в качестве:

а) оконечного усилителя для двухпроводных и четырехпроводных кабельных цепей; б) промежуточного усилителя для двухпроводных и четырехпроводных кабельных цепей;

в) переходного усилителя для непосредственного соединения двухпроводной цепи с четырехпроводной.

В качестве оконечного усилителя универсальный усилитель имеет на станционной стороне четырехпроводный выход, что соответствует требованиям дальнего набора при четырехпроводных транзитных соединениях. При необходимости окончания оконечного усилителя дифференциальной системой применяется отдельная, не входящая в состав усилителя, дифференциальная система.

Скелетная схема усилительной части универсального усилителя представлена на фиг. 189.

При использовании усилителя на двухпроводных цепях трансформаторы в дифференциальных системах выполняют функции дифференциальных и анодных трансформаторов, а при работе на четырехпроводных цепях — только анодных трансформаторов.

Способ использования усилителя в различных условиях указан в таблице, помещенной на фиг. 189.

Для трансляции вызывных токов с частотой 25 гц по двухпроводным линиям, не



В табл. 151 указано, на каких линиях должна применяться та или иная кривая усиления.

Таблица 151

Возможности использования усилителя типа УУ-II

Тип линии	Длина уси- тельного участка в км	Кривая усиления
В направлении передачи для линии любого типа . .	—	$f-1$
В направлении приёма для:		
ОЛб, ИЛб . . . . .	72,5	$a-2$
Ола, Ила . . . . .	72,5	$b-3$
И 0,9б . . . . .	72,5	$e-4$
И 0,9а, О 0,9б . . . . .	72,5	$e-5$
И 0,9б . . . . .	145	$c-5$
И 1,4б . . . . .	145	$e-6$
Звёздн. О 0,9 . . . . .	140	$d-6$
О 0,9а . . . . .	72,5	$e-7$
И 0,9а . . . . .	145	$d-7$
О 0,9б . . . . .	145	$c-7$
Звёздн. О 1,4 . . . . .	140	$e-7$
О 0,9а, И 1,4а . . . . .	145	$d-8$
О 1,4б . . . . .	145	$e-8$
Звёздн. И 0,9 . . . . .	140	$d-8$
И 1,4б . . . . .	290	$d-9$
Звёздн. И 1,4 . . . . .	140	$d-9$
О 1,4а . . . . .	145	$d-10$
О 1,4б . . . . .	290	$c-11$

Примечание. В первом столбце применены следующие обозначения: О — основная цепь со средней степенью повышения индуктивности; И — искусственная цепь со средней степенью повышения индуктивности; ОЛ — основная цепь с низкой степенью повышения индуктивности; ИЛ — искусственная цепь с низкой степенью повышения индуктивности; 0,9 и 1,4 — диаметр жил в мм; а — междугородный кабель с длиной участка между катушками  $s=2$  км и с сердечниками катушек из прессованного порошка; б — междугородный кабель с длиной участка между катушками  $s=1,7$  км и с сердечниками катушек из прессованного порошка

Фильтр верхних частот позволяет ограничить рабочую полосу частот частотой, равной 300 гц. Фильтр нижних частот с переменной предельной частотой допускает ограничение верхней границы рабочей полосы частот одной из следующих частот: 2100, 2400 и 2700 гц.

Усилитель рассчитан для работы на лампах типа 3Зс. Универсальные усилители II типа монтируются на стойке размерами  $2365 \times 660 \times 490$  мм, причём на одной стойке их размещается 12 комплектов. На этой же стойке монтируются 24 комплекта вызывных реле и 24 комплекта балансных контуров,

а также переговорно-вызывное устройство (общее для всех 12 усилителей), приборы управления и контроля, устройства сигнализации, испытательные гнезда и другие детали.

Напряжения источников питания и расход тока указаны в табл. 152.

Таблица 152

Источники питания усилителя типа УУ-II

Назначение и напряжение источника тока <sup>1</sup>	Расход тока	
	на 1 усилитель	на стойку с 12 усилителями
Напряжение для питания анодных и экранных цепей 220 в . . . . .	Около 30 ма	Около 360 ма
Постоянное или переменное напряжение накала (стабилизированное) 20 в . . . . .	Около 0,5 а	Около 6 а
Напряжение для питания сигнализации в 24 в	—	До 1,4 а

<sup>1</sup> Вызывное напряжение 60 в с частотой 25 гц (при необходимости).

#### Устройства тонального вызова

При системе тонального вызова (ТВ) передача вызывных сигналов по телефонным каналам осуществляется при помощи переменного тока с частотой 500 или 1000 гц.

Приборы ТВ работают следующим образом.

Индукторный ток, поступающий от междугородной телефонной станции (МТС), в оконечном передающем пункте при помощи реле включает в линию генератор вызывного тока с частотой 500 или 1000 гц. На приёмной станции вызывной ток этой частоты поступает в приёмник ТВ, где усиливается и выпрямляется. Выпрямленный ток приводит в действие систему реле, посылающих на МТС индукторный вызывной ток от местного источника.

Устройства тонального вызова старого типа монтировались заводом «Красная Заря» на стойке размерами  $2500 \times 526$  мм; на ней размещались два генератора (действующий и запасной), до четырёх приёмников, переговорно-вызывное устройство и приборы сигнализации повреждений в цепях питания.

Источники питания стойки тонального вызова: напряжение накала 24 в, расход тока до 5 а в зависимости от числа включённых приёмников, анодное напряжение 220 в, расход тока до 100 ма, вызывное напряжение 60—80 в с частотой 15—50 гц.

В настоящее время отечественной промышленностью изготавливаются стойки тонального вызова: а) на 24 приёмника и 3 генератора и б) на 16 приёмников и 2 генератора. Стойка последнего типа предназначена для работы на цветной цепи, уплотнённой в полосе частот до 150 кгц. Генераторы и приёмники этих стоек рассчитаны для передачи и соответственно приёма тока с частотой 1000 гц, прерываемого 20 раз в сек. Предусмотрена возможность работы током с частотой 500 гц, прерываемым 20 раз в сек. Размеры стоек  $2500 \times 646$  мм.

# БАЛАНСНЫЕ КОНТУРЫ И ЦЕПИ

На двухпроводных цепях для обеспечения устойчивой работы каналов т. ч. в оконечных и промежуточных усилителях т. ч. двустороннего действия применяют балансные цепи, служащие для искусственного воспроизведения входного сопротивления линий, присоединённых к усилителю.

На четырёхпроводных цепях применяют балансные контуры лишь только в дифференциальных системах оконечных пунктов цепи. Схемы балансных цепей составляют по принципу зеркального отображения линии; иначе говоря, в схему балансной цепи вводят все элементы, включённые в линию, или эквивалентные им контуры и в том именно последовательном порядке, в каком они расположены в линейной цепи. Балансные цепи заканчиваются кон-

туром, служащим для уравнивания самой линии — балансным контуром.

## Уравнивание воздушных линий

Основные схемы балансных цепей для уравнивания воздушных линий даны в табл. 153.

Сосредоточенные четырёхполюсники, включённые между усилителем и линией, уравниваются в балансной цепи соответствующими приборами или эквивалентными им схемами, подобранными обычно на заводе.

Вставки кабеля и участки воздушной цветной линии при наличии вставки кабеля на расстоянии от усилителя (случаи 2, 4, 5, табл. 153), меньшем 150 км, балансируются искусственными кабелями ИК и искусственными

Таблица 153

Основные схемы линейных и уравнивающих их балансных цепей

Род цепи	Схема линейной цепи	Схема балансной цепи
Неуплотнённая цепь с переходными трансформаторами		
Неуплотнённая цепь с кабельной вставкой в начале усилительного участка		
Цветная цепь, уплотнённая каналами высокочастотного телефонирования		
Цветная цепь, уплотнённая каналами высокочастотного телефонирования с кабельной вставкой в начале усилительного участка		
Цветная цепь, уплотнённая каналами высокочастотного телефонирования с кабельной вставкой на середине усилительного участка		

Таблица 154

Схемы балансных контуров для уравнивания воздушных и кабельных линий

Тип линии	Схема балансного контура	Примечание
Однородная медная цепь с проводами диаметром 4 мм		Исходные величины элементов балансных контуров даны в табл. 155
Однородная цветная цепь с проводами диаметром 3—4 мм или стальная цепь с проводами диаметром 4—5 мм		
Однородная кабельная цепь		Исходные величины элементов балансного контура даны в табл. 156
Кабельная цепь с повышенной индуктивностью, начинающаяся половиной участка между катушками индуктивности		Исходные величины элементов балансного контура даны в табл. 157

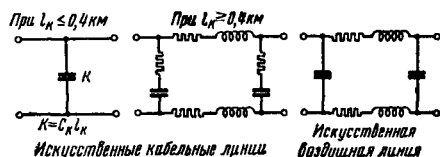
Таблица 155

Исходные значения элементов двухзвеного балансного контура для воздушных линий связи

Материал проводов	Диаметр проводов в мм	Значения элементов контура			
		$R_1$ в ом	$C_1$ в мкф	$R_2$ в ом	$C_2$ в мкф
Твёрдотяннутая медь . . . . .	4,0	550÷700	1,5÷2,0	—	—
» . . . . .	3,0÷4,0	550÷700	0,8÷1,5	750÷1 200	1,0÷1,5
Биметалл с толщиной медной оболочки 0,4 мм . . . . .	4,0	600÷750	0,8÷1,5	750÷1 200	1,0÷1,5
Сталь . . . . .	4,0÷5,0	800÷1 100	0,1÷0,25	700÷1 000	0,6÷1,0

воздушными линиями ИВЛ, показанными на фиг. 191.

Балансные контуры, служащие для уравнивания самой линии, монтируют по схемам, приведённым в табл. 154.



Фиг. 191. Искусственные кабельные и воздушные линии:  $C_k$  — ёмкость кабеля в ф/км;  $l_k$  — длина кабеля в км

Исходные значения элементов балансного контура для однородных воздушных линий, которые могут применяться при практическом подборе элементов, указаны в табл. 155.

#### Уравнивание кабельных линий

Кабельные линии четвёрочного типа уравнивают при помощи балансного контура, схема которого представлена в табл. 154. Исходные значения элементов этого контура даны в табл. 156.

Кабельные линии с искусственно повышенной индуктивностью, начинающиеся поло-

Таблица 156

Исходные значения элементов балансного контура для кабеля четвёрочного типа с медными жилами

Диаметр жил в мм	Значения элементов контура				Примечание
	$R_0$ в ом	$R_1$ в ом	$C_0$ в мкф	$C_1$ в мкф	
0,8	340	900	1,2	0,44	Переходной трансформатор типа 1:1 Ёмкость блокировочных конденсаторов 2 мкф
0,9	325	760	1,2	0,51	
1,2	290	510	1,3	0,74	
1,4	265	500	1,5	0,90	

войной участка между катушками, могут быть уравновешены при помощи балансного контура, показанного в табл. 154. Ёмкость  $C_2$ , включённая в схему контура, служит для уравнивания переходного трансформатора и конденсаторов линейной цепи, блокирующих вызывные токи, а также для уравнивания ёмкостной составляющей характеристического сопротивления кабеля при низших разговорных частотах. Исходные значения элементов этого балансного контура даны в табл. 157.

Таблица 157

Исходные значения элементов балансного контура для кабеля с повышенной индуктивностью

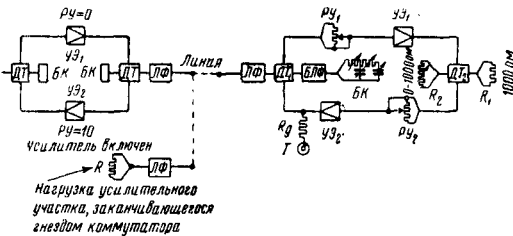
Система повышения индуктивности	Тип цепи	$d$ в мм	Переходной трансформатор	$C_4$ в мкф	$C_1$ в мкф	$C_2$ в мкф	$R_1$ в ом	$L$ в гн
Средняя степень повышения индуктивности, $s = 1,7$ км,	Основная	0,9	1:1,41*	1,9**	0,044	0,029	830	0,026
		1,4	1:1,41	2,1	0,046	0,033	800	0,026
Окончание полуучастком	Искусственная	0,9	1:1	1,5	0,030	0,035	780	0,019
	Искусственная	1,4	1:1	1,85	0,032	0,038	760	0,019

- \* Первая цифра относится к линейной обмотке.
- \*\* Ёмкость блокировочных конденсаторов 2 мкф.

### Подбор балансных контуров

**Практический подбор балансных контуров.** Элементы балансных контуров, служащих для уравнивания однородных линий, подбираются опытным путём. Способ подбора элементов балансного контура, или, иначе, настройки усилителя, основан на том, что устойчивость промежуточного усилителя не уменьшается, если при ухудшении условий уравнивания на одной стороне одновременно будет улучшаться степень уравниваемости другой стороны.

Элементы балансного контура для одной линии, например левой, подбирают по фиг. 192, где  $R_1 = 1\ 000$  ом и  $R_2$  в пределах 0—1 000 ом, а БК — подбираемый однозвенный или двухзвенный контур.



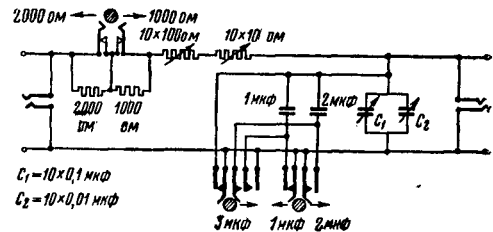
Фиг. 192. Схема для подбора элементов балансного контура:  $R=600$  ом при цветных цепях;  $R=1\ 300$  ом при стальных цепях

Если линия уплотнённая, то перед подбором балансного контура в неё и в балансную цепь включают линейные и балансные приборы уплотнения.

Подбор элементов контура ведут при наибольшем усилении усилителя. Начиная настройку, прежде всего устанавливают сопротивление  $R_2 = 1\ 000$  ом и после этого определяют, слышен ли свист в телефоне Т. Если свист отсутствует, то уменьшают сопротивление  $R_2$  до тех пор, пока он не возникнет. Как только появится свист, подбирают элементы контура (начиная с первого звена, если контур двухзвенный) таким образом, чтобы свист прекратился. После этого переключают местами линию и балансный контур и проверяют, не возник ли свист вследствие изменения фазы тока обратной связи на  $180^\circ$ . Если свист возникает, то вновь подбирают элементы балансного контура, до-

бываясь отсутствия свиста в телефоне. Так поступают до тех пор, пока не удастся уменьшить переменное сопротивление до величины 700—600 ом, т. е. добиться расстройки в 30—40%.

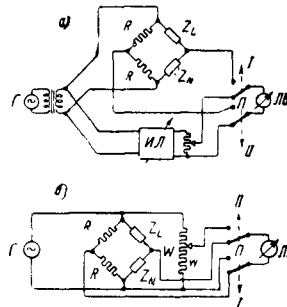
В качестве переменных сопротивлений и конденсаторов при настройке усилителя применяют однозвенные балансные контуры



Фиг. 193. Схема переменного балансного контура

завода «Красная Заря» (фиг. 193). Двухзвенный контур состоит из двух таких приборов.

Качество подбора балансного контура проверяют измерением балансного затухания по одной из схем фиг. 194. При измерении, установив переключатель П в положение I, замечают показание лампового вольтметра ЛВ



Фиг. 194. Схема для измерения балансного затухания

(с высоким входным сопротивлением); затем, переставив переключатель в положение II, изменяют положение движка потенциометра W или затухание магазина ИЛ до тех пор, пока отсчёт на вольтметре ЛВ не будет равен отсчёту, полученному при первом измерении.

Искомая величина балансного затухания при применении потенциометра

$$b_e = \ln \frac{W}{2w}, \quad (1)$$

где  $W$  — сопротивление всего потенциометра;  
 $w$  — сопротивление найденной части потенциометра.

При использовании магазина затуханий

$$b_e = b_{из}, \quad (2)$$

где  $b_{из}$  — затухание, отсчитанное на магазине затуханий.

### ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВЕРКЕ УСИЛИТЕЛЕЙ Т.Ч. И РЕГУЛИРОВКЕ КАНАЛА Т.Ч.

Работы по проверке усилителя т. ч. состоят из механической (путём осмотра) и электрической проверок.

Механическую и электрическую проверки усилителя производят в соответствии с заводской инструкцией.

При этом устраняют все обнаруженные повреждения. При снятии электрических характеристик усилителя измеряют:

а) частотные характеристики усиления в полосе частот от 200 до 3 000 гц через каждые 200 гц при нормальном рабочем положении регуляторов усиления и при подаче на вход усилителя уровня, равного — 1 неп (величины усиления усилителя в различных направлениях передачи при использовании одной и той же лампы должны отличаться друг от друга не более чем на 0,1 неп);

б) регулировочные характеристики усиления при частоте 800 гц и при подаче на вход усилителя уровня, равного 0 (усиление измеряют при положениях регуляторов усилителя от 1 до наибольшего).

Балансные контуры подбирают: при установке усилителя вновь, при изменении конструкции линии (например при устройстве вставки кабеля в воздушную цепь) и в том случае, когда путём измерения в процессе эксплуатации обнаруживается пониженная величина балансного затухания.

Балансные контуры подбирают по способу, указанному выше; качество подбора проверяют путём измерения балансного затухания, которое в рабочей полосе частот на уплотнённых линиях обычно бывает порядка 3,0 неп. Измерение производят при частотах: 0,2; 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,4 и 2,5 кгц. По найденным величинам элементов монтируются постоянные балансные контуры, которые включаются для постоянной работы в усилитель; после включения этих контуров в усилитель производится проверка процента расстройки усилителя и повторно измеряется балансное затухание.

В процессе эксплуатации измерение балансного затухания рекомендуется производить 2 раза в год — весной и осенью.

При регулировке канала т. ч. в целом:

а) измеряют рабочие затухания усиленных участков в полосе частот от 200 до 3 000 гц через каждые 200 гц при подаче в линию уровня, равного 0;

б) в зависимости от формы кривых затухания усиленных участков подбирают кривые усиления промежуточных усилителей, изменяя, например, как указано на фиг. 188, величины элементов корректирующих контуров;

в) снимают диаграмму уровней передачи сперва в одном и потом в другом направлении передачи при частоте 800 гц и при подаче на вход канала уровня, равного 0; РУ промежуточных усилителей должны находиться в нормальных рабочих положениях; на промежуточных пунктах измеряют поочерёдно уровни на входе и выходе своих усилителей;

г) измеряют частотную характеристику остаточного затухания канала в полосе 200—2 400 гц через каждые 200 гц; измерение производят в одном, а затем в другом (обратном) направлении передачи; сначала измеряют остаточное затухание через один промежуточный усилитель, т. е. между пунктами А и В (фиг. 195); в пункте В при этом устанавливают рабочие положения РУ; при измерении от пункта В к пункту А уровень передачи,



Фиг. 195. К измерению остаточного затухания телефонного канала

посылаемой из пункта В, определяется из диаграммы уровней и поддерживается постоянным при всех измерительных частотах; если измеренное затухание получится повышенным на крайних частотах, то корректируют кривую усиления усилителя. Откорректировав участок А — В, приступают к корректировке в том же порядке участка А — Г, включая усилитель в пункте В, и т. д.; остаточное затухание всего канала при крайних частотах передаваемого спектра не должно отличаться от затухания при частоте 800 гц свыше чем на:

0,1 ÷ 0,15 неп	при одном усилителе
0,2 ÷ 0,30 »	» двух усилителях
0,3 ÷ 0,45 »	» трёх »
0,4 ÷ 0,60 »	» четырёх »
0,5 ÷ 0,75 »	» пяти »

д) измеряют амплитудную характеристику канала в обоих направлениях передачи при частоте 800 гц и при рабочих положениях РУ в измеряемом направлении передачи; РУ обратного направления в это время должны находиться в нулевом положении; измерение ведётся между оконечными пунктами канала при изменении уровня передачи на его входе от —1 до +1 неп ступенями по 0,2—0,5 неп;

е) измеряют устойчивость канала путём измерения остаточного затухания генерации; для этого отключают канал на концах от нагрузок и одновременным постепенным увеличением усиления одного или нескольких усилителей вызывают генерацию канала; после этого постепенно уменьшают усиление в обоих направлениях передачи до прекращения генерации; затем, прекратив передачу в одном направлении путём установки соответствующих РУ в нулевые положения, измеряют остаточное затухание канала при частоте 800 гц, которое называют остаточным затуханием генерации; аналогичным путём измеряют оста-



Таблица 158

## Электрические характеристики телефонных каналов т. ч. и нормированные значения их

Наименование нормируемой величины	Единица измерения	Н о р м а			
		воздушные линии		кабельные линии со средней степенью повышения индуктивности	
		цветные цепи	стальные цепи	двухпроводные цепи	четырёхпроводные цепи
Полоса эффективно передаваемых частот . . . . .	кГц	0,3÷2,4	0,3÷2,0	0,3÷2,4*	0,3±2,6*
Уровень передачи наибольший .	нел	+0,6	+0,6	+0,6	+1,1
Уровень передачи наименьший .	»	—	—	—	—3,0
Затухание цепи на усилительном участке при частоте 0,8 кГц . . .	»	<1,6	<1,6	<1,6	<3,2
Остаточное затухание при частоте 0,8 кГц . . . . .	»	1,0	1,0—1,3	1,0	0,8
Разность величин остаточного затухания одного и того же канала в разных направлениях передачи при частоте 0,8 кГц:					
а) канал входит в транзитные соединения . . . . .	»	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
б) канал не входит в транзитные соединения . . . . .	»	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Превышение остаточного затухания в пределах полосы эффективно передаваемых частот над его величиной при частоте 0,8 кГц для частот:					
0,3÷0,4 кГц . . . . .	»	1,0	1,0	1,0**	1,0**
0,4÷0,6 » . . . . .	»	0,5	0,5	0,5	0,5
0,6÷1,2 » . . . . .	»	0,3	0,3	0,3	} 0,2
1,2÷1,6 » . . . . .	»	0,5	0,5	0,5	
1,6÷2,0 » . . . . .	»	0,8	1,0	0,8	} 0,5
2,0÷2,4 » . . . . .	»	1,0	—	1,0	
2,4÷2,6 » . . . . .	»	—	—	—	1,0
Снижение остаточного затухания на всех частотах эффективно передаваемой полосы по отношению к его величине при частоте 0,8 кГц . . . . .	»	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Колебания остаточного затухания при частоте 0,8 кГц с течением времени . . . . .	»	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1
Устойчивость при холостом ходе канала . . . . .	»	≥0,2	≥0,2	≥0,2	≥0,3
Амплитудная характеристика . .	»	Должна быть достаточно прямолинейной с тем, чтобы максимальное изменение остаточного затухания при частоте 0,8 кГц и при повышении уровня на входе канала до +0,9 нел было < ±0,1 нел			
Разность между фактическим и минимально допустимым затуханием на пути тока эхо . . . . .	»	—	—	—	≥0
Псофометрическое напряжение шума на разделительных гнездах испытательной стойки при остаточном затухании 1 нел на частоте 0,8 кГц и при нагрузке канала на сопротивление 600 ом:					
в каналах, входящих в транзитные соединения (ориентировочно)	мв	<1,5***	<1,75***	<1,5****	<1,5****
То же в каналах, не входящих в транзитные соединения . . . . .	»	<2,5	<2,5	<2,5****	<2,5****
Защищённость от переходного разговора, определённая на рабочем месте телефонистки междугородного коммутатора при остаточном затухании 1 нел для частоты 0,8 кГц . . . . .	нел	≥5,4	≥5,4	≥5,8	≥6,7 для 90% всех возможных комбинаций каналов, ≥6,0 для 100% всех возможных комбинаций каналов

\* 0,3 ÷ 2,0 кГц—для искусственных цепей в кабелях со звёздной скруткой.

\*\* 1,0; 0,5; 0,3; 0,5; 1,0 — для искусственных цепей в кабелях со звёздной скруткой.

\*\*\* При атмосферных условиях «сухой» и «сырой», +20°C; нормы относятся как к цепям с оконечными усилителями, так и к цепям без них.

\*\*\*\* Нормы относятся к цепям с оконечными усилителями; при отсутствии оконечных усилителей они снижаются соответственно до 0,6 и 1,0.

точное затухание генерации в обратном направлении передачи; пусть они будут соответственно  $b_1$  и  $b_2$ ; тогда устойчивость

$$\sigma = b_r - \frac{b_1 + b_2}{2}, \quad (3)$$

где  $b_r$  — среднее остаточное затухание канала в нормальных условиях;

ж) измеряют переходное затухание при частоте 800 гц между коммутаторными клеммами данного канала и других каналов, образованных как на той же, так и на соседних параллельных цепях;

з) измеряют при помощи псофметра напряжение шума при нагрузке противоположного конца канала на сопротивление 600 ом;

и) проверяют канал на прохождении разговора и вызова в обоих направлениях передачи.

Все электрические характеристики канала должны удовлетворять нормам, указанным ниже.

#### ОСНОВНЫЕ НОРМЫ ПЕРЕДАЧИ ДЛЯ ТЕЛЕФОННЫХ КАНАЛОВ Т. Ч.

Основные электрические характеристики телефонных каналов т. ч. различного типа и нормированные значения этих характеристик указаны в табл. 158.

При пользовании нормами табл. 158 следует иметь в виду, что нормы для телефонных каналов т. ч. на кабельных линиях составлены на основании норм МККФ для кабельных линий с учётом особенностей устройства дальней телефонной связи на железнодорожном транспорте СССР. Эти нормы следует поэтому рассматривать как ориентировочные.

Данные табл. 158 не исчерпывают всех электрических характеристик телефонных каналов, организованных на кабельных линиях. В частности, в таблице не указаны нормы для времени распространения и для разности времён распространения, определяющей фазовые искажения, так как пока ещё не установлено распределение этих величин для каналов железнодорожной связи. Общее время распространения при телефонной связи двух абонентов не должно превышать 250 м/сек. Наибольшая разность времён распространения токов с частотой 0,8 кгц и низшей передаваемой частотой не должна превосходить 50 м/сек; она же для токов с частотой 0,8 кгц и высшей передаваемой частотой не должна превосходить 25 м/сек.

#### ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАСЧЁТА ТЕЛЕФОННЫХ КАНАЛОВ Т. Ч.

##### Электрические расчёты каналов т. ч., организуемых на воздушных линиях

Основными электрическими расчётами при проектировании телефонных каналов тональной частоты являются: проверка правильности размещения промежуточных усилителей вдоль магистрали путём построения диаграммы уровней, проверка устойчивости и расчёт защищённости от переходного раз-

говора между каналами, организованными на параллельных цепях.

Расчёт затухания усилительного участка производится согласно правилам расчёта рабочего затухания.

Так как на протяжении одного усилительного участка обычно больших неоднородностей не допускается (в случае наличия, например, при кабельных вставках их устраняют путём включения согласовывающих контуров или автотрансформаторов), то в большинстве случаев это затухание может быть определено по формуле

$$b_{уч} = 2b_{\phi} + b_l + \sum b_k + \sum b_{at} + \sum b_{обх} + \sum b_{эф}, \quad (4)$$

где  $b_l$  — затухание воздушной линии;

$b_k$  — затухание кабельной вставки;

$b_{\phi}$  — затухание системы линейных фильтров, включая переходные трансформаторы на одном конце усилительного участка;

$b_{at}$  — затухание согласовывающего автотрансформатора;

$b_{обх}$  — затухание обходных фильтров, устанавливаемых для обхода аппаратуры уплотнения в пунктах, где канал т. ч. не имеет усилителей;

$b_{эф}$  — затухание заградительных фильтров, включаемых в цепи, параллельные цепи уплотнённой аппаратурой двенадцатиканальной системы, для ограждения промежуточных усилителей последней от обратной связи через соседние цепи.

Значения величин  $b_{\phi}$ ,  $b_{at}$ ,  $b_{обх}$  и  $b_{эф}$  указаны в табл. 159.

Таблица 159

Значения затухания элементов линейной цепи, принимаемые при расчётах каналов т. ч.

Обозначение величины	Рекомендуемая величина в неперах при частоте 0,8 кгц	Примечание
$b_l$ . . . . .	0,05	Для отдельного переходного трансформатора Для цветных цепей Для стальных цепей
$b_{\phi}$ . . . . .	0,15	
$b_{\phi}$ . . . . .	0,10	
$b_{at}$ . . . . .	0,05	Принимается при обходе усилителя многоканальной системы в. ч.
$b_{обх}$ . . . . .	0,06	
$b_{эф}$ . . . . .	0,02	

Расчёт усиления усилителей может быть произведён одним из способов, указанных в табл. 160.

При этом принимают значение  $p_0$  до +0,6 неп, а значения  $b_{Тр} = 0$  для каналов магистральной связи и 0,1 — 0,2 неп для каналов внутривидеосвязи.

После определения величин усиления промежуточных и оконечных усилителей строят

Т а б л и ц а 160

Формулы для расчёта усиления оконечных и промежуточных дуплексных усилителей

Вид канала	Расчётная схема	Формулы для расчёта усиления	Примечание
Канал без оконечных усилителей		$s_1 = b_1 + \frac{b_2}{2} - \frac{b_T}{2};$ $s_K = \frac{b_K + b_{K+1}}{2};$ $s_n = \frac{b_n + b_T}{2}$	
Канал с двумя оконечными усилителями		$s_{0K1} = p_{01} + b_{y1}; \quad s_{0K2} = p_{02} + b_{y2};$ $s'_K = b_K; \quad s_K = b_K + 1;$ $s_{0K1} = b_1 - p_{01} - b_{y2} - b_{Tp};$ $s_{0K2} = b_n + 1 - p_{01} - b_{y1} - b_{Tp}$	
Канал с одним оконечным усилителем и одним усилительным участком		$s_{0K} = s_{0K} = b_y + p_0$	Предполагается, что $p_0 = b_1 - b_T$ и $b_y = b_T - b_{Tp}$
Канал с одним оконечным усилителем и n+1 усилительными участками		$s_{0K} = b_y + p_0;$ $s'_K = b_K + \frac{1}{n} (b_n + 1 - p_0 - b_T);$ $s_K = b_K + 1;$ $s_{0K} = b_1 - b_{Tp}$	Предполагается, что $b_y = b_T - b_{Tp}$

Обозначения величин:

$b_1, b_2, \dots, b_K, \dots, b_n, b_{n+1}$  — затухания цепи на усилительных участках в неперях при частоте 0,8 кГц;

$b_T$  — остаточное затухание канала в неперях при частоте 0,8 кГц;

$b_y$  — затухание транзитного усилителя в неперях;

$b_{Tp}$  — транзитное ваттующие в неперях;

$p_0$  — начальный уровень в неперях;

$s$  — усиление усилителя в неперях.

Таблица 161

Порядок расчёта устойчивости телефонного канала с дуплексными усилителями

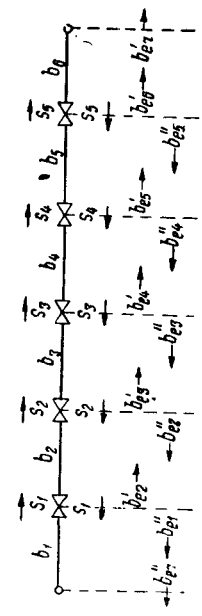
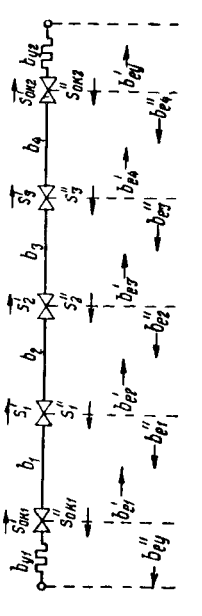
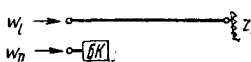
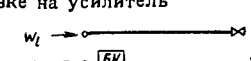
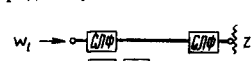
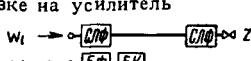
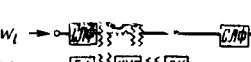
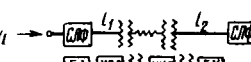
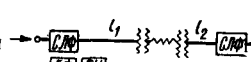
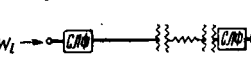
Вид канала	Канал без оконечных усилителей	Канал с оконечными усилителями
Схема канала  Пассивные балансные за- хвата		
Пути генерации и приведённые пассивные балансные за- тухания	$b_{e1} = b_1 - s_1' - b_1'' - b_1''' - b_1''''$ $b_{e2} = b_2 - s_2' - b_2'' - b_2''' - b_2''''$ $b_{e3} = b_3 - s_3' - b_3'' - b_3''' - b_3''''$ $b_{e4} = b_4 - s_4' - b_4'' - b_4''' - b_4''''$	$b_{e1} = b_1 - s_1' - b_1'' - b_1''' - b_1''''$ $b_{e2} = b_2 - s_2' - b_2'' - b_2''' - b_2''''$ $b_{e3} = b_3 - s_3' - b_3'' - b_3''' - b_3''''$ $b_{e4} = b_4 - s_4' - b_4'' - b_4''' - b_4''''$
Активные балансные зауха- ния без учёта последнего пути генерации	$b'_{eal} = -\frac{1}{2} \ln \left[ e^{-2b_{e1}} + e^{-2b_{e3}} \right];$ $b'_{ean} = -\frac{1}{2} \ln \left[ e^{-2b_{e4}} + e^{-2b_{e6}} \right]$	$b'_{eal} = -\frac{1}{2} \ln \left[ e^{-2b_{e1}} + e^{-2b_{e2}} \right];$ $b'_{ean} = -\frac{1}{2} \ln \left[ e^{-2b_{e3}} + e^{-2b_{e4}} \right]$
Активные балансные зауха- ния с учётом последнего пути генерации	$b_{eal} = -\ln \left[ e^{-b'_{eal}} + e^{-b'_{ean}} \right];$ $b_{ean} = -\ln \left[ e^{-b'_{ean}} + e^{-b'_{eal}} \right]$	$b_{eal} = -\ln \left[ e^{-b'_{eal}} + e^{-b'_{ean}} \right];$ $b_{ean} = -\ln \left[ e^{-b'_{ean}} + e^{-b'_{eal}} \right]$
Критическое усиление	$s_0 = \frac{b_{eal} + b_{ean}}{2}$	$s_0 = \frac{b_{eal} + b_{ean}}{2}$
Среднее усиление усилителя	$\bar{s}_0 = s_0$	$\bar{s}_0 = s_0$
Устойчивость	$\sigma_0 = s_0 - \bar{s}_0$	$\sigma_0 = s_0 - \bar{s}_0$
Примечание. Все величины в неперах.		

Таблица 162

## Формулы для расчёта пассивных балансных затуханий

Схемы усилительного участка	Расчётные формулы
<p>Однородная неуплотнённая линия</p> 	$b_e = b_{el}$
<p>Однородная неуплотнённая линия при нагрузке на усилитель</p> 	$e^{-2b_e} = e^{-2b_{el}} + e^{-2(b'_{er} + 2b_l)}$
<p>Однородная уплотнённая линия</p> 	$e^{-2b_e} = e^{-2b_{ef}} + e^{-2(b_{el} + 2b_f)} + e^{-2[b_{elf} + 2(b_f + b_l)]}$
<p>Однородная уплотнённая линия при нагрузке на усилитель</p> 	$e^{-2b_e} = e^{-2b_{ef}} + e^{-2(b_{el} + 2b_f)} + e^{-2[b_{elf} + 2(b_f + b_l)]} + e^{-2[b'_{er} + 2(b_l + 2b_f)]}$
<p>Уплотнённая линия с кабельной вставкой вначале при нагрузке на усилитель</p> 	$e^{-2b_e} = e^{-2b_{ef}} + e^{-2(b_{el} + 2b_f)} + e^{-2[b_{ek} + 2(b_f + b_{at})]} + e^{-2[b_{et} + 2(b_f + b_{at} + b_k)]} + e^{-2[b_{el} + 2(b_f + 2b_{at} + b_k)]} + e^{-2[b_{elf} + 2(b_f + 2b_{at} + b_k + b_l)]} + e^{-2[b'_{er} + 2(2b_f + 2b_{at} + b_k + b_l)]}$
<p>Уплотнённая линия с промежуточной кабельной вставкой ближе 150 км при нагрузке на усилитель</p> 	$e^{-2b_e} = e^{-2b_{ef}} + e^{-2(b_{el} + 2b_f)} + e^{-2[b_{el} + 2(b_f + b_{l1})]} + e^{-2[b_{ek} + 2(b_f + b_{l1} + b_{at})]} + e^{-2[b_{et} + 2(b_f + b_{l1} + b_{at} + b_k)]} + e^{-2[b_{el} + 2(b_f + b_{l1} + 2b_{at} + b_k)]} + e^{-2[b_{elf} + 2(b_f + b_{l1} + 2b_{at} + b_k + b_{l2})]} + e^{-2[b'_{er} + 2(2b_f + b_{l1} + 2b_{at} + b_k + b_{l2})]}$
<p>Уплотнённая линия с промежуточной кабельной вставкой (дальше 150 км) при нагрузке на усилитель</p> 	$e^{-2b_e} = e^{-2b_{ef}} + e^{-2(b_{el} + 2b_f)} + e^{-2[b_{elt} + 2(b_{l1} + b_f)]} + e^{-2[b_{elk} + 2(b_f + b_{l1} + b_{at})]} + e^{-2[b_{elk} + 2(b_f + b_{l1} + b_{at} + b_k)]} + e^{-2[b_{elt} + 2(b_f + b_{el} + 2b_{at} + b_k)]} + e^{-2[b_{elf} + 2(b_f + b_{l1} + 2b_{at} + b_k + b_{l2})]} + e^{-2[b'_{er} + 2(2b_f + b_{l1} + 2b_{at} + b_k + b_{l2})]}$
<p>Уплотнённая линия с кабельной вставкой на конце (дальше 150 км) при нагрузке на усилитель</p> 	$e^{-2b_e} = e^{-2b_{ef}} + e^{-2(b_{el} + 2b_f)} + e^{-2[b_{elt} + 2(b_l + b_f)]} + e^{-2[b_{elk} + 2(b_f + b_l + b_{at})]} + e^{-2[b_{elk} + 2(b_f + b_l + b_{at} + b_k)]} + e^{-2[b_{elf} + 2(b_f + b_l + 2b_{at} + b_k)]} + e^{-2[b'_{er} + 2(2b_f + b_l + 2b_{at} + b_k)]}$

диаграммы уровня в обоих направлениях передачи.

Уровни передачи нигде не должны выходить за пределы, установленные нормами, а усиление усилителей не должно превосходить усилительной способности аппаратуры.

Расчёт устойчивости канала тональной частоты сводится к расчёту устойчивости каждого из усилителей, включённых в цепь. Наименьшая величина устойчивости, полученная при этом расчёте (обычно среднего усилителя), определяет собой устойчивость всего канала в целом.

Порядок расчёта устойчивости указан в табл. 161 для каналов, не оборудованных и оборудованных оконечными усилителями.

Если канал оборудован оконечным усилителем на одном конце, то для той стороны рассматриваемого усилителя, которая примыкает к оконечному усилителю, расчёт активного балансного затухания  $b_{eal}$  или соответственно  $b_{eap}$  ведут так, как указано в табл. 161 для случая канала с оконечными усилителями; для второй стороны рассматриваемого усилителя расчёт величины активного балансного затухания ( $b_{eap}$  или  $b_{eal}$ ) ведут по способу, указанному в табл. 161 для случая канала без оконечных усилителей.

Величины пассивных балансных затуханий определяют по формулам, приведённым в табл. 162, или им аналогичным. С влиянием пунктов включения фильтров для обхода усилителей многоканальных систем при расчёте пассивных балансных затуханий можно не считаться.

Величины затуханий всякого рода неоднородностей и несогласованностей, используемых при расчёте устойчивости, указаны в табл. 163.

Ожидаемые колебания остаточного затухания канала определяют по формулам:

$$+\Delta b_r = \sqrt{(\Delta b_{r1})^2 + (\Delta b'_{r2})^2}; \quad (5)$$

$$-\Delta b_r = \sqrt{(\Delta b_{r1})^2 + (\Delta b''_{r2})^2}. \quad (6)$$

В этих формулах:  $\Delta b_{r1}$  — колебание остаточного затухания, обусловленное колебанием изменения режима источников питания усилителей, которое для усилителей типа ТДУ-35 находят по формуле

$$\Delta b_{r1} = \pm 0,06 \sqrt{n \text{ неп}}, \quad (7)$$

где  $n$  — число усилителей в цепи, считая и оконечные;

$\Delta b_{r2}$  — колебание остаточного затухания линии, обусловленное изменением затухания линии в зависимости от изменения атмосферных условий (табл. 164).

Устойчивость цепи при вероятных колебаниях остаточного затухания сохранится, если  $1 - \Delta b_r < \alpha$ .

Расчёт защищённости от переходного разговора между телефонными каналами, орга-

низованными на параллельных цепях, с достаточной для практических целей точностью ведётся по формулам, приведённым в табл. 165.

Таблица 163

Затухания неоднородности и несогласованности, используемые при расчётах устойчивости

Наименование величины	Обозначение	Рекомендуемое значение в неперках
Затухание неоднородности воздушной линии для цепей из цветного металла . . . . .	$b_{el}$	3,1
То же для стальных цепей: при частоте 0,3 кГц . . . . .	$b_{el}$	2,6
» » 0,8 » . . . . .	$b_{el}$	3,2
» » 2,0 » . . . . .	$b_{el}$	4,0
Затухание неоднородности линейных и балансных фильтров с учётом переходного трансформатора . . . . .	$b_{ef}$	3,5
Затухание неоднородности воздушной линии с искусственной воздушной линией . . . . .	$b_{el}$	4,0
Затухание неоднородности кабельной линии с искусственной кабельной линией . . . . .	$b_{ek}$	4,0
Затухание неоднородности линейного трансформатора (или автотрансформатора) и балансного трансформатора (или автотрансформатора) . . . . .	$b_{et}$	4,0
Затухание несогласованности воздушной линии с линейным фильтром . . . . .	$b_{elf}$	2,8
Затухание несогласованности автотрансформатора с кабельной линией . . . . .	$b_{etk}$	2,8
Затухание несогласованности воздушной линии с автотрансформатором . . . . .	$b_{elt}$	2,8
Затухание несогласованности на конце рассматриваемого участка при холостом ходе . . . . .	$b_{er}$	0,0
Затухание несогласованности на конце рассматриваемого участка при нагрузке на гарнитуру телефонистки . . . . .	$b_{er}$	0,6
Затухание несогласованности на конце рассматриваемого участка при нагрузке на промежуточный усилитель . . . . .	$b_{er}$	1,6

Таблица 164

Величины колебания остаточного затухания, обусловленные изменением затухания воздушной медной линии с течением времени

Длина воздушной медной линии в км	Диаметр проводов в мм		
	3,0	3,5	4,0
	колебание остаточного затухания в неперках		
400	+0,15 -0,08	+0,14 -0,06	+0,13 -0,05
800	+0,29 -0,13	+0,27 -0,10	+0,26 -0,07
1 200	+0,37 -0,16	+0,35 -0,12	+0,33 -0,09
1 600	+0,41 -0,18	+0,39 -0,14	+0,37 -0,11

Таблица 165

Расчёт защищённости от переходного разговора между телефонными каналами, организованными на параллельных цепях

Род телефонных каналов	Расчётная схема	Расчётная формула
Каналы без оконечных усилителей		$\xi = B_{0p} - \bar{b} + \frac{1}{2} \Delta b_T - \frac{1}{2} \ln \left[ n + e^{-2(\bar{b} - \bar{b}_T)} \right]$
Каналы с оконечными усилителями		$\xi = B_{0p} - \bar{b}' + b'_{Tp} - \Delta p - \frac{1}{2} \ln (n + 1)$
<p>Обозначения величин:</p> <p><math>\xi</math> — защищённость от переходного разговора;</p> <p><math>B_{0p}</math> — результирующая величина переходного затухания на ближнем конце;</p> <p><math>b_k</math> или <math>b'_k</math> — затухание на <math>k</math>-ом усилительном участке;</p> <p><math>\bar{b} = \frac{\sum_{k=1}^{n+1} b_k + \sum_{k=1}^{n+1} b'_k}{2(n+1)}</math> — среднее значение затухания на усилительных участках, влияющего и подверженного влиянию каналов;</p> <p><math>\bar{b}' = \frac{\sum_{k=1}^{n+1} b'_k}{n+1}</math> — среднее значение затухания на усилительных участках канала, подверженного влиянию;</p> <p><math>\bar{b}_T = \frac{b_T + b'_T}{2}</math> — среднее значение остаточного затухания влияющего и подверженного влиянию каналов;</p> <p><math>\Delta b_T = b_T - b'_T</math>;</p> <p><math>b_{Tp}</math> — транзитное затухание канала, подверженного влиянию;</p> <p><math>\Delta p</math> — разность уровней на выходе оконечных усилителей, влияющего и подверженного влиянию каналов;</p> <p><math>n + 1</math> — число усилительных участков.</p>		

### Электрические расчёты каналов т. ч., организуемых на кабельных линиях

**Двухпроводные каналы т. ч.** При электрических расчётах канала т. ч. по кабельным линиям в основном следует руководствоваться правилами, приведёнными в предыдущем разделе. При этом, однако, рекомендуется учитывать следующее.

а) Число усилительных участков не должно превосходить 5—6.

б) Затухания участков определяют при наибольшей температуре, наблюдающейся на трассе прохождения кабеля не менее чем в течение 10 суток за период одного года.

в) При расчёте затухания усилительных участков, кроме затухания кабельной цепи, учитывается затуха-

ние конечных и промежуточных переходных трансформаторов и приборов уплотнения для наложения подтонального телеграфа в размере 0,05 неп.

Если конечные переходные трансформаторы входят в комплект оборудования усилителя и учитываются при измерении усиления усилителей, то они не принимаются во внимание при определении усиления усилителей.

г) При выборе величины уровней передачи необходимо иметь в виду, что основными факторами, определяющими их значения в двухпроводных цепях, являются переходной разговор на ближнем конце и устойчивость связи.

С точки зрения обеспечения наибольшей величины переходного затухания на ближнем конце желательно было бы соблюдение

в каждом направлении передачи одинаковых величин уровня на выходе всех промежуточных усилителей. Однако с точки зрения устойчивости связи выгодным было бы иное распределение уровня передачи, а именно: последовательное уменьшение их на выходе каждого промежуточного усилителя в каждом направлении передачи.

Так как указанные требования к распределению уровней передачи вдоль цепи несомнестимы, то можно пользоваться компромиссным решением: в каждом направлении передачи последовательно снижать уровень передачи на выходе промежуточных усилителей на  $0,05 \text{ nep}$  при средних температурных условиях; усиление окончательного приёмного усилителя при этом следует выбирать такой величины, чтобы получилась требуемая величина остаточного затухания канала. При этом усиления усилителей получаются различными в разных направлениях передачи.

д) Для увеличения переходного затухания на ближнем конце не следует допускать параллельного пробега двух каналов в одной и той же четвёрке более чем на протяжении одного усилительного участка.

е) При длине двухпроводных каналов т. ч., не превышающей 500—600 км, с явлением фазовых искажений в каналах можно не считаться.

ж) При учёте колебаний остаточного затухания канала в зависимости от температуры вычисление постоянной затухания кабельной цепи при температуре  $t^\circ\text{C}$ , стличной от расчётной температуры, может быть произведено по формуле

$$\beta_t = \beta (1 \pm 0,0043 \Delta t), \quad (8)$$

где  $\Delta t$  — изменение температуры в  $^\circ\text{C}$ .

Если отсутствуют точные данные о суточных колебаниях температуры, то для ориентировочных расчётов можно принимать для воздушных кабелей  $\Delta t = 10 \div 15^\circ\text{C}$ , для подземных кабелей  $\Delta t = 3 \div 5^\circ\text{C}$ .

Годовые колебания температуры примерно в 2,5 — 3 раза больше суточных. Полное изменение затухания линейной цепи длиной  $l \text{ км}$  может быть определено по формуле

$$\Delta b_r = \Delta b_l = \pm 0,0043 \Delta t b_l, \quad (9)$$

где  $b_l = \beta l$  — затухание всей линии.

Изменение остаточного затухания, обусловленное колебаниями усиления усилителей, вследствие колебаний питающих напряжений и старения ламп, т. е. величина  $\Delta b_r'$ , может быть определено по выражению, аналогичному (7).

Результирующее ожидаемое колебание остаточного затухания составляет

$$\Delta b_r = \pm \sqrt{(\Delta b_r')^2 + (\Delta b_r'')^2}. \quad (10)$$

Четырёхпроводные каналы т. ч. Электрические расчёты четырёхпроводных каналов должны выполняться с учётом следующих соображений:

1. Затухания усилительных участков определяют путём сложения собственных затуханий элементов, входящих в линейную цепь (предполагается, что ука-

занные элементы в достаточной степени согласованы друг с другом).

2. Усиление окончательного усилителя в направлении передачи выбирают такой величины, чтобы в начале цепи обеспечивалась требуемая величина уровня передачи, равная  $(+0,6) \div (+0,8) \text{ nep}$ .

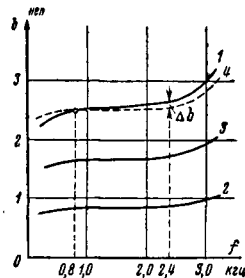
Усиление промежуточных усилителей должно быть таково, чтобы уровень передачи в начале усилительных участков был равен по возможности  $+0,6 \text{ nep}$  и во всяком случае не превышал  $+0,8 \text{ nep}$  и не был ниже  $+0,2 \text{ nep}$  при частоте 800 гц.

Величину усиления окончательного усилителя в направлении приёма выбирают так, чтобы обеспечивалась принятая величина остаточного затухания при окончательном трафике.

3. Если длина большого числа участков цепи значительно отличается от нормальной длины (140 или 70 км при средней степени повышения индуктивности), то предусматривают выравнивание каждого участка в отдельности. Если при этом какой-либо участок настолько короток, что не хватает положений регуляторов усиления, то следует предусмотреть включение искусственной линии затухания.

В случае, если большинство усилительных участков цепи сравнительно мало отличается по длине от номинальной длины усилительного участка, то для устранения амплитудных искажений в цепь можно включить один выравнивающий контур, компенсирующий искажения во всей цепи, а кривые усиления усилителя подбирать под номинальную длину участка. Указанный выравниватель включают на входе усилителя, непосредственно следующего за наиболее коротким усилительным участком.

Частотную кривую затухания этого выравнивателя в таком случае определяют следующим образом. Пусть, например, длина четырёхпроводной цепи с жилами диаметром 0,9 мм со средней степенью повышения индуктивности и с четырьмя усилительными участками на  $x \text{ км}$  меньше суммы номинальных длин усилительных участков, равной, например,  $4 \times 140 = 560 \text{ км}$ . Если кривая усиления промежуточных усилителей будет соответствовать номинальной длине участка, то в каждом направлении передачи кривая линейного остаточного затухания исказится и в области частот выше 800 гц пойдёт более полого. Это искажение должно быть устранено путём включения в цепь дополнительного выравнивателя. Его затухание должно до-  
Фиг. 196. К определению затухания выравнивателя  
полнить затухание всей цепи до номинального значения. Способ определения частотной кривой затухания этого дополнительного выравнивателя представлен на фиг. 196. На этой фигуре кривая 1 представляет кривую затухания четырёхпроводной линии с усилительными участками



Фиг. 196. К определению затухания выравнивателя



номинальной длины. Кривая 2 на той же фигуре изображает кривую затухания участка цепи длиной  $x$  км. Точки для построения этой кривой могут быть получены по формуле

$$b_x = b_n \frac{x}{l}, \quad (11)$$

где  $x$  — разность между суммой номинальных длин усилительных участков и действительной длиной цепи;

$b_x$  — затухание цепи длиной  $x$  км;

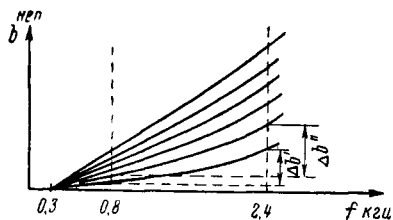
$b_n$  — затухание участка номинальной длины;

$l$  — номинальная длина усилительного участка.

Кривая 3 на фиг. 196 представляет разность кривых 1 и 2, которая является действительной частотной зависимостью затухания рассматриваемой линии ( $4 \cdot 140 - x$  км).

Недостающее затухание при частоте 800 гц должно быть затем введено в цепь при помощи уменьшения положений регуляторов усиления усилителей (это должно быть сделано по возможности на усилителях, примыкающих к наиболее короткому усилительному участку) или путём включения в линию удлинителя. В результате кривая 3 сдвинется параллельно самой себе вверх и займёт положение пунктирной кривой 4. Разность между кривыми 1 и 4 представит то затухание, которым должен обладать дополнительный выравниватель. Пусть, например, при частоте 2 400 гц его затухание будет равно  $\Delta b$  неп. Далее, пользуясь семейством кривых переменного выравнивателя, соответствующего типу данной линии, находят такую кривую, которая обладает разностью затухания при частотах 2 400 и 800 гц, ближе всего подходящей к найденной выше величине  $\Delta b$  (фиг. 197).

При определении области дополнительного выравнивания следует иметь в виду, что на линиях со средней степенью повышения индуктивности выравнивание следует производить главным образом в области частот выше 800 гц, а на линиях с малой степенью повышения индуктивности — в области частот ниже 800 гц.



Фиг. 197. Выбор кривой выравнивателя

При применении выравнивателей следует учитывать их начальное затухание.

4. Диаграмму уровня передачи строят обычным образом, причём наибольшие и наименьшие значения уровней не должны по возможности выходить за пределы, установленные нормами. С этой целью не рекомендуется, как указано в п. 2 данного раздела, выбирать усиление промежуточных усилителей большим той его величины, при которой уровень пере-

дачи в начале линии превышает  $+0,8$  неп. При удовлетворении этого условия можно быть уверенным, что при колебаниях затухания линии или усиления усилителей наибольшие значения уровня не будут превосходить максимально допустимой по нормам величины  $+1,1$  неп.

5. Фазовые выравниватели применяют в тех случаях, когда заданная дальность передачи превышает

$$l \geq \frac{\Delta t f_0 s}{0,13}, \quad (12)$$

где  $\Delta t$  — разность времён пробега по каналу токов с частотой 800 гц и высшей передаваемой частотой;

$f_0$  — предельная частота кабельной цепи;

$s$  — расстояние между катушками индуктивности.

Требуемую от фазового выравнивателя частотную характеристику времени пробега определяют по формуле

$$t_s = t_{\max} - t_f, \quad (13)$$

где  $t_s$  — время пробега через выравниватель при частоте  $f$ ;

$t_{\max}$  — наибольшее время пробега по кабелю;

$t_f$  — время пробега по кабелю при частоте  $f$ .

При наличии включённых в кабель выравнивателей дальность передачи по каналу возрастает до величины

$$l_{\max} \approx 2,23 t_{\max} f_0 s, \quad (14)$$

где  $t_{\max}$  — наибольшее допустимое время пробега по кабелю, а  $f_0$  и  $s$  имеют указанные выше значения.

6. Проверка влияния эхо. Время пробега по пути тока эхо (при частоте 800 гц)

$$t_E = \frac{0,636 l}{f_0 s} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{800}{f_0}\right)^2}}, \quad (15)$$

где  $l$  — длина четырёхпроводной цепи;  $f_0$  и  $s$  имеют прежние значения.

Затухание на пути тока эхо

$$b_E = 2b_r + b_e, \quad (16)$$

где  $b_r$  — остаточное затухание канала при  $f = 800$  гц;

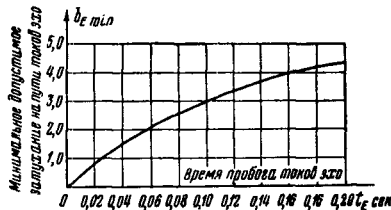
$b_e$  — затухание несогласованности оконечной дифференциальной системы. Эту величину обычно принимают равной 0,6 неп.

После определения  $t_E$  и  $b_E$  по фиг. 198 определяют наименьшее допустимое затухание на пути тока эхо  $b_{E \min}$  в зависимости от величины  $t_E$ .

Если разность  $b_E - b_{E \min} \geq 0$ , то цепь считается удовлетворительной с точки зрения эхо. Если же  $b_E - b_{E \min} < 0$ , то в цепь включают заградители эхо.

В случае, если явления отражения, обуславливающие возникновение электрического

эхо, возникают не только в оконечных, но и в промежуточных точках цепи, например при транзитном соединении двух четырёхпровод-

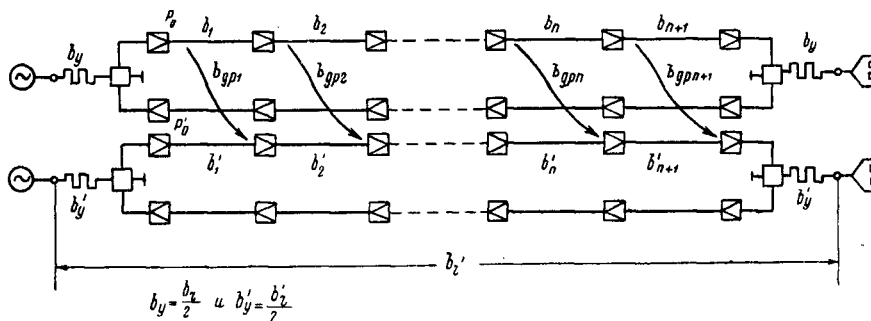


Фиг. 198. Минимально допустимое затухание на пути тока эхо в зависимости от времени пробега токов эхо

ных цепей по двухпроводной схеме (фиг. 199), то должно быть удовлетворено соотношение:

$$e^{-2(b_E - b_{E \min})} = e^{-2(b'_E - b'_{E \min})} + e^{-2(b''_E - b''_{E \min})} + e^{-2(b'''_E - b'''_{E \min})} + \dots \leq 1, \quad (17)$$

где величины  $b'_E - b'_{E \min}$ ,  $b''_E - b''_{E \min}$  и т. д. имеют прежние значения и вычисляются указанным выше способом для каждого отдельного пути тока эхо.



Фиг. 200. К расчету защищенности от встречного переходного разговора

Необходимо отметить, что при вычислении затухания на пути токов эхо по формуле (16) величины  $b_r$  и  $b_e$  для каждого пути имеют свои значения. Например, в случае схемы по фиг. 199 для первого пути

$$b'_E = 2b_r + b_e = 0,8 + 1,6 = 2,4 \text{ неп}$$

и для второго пути

$$b''_E = 2b_r + b_e = 1,6 + 0,6 = 2,2 \text{ неп.}$$

7. Устойчивость четырёхпроводной цепи

$$\sigma = 2b_y + b_{er}, \quad (18)$$

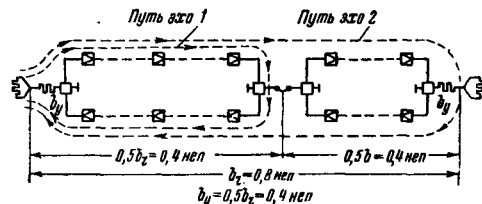
где  $b_y$  — затухание транзитного удлинителья; обычно  $b_y = 0,5 b_r$  ( $b_r$  — остаточное затухание канала);

$b_{er}$  — затухание несогласования сопротивления нагрузки с характеристическим сопротивлением удлинителья; в условиях холостого хода  $b_{er} = 0$ .

В условиях холостого хода

$$\sigma = b_r. \quad (19)$$

Иначе говоря, устойчивость канала определяется наименьшим значением остаточного



Фиг. 199. К расчету влияния электрического эхо

затухания в полосе эффективно передаваемых частот.

8. Напряжение шума в канале рассчитывают в тех случаях, когда известны величины напряжения шума на каждом усилительном участке. Суммирование отдельных напряжений шума для определения его результирующего значения должно производиться по квадратичному закону.

9. Защищенность от переходного разговора на дальнем конце между четырёхпроводными каналами (фиг. 200) рассчитывают по формуле

$$\zeta = B_{gp} - \bar{b}' - \Delta p + b'_{Tp} - \frac{1}{2} \ln(n+1), \quad (20)$$

где  $B_{gp}$  — результирующая величина встречного переходного затухания в пределах усилительного участка; предполагается, что  $B_{gp} = B_{gp1} = B_{gp2} = \dots = B_{gpn+1}$ ;

$\bar{b}'$  — среднее значение затухания цепи на усилительных участках канала, подверженного влиянию, равное

$$\frac{b'_1 + b'_2 + \dots + b'_n + b'_{n+1}}{n+1},$$

$\Delta p$  — разность верхних уровней в каналах, влияющем и подверженном влиянию, равная  $p_0 - p'_0$ ;

$b'_{Tp}$  — транзитное затухание в канале, подверженном влиянию;

$n+1$  — число усилительных участков.

Защищенность от переходного разговора на ближнем конце между четырёхпроводными каналами определяется так же, как и в случае

влияния между двухпроводными телефонными каналами тональной частоты с оконечными усилителями, т. е. по формулам, приведенным в табл. 165.

## ОБОРУДОВАНИЕ КАНАЛОВ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ТЕЛЕФОНИРОВАНИЯ

### Общие сведения

Телефонирование токами высокой частоты (в. ч.) осуществляется в настоящее время на железнодорожном транспорте СССР в основном по воздушным цепям и применяется для осуществления магистральных и внутридорожных связей.

Телефонная связь токами в. ч. по воздушным линиям осуществляется по двухпроводным цепям с применением различных частотных полос для передачи в противоположных направлениях, т. е. по схеме, электрически эквивалентной четырехпроводной цепи. На кабельных линиях для телефонирования токами высокой частоты используют преимущественно однополосные системы связи по четырехпроводным цепям.

Ниже приводятся основные данные, характеризующие аппаратуру высокочастотного телефонирования, нашедшую распространение на сети связи железнодорожного транспорта СССР.

### Одноканальная аппаратура высокочастотного телефонирования без передачи тока несущей частоты типа ОКС

Эта аппаратура, изготавливаемая отечественной промышленностью, предназначена для уплотнения стальных цепей одним каналом в. ч. телефонирования в полосе частот 2,6—9,2 кГц. Она также может быть использована для уплотнения цветных цепей.

В комплект аппаратуры оконечной или усилительной станции входит не только оборудование для одного высокочастотного канала, но также и оборудование для телефонного канала т. ч., занимающего полосу частот 0,3—2,0 кГц. Кроме того, предусмотрена возможность уплотнения стальной цепи по схеме телеграфирования по искусственной цепи.

Частотные полосы каналов и несущие частоты указаны в табл. 166.

Таблица 166

Частотные полосы каналов одноканальной системы в. ч. телефонирования по стальным цепям

Наименование телефонного канала двустороннего действия	Номер одностороннего канала	Несущая частота в кГц	Рабочая полоса боковых частот в кГц
Тональной частоты . .	—	—	0,3÷2,0
Высокой частоты . . .	1	5,4	2,6÷5,1
	1'	6,4	6,7÷9,2

Основные электрические характеристики аппаратуры и образуемых при её помощи каналов указаны в табл. 167.

Таблица 167  
Электрические характеристики аппаратуры одноканальной системы для стальных цепей и образуемых при её помощи каналов

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Значение электрической характеристики
Усиление усилителя т. ч., входящего в комплект одноканальной системы при частоте 0,8 кГц . . . . .	нп	1,6—1,7
Затухание, компенсируемое оконечной аппаратурой в. ч. при наивысшей передаваемой частоте . . . . .	»	7,0
Усиление промежуточного усилителя в. ч. при наивысшей передаваемой частоте	»	7,3
Уровень передачи боковой частоты на выходе оконечной станции или промежуточного усилителя в. ч. при подаче нулевого уровня с частотой 0,8 кГц на коммутаторные клеммы канала . .	»	Около +2,0 по мощности, +2,35 по напряжению
Остаточное затухание телефонного канала в. ч. при частоте 0,8 кГц . . . . .	»	0,8
Полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам в. ч. . . .	кГц	0,3—2,8

Примечание. В данной и последующих таблицах под величинами затухания, компенсируемого аппаратурой, и её усиления следует понимать их максимальные значения, а под величиной остаточного затухания — его номинальное значение.

Скелетные схемы оконечной установки и промежуточного усилителя представлены на фиг. 201 и 202.

Оконечная и промежуточная усилительная аппаратура в. ч. снабжена устройствами автоматической регулировки уровня (АРУ). В качестве контрольных частот, управляющих действием приборов АРУ, используются несущие частоты 5,4 и 6,4 кГц, которые передаются по линии с уровнем, на 2,0 нп меньшим уровня боковых частот.

Для передачи и приема вызова по телефонному каналу в. ч. применена система тонального вызова с частотой 1 000 гц.

Аппаратура рассчитана для работы на лампах типа 6Ж7 и 6Ф6.

Всё оборудование как оконечной, так и промежуточной усилительной станции размещается на одной стойке размерами 2 500 × 530 мм. Монтаж оборудования двусторонний.

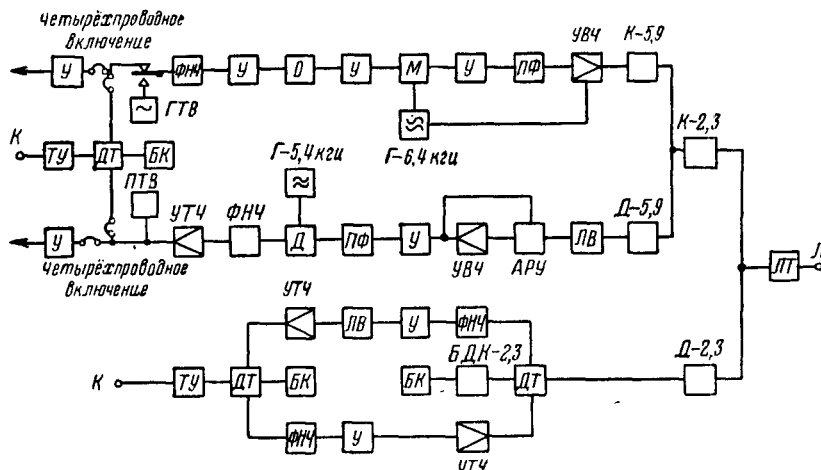
Для электропитания аппаратуры требуются источники постоянного тока с напряжениями 24 и 220 в; потребление тока составляет: на оконечную станцию 2,0 а при 24 в и 0,095 а при 220 в, на усилительную станцию 1,7 а при 24 в и 0,085 а при 220 в.

Аппаратура высокочастотного телефонирования с передачей тока несущей частоты типов СМТ-34 и ТВЧ-34

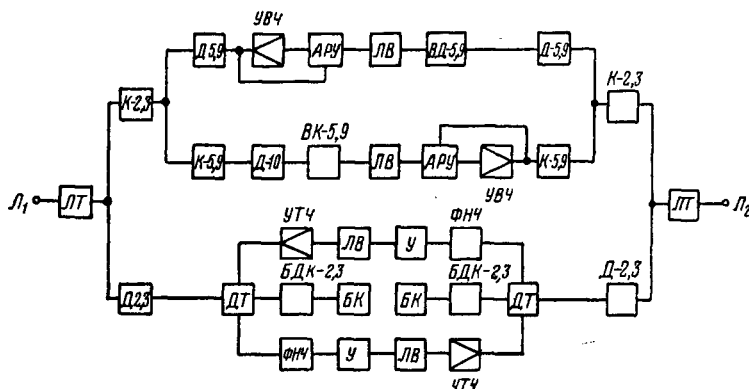
Отечественная аппаратура типа СМТ-34 и ТВЧ-34 первоначально была предназна-

чена для уплотнения цветной цепи тремя разговорами в. ч. в полосе частот от 10,4 до 38,4 кГц. Впоследствии также выпускалась

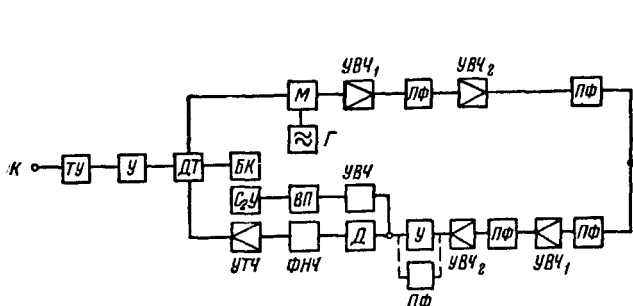
На линиях, уплотнённых трёхканальными системами без передачи тока несущей частоты, применяют расположение частотных



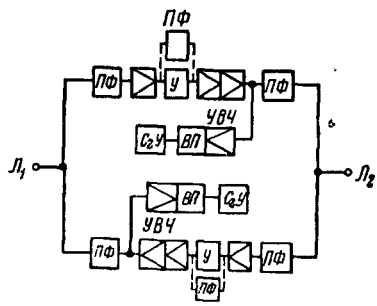
Фиг. 201. Скелетная схема оконечной установки одноканальной системы для стальных цепей



Фиг. 202. Скелетная схема промежуточной установки одноканальной системы для стальных цепей



Фиг. 203. Скелетная схема оконечного полукомплекта в. ч. типа СМТ-34



Фиг. 204. Скелетная схема усилителя в. ч. типа ТВЧ-34

аппаратура четвёртого и пятого разговоров для дополнительного уплотнения в полосе частот 42—65 кГц.

Распределение частотных полос отдельных каналов для пяти разговоров указано в табл. 168.

полос каналов № 4 и 5, указанное в табл. 169.

Основные электрические характеристики аппаратуры типа СМТ-34 и ТВЧ-34 и образуемых при помощи её телефонных каналов указаны в табл. 170.

Скелетные схемы оконечного полукомплекта типа СМТ-34 и промежуточного усилителя

Таблица 168

Распределение частотных полос каналов аппаратуры типа СМТ-34 и ТВЧ-34

Номер двустороннего канала (разговора)	Номер канала	Несущая частота в кГц	Передаваемая полоса боковых частот в кГц
1	1	12,8	10,4—12,8
	1'	23,0	25,6—28,0
2	2	17,8	15,4—17,8
	2'	33,4	31,0—33,4
3	3	20,7	20,7—23,1
	3'	38,4	36,0—38,4
4	4	42,0	42,0—44,4
	4'	51,0	43,6—51,0
5	5	53,6	53,6—56,0
	5'	62,6	62,6—65,0

Таблица 169

Распределение частотных полос каналов № 4 и 5, применяемых на цепях, уплотняемых трёхканальными системами без передачи тока несущей частоты

Номер двустороннего канала (разговора)	Номер канала	Несущая частота в кГц	Передаваемая полоса боковых частот в кГц
4	4	44,4	42,0—44,4
	4'	33,4	31,0—33,4
5	5	49,4	47,0—49,4
	5'	33,4	36,0—33,4

Таблица 170

Электрические характеристики аппаратуры типа СМТ-34 и ТВЧ-34 и образуемых при её помощи телефонных каналов

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Значение электрической характеристики
Затухание, компенсируемое оконечной аппаратурой	неп	5,0
Усиление промежуточного усилителя	»	5,0
Уровень несущей частоты на выходе оконечной установки или промежуточного усилителя	»	+2,5
Уровень боковой частоты на выходе оконечной установки или промежуточного усилителя при подаче нулевого уровня с частотой 0,8 кГц на коммутаторные клеммы канала	»	+ (0,8—1,0)
Остаточное затухание телефонного канала при частоте 0,8 кГц	»	1,0
Полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам	кГц	0,3—2,4

типа ТВЧ-34 показаны на фиг. 203 и 204 соответственно.

Регуляторы усиления приёмника в оконечных полукомплектах позволяют изменять его усиление: грубый в. ч. — в пределах 3,5 неп ступенями по 0,7 неп, точный в. ч. и точный т. ч. в пределах 1,5 неп ступенями по 0,1 неп каждый. Усилительные элементы промежуточных усилителей снабжены грубым и точным регуляторами в. ч. такого же типа, как и в оконечных полукомплектах.

Оконечная и промежуточная аппаратура снабжена сигнализацией уровня, причём в качестве контрольного тока используют ток несущей частоты. Сигнализатор уровня содержит усилительную и детекторную лампы. Сигнализация уровня приходит в действие

Таблица 171

Основные эксплуатационные регулировки аппаратуры СМТ-34 и ТВЧ-34

Название регулировки	Способ выполнения
Подбор смещения на сетку модуляторной лампы	Заметив положение стрелки миллиамперметра $MA_1$ , когда ключ $ПРМКА$ находится в положении «норм. смещ.», регулируют потенциометр $СММЛ$ до тех пор, пока отсчёт на $MA_1$ не будет равен замеченному при первом измерении
Проверка уровня несущей частоты на выходе передатчика	Переводят измерительный ключ в положение $Ур. Лер.$ и прочитывают показание миллиамперметра $MA_2$ , которое должно соответствовать данным, полученным при первоначальной регулировке связи
Проверка уровней несущей частоты вдоль линии	Проверку начинают с ближайшего промежуточного усилителя. Персонал, обслуживающий этот усилитель, после получения тока несущей частоты должен установить регуляторы усиления в. ч. $P_1У$ и $P_2У$ или $P_3У$ и $P_4У$ так, чтобы зелёная лампа ( $УНУ$ или $УВУ$ ) не горела; при этом точный регулятор должен находиться в положении, среднем между двумя положениями, при которых загорается зелёная лампа. Затем производят ту же работу со следующим усилителем
Регулировка усиления приёмника на в. ч.	После получения тока несущей частоты устанавливают регуляторы в. ч. ( $P_1УВ$ и $P_2УВ$ ) так, чтобы зелёная лампа $УЛР$ не горела. При этом точный регулятор должен находиться в положении, среднем между двумя положениями, при которых загорается лампа $УЛР$
Регулировка усиления т. ч. приёмника	В гнездо $G_2ВХ$ н.ч. на передающем конце включают генератор с частотой 500 гц и с нулевым уровнем. На приёмном конце в том же гнезде измеряют уровень приходящего тока на сопротивление 600 ом. Регулируя регулятор усиления т. ч. $P_3УН$ , добиваются получения заданной для данного канала величины уровня с точностью $\pm 0,05 неп$

при изменениях уровня на входе в установку приблизительно на  $\pm 0,3$  неп. Передача вызова осуществлена при помощи перерыва посылки в линию тока несущей частоты. Смеждугородного коммутатора и на междугородный коммутатор посылается вызывной ток с частотой  $25 \div 50$  гц. В оконечных полукомплектах и промежуточных усилителях применены электронные лампы типов ТО-141, ТО-142 и УО-186 и бареторы типа 1-Б-17.

Оконечную аппаратуру типа СМТ-34 монтируют на стойках размером  $2500 \times 680$  мм. На каждой стойке размещаются все детали оборудования, необходимые на оконечной станции для осуществления одного двустороннего разговора и его обслуживания. Такая стойка называется оконечным полукомплексом. Прямой и ответный полукомплекты образуют комплект.

Источники электропитания оконечного полукомплекта:  $24 \pm 2$  в, расход тока около  $2$  а;  $220 \pm 10$  в, расход тока около  $0,220$  а и вызывное напряжение  $60 \div 80$  в с частотой  $25 \div 50$  гц. Оборудование промежуточного усилителя ТВЧ-34 на один разговор размещается на стойке размером  $2500 \times 680$  мм.

Источники питания промежуточного усилителя:  $24 \pm 2$  в, расход тока  $2$  а и  $220 \pm 10$  в, расход тока около  $0,25$  а.

Эксплуатационные регулировки аппаратуры СМТ-34 и ТВЧ-34 даны в табл. 171.

#### Аппаратура высокочастотного телефонирования без передачи тока несущей частоты типов СМТ-35 и ТВЧ-35

Отечественная аппаратура типов СМТ-35 и ТВЧ-35 рассчитана для уплотнения тремя разговорами цепи из цветного металла в полосе частот от  $6,5$  до  $28,5$  кГц.

Распределение частотных полос каналов на шкале частот дано в табл. 172.

Основные электрические характеристики аппаратуры типов СМТ-35 и ТВЧ-35 и обра-

Таблица 172

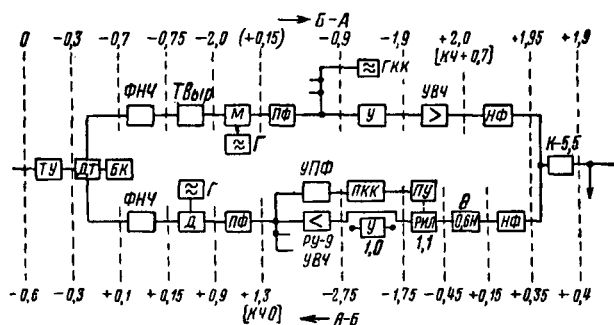
Распределение частотных полос каналов аппаратуры типа СМТ-35

Номер двустороннего канала (разговора)	Номер канала	Частота несущего тока в кГц	Передаваемая полоса боковых частот в кГц	Примечание
3	3	6,3	6,5—9,0	Группа нижних каналов
2	2	9,4	9,6—12,1	
1	1	12,9	13,1—15,6	
2	2'	20,7	18,0—20,5	Группа верхних каналов
1	1'	24,4	21,7—24,2	
3	3'	28,7	26,0—28,5	

Таблица 173

Электрические характеристики аппаратуры типов СМТ-35 и ТВЧ-35 и образуемых при ее помощи телефонных каналов

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Значение электрической характеристики
Затухание, компенсируемое оконечной аппаратурой при наивысшей передаваемой частоте	неп	5,5
Усиление промежуточного усилителя при наивысшей передаваемой частоте	»	5,5
Уровень боковой частоты на выходе оконечной установки или промежуточного усилителя при подаче нулевого уровня с частотой $0,8$ кГц на коммутаторные клеммы канала		+2,0
Остаточное затухание телефонного канала при частоте $0,8$ кГц	»	0,8
Полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам	кГц	$0,2 \div 2,7$



Фиг. 205. Скелетная схема оконечной станции в. ч. типа СМТ-35

зуемых при её помощи телефонных каналов даны в табл. 173.

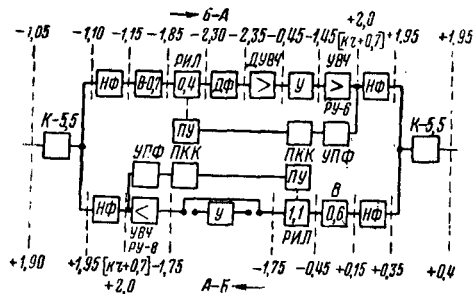
Скелетные схемы оконечной станции типа СМТ-35 и промежуточного усилителя типа ТВЧ-35 с указанием внутренней диаграммы уровней даны на фиг. 205 и 206. Усилитель ТВЧ-35 для биметаллических цепей снабжён дополнительным усилителем для группы низших частот.

Усиление групповых усилителей оконечных станций и промежуточных усилителей составляет около  $4,5$  неп в полосе частот  $6,0 \div 26,0$  кГц. Регуляторы усиления позволяют изменять его ступенями по  $0,2$  неп. Для регулировки усиления в отдельных каналах предусмотрены регуляторы усиления на входе в демодуляторы, имеющие по 16 ступеней, каждая ступень соответствует  $0,1$  неп.

Устройства автоматической регулировки уровня (АРУ) приходят в действие при длительном изменении затухания линии на величину, не меньшую  $(\pm 0,05) \div (\pm 0,07)$  неп. В этом случае по истечении  $3 \div 60$  сек. срабатывает релейная схема, изменяющая затухание регулируемой искусственной линии затухания (РЛЗ) до тех пор, пока на выходе группового усилителя не восстановится нормальное значение уровня контрольной частоты.

В качестве контрольной частоты может быть выбрана одна из указанных в табл. 174.

Наиболее удобны частоты 12 950 гц для направления А — Б и 24 450 гц для направления Б — А. Уровень тока контрольной



Фиг. 206. Скелетная схема усилителя в. ч. типа СМТ-35

Таблица 174

Контрольные частоты, применяемые в аппаратуре типа СМТ-35

Направление передачи	А—Б	Б—А
Возможные контрольные частоты в гц . . . . .	6 350, 9 450, 12 950	20 750, 24 450, 23 550

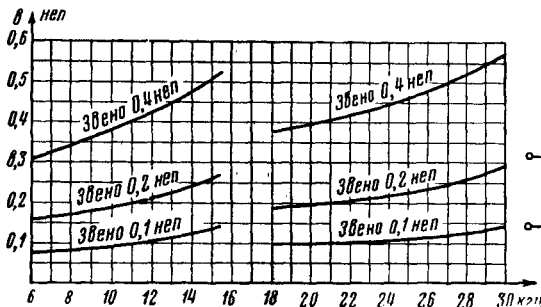
из которых семь звеньев (фиг. 207) с номинальными затуханиями 0,1 неп (одно звено), 0,2 неп (одно звено) и 0,4 неп (пять звеньев) являются искусственными линиями с искажением; восьмое звено представляет удлинитель с затуханием в 0,05 неп. Пределы регулировки составляют 2,35 неп ступенями по 0,05 неп. Выравниватели изготавливаются двух типов: I (для участков до 400 км) и II (для участков до 550 км). Схемы выравнивателей и их кривые затухания даны на фиг. 208. Если длина участка меньше номинальной, то вводят некоторое первоначальное затухание РИЛ для дополнения затухания участка до номинальной величины. Для передачи и приема вызова в аппаратуре применена система тонального вызова с частотой 1 000 гц.

Оконечные станции и промежуточные усилители рассчитаны для работы на лампах типов ТО-141, ТО-142 и УО-186 и на бареторах типа 1-Б-17.

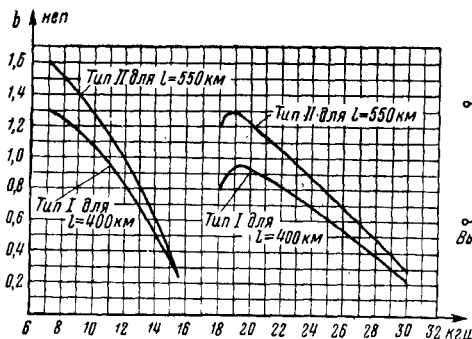
Аппаратура оконечной станции СМТ-35 расположена на восьми стойках размером 2 500 × 526 мм.

Оборудование усилителя ТВЧ-35 расположено на шести стойках размерами 2 500 × 526 мм.

Источники питания оконечной станции: 22 + 1 в, расход тока около 20 а; 200 + 6 в, расход тока около 1 а; 36 + 2 в, расход тока около 0,1 а и вызывное напряжение 60 ÷ 80 с частотой 25 ÷ 50 гц.



Фиг. 207. Схема звена регулируемой искусственной линии и кривые затухания звеньев



Фиг. 208. Схемы выравнивателей для медных цепей и их кривые затухания

частоты на выходе группового усилителя должен быть +0,7 ± 0,2 неп.

Основной элемент АРУ—регулируемая искусственная линия состоит из восьми звеньев,

Источники питания усилителя: 22 + 1 в, расход тока 8 ÷ 9 а; 200 + 6 в, расход тока около 0,8 а; 36 + 1 в, расход тока около 0,2 а.





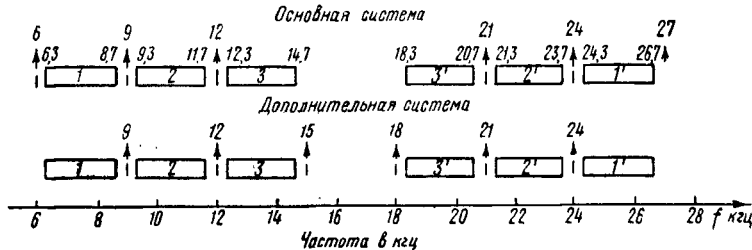
В остальных двух каналах в этом случае включаются предусмотренные в схеме оконечных станций ограничители амплитуд.

Общая дальность передачи по каналам, образованным при помощи аппаратуры типа В-3, может достигать 10 000 км. Наибольшая длина усилительного участка при медных проводах диаметром 4 мм, расстоянии между

в направлении передачи низших частот (А — Б) 9 и 24 кгц и

в направлении передачи высших частот (Б — А) 15 и 18 кгц.

Контрольные частоты 9 и 24 кгц используются для управления приборами автоматической регулировки уровня, а частоты 15 и 18 кгц — для приведения в действие сигналь-



Фиг. 210. Распределение частотных полос каналов аппаратуры типа В-3 на шкале частот

проводами 20 см и при условиях погоды «зима, изморозь, толщина отложений до 15 мм» может доходить до 400 км.

Аппаратура состоит из оконечных станций типа ОВ-3 (СМТ-47) и промежуточных усилителей типа УВ-3 (ТВЧ-47). Основные электрические характеристики аппаратуры типов ОВ-3 и УВ-3 и образуемых при её помощи каналов приведены в табл. 176.

Таблица 176

Электрические характеристики аппаратуры типов ОВ-3 и УВ-3 и образуемых при её помощи телефонных каналов

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Значение электрической характеристики
Затухание, компенсируемое оконечной аппаратурой при наивысшей передаваемой частоте . . . . .	неп	5,7
Усиление промежуточного усилителя при наивысшей передаваемой частоте . . . . .	»	5,7
Уровень боковой частоты на выходе оконечной установки или промежуточного усилителя при подаче нулевого уровня с частотой 0,8 кгц на коммутаторные клеммы канала . . . . .	»	+2,0
Остаточное затухание телефонного канала при частоте 0,8 кгц . . . . .	»	0,8
Полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам . . . . .	кгц	0,3—2,7

Упрощённые скелетные схемы оконечных станций А и Б типа ОВ-3 и промежуточного усилителя типа УВ-3 с указанием внутренней диаграммы уровней приведены на фиг. 211, 212 и 213.

Аппаратура снабжена устройствами плоской и наклонной автоматической регулировки уровня и дополнительной ручной регулировки. В каждом направлении передаются две контрольные частоты, а именно (независимо от варианта распределения частотных полос каналов на шкале частот):

ных устройств дополнительной ручной регулировки. Частота 9 кгц используется также для принудительной синхронизации несущих частот обеих совместно работающих оконечных станций.

Контрольные частоты передаются по линии с уровнями, на 1,5 неп меньшими уровней боковых частот.

Все несущие и контрольные частоты кратны частоте 3 кгц и получаются, как гармоники этой частоты, от гармонического генератора с основной частотой 3 кгц.

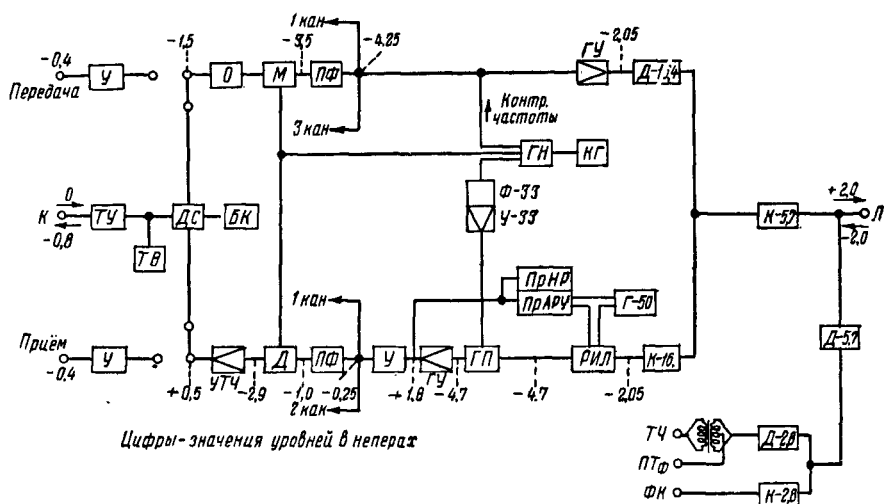
Индивидуальное оборудование оконечных станций представляет собой трёхканальный блок индивидуального оборудования каналов, передающий и принимающий полосу частот от 6,3 до 14,7 кгц. Эта полоса частот используется для передачи в направлении А — Б. Полоса частот, передаваемая в направлении Б — А (18,3—26,7 кгц), получается путём преобразования полосы частот 6,3—14,7 кгц в групповом преобразователе частоты, питаемым несущей частотой 33 кгц.

Устройство оконечных станций А и Б допускает преобразование при помощи простых переключений станции А в станцию Б и наоборот.

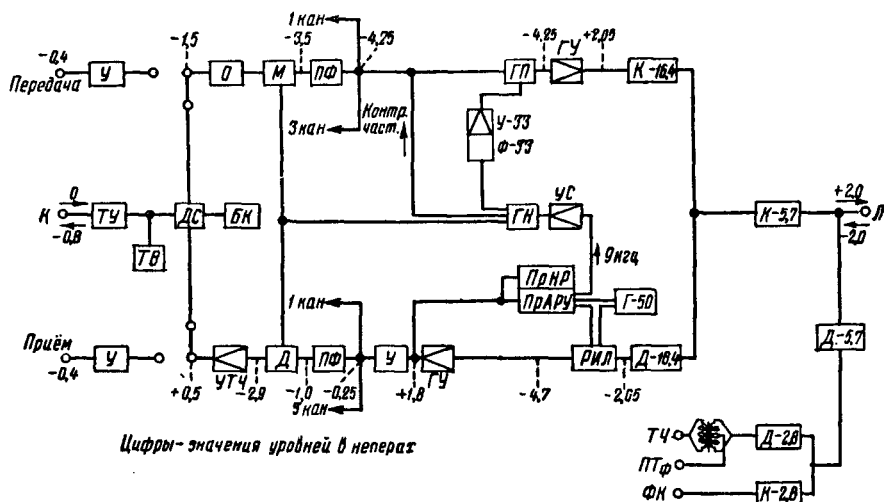
Для передачи и приёма вызова в аппаратуре применена система тонального вызова 1 000/20 или 500/20 гц.

Оконечные станции и промежуточные усилители рассчитаны для работы на новых стандартных лампах для аппаратуры дальней связи типов ТО-1 и ТО-2 или ТО-3 и ТО-4. Если станционное напряжение накала стабилизировано, то применяются лампы типов ТО-1 и ТО-2. При нестабилизированном напряжении накала используются лампы типов ТО-3 и ТО-4 с бареторами типа 0,425 Б5,5—12 (для ламп типа ТО-3) и 0,85 Б5,5—12 (для ламп типа ТО-4). В обозначениях бареторов первое число обозначает ток накала, а числа после буквы Б — пределы баретирования.

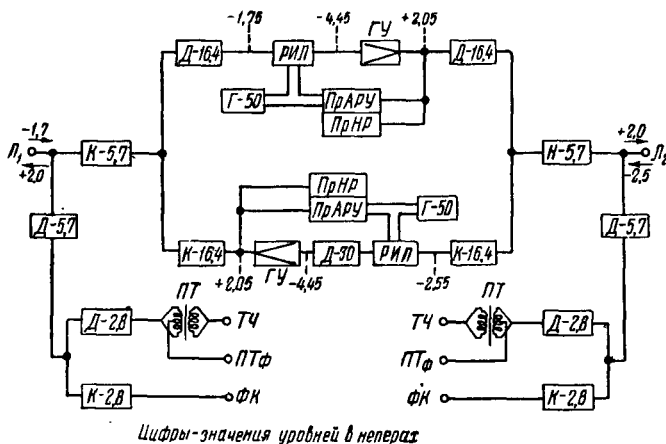
Оборудование оконечной станции типа ОВ-3 располагается на двух стойках размером 2 500 × 646 мм каждая, а оборудование промежуточного усилителя — на одной стойке такого же размера.



Фиг. 211. Скелетная схема оконечной станции А типа ОВ-3



Фиг. 212. Скелетная схема оконечной станции Б типа ОВ-3



Фиг. 213. Скелетная схема промежуточного усилителя типа УВ-3

Таблица 177

Данные о потреблении тока в цепях питания аппаратуры типов ОВ-3 и УВ-3

Тип ламп	Потребление тока в а											
	оконечная станция						промежуточный усилитель					
	цепи ано- дов	цепи на- кала	сигнальные цепи		транспарант		цепи ано- дов	цепи на- кала	сигнальные цепи		транспарант	
			от	до	от	до			от	до	от	до
ТО-1 и ТО-2	0,27 *	4,5 *	0,22	1,0	0,2	0,6	0,18 **	3,5 **	0,1	0,9	0,2	0,6
ТО-3 и ТО-4	0,20	6,0	0,22	1,0	0,2	0,6	0,18	4,7	0,1	0,9	0,2	0,6

\* Без нормального генератора.

\*\* Без указателя уровня.

В состав оборудования окончных и промежуточных усилительных станций, кроме основного оборудования, входят также линейные фильтры ДК-2,8 и ДК-5,7 и соответствующие им балансные фильтры БДК-2,8 и БДК-5,7, линейные и балансные переходные трансформаторы, а также измерительные приборы.

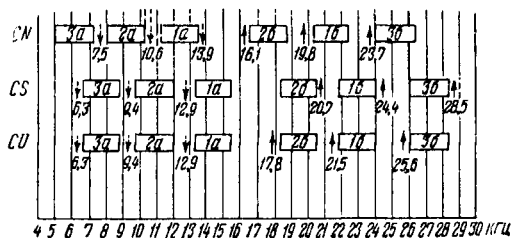
Электропитание аппаратуры может быть осуществлено от источников постоянного тока с напряжениями 24 и 220 в, а также от источника переменного тока с напряжением 127 или 220 в. В последнем случае аппаратура снабжается питающим устройством, содержащим выпрямители для цепей анодов и сигнализации и понижающий трансформатор для питания цепей накала.

Данные о потреблении тока в цепях питания приведены в табл. 177.

Аппаратура типа В-3 является наиболее совершенной из существующих в настоящее время типов аппаратуры в. ч. трёхканальных систем.

#### Аппаратура высокочастотного телефонирования без передачи тока несущей частоты типа С

Эта аппаратура, применяемая на некоторых линиях дальней связи железнодорожного транспорта, рассчитана для уплотнения цветных цепей тремя разговорами в полосе частот до 30 кГц (фиг. 214). В отношении схем, конструкции и электрических характеристик она



Фиг. 214. Распределение частотных полос каналов аппаратуры типа С на шкале частот

сходна с аппаратурой типов СМТ-35 и ТВЧ-35. Некоторое различие имеется в способе управления затуханием РИЛ; так, в аппаратуре С старого типа для этого вместо

релейной схемы применены двухходовые ступенчатые переключатели (искатели).

Один из последних выпусков аппаратуры типа С предназначен для уплотнения цветных цепей тремя телефонными каналами двустороннего действия в полосе частот от 6,3 до 28,4 кГц. Предусмотрены два варианта распределения частотных полос каналов на шкале частот, обозначаемые *CS* и *CU* (фиг. 214); они отличаются друг от друга инверсией несущих частот в группе высших по частоте каналов.

Основные электрические характеристики аппаратуры и образуемых при её помощи телефонных каналов приведены в табл. 178.

Таблица 178

Электрические характеристики аппаратуры типа С в шкафом оформлении и образуемых при её помощи телефонных каналов

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Значение электрической характеристики
Затухание, компенсируемое оконечной аппаратурой с выравнивателем для медных цепей при наивысшей передаваемой частоте	неп	5,17
То же, но с выравнивателем для биметаллических цепей	»	5,29
Усиление промежуточного усилителя с выравнивателем для медных цепей при наивысшей передаваемой частоте	»	5,17
То же, но с выравнивателем для биметаллических цепей	»	5,29
Уровень боковой частоты на выходе оконечной станции или промежуточного усилителя при подаче нулевого уровня с частотой 0,8 кГц на коммутаторные клеммы канала	»	+2,07
Остаточное затухание телефонного канала при частоте 0,8 кГц	»	0,7—1,04
Полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам	кГц	0,25—2,75

Оконечная аппаратура и промежуточные усилители снабжены автоматической регулировкой уровня, приходящей в действие при изменениях затухания линии в  $\pm 0,057$  неп.

Рекомендуемые частоты контрольного тока указаны в табл. 179.

Таблица 179

Варианты	Частота контрольного тока в кГц	
	группа низших по частоте каналов	группа высших по частоте каналов
CS	9,45	24,35
CU	9,45	21,45

Уровень контрольных частот на 1,2 *неп* ниже уровня боковых частот.

Для передачи и приёма вызова в аппаратуре применена система тонального вызова 1 000/20 *гц*.

В оконечной аппаратуре и в промежуточных усилителях применены электронные лампы типов 310А и 311А, выпрямительные лампы 394А и лампы с холодным катодом 346В.

В устройствах тонального вызова используют лампы типов 6S17 или 6S1GT и 6V6GT/G.

Оборудование оконечной станции, а также и оборудование промежуточного усилителя, размещены в двух шкафах размерами 2 135 × 565 × 432 мм каждый. В оконечных пунктах, кроме того, в отдельном шкафу размерами 712 × 565 × 432 мм размещены устройства тонального вызова.

Электропитание аппаратуры рассчитано от сети переменного тока с напряжением 105 ÷ 125 или 210 ÷ 250 в и частотой 50 ÷ 60 *гц*. Потребление электроэнергии составляет 250 *вт* на одну оконечную станцию и 200 *вт* на промежуточный усилитель. Потребление электроэнергии устройствами тонального вызова составляет 70 *вт*.

Для работы в устройствах тонального вызова используют статический преобразователь, служащий для преобразования переменного тока с частотой 50—60 *гц* и напряжением 110 в в переменный ток с частотой  $16\frac{2}{3}$  ÷ 20 *гц* и напряжением 75 в.

#### Аппаратура высокочастотного телефонирования без передачи тока несущей частоты типа SO-3-F

Данная аппаратура трёхканальной системы является одной из разновидностей аппаратуры типа С и изготавливается в двух вариантах, обозначенных SOS-3-F и SOT-3-F. Оба вида аппаратуры по своим электрическим

и аппаратура типа С, для работы на линиях из цветного металла.

Основные электрические характеристики оконечной и усилительной аппаратуры типа SO-3-F приведены в табл. 180.

Таблица 180

Электрические характеристики аппаратуры типа SO-3-F и образуемых при её помощи телефонных каналов в

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Значение электрической характеристики
Затухание, компенсируемое оконечной аппаратурой при наивысшей передаваемой частоте . . . . .	<i>неп</i>	5,2
Усиление промежуточного усилителя при наивысшей передаваемой частоте . . . . .	»	5,2
Уровень боковой частоты на выходе оконечной станции или промежуточного усилителя при подаче нулевого уровня с частотой 0,8 кГц на коммутаторные клеммы канала . . . . .	»	+2,05
Остаточное затухание телефонного канала при частоте 0,8 кГц . . . . .	»	0,7—1,0
Полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам . . . . .	кГц	0,3—2,6

Скелетные схемы оконечной станции и промежуточного усилителя типа SO-3-F приведены на фиг. 216 и 217.

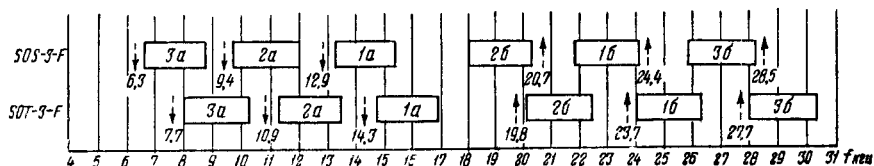
Усиление групповых усилителей оконечных станций и промежуточных усилителей может быть регулируемым в пределах почти 4,5 *неп* ступенями по 0,115 *неп*.

Аппаратура автоматической регулировки уровня не имеет, а снабжена сигнализацией уровня, что является её существенным недо-

Таблица 181

Контрольные частоты, используемые в аппаратуре типа SO-3-F

Система SOT-3-F		Система SOS-3-F	
направление передачи	частота контрольного тока в кГц	направление передачи	частота контрольного тока в кГц
А—Б	10,8 или 14,2	А—Б	9,3 или 12,8
Б—А	23,6 или 27,6	Б—А	20,8 или 24,5



Фиг. 215. Распределение частотных полос каналов аппаратуры типа SO-3-F на шкале частот

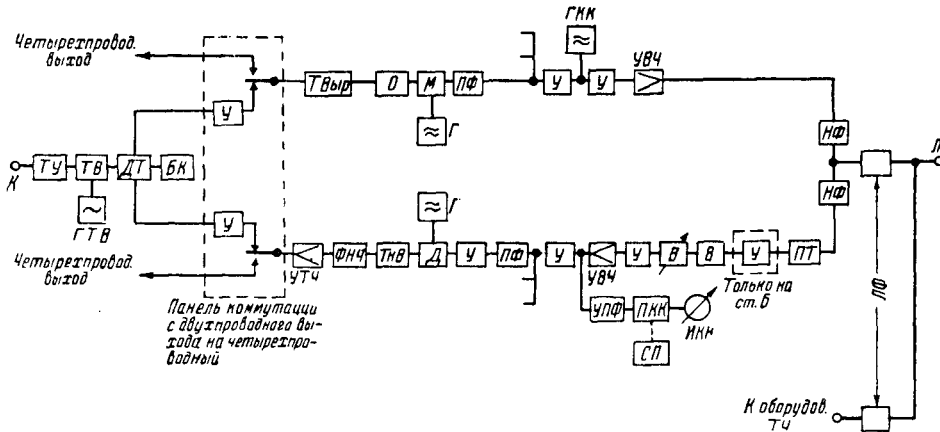
схемам и конструктивному оформлению одинаковы и отличаются друг от друга только различным расположением частотных полос каналов на шкале частот (фиг. 215). Аппаратура типа SO-3-F рассчитана так же, как

статком. Устройства сигнализации уровня приходят в действие при изменении уровня на  $\pm 0,2$  *неп*. Контрольные частоты, используемые для работы сигнализации уровня, указаны в табл. 181.

Выравнивание уровней осуществляется при помощи постоянного и переменного выравнивающих контуров. Постоянный контур служит для компенсации частотных искажений, вносимых участком длиной 160 км, а также

точного усилителя—на двух таких же стойках. Монтаж оборудования двусторонний.

Для работы оконечной и промежуточной аппаратуры требуются напряжения накала  $24 \pm 3$  в, анодное напряжение  $130 \pm 5$  в



Фиг. 216. Скелетная схема оконечной станции в. ч. типа SO-3-F

для устранения искажений, вносимых направляющими фильтрами. Переменный выравнивающий контур в совокупности с постоянным контуром позволяет компенсировать частотные искажения участка линии длиной до 360 км. Переменный контур состоит из трёх звеньев, которые можно включать или выключать из цепи. Одно звено контура обладает крутизной наклона его частотной кривой затухания в 0,023 неп/кГц, а два других звена — по 0,046 неп/кГц. Все три звена позволяют получить наибольшую крутизну затухания в 0,115 неп/кГц ступенями по 0,023 неп/кГц.

и напряжение смещения для ламп выходных ступеней групповых усилителей  $59 \div 60$  в. Потребление тока на одну оконечную станцию составляет в цепях накала 11 а, в анодных цепях 0,4 а, на промежуточную станцию — в цепях накала 7 а и в анодных цепях 0,275 а. При наличии специального блока питания аппаратуру можно питать от сети переменного тока с напряжением 120/220 в и частотой 50 Гц.

Электрические регулировки подобны указанным в табл. 175.

#### Аппаратура высокочастотного телефонирования типа В-12

Новая отечественная аппаратура высокочастотного телефонирования типа В-12 предназначена для уплотнения воздушных цветных цепей двенадцатью разговорами в полосе частот  $36 \div 143$  кГц.

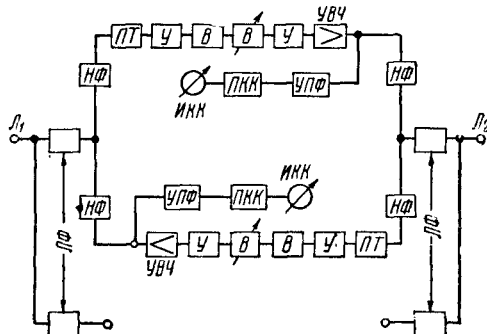
Аппаратура спроектирована для работы без передачи по линии тока несущей частоты и построена по групповой системе.

Для облегчения условий работы аппаратуры на параллельных цепях одной и той же воздушной линии предусмотрены четыре варианта расположения частотных полос каналов на шкале частот, отличающихся друг от друга инверсией несущих частот и сдвигом частотных полос каналов.

Оконечная аппаратура типа ОВ-12 рассчитана для работы на линии с затуханием до 9 неп при наивысшей передаваемой частоте. Остаточное затухание каналов при этом составляет 0,8 неп при частоте 0,8 кГц. Полоса эффективно передаваемых частот по каналам закладывается в пределах 300—3 400 Гц.

Для увеличения дальности передачи служат промежуточные усилители типа УВ-12, их наибольшее усиление составляет 9 неп при наибольшей передаваемой частоте.

Уровни передачи боковой частоты на выходе оконечных станций и промежуточных усилителей равны  $\pm 2$  неп при подаче нуле-



Фиг. 217. Скелетная схема усилителя в. ч. типа SO-3-F

Для передачи и приёма вызова в аппаратуре использована система тонального вызова, в которой применяется ток с частотой 500 Гц, прерываемый 17 раз в секунду.

Оконечная аппаратура рассчитана для работы на электронных лампах типов 4019-А, 4020-А, 4045-А и 4046-А, а промежуточный усилитель — на лампах типов 4020-А, 4045-А и 4046-А.

Оборудование оконечной станции располагается на трёх стойках высотой 2 500 мм и шириной 500 мм, а оборудование промежу-

вого уровня с частотой 0,8 кГц на коммутаторные клеммы любого канала.

При медных проводах диаметром 4 мм, расстоянии между проводами цепи 20 см и наличии на проводах отложений изморози толщиной слоя, равной 20 см, длина усиленного участка может достигать до 90 км. При меньшей толщине слоя изморози длина усиленного участка может быть соответственно увеличена.

Общая дальность связи по каналам, образованным при помощи аппаратуры типа В-12, достигает нескольких тысяч километров.

Для обеспечения постоянства остаточного затухания каналов оконечная и промежуточная аппаратура снабжена устройствами двухчастотной автоматической регулировки усиления электромеханической системы. Для управления работой приборов автоматической регулировки усиления по линии передаются контрольные токи частотой 40 и 80 кГц в одном направлении и 92 и 143 кГц — в обратном направлении. Эти частоты одинаковы для всех вариантов расположения частотных полос каналов на шкале частот. Контрольные частоты 40 и 143 кГц служат для управления работой приборов наклонной регулировки, а частоты 80 и 92 кГц — для управления действием приборов плоской регулировки. Уровни контрольных токов на 1,5 нп ниже уровней боковых частот.

Для передачи и приёма вызова оконечные станции типа ОВ-12 снабжены устройствами тонального вызова, посылающими в сторону линии и принимающими из неё ток с частотой 1 000 или 500 Гц, прерываемый 20 раз в секунду.

Включение оконечной и промежуточной аппаратуры в линию производится при помощи комплекта линейных фильтров ДК-33.

Оконечные станции и промежуточные усилители рассчитаны для работы на лампах типов ТО-1 и ТО-2 или ТО-3 и ТО-4. Лампы типов ТО-1 и ТО-2 применяются при стабилизированном напряжении накала, а лампы типов ТО-3 и ТО-4 — при нестабилизированном. В последнем случае в цепи накала включаются бареторы типов 0,425-Б5,5-12 (для ламп типа ТО-3) и 0,85-Б5,5-12 (для ламп типа ТО-4).

Оборудование оконечной станции типа ОВ-12 располагается на 8 стойках размером 2 500 × 646 мм каждая, а оборудование промежуточного усилителя — на трёх стойках того же размера. Промежуточные усилители изготавливаются двух типов — основные и дополнительные. Основные усилители предназначены для установки в пунктах, где размещаются усилители тональной частоты и промежуточные усилители трёхканальной системы. Дополнительные усилители устанавливаются в тех пунктах, где нет усилителей трёхканальной системы.

В отношении свойств усилительных трактов оба типа усилителей одинаковы. Различие между ними состоит в наличии в дополнительных усилителях обходных фильтров ДК-2,6 и переговорно-вызывного устройства для служебной связи.

Электропитание аппаратуры предусмотрено от источников постоянного тока. При стабилизированных напряжениях источников

тока напряжение накала может заключаться в пределах от 21,2 до 27 в, а анодное напряжение должно быть равно 206 в; допустимые колебания напряжения в обоих случаях составляют  $\pm 3\%$ . При нестабилизированных напряжениях источников тока напряжение накала может составлять от 23,0 до 25,2 в, анодное напряжение должно быть равно 220 в, допустимые колебания напряжений в обоих случаях составляют  $\pm 10\%$ .

Потребление тока оборудованием оконечной станции в зависимости от типа станции (А или Б) и варианта распределения частотных полос каналов на шкале частот от источника тока накала составляет от 18,9 до 21,8 а при стабилизированном напряжении и от 24,5 до 28,4 а — при нестабилизированном напряжении, а от источника анодного напряжения — от 0,95 до 1,08 а.

Потребление тока оборудованием промежуточного усилителя от источника тока накала равно 6,08 а при стабилизированном напряжении и 8,1 а — при нестабилизированном напряжении, а от источника анодного напряжения — 0,432 а. Периодический расход тока, потребляемого устройствами автоматической регулировки уровня и приборами сигнализации, составляет 0,7 а от источника тока накала и 0,015 а от источника анодного напряжения. Для дополнительных усилителей требуется ещё 0,15 а от источника тока накала для питания приборов переговорно-вызывного устройства.

Источник вызывного тока, требующийся для оконечных и дополнительных усилительных станций, должен иметь напряжение 60  $\pm$   $\pm 80$  в и частоту 15  $\pm$  50 Гц.

#### Аппаратура высокочастотного телефонирования без передачи тока несущей частоты типа МЕ-8

Эта аппаратура предназначена для уплотнения двухпроводных цепей восьмью телефонными каналами двустороннего действия в полосе частот от 6 до 60 кГц. Она может работать как на цветных воздушных, так и на кабельных линиях.

Распределение частотных полос каналов на шкале частот дано в табл. 182.

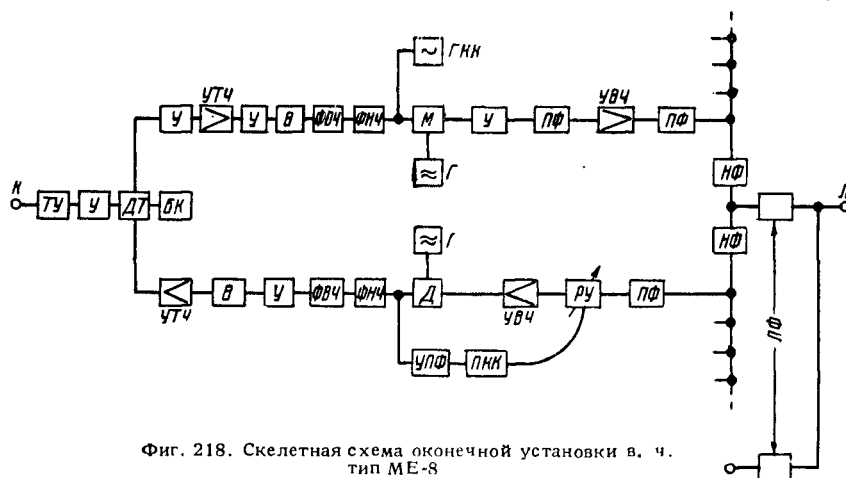
Таблица 182

Распределение частотных полос каналов аппаратуры типа МЕ-8

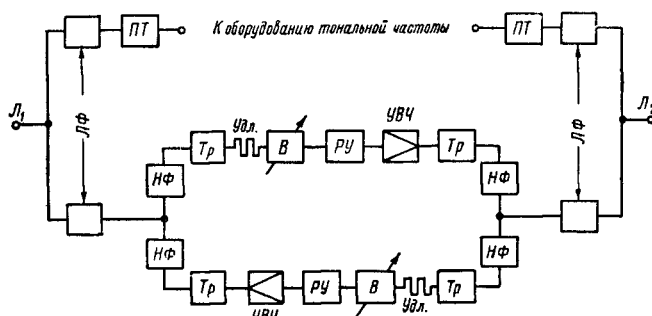
Номер двухстороннего канала	Номер канала	Частота несущего тока в кГц	Передаваемая полоса боковых частот в кГц	Примечание
1	1	6,0	6,3—8,6	Группа нижних каналов
2	2	9,0	9,3—11,6	
3	3	12,0	12,3—14,6	
4	4	15,0	15,3—17,6	
5	5	18,0	18,3—20,6	
6	6	21,0	21,3—23,6	
7	7	24,0	24,3—26,6	
8	8	27,0	27,3—29,6	
1	1'	36,0	36,3—38,6	Группа верхних каналов
2	2'	39,0	39,3—41,6	
3	3'	42,0	42,3—44,6	
4	4'	45,0	45,3—47,6	
5	5'	48,0	48,3—50,6	
6	6'	51,0	51,3—53,6	
7	7'	54,0	54,3—56,6	
8	8'	57,0	57,3—59,6	

Основные электрические характеристики аппаратуры типа МЕ-8 и образуемых при её помощи каналов даны в табл. 183.

и другого для наклонной регулировки усиления. Устройство для наклонной регулировки (выравниватель) имеет 24 ступени регулировки



Фиг. 218. Скелетная схема оконечной установки в. ч. типа МЕ-8



Фиг. 219. Скелетная схема промежуточного усилителя в. ч. типа МЕ-8

Скелетные схемы оконечной установки и промежуточного усилителя типа МЕ-8 приведены на фиг. 218 и 219. Аппаратура приспособлена для выделения отдельных каналов в пунктах установки промежуточных усилителей. Скелетные схемы включения оконечной аппаратуры для выделения каналов в пункте установок промежуточного усилителя показаны на фиг. 220, а и б.

Линейные фильтры в оконечных и промежуточных установках приспособлены для работы на воздушных и кабельных линиях с волновыми сопротивлениями 600 и 150 ом соответственно.

Оконечная аппаратура снабжена автоматической регулировкой уровня, отдельной для каждого телефонного канала. Для приведения в действие приборов АРУ используется контрольный ток с частотой 2,9 кГц, одинаковой для всех каналов. Устройства АРУ приходят в действие при изменении затухания линии в пределах  $\pm 0,075$  неп и обеспечивают постоянство остаточного затухания канала в пределах  $\pm 0,2$  неп.

Уровень тока контрольной частоты в линии на 2,5 неп ниже уровня боковых разговорных частот.

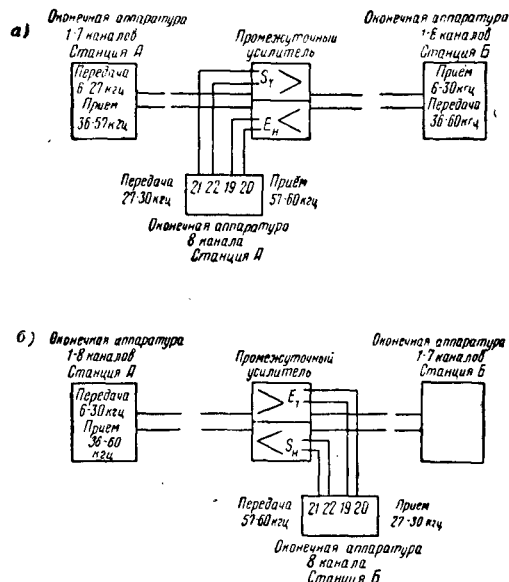
Устройства для ручной регулировки усиления в промежуточном усилителе для каждого направления передачи состоят из двух регуляторов усиления — одного для плоской

Таблица 183

Электрические характеристики аппаратуры типа МЕ-8 и образуемых при её помощи каналов

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Значение электрической характеристики
Затухание, компенсируемое оконечной аппаратурой в нормальных условиях . . . . .	неп	4,0
То же, но в исключительных условиях . . . . .	»	6,0
Усиление промежуточного усилителя при наивысшей передаваемой частоте . . . . .	»	5,0
Уровень передачи на выходе оконечной установки или промежуточного усилителя при подаче нулевого уровня с частотой 0,8 кГц на коммутаторные клеммы канала при использовании воздушной линии в нормальных условиях . . . . .	»	+1,2
То же, но в исключительных условиях . . . . .	»	+1,6
То же, но при работе на кабельной линии . . . . .	»	+0,5
Остаточное затухание телефонного канала при частоте 0,8 кГц . . . . .	»	0,8
Полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам . . . . .	кГц	0,3—2,6

(показанные на фиг. 221 и 222 для прямого и обратного направлений передачи). Регулятор



Фиг. 220. Скелетные схемы включения аппаратуры типа МЕ-8 при выделении канала в пункте установки промежуточного усилителя. Передатчик выделяемого канала присоединяется через потенциометр, вносящий затухание порядка 3 неп., параллельно входу усилительного элемента промежуточного усилителя соответствующего направления передачи; приёмник подключается через потенциометр, вносящий затухание около 4,2 неп. параллельно выходу усилительного элемента обратного направления передачи

Отсутствие автоматической регулировки уровня в промежуточных усилителях является крупным недостатком аппаратуры типа МЕ-8.

Передача вызова осуществляется путём повышения уровня тока контрольной частоты при посылке с коммутатора индукторного вызова.

Аппаратура допускает применение тонального вызова и передачу импульсов дальнего искания.

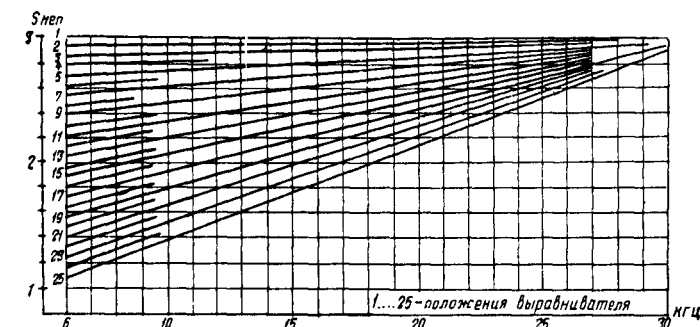
Оконечная аппаратура рассчитана для работы на электронных лампах типа В1, Е2а и С3б. В промежуточном усилителе применены лампы типа Е2д.

В конструктивном отношении аппаратуру типа МЕ-8 подразделяют на переносную и стационарную. Оборудование оконечной станции переносного типа (МЕК-8) состоит из восьми стоек каналов и одной стойки общего оборудования. Размер каждой стойки 1 000 × 735 × 400 мм. Каждая стойка каналов содержит все элементы, необходимые для организации одного телефонного двустороннего канала. Оборудование оконечной станции на восемь каналов стационарного типа располагается на трёх стойках стандартного размера.

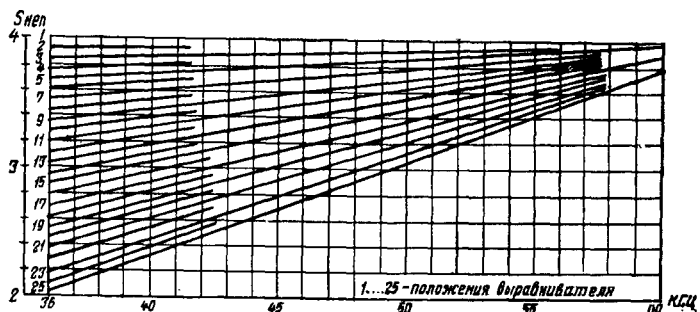
Детали оборудования промежуточного усилителя в обоих случаях монтируются на одной стойке размерами 1 485 × 735 × 400 мм.

Питание аппаратуры предусмотрено от сети переменного тока с напряжением 110, 127, 150, 220 или 240 в и с частотой 50 гц.

Оборудование одного канала на оконечной станции потребляет 180 вa, а промежуточный усилитель 300 вa.



Фиг. 221. Кривые усиления промежуточного усилителя типа МЕ-8 в полосе частот 6—30 кГц при 17-м положении регулятора усиления и всех положениях переключателя выравнивающего контура



Фиг. 222. Кривые усиления промежуточного усилителя типа МЕ-8 в полосе частот 36—60 кГц при 17-м положении регулятора усиления и всех положениях переключателя выравнивающего контура

усиления для плоской регулировки имеет 24 ступени и служит для изменения усиления в пределах 3,6 неп. ступенями по 0,15 неп.

При необходимости аппаратура может быть переведена путём небольших переделок на питание от постоянного тока.



Основные эксплуатационные регулировки аппаратуры типа МЕ-8 даны в табл. 184.

используется частота 204 кГц. При желании можно не пользоваться групповым

Таблица 184

Основные эксплуатационные регулировки аппаратуры типа МЕ-8

Наименование регулировки	Схема измерения	Норма
Балансировка модулятора		$p < -1,3 \text{ nep}$ при включении ЛФ на 600 ом, $p < -2,0 \text{ nep}$ при включении ЛФ на 150 ом
Регулировка уровней исходящих токов боковой частоты		$p_1 = +1,2 \text{ nep}$ при включении ЛФ на 600 ом, $p_1 = +0,5 \text{ nep}$ при включении ЛФ на 150 ом
То же контрольного тока		$p = -1,3 \text{ nep}$ при включении ЛФ на 600 ом, $p = -2,0 \text{ nep}$ при включении ЛФ на 150 ом
То же контрольного тока при посылке вызова	Измерение производится по предыдущей схеме, но уровень контрольного тока повышается на 2 nep путём нажатия на якорь реле В и К или А и К	$p = +1 \text{ nep}$ при включении ЛФ на 600 ом, $p = +0,3 \text{ nep}$ при включении ЛФ на 150 ом

### Аппаратура высокочастотного телефонирования без передачи тока несущей частоты типа МГ 15/3

Эта аппаратура рассчитана для уплотнения цветных цепей пятнадцати телефонными каналами двустороннего действия в полосе частот от 48 до 156 кГц. Данная система высокочастотного телефонирования является системой с предварительным, полосовым и групповыми преобразованиями частот.

Полосы частот, используемые в системе для передачи в прямом и обратном направлениях, и принцип преобразования частот показаны на фиг. 223. Кроме того, данные о несущих частотах, используемых в системе, приведены в табл. 185.

Основные электрические характеристики аппаратуры и образуемых при её помощи телефонных каналов указаны в табл. 186.

Скелетные схемы оконечной станции и промежуточного усилителя типа МГ-15/3 приведены на фиг. 224 и 225. В схеме промежуточного усилителя для упрощения устройства вводов в здания усилительных станций предусмотрено групповое преобразование частоты, причём в качестве несущей частоты

преобразованием в промежуточных усилителях.

На оконечных и промежуточных усилительных станциях системы предусмотрена автоматическая регулировка уровня, приходящая в действие при изменении затухания линии на  $\pm 0,2 \text{ nep}$ . Наибольший предел регулировки составляет 2,5 nep.

Контрольные частоты, используемые для работы АРУ, имеют значения 90 кГц  $\pm$

Таблица 185

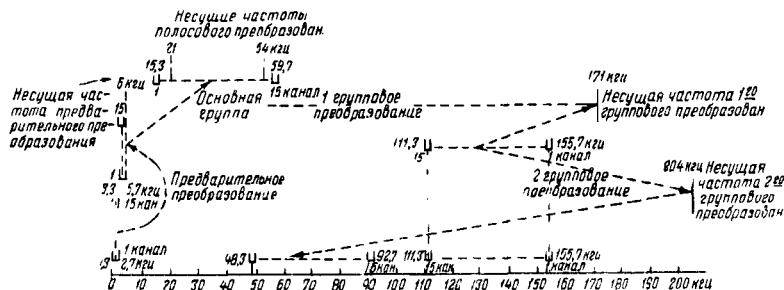
Несущие частоты, используемые в пятнадцатиканальной системе

Обозначение несущей частоты	Значение несущей частоты в кГц
Несущая частота предварительного преобразования . . . . .	6,0
Несущая частота полосового преобразования . . . . .	21, 24, 27 и т. д. до 54
Несущая частота первого группового преобразования . . . . .	171
Несущая частота второго группового преобразования . . . . .	204

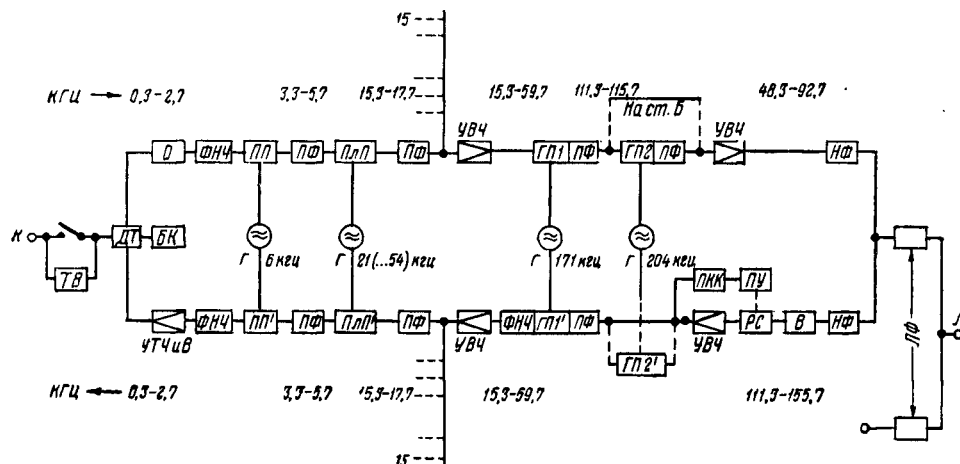
$\pm 50$  гц для одного направления и  $114 \text{ кгц} \pm \pm 50$  гц для обратного направления передачи.

Для передачи вызова в аппаратуре применена система тонального вызова 500/20 гц.

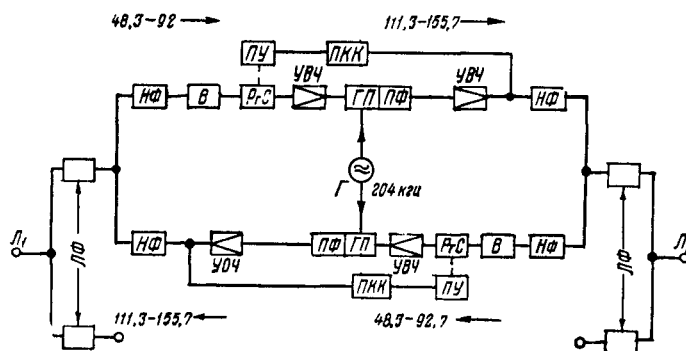
общими размерами  $3\,340 \times 2\,600 \times 615 \text{ мм}$ . Промежуточная станция состоит из двух стоек, заключённых в раму общими размерами  $1\,140 \times 2\,600 \times 615 \text{ мм}$ .



Фиг. 223. Схема преобразования частот в аппаратуре пятнадцатиканальной системы



Фиг. 224. Скелетная схема оконечной станции А пятнадцатиканальной системы в. ч.



Фиг. 225. Скелетная схема промежуточного усилителя пятнадцатиканальной системы в. ч.

Оконечная аппаратура рассчитана для работы на электронных лампах типов Аа, СЗд, Е2с и Ес.

В промежуточных усилителях применены лампы типов Е2с и Ес.

Оборудование оконечной станции размещено на пяти стойках, заключённых в раму

Электропитание аппаратуры предусмотрено непосредственно от сети переменного тока с напряжениями 110/125 или 220/240 в и с частотой 50 гц. Мощность переменного тока, потребляемая оконечной станцией, составляет 900 вa, а промежуточным усилителем — 560 вa.

Таблица 186

**Электрические характеристики аппаратуры в. ч. пятнадцатиканальной системы и образуемых при её помощи телефонных каналов**

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Значение электрической характеристики
Затухание, компенсируемое оконечной аппаратурой при наивысшей передаваемой частоте	неп	5,0
Усиление промежуточного усилителя при наивысшей передаваемой частоте	»	5,0
Уровень передачи на выходе оконечной установки или промежуточного усилителя при подаче нулевого уровня с частотой 0,8 кГц на коммутаторные клеммы канала	»	+1,5
Остаточное затухание телефонного канала при частоте 0,8 кГц	»	0,8
Полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам	кГц	0,3—2,7

Электрические проверки и регулировки аппаратуры производятся в соответствии с особыми инструкциями.

Аппаратура типа MG 15/3 обладает рядом существенных недостатков, к главным из которых относятся: небольшая дальность передачи; небольшая величина затухания, компенсируемого оконечной аппаратурой и промежуточными усилителями; одночастотная система АРУ; узкая полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам, и др.

#### Общие сведения об аппаратуре высокочастотного телефонирования без передачи по линии тока несущей частоты типа J-2

Эта аппаратура предназначена для уплотнения цветных цепей двенадцатью телефонными каналами двустороннего действия в полосе частот свыше 36 кГц. Существуют четыре варианта расположения частотных полос каналов на шкале частот, занимающих область частот от 36 до 143 кГц. Перенос полосы разговорных частот в полосу частот, передаваемых по линии, осуществляется при помощи одной индивидуальной и двух групповых ступеней преобразования.

Оконечная аппаратура и промежуточные усилители двенадцатиканальной системы компенсируют при высшей передаваемой частоте затухание линии до 9 неп. Уровень боковой частоты на выходе оконечных станций и промежуточных усилителей при подаче на коммутаторные клеммы каналов нулевого уровня с частотой 0,8 кГц составляет +2,0 неп. Остаточное затухание телефонных каналов может быть устанавливаемо в пределах 0,7—1,0 неп при частоте 0,8 кГц. Полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам, лежит в пределах от 0,15 до 3,55 кГц. Система допускает удвоение числа каналов путём разделения частотной полосы 0,15—3,55 кГц

«широкого» канала на два «узких» канала. В случае деления каналов по каждому узкому каналу передаётся полоса частот 0,3—1,7 кГц. Уровень боковой частоты в каждом канале при этом снижается с +2,0 до +1,0 неп.

Оконечные станции и промежуточные усилители снабжены автоматической регулировкой уровня, управляемой двумя токами контрольной частоты 40 и 80 кГц для одного направления передачи и 92 и 143 кГц для обратного направления. Приборы АРУ приходят в действие при изменении затухания линии на  $\pm 0,05$  неп.

Промежуточные усилители системы по способу установки разделяются на основные и дополнительные. Основными называются усилители, устанавливаемые совместно с усилителями трёхканальной системы. Дополнительные усилители располагаются в числе от одного до трёх между главными усилителями (через 80—120 км).

По методу обслуживания различают главные и вспомогательные усилительные станции. Последние, как правило, приспособлены для работы без обслуживающего персонала.

Оборудование оконечной станции при установке первой системы занимает до 15 стоек, а промежуточный усилитель — до 5—7 стоек. При дальнейшем развитии на каждую новую систему требуется меньшее количество стоек.

Для электропитания аппаратуры требуются источники постоянного тока с напряжениями 24 и 130 в; потребление тока составляет соответственно 29 а (регулируемые батареи) и 1,35 а на оконечную станцию и 5,2 и 0,35 а на промежуточный усилитель.

#### Общие сведения об уплотнении междугородных кабелей

В практике высокочастотного телефонирования по кабелям используют кабели четвёрочного типа со звёздной скруткой, кабели того же типа, но с повышенной индуктивностью, и коаксиальные, или концентрические кабели.

Высокочастотные кабели четвёрочного типа применяют с бумажно-кордельной или со стирофлексо-кордельной изоляцией жил. В качестве материала жил используют медь или алюминий. Диаметр медных жил составляет обычно 1,2 мм, а алюминиевых — 1,55 мм.

Электрическая ёмкость пары жил высокочастотного кабеля составляет 0,0265 мкф/км при бумажно-кордельной изоляции и 0,0235 мкф/км при стирофлексо-кордельной изоляции.

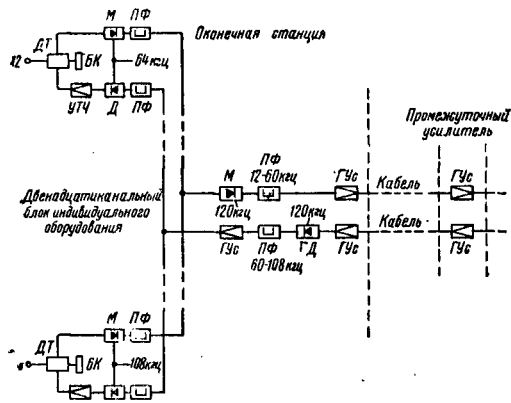
Кабели с бумажно-кордельной изоляцией, не имеющие устройств для повышения индуктивности, уплотняются, как правило, по однополосной четырёхпроводной системе в полосе частот от 12 до 60 кГц. При использовании этой полосы частот применяется двенадцатиканальная система высокочастотного телефонирования. Предусматривается уплотнение непупинизированных кабелей в полосе частот от 12 до 108 и даже до 156 кГц с использованием высокочастотных систем на 24 и соответственно 36 телефонных каналов.

Длина усилительного участка при диаметре медных жил 1,2 мм достигает при двенадцатиканальной системе 40 км, а при двадцатичетырёхканальной системе — 33 км.

Возможно уплотнение кабелей также по двухполосной двухпроводной системе, например, при помощи аппаратуры типа МЕ-8 или специально разработанной для этого аппаратуры. Однако этот способ уплотнения применяется относительно редко.

При стирофлексо-кордельной изоляции жил обычно применяется повышение индуктивности кабеля при помощи катушек индуктивности. В настоящее время применяется следующая система повышения индуктивности кабеля:  $L_s = 1,75$  миллигенри и  $s = 284$  м, где  $L_s$  — индуктивность катушки и  $s$  — расстояние между катушками. Предельная частота такого кабеля составляет 91,4 кГц, что позволяет уплотнять в полосе частот до 60 кГц. Длина усилительного участка достигает 120 км.

Некоторыми недостатками кабелей с повышенной индуктивностью являются меньшая скорость распространения (по сравнению с неуплотненными кабелями) и ограниченная возможность уплотнения их. Однако в ряде случаев применение их приносит известное преимущество, обусловленное большей длиной усилительного участка.



Фиг. 226. Скелетная схема уплотнения неуплотненного кабеля

При уплотнении многоканальными высокочастотными системами четырехпроводных цепей требуется достаточно высокое переходное затухание на ближнем конце как между парами одной системы, так и между парами различных систем. В связи с этим применяют или специально экранированные кабели или отдельные кабели для прямого и обратного направлений передачи. Несмотря на занятие четырех жил кабеля, однополосная система высокочастотного телефонирования в экономическом отношении выгодна при наложении многих разговоров, вследствие простоты устройства промежуточных усилителей, даже при включении их в линию через сравнительно небольшие расстояния (порядка 40 км).

Многоканальные однополосные системы высокочастотного телефонирования, приме-

няемые для уплотнения кабелей, являются, как правило, системами с многократным преобразованием частоты. Пример построения скелетной схемы одной из таких систем на 12 телефонных каналов двустороннего действия показан на фиг. 226.

Аппаратура высокочастотного телефонирования типа К-12 для кабельных линий. Для уплотнения кабелей с кордельной изоляцией и четвёрочной скруткой жил отечественная промышленность изготавливает аппаратуру высокочастотного телефонирования двенадцатиканальной системы типа К-12. Эта аппаратура, спроектированная для работы без передачи по линии тока несущей частоты и построенная по групповой системе, предназначена для организации связи по однополосной четырехпроводной системе. В каждом направлении по линии передаётся одна и та же полоса частот от 12 до 60 кГц.

Оконечная аппаратура и промежуточные усилители при частоте 60 кГц компенсируют затухание линии до 7,5 неп, что соответствует длине усилительного участка около 45 км при жилах диаметром 1,2 мм и кордельно-бумажной изоляции жил.

Остаточное затухание телефонных каналов составляет нормально 0,8 неп при частоте 0,8 кГц.

Полоса частот, эффективно передаваемых по каналам, заключается в пределах от 300 до 3 400 Гц. Максимальный уровень боковой частоты при подаче нулевого уровня с частотой 0,8 кГц на коммутаторные клеммы канала равен +0,5 неп. Постоянство остаточного затухания каналов обеспечивается применением в оконечной аппаратуре и в промежуточных усилителях автоматической регулировки усиления.

Система вызова такая же, как и в аппаратуре типа В-12.

В зависимости от наличия и типа устройств автоматической регулировки усиления промежуточные усилители изготавливают следующих типов: с фиксированным усилением, с плоской автоматической регулировкой усиления и со сложной (плосконаклонной) автоматической регулировкой усиления.

Кроме того, при длине связи, превышающей 2 000 км, применяется «выпуклая» автоматическая регулировка. Промежуточные усилители также подразделяются на обслуживаемые и необслуживаемые.

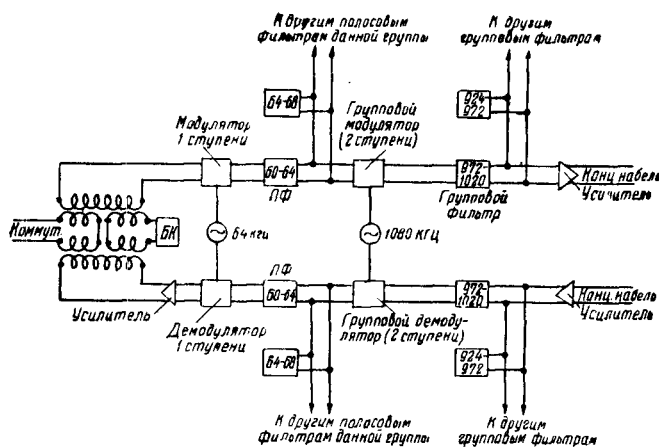
Основное оборудование оконечной станции размещается на 6 стойках размером 2 500 × 646 мм, а промежуточных усилителей всех типов — на одной такой же стойке.

Электропитание аппаратуры предусмотрено от источников постоянного тока напряжением 24 и 220 в.

Концентрические кабели, обладающие теми же преимуществами, что и четвёрочные кабели обычного типа, имеют ещё и свои достоинства: сравнительно малое затухание в области частот до нескольких тысяч мГц и хорошую защиту от внешних помех при частотах не ниже 60 кГц. Помехи в концентрических парах обуславливаются только внутренними шумами кабеля. Поэтому кабели такого рода возможно уплотнять в полосе частот до нескольких мГц.

Принцип построения одной из скелетных схем уплотнения концентрического кабеля представлен на фиг. 227. Схема основана на применении стандартных двенадцатиканальных блоков (применяющихся также в аппаратуре высокой частоты для уплотнения двенадцатью каналами воздушных линий и кабелей четверочного типа), работающих в полосе частот 60—108 кГц. Девятнадцать таких полос переносятся при помощи второй групповой модуляции в определённую часть полосы частот от 108 до 1 020 кГц. Двадцатая полоса 60—108 кГц совместно с частотами от 108 до 1 020 кГц через групповой усилитель передаётся в линию.

На приёмной станции процесс преобразования частот происходит в обратном порядке. Таким образом, удаётся осуществить одновременную передачу 240 разговоров по четырёхпроводной цепи.



Фиг. 227. Принцип уплотнения концентрического кабеля

Промежуточные усилители состоят только из двух усилительных элементов с отрицательной обратной связью. Усиление их обеспечивает длину усилительного участка в 16 км при диаметре внутренней медной жилы кабеля в 1,8 мм и внутреннем диаметре внешнего проводника (цилиндра), равном 6,7 мм.

Также возможно уплотнение концентрических кабелей в полосе частот 1 000—4 000 кГц, в пределах которой можно разместить или 720 телефонных разговоров или передачу высококачественного телевидения; промежуточные усилители для этой полосы частот устанавливают через 8 км.

Промежуточные усилители вследствие частого расположения их частично устраивают необслуживаемыми; питание к ним подают переменным током из ближайших обслуживаемых пунктов по тем же концентрическим парам.

Более подробные сведения о высокочастотных кабелях и системах их уплотнения см. в данном томе в разделе «Линии связи и СЦБ», стр. 31—56, а также [21, 24, 62 и 74].

## ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕГУЛИРОВКЕ ТЕЛЕФОННЫХ КАНАЛОВ В. Ч.

Работы по регулировке каналов высокой частоты включают: проверку и регулировку аппаратуры в. ч. в соответствии с заводскими инструкциями и устранение обнаруженных повреждений в ней, регулировку каналов по переприёмным участкам и затем регулировку каналов магистрали в целом.

При регулировке каналов в. ч. выполняют следующие работы.

а) Измерение рабочего затухания усилительных участков в пределах рабочей полосы частот через каждые 500—1 000 гц.

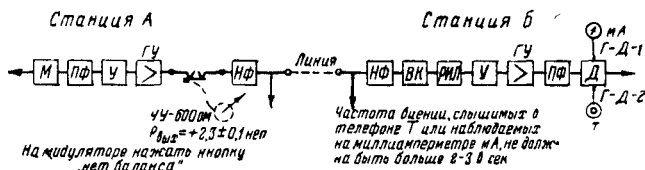
б) Синхронизацию несущих частот в каналах без несущей частоты по схеме фиг. 228 или иным способом, предусмотренным в инструкции по обслуживанию аппаратуры.

в) Снятие диаграммы уровней высокой частоты путём измерения уровней на выходных клеммах оконечных станций и входных и выходных клеммах промежуточных усилителей (диаграмму снимают поочерёдно в обоих направлениях передачи).

При системах без передачи тока несущей частоты уровень передачи измеряется в каждом канале при частоте  $F_0 \pm 800$  гц, где  $F_0$  — несущая частота канала. Знак «+» или «-» берётся соответственно передаваемой полосе боковых частот. На выходе оконечных и усилительных станций уровень боковой частоты должен быть отрегулирован до величины  $+2 \pm 0,1$  неп или до иной величины, предусмотренной для данной аппаратуры (например  $+1,2 \pm 0,1$  неп для аппаратуры типа МЕ-8).

Уровень на входе усилителей должен быть равен затуханию усилительного участка уменьшенному на  $2 \pm 0,1$  неп и взятому с обратным знаком.

Если уровни на выходе какого-либо усилителя по всем трём каналам резко отличаются друг от друга, то прибегают к выравниванию



Фиг. 228. Синхронизация несущих частот

их. Уровни на выходе усилителя приёма оконечной станции по всем трём каналам должны иметь одинаковые величины, равные величине уровня, установленной для аппаратуры в. ч. данного типа.

При системе с передачей тока несущей частоты диаграмму уровней снимают при несущих частотах каналов. На выходе оконечных полуккомплектов и усилителей уровень

несущей частоты должен быть равен  $2,5 \pm \pm 0,1$  *неп.* Уровень на входе усилителей определяется так же, как и при системе без передачи несущей частоты.

г) Снятие частотной характеристики остаточного затухания каналов высокой частоты без передачи тока несущей частоты производится в полосе частот от 200 до 2 600 *гц* через каждые 200 *гц*. Для каналов с передачей тока несущей частоты достаточно произвести измерения в полосе частот от 200 до 2 400 *гц*. Перед измерением и после измерения проверяют величину остаточного затухания при 800 *гц*, которая должна иметь заданное для измеряемого канала значение, что достигается регулировкой усиления приёмников на н. ч. Уровень измерительного тока, подаваемого в канал, должен быть равен нулю. Измерения производят поочерёдно в обоих направлениях передачи.

Полученные кривые остаточного затухания сравнивают с нормами или с заданными по проекту кривыми.

Если измеренные кривые оказываются неудовлетворительными, то их корректируют. В аппаратуре без несущей частоты для этой цели используют тональные выравнители или корректирующие контуры, а в аппаратуре с несущей частотой — корректирующие контуры, включённые на входе в передатчик и на выходе приёмника.

Эти корректировки выполняют в соответствии с заводскими инструкциями по регулировке аппаратуры.

д) Снятие амплитудной характеристики производится поочерёдно в обоих направлениях передачи путём измерения уровня на выходе канала в зависимости от величины уровня на его входе при 800 *гц*.

Уровень на входе канала изменяют ступенями по 0,2 *неп* в пределах от  $-1$  до  $+1$  *неп*. При этом уровень на выходе канала должен измениться на  $2 \pm 0,1$  *неп*. Если амплитудная характеристика будет неудовлетворительна, то следует обратить внимание на исправность электронных ламп.

е) Проверка устойчивости связи. Для этого на концах канала регуляторы усиления демодуляторов или приёмников постепенно и одновременно вращают до тех пор, пока во включённом телефоне переговорно-вызывного устройства не будет слышна генерация. Затем вращают регуляторы в обратном направлении до прекращения генерации, направляют их для неизмеряемого направления передачи в нулевое положение и измеряют «остаточное затухание генерации». После этого измеряют его в обратном направлении передачи. Устойчивость канала будет

$$\sigma = \frac{b_{r1} + b_{r2}}{2} - \frac{b_1 + b_2}{2}, \quad (21)$$

где  $b_{r1}$  и  $b_{r2}$  — остаточные затухания канала в прямом и обратном направлениях передачи при нормальных условиях эксплуатации;

$b_1$  и  $b_2$  — остаточные затухания генерации.

ж) Измерение напряжения шума при помощи псофометра по переприёмным участкам.

з) Измерение переходного затухания на ближнем и дальнем концах между каналами в. ч. одной и той же цепи и каналами в. ч. параллельных цепей при помощи приборов для измерения переходного затухания. Измерения производятся по переприёмным участкам. Если частотные полосы каналов сдвинуты, то переходное затухание измеряется для частот совпадающей части частотных полос.

Регулировка каналов магистрали в целом начинается регулировкой остаточного затухания каналов на длине всей магистрали при 800 *гц*; после этой регулировки выполняются работы, аналогичные операциям по пунктам г—з, относящимся к регулировке каналов по переприёмным участкам, причём результаты регулировки должны соответствовать требованиям (в части электричества) проекта магистрали.

### ОСНОВНЫЕ НОРМЫ ПЕРЕДАЧИ ДЛЯ ТЕЛЕФОННЫХ КАНАЛОВ В. Ч.

Основные электрические характеристики телефонных каналов в. ч., организованных на воздушных линиях, и их нормированные значения указаны в табл. 187.

### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ ТЕЛЕФОННЫХ КАНАЛОВ В. Ч., ОРГАНИЗУЕМЫХ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ

В состав основных расчётов при проектировании каналов в. ч. входят проверка правильности размещения усилительных пунктов вдоль магистрали путём построения диаграммы уровней передачи и расчёт напряжения шума, получающегося в канале; при очень длинных магистралях производится также проверка влияния эхо.

При наличии уплотнённых параллельных цепей производится расчёт защищённости от переходного разговора между совпадающими или частично совпадающими по спектру каналами в. ч., а в отдельных случаях и расчёт напряжения шума, получающегося в них вследствие интерференции несущих частот.

Расчёт затухания цепи на усилительных участках в предположении, что элементы цепи достаточно согласованы друг с другом, производится по формуле, аналогичной формуле (1) настоящей главы. Если отдельные элементы цепи, как, например, кабельные вставки, не согласованы по волновому сопротивлению, то затухание цепи определяется как рабочее затухание.

Метеорологические условия, при которых определяются затухания усилительных участков каналов в. ч., обычно берут «лето, сыро»,  $t = +20^\circ\text{C}$  и «изморозь», а в отдельных случаях и «гололёд», интенсивность которых принимается равной той или иной величине в зависимости от типа аппаратуры, при помощи которой организуются проектируемые каналы в. ч. (см. выше нормы шума).

Если на магистрали ожидаются такие атмосферные условия, при которых не будут выдержаны приведённые выше нормы шума, то при проектировании необходимо стремиться всеми возможными способами определить

Т а б л и ц а 187

Электрические характеристики телефонных каналов высокой частоты, организованных на воздушных цепях, и нормированные значения их

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Н о р м а	
		цветные цепи	стальные цепи
Полоса эффективно передаваемых частот:			
системы с передачей тока несущей частоты . . . . .	кГц	0,3—2,4	—
системы без передачи тока несущей частоты с числом каналов до 3—4 . . . . .	»	0,3—2,7	0,3—2,8
то же, но многоканальные . . . . .	»	0,3—3,4	—
Наибольший уровень передачи несущей частоты . . . . .	неп	+2,5	—
Наибольший уровень передачи боковой частоты:			
системы с передачей тока несущей частоты . . . . .	»	+1,0	—
системы без передачи тока несущей частоты . . . . .	»	+2,0	+2,0
Наименьшие уровни передачи несущей и боковых частот . . . . .	»	Определяются в зависимости от конструкции воздушной цепи и электрических свойств аппаратуры	
Затухание цепи на усилительных участках . . . . .	»		
		Определяется как разность наибольшего и наименьшего значений уровня передачи, допустимых для цепи данного типа и принятого типа аппаратуры в. ч.	
Остаточное затухание при частоте 0,8 кГц:			
системы с передачей тока несущей частоты . . . . .	»	1,0	—
системы без передачи тока несущей частоты . . . . .	»	0,6—0,8	0,8
Разность величин остаточного затухания одного и того же канала в разных направлениях передачи:			
канал входит в транзитные соединения . . . . .	»	0,1	0,1
канал не входит в транзитные соединения . . . . .	»	0,2	0,2
Превышение остаточного затухания на всех частотах эффективно передаваемой полосы над его величиной при частоте 0,8 кГц для частот:			
системы с передачей тока несущей частоты:			
0,3—0,4 кГц . . . . .	»	1,0	—
0,4—0,6 » . . . . .	»	0,5	—
0,6—1,6 » . . . . .	»	0,2	—
1,6—2,0 » . . . . .	»	0,5	—
2,0—2,4 » . . . . .	»	1,0	—
системы без передачи тока несущей частоты с числом каналов до 3—4:			
0,3—0,4 кГц . . . . .	»	1,0	1,0
0,4—0,6 » . . . . .	»	0,5	0,5
0,6—1,6 » . . . . .	»	0,2	0,2
1,6—2,4 » . . . . .	»	0,5	0,5
2,4—2,7 » . . . . .	»	1,0	1,0
многоканальные системы без передачи тока несущей частоты:			
0,3—0,4 кГц . . . . .	»	1,0	—
0,4—0,6 » . . . . .	»	0,5	—
0,6—2,4 » . . . . .	»	0,25	—
2,4—3,0 » . . . . .	»	0,5	—
3,0—3,4 » . . . . .	»	1,0	—
Снижение остаточного затухания на всех эффективно передаваемых частотах по отношению к его величине при частоте 0,8 кГц . . . . .	»	< 0,2	< 0,2
Колебание остаточного затухания при частоте 0,8 кГц с течением времени . . . . .	»	< 0,2	< 0,2
Устойчивость при холостом ходе канала . . . . .	»	> 0,3	> 0,3
Амплитудная характеристика . . . . .		Должна быть достаточно прямой с тем, чтобы максимальное изменение остаточного затухания при частоте 0,8 кГц и при повышении уровня на входе канала до +0,9 неп было ≤ ± 0,1      ≤ ± 0,1	
Разность между фактическим и минимально допустимым затуханием на пути тока эхо . . . . .	неп	≥ 0	Не учитывается
Псофометрическое напряжение шума на разделительных гнездах испытательной стойки при остаточном затухании 1 неп для частоты 0,8 кГц и при нагрузке канала на сопротивление 600 ом на один переприемный участок:			
в каналах, входящих в транзитные соединения . . . .	мВ	< 0,8	< 1,4
в каналах, не входящих в транзитные соединения . .	»	2,5*	2,5*

\* Для цветных цепей при толщине слоя изморози до 5 мм, для стальных цепей при толщине слоя изморози до 25 мм и гололёда до 20 мм. При более интенсивных отложениях изморози и гололёда допускается напряжение шума до 6,3 мВ.

Продолжение табл. 187

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Норма	
		цветные цепи	стальные цепи
Защищённость от переходного разговора, определяемая на рабочем месте телефонистки междугородного коммутатора при остаточном затухании 1 <i>неп</i> для частоты 0,8 кГц:			
между каналами в. ч., организованными на одной и той же цепи . . . . .	<i>неп</i>	6,8*	—
между каналами в. ч., организованными на разных цепях . . . . .	<i>в</i>	5,4*	5,4*

\* При проектировании магистрали, состоящей из  $N$  переприёмных участков, указанные нормы должны быть повышены на величину  $\frac{1}{2} \ln N$  для каждого переприёмного участка.

хотя бы ориентировочно среднегодовую повторяемость таких условий и время работы телефонных каналов с повышенными шумами, а также время их простоя.

На основе данных об ожидаемых перерывах связи во время гололёдообразования на проводах при различных вариантах размещения усилительных пунктов проектировщик, исходя из важности магистрали, решает вопрос о целесообразности увеличения числа усилительных пунктов на данной магистрали или прокладки кабеля на участках, подверженных гололёдообразованию.

Затухания аппаратуры уплотнения и других элементов, принимаемые при расчётах затухания цепи на усилительных участках, указаны в табл. 188.

Таблица 188

Величины затухания аппаратуры уплотнения и других элементов высокочастотных цепей

Наименование элемента высокочастотной цепи	Обозначение	Рекомендуемая величина в <i>неп</i>
Затухание стойки линейных фильтров образца СМТ-35	$b_{\phi}$	0,10
Затухание комплекта линейных фильтров для выделения многоканальной системы . . . . .	$b_{\phi}$	0,05
Затухание согласовывающего автотрансформатора . .	$b_{at}$	0,03

Усиление аппаратуры высокочастотного телефонирования вычисляется по формулам:

оконечной аппаратуры в направлении передачи

$$s_{nep1} = s_{nep2} = b_y + p_o; \quad (22)$$

оконечной аппаратуры в направлении приёма

$$s_{np1} = b_1 - p_o - b_y - b_{Tp}; \quad (23)$$

$$s_{np2} = b_{n+1} - p_o - b_y - b_{Tp}; \quad (24)$$

промежуточного усилителя №  $k$  в одном направлении передачи

$$s_k = b_k \quad (25)$$

и в обратном направлении

$$s'_k = b_{k+1}. \quad (26)$$

В этих формулах:  $b_y$  — затухание транзитного удлинителья;  $p_o$  — уровень передачи на выходе оконечной аппаратуры;  $b_k$  — затухание цепи на  $k$ -ом усилительном участке;  $b_{k+1}$  — то же на  $k+1$  усилительном участке;  $b_{Tp}$  — транзитное затухание.

Величина  $p_o$  определяется из паспорта применяемой аппаратуры высокой частоты и принимается такой величины, чтобы разность уровней передачи в одноимённых системах высокой частоты (например трёхканальных без передачи тока несущей частоты), работающих на параллельных цепях, не превосходила 0,2—0,3 *неп*.

Диаграмма уровней передачи для систем без передачи тока несущей частоты строится для частот  $f_p = F_0 \pm 0,8$  кГц, где  $F_0$  — несущая частота верхних по частоте каналов прямого и обратного направлений передачи. Знак «плюс» или «минус» при определении расчётной частоты выбирается в зависимости от того, какая полоса боковых частот (верхняя или нижняя) передаётся по линии. Для систем с передачей тока несущей частоты диаграмма уровня строится для несущих частот.

Диаграмма уровней передачи строится для условий погоды, указанных выше.

Наивысшие допустимые уровни передачи при построении диаграммы уровней выбираются, как указано на стр. 753.

Величина наименьшего допустимого уровня

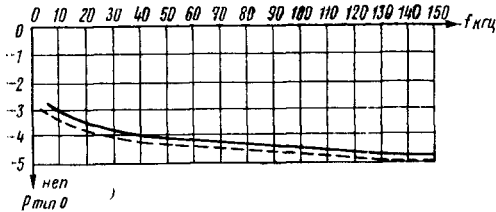
$$p_{\min} = p_{\min 0} + 10 \lg \frac{2,5}{u_{ш}} + (1 - b_r) + \frac{1}{2} \ln(n+1), \quad (27)$$

где  $p_{\min 0}$  — наименьший допустимый уровень при одном усилительном участке ( $n=0$ ), при остаточном затухании  $b_r = 1$  *неп*, при напряжении шума  $u_{ш} = 2,5$  мВ и при отсутствии помех селективного характера. Если уровень помех  $p_{ш}$  в линии измерен, то

$$p_{\min 0} = p_{ш} + 4,73. \quad (28)$$



Если измеренного значения  $p_{ш}$  не имеется в распоряжении, то требующаяся для расчёта величина  $p_{min 0}$  может быть взята из кривой, представленной для цветных цепей на фиг. 229, в зависимости от расчётной частоты.



Фиг. 229. Минимальный допустимый уровень в зависимости от частоты тока

Расчёт напряжения шума производится для верхних каналов каждого из направлений передачи в случае, когда уровень передачи на каком-либо из усилительных участков опускается ниже величины  $p_{min}$ .

Порядок расчёта следующий.

Сначала подсчитывают уровень шумов  $p_{шк}$ , который получился бы на коммутаторе от каждого усилительного участка в отдельности, если бы фактический уровень передачи точно совпадал с допустимым уровнем  $p_{min}$ :

$$p_{шк} = p_{ш} - \frac{1}{2} \ln(n+1), \quad (29)$$

где  $p_{ш}$  — уровень шумов, соответствующий напряжению  $u_{ш}$ , которое подставлялось в формулу для вычисления  $p_{min}$ , и  $(n+1)$  — число усилительных участков.

Затем для каждого усилительного участка вычисляют величину  $\Delta p_{шк}$  (фиг. 230):

$$\Delta p_{шк} = p_{min} - p_{min*к}, \quad (30)$$

где  $p_{min*к}$  — фактический наименьший уровень, который берётся из диаграммы очередной передачи.

После этого подсчитывают уровень шумов, который будет создаваться на коммутаторе каждым усилительным участком с учётом фактической величины наименьшего уровня на каждом из них;

$$p'_{шк} = p_{шк} + \Delta p_{шк}. \quad (31)$$

Общий уровень шумов на коммутаторе  $p'_{ш}$  от всех усилительных участков может быть найден из уравнения

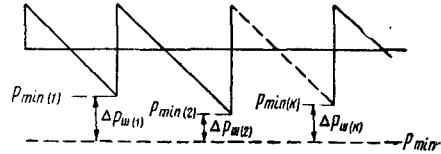
$$e^{2p'_{ш}} = e^{2p'_{ш1}} + e^{2p'_{ш2}} + \dots + e^{2p'_{шn}} + e^{2p'_{ш(n+1)}}. \quad (32)$$

Если величина  $\Delta p_{шк}$  для всех усилительных участков имеет отрицательное значение, то  $p_{ш}$  должно всегда получиться меньше  $p_{ш}$  того уровня шумов, из величины которого исходили при определении  $p_{min}$ .

Напряжение шума в милливольтах

$$u'_{ш} = 775 e^{p'_{ш}}. \quad (33)$$

Расчёт влияния эхо следует производить лишь для сравнительно длинных



Фиг. 230. К расчёту уровня помех в телефонных каналах в. ч.

магистралей (3500 км и больше). Методика расчёта указана на стр. 733.

Время распространения токов эхо, необходимое для определения наименьшего затухания токов эхо,

$$t_E = 0,007 l + n t_a + N t_v, \quad (34)$$

где  $l$  — длина магистрали (в одну сторону) в км;

$n$  — число промежуточных усилителей;

$N$  — число оконечных установок;

$t_a$  и  $t_v$  — время распространения по шлейфу промежуточной и оконечной аппаратуры в мсек (табл. 189).

Таблица 189

Время распространения по шлейфу оконечной и промежуточной аппаратуры в. ч.

Тип аппаратуры в. ч.	Время распространения в мсек
Оконечная аппаратура типа СМТ-34	1,5
Промежуточный усилитель типа ТВЧ-34	1,3
Оконечная аппаратура трёхканальной системы без передачи тока несущей частоты	1,5
Промежуточный усилитель трёхканальной системы без передачи тока несущей частоты	0,75
Оконечная станция двенадцатиканальной системы	2,0
Промежуточный усилитель двенадцатиканальной системы	0,02

Определив  $t_E$ , далее поступают, как указано на стр. 733 — 734.

Расчёт защищённости от переходного разговора между телефонными каналами высокой частоты предусматривает определение её между раздельными гнездами испытательной стойки для каналов высокой частоты, образованных на параллельных физических цепях, подвешенных на одной и той же столбовой линии.

Следует различать два случая: 1) когда частотные полосы каналов совпадают и 2) когда частотные полосы каналов сдвинуты одна относительно другой.

**Случай 1.** В этом случае защищённость от переходного разговора на дальнем конце определяется по формуле (20).

Расчёт защищённости от переходного разговора на ближнем конце производится так же, как и в случае влияния между телефонными каналами тональной частоты с оконечными усилителями (см. табл. 165).

При указанных расчётах за расчётную частоту принимают  $f_p = F_0 \pm 0,8$  кГц, где  $F_0$  — несущая частота данных каналов. Знаки + или — выбираются в зависимости от того, происходит ли передача разговоров на верхней или нижней боковой полосе.

**Случай 2.** Если полосы частот каналов, работающих на параллельных цепях, сдвинуты относительно друг друга или инверсированы несущие частоты, то защищённость от переходного разговора увеличивается по сравнению с вариантом совпадения полос частот.

Определение защищённости от переходного разговора при сдвиге частотных полос каналов производится следующим образом.

По формуле (20) или по формуле, приведённой в табл. 165, находят защищённость  $\zeta$  от переходного разговора для трёх частот в диапазоне совпадения полос частот рассматриваемых каналов. Частоты, при которых ведётся расчёт, должны соответствовать четверти, половине и трём четвертям ширины совпадающей полосы частот.

Найденные величины должны быть увеличены на разность затуханий полосовых фильтров передающей и соответственно приёмной станции при расчётных частотах и при частоте  $F_0 \pm 800$  гц. Таким образом,

$$\zeta' = \zeta + \Delta b'_{\phi_k} + \Delta b'_{\phi_k}. \quad (35)$$

После этого находят из этих трёх величин среднее значение защищённости и к полученной таким образом величине прибавляют некоторую величину  $\Delta b$ .

Таким образом, искомое значение защищённости

$$\zeta = \frac{\zeta'_1 + \zeta'_2 + \zeta'_3}{3} + \Delta b. \quad (36)$$

Величина  $\Delta b$  представляет увеличение защищённости вследствие взаимного сдвига частотных полос и принимается равной:

а) при определении переходного разговора между каналами низшей группы частот трёхканальных установок без передачи тока несущей частоты  $\Delta b = 1,0$  неп;

б) при определении переходного разговора между каналами высшей группы частот тех же установок  $\Delta b = 1,5$  неп;

в) при определении переходного разговора между каналами, частотные полосы которых хотя и не совпадают, но расположены на

шкале частот на расстоянии 0,1—0,3 кГц друг от друга,  $\Delta b = 3,0$  неп;

г) в случаях, не предусмотренных в пунктах «а», «б», «в», для ориентировочной оценки увеличения переходного затухания может применяться величина

$$\Delta b = \ln \frac{\Delta F}{\Delta f} \text{ неп}, \quad (37)$$

где  $\Delta F$  — ширина канала в гц;

$\Delta f$  — ширина совпадающей полосы в гц.

Защищённость от переходного разговора между каналами высокой частоты с инверсированными несущими частотами определяется так же, как и в случае каналов с совпадающими частотными полосами, но к результату расчёта добавляется  $\Delta b = 0,8$  неп.

Расчёт напряжения шума, обусловленного интерференцией несущих частот, производится в том случае, когда из одного канала в другой, кроме полосы боковых частот, переходит ещё несущая частота.

Напряжение шума в милливольтх, обусловленное интерференцией несущих частот,

$$u_{ш} = 6,3 I_0 u_1 e^{-B+snp} \sqrt{n+1}, \quad (38)$$

где  $I_0$  — значение влияющего тока несущей частоты в ма на выходе передающей станции;

$u_1$  — коэффициент шума, определяемый в зависимости от частоты  $f_u$  тока биений по табл. 190. Величина  $f_u$  находится, как разность несущих частот интерферирующих каналов;

$B$  — переходное затухание в неперах (на ближнем или на дальнем конце) между цепями при частоте влияющего тока несущей частоты;

$s_{np}$  — усиление в неперах приёмной станции канала, подверженного влиянию при частоте влияющего тока несущей частоты;

$n$  — число промежуточных усилителей на участке параллельного пробега каналов.

В табл. 190 помимо коэффициента  $u_1$ , используемого при расчёте шума от непрерывного мешающего тока (для систем с несущей частотой), приведён ещё коэффициент  $u_2$ , которым следует пользоваться, подставляя его вместо коэффициента  $u_1$ , при расчёте шума от прерывистого мешающего тока (надтональный телеграф и тональный телеграф по каналам высокой частоты).

Указания по проектированию высокочастотных связей по кабельным линиям см. [24].

Таблица 190

Коэффициенты  $u_1$  и  $u_2$ , используемые при расчётах шума от влияния непрерывного и прерывистого мешающего тока

$f_u$ в кГц	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,15	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
$u_1$ . . . . .	14	36	62	98	137	164	143	65	38	27	23	23,5	26	34
$u_2$ . . . . .	25	48	76	110	145	184	177	82	46	40	37	38	40	44

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ МАГИСТРАЛЕЙ ДАЛЬНОЙ СВЯЗИ

Трасса магистрали должна проходить через пункты, с которыми необходимо дать связь оконечным пунктам; она должна быть возможно короче, идти вдоль железной дороги и пролегать через местности с наиболее благоприятными метеорологическими условиями. Следует по возможности создавать между заданными пунктами обходное направление, если таковое отсутствует.

**Материал проводов** должен соответствовать назначению цепей. Для магистральных связей следует использовать воздушные провода из цветного металла и подземные кабели междугородного типа, для внутридорожных связей — провода из цветного металла и стальные. Провода из цветного металла для внутридорожных связей следует применять при необходимости устройства не менее чем трёх каналов в одном направлении, а также при длине связи, превышающей 250—300 км.

**Диаметр проводов** выбирается с учётом допустимого затухания усилительного участка, а также с учётом метеорологических условий на трассе.

В целях взаимозаменяемости цепей следует стремиться, чтобы цепи одного и того же назначения, идущие параллельно, имели провода одного и того же диаметра.

**Профиль опор** воздушных линий выбирается с учётом назначения магистрали, числа пар проводов, метеорологических условий и принятой на данной магистрали системы уплотнения.

**Кабельные вставки** устраиваются на переходах через большие реки, на подходах к большому железнодорожному узлам, при прохождении через участки с тяжёлыми метеорологическими условиями или через участки, на которых по тем или иным причинам ожидается сильная коррозия проводов, а также по другим соображениям.

**Усилительные пункты** выбираются с учётом эксплуатационного задания, если в нём указаны пункты выделения тех или иных каналов связи, с учётом допустимых длин усилительных участков и, наконец, с учётом наличия в намечаемых пунктах свободной площади для установки промежуточного оборудования, источников энергии для питания этого оборудования и жилых помещений для обслуживающего персонала.

**Средние длины усилительных участков.** При предварительном размещении усилительных пунктов вдоль магистрали при медных проводах для всех видов каналов связи, кроме каналов многоканальной системы, можно ориентироваться на среднюю длину усилительного участка 250—350 км, для каналов же многоканальной системы — на длину участка 80—120 км. При проводах из биметалла ( $d = 4$  мм;  $\Delta = 0,4$  мм) можно принимать те же длины и лишь для каналов т. ч. следует сокращать длину усилительных участков до 150—200 км.

При стальных проводах средняя длина усилительного участка должна быть равна 70—90 км.

Длина трансляционных телеграфных участков при телеграфировании по искусственной цепи обычно равняется удвоенной длине усилительных участков канала т. ч.

**Схема связи.** На основании приведённых выше общих соображений, а также допустимых длин усилительных участков составляется расчётная схема магистрали.

На расчётной схеме магистрали должны быть указаны все необходимые для расчёта данные: пункты установки оконечной и промежуточной аппаратуры для всех каналов связи, типы линий по участкам (воздушная, кабельная, материал и диаметр проводов, расстояние между проводами и т. п.), общие длины усилительных участков, отдельно длины кабельных вставок и т. д.

При этом следует иметь в виду, что, исходя из удобств эксплуатации, необходимо, чтобы телефонные каналы в. ч. имели переприёмные пункты не реже чем через семь усилительных участков, считая по трёхканальной групповой системе любого типа.

Из тех же соображений желательно, чтобы в переприёмных пунктах трёхканальных систем организовывался переприём и в каналах многоканальных систем.

Каналы высокой частоты, образованные при помощи аппаратуры типа СМТ-34, должны иметь переприёмные пункты не более чем через 1 000—1 200 км, а одноканальные системы для стальных цепей не более чем через 200—250 км. Число переприёмов в этих двух случаях не должно быть более одного.

Усилители одноканальных систем должны устанавливаться в тех же пунктах, что и усилители трёхканальных систем.

**Направление частот.** Для увеличения защищённости от переходных разговоров распределение систем в. ч. связи по направлениям следует производить в соответствии с табл. 191.

Таблица 191

Порядок распределения частот  
по направлениям

Направление передачи	Используемые каналы связи		
	одноканальная система	трёхканальная система	многоканальная система
С севера на юг и с запада на восток . . . . .	Верхний канал	Нижняя группа каналов	Верхняя группа каналов
С юга на север и с востока на запад . . . . .	Нижний канал	Верхняя группа каналов	Нижняя группа каналов

Исходя из общих соображений, обычно бывает возможно наметить несколько вариантов как прохождения трассы магистрали, так и размещения вдоль неё усилительных пунктов.

Окончательный выбор того или иного варианта производится после электрического расчёта каналов связи и экономического сравнения возможных вариантов.

## ОБОРУДОВАНИЕ УЗЛОВ ДАЛЬНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ НА ЧЕРТЕЖАХ И В ТЕКСТЕ

АА — аппарат абонента  
 АТС — автоматическая телефонная станция  
 Б — батарея  
 БлЗ — бленкер занятости  
 БлР — блокировочное реле  
 В — вызов, или вызывная шина  
 ВБл — вызывной бленкер  
 ВГИ — групповой искатель входящих соединений  
 ВИС — вводно-испытательная стойка  
 ВЛ — вызывная лампа  
 ВН — выбиратель направления  
 ВС — вводная стойка  
 ВР — вызывное реле  
 ВШ — вызывной штепсель  
 Вщ — вещание  
 Г — гнездо  
 ГЗ — гаситель знаков  
 ГнМП — гнездо местного поля  
 ГнМнП — гнездо многократного поля  
 ГИ — групповой искатель  
 ГТС — городская телефонная станция  
 ГУ — главный узел связи  
 Дем — демодулятор  
 ДГИ — групповой искатель дальней автоматической связи  
 ДГТС — двусторонняя групповая телефонная связь  
 Др — дроссель  
 ДУ — дорожный узел связи  
 ЖАТС — железнодорожная автоматическая телефонная станция  
 З — зуммер  
 Зв — звонок  
 И — индуктор или шины индукторного вызова  
 ИВ — положение ключа  $I_1$ , при котором вызов посылается по вызывному штепселю  
 ИО — положение ключа  $I_1$ , при котором вызов посылается по опросному штепселю  
 ИсхГ — гнездо исходящих соединений  
 ИРГ — индукторное реле генератора  
 ИС — испытательная стойка  
 ИРЛ — индукторное реле линии  
 К — конденсатор  
 КДН — комплект дальнего набора  
 КИС — контрольно-испытательная стойка  
 Кл — ключ  
 ЛКГ — лампа контроля генератора  
 ЛКЛ — лампа контроля линии  
 КлНаб — ключ набора номера абонента  
 КлП — ключ подготовки  
 КлВРМ — ключ вызывной рабочего места  
 КЛИ — ключ индукторного вызова  
 КлР — ключ разделительный  
 КлС — ключ скидывания  
 КлТ — ключ переключения переговорных приборов телефонистки  
 КМ — купроксный мост  
 КнЗ — кнопка зуммера  
 КнЗв — кнопка звонка  
 КнИ — кнопка индукторного вызова

КнК — кнопка контроля  
 КнЛ — кнопка для гашения вызывной лампы  
 КнМ — кнопка переключения междугородной линии в местный коммутатор  
 КнМИ — кнопка машинного индуктора  
 КнОРМ — кнопка объединения рабочих мест  
 КнП — кнопка подготовки  
 КнРазбл — кнопка разблокировки  
 КнТ — кнопка для соединения переговорных приборов телефонистки с местом старшей телефонистки  
 КнФ — кнопка фонического вызова  
 КОС — опросно-контрольный ключ  
 КР — комплект реле  
 Л — линия, провод  
 ЛАЗ — линейно-аппаратный зал  
 ЛГ — линейное гнездо  
 ЛГВх — линейное гнездо входящих соединений  
 ЛГИ — линейное гнездо исходящих соединений  
 ЛЗ — лампа занятости  
 ЛИ — линейный искатель  
 ЛИСпец — линейный искатель специальных линий  
 ЛН — лампа набора  
 ЛР — линейное реле  
 ЛТр — линейный трансформатор  
 М — микрофон  
 МАТС — междугородная автоматическая телефонная станция  
 МЗ — машинный зуммер  
 МИ — машинный индуктор  
 МЛ — реле междугородной линии  
 Мод — модулятор  
 НИ — направляющий искатель  
 НН — номеронабиратель  
 О — опрос  
 ОВЛ — общая вызывная лампа  
 ОЛ — отбойная лампа  
 ОР — отбойное реле  
 ОС — оконечная станция связи  
 ООЛ — общая отбойная лампа  
 ООР — общее отбойное реле  
 ОУ — отделенческий узел связи  
 ОШ — опросный штепсель  
 ПА — реле прямого абонента  
 ПИ — предискатель  
 ПРР — пробное разделительное реле  
 ПТН — приёмник тонального набора  
 Р — реле  
 РВК — разговорно-вызывной ключ  
 РДН — реле дальнего набора  
 РЗ — реле зуммерное  
 РКГ — реле контроля генератора  
 РКВ — реле контроля вызова  
 РКЛ — реле контроля линии  
 РМ — реле рабочего места  
 РПЗ — реле пробы на занятость  
 РР — разделительное реле  
 РТ — реле транзита  
 РТС — ручная телефонная станция  
 РШ — реле шнуровое  
 С — сопротивление  
 СГ — сигнальный генератор  
 СИ — смешивающий искатель  
 СЛ — соединительная линия

- T* — телефон  
*ТВ* — положение ключа *T*, при котором переговорные приборы телефонистки присоединяются к вызывному штепселю  
*ТО* — положение ключа *T*, при котором переговорные приборы телефонистки присоединяются к опросному штепселю  
*Твр* — токовращатель  
*Тр* — трансформатор  
*Трг* — транзитное гнездо  
*ТУ* — транзитный удлинитель  
*Ш* — шина  
*ШИ* — шины индукторного вызова  
*ШКГ* — шины контроля генератора  
*Шт* — штепсель  
*ЧНН* — час наибольшей нагрузки

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В узловых пунктах сети дальней телефонной связи железнодорожного транспорта, а именно при Министерстве путей сообщения, управлениях и отделениях железных дорог организованы междугородные телефонные станции (МТС).

По своему значению и положению на сети дальней связи их разделяют на главные, дорожные и отделенческие. В отдельных случаях МТС устраивают и на крупных железнодорожных станциях.

На междугородных телефонных станциях устанавливают оборудование, служащее в основном для организации каналов дальней и избирательной телефонной связи, для соединения их с телефонными аппаратами абонентов, для транзитных соединений каналов, для организации связи по обходным направлениям и других переключений каналов, для технического обслуживания физических цепей, каналов и аппаратуры связи и т. д.

Основными цехами МТС являются:

1. Линейно-аппаратный зал, служащий для размещения оборудования, необходимого для включения физических цепей и защиты станционного оборудования, образования каналов связи и технического обслуживания физических цепей, аппаратуры и каналов связи.

2. Коммутаторный зал при ручном обслуживании соединений с дальними линиями, предназначенный для установки коммутаторов, на которых устанавливают соединения с дальними линиями, и зал специального оборудования при автоматизации процесса соединений с дальними линиями, служащий для той же цели.

3. Стативная коммутаторного зала, служащая для установки стативов реле, а также вводных, испытательных и других устройств, необходимых для включения и технического обслуживания различного рода соединительных линий.

На железнодорожном транспорте стативные, как правило, объединяются с кроссовыми местных телефонных станций.

4. Цех электропитания устройств МТС. В узлах транспортной связи устройства электропитания МТС обычно объединяются с устройствами электропитания других видов

аппаратуры связи, установленной в том же пункте.

5. Вспомогательные службы — мастерская, измерительная и т. п.

### СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕЛЕФОННЫХ КАНАЛОВ ДАЛЬНОЙ СВЯЗИ

Существуют следующие системы эксплуатации телефонных каналов дальней связи: заказная, немедленная, скорая и комбинированная.

**Заказная система** характеризуется тем, что абоненты предварительно заказывают переговоры, а затем после более или менее длительного ожидания, в порядке очереди вызываются станцией и получают соединение с дальней линией. Прием заказов на переговоры по дальним линиям и соединение осуществляют на разных рабочих местах разные телефонистки.

Продолжительность времени ожидания соединения зависит от скорости обработки заказа на МТС и от степени загрузки требуемого направления. При этом возможно установление определенной очередности, например, руководящих и оперативных работников.

Коммутаторное оборудование МТС заказной системы состоит из заказных коммутаторов для приема заказов, контрольно-распределительных столов (на МТС большой емкости), для проверки правильности оформления заказов и распределения их по рабочим местам и междугородных коммутаторов для установления соединений с дальними линиями.

МТС заказной системы соединяются с местной телефонной станцией (ЦТС) заказными и соединительными линиями. На ЦТС заказные линии проходят многократно по местным коммутаторам, а соединительные заканчиваются шнурами на особом коммутаторе — форшальтере. На МТС заказные линии включаются в заказные коммутаторы, а соединительные линии — в междугородные коммутаторы. На железнодорожном транспорте ЦТС и МТС обычно размещают в одном здании, и вызов абонентов ЦТС для предоставления им дальней линии, как правило, осуществляется не по соединительным линиям, а по общему многократному полю.

При заказной системе достигается наибольшее использование каналов дальней телефонной связи, так как замедление исполнения заказов позволяет выравнивать нагрузку МТС и обеспечивать использование каналов и после падения поступления заказов. Этому также способствует освобождение междугородных телефонисток от операций, непосредственно не связанных с установлением соединений с дальними линиями, малое число линий, обслуживаемых одной телефонисткой (2—4 и редко больше), применение предварительной подготовки и других аналогичных мероприятий. Высокая степень использования дальних линий позволяет обслуживать данную потребность в переговорах при относительно малом числе линий.

Недостатками заказной системы является необходимость ожидания начала переговоров, часто весьма значительного, и большая стоимость внутристанционной эксплуатации.

Немедленная (ускоренная) система характеризуется тем, что абоненты, вызвав МТС, сразу попадают к междугородной телефонистке и, заказав переговоры по дальнейшей линии, получают требуемое соединение, не вешая микрофона на рычаг аппарата. Время ожидания для 80—90% заказов не превышает 1—2 мин. Для остальных 20—10% заказов допускается замедление установления соединений на 10—15 мин. (вследствие занятости требуемой линии, отсутствия вызываемого абонента и т. п.). В этих случаях абоненту предлагается повесить микрофон на рычаг аппарата, а его заказ передается для исполнения на коммутатор замедленных соединений. Телефонистка этого коммутатора вызывает абонента при установлении соединения.

Достоинством немедленной системы является малое время ожидания для большинства абонентов, заказывающих соединение с дальнейшей линией. Однако она требует наличия значительно больших пучков линий дальней связи, чем заказная система.

Соединение при заказной и немедленной системах возможно ручное и полуавтоматическое.

При ручном обслуживании оборудование МТС состоит из коммутаторов исходящих или заказно-междугородных, исходящих для замедленных соединений и входящих междугородных.

При полуавтоматическом соединении набор номера вызываемого абонента осуществляется телефонисткой другого города при помощи устройств дальнего набора. При этом входящие междугородные коммутаторы не применяются, а взамен них устанавливаются устройства для приема дальнего набора. Исходящие коммутаторы дополняются устройствами для передачи дальнего набора.

Скорая система характеризуется тем, что абонент, вызвав МТС, или сразу получает соединение, если требуется направление свободно, или получает отказ в нём, если это направление занято. Для получения соединения он должен вызвать станцию вторично. Эта система, таким образом, характеризуется не временем ожидания, а процентом отказов в соединениях в час наибольшей нагрузки (ЧНН).

Количество дальних линий и соединительных приборов МТС рассчитывается таким образом, чтобы процент отказов (или потерь) не превосходил 5—10% в ЧНН.

При скорой системе возможно ручное, полуавтоматическое и автоматическое обслуживание соединений.

При ручном обслуживании оборудование МТС состоит из исходящих и входящих междугородных коммутаторов и устройств для связи с местной телефонной станцией и для осуществления транзитных соединений.

При полуавтоматическом обслуживании, как и при немедленной системе, автоматизируется процесс соединения с абонентом другого города.

При автоматическом обслуживании полностью автоматизируется весь процесс соединения. Абонент при помощи номеронабирателя получает соединение с требующейся ему линией и затем после ответа станции

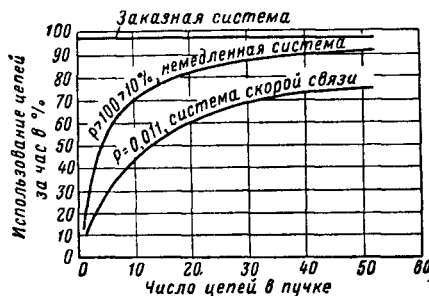
другого города набирает номер вызываемого абонента. Оборудование МТС в таком случае состоит из устройств, обеспечивающих автоматическую передачу и приём импульсов дальнего набора и других сигналов, а также связь с местными автоматическими телефонными станциями.

Система скорой связи требует больших пучков каналов, чем немедленная система. Достоинством её является более высокое качество обслуживания абонентов, чем при других системах эксплуатации.

Комбинированная система сочетает в себе заказную и немедленную систему эксплуатации, позволяя эксплуатировать дальние линии всех направлений по заказной или немедленной системе или эксплуатировать любую часть направлений по заказной системе, а остальные по немедленной; она также позволяет осуществлять быстрый переход от одной системы эксплуатации к другой при суточном регулировании работы станции.

МТС комбинированной системы состоит из оборудования, позволяющего осуществлять работу по заказной системе, и из оборудования, необходимого для работы по немедленной системе. При этом заказные и исходящие междугородные коммутаторы соединяются передаточными линиями, используемыми в случае, когда часть направлений эксплуатируется по немедленной системе, а остальные направления — по заказной системе.

Степень использования линий при различных системах эксплуатации характеризуется графиками, представленными на фиг. 231. Наи-



Фиг. 231. Использование цепей при различных системах эксплуатации

большая степень использования получается при заказной системе.

При немедленной и скорой системах степень использования линий зависит от числа линий в пучке и от заданного качества обслуживания (времени ожидания или процента отказов в соединениях).

Время ожидания абонентами соединений различно для разных систем. Минимальное время ожидания, обусловленное внутристанционной обработкой соединения и осуществлением самого соединения для разных систем эксплуатации, характеризуется данными, приведенными в табл. 192.

На железнодорожном транспорте СССР наиболее широко распространена заказная система эксплуатации телефонных линий дальней связи. Однако за последние годы получает большое распространение также и скорая автоматическая система эксплуатации.

Таблица 192

Минимальное время ожидания при разнх системах эксплуатации линий дальней телефонной связи

Система эксплуатации	Время, необходимое для приема заказа от абонента, в сек.	Время, необходимое для обработки заказа и осуществления соединения, в сек.	Наименьшее время ожидания при наличии свободных цепей в сек.
Заказная . . . . .	60	150 ÷ 240	210 ÷ 300
Немедленная . .	30	30	60
Скорая ручная . .	15	10 ÷ 15	25 ÷ 30
автоматическая . . .	—	15 ÷ 20	15 ÷ 20
Комбинированная . . . . .	Время определяется основными системами		

## МЕЖДУГОРОДНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СТАНЦИИ ЗАКАЗНОЙ СИСТЕМЫ

Типы междугородных коммутаторов, применяемых на железнодорожном транспорте

В настоящее время эксплуатируют междугородные коммутаторы следующих типов:

- а) для совместной работы с местной телефонной станцией системы ЦБ × 2;
- б) для совместной работы с местной телефонной станцией системы ЦБ × 3 × 2;
- в) МПС для совместной работы с местной телефонной станцией системы ЦБ × 3 × 2 и с возможностью установления транзитных соединений телефонных каналов.

Некоторое применение на сети дальней связи железнодорожного транспорта может получить также новый междугородный коммутатор типа М-49, например, для совместной работы с АТС.

В коммутаторах всех перечисленных типов предусмотреи возможность осуществления связи по соединительным линиям с местными телефонными станциями различных систем.

Междугородный коммутатор для совместной работы с телефонной станцией системы ЦБ × 2. Междугородный коммутатор этого типа рассчитан на включение четырех дальних линий и имеет одно рабочее место. Детали коммутатора монтируют в двухпанельном корпусе размерами 1 515 × 650 × 1 100 мм.

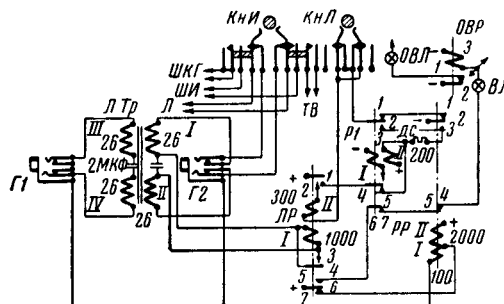
На вертикальной доске коммутатора размещается многократное поле местных абонентов станции системы ЦБ × 2 (ёмкость поля соответствует ёмкости местной телефонной станции), многократное поле местных абонентов МБ (30 ближних и 30 удалённых), гнезда и бленкеры соединительных (20 комплектов) и заказных линий и местное поле дальних линий. Коммутатор имеет восемь шнуровых пар и восемь кнопок подготовки.

Схемы включения дальней линии в коммутатор, шнуровой пары и рабочего места, а также заказной линии представлены на фиг. 232—234 соответственно.

Для работы коммутатора требуется источник постоянного тока с напряжением  $24 \pm 2$  в. Наибольшая величина тока, потребляемого коммутатором, составляет 0,4 а; коли-

чество электричества, потребное в сутки, равно 4,8 а-час.

Междугородный коммутатор для совместной работы с телефонной станцией системы

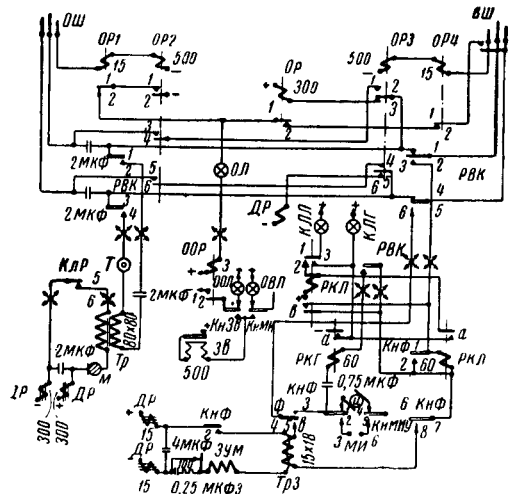


Фиг. 232. Схема включения дальней линии в междугородный коммутатор для совместной работы с коммутатором системы ЦБх2

ЦБ × 3 × 2. Этот коммутатор нормально рассчитан на включение шести дальних линий и имеет два рабочих места.

Детали коммутатора монтируют в трёхпанельном корпусе размерами 1 595 × 947 × 872 мм.

На передней доске коммутатора располагаются гнезда многократного поля местных абонентов станции ЦБ × 3 × 2 общей ёмкостью до 900 номеров. Под ними помещаются гнезда и бленкеры занятости исходящих и



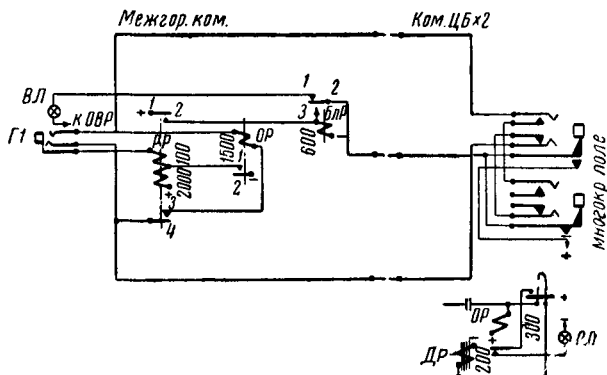
Фиг. 233. Схема шнуровой пары и рабочего места междугородного коммутатора для совместной работы с коммутатором ЦБх2

двусторонних соединительных линий; предельная ёмкость поля соединительных линий составляет 120 номеров. Ниже поля соединительных линий на первой и третьей панелях находятся гнезда и бленкеры занятости двух линий передачи на стол старшей телефонистки, а на средней панели — гнезда и вызывные бленкеры заказных линий.

В нижней части доски коммутатора на двух панелях монтируют приборы шести дальних линий, по три на каждой панели; место на

третьей панели оставляется свободным (запасным).

Число шнуровых пар коммутатора может доходить до 21. Обычно монтируется 12 пар, из которых восемь для основного рабочего места и четыре для добавочного. Схемы вклю-



Фиг. 234. Схема включения заказной линии в междугородный коммутатор для совместной работы с коммутатором ЦБx2

чения дальней линии в коммутатор, шнуровой пары, рабочего места и заказной линии приведены на фиг. 235 — 237 соответственно.

Коммутаторы разделяются на правые и левые. В правом коммутаторе основное рабочее место находится справа, в левом — слева. Приборы междугородных, заказных и передаточных линий размещаются на специальном

Междугородный телефонный коммутатор типа МПС для совместной работы с коммутатором системы ЦБx3x2 и с возможностью установления транзитных соединений телефонных каналов. Этот коммутатор рассчитан на включение четырех дальних линий и имеет одно рабочее место. Детали коммутатора монтируются в двухпанельном корпусе<sup>1</sup>.

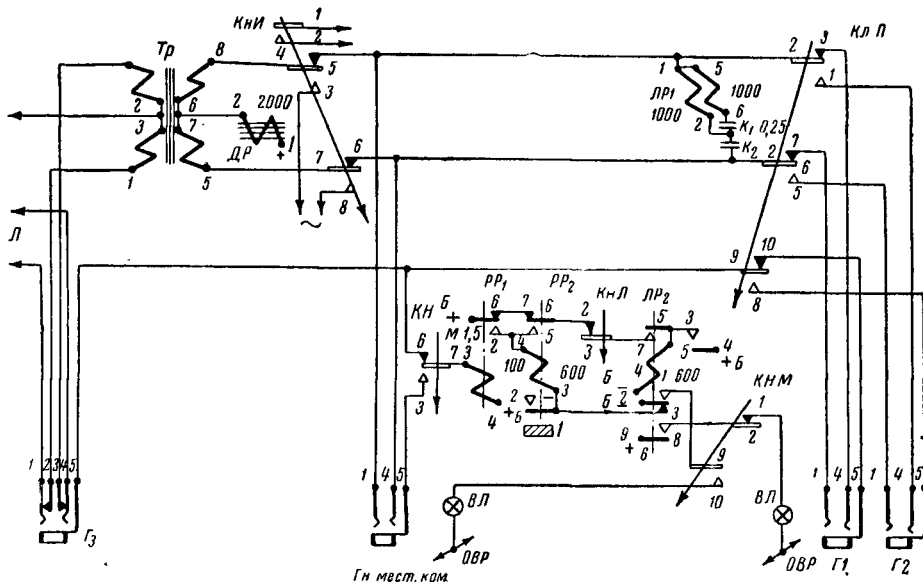
Схема коммутатора обеспечивает возможность транзитных соединений междугородных линий. Также предусмотрена возможность включения в коммутатор линий прямых абонентов с аппаратами систем ЦБ и МБ.

Для посылки селекторного вызова по цепям постанционной и линейно-путевой связи в коммутаторе предусмотрен дисковый селекторный ключ системы А. И. Минченко, присоединяемый к требуемой цепи при помощи кнопок.

Коммутаторы допускают совместную работу с междугородными коммутаторами старого типа, предназначенными для работы с телефонными станциями системы ЦБx3x2.

На передней доске коммутатора расположены:

гнезда многократного поля местных абонентов станции системы ЦБx3x2 общей ёмкостью 500 номеров (монтаж гнезд многократного поля предусмотрен по четырехпанельной системе);



Фиг. 235. Схема включения дальней линии в междугородный коммутатор ЦБx3x2

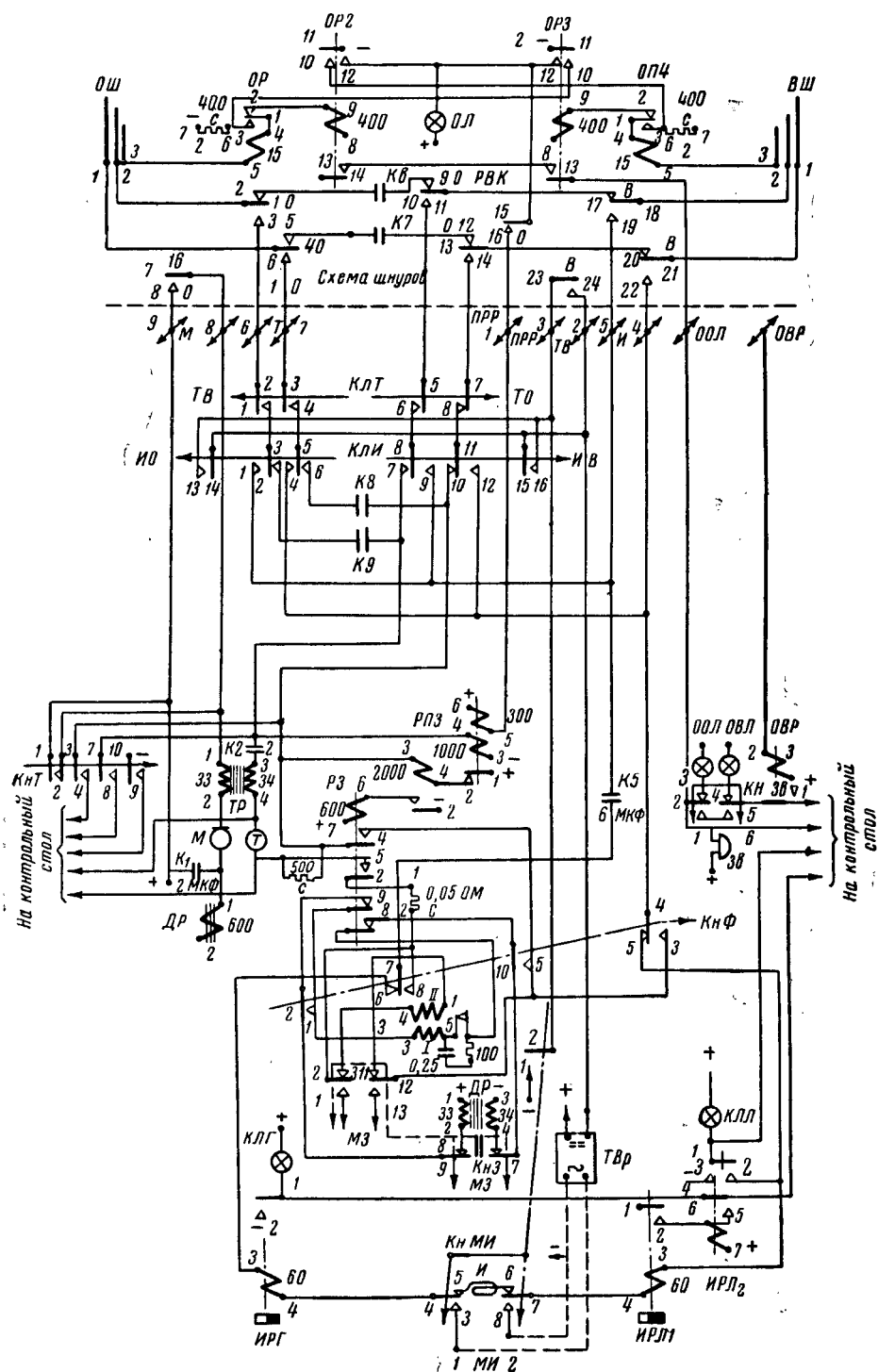
стативе, а шнуровые реле и общие реле рабочих мест — в корпусе коммутатора. Для работы коммутатора необходим источник постоянного тока с напряжением  $24 \pm 2$  в.

Наибольшая величина тока, потребляемого коммутатором, составляет 0,6 а, а количество электричества, потребляемое в сутки, — 7,2 а·час.

гнезда и сигналы занятости (лампы или малогабаритные бленкеры) многократного поля соединительных линий общей ёмкостью до 40 линий; эти гнезда соединяются параллельно с гнездами многократного поля соединительных линий местной станции;

<sup>1</sup> С 1951 г. эти коммутаторы выпускают на 6 линий.

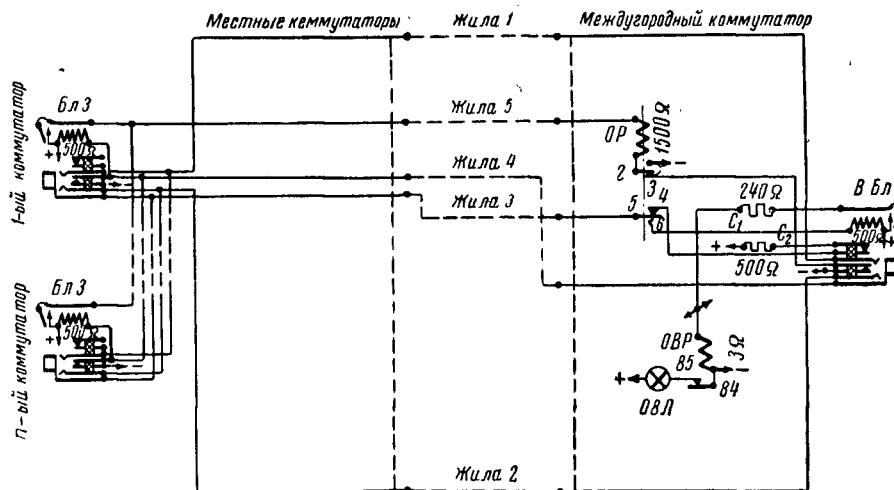




Фиг. 236. Схема шнуровой пары и рабочего места междугородного коммутатора ЦБ×3×2

гнезда многократного поля линий прямых абонентов, не имеющие связи с гнездами многократного поля местной станции общей ёмкостью до 40 линий;

гнезда местного поля и вызывные лампы четырёх линий прямых абонентов с аппаратами системы ЦБ и трёх линий прямых абонентов с аппаратами системы МБ;

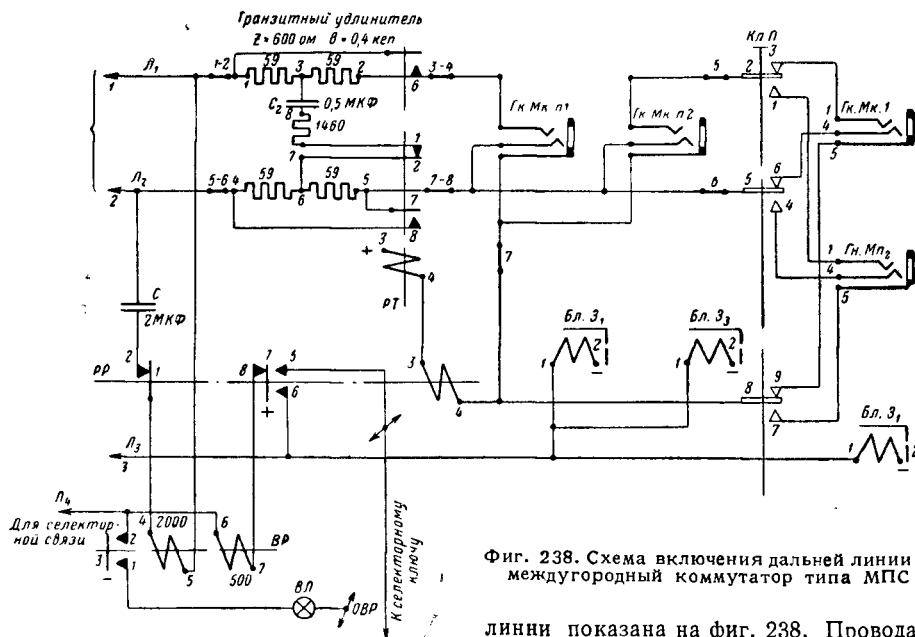


Фиг. 237. Схема заказной линии междугородного коммутатора ЦБ×3×2

гнезда и сигналы занятости (лампы или малогабаритные бленкеры многократного поля междугородных линий общей ёмкостью до 30 линий);

гнезда местного поля и вызывные лампы одной односторонней заказной линии и двух двусторонних служебных линий.

Схема включения в коммутатор дальней



Фиг. 238. Схема включения дальней линии в междугородный коммутатор типа МПС

комплекты приборов местного поля для четырёх-шести междугородных линий; в каждый из этих комплектов входят следующие приборы:

основное гнездо, гнездо для подготовки, ключ для переключения гнезд, вызывная лампа, лампа занятости и кнопка для послыски селекторного вызова;

линии показана на фиг. 238. Провода линии проходят к гнездам многократного и местного поля через транзитный удлинитель ТУ с затуханием в 0,4 неп и с характеристическим сопротивлением 600 ом. Соединение дальней линии с абонентскими линиями происходит через этот удлинитель.

В случае, когда одна дальняя линия соединяется с другой такой же линией, срабатывает реле РТ в схемах включения обеих дальних линий. Благодаря этому оба тран-

зитных удлинителя выключаются из цепи, и затухание всего транзитного соединения уменьшается на 0,8 деп. Удлинитель *ТУ* также выключается при посылке вызова в сторону дальней линии.

В местном поле дальней линии имеются два гнезда *ГМП1* и *ГМП2* и ключ переключения *КлП*, используемый для предварительной подготовки соединения.

Вызов со стороны дальней линии принимается реле *ВР*.

Схема включения дальней линии даёт возможность приёма селекторного вызова по проводу *Лз*.

Коммутатор имеет 10 трёхпроводных шнуровых пар и один отдельный двухпроводный шнур для номеронабирателя. Схема шнуровой пары и рабочего места представлена на фиг. 239. Каждый из шнуров может быть использован в качестве опросного и вызывного. Для пробы на «занято» используется тот шнур, который расположен ближе к телефонистке.

В схеме шнуровой пары имеются пять реле, из которых реле *ОР1* и *ОР3* предназначены для выключения транзитного удлинителя при транзитных соединениях, реле *ОР2* и *ОР4* — для приёма сигнала отбоя со стороны линий абонентских, соединительных со станциями системы ЦБ и АТС и прямых абонентов с аппаратами системы ЦБ и реле *ОР5* (индукторное) — для приёма сигнала отбоя со стороны линий междугородных, соединительных со станциями системы ЦБ и прямых абонентов с аппаратами системы МБ. Отбойные лампы на коммутаторе не закреплены за определёнными шнурами. При срабатывании любого из реле *ОР2* или *ОР4* загорается отбойная лампа *ОЛв*, указывая на получение отбоя со стороны абонентской или другой, относящейся к этим реле линии, а при срабатывании реле *ОР5* загорается отбойная лампа *ОЛм*, указывая на получение отбоя со стороны междугородной или другой относящейся к этому реле линии. При этом совершенно не имеет значения, какой именно шнур вставлен в гнездо междугородной линии и какой в гнездо абонентской линии. В схеме каждой шнуровой пары предусмотрен опросно-контрольный ключ *КОС* на три положения, при помощи которого телефонистка может производить опрос без нарушения соединения и вести контроль переговоров.

При среднем положении ключа гарнитуры телефонистки отключаются от шнуровой пары.

При включении штепселей шнуров *Ш1*, *Ш2* в гнезда междугородных линий (при транзите) срабатывают *ОР1* и *ОР3*, которые переключением своих контактов уменьшают сопротивление цепей питания транзитных реле *РТ* дальних линий. Реле *РТ* срабатывают и выключают удлинители.

Все приборы рабочего места являются общими для 10 шнуровых пар. Приборы гарнитуры телефонистки смонтированы по противоместной схеме; телефон *Т* защищён селеновым фриттером; при помощи ключа раздельного разговора *РР* гарнитура может быть присоединена к любому из шнуров; при этом второй шнур подключается к вызывному реле *ВР* с блокирующей обмоткой, служащему для приёма вызова со стороны абонентской или дальней линии, присоединён-

ной к этому шнуру. Цепь блокировки реле *ВР* может быть разомкнута путём нажатия кнопки разблокировки *КнРазбл*. Посылка вызова осуществляется раздельно по каждому из шнуров путём перевода в соответствующее положение ключа раздельного вызова *РВ*. Кнопки *О1* и *О2* служат для объединения рабочих мест соседних коммутаторов.

На коммутаторе устанавливается номеронабиратель (на схеме не показан) для набора номера при соединении дальних линий с соединительными линиями к АТС.

Схемы включения в коммутатор линий прямых абонентов с телефонными аппаратами систем ЦБ и МБ представлены на фиг. 240 и 241.

Комплекты для включения линий прямых абонентов с аппаратами системы ЦБ могут быть использованы для включения дальних линий. Схемой этих комплектов предусмотрена возможность приёма селекторного вызова.

Комплекты междугородных коммутаторов типа МПС. Новые междугородные коммутаторы выпускаются заводом в двух комплектах: а) для междугородных станций из двух коммутаторов (восемь дальних линий); б) в виде одиночных коммутаторов, поставляемых для развития существующих междугородных телефонных станций.

Поставляемое при этом оборудование указано в табл. 193.

Таблица 193

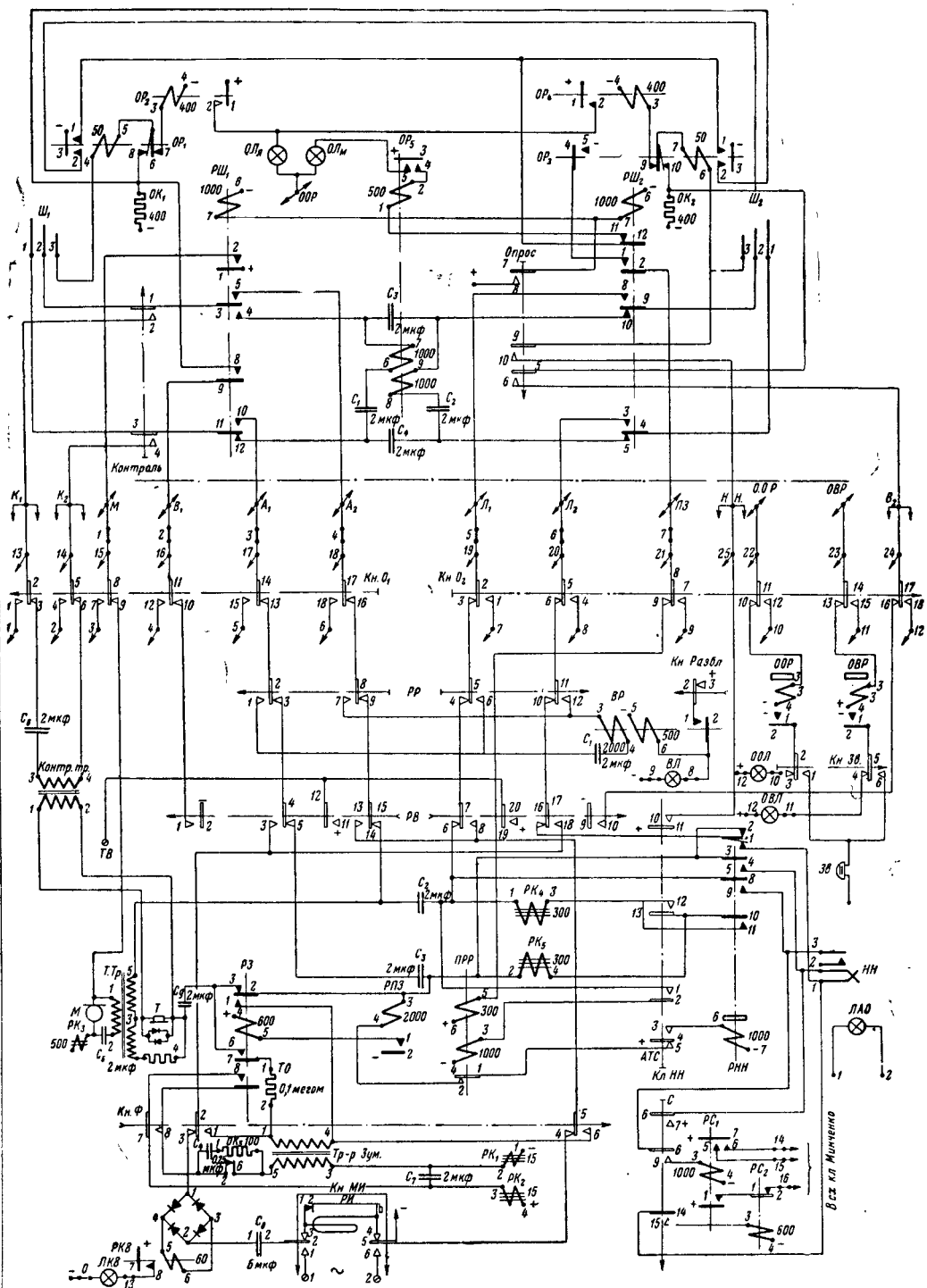
Комплекты оборудования МПС с междугородными коммутаторами типа МПС

Наименование оборудования	Станция из двух коммутаторов (8 дальних линий)	Одиночный коммутатор для развития МТС
Междугородные коммутаторы . . . . .	2	1
Аннексы . . . . .	2	—
Вызывное устройство (токовращатель) . . . . .	1	1
Гарнитуры телефонисток . . . . .	10	5
Микротелефонные трубки . . . . .	2	1
Комплект запасных частей . . . . .	1	1
Комплекты технической документации . . . . .	2	2
Набор сопротивлений для соединительных линий . . . . .	1	1
Кабельный жёлоб для ввода кабелей . . . . .	1	—

В табл. 194 приведены данные реле шнуровой пары и рабочего места коммутатора, схемы дальней линии, внутристанционной служебной линии, схемы прямых абонентов ЦБ и МБ и схема дискового селекторного ключа.

Все реле расположены на поворотной раме, помещённой внутри корпуса коммутатора.

Ввиду того что многократное поле монтируется по четырёхпанельной системе совместно с коммутаторами поставляются однопанельные аннексы, устанавливаемые в начале и в конце ряда коммутаторов.

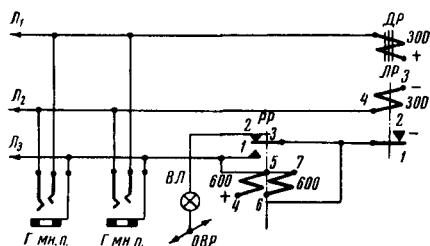


Фиг. 239. Схема шнуровой пары и рабочего места междугородного коммутатора типа МПС

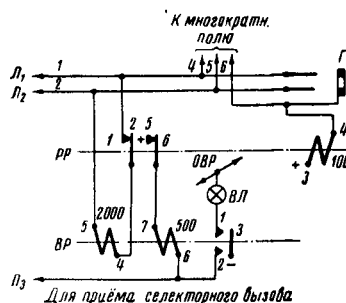
Реле междугородного коммутатора типа МПС

Таблица 194

Обозначение реле и сопротивление его обмоток в ом	Якорный штифт в мм	Ход якоря в мм	Контактное давление в г	Давление свободных пружинок в г	Нагрузка якоря в г	Люфт между контактами не менее в мм	Запас на дежн. по пас. порту	Ток в ма, при котором реле притягивает якорь
<i>Данные реле комплекта для включения дальней линии</i>								
ВР-2000-500 . . . . .	0,1	0,5	10	5-10	5-10	0,2	1,3	3,8—внутренняя обмотка, 15,7—наружная обмотка
РР-100 . . . . .	0,2	0,7	25	5-10	5-10	0,3	2	33
РТ-5 . . . . .	0,2	0,7	10	5-10	5-10	0,3	1,2	11, ток отпущения менее 50,5
<i>Данные реле шнуровой пары и рабочего места коммутатора</i>								
ОВР-3, ООР-3 . . . . .	0,1	0,4	15	4-10	4-10	0,2	1	70
РПЗ-2000 . . . . .	0,1	0,4	15	4-10	4-10	0,2	1	70
ПРР-1000-300 . . . . .	0,2	0,7	30	—	5-10	0,3	2	10—внутренняя обмотка, 23—наружная обмотка
РЗ-600 . . . . .	0,2	0,7	25	5-10	5-10	0,3	2	20
ОР1-50; ОР3-50 . . . . .	0,15	0,6	20	5-10	5-10	0,2	1,5	39
ОР2-400; ОР4-400 . . . . .	0,1	0,5	10	5-10	5-10	0,3	1,2	8
ОР5-2000-500 . . . . .	0,1	0,5	10	5-10	5-10	0,2	1,3	3,8—внутренняя обмотка, 15,7—наружная обмотка
<i>Данные реле комплекта для включения линий прямых абонентов</i>								
ЛР-300 . . . . .	0,2	0,7	25	5-10	5-10	0,3	2	13
РР-600-600 . . . . .	0,2	0,7	25	5-10	5-10	0,3	2	11,5—внутренняя обмотка, 19—наружная обмотка
ВР-2000-500 . . . . .	0,1	0,5	10	5-10	5-10	0,3	1,3	5—внутренняя обмотка, 22—наружная обмотка
РР-100 . . . . .	0,2	0,7	25	5-10	5-10	0,3	2	28,4
<i>Данные реле комплекта внутривысостанционной служебной линии</i>								
РР-2000-100 . . . . .	0,1	0,5	10	5-10	5-10	0,3	1,3	5—при последовательном соединении обмотки
БР-600 . . . . .	0,2	0,7	25	—	5-10	0,3	2	15
<i>Данные реле схемы дискового селекторного ключа</i>								
Р1, Р2, Р3, Р4, Р5, Р6	0,2	0,7	25	5-10	5-10	0,3	2	Р1—10,5 Р2—10,5 Р3—13 Р4—11,6 Р5—17,5 Р6—13,6



Фиг. 240. Схема комплекта для включения телефонного аппарата ЦБ прямого абонента в междугородный коммутатор типа МПС



Фиг. 241. Схема комплекта для включения телефонного аппарата МБ прямого абонента в междугородный коммутатор типа МПС

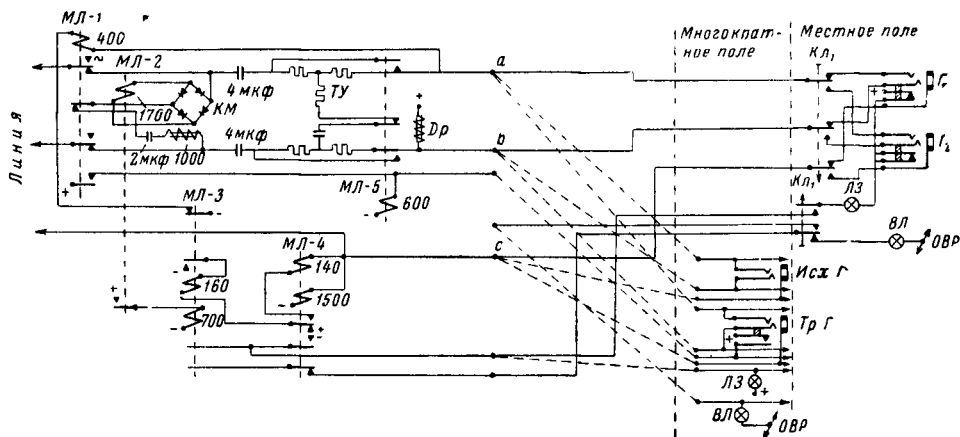
Междугородный коммутатор типа М-49 для совместной работы с телефонными коммутаторами системы ЦБ. Коммутатор типа М-49 предназначен для использования в качестве индивидуального междугородного коммутатора в небольших узлах дальней связи, для новых МТС ёмкостью до 40 линий и для расширения существующих МТС, коммутаторное оборудование которых состоит из индивидуальных коммутаторов системы ЦБ старых выпусков. Схема и оборудование коммутатора позволяют эксплуатировать линии дальней связи и по заказной и по немедленной системе эксплуатации. Устройство коммутатора обеспечивает возможность установления транзитных соединений телефонных линий, имеющих оконечное усиление. Коммутатор рассчитан на включение шести

и с характеристическим сопротивлением 600 ом, который выключается при помощи реле при установлении транзитных соединений (через транзитные гнезда многократного поля).

В многократном поле дальняя линия имеет два гнезда (одно для установления оконечных соединений и другое для установления транзитных соединений), вызывную лампу и сигнал занятости.

В местном поле дальняя линия имеет два гнезда, ключ  $K_4$  для подготовки и переключения сигнализации о вызове с местного на многократное поле, вызывную лампу и сигнал занятости.

Шнуровая пара, схема которой приведена на фиг. 243, приспособлена для оконечных и транзитных соединений и оборудована разгово-рно-вызывным ключом РВК.



Фиг. 242. Схема включения дальней линии в междугородный коммутатор М-49

дальних линий и имеет два рабочих места— основное и дополнительное.

Детали коммутатора монтируются в двухпанельном корпусе.

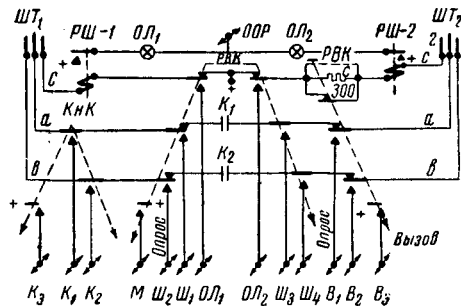
В местном поле коммутатора смонтированы шесть комплектов приборов для включения дальних линий.

Предельная ёмкость станции при двухпанельном размещении многократного поля составляет 20 дальних линий, а при четырёхпанельном размещении многократного поля— 40 дальних линий.

Связь с местными абонентами предусмотрена по соединительным линиям через форшальтер ручных телефонных станций и через специальные приборы междугородных сообщений автоматических телефонных станций. В связи с этим в поле коммутатора предусмотрено 30 комплектов гнезд и сигналов занятости (ламп или бленкеров) соединительных линий с местными телефонными станциями. Кроме того, в поле коммутатора смонтированы 20 комплектов гнезд, вызывных ламп и сигналов занятости линий прямых абонентов и четыре комплекта гнезд и вызывных ламп заказных линий.

Число шнуровых пар коммутатора равно 10. Дальняя линия, схема включения которой показана на фиг. 242, присоединяется к гнездам многократного и местного полей через транзитный удлинитель с затуханием в 0,4 деп

В третьих жилах шнуров предусмотрены малоомные отбойные реле РШ-1 и РШ-2. Эти реле притягивают якоря только в том случае, когда по третьему проводу гнезда любой линии получают соединение с минусом батареи



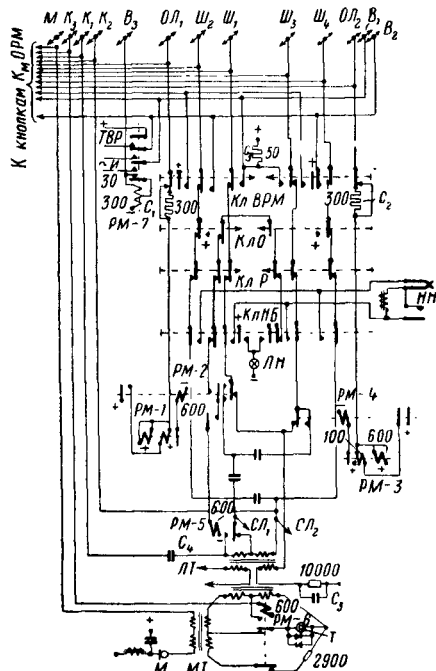
Фиг. 243. Схема шнуровой пары междугородного коммутатора М-49

через сопротивление, не превосходящее 300 ом, и отпускают якоря при увеличении сопротивления в цепи до 1500 ом.

В схеме основного рабочего места (фиг. 244) имеются четыре ключа. Из них ключ  $K_4 ВРМ$  предназначен для посылки вызова по любому шнуру. Ключ  $C$  (скидывания) служит для

принудительного разъединения абонентов местной телефонной станции. Ключ  $KлР$  (разделительный) предназначен для раздельного разговора. Ключ  $KлНаб$  (набора номера абонента) служит для набора номера абонента по любому шнуру.

В схеме рабочего места также предусмотрены две кнопки  $КнОРМ$  для объединения рабочих мест.



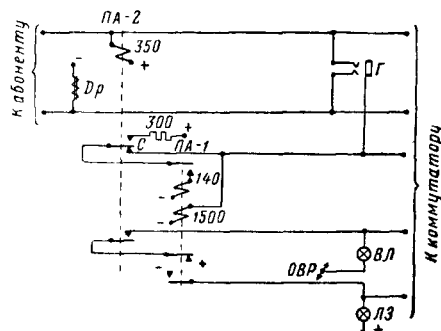
Фиг. 244. Схема рабочего места междугородного коммутатора М-49

Из числа семи реле рабочего места реле  $PM1$ ,  $PM2$ ,  $PM3$  и  $PM4$  служат для отключения пробной схемы и для подготовки изменения входного сопротивления гарнитуры рабочего места. Реле  $PM5$  изменяет это сопротивление. Реле  $PM6$  переключает схему гарнитуры в положение контроля. Реле  $PM7$  подключает источник вызывного тока к общим вызывным шинам  $B_1$  и  $B_2$ .

Гарнитура рабочего места смонтирована по противоместной схеме. При нажатии кнопки  $КнК$  шнуровой пары гарнитура подключается своим высокоомным входом через конденсатор  $C_4$  к разговорным жилам шнуровой пары, благодаря чему затухание, вносимое гарнитурой в разговорную цепь при опросе, не превышает 0,05  $нп$  в полосе разговорных частот. В случае параллельного подключения к абонентской и дальней линиям или к двум дальним линиям при переводе ключа  $РВК$  в положение «Опрос» гарнитура включается также своим высокоомным входом, при нормальном опросе гарнитура подключается к линии с согласованным с последней входным сопротивлением.

Номеронабиратель, предусмотренный в схеме рабочего места, монтируется на столе коммутатора.

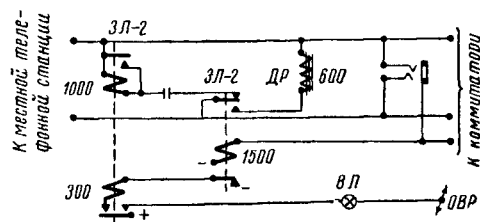
Схемы релейных комплектов линии прямого абонента и заказной линии приведены на фиг. 15 и 16 соответственно. Схема комплекта соединительной линии является универсальной и может быть использована для работы



Фиг. 245. Схема включения линии прямого абонента в междугородный коммутатор М-49

с АТС машинной и шаговой систем, а также с ручными телефонными станциями систем ЦБ  $\times 2$  и ЦБ  $\times 3 \times 2$ .

Реле рабочего места и шнуровых пар размещены на поворотной раме внутри коммутатора. На этой же раме смонтированы комплекты реле шести дальних линий, девяти соеди-



Фиг. 246. Схема заказной линии междугородного коммутатора М-49

нительных линий, пяти линий прямых абонентов, одной заказной линии и двух служебных линий для связи с форшальтером.

Электропитание коммутатора предусмотрено от источника постоянного тока с напряжением 24 в. Для послышки вызова требуется переменное напряжение 60—80 в с частотой 50  $гц$ .

#### Электропитание оборудования междугородных телефонных станций заказной системы

Питание оборудования междугородных телефонных станций заказной системы осуществляется от источника постоянного тока с напряжением 24 в. Для послышки вызова используется переменный ток с напряжением 80 в и частотой 15—50  $гц$ .

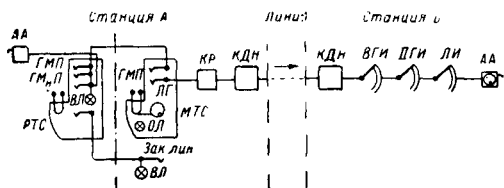
#### МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ

Монтаж кабелей на междугородных телефонных станциях производится в основном так же, как и монтаж кабелей местных ручных телефонных станций (см. стр. 640).

### ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ ДАЛЬНЯЯ ТЕЛЕФОННАЯ СВЯЗЬ

Полуавтоматический способ установления соединений по каналам дальней связи применяется на железнодорожном транспорте как при заказной, так и при скорой системе эксплуатации.

Наиболее просто при заказной системе эксплуатации связь может быть организована в соответствии со схемой, представленной на фиг. 247, предусматривающей использование



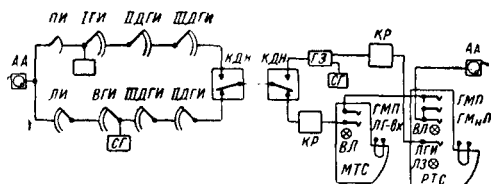
Фиг. 247. Схема организации полуавтоматической дальней телефонной связи при заказной системе эксплуатации

специализированных каналов только в исходящем направлении. Согласно фиг. 247 дальняя линия, оборудованная комплектами дальнего набора КДН той или иной системы. На исходящем конце включается через комплект реле КР в междугородный коммутатор. На входящем конце линия через комплекты дальнего набора присоединяется к ВГИ местной АТС.

При вставлении штепселя в гнездо полуавтоматизированной линии происходит занятие ВГИ вызываемой станции, и телефонистка, получив сигнал готовности, производит набор номера вызываемого абонента.

Схемы устройств, применяемых для организации полуавтоматической дальней связи, должны обеспечивать автоматическое подключение к занятому абоненту и соединение с ним при его согласии на ведение междугородного переговора, а также получение телефонисткой сигналов ответа и отбоя вызываемого абонента.

Применение полуавтоматического способа установления соединения при двустороннем



Фиг. 248. Схема организации полуавтоматической дальней телефонной связи при скорой системе эксплуатации

использовании каналов дальней связи также возможно, но при условии некоторого усложнения применяемых для этой цели устройств.

При скорой системе эксплуатации полуавтоматический способ установления соединений применяется в тех случаях, когда пункты, включенные в автоматизированную сеть, не оборудованы междугородными АТС. Для организации связи в этом случае может быть при-

менена схема (фиг. 248), предусматривающая двустороннее использование каналов.

При специальных схемах комплектов реле КР полуавтоматической связи и при соответствующем приспособлении схем шнуровых пар ручных коммутаторов возможно осуществление сквозного набора от абонентов ручной телефонной станции к абонентам автоматической телефонной станции.

### УСТРОЙСТВА ДАЛЬНОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

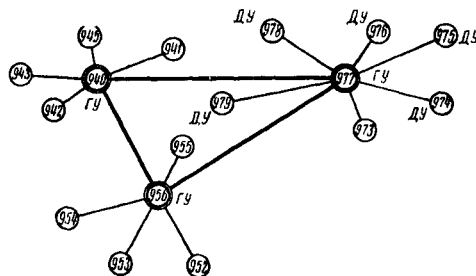
Устройства дальней автоматической телефонной связи начали применяться на железнодорожном транспорте СССР в 1947 г. (по предложению А. Н. Волоцкого, Н. Р. Збара, Б. П. Зовского, В. В. Калищука, Г. М. Пивко, А. М. Погодина, Б. В. Уласевича и др.). Опыт эксплуатации автоматизированных сетей дальней связи показал, что при автоматизации улучшается качество обслуживания лиц, пользующихся дальней связью.

Автоматизация узлов сети дальней телефонной связи железнодорожного транспорта осуществляется на базе аппаратуры автоматических телефонных станций шаговой системы.

Устройства дальней автоматической телефонной связи помимо функций, указанных в главе «Автоматические телефонные станции» (стр. 641), должны выполнять ещё следующее:

- а) обеспечивать возможность установления соединений абонентов соседних станций по прямым каналам (поперечная связь);
- б) обеспечивать высокое качество транзитных соединений;
- в) допускать возможность объединения пучков каналов;
- г) обеспечивать установление обходной связи при занятости или повреждении связи на основном направлении.

Принципы построения сети дальней телефонной связи сохраняются и при автоматизации. На автоматизированной сети применяется трёхзначная постоянная (закрывающаяся) нумерация узлов дальней связи.



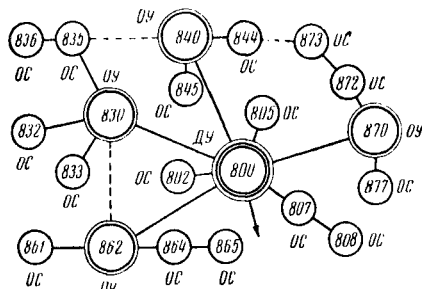
Фиг. 249. Нумерация узлов связи на автоматизированной магистральной сети дальней телефонной связи

На сети магистральной связи, как показано на фиг. 249, в качестве первой цифры номера принята цифра 9; вторая цифра определяет узел дальней связи при МПС или глав-



ный узел связи (ГУ на схеме) и третья цифра — узел дальней связи при управлении железной дороги (ДУ на схеме).

На сети внутридорожной связи, как видно из фиг. 250, первой цифрой является цифра 8; вторая цифра определяет узел дальней связи



Фиг. 250. Нумерация узлов связи на автоматизированной внутридорожной сети дальней телефонной связи

при отделении дороги (ОУ на схеме) и третья цифра — окончательный пункт дальней связи (ОС на схеме).

Соединение абонентов узлов внутридорожной сети (ОУ и ОС) с абонентами узлов магистральной сети происходит через узел дальней связи при управлении этой дороги.

Для ориентировки абонентов подача сигнала готовности от каждой вызванной станции осуществляется, как правило, голосом (например «Я Киев»).

тегории абонентов. Например, в первом этапе дальней автоматической связью пользуется только узкий круг руководящих работников, имеющих возможность вызвать только абонентов этой же категории. На втором этапе руководящие работники получают возможность вызова всех абонентов ЖАТС автоматизированной сети, но без права выхода к городской телефонной станции. На третьем этапе право вызова по линиям автоматизированной сети предоставляется всем абонентам, имеющим право пользования дальней связью.

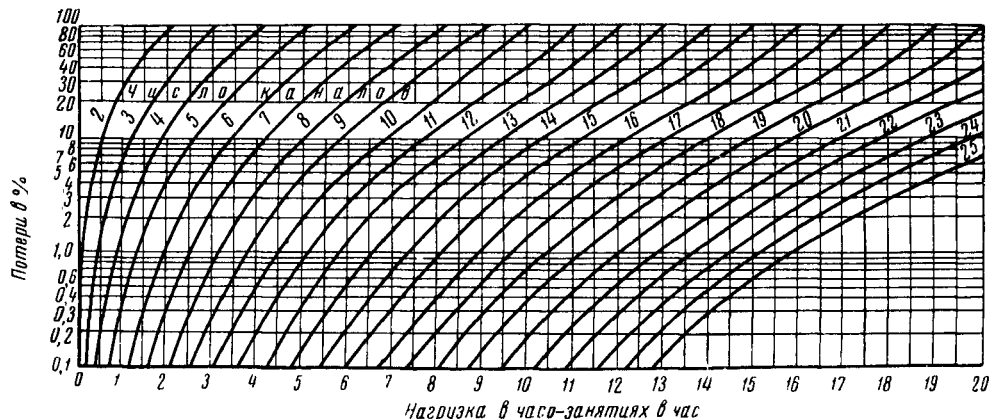
Скелетная схема автоматизированной сети магистральной связи показана на фиг. 252, а сети внутридорожной связи — на фиг. 253. Для автоматизации сети дальней телефонной связи применяют следующие приборы:

а) групповые искатели дальней связи и ДГИ, устанавливаемые в узлах сети ГУ, ДУ, ОУ и служащие для установления соединений с линиями дальней связи;

б) комплекты дальнего набора КДН, включаемые в автоматизируемые каналы дальней связи и обеспечивающие передачу по каналам импульсов набора и других управляющих импульсов;

в) смешивающие искатели СИ, устанавливаемые на промежуточных станциях, на которых происходит соединение отдельных каналов без групповых искателей, и служащие для выбора свободного канала в группе каналов следующего участка;

г) направляющие искатели НИ, устанавливаемые в пунктах, где происходит разветвление сети; эти искатели обеспечивают



Фиг. 251. Кривые зависимости числа каналов, необходимого при скорой системе эксплуатации, от нагрузки и от величины потерь (для малой нагрузки)

Эксплуатация каналов дальней автоматической связи производится по скорой системе. Число каналов, необходимое для организации дальней автоматической связи, показано на фиг. 251 для разных значений нагрузки в часо-занятиях и для различных потерь [32].

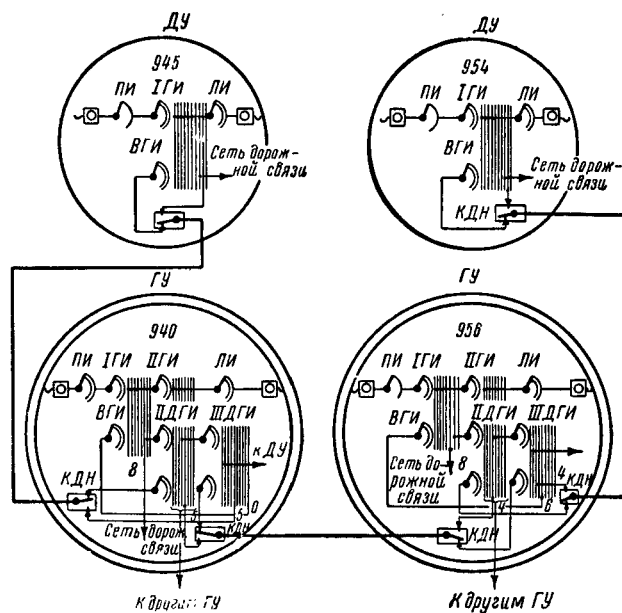
Если существующее число каналов недостаточно для пропуска соединений от всех абонентов, то применяют ограничения права пользования дальней связью.

В зависимости от числа каналов на участках сети дальней автоматической связи ограничение распространяется на различные ка-

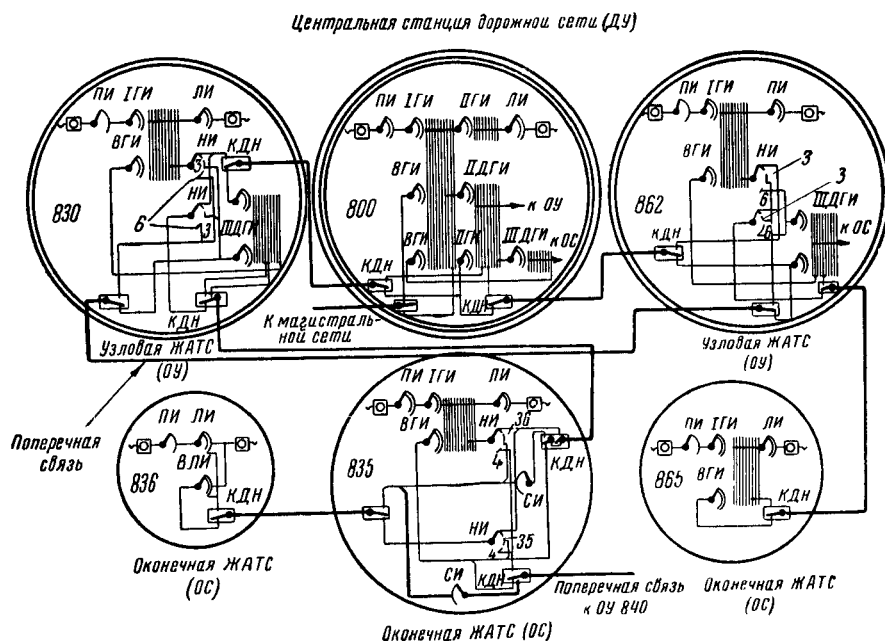
тегории абонентов. Например, в первом этапе дальней автоматической связью пользуется только узкий круг руководящих работников, имеющих возможность вызвать только абонентов этой же категории.

д) выделители направлений ВП — устройства, добавляемые к комплектам дальнего набора с целью использования каналов одного участка дальней связи для прямого соединения с несколькими пунктами, лежащими за этим участком;

е) гасители знаков ГЗ — устройства, воспринимающие какой-либо знак номера без воздействия на искатели станций. Гасители знаков позволяют сохранить единую



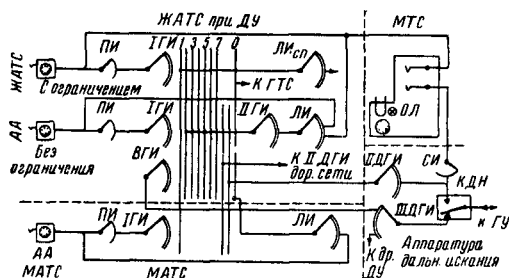
Фиг. 252. Скелетная схема автоматизированной сети магистральной телефонной связи



Фиг. 253. Скелетная схема автоматизированной сети внутридорожной телефонной связи

нумерацию при использовании меньшего числа ступеней искажения, чем это требуется по количеству знаков номера; они монтируются в виде отдельных комплектов реле или входят в состав приборов АТС (например ГИ, комплектов РСЛ).

В некоторых случаях для руководящих работников при управлениях железных дорог устраиваются отдельные междугородные АТС (МАТС) ёмкостью до 100 номеров. Нумерация абонентов этих станций трёхзначная (000—099; в настоящее время применяется нумерация 300—399), единая; абонентские номера присваиваются по должностям. Внутренняя связь с абонентами своей МАТС, местной железнодорожной и городской телефонной станций и по внутриузловым соединительным линиям в этом случае не предусматривается. На фиг. 254 показана скелетная схе-



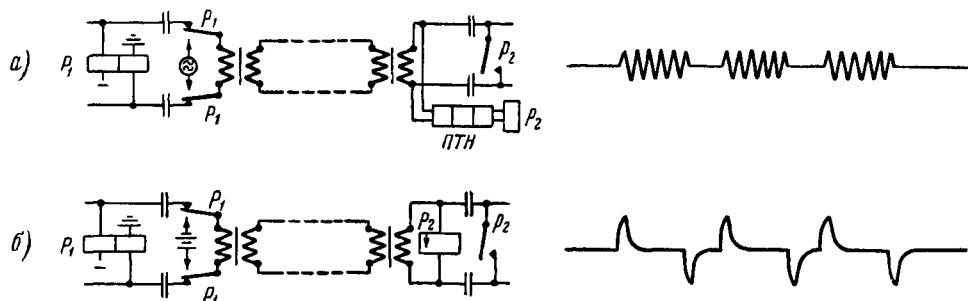
Фиг. 254. Скелетная схема междугородной автоматической телефонной станции при управлении железной дороги

ма МАТС при управлении дороги с возможностью предоставления входящей связи со всеми абонентами ЖАТС управления дороги.

### Системы дальнего набора

Устройства дальнего набора, включаемые между аппаратурой дальнего искажения и каналами связи, должны обеспечивать:

а) двустороннюю передачу управляющих импульсов, необходимых для установления соединения и для разъединения;



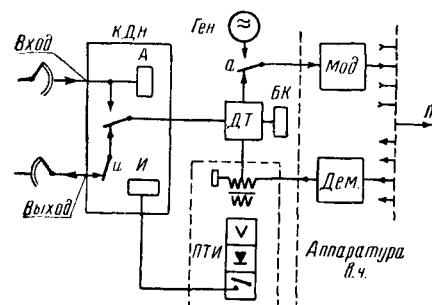
Фиг. 255. Скелетные схемы дальнего набора: а—импульсами тока тональной частоты и б—индуктивными импульсами

б) прохождение токов тональной частоты как в процессе установления соединений, так и при разговоре и притом без внесения искажений и помех в передачу речи;

в) блокировку канала от з.н.т. при занятости канала или при повреждении;

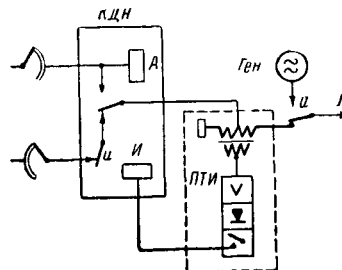
г) подачу сигналов повреждения и возможность проверки работы канала.

На железнодорожном транспорте получили применение следующие комплекты дальнего набора (фиг. 255):



Фиг. 256. Схема включения комплекта дальнего набора тональной частоты в телефонный канал высокой частоты

а) токами тональной частоты (600 и 750 гц) КДНТ, пригодные для работы по любым телефонным каналам. Для посылки импульсов



Фиг. 257. Схема включения комплекта дальнего набора тональной частоты в телефонный канал тональной частоты

по дальней линии в этом случае используется ламповый или машинный генератор. Приём импульсов переменного тока осуществляется

при помощи специального приёмника тональных импульсов ПТИ, преобразующего импульсы переменного тока в импульсы постоянного тока. Схемы включения КДНТ в каналы высокой и тональной частоты приведены на фиг. 256 и 257 соответственно;

б) индуктивными импульсами *КДНИ*, т. е. импульсами постоянного тока, передаваемыми через трансформатор, пригодные для работы по телефонным каналам тональной частоты, не имеющим промежуточных усилителей и не уплотненным подтональным телеграфом.

Для передачи управляющих импульсов также могут использоваться вызывные устройства аппаратуры высокочастотного телефонирования.

#### Электропитание оборудования дальней автоматической связи

Для электропитания аппаратуры дальней автоматической связи требуются источник постоянного тока напряжением 60 в и сигнально-вызывные агрегаты типа, применяемого на ЖАТС шаговой системы; для питания цепей накала и анода устройств дальнего набора тональной частоты, устройства для ответа голосом и т. п., кроме того, требуются источники постоянного тока напряжением 24 и 220 в.

#### Конструктивное оформление

Конструктивное оформление и монтаж оборудования дальней автоматической связи в основном не отличаются от таковых оборудования шаговых АТС.

### ЛИНЕЙНО-АППАРАТНЫЕ ЗАЛЫ И ИХ ОБОРУДОВАНИЕ

С момента возникновения дальней телефонной связи и примерно до начала тридцатых годов аппаратура дальней телефонной связи располагалась в технических помещениях местных телефонных станций, в кроссовых (а иногда даже в коммутаторном зале), в помещениях телеграфа и т. п. Обслуживание аппаратуры и контроль за исправным действием цепей и каналов дальней телефонной связи осуществлялись по совместительству теми же лицами, которые обслуживали местную телефонную связь, телеграф и т. д.

С ростом количества каналов дальней телефонной связи и с соответствующим увеличением количества аппаратуры выявилась необходимость сосредоточения всей аппаратуры дальней телефонной связи данного узла связи в одном месте и выделения для её обслуживания специального штата. Практическая реализация этих мероприятий привела к возникновению идеи о создании линейно-аппаратного зала в том смысле, как мы это понимаем в наше время.

Сосредоточение всей аппаратуры дальней телефонной связи в одном общем помещении создало предпосылки к введению специальных коммутационных и вспомогательных устройств и к унификации включения каналов дальней связи по единым, типовым схемам, получившим в дальнейшем название схем прохождения цепей по линейно-аппаратному залу.

Всё это позволило резко улучшить и облегчить технический надзор как за самой аппаратурой, так и за каналами связи. Инициатива в организации линейно-аппаратных залов принадлежит Д. М. Андрееву и Н. А.

Баеву, которые приступили к разработке этого вопроса в 1932 г.

На железнодорожном транспорте оборудование узлов дальней связи по системе линейно-аппаратного зала было принято в 1934 г. по предложению В. А. Новикова и В. И. Шуплова.

На основе этого предложения были разработаны общие принципы организации линейно-аппаратных залов железнодорожного транспорта, основные схемы прохождения цепей по линейно-аппаратному залу, схемы и конструкции коммутационной аппаратуры с учётом обслуживания цепей избирательной телефонной связи. Производство коммутационной аппаратуры для линейно-аппаратных залов было организовано на Харьковском электротехническом заводе Трансвязь НКПС.

В настоящее время эта система является обязательной единой системой для всех узлов связи железнодорожного транспорта.

За годы сталинских пятилеток дальняя телефонная связь на железнодорожном транспорте значительно усилилась. В годы послевоенной сталинской пятилетки на сети дальней связи получила применение аппаратура многоканальных систем для уплотнения телефонных цепей в полосе частот до 150 кГц. Для дальней связи стали использовать кабельные линии. Одновременно возросли и требования к технической эксплуатации междугородных связей как с точки зрения качества передачи по каналам связи, так и в отношении бесперебойности их действия.

В связи с этим Министерством промышленности средств связи была разработана новая аппаратура ЛАЗ. В результате выполнения этой разработки номенклатура коммутационной и вспомогательной аппаратуры ЛАЗ, по сравнению с существовавшей ранее, значительно расширилась. Одновременно были резко улучшены электрические и эксплуатационные характеристики этой аппаратуры.

#### Назначение и состав оборудования линейно-аппаратных залов

Комплекс оборудования линейно-аппаратного зала должен обеспечивать:

- а) бесперебойности действия и высокое качество работы всех видов связи;
- б) возможность быстрого и точного определения места повреждений отдельных элементов оборудования и заведённых в ЛАЗ физических цепей (проводов и кабелей);
- в) возможность выполнения всех необходимых в процессе эксплуатации переключений цепей, аппаратуры и каналов связи;
- г) правильную организацию выполнения всякого рода профилактических мероприятий, регулировок, настроек и измерений аппаратуры, цепей и каналов связи;
- д) возможность последующего развития ЛАЗ и доуплотнения отдельных цепей без необходимости изменения основной схемы и структуры ЛАЗ.

Соответственно своему назначению и характерным особенностям всё оборудование ЛАЗ подразделяют на следующие четыре группы:

Коммутационная аппаратура. К ней относятся: вводные (ВС) и испы-

тательные (ИС) стойки, стойки промежуточных переключений (СПМ, ПСИ), а также ряд других стоек аналогичного назначения: вводные стойки для кабельных линий (ВСК), вводно-испытательные (ВИС) и контрольно-испытательные (КИС) стойки, стойки четырехпроводной коммутации (СЧК) и др.

Усилительная аппаратура и аппаратура многократного уплотнения. К этой группе относятся стойки СЛФ, СТДУ-35, стойки аппаратуры высокочастотного телефонирования всех систем и т. п.

Аппаратура специальных видов железнодорожной связи. В эту группу входит аппаратура всех видов избирательной связи (постанционной, линейно-путевой, диспетчерской), аппаратура дорожной диспетчерской связи (ДПД), аппаратура дорожной и магистральной связи совещаний и т. п.

Вспомогательная аппаратура. К этой группе относятся стационарная измерительная аппаратура (ИСА, КИЛ) и другие всякого рода специальные измерительные приборы (в том числе переносные), токораспределительная аппаратура: стойки питания (СП), стойки автоматической регулировки напряжения (САРН) и др.

Вспомогательная аппаратура непосредственно не участвует в организации каналов связи и предназначена для обслуживания аппаратуры связи и обеспечения исправности её действия.

#### Основные технико-эксплуатационные характеристики коммутационной и вспомогательной аппаратуры ЛАЗ

**Вводные стойки (ВС).** На них включают все заводимые в ЛАЗ провода, сразу же после ввода их в помещение. ВС служат:

- а) для размещения приборов защиты оборудования станции и обслуживающего персонала от опасных воздействий грозовых разрядов и высоковольтных линий и
- б) для коммутации, замены и испытания физических цепей (проводов).

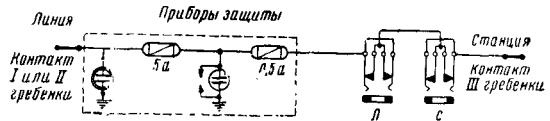
**Вводная стойка завода Трансвязь<sup>1</sup>** (изделие 301) рассчитана на включение 40 проводов воздушных линий связи. В пределах этой ёмкости включение телефонных и телеграфных проводов возможно в любых соотношениях.

Телефонные цепи, включаемые на ВС завода Трансвязь, могут быть уплотнены в спектре до 30 кГц.

10 проводов защищены полным комплектом приборов защиты, состоящим из предохранителя типа СН-0,5 а, разрядника типа РА-350 и предохранителя типа СН-0,15 а, а остальные 30 проводов — только предохранителями СН-0,15 а (фиг. 258). Кроме того, конструкция ВС допускает установку на ней мощных барьерных разрядников типа РБ-280 на любом проводе.

10 линейных однопроводных цепей из числа 40, имеющих на стойке, смонтированные попарно таким образом, что переходное затухание между любыми двумя парами,

образованными из этих цепей, измеренное в полосе частот от 0 до 30 кГц, составляет не менее 12 неп; монтаж 10 других линейных цепей обеспечивает такое же переходное затухание при частотах до 10 кГц. Монтаж остальных линейных цепей обеспечивает переходное затухание между парами, равное 9 неп при частоте 800 Гц.



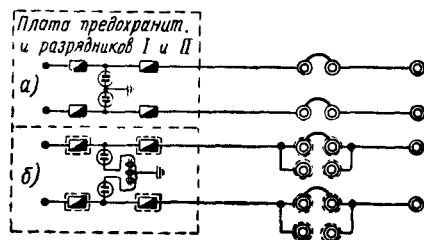
Фиг. 258. Схемы комплектов для включения физических проводов в вводную стойку завода Трансвязь

Помимо устройств, непосредственно относящихся к включению коммутации и защите заведённых на ВС физических цепей, на ней смонтированы: испытатель линий, переговорно-вызывное устройство (ПВУ), дающее возможность ведения переговоров по цепям симплексной телефонной связи, 4 комплекта гнезд линий служебной связи, 12 однопроводных соединительных линий и 2 комплекта монтерских линий.

Коммутация проводов осуществляется: в нормальных условиях — через пружинные однопроводных разделительных гнезд, которых имеется два на каждый провод; при всякого рода переключениях — при помощи упомянутых выше гнезд и однопроводных шнуров.

Размеры стойки — 2 500 × 512 мм; вес стойки — 250 кг.

**Вводная стойка завода МПСС** рассчитана на включение 20 двухпроводных цепей и в том числе 4 двухпроводных цветных цепей, уплотнённых в полосе частот до 150 кГц. Кроме того, на неё можно включить 20 телеграфных цепей, образованных посредством наложения на указанные выше телефонные цепи.



Фиг. 259. Схемы комплектов для включения физических проводов в вводную стойку завода МПСС: а — для неуплотнённых цепей, б — для цепей, уплотнённых в полосе частот до 150 кГц

Схемы комплектов для включения физических проводов показаны на фиг. 259. Каждый провод на уплотнённой цепи защищается предохранителями на 1 и 0,15 а и разрядником типа РА-350.

В комплект приборов защиты уплотнённых цепей, сверх того, входит дренажная катушка.

Все детали и монтаж, относящиеся к цветным цепям, уплотняемым в полосе частот до

150 кГц, экранированы, в результате чего переходное затухание на этой частоте для разнесённых к краям панели комплектов составляет не менее 15 неп, а для соседних — не менее 12 неп.

Помимо приборов, непосредственно относящихся к включению, коммутации и защите заведённых на ВС физических цепей, на ней смонтированы: испытатель линий, два комплекта ПВУ, два комплекта переходно-измерительных устройств (ПИУс), прибор для проверки исправности и асимметрии предохранителей, часы с пружинным заводом, ручной индуктор, восемь передаточных телефонных линий, две передаточные телеграфные линии, пять служебных линий для связи с ЦТС или с аппаратами МБ, четыре монтажные служебные линии, шесть внутристанционных служебных линий.

Конструктивно стойка оформлена в виде каркаса из профильной стали высотой 2 500 мм и шириной 526 мм. Размещение панелей двустороннее.

Спереди стойки на высоте 775 мм от пола укреплен стол, передняя часть которого может быть опущена. В угольниках основания и в боковых угольниках каркаса имеются отверстия для крепления стойки при её установке в ЛАЗ.

Вес стойки 250 кг.

Испытательные стойки (ИС) являются основным рабочим местом дежурного электро-механика (техника) ЛАЗ. С этих стоек ведутся испытания телефонных каналов при их повреждениях, при непрохождении действия и при профилактических проверках. Здесь же производятся все необходимые переключения телефонных каналов. Кроме того, ИС является центральным пунктом всей сигнализации ЛАЗ.

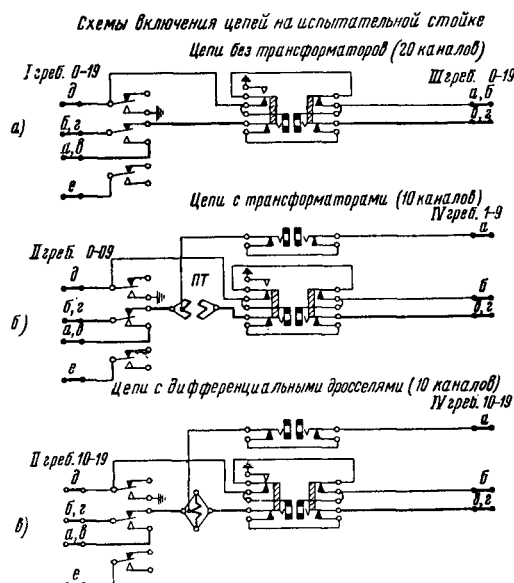
На ИС располагаются:

- а) разделительные гнезда всех образованных в данном ЛАЗ телефонных каналов;
- б) переходные трансформаторы со средними точками и дифференциальные дроссели катушки, включаемые в телефонные цепи для наложения телеграфной работы;
- в) кнопки для передачи каналов на аппаратуру связи совещаний;
- г) разделительные гнезда телеграфных каналов, образованных посредством наложения на телефонные цепи;
- д) гнезда и комплекты реле служебных, соединительных и передаточных линий.

Испытательная стойка завода Трансвязь<sup>1</sup> (изделие 302) рассчитана на включение 40 телефонных каналов, в том числе 20 телефонных каналов без наложения телеграфной работы (каналы тональной частоты неуплотнённых цепей и каналы высокочастотных связей), 10 телефонных каналов тональной частоты с наложением телеграфной работы при помощи дифференциальных трансформаторов и 10 каналов тональной частоты с наложением телеграфной работы при помощи дифференциальных дросселей (фиг. 260). Кроме того, на ИС предусмотрены разделительные гнезда для 20 телеграфных каналов, образованных путём наложения на телефонные цепи.

В комплекты устройств, предназначенных для включения телефонных цепей без наложения телеграфной работы, могут быть включены каналы тонального телеграфа.

Помимо приборов, непосредственно относящихся к включению перечисленных выше каналов, на ИС завода Трансвязь смонтированы: два ПВУ (из них одно для цепей избирательной и симплексной связи), шесть переходных трансформаторов 1400 : 600 ом и 4 с соотношением 600 : 600 ом, 10 дифференциальных дросселей, 10 кнопок для передачи телефонных каналов в студию связи совещаний, 10 кнопок для подключения к каналам избирательной связи устройств избиратель-



Фиг. 260. Схемы комплектов для включения в испытательную стойку завода Трансвязь каналов тональной частоты: а — без наложения телеграфной работы; б — с наложением телеграфной работы при помощи дифференциальных трансформаторов; в — с наложением телеграфной работы при помощи дифференциальных дросселей

ного вызова, гнезда и комплекты реле служебных, соединительных и передаточных линий (шесть линий ЦБ, четыре линии МБ, 10 однопроводных соединительных линий).

Кроме того, на стойке предусмотрены места для помещения на них неперметра и генератора, которые заводом не поставляются.

Затухание, вносимое ПВУ при включении его для контроля в телефонную цепь, не превышает 0,05 неп.

Затухание, вносимое включением в телефонную цепь дифференциального дросселя, не превышает 0,03 неп в полосе частот 300 — 40 000 гц для цепей из цветного металла и 0,05 неп в полосе частот 300—2 400 гц для стальных цепей. При работе дросселей с постоянным подмагничиванием до 10 ма указанные величины затухания могут несколько увеличиваться, но не более чем на 0,05 неп.

Переходные трансформаторы обеспечивают переходное затухание между основной и ис-

<sup>1</sup> По ТУ 1948 г.

кусственной цепями не менее 8 *неп* в полосе частот от 300 до 2 400 *гц* (для двух трансформаторов эта норма повышена до 8,4 *неп*). Собственное затухание трансформаторов в полосе частот 300—2 400 *гц* не превышает 0,09 *неп*, а при частоте 800 *гц* — 0,07 *неп*.

Затухание неоднородности подобранных попарно линейного и балансного трансформаторов составляет не менее 4 *неп* в полосе частот 300—2 400 *гц*.

Переходное затухание между любыми двумя парами междугородных цепей, измеренное при частоте 800 *гц* с контактов вводных гребёнок, составляет не менее 9 *неп*.

Габаритные размеры и вес стойки ИС завода Трансвязь такие же, как и вводной стойки (изделие 301).

Испытательная стойка завода МПСС рассчитана на включение 40 телефонных каналов, из которых на 20 каналов может быть наложена



Фиг. 261. Схема комплектов для включения в испытательную стойку завода МПСС каналов тональной частоты

телеграфная работа посредством имеющихся на стойке 20 дифференциальных трансформаторов 1 400 : 600 *ом* (фиг. 261).

Ёмкость стойки может быть увеличена до 60 каналов путём использования для вклю-

тированы: генератор на 800 *гц* и указатель уровня на 300—10 000 *гц* (от —3 до +3 *неп*), два ПВУ (из них одно с возможностью четырёхпроводного включения), 20 комплектов устройств для образования временных четырёхпроводных транзитных соединений (фиг. 262,а), пять комплектов устройств для образования двухпроводных транзитных соединений (фиг. 262,б), 20 кнопок для включения реле переключения каналов на аппаратуру двусторонней групповой телефонной связи (ДГТС), пять кнопок передачи каналов на аппаратуру радиотрансляционного вещания, 20 передаточных линий, три служебные линии МБ, две служебные линии ЦБ, пять линий служебной внутристанционной связи, громкоговоритель для служебного канала, часы с пружинным заводом.

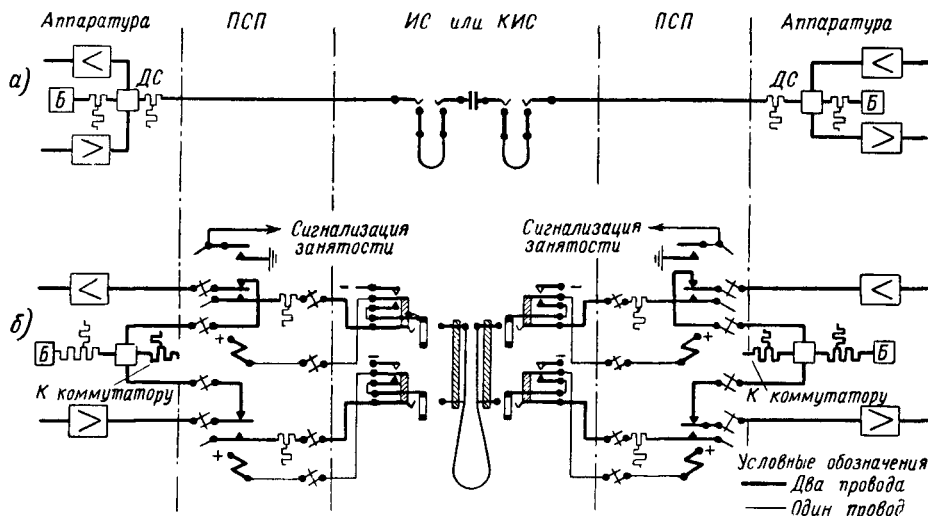
Переходное затухание между каналами связи и передаточными линиями составляет на частоте 800 *гц* не менее 12 *неп*.

Размеры стойки: 2 500 × 526 *мм*, вес стойки 300 *кг*.

Вводно-испытательные стойки (ВИС) устанавливают в ЛАЗ небольшой ёмкости; они совмещают функции стоек ВС и ИС.

Стойка ВИС завода МПСС рассчитана на включение 16 неуплотнённых стальных цепей (фиг. 259,а), 4 цветных цепей, уплотнённых в полосе частот до 150 *кГц* (фиг. 259,б), 20 телеграфных каналов, образованных путём наложения на указанные выше телефонные цепи, 20 телефонных каналов с возможностью передачи на ДГТС и 20 каналов без возможности передачи на ДГТС (фиг. 263).

Кроме приборов, непосредственно относя-



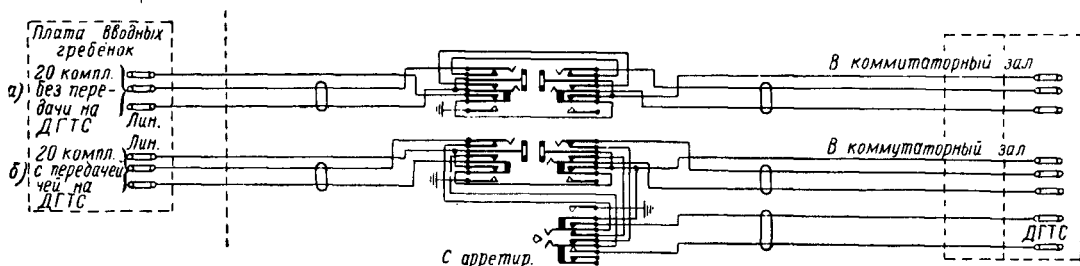
Фиг. 262. Схемы организации транзитных соединений на испытательной или контрольно-испытательной стойке завода МПСС: а — двухпроводных, б — четырёхпроводных

чения каналов имеющихся на ней 20 комплектов устройств, предназначенных для осуществления четырёхпроводного транзита.

На ИС завода МПСС помимо приборов, непосредственно относящихся к коммутации телефонных каналов дальних связей, смон-

тируются к перечисленным выше цепям и каналам (гнезда, кнопки приборы защиты и др.), на ВИС завода МПСС смонтированы: измерительный генератор (частота  $f=800$  *гц*) и указатель уровня для измерений уровней от —3 до +3 *неп* в полосе частот от 300

до 10 000 гц, испытатель линий, переходно-измерительное устройство (ПИУс), основное и резервное переговорно-вызывные устройства (ПВУ), прибор для измерения асимметрии предохранителей и для проверки их исправности, часы с пружинным заводом, ручной индуктор, шесть служебных двухпроводных соединительных линий МБ, которые могут быть использованы также для включения коммутатора местной телефонной станции, две служебные линии ЦБ, две монтажные служебные линии, четыре пары гнезд для осуществления временных двухпроводных транзитных соединений, 10 двухпроводных передаточных линий, 15 линейных трансформаторов 1 400 : 600 ом, выведенные на гнезда нагрузочные сопротивления (два по 600 и два по 1 400 ом), три гнезда, на которые подано заземление.



Фиг. 263. Схемы комплектов для включения в вводно-испытательную стойку завода МПСС каналов тональной частоты: а—без возможности передачи на ДГТС; б—с возможностью передачи на ДГТС

Комплект приборов защиты физических цепей состоит из плавких предохранителей на 1 и 0,15 а и разрядников типа РА-350. Для цепей, уплотнённых до 150 кгц, предусмотрена установка дренажных катушек. Комплекты защиты этих цепей, равно как и все другие относящиеся к ним детали и провода внутристоечного монтажа, экранированы.

Коммутация физических цепей осуществляется при помощи однопроводных беспружинных гнезд и дужек.

Переходное затухание между экранированными линейными комплектами, разнесёнными к разным краям стойки, составляет на частоте 150 кгц не менее 15 неп, а между рядом расположенными комплектами — не менее 12 неп при той же частоте.

Переходное затухание между неэкранированными линейными комплектами и между передаточными линиями при частоте 60 кгц составляет не менее 12 неп для разнесённых комплектов и 9 неп для смежных. По своим электрическим данным эти разнесённые комплекты обеспечивают возможность включения в них цепей из цветного металла, уплотнённых в полосе частот до 60 кгц.

Переходное затухание между каналами тональной частоты составляет не менее 12 неп при частоте 800 гц.

Конструктивно стойка оформлена в виде каркаса высотой 2 500 мм и шириной 526 мм. Размещение панелей двустороннее. Спереди стойки, на высоте 775 мм от пола, укреплен стол, передняя часть которого может быть

опущена. В угольниках основания и в боковых угольниках каркаса имеются отверстия для крепления стойки при её установке в ЛАЗ.

Вес стойки 300 кг.

Стойка ВИС завода Министерства связи рассчитана на включение и обслуживание четырёх цепей из цветного металла, уплотнённых до 30 кгц, 16 стальных неуплотнённых цепей, 20 телеграфных каналов, образованных путём наложения телеграфной работы на указанные выше цепи, 10 телефонных каналов тональной частоты высокочастотных связей и 20 каналов тональной частоты неуплотнённых цепей.

Кроме приборов, непосредственно относящихся к перечисленным выше цепям и каналам (гнезда, приборы защиты и пр.) на ВИС завода Министерства связи смонтированы: испытатель линий, переходно-измеритель-

ное устройство (ПИУс), переговорно-вызывное устройство (ПВУ), пять служебных двухпроводных соединительных линий МБ, четыре двухпроводные передаточно-соединительные линии, 8 пар гнезд, в которые включены нагрузочные сопротивления 600 и 1 400 ом, 16 линейных трансформаторов 1 400 : 600 ом и 4 трансформатора 600 : 600 ом.

Комплект приборов защиты физических цепей состоит из предохранителей на 1 и 0,15 а и разрядников типа РА-350.

Коммутация физических цепей и каналов осуществляется при помощи однопроводных гнезд и дужек. Для контроля за прохождением связи на дужках имеются гнезда.

Для получения достаточно высокого переходного затухания между включёнными на ВИС уплотнёнными цепями комплекты приборов этих цепей максимально удалены друг от друга; для монтажа их применён экранированный кабель. Благодаря этому переходное затухание между любыми двумя уплотнёнными цепями составляет 13 неп при частоте 30 кгц. Между комплектами устройств для включения неуплотнённых цепей переходное затухание при частоте 800 гц равно 12 неп.

Конструктивно стойка оформлена в виде каркаса из угловой стали высотой 2 500 мм и шириной 530 мм. Ширина каждой панели 480 мм, высота кратна 30 мм. В передней части стойки на высоте 775 мм от пола укреплен рабочий столик техника с открывающейся крышкой.

Вес стойки 300 кг.



**Контрольно-испытательная стойка (КИС)** завода МПСС предназначена для проведения проверок состояния телефонных каналов путём переговоров по ним и простейших измерений переменным током. Кроме того, на КИС можно осуществлять временные двух- и четырёхпроводные транзитные соединения, а также передачу соответствующих каналов на аппаратуру двусторонней групповой телефонной связи.

Стойка КИС рассчитана на включение 120 телефонных каналов тональной частоты и в том числе каналов высокочастотной связи (см. фиг. 261). Помимо приборов, непосредственно относящихся к этим каналам, на КИС смонтированы: неперметр, два ПВУ, 20 комплектов приборов для образования четырёхпроводных транзитных соединений, четыре комплекта приборов для образования двухпроводных транзитных соединений (см. фиг. 262), 20 кнопок для передачи каналов на аппаратуру ДГТС, 20 трёхпроводных соединений линий, шесть служебных линий МБ, четыре служебные линии ЦБ, 10 служебных линий внутристанционной связи, четыре нагрузочных сопротивления по 600 ом и два по 1400 ом, часы с пружинным заводом.

Переходное затухание между любой парой каналов при частоте 800 гц составляет не менее 12 неп.

Конструктивно стойка КИС оформлена аналогично стойке ВИС завода МПСС.

**Стойки переключений междугородных линий** предназначаются для кроссировки кабелей внутренней линейной проводки ЛАЗ и для разделки кабелей, соединяющих ЛАЗ с МТС и другими службами данного узла связи.

Стойка переключений междугородных линий (СПМ) завода Трансвязь (изделие 303) рассчитана на 160 трёхпроводных и 160 двухпроводных кроссировок. Для этой цели на обеих сторонах стойки (линейной и станционной — условные названия) установлено по восемь гребёнок с  $20 \times 2$  штифтами каждая и по восемь гребёнок с  $20 \times 3$  штифтами каждая.

На одну кроссировку требуется в среднем 1,5 м кроссового шнура. Размеры стойки СПМ:  $2\,500 \times 512 \times 632$  мм, вес стойки 150 кг.

Промежуточная стойка переключений (ПСМ-М) завода МПСС рассчитана на 600 четырёхпроводных кроссировок. Для этой цели на обеих сторонах стойки установлено по 30 гребёнок с  $20 \times 4$  штифтами каждая. В условиях работы ЛАЗ в системе Министерства связи на ПСП-М могут быть установлены панели реле и съёмных удлинительных, предназначенных для переключения каналов тональной частоты на аппаратуру двусторонней групповой телефонной связи и для осуществления четырёхпроводного транзита. Установка двух таких панелей требует снятия со стойки одного горизонтального ряда кроссировочных гребёнок и уменьшает предельную ёмкость стойки на 60 четырёхпроводных кроссировок.

Конструктивно стойка ПСП-М представляет собой каркас, собранный из трёх секций, сваренных из угловой и полосовой стали.

Высота стойки 2 500 мм, ширина 526 мм, глубина 800 мм.

Вес стойки 125 кг.

**Стойки питания (СП)** служат для распределения подаваемых в ЛАЗ напряжений по рядам установленной в нём аппаратуры или по отдельным стойкам. На стойке СП устанавливаются предохранители, включённые в отдельные цепи питания, устройства сигнализации и приборы для контроля величин напряжений и токов в цепях нагрузки.

Стойка питания завода Трансвязь (изделие 304) рассчитана на включение фидеров — 24,  $\pm 220$  в, телеграфных батарей, источников вызывного тока, батарей избирательного вызова и батарей управления симплексными трансляциями. Кроме того, на ней предусмотрены: шина земли, запасные шины с предохранителями и отдельная панель с рубильником и предохранителями для подачи к стойкам ЛАЗ напряжений сети переменного тока. Для батарей  $\pm 220$  в и батарей избирательного вызова на стойке установлены рубильники с смонтированными предохранителями. Конструкция этих рубильников позволяет быстро вынимать и вставлять нож в основание, что бывает необходимо при замене предохранителя.

Ёмкость СП допускает подачу основных источников питания (24 и 220 в) к 20 стойкам ЛАЗ и остальных напряжений к 10 стойкам.

При пропадании на шинах стойки СП напряжения 24 в действуют оптическая и акустическая сигнализации.

Размеры стойки  $2\,500 \times 512$  мм, вес 200 кг.

Стойка питания завода МПСС по назначению и оборудованию сходна с предыдущей. На неё могут быть поданы напряжения — 24,  $\pm 220$ ,  $\pm 130$ ,  $\pm 40$ ,  $\pm 60$ ,  $\pm 80$  в,  $\pm ВБ$  (вызывная батарея 220 в) и вызывное напряжение. При помощи установленных на стойке приборов можно контролировать все подводимые к ней напряжения (за исключением вызывного напряжения), а также токи в цепях — 24,  $\pm 130$  и  $\pm 220$  в.

Стойка оформлена в виде каркаса из угловой стали высотой 2 500 и шириной 526 мм.

**Вводная стойка для кабельных вводов междугородных цепей (ВСК)** рассчитана на включение 40 пар жил вводных кабелей и в том числе 8 пар уплотнённых в полосе частот до 150 кгц. На ВСК расположены два обычных бокса ёмкостью  $20 \times 2$  и один экранированный бокс ёмкостью  $8 \times 2$ . Кроме того, на ней расположены приборы защиты и ряд контрольных и коммутационных устройств, аналогичных устройствам, монтируемым на ВС завода МПСС и, кроме того, измерительный мост постоянного тока. По конструкции ВСК подобна другим стойкам ЛАЗ.

**Стойка запирающих фильтров (СФЗ).** Эта стойка оборудована фильтрами, включаемыми в цепи, имеющие параллельный пробег с цепями, уплотнёнными в полосе частот до 150 кгц, с целью устранения влияния с выхода этих цепей на их вход через третьи цепи. На стойке размерами  $2\,500 \times 530$  мм смонтированы фильтры трёх типов, а именно, предназначенные для включения: а) в цветные цепи, уплотнённые при помощи аппаратуры высокочастотного телефонирования трёх-

канальной системы, б) в неуплотнённые или уплотнённые стальные цепи и в) в телеграфные провода.

Стойка четырёхпроводной коммутации (СЧК) предназначена для включения в неё четырёхпроводных телефонных каналов через разделительные гнезда и служит для проверки уровней передачи и приёма, а также для установки и проверки остаточного затухания каналов.

Ёмкость стойки СЧК рассчитана на 60 четырёхпроводных каналов. В комплект для включения одного такого канала входят разделительные гнезда и регулятор усиления в тракте приёма. На стойке, кроме того, размещаются нормальный генератор, указатель уровня, оборудование служебных и соединительных линий и четырёхпроводное переговорно-вызывное устройство.

Стойка дифференциальных систем (СДС) предназначена для образования двухпроводных выходов четырёхпроводных телефонных каналов. Ёмкость стойки составляет 100—120 дифференциальных систем.

Стационарная измерительная аппаратура ЛАЗ представляет собой комплект измерительных и коммутационных устройств, смонтированных на стандартных стойках. При помощи системы соединительных и передаточных линий эти стойки могут быть связаны с любой другой аппаратурой ЛАЗ. По этим линиям на измерительные стойки передаются подлежащие испытаниям или измерениям провода, приборы или отдельные узлы аппаратуры.

Измерительная секция (ИСА-2) выпускалась заводом Министерства связи до 1941 г.

При помощи приборов стойки ИСА-2 можно производить следующие основные измерения:

- а) измерение сопротивления проводов линий связи и других устройств в пределах до 111 100 ом;
- б) определение места повреждения цепи при заземлении или понижении изоляции одного провода;
- в) измерение асимметрии сопротивления проводов двухпроводных цепей;
- г) определение места короткого замыкания или сообщения проводов;
- д) измерение переходного затухания линий связи и станционной проводки до 11 неп в полосе тональных частот;
- е) измерение входного сопротивления в полосе тональных частот (до 5 000 гц);
- ж) измерение рабочего затухания в полосе частот от 50 до 60 000 гц;
- з) измерение остаточного затухания в диапазоне от 50 до 60 000 гц;
- и) проверку настройки усилителей путём измерения балансного затухания;
- к) измерение уровня передачи в диапазоне от 50 до 60 000 гц;
- л) измерение усиления усилителей тч и вч;
- м) испытание электронных ламп.

Для выполнения перечисленных выше измерений на ИСА-2 смонтированы следующие приборы: мост постоянного тока, магазин сопротивлений, генератор и указатель уровня на диапазон частот от 50 до 60 000 гц, мост переменного тока, магазин ёмкостей, ма-

газин затуханий, испытатель ламп, вспомогательный генератор на 7 фиксированных частот и панель управления.

На ИСА-2 могут быть включены 40 соединительных двухпроводных линий и 4 соединительных провода. Посредством этих линий ИСА-2 соединяется со всеми другими стойками ЛАЗ.

В комплект ИСА-2 входят две стойки: стойка для измерения уровней и стойка для измерения сопротивлений. Обе стойки дополняют друг друга и порознь использованы быть не могут.

Размеры каждой из стоек: 2 500 × 538 мм, вес обеих стоек вместе 300 кг.

Контрольно-измерительное устройство (КИЛ) линейно-аппаратного зала выпускалось заводом Министерства связи до 1942 г. По конструкции и оперативным возможностям КИЛ почти полностью тождественно аппаратуре ИСА-2.

В настоящее время заводы МПСС изготовляют измерительную тележку типа ИТ, в которую входит комплект приборов, необходимых для измерений в ЛАЗ в полосе частот до 150 гц.

#### Коммутация цепей в линейно-аппаратном зале

Соединение аппаратуры, устанавливаемой в ЛАЗ, между собой, а также с междугородной телефонной станцией, телеграфом, узлом связи совещаний и т. п. осуществляется, как правило, по типовым схемам, называемым схемами прохождения цепей по линейно-аппаратному залу. Эти схемы разработаны для всех встречающихся на железнодорожном транспорте видов связи и для различных вариантов их использования [13, 15, 22]; указанные схемы составляются примерно так, как показано на фиг. 264.

#### Электропитание аппаратуры линейно-аппаратного зала

Электропитание аппаратуры дальней связи осуществляется от источника постоянного тока с напряжениями 24 в (цепи накала и реле) и 220 в (анодные цепи).

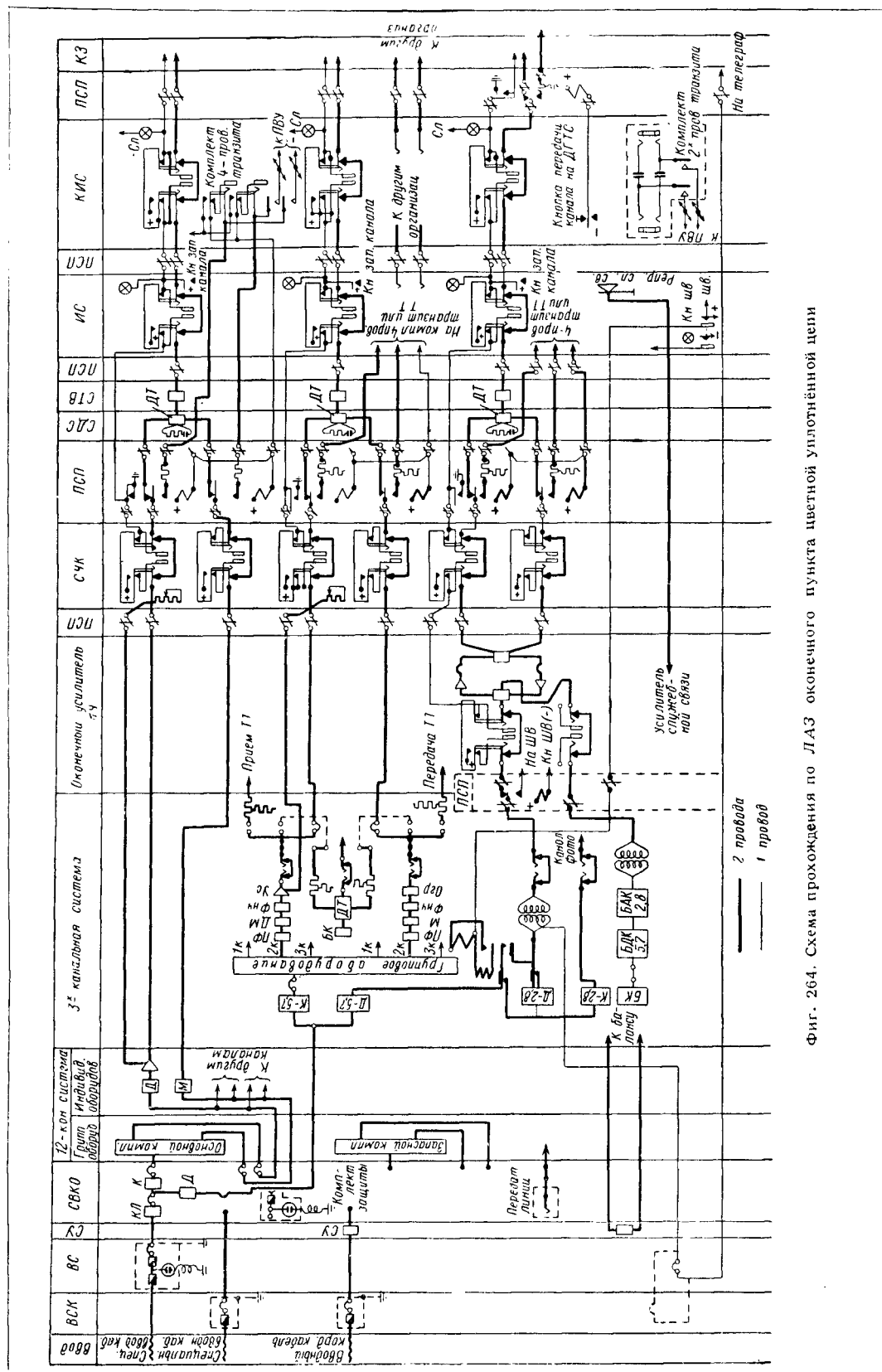
В некоторых случаях при наличии в ЛАЗ импортной аппаратуры дальней связи для питания анодных цепей приходится предусматривать источник постоянного тока напряжением 130 в.

Для послылки вызова используют переменный ток с напряжением 60 — 80 в и частотой 15—50 гц.

При наличии в ЛАЗ высокочастотной аппаратуры типа СМТ-35 и ТВЧ-35, кроме указанных выше источников тока, требуется батарея смещения напряжением 40 в.

Для питания аппаратуры избирательной телефонной связи, устанавливаемой в ЛАЗ, требуются источники тока, указанные в характеристиках этой аппаратуры, приведённых в главе «Специальные виды железнодорожной телефонной связи» данного тома.

Требования, предъявляемые к источникам электропитания аппаратуры ЛАЗ, должны удовлетворять ГОСТ 5237-50.



Фиг. 264. Схема прохождения по ЛАЗ оконечного пункта цветной уплотнённой цепи

### Вспомогательные устройства линейно-аппаратного зала

К вспомогательным устройствам ЛАЗ относятся соединительные, измерительные и служебные линии, а также устройства сигнализации.

Соединительные линии прокладываются в ЛАЗ для замены аппаратуры. Эти линии проходят многократно по всем стойкам однотипной аппаратуры, снабжённым гнездами для включения соединительных линий. К каждой стойке подводят провода от двух линий для включения её входа и выхода.

Для замены телефонной аппаратуры соединительные линии должны быть двухпроводными.

Измерительные линии прокладываются в ЛАЗ при наличии измерительных стоек (ИСА, КИЛ) между этими последними и всей аппаратурой, установленной в ЛАЗ. К каждому виду оборудования подводят двухпроводные или трёхпроводные соединительные линии, которые включают многократно в комплекты оборудования этого вида. Трёхпроводные соединительные линии в основном подаются к стойкам ИС, КИС и тонального вызова. Для монтажа измерительных линий применяют, как правило, экранированные кабели.

Для осуществления служебных переговоров между ЛАЗ и МТС, телеграфом, студией связи совещаний, генераторной и т. д. устраивают служебные линии, заканчивающиеся на стойках ИС и КИС (если она предусматривается). Часть этих линий оборудуется по системе МБ (например с генераторной) и часть по системе ЦБ.

Для оповещения о повреждениях в цепях питания и о поступлении вызова по какой-либо служебной линии, в ЛАЗ устраивают два вида оптической и акустической сигнализации: о повреждениях в цепях питания и о поступлении вызова. Устройство оптической сигнализации должно обеспечивать указание или ряда аппаратуры, в котором произошло повреждение в цепи питания, или стойки, на которую поступил вызов, а также отмечать повреждённую стойку или стойку, на которую поступил вызов. Лампы, сигнализирующие повреждения в цепях питания, берут красного цвета, а сигнализирующие поступление вызова — зелёного цвета. Одновременно с действием оптической сигнализации должна приходить в действие акустическая сигнализация (звонок). При этом предусматривается возможность выключения акустической сигнализации на время устранения повреждения.

### Основные указания по монтажу линейно-аппаратных залов

Для установки и крепления оборудования ЛАЗ в нём монтируется изготавливаемая на месте специальная металлическая конструкция, которая в основном состоит из перечисленных ниже частей. Вдоль каждого ряда стоек на уровне их верхнего края (обычно 2500 мм от пола) прокладывается угловая сталь  $45 \times 45 \times 5$  мм. По концам ряда эта деталь опирается на вертикальные стойки  $60 \times 60 \times 6$  мм и скрепляется со стальным уголком  $45 \times 45 \times 5$  или  $60 \times 60 \times 6$  мм,

проходящим вдоль помещения ЛАЗ по краям рядов и заделанным концами в стены. Такая конструкция может быть смонтирована в ЛАЗ совершенно отдельно, до установки стоек.

Установленные в ряд стойки ЛАЗ прикрепляются к рядовому уголку и к смежным стойкам или к стойкам болтами, а к полу при помощи глухарей.

Для большей жёсткости конструкции один или несколько рядовых уголков также могут быть заделаны одним или обоими концами в стены.

Для монтажа разговорных цепей линейной проводки, соединительных и измерительных линий ЛАЗ должны применяться экранированные провода и кабели. Для этой цели может быть применён кабель марки РВЧС-60 и РВЧС-160 (резиновый, высокочастотный, станционный на 60 и 160 кгц). Возможно применение и других равноценных по качеству проводов и кабелей. На вводную стойку линейные провода подаются кордельным кабелем с оконечной разделкой его в ЛАЗ. От СПМ (ПСИ) на междугородную станцию провода подаются кабелем марки ТСО 21  $\times$  3. Токораспределительная проводка может быть смонтирована проводом ПР или ВРГ надлежащего сечения. Для подачи и распределения переменного тока, и в том числе вызывного, частотой 15—50 гц, должны применяться парные витые провода, проложенные в трубах с металлической экранной оболочкой, или кабели с металлическим покрытием (например СРГ).

Для прокладки проводов и кабелей внутренней проводки в ЛАЗ предусматривается устройство воздушных желобов лестничного типа. Эти желоба устанавливаются как вдоль всего помещения ЛАЗ, по краям рядов (главные желоба), так и вдоль каждого из рядов (рядовые желоба). Главные желоба обычно специализируют, используя один из них для преимущественной прокладки линейных проводов, а другой для токораспределительной сети.

Желоба изготавливают из полосовой стали сечением  $5 \times 40$  мм. Скалки желобов делают из круглой стали диаметром 8—10 мм. Ширина главного желоба обычно принимается равной 200 мм, а рядового желоба 150 мм. Желоба крепятся к упомянутым выше рядовым и продольным уголкам.

Кабели и провода укладываются на желоба и сшиваются в пакеты прямоугольного сечения с одновременным прикреплением их к скалкам желобов через каждые 200—400 мм. При укладке пакетов стремятся расположить более тяжёлые кабели внизу, более лёгкие наверху. Пересечения слоёв в пакетах и отдельных кабелей, как правило, не допускаются. Ответвление кабелей из пакетов к рядам и к отдельным стойкам должно происходить с ближайшего к ним края пакета. Допустимым радиусом изгиба кабелей на ответвлениях, поворотах и спусках считается величина, равная 10-кратному диаметру наиболее толстого кабеля в подлежащем изгибу пакете. На поворотах и спусках пакеты прикрепляются к каждой скалке желоба.

Переходное затухание в пределах ЛАЗ между двумя любыми парами линейной проводки на частоте 800 гц не должно быть менее

9 неп; для измерительных линий, соединяющих аппаратуру ЛАЗ с ИСА-2 (КИЛ), эта норма повышается до 11 неп. Между цепями, уплотненными в спектре до 30 кГц, переходное затухание должно быть не ниже 10 неп, а для уплотненных до 150 кГц не ниже 13 неп.

## ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ УЗЛОВ ДАЛЬНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

### Общие указания

Помещения, в которых размещаются устройства дальней телефонной связи, обычно сосредотачиваются совместно с помещениями других устройств связи в одном здании.

К техническим помещениям узлов дальней связи относятся: коммутаторный зал и стативная при ручном обслуживании соединений, отдельное или общее с автоматным залом АТС помещение для приборов дальней автоматики при автоматическом обслуживании соединений и, наконец, помещение линейно-аппаратного зала.

Устройства электропитания узлов дальней связи обычно совмещаются с устройствами электропитания других видов связи и потому для них, как правило, особые помещения не выделяются.

Здание, в котором размещаются устройства дальней связи, должно быть кирпичным, каменным или бетонным.

Помещения коммутаторного зала, стативной, помещения для приборов дальней автоматики и линейно-аппаратного зала следует располагать так, чтобы имелась возможность их развития за счёт смежных помещений подсобного характера. Взаимное расположение указанных помещений, а также помещений местной телефонной станции и генераторной должно обеспечивать наименьшую длину соединительных кабелей и питающих фидеров.

### Коммутаторный зал и его стативная

Состав оборудования коммутаторного зала и его стативной и необходимость выделения последней определяются количеством линий дальней и избирательной телефонной связи, оканчивающихся в данном узле связи, а также типом применяемых междугородных коммутаторов.

При небольшом числе линий и применении междугородных коммутаторов со стативами реле последние обычно устанавливаются в помещении кроссовой местной телефонной станции. Если реле размещаются в корпусе коммутатора, то надобность в помещении стативной отпадает. Выделение отдельного помещения для стативной может быть допущено лишь при проектировании крупных узлов дальней связи и то лишь при установке междугородных коммутаторов со стативами реле.

Связь между междугородными и местными коммутаторами при ручных телефонных станциях на железнодорожном транспорте осуществляется, как правило, по многократному полю. Поэтому помещение зала междугородных коммутаторов должно быть смежным с помещением коммутаторного зала местной телефонной станции.

Количество междугородных коммутаторов определяется в зависимости от необходимого числа рабочих мест и типа применяемых коммутаторов. Число рабочих мест устанавливается в зависимости от величины телефонной нагрузки междугородной телефонной станции в час наибольшей нагрузки (ЧНН).

Величина телефонной нагрузки междугородной телефонной станции для ЧНН определяется по формуле

$$y = \sum_{i=1}^n (N_x C_{\text{сут. х}} T_x K_x),$$

где  $N_x$  — число линий в отдельном пучке;  
 $C_{\text{сут. х}}$  — число переговоров на одну линию данного пучка в сутки;

$T_x$  — продолжительность полного цикла времени, необходимого для занятия линии в течение одного разговора;

$K_x$  — коэффициент концентрации междугородных переговоров в ЧНН для данного пучка и

$n$  — общее число пучков линий.

Кроме того, необходимо знать процентное соотношение переговоров входящих, исходящих и транзитных, процентное соотношение переговоров обычных и прямых абонентов, продолжительность занятия станционных линий междугородной телефонной станции для одного соединения и величины коэффициента концентрации нагрузки для различных видов обмена междугородной станции в ЧНН. Значения этих величин должны уточняться в процессе изысканий перед составлением проекта.

Некоторые данные, которые могут быть использованы при расчётах, указаны в табл. 195 и 196.

Т а б л и ц а 195

Продолжительность занятия станционных линий междугородной телефонной станции заказной системы для одного соединения

Вид линии или прибора	Время занятия линий в сек.
Заказная линия при приёме заказа . . . . .	40÷60
Служебная линия . . . . .	8÷10
Соединительная линия с АТС на один разговор с предварительной подготовкой его . . . . .	420÷600
Регистры междугородного сообщения АТС . . . . .	10÷15
Справочная линия для одной справки . . . . .	40÷60

Т а б л и ц а 196

Значения коэффициента концентрации нагрузки для различных видов обмена в час наибольшей нагрузки

Вид обмена	Величина коэффициента концентрации К
Заказы на междугородные переговоры (по поступлению) . . . . .	0,15÷0,2
Междугородные переговоры (по исполнению) . . . . .	0,07÷0,12
Справки (по поступлению) . . . . .	0,10÷0,15

Количество переговоров, приходящихся на долю прямых абонентов, может быть принято равным 10—15% от общего числа переговоров.

Качественная сторона обслуживания междугородной телефонной станции определяется величиной потерь из-за занятости станционных линий и приборов, временем ожидания абонентами исполнения заказов (см. табл. 192) и качеством передаваемой речи.

Величины потерь указаны в табл. 197.

Таблица 197

Величина потерь из-за занятости станционных линий и приборов

Вид линий или прибора	Величина потерь р %
Соединительная линия с местной телефонной станцией (АТС) . . . . .	0,1
Регистр междугородного сообщения АТС . . . . .	0,1
Заказная линия . . . . .	0,5

#### Расчёт числа телефонных каналов дальней связи

Число каналов дальней связи определяется для каждого направления отдельно по данным потоков обмена. Если данные потоков обмена отсутствуют, то при определении числа каналов исходят из существующей или проектируемой схемы связи узла с учётом перспектив развития. Число каналов определяют для монтируемой и предельной ёмкости станции. Более подробно о расчёте числа каналов см. [1, 2, 6, 7, 5].

Расчёт числа станционных и соединительных линий междугородной телефонной станции. Число станционных и соединительных линий определяют после установления числа дальних линий с таким расчётом, чтобы обеспечить наибольший возможный обмен по дальним линиям при монтируемой или соответственно при предельной ёмкости станции.

При расчёте соединительных, заказных, справочных и прочих линий определяют величину трафика, приходящуюся на каждый вид линий. После этого, найдя часо-занятия для часа наибольшей нагрузки, определяют число линий по кривым фиг. 130 главы «Устройства местной телефонной связи».

Расчёт числа рабочих мест междугородной телефонной станции. Число рабочих мест станции определяется по формуле

$$N_{рм} = \frac{C_{чнн} t_{ср. опер}}{3600 \alpha},$$

где  $C_{чнн}$  — число соединений, которое необходимо выполнить на станции в час наибольшей нагрузки;

$t_{ср. опер}$  — среднее оперативное время телефонистки в сек.;

$\alpha$  — коэффициент использования труда телефонистки. При предварительных расчётах можно принимать значения  $t_{ср. опер}$ , указанные в табл. 198.

Таблица 198

#### Среднее оперативное время телефонистки

Вид операции	$t_{ср. опер}$ в сек.
Приём заказа на междугородный разговор заказной телефонисткой . . . . .	50 ÷ 60
Приём заказа на справку заказной телефонисткой . . . . .	30 ÷ 45
Установление одного междугородного разговора междугородной телефонисткой . . . . .	100 ÷ 120
Выдача справки справочной телефонисткой . . . . .	40 ÷ 60

Коэффициент  $\alpha$  в соответствии с результатами стахановского движения можно принимать равным 0,85—0,9. Указанные величины  $t_{ср. опер}$  и  $\alpha$  не следует рассматривать как окончательно установившиеся. С улучшением процесса эксплуатации, с новыми достижениями стахановок-телефонисток, с введением технических усовершенствований снижается величина оперативного времени телефонисток и повышается производительность их труда. Поэтому при конкретном проектировании следует сопоставлять приведённые выше данные с фактическими достижениями передовых междугородных телефонных станций и вводить в них соответствующие коррективы.

Если телефонистке приходится выполнять различные операции, характеризующиеся различным оперативным временем, то в этом случае определяют среднее оперативное время с учётом удельного веса различных операций.

Если, например, для какого-либо вида рабочих мест:  $a\%$  соединений имеет оперативное время  $t_1$ ,  $b\%$  соединений —  $t_2$  и  $c\%$  соединений —  $t_3$ , то среднее оперативное время для телефонистки, обслуживающей это рабочее место,

$$t_{ср. опер} = \frac{at_1 + bt_2 + ct_3}{100}.$$

По приведённым формулам определяется число рабочих мест заказных, справочных, междугородных и других видов коммутаторов междугородной телефонной станции. После этого в зависимости от типа намеченных к применению коммутаторов устанавливается количество коммутаторов каждого рода, а также количество другого необходимого оборудования: статов реле, стол старшей и т. п.

Размещение оборудования междугородной телефонной станции. После определения состава и объёма оборудования составляют план его размещения в помещениях узла связи.

Коммутаторное оборудование располагается в коммутаторном зале междугородной телефонной станции. Коммутаторы устанавливаются, как правило, в один ряд. Расстояния между задней стороной ряда коммутаторов и стеной с окнами, при наличии радиаторов

отопления, берётся равным 850 мм, а при отсутствии их — равным 700 мм.

Расстояние между лицевой стороной ряда коммутаторов и другой стеной помещения должно быть не менее 2 000 мм. Пример расположения оборудования в коммутаторном зале приведён на стр. 664, фиг. 128. Высота помещения коммутаторного зала должна быть не менее 3,5 м. Она определяется объёмом воздуха, требующимся на одного человека, и площадью, необходимой для размещения оборудования. Объём воздуха должен составлять 17—18 м<sup>3</sup> на одного человека. Общая площадь окон должна быть не менее  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{7}$  освещаемой площади пола. Окона должны быть снабжены шторами.

Полы в помещении коммутаторного зала должны выдерживать нагрузку в 400 кг/м<sup>2</sup>.

В акустическом отношении коммутаторный зал должен быть обработан таким образом, чтобы мешающие шумы не превосходили уровня, равного 35—40 дб. Для уменьшения шумов применяют плотно закрывающиеся окна, занавесы, мягкие дорожки в зале и т. п.

Главные двери зала должны иметь высоту не менее 2 100 мм и ширину не менее 1 300 мм. В больших залах предусматривается запасной выход.

Стативы реле, если они применяются, устанавливают обычно в кроссовых местных телефонных станциях.

Для подвода кабелей в коммутаторном зале устраивают напольные желоба или применяют верхние желоба лестничного типа.

**Кабелирование междугородной телефонной станции.** В разработку проекта кабелирования междугородной телефонной станции входят:

1. Разработка монтажных скелетных схем для всех цепей станции, т. е. для дальних соединительных и заказных линий, линий прямых абонентов и т. п.; эти схемы составляют на основании монтажных схем завода, по которым смонтировано оборудование.

2. Подбор марок кабелей, необходимых для соединения оборудования и расчёта числа их кусков. Для монтажа цепей тональной частоты в пределах коммутаторного зала для соединения коммутаторов со стативами реле и для соединения последних с оборудованием линейно-аппаратного зала применяют кабели марок ТСС и ТСО. Кабели марки ТСС применяют для соединений между коммутаторами и стативами и для соединения с линейно-аппаратным залом. Кабели марки ТСО используют для соединений внутри ряда коммутаторов (для монтажа многократного поля). В настоящее время для монтажа применяют, как правило, неосвинцованные кабели.

Расчёт числа кусков кабеля производят на основании монтажных скелетных схем.

Результаты работы оформляют в виде таблицы или чертежа кабельных соединений (кабель-плана).

3. Разработка пакетажа кабелей и системы желобов для их укладки.

Пакетаж кабелей и систему желобов увязывают с планом размещения оборудования. Эта часть проекта оформляется в виде эскизов и конструктивных чертежей, определяющих способы укладки кабелей и конструкции желобов.

4. Расчёт потребности в кабелях в метрах для каждой их марки. Этот расчёт производят по планам расположения желобов станции и эскизам укладки в них кабелей, по которым определяют длины отдельных кусков. После определения длин кусков последние умножают на число их и таким образом находят длины кабелей.

5. Разработка таблиц для включения жил кабелей в штифты рамок стативов и коммутаторов.

Эта работа выполняется на основании заводских монтажных схем и планов расположения штифтов и оборудования.

#### Устройства дальней автоматической связи

Вопросы проектирования узлов дальней автоматической связи в настоящее время находятся в стадии разработки. Поэтому ниже отмечаются лишь основные этапы проектирования таких узлов, к которым относятся:

а) определение телефонной нагрузки в *ЧЛН* и расчёт числа телефонных каналов, необходимых в проектируемых направлениях; число каналов при скорой системе эксплуатации зависит от величины потерь, которую в настоящее время принимают равной 8—10%, и может быть определено по кривым фиг. 251;

б) определение состава и объёма переустройства сети дальней телефонной связи на проектируемых направлениях с разработкой проекта этого переустройства;

в) разработка схемы проектируемой связи с указанием на ней скелетных схем устройств в узлах сети и установление нумерации узлов в соответствии с принятой системой постоянной нумерации;

г) определение состава и количества оборудования для каждого из узлов проектируемой сети дальней автоматической связи;

д) выбор помещений в узлах для размещения в них проектируемого оборудования;

е) расположение оборудования в выбранных помещениях;

ж) решение вопросов, связанных с электропитанием проектируемого оборудования;

з) разработка монтажных схем включения оборудования и кабель-планов линейной и токораспределительной проводки.

#### Линейно-аппаратные залы

В состав основных работ по проектированию линейно-аппаратного зала входят:

а) определение состава и номенклатуры оборудования;

б) разработка системы электропитания *ЛАЗ*;

в) разработка плана расположения оборудования в помещениях *ЛАЗ* и цеха электропитания;

г) разработка кабель-плана линейной проводки;

д) расчёт токораспределительной проводки;

е) разработка кабель-плана токораспределительной проводки;

ж) проектирование заземлений.

Состав оборудования ЛАЗ определяется:

- а) по аппаратуре связи—исходя из схемы связи данного узла и перспектив её развития,
- б) по вводно-коммутационной и вспомогательной аппаратуре—в соответствии с количеством вводимых в ЛАЗ проводов и каналов связи, а также в соответствии с ёмкостью коммутационной и другой специальной аппаратуры ЛАЗ, с учётом некоторого резерва ёмкости стоек на перспективное развитие (в ЛАЗ отделенческих станций—до 25%).

Система электропитания ЛАЗ выбирается в зависимости от условий снабжения рассматриваемого пункта электроэнергией и увязывается с системой электропитания других устройств связи того же пункта; при этом руководствуются указаниями, приведёнными в разделе «Электропитание устройств связи» данного тома.

В случае устройства обособленного ЛАЗ, что может иметь место при проектировании вспомогательных усилительных пунктов многоканальных систем высокочастотного телефонирования для воздушной или кабельной линий, могут быть применены следующие способы питания оборудования:

- а) при наличии энергоснабжения от местной сети — постоянное буферное питание. На каждое необходимое напряжение постоянного тока устанавливаются два комплекта преобразователей, батарей и угольных регуляторов; для резервирования энергоснабжения устанавливается резервная электрическая станция;

- б) при отсутствии энергоснабжения от местной сети — периодическое буферное питание с подачи электроэнергии от собственной электрической станции или дистанционное питание от ближайшего пункта, обеспеченного энергоснабжением.

При периодическом буферном питании устанавливаются два электротепловых агрегата с генераторами трёхфазного тока и по два комплекта преобразователей, батарей и угольных регуляторов на каждое рабочее напряжение постоянного тока. Питание оборудования производится в течение 8 час. в сутки по буферному способу; в это же время одновременно производится заряд обеих батарей. В остальное время питание оборудования осуществляется от батарей.

При дистанционном питании подача питания может быть осуществлена или по отдельной иловой линии или по рабочим проводам линии дальней связи. Более целесообразным является последний способ. Для подачи питания по рабочим проводам могут быть использованы:

- а) однопроводные искусственные цепи (с применением земли в качестве обратного провода);

- б) двухпроводные искусственные цепи. Последний способ применяется в основном на кабельных линиях при двухкабельной системе связи.

Подача питания может осуществляться переменным или постоянным током.

Для уменьшения напряжения и мощности питающей установки в усилителях дальней связи, устанавливаемых в пунктах, питаемых на расстоянии, применяют наиболее экономичные лампы.

При дистанционном питании постоянным током цепи катодов и анодные цепи усилителей питают от одного напряжения. При этом катоды ламп соединяют последовательно, и в эту цепь для гашения излишнего напряжения включают балластное сопротивление.

Более подробно о дистанционном питании см. [24].

При разработке плана расположения оборудования в ЛАЗ и определении его площади всегда резервируют некоторую площадь для возможного добавления стоек вновь (порядка 15—25%).

Оборудование располагают в помещении ЛАЗ рядами, как правило, перпендикулярно окнам, и группируют по эксплуатационным признакам. План расположения оборудования в одном из действующих ЛАЗ дан на фиг. 265.

Вводно-коммутационную и испытательную аппаратуру (ВС, ВИС, ИС и т. п.) устанавливают в отдельном ряду, обычно одним из крайних, наиболее удобным с точки зрения подведения линейных проводов. В этом же ряду обычно устанавливают и измерительную аппаратуру (ИСА, КИЛ).

Стойки СП устанавливают с края одного из рядов, по возможности ближе к аппаратуре высокочастотного телефонирования, создающей наибольшую нагрузку по потреблению энергии.

Кроме того, СП должна быть установлена так, чтобы на неё возможно удобнее можно было подать фидеры, питающие аппаратуру ЛАЗ.

Стойки СПМ(ПСП) устанавливают так же, как и стойки СП с края одного из рядов, в месте, откуда намечается передача линейной проводки телефонных каналов на междугородную телефонную станцию.

Аппаратуру избирательной и симплексной связи, как правило, располагают в отдельном ряду.

Аппаратуру дальней связи высокой и тональной частоты группируют по цепям, на которых она работает. На краю ряда, ближе к лестничному жёлобу линейной проводки, устанавливают стойки СЛФ.

При наличии аппаратуры высокочастотного телефонирования с совпадающими спектрами частот стремятся располагать её на расстояниях не менее 3,0 м ряд от ряда или на таком же расстоянии между крайними стойками комплектов при расположении их в общем ряду.

Проходы в ЛАЗ выдерживают в соответствии со следующими нормами:

Главный, при одностороннем расположении рядов . . . . .	1,2—1,5 м
То же при двустороннем расположении рядов . . . . .	1,5—1,6 »
Между торцами рядов и стеной . . . . .	0,6—0,7 »
Между лицевыми сторонами рядов . . . . .	1,1 »
То же при наличии в одном из рядов вводно-коммутационной аппаратуры . . . . .	1,3 »
Между задними сторонами рядов . . . . .	0,7 »
Между стеной и задней стороной ряда без вводно-коммутационной аппаратуры . . . . .	0,7 »
То же с вводно-коммутационной аппаратурой . . . . .	0,7—1,0 »



Как правило, следует применять верхний предел указанных норм, снижая его только при невозможности применения по местным условиям (при размещении аппаратуры в существующих помещениях).

Аппаратуру располагают так, чтобы в смежных рядах она находилась либо лицевы-

Окрашку стен и потолков производят только масляными красками.

При печном отоплении здания, топки печей должны быть вынесены в смежные помещения (например коридор).

Освещённость ЛАЗ естественным светом, определяемая как отношение площади окон к площади пола, должна быть не менее  $1/6$ . Освещённость искусственным светом, определяемая на высоте 1 м от уровня пола, должна быть не менее 50 люкс нормальная и 20 люкс аварийная.

Расположение оборудования в помещениях источников питания производится в соответствии с указаниями, приведёнными в разделе «Электропитание устройств связи» данного тома. Там же приведены и требования к помещениям источников питания.

Разработка кабель-плана линейной проводки заключается в составлении сводной монтажной схемы прохождения по ЛАЗ линейных проводов, измерительных, служебных и сигнализационных линий.

При этом пользуются типовыми схемами прохождения цепей по ЛАЗ, а также схемами сигнализации, служебных и измерительных линий.

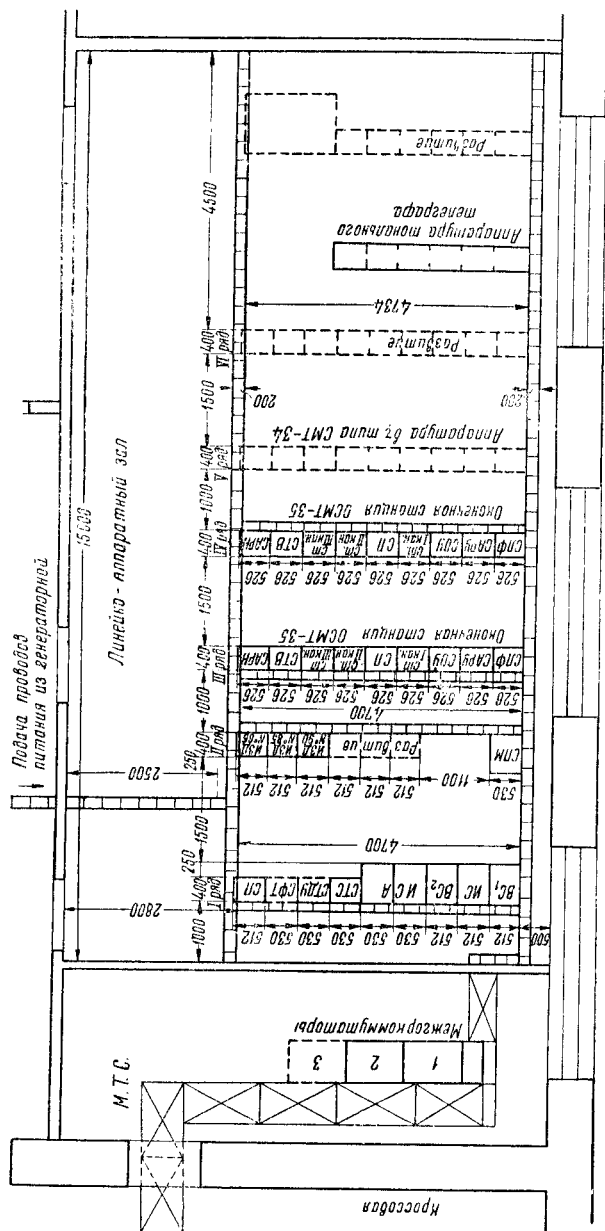
Одновременно с этим решаются вопросы, связанные с повышением индуктивности и симметрированием линейной проводки ЛАЗ.

Расчёт токораспределительной проводки ведётся только для проводов, по которым к аппаратуре подаётся напряжение—24 в. Исходной нормой в этом расчёте является допуск на падение напряжения на участке аккумуляторная батарея — питаемая аппаратура, принимаемый согласно табл. 199. Расчёт ведут на наименьший расход меди. Все остальные провода выбирают исходя из необходимости обеспечения достаточной механической прочности и по допустимой плотности тока. Как правило, сечение этих проводов берут равным  $2,5 \text{ мм}^2$ .

Кабель-план токораспределительной сети, представляющий собой сводную

монтажную схему прохождения по ЛАЗ токораспределительных проводов, составляется на основании принятой системы распределения питающих напряжений (постоечной или порядовой), выбираемой с учётом:

- удобств монтажа и развития токораспределительной сети;
- возможности проверки состояния отдельных цепей питания;



Фиг. 265. План расположения оборудования в линейно-аппаратном зале

ми, либо задними сторонами друг к другу.

Перекрытия над и под линейно-аппаратным залом должны быть полусторчаемые, полы — покрыты линолеумом; расчётную нагрузку на пол ЛАЗ принимают  $450 \text{ кг/м}^2$ .

Высота помещений ЛАЗ должна быть не менее  $3,2 \div 3,5 \text{ м}$  (в зависимости от высоты наиболее высоких стоек, соответственно  $2,5 \div 3,2 \text{ м}$ ).

в) применения минимального количества кабелей и проводов питающей сети;  
г) обеспечения минимальных помех от источников питания.

На кабель-плане указываются сечения и марки проводов на отдельных участках токо-распределительной сети.

Система заземлений для ЛАЗ должна быть спроектирована исходя из следующих соображений.

В линейно-аппаратных залах, на усилительных пунктах без дистанционного питания, а также на междугородных телефонных станциях с соединительными линиями, в схемах которых земля в качестве обратного провода не используется, должно быть оборудовано три отдельных заземления, а именно:

а) объединённое заземление, используемое одновременно в качестве экранно-батарейного и защитного для разрядников;

б) защитное заземление;

в) вспомогательное заземление для целей измерения сопротивления основных заземлений.

К экранно-батарейному заземлению должны присоединяться:

а) общая точка батарей, используемых для питания оборудования коммутаторных залов, ЛАЗ или усилительных пунктов;

б) металлические части стативного и коммутаторного оборудования МТС, а также металлические каркасы вводно-коммутационных и других стоек ЛАЗ;

в) металлические экранирующие прокладки в коммутаторном оборудовании и в оборудовании междугородной автоматики;

г) экраны аппаратуры ЛАЗ и экранирующие оболочки кабелей и шнуров;

д) разрядники типа РА-350.

Сопротивление экранно-батарейного заземления должно быть не более 4 *ом* при количестве проводов свыше 60 и 5 *ом* при количестве проводов менее 60.

К защитному заземлению должны присоединяться металлические части силового оборудования генераторной (корпуса, станины, кожухи, каркасы электрических машин, трансформаторов, выпрямителей, щитов и т.п.).

Сопротивление защитного заземления должно быть не более 10 *ом*.

В случае необходимости установки на МТС и усилительных пунктах барьерных разрядников РБ-280 последние должны присоединяться к защитному заземлению, причём величина защитного заземления в данном случае определяется расчётом в соответствии с правилами ограждения устройств связи и сигнализации от вредного действия установок сильного тока.

Сопротивление вспомогательного заземления для целей измерения сопротивления основных заземлений МТС и усилительных пунктов должно быть не более 100 *ом*.

При проектировании заземлений следует пользоваться указаниями ГОСТ 648-51.

### ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ УЗЛОВ ДАЛЬНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

Основные задачи технической эксплуатации узлов дальней телефонной связи состоят в обеспечении бесперебойного действия всех каналов и оборудования связи при высоком качестве передачи, максимальном использовании телефонных каналов для пропуска

Т а б л и ц а 199

Допустимые падения напряжения в токораспределительной сети ЛАЗ и предельные значения напряжения, допускаемые на зажимах аппаратуры

Наименование цепи питания	Номинальное напряжение источника тока в в	Допустимое падение напряжения в цепи питания на участке от аккумуляторной батареи до зажимов питаемой аппаратуры <sup>1</sup> в в	Предельные напряжения на зажимах питаемой аппаратуры в в	Допустимая пульсация напряжения на зажимах питаемой аппаратуры, создаваемая источником тока (псофометрическое значение) в в
Цепи накала и сигнализации аппаратуры дальней телефонной связи, тонального телеграфа и фототелеграфа	24	0,8	26,4 и 21,6 — без стабилизации напряжения; 21,8 и 20,6 — при стабилизации напряжения (для ламп 10-вольтовой серии)	$2,4 \cdot 10^{-3}$ (для ламп с прямым накалом)
Анодные цепи аппаратуры дальней телефонной связи, тонального телеграфа и фототелеграфа	220	5	240 и 200 — без стабилизации напряжения; 212 и 200 — при стабилизации напряжения	$4,4 \cdot 10^{-3}$

<sup>1</sup> Без учета падения напряжения в стойках автоматического регулирования напряжения.

переговоров при высоком качестве обслуживания абонентов, содержании оборудования и помещений в соответствии с техническими требованиями, предупреждении возможности возникновения повреждений, немедленном и быстром устранении повреждений в случае их возникновения.

Для этого в процессе технической эксплуатации осуществляют повседневное наблюдение за работой и состоянием линий, оборудования и каналов дальней связи, а также контрольно-эксплуатационные и периодические проверки регулировки и измерения цепей оборудования и каналов связи с проведением необходимого предупредительного ремонта. Эти последние работы выполняются в соответствии с календарными планами профилактического осмотра и ремонта оборудования, утверждёнными начальником дистанции сигнализации и связи.

Выполнение профилактических работ должно производиться без нарушения нормальной работы узла дальней связи в целом. В тех случаях, когда выполнение профилактических работ связано с нарушением действия отдельных цепей, рабочих мест или приборов, то их проводят по расписанию в часы наименьшей нагрузки или в часы прекращения работы проверяемого объекта.

Для повышения ответственности технического персонала за состояние линий, оборудования и каналов связи обслуживаемая аппаратура закрепляется за определёнными работниками. При этом линии, оборудование и каналы связи закрепляют для планово-предупредительных осмотров или проверок и для обслуживания во время дежурств по отдельным сменам.

В крупных узлах периодические измерения и регулировки возлагаются на специально выделенную измерительную группу.

### Оборудование коммутаторного зала

К ежедневным контрольно-испытательным проверкам коммутаторного оборудования МТС в основном относятся:

- проверка шнуровых пар и приборов рабочих мест на прохождение вызова, разговора и на действие сигнализации;
- проверка соединительных, заказных и справочных линий на прохождение вызова, разговора и на действие сигнализации;
- проверка дальних линий на прохождение вызова и разговора;
- проверка напряжений источников питания;
- проверка исправности предохранителей и сигнализации в цепях питания.

Один раз в квартал производят осмотр оборудования коммутаторного зала, заключающийся в проверке состояния оборудования, чистке оборудования от пыли, регулировке пружин реле, ключей, кнопок, гнезд и других приборов, чистке контактов и т. п. Все дефекты оборудования, обнаруженные при осмотре, должны немедленно устраняться. Регулировка всех деталей производится в соответствии с их паспортными данными. Технические требования к наиболее распространённым деталям указаны в табл. 200.

Таблица 200

Технические требования к основным деталям МТС

Наименование детали	Контактное давление в г	Люфт в мм	Ход якоря в мм	Натяжение пружины якоря в г	Штифт якоря в мм
Пружины ключей и кнопок . . . . .	50	—	—	—	—
Гнезда многократного поля и гнезда индивидуальные . . . . .	50	—	—	—	—
Штепсели . . . . .	—	0,05	—	—	—
Реле постоянного тока . . . . .	25	0,2	0,7	5	0,2
Реле переменного тока . . . . .	25	0,2	0,7	—	0,2
Клапаны и бленкеры . . . . .	25	—	0,75—1	—	—

Периодические измерения станционного оборудования производят один раз в полгода; они состоят из измерений рабочего и переходного затухания в разговорных цепях и из измерения сопротивления изоляции кабелей и монтажа оборудования. Результаты измерений должны удовлетворять основным электрическим нормам, указанным в табл. 201.

Таблица 201

Нормированные значения основных электрических характеристик МТС

Наименование электрической характеристики	Частота тока в гц	Нормированное значение
Рабочее затухание, вносимое оборудованием и кабелями МТС . . . . .	800	< 0,1 неп
Рабочее затухание шнуровой пары . . . . .	800	< 0,05 »
Затухание, вносимое в разговорную цепь при подключении телефона телефонистки для контроля . . . . .	800	< 0,05 »
Переходное затухание между шнуровыми парами . . . . .	800	> 8,5 »
Переходное затухание между разговорными цепями . . . . .	800	> 8,5 »
Сопротивление изоляции между разговорными проводами, между разговорными и сигнальными проводами, а также между любым разговорным или сигнальным проводом и землей . . . . .	—	> 30 мгом

### Устройства дальней автоматической связи

Ежедневное текущее обслуживание устройств дальней автоматической связи состоит в непрерывном наблюдении за работой оборудования. При этом в основном выполняют следующие работы:

- проверка частоты тока генераторов той же частоты;
- проверка работы групповых искателей дальней связи и МАТС;

в) проверка прохождения набора, разговора и отбоя по каналам дальней связи (через каждые 3 часа);

г) проверка работы соединительных линий со столом заказов, коммутаторами МТС и т. д.;

д) проверка режима питания электронных ламп;

е) измерение остаточного затухания каналов дальней связи при частоте 800 гц;

ж) контроль прохождения разговора по каналу (каждые  $1\frac{1}{2}$  часа).

При периодических проверках состояния оборудования дальней автоматической связи в основном производят: один раз в месяц — проверку, чистку и регулировку на рабочих местах искателей и связанных с ними комплектов реле, а также генераторов тональной частоты и плат сигнализации; один раз в год — проверку номеронабирателей абонентских пунктов; один раз в месяц — проверку номеронабирателей коммутаторов и передаточных столов.

Проверкам подвергают все свободные приборы; занятые приборы отмечают и проверяют после освобождения. Перед проверкой прибор должен быть заблокирован от занятия.

Проверки и регулировки приборов производят в соответствии с инструкциями по обслуживанию приборов дальней автоматической связи. Результаты проверок и регулировок должны удовлетворять паспортным данным приборов и требованиям инструкций.

Периодически измеряют следующие основные величины: один раз в месяц — уровни тока управляющих импульсов на исходящих и входящих каналах, оборудованных комплектами тонального набора, и частоты входящих импульсов; один раз в квартал — импульсные коэффициенты входящих и исходящих импульсов тока и один раз в полгода — затухание, вносимое приборами МАТС в разговорные цепи, переходные затухания между разговорными цепями и сопротивления изоляции разговорных и сигнальных цепей.

Измеренные величины уровней управляющих токов не должны отличаться более чем на  $\pm 0,3$  неп от данных, приведенных в табл. 202.

Частота входящих импульсов тока не должна отличаться более чем на  $\pm 10$  гц от номинального значения. Измеренная величина импульсного коэффициента должна заключаться в пределах от 1,3 до 1,9.

Затухание, вносимое приборами МАТС в разговорную цепь, не должно превышать 0,1 неп при частоте 800 гц.

Переходное затухание между разговорными цепями не должно быть меньше 8,5 неп при частоте 800 гц.

Сопротивление изоляции между разговорными проводами, между разговорными и сигнальными проводами, а также между любым разговорным или сигнальным проводом и землей должно быть не меньше 30 мгом.

Температура и влажность в помещениях, где установлены приборы дальней автоматической телефонной связи, должны поддерживаться постоянными. Наиболее благоприятными являются следующие данные: относительная влажность 65% при температуре 18°, 62% при 19°, 58% при 20° и 55% при 21°C.

Таблица 202

## Требования к величинам уровней управляющих токов

Тип аппаратуры высоко-частотного телефонирования	Уровни в неп по напряжению	
	передающая часть	приёмная часть
В-3	-1,5	+0,5
СМТ-34	-1,4	+1,0
ОКС	-0,8	0
МЕ-8	0	+0,4
МГ-15/3	-0,8	0

Примечания. 1. При использовании для передачи импульсов тока с частотой выше 800 гц уровни должны быть снижены: при частотах 1 200, 1 600, 2 000, 2 400 и 2 800 гц соответственно на 0,35, 0,45, 0,57, 0,7 и 0,9 неп.

2. При передаче управляющих импульсов токами двух частот, посылаемыми одновременно, наибольшая величина уровня мощности тока каждой частоты должна быть на 0,35 неп ниже величин, приведенных в таблице.

Более подробные указания по вопросу технической эксплуатации устройств дальней автоматической телефонной связи см. [63, 32].

## Линейно-аппаратный зал

В состав ежедневных контрольных испытаний входят:

а) проверка режима питания аппаратуры и работы электронных ламп;

б) проверка телефонных каналов на прохождение разговора и вызова;

в) измерения остаточного затухания телефонных каналов при частоте 800 гц;

г) измерения псофометрического напряжения шума.

Испытания по пунктам б—г производятся на испытательных стойках.

Кроме того, ежедневно производят внешний осмотр всей аппаратуры ЛАЗ с очисткой её внешних поверхностей от пыли, проверку работы переговорно-вызывных устройств и исправности шнуров вводных и испытательных стоек, проверку действия устройств автоматической регулировки уровня и устройств для сигнализации об изменении уровня.

В плано-предупредительном порядке выполняются следующие работы.

Один раз в месяц производят детальный осмотр аппаратуры дальней и избирательной связи с чисткой, проверкой и регулировкой отдельных её приборов и деталей, включая реле, ключи, кнопки и гнезда и т. д., проверкой состояния и чисткой контактов, проверкой качества спаек и выправкой монтажа и т. п.

Такой же детальный осмотр коммутационного оборудования ЛАЗ производят два раза в год. Состояние приборов защиты на вводных стойках проверяют ежемесячно.

Один раз в квартал производят проверку эмиссии ламп с заменой ламп, имеющих пониженную эмиссию.

Один раз в полгода производят проверку всех измерительных устройств ЛАЗ с градуировкой их в случае надобности.

Периодическим измерениям в ЛАЗ подвергают физические цепи, оборудование и каналы связи.

Измерение физических цепей производится один раз в месяц по усилительным участкам постоянным и переменным током. При измерении постоянным током определяется сопротивление проводов, асимметрия сопротивления двухпроводных цепей, состояние спаек и сопротивление изоляции между проводами цепей и каждого провода по отношению к земле.

Результаты измерений после соответствующей обработки сравнивают с действующими нормами и с результатами предыдущих измерений.

Один раз в год производят измерения переменным током по усилительным участкам рабочего затухания и входного сопротивления цепей, а также переходного затухания между цепями. Эти измерения производят в пределах полосы частот, передаваемой по испытуемой цепи.

Оборудование связи, установленное в ЛАЗ, периодически подвергают контрольным проверкам и регулировкам в соответствии с инструкциями по обслуживанию аппаратуры и в сроки, указанные в этих инструкциях. Основные регулировки для некоторых типов аппаратуры указаны в табл. 171, 175, 184 главы «Дальняя связь».

При периодических измерениях оборудования связи в основном производят измерения, указанные в табл. 203.

Частоты измерительного тока и уровни, подаваемые на вход оборудования, при проведении измерений, указанных в табл. 203, устанавливают в зависимости от типа испытуемого оборудования.

Периодические измерения каналов связи производят в оконечных ЛАЗ с целью проверки электрических характеристик отдельных каналов связи.

Эти измерения производят один раз в квартал.

При измерениях каналов тональной и высокой частот определяют частотные характеристики остаточного затухания, амплитудные характеристики и устойчивость.

Измерения частотной зависимости остаточного затухания телефонных каналов произво-

дят при подаче на коммутаторные клеммы канала измерительного тока с уровнем, равным 0, и с частотами, указанными в табл. 204.

Т а б л и ц а 203

Состав и периодичность измерений переменным током оборудования дальней связи

Наименование аппаратуры	Измеряемая величина
Оконечные и промежуточные усилители тональной частоты	Частотная характеристика усиления. Регулировочная характеристика. Амплитудная характеристика. Балансное затухание
Оконечные установки высококачественного телефонирования	Частотная характеристика передающей части. Амплитудная характеристика передающей части. Частотная характеристика приёмной части. Амплитудная характеристика приёмной части. Диаграмма внутренних уровней передачи
Промежуточные усилители высококачественного телефонирования для обоих направлений передачи	Частотная характеристика усиления. Регулировочная характеристика. Амплитудная характеристика. Диаграмма внутренних уровней передачи

П р и м е ч а н и е. Периодичность измерений—один раз в полгода.

Амплитудные характеристики снимают при частоте 800 гц и при подаче на вход испытываемого канала следующих уровней передачи: — 1,5; — 1,0; — 0,5; 0; + 0,2; + 0,4; + 0,6; + 0,8; + 1,0 неп.

Устойчивость каналов измеряется при частоте 800 гц.

Измерения стационарных заземлений производят один раз в год.

## ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

При обслуживании устройств в узлах дальней связи руководствуются основными указаниями по технике безопасности, приведёнными в главе «Местная телефонная связь» данного тома.

Т а б л и ц а 204

Частоты измерительного тока, применяемые при измерениях частотной характеристики остаточного затухания

Полоса эффективно передаваемых частот в гц	Ч а с т о т а в к г ц															
300—2 000	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	—	—	—	—
300—2 400	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	—	—
300—2 700	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	—
300—3 400	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0

## РАДИОТЕХНИКА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ТЕКСТЕ И НА ЧЕРТЕЖАХ

<i>Кн</i>	— кнопка
<i>Тн</i>	— тангента
<i>НП</i>	— ножная педаль
<i>ВК</i>	— вызывная кнопка
<i>КАВ</i>	— кнопка аварийного вызова
<i>КО</i>	— кнопка отбоя
<i>КС</i>	— кнопка соединения
<i>ВБ</i>	— вызывная батарея
<i>БПУ</i>	— батарея прямого управления
<i>ЛС</i>	— лампа сигнальная
<i>МПР</i>	— реле, меняющее полярность
<i>РС</i>	— реле соединения
<i>РАС</i>	— реле автоматического соединения
<i>РВ</i>	— реле включения
<i>РП</i>	— реле переключения
<i>РУ</i>	— реле управления
<i>РО</i>	— реле отбоя
<i>РК</i>	— реле контроля

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

7 мая 1895 г. русский учёный Александр Степанович Попов продемонстрировал на заседании Русского физико-химического общества первый в мире радиоприёмник.

Этот день является днём рождения радио. В ознаменование этой исторической даты в нашей стране установлен «День радио», который ежегодно отмечается 7 мая.

В 1897 г. после доклада А. С. Попова «О телеграфировании без проводников» впервые в мире был поставлен вопрос о возможности применения радиотехники на железнодорожном транспорте. Первая практическая радиосвязь, организованная А. С. Поповым, была связь между кораблём и берегом.

Широкое развитие радиотехники началось только после Великой Октябрьской революции. Декрет Совнаркома, подписанный В. И. Лениным, «О централизации радиотехнического дела» послужил началом советского радиостроительства. Вторым декретом о радио, подписанным В. И. Лениным, было «Положение о радиолaborатории и мастерской НКПиТ», которое предусматривало организацию Нижегородской радиолaborатории — первого советского научно-исследовательского института в области радиотехники. Работы советских учёных в Нижегородской радиолaborатории имели большое значение для дальнейшего развития радиотехники. В 1922 г. руководитель Нижегородской радиолaborатории проф. М. А. Бонч-Бруевич по заданию В. И. Ленина построил в Москве первую, в то время наиболее мощную в мире, радиовещательную станцию имени Коминтерна. С тех пор количество радиостанций в нашей стране и их мощность непрерывно растут. Особенно большое развитие получила радиотехника в годы сталинских пятилеток. По указанию товарища Сталина была создана мощная отечественная радиопромышленность. По основным качественным показателям и по бесперебойности работы советская радиосвязь занимает первое место в мире.

В области техники радиопередающих и радиоприёмных устройств важнейшими явля-

ются работы акад. А. И. Берга, члена-корреспондента Академии наук А. Л. Минца и проф. В. И. Сифорова. Основные положения теории антенн были разработаны акад. М. В. Шулейкиным и членом-корреспондентом Академии наук А. А. Пистолькорсом. В области распространения радиоволн ведущие работы принадлежат проф. М. А. Бонч-Бруевичу, акад. Б. А. Введенскому и члену-корреспонденту Академии наук А. Н. Щукину.

Бурное развитие радио в нашей стране создало все предпосылки для широкого использования его на железнодорожном транспорте, так как в ряде случаев радиосвязь имеет большие технические и эксплуатационные преимущества перед проводной связью.

Одним из преимуществ радиосвязи является возможность связи с машинистами маневровых и поездных паровозов во время движения, когда проводная связь принципиально невозможна. В настоящее время на железнодорожном транспорте нашли широкое применение радиосредства различных видов, начиная от усилительной аппаратуры для громкоговорящей связи и кончая приёмно-передающими радиостанциями, работающими в диапазоне ультракоротких волн.

По оснащённости радиосвязью железнодорожный транспорт Советского Союза занимает первое место в мире.

### ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В радиотехнике используют электромагнитные колебания, частота которых лежит примерно в пределах от  $10^4$  до  $10^{10}$  гц. Зависимость между частотой, периодом колебаний и длиной волны указана в табл. 205.

Таблица 205  
Зависимость между частотой, периодом колебаний и длиной волны

Наименование понятия	Обозначение	Определение	Связь с другими величинами
Частота	$f$	Число периодов в 1 сек.	$f = \frac{1}{T} = \frac{c}{\lambda}$
Круговая частота	$\omega$	—	$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$
Период	$T$	Продолжительность одного колебания в сек.	$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega}$
Длина волны в м	$\lambda$	Расстояние, на которое распространяется электромагнитная энергия за время одного периода	$\lambda = cT = \frac{c}{f}$ , где $c = 3 \times 10^8$ м/сек — скорость распространения электромагнитной энергии

В радиотехнике для получения переменного тока высокой частоты используют нестационарный процесс в колебательном контуре.

Колебательным контуром называют замкнутую электрическую цепь, состоящую из последовательного соединения индуктивности  $L$ , ёмкости  $C$  и омического сопротивления  $r$  при условии, что  $r < \sqrt{\frac{L}{C}}$ .

Период колебаний  $T$ , устанавливающихся в колебательном контуре,

$$T = 2\pi \sqrt{LC}.$$

Качество колебательного контура определяется его добротностью  $Q = \frac{\omega L}{r}$ . Контур, используемые в радиотехнических устройствах, имеют добротность в пределах  $50 \div 200$ . Зависимость между длиной волны и частотой приведена в табл. 206 (ОСТ 7768).

Таблица 206

Зависимость между длиной волны и частотой

$f$ гц	$\lambda$ м	Название волн
$< 10^5$	$> 3\,000$	Длинные
$10^5 \div 15 \cdot 10^5$	$3\,000 \div 200$	Средние
$15 \cdot 10^5 \div 6 \cdot 10^6$	$200 \div 50$	Промежуточные
$6 \cdot 10^6 \div 3 \cdot 10^7$	$50 \div 10$	Короткие
$3 \cdot 10^7 \div 3 \cdot 10^8$	$10 \div 1$	Метровые
$3 \cdot 10^8 \div 3 \cdot 10^9$	$1 \div 0,1$	Дециметровые
$3 \cdot 10^9 \div 3 \cdot 10^{10}$	$0,1 \div 0,01$	Сантиметровые

Примечание. Волны короче 10 м называются также ультракороткими.

Условия распространения волн различных диапазонов отличаются друг от друга; поэтому каждый диапазон волн имеет свою область применения.

Длинные волны применяются иногда для дальней радиотелеграфной связи, средние для радиовещания. Промежуточные волны применяются для связи на небольшие расстояния (несколько десятков или нескольких сотен километров), в частности, для внутривидеофонной и поездной радиосвязи. Короткие волны находят применение для передачи сигналов на большие расстояния (несколько сотен или тысяч километров), в частности, для связи со снегоочистительными поездами. Ультракороткие волны используются для связи в пределах прямой видимости. Волны метрового диапазона применяются также для внутривидеофонной радиосвязи и для телевидения. Дециметровые и сантиметровые волны используются для создания радиолиний многоканальной связи с ретрансляциями и радиолокацией.

Чем короче волны, тем большее количество радиостанций может одновременно работать в данном диапазоне волн без взаимных помех.

Классификация линий радиосвязи приведена в табл. 207.

К линиям радиосвязи предъявляются следующие основные требования. Линия радиосвязи должна быть надёжной и устойчивой, обеспечивая уверенную связь в течение заданного отрезка времени, иногда в течение круглых суток.

В ряде случаев предъявляется требование бесперерывного вхождения в связь и бесперерывного её поддержания.

К радиотелеграфной линии связи часто предъявляется требование большой пропускной способности, так как повышение скорости передачи выгодно с точки зрения уменьшения эксплуатационных расходов.

Для увеличения эффективности использования магистральной линии радиосвязи желательно введение автоматизации процессов передачи и приёма и применение телеуправления некоторыми элементами радиооборудования. Эффективность использования радиоканала может быть иногда повышена, если имеется возможность соединить линию радиосвязи с проводной линией связи. Поэтому к некоторым радиолиниям предъявляется требование устойчивости при работе в комплексной радиопроводной системе связи. Экономическая целесообразность строительства линии радиосвязи определяется стоимостью сооружения и эксплуатации.

## ЭЛЕКТРОННЫЕ И ИОННЫЕ ПРИБОРЫ

### Общие сведения

Электронной лампой называется устройство, состоящее из нескольких электродов, заключённых в стеклянный или металлический баллон, в котором воздух разрежен до малого давления. В каждой электронной лампе один из её электродов является источником потока электронов, возникающего вследствие нагревания этого электрода; он имеет форму тонкой проволоки (нити) и носит название катоды. Процесс выделения электронов называется термоэлектронной эмиссией.

**Катоды электронных ламп.** Основным материалом для изготовления простых (однородных) катодов служит вольфрам. Большое распространение имеют активированные катоды; их получают обработкой вольфрама щёлочно-земельными металлами — торием, барием, а также покрытием никелевой или вольфрамовой основы окисью бария, стронция и кальция (окисидные катоды). Активированные катоды работают при более низких температурах, чем чисто вольфрамовые, и поэтому более экономичны. Параметры катодов различных типов приведены в табл. 208. Различают катоды прямого накала и подогреваемые. Первые применяются преимущественно при питании накала постоянным током, вторые — переменным.

Значительная часть электронов, выделяемых катодом, образует вокруг последнего электронную оболочку, несущую на себе отрицательный заряд; такое состояние среды вокруг катода называется пространственным зарядом.

Таблица 207

## Классификация линий радиосвязи

Признак классификации	Виды линий радиосвязи	
Направление обмена	Односторонние (радиовещание и телевидение) Двусторонние	
Род работы (вид передаваемого сигнала)	Телеграфные	Передача кодом Морзе Передача кодом Водо
	Телефонные	Радиовещание Радиотелефония
	Фототелеграфные	Передача чёрно-белого изображения Передача полутонная
	Телевизионные	
	Телемеханические (управление механизмами)	
	Симплексные	Приём и передача происходит по очереди, с переключением, например при помощи тангенты
Характер связи (способ организации связи)	Дуплексные	Возможность передачи во время приёма
Диапазон используемых волн	См. табл. 206 (ОСТ 7768)	
Способ использования линий связи	Одноканальные	
	Многоканальные	
Способ передачи сигнала	Непосредственные	Наличие оборудования только в конечных пунктах линии связи
	Ретрансляционные	Наличие промежуточных пунктов для переприёма вдоль трассы связи

Таблица 208

## Рабочие параметры простых и активированных катодов

Типы катодов	Рабочая температура в °С	Удельная эмиссия в $ma/cm^2$	Экономичность в $ma/et$	Срок службы в час.
<i>Простые</i>				
Вольфрамовые . . . . .	2 200 ÷ 2 400	300 ÷ 700	4 ÷ 14	800 ÷ 1 000
<i>Активированные</i>				
Карбидированные . . . . .	1 630 ÷ 1 800	700 ÷ 1 500	50 ÷ 70	500 ÷ 600
Торированные . . . . .	1 530 ÷ 1 630	300 ÷ 800	30 ÷ 50	800 ÷ 1 000
Оксидные . . . . .	750 ÷ 880	150 ÷ 300	60 ÷ 150	1 500 ÷ 2 000
Барированные . . . . .	580 ÷ 650	300 ÷ 800	70 ÷ 120	1 200 ÷ 1 500

**Анод электронной лампы.** Анод является вторым электродом электронной лампы; материалами анода служат никель, молибден, тантал, а в лампах с водяным охлаждением, предложенных в 1927 г. М. А. Бонч-Бруевичем, также медь. Для образования между электродами электрического поля, необходимого для перемещения электронов от катода к аноду, к последнему прикладывается положительный потенциал относительно катода, для чего используется источник постоянного анодного напряжения.

Электроны, достигающие в своём движении анода, являясь носителем заряда, в то же время отдают материалу анода свою кинетическую энергию, переходящую при этом в тепловую. Количественно этот процесс характеризуется мощностью рассеяния на аноде.

Для каждого типа лампы в зависимости от материала анода устанавливается предельная допустимая мощность рассеяния (табл. 209), превышение которой влечёт за собой размягчение и расплавление анода.



Таблица 209

Допустимая мощность рассеяния на аноде

Материал анода	Удельная нагрузка в ат/см <sup>2</sup>
Никель белый . . . . .	0,5 ÷ 1,5
» черненный . . . . .	2,3 ÷ 4,2
Молибден . . . . .	4 ÷ 6
Тантал . . . . .	7 ÷ 9
Медь (с водяным охлаждением) . . . . .	25 ÷ 30

В конструктивном отношении большинство электронных ламп выполняется в форме баллона, внутри которого помещаются электроды. Баллон крепится с цоколем, на котором располагаются выводы электродов в виде штырьков. В баллоне создается вакуум, достигающий до  $10^{-8}$  мм ртутного столба. Вакуум необходим для устранения столкновений перемещающихся в лампе электронов с молекулами газа. При несовершенном вакууме величина анодного тока весьма неустойчива. Ухудшение вакуума при попадании в баллон газа выводит лампу из строя.

Электронные лампы в зависимости от назначения могут иметь несколько электродов (катод, анод, несколько сеток и т. п.). Кроме того, в зависимости от назначения, параметров и конструкции лампам присваивается условное наименование (марка). С 1950 г. эти наименования определяются общесоюзным стандартом ГОСТ 5461-50. В основу маркировки по этому ГОСТ положен принцип последовательного составления наименования ламп и других приборов, образуемого из сочетания трёх, четырёх или пяти элементов (букв и цифр), значения которых указаны в табл. 210.

Таблица 210

Наименование электровакуумных приборов по ГОСТ 5461-50

Элемент наименования	Группа электровакуумных приборов	Условное обозначение
Первый	Лампы приёмные, усилительные и малые выпрямительные . . . . .	Цифра, указывающая напряжение накала в в
	Лампы генераторные для длинных, средних и коротких волн (для частот не выше 25 мГц) . . . . .	ГК
	То же для ультракоротких волн (для частот не выше 600 мГц) . . . . .	ГУ
	То же для сантиметровых волн (для частот выше 600 мГц) . . . . .	ГС
	Лампы модуляторные . . . . .	ГМ
	Кенотроны . . . . .	В
	Газотроны с газовым наполнением . . . . .	ГГ
	Газотроны с парами ртути . . . . .	ГР
	Тиратроны с газовым наполнением . . . . .	ТГ
	Тиратроны с парами ртути . . . . .	ТР
	» » холодным катодом . . . . .	ТХ
	Фотоэлементы . . . . .	Ф
	Магнетроны . . . . .	М
	Клистроны . . . . .	К

Продолжение табл. 210

Элемент наименования	Группа электровакуумных приборов	Условное обозначение
Второй	Диоды . . . . .	Д
	Двойные диоды . . . . .	Х
	Триоды . . . . .	С
	Двойные триоды . . . . .	Н
	Тетроды . . . . .	Э
	Пентоды низкой частоты и лучевые тетроды . . . . .	П
	Пентоды высокой частоты и лучевые тетроды с удлинённой характеристикой . . . . .	К
	То же с короткой характеристикой . . . . .	Ж
	Частотно-преобразовательные лампы с двумя управляющими сетками . . . . .	А
	Триоды с одним или двумя диодами . . . . .	Г
	Пентоды с одним или двумя диодами . . . . .	Б
	Триоды-пентоды . . . . .	Ф
	Кенотроны малые . . . . .	Ц
	» мощные, газотроны и тиратроны . . . . .	Порядковый номер типа
	Фотоэлементы с цезиевым катодом . . . . .	Ц
	То же с сурьмяно-цезиевым катодом . . . . .	С
	Генераторные и модуляторные лампы, магнетроны и клистроны . . . . .	Не имеют
Третий	Все приборы, кроме газотронов, тиратронов и мощных кенотронов . . . . .	Заводский номер типа
	Лампы приёмно-усилительные и малоомощные кенотроны: типа «Желудь» . . . . .	Ж
Четвёртый	диаметром 6 мм . . . . .	А
	» 10 » . . . . .	Б
	» 4 » . . . . .	Р
	с замковым цоколем . . . . .	Л
	пальчикового типа . . . . .	П
	с дисковыми впаями . . . . .	Д
	стеклянный баллон . . . . .	С
	металлический баллон . . . . .	Без буквы
	Лампы генераторные: с водяным охлаждением . . . . .	А
	» воздушным охлаждением . . . . .	Б
Примечание. К первому элементу наименования импульсных ламп добавляется буква И.		

## Диод

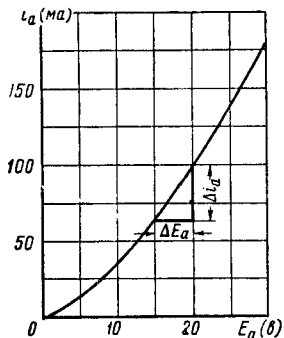
Диодом называется электронная лампа, содержащая два электрода — катод и анод. Каждая схема с применением диода имеет две цепи: цепь накала и цепь анода, соединённые между собой в общей точке, относительно которой отсчитываются потенциалы на электродах электронной лампы.

**Характеристики и параметры.** Зависимость анодного тока от величины анодного напряжения, выраженная графически, называется характеристикой диода. По характеристике определяют параметры диода (фиг. 266).

Основным параметром диода является внутреннее сопротивление

$$R_i = \frac{dE_a}{di_a} \approx \frac{\Delta E_a}{\Delta i_a} \text{ ом.}$$

Практически величина внутреннего сопротивления диода выражается сотнями ом. Обратная величина внутреннего сопротивления носит название крутизны характеристики.



Фиг. 266. Характеристика диода 5Ц4С

Основные данные некоторых диодов приведены в табл. 211.

**Область применения.** Диоды применяются для выпрямления переменного тока и для детектирования. Диоды, используемые для выпрямления, носят название кенотронов. Кенотроны для напряжений ниже 1,5 кВ и небольших мощностей изготавливаются с двумя анодами, представляя собой два диода в одном баллоне.

Благодаря односторонней проводимости кенотроны в выпрямительных схемах должны выдерживать напряжение, несколько превышающее полное напряжение источника (трансформатора). Устанавливаемое заводом-изготовителем предельное значение напряжения, приложенного между анодом и катодом, при котором ещё не происходит пробоя, называется допустимым обратным напряжением  $U_{обр}$ .

### Триод

Триод имеет три электрода: катод, анод и сетку.

Для управления анодным током на сетку подают некоторое напряжение относительно общей точки (катода); при этом положительно заряженная сетка увеличивает анодный ток, а отрицательно заряженная уменьшает его.

**Характеристики и параметры.** Параметрами триода, определяемыми по семейству характеристик (фиг. 267), являются:

$$S = \frac{di_a}{de_g} \approx \frac{\Delta i_a}{\Delta e_g} \text{ ма/в;}$$

внутреннее сопротивление

$$R_i = \frac{dE_a}{di_a} \approx \frac{\Delta E_a}{\Delta i_a} \text{ ом;}$$

коэффициент усиления

$$\mu = \frac{dE_a}{de_g} \approx \frac{\Delta E_a}{\Delta e_g}.$$

В некоторых случаях применяют параметр, обратный по величине коэффициенту усиления.

Проницаемость

$$D = \frac{1}{\mu} = \frac{de_g}{dE_a}.$$

Параметры триода связаны между собой следующим соотношением:

$$SR_i D = 1.$$

Зависимость анодного тока триода от напряжения на сетке и аноде выражается основным уравнением анодного тока, имеющим вид:

$$i_a = S [e_g + D (E_a - E_{a0})], \quad (1)$$

где  $E_{a0}$  — параметр лампы, называемый напряжением анодного привода; при этом значении анодного напряжения и нулевом напряжении на сетке анодный ток равен нулю.

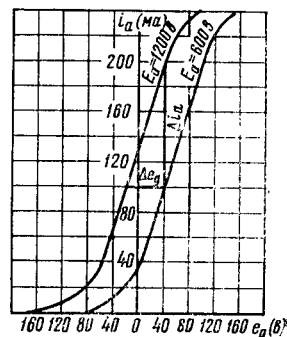
**Область применения.** Триоды используются для усиления, детектирования и генерирования.

В зависимости от назначения триоды подбираются со средними значениями параметров, указанными в табл. 212.

Основные данные триодов некоторых типов приведены в табл. 213.

Трёхэлектродной лампе свойственны следующие недостатки:

- 1) значительные междуэлектродные ёмкости, ограничивающие усиление напряжения высокой частоты;
- 2) малые значения коэффициента усиления  $\mu$  и внутреннего сопротивления  $R_i$ ;



Фиг. 267. Характеристики триода М-80

Паспортные и эксплуатационные данные некоторых диодов

Марки		Число анодов	Катод	$U_H$ в в	$I_H$ в а	$I_{a, \max}$ в ма	$U_{обр}$ в в	$R_i$ в ом	$\rho_a$ в вт	Основное назначение
старая	новая									
5Ц4С	5Ц4С	2	Оксидный, подогревный . . . . .	5,0	2,0	375	1 400	166	8	Выпрямление
5У4С	5Ц3С	2	Оксидный, прямого накала . . . . .	5,0	3,0	675	1 550	230	14	То же
30Ц1М	30Ц1	1	Оксидный, подогревный . . . . .	30,0	0,3	500	500	200	12	»
30Ц6С	30Ц6С	1	То же . . . . .	30,0	0,3	250	700	180	10	»
ВО-183	—	1	Оксидный, прямого накала . . . . .	4,0	2,1	500	1 400	100	8	»
ВО-188	—	1	То же . . . . .	4,0	2,3	500	1 300	200	8	»
ВО-230	—	1	» . . . . .	4,0	0,7	300	900	220	3	»
В-27/800	—	1	Вольфрам . . . . .	16,0	10,5	800	27 000	670	400	»
6Х6	6Х6С	2	Оксидный, подогревный . . . . .	6,3	0,3	48	100	500	0,5	Выпрямление и детектирование

Таблица 211

3) невысокий коэффициент полезного действия в схеме усиления мощности.

Таблица 212

## Средние значения параметров триода

Назначение	$S$ в $мА/в$	$R_i$ в $ком$	$\mu$
Усиление напряжения . . .	$1 \div 3$	$20 \div 100$	$20 \div 100$
Мощное усиление . . . . .	$2 \div 15$	$0,5 \div 5$	$4 \div 15$
Генерирование . . . . .	$2 \div 5$	$20 \div 40$	$40 \div 200$

## Тетрод

Тетрод — четырёхэлектродная лампа, называемая также экранированной, имеет катод, анод и две сетки: управляющую и экранирующую. Первая из них расположена ближе к катоду. Экранирующая сетка экранирует анод от управляющей сетки и катода, благодаря чему в тетроде почти полностью устраняется основной недостаток триода — большая ёмкость между анодом и управляющей сеткой. Наличие второй сетки умень-

шает пропускную способность  $D$ ; коэффициент усиления тетрода  $\mu$  значительно больше, чем в триоде.

Основные данные некоторых тетродов указаны в табл. 214.

Существенным недостатком тетрода является динаatronный эффект, заключающийся в выбивании из анода вторичных электронов первичными электронами, движущимися к аноду. Динаatronный эффект вызывает резкое искажение характеристик тетрода; последнее в значительной мере ограничивает область применения тетрода. Анодный ток тетрода, как функция напряжений на управляющей и экранирующей сетках и на аноде, определяется тем же выражением (1), что и для триода.

Тетроды находят ограниченное применение в качестве усилительных ламп в генераторных схемах.

## Пентоды и лучевые тетроды

Пентодом называется пятиэлектродная лампа, имеющая управляющую, экранирующую и защитную или антидинаatronную сетку; назначением последней является устранение динаatronного эффекта. Пентод

Таблица 213

## Паспортные данные некоторых триодов

Марки		Катод	$U_n$ в $в$	$I_n$ в $в$	$E_a$ в $в$	$S$ в $мА/в$	$\mu$	$R_i$ в $ком$	$P_a$ в $вт$	Назначение
старая	новая									
955	6С1Ж	Подогревный . . . . .	6,3	0,15	250	1,6	25	15,6	1,6	Усиление на сверхвысоких частотах
ТО141	—	Оксидный, прямого накала	2,5	1,0	160	2,3	23,5	10	3,0	Усиление низкой частоты
ТО142	—	То же . . . . .	2,5	1,0	300	2,2	11,5	5,2	6,0	То же
УО-186	—	» . . . . .	4	1,0	250	3,2	4	1,2	1,5	»
6С5	6С5	Подогревный . . . . .	6,3	0,3	250	2	20	10	2,6	Детектирование, усиление, маломощное генерирование
6Ф5С	6Ф5	То же . . . . .	6,3	0,3	250	1,5	100	66	0,4	Усиление
УБ240	—	Бариевый, прямого накала	2,0	0,12	120	1,55	22	13	0,6	То же и детектирование
6Н7С	—	Подогревный . . . . .	6,3	0,8	300	3,1	35	11,3	1×2	Двойной триод, усиление низкой частоты
6Н3М	6Н3С	То же . . . . .	6,3	0,6	250	2,6	20	7,7	2,5×2	
ГК36	—	Карбидированный прямого накала . . . . .	5,6	0,85	750	1,7	60	35	20	Генерирование
ГД200	—	Вольфрам . . . . .	11	6,3	3 000	2,4	85	35	150	То же
М-80	—	То же . . . . .	11	3,5	1 200	1,5	10,5	7	80	Усиление мощности

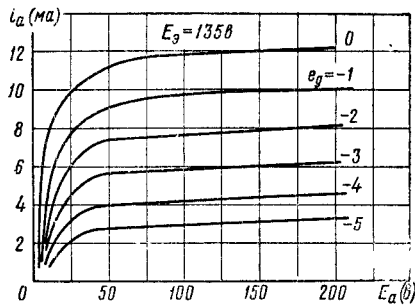
Таблица 214

## Паспортные данные некоторых тетродов

Марки		$U_n$ в в	$I_n$ в а	$E_1$	$E_2$	$S$ в мА/в	$\mu$	$R_i$ в ком	$P_a$ в вт	$C_{a-c}$ в мккф	Основное назначение
старая	новая			в в							
Со245	—	1,8	0,32	160	80	1,8	540	300	1,3	0,05	Усиление высокой частоты
Со154	—	2,0	0,11	160	80	1,25	500	400	1,0	0,05	
Со147	—	4,0	0,15	160	80	1,6	350	220	2,0	0,04	
ГК920	—	4,0	1,7	750	150	2,5	300	120	20	0,05	
ГК9100	—	11	2,0	1 500	250	2,5	225	90	80	0,06	Генерирование
ГК9150	—	11	6,3	3 000	500	2,0	250	125	100	0,04	
ГК9500	—	15	17	6 000	500	3,0	300	100	600	0,05	

обладает малой ёмкостью между анодом и управляющей сеткой. Наличие трёх сеток уменьшает проникаемость  $D$ ; коэффициент усиления пентода  $\mu$  имеет большую величину.

Анодный ток, как функция напряжения на сетках и на аноде, определяется тем же выражением (1), что и для триода, с тем условием, что значение  $E_{a0}$  является функцией напряжений на экранной и защитной сетках.

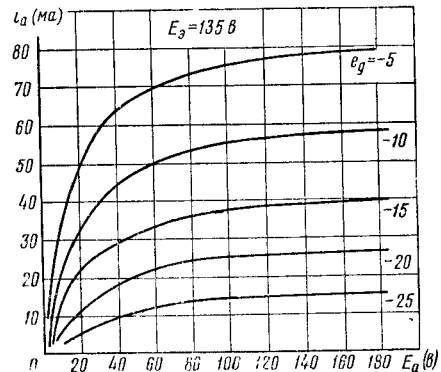


Фиг. 268. Характеристики высокочастотного пентода ТО1

Большое внутреннее сопротивление пентода  $R_i$  является при усилении высокой ча-

стоты положительным качеством лампы, так как уменьшает шунтирующее действие последней на колебательный контур.

По конструкции и параметрам различают пентоды для усиления высокой частоты и для усиления низкой частоты (фиг. 268 и 269).



Фиг. 269. Характеристики низкочастотного пентода ТО2

Основные данные некоторых пентодов приведены в табл. 215.

Таблица 215

Паспортные данные некоторых пентодов

Марки		$U_H$ в в	$I_H$ в а	$E_a$	$E_g$	$S$ в ма/в	$\mu$	$R_i$ в ком	$P_a$ в вт	$C_{a-c}$ в мкмкф
старая	новая			в в						
Пентоды для усиления высокой частоты										
6К7	6К7	6,3	0,3	250	100	1,45	1 200	830	2,25	0,005
6Ж7	6Ж7	6,3	0,3	250	100	1,2	1 200	1 000	0,75	0,006
6СК7	6К3	6,3	0,3	250	100	2	1 600	800	4	0,003
6SJ7	6Ж3	6,3	0,3	250	100	1,65	2 500	1 500	2,5	0,005
6SG7	6К4	6,3	0,3	250	125	4,7	4 200	900	3,0	0,003
6AC7	6Ж4	6,3	0,45	300	150	9,0	9 000	1 000	3,02	0,015
2Ж2М	2Ж2	2,0	0,06	120	70	0,8	1 200	1 500	0,5	0,02
2К2М	2К2	2,0	0,06	120	70	0,95	950	1 000	0,5	0,02
262Д	6Ж6С	6,3	0,5	250	100	7,5	15 000	2 000	2,5	0,03
1К1П	1К1П	1,2	0,06	90	45	0,75	560	750	1,5	0,01
6АЖ5	6Ж3П	6,3	0,3	250	150	5,0	4 000	800	2,0	0,025
—	ТО1	9 ÷ 11	0,32	250	180	1,6 ÷ 2,1	800 ÷ 1 000	500	1,9	0,04
—	ТО3	6,7 ÷ 8	0,425	250	180	1,6 ÷ 2,1	800 ÷ 1 000	500	1,9	0,04
Пентоды для усиления сверхвысокой частоты										
954	6Ж1Ж	6,3	0,15	250	100	1,5	1 800	1 200	1,2	0,02
956	6К1Ж	6,3	0,15	250	100	1,8	1 260	700	1,7	0,07
Пентоды для усиления низкой частоты										
—	ТО2	9 ÷ 11	0,64	200	150	2,5 ÷ 3,2	75 ÷ 96	30	8	0,5
—	ТО4	6,7 ÷ 8	0,85	200	150	2,5 ÷ 3,2	75 ÷ 96	30	8	0,5
Со244	—	2,0	0,185	120	120	1,8	270	150	1,5	0,5
Со258	—	1,8	0,32	160	120	2	160	80	2	0,5
6G6	6П4	6,3	0,3	180	180	2,3	400	175	2,75	0,5
6Ф6	—	6,3	0,7	250	250	2,5	200	78	10	0,6
Пентоды для генерирования										
СО257	—	2,0	0,275	200	100	1,8	200	110	2,5	0,06
Г-111	—	10/20	0,6/0,3	400	250	5,5	110	20	20	0,3
Г-413	—	10/20	1,0/0,5	750	250	4,7	375	80	40	0,22
Г-414	—	10/20	3,0/1,5	1 500	350	6,0	450	67	100	0,2
Г-440	—	20	3,0	1 400	400	4,2	250	60	125	0,15
Г-425	—	20	22,0	4 000	1 500	4,0	400	100	750	0,15

Лучевым тетродом называется тетрод с особой системой взаимного расположения сеток, при которой достигается лучевидная форма электронного потока, исключающая влияние динаatronного эффекта на форму характеристики лампы. По сравнению с пентодами лучевые тетроды для усиления низкой частоты имеют лучшую форму анодных характеристик и меньший ток экранной сетки; значения коэффициента усиления и внутреннего сопротивления в лучевом тетроде меньше, нежели в пентоде. Основные данные некоторых лучевых тетродов приведены в табл. 216.

Для целей усиления и генерирования пентоды являются наиболее совершенными современными лампами, благодаря чему в современных схемах приёмников, а также передающих устройств пентоды широко используются. Лучевые тетроды применяются для усиления мощности низкой частоты.

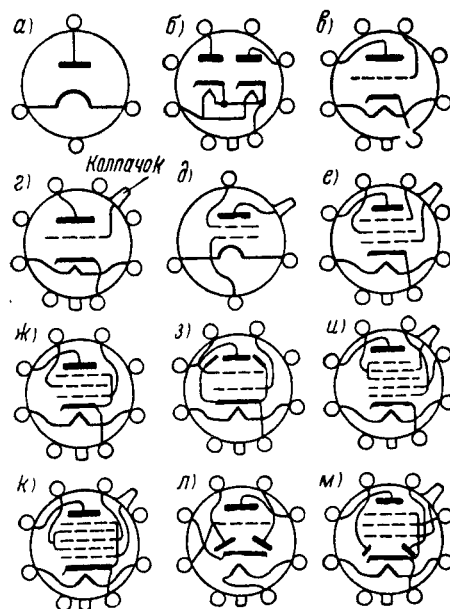
### Лампы с двойным управлением

В супергетеродинных схемах радиоприёмников оказывается необходимым воздействовать (управлять) на анодный ток лампы двумя независимыми напряжениями. С этой целью используются лампы с двумя управляющими сетками. К ним относятся гектод и пентагрид.

Гектод представляет семизлектродную (пятисеточную) лампу (фиг. 270, к), снабжённую второй управляющей сеткой.

Пентагрид является пятисеточной (семизлектродной) лампой (фиг. 270, л), представляющей собой сочетание триода с тетродом.

Гектод и пентагрид применяются для преобразования частоты; в числе параметров этих ламп (табл. 217) имеется крутизна преобразования  $S_{пр}$ , представляющая собой отношение амплитуды анодного тока преобразованной частоты к амплитуде напряжения, подведённого к управляющей сетке.



Фиг. 270. Схемы и цолевки ламп: а—одноанодный диод В0230 (В360); б—двойной диод 5Ц4С; в—триоды 6С5 и 6С2С; г—триод 6Ф5; д—тетрод СВ147; е—пентоды высокой частоты 6Ж6С, 6Ж7, 6К7; ж—пентод низкой частоты 6Ф6; з—лучевые тетроды 6П3С, 6П6С, 6Л6, 12П4С, 25П1С, 30П1С; и—пентагрид 6А8; к—гектод 6Л7; л—двойной диод и триод 6Г2; м—двойной диод и пентод 6В8С

### Комбинированные лампы

Комбинированными называются лампы, в баллоне которых размещено более одной системы электродов; во многих конструкциях таких ламп катод является общим (фиг. 270, л). Основные данные комбинированных ламп приведены в табл. 218.

Паспортные данные некоторых лучевых тетродов

М а р к и		$U_H$ в в	$I_H$ в а	$E_a$	$E_3$	$S$ в ма/в	$\mu$	$R_i$ в ком	$P_a$ в вт	$C_{a-c}$ в мкмкф
старая	новая			в в						
6Л6	6Л6	6,3	0,9	250	250	6	135	22,5	20	0,4
6П3	6П3С	6,3	0,9	250	250	6	150	25	20,5	1,0
6В6	6П6С	6,3	0,45	250	250	4,1	220	52	12	0,7
12А6	12П4С	12,6	0,15	250	250	3	210	70	7,5	0,3
25П1С	25П1С	25	0,3	110	110	8,5	85	10	10	2
30П1М	30П1С	30	0,3	110	110	9	270	30	7	1,5

Таблица 217

Паспортные данные некоторых ламп с двойным управлением

Марки		Тип	$U_H$ в в	$I_H$ в а	$E_a$	$E_3$	$S$	$S_{np}$	$R_i$ в ком
старая	новая				в в		в ма/в		
6A8	6A8	{ Пента- грид Гекс- тод	6,3	0,3	250	100	1,3	0,51	360
6SA7	6A7		6,3	0,3	250	100	—	0,45	1 000
1A1П	1A1П		1,2	0,06	45	45	—	0,235	600
СВ242	—		2,0	0,16	120	70	0,85	0,45	150
6Л7	6Л7		6,3	0,3	250	100	1,1	0,35	1 000

Паспортные данные некоторых комбинированных ламп

Марки		Тип	$U_H$ в в	$I_H$ в а	$E_a$	$E_2$	$S$ в ма/в	$\mu$	$R_i$ в ком
старая	новая				в в				
6SR7	6Г1	Двойной диод и триод . . . . .	6,3	0,3	250	—	1,9	16	8,5
6SQ7	6Г2	То же . . . . .	6,3	0,3	250	—	1,1	100	91
6Г7	6Г7	» » . . . . .	6,3	0,3	250	—	1,2	70	58
12SQ7	12Г2	» » . . . . .	12,6	0,15	250	—	1,1	100	91
6B8M	6Б8С	Двойной диод и пентод . . . . .	6,3	0,3	250	125	1,12	670	600
CO243	—	Двойной триод . .	2,0	0,24	120	—	2,1	32	16
832	ГУ-32	Двойной тетрод . .	6,3	1,6	500	200	3,5	167	49

Преимущества комбинированных электронных ламп являются экономия в объёме и весе устройств, использующих эти лампы, и частичная экономия в питании ламп.

Недостатками комбинированных ламп являются паразитная межэлектродная ёмкость, создающая нежелательные связи между элементами схемы в эксплуатации, и усложнение конструкции при производстве.

Комбинированные лампы могут быть применены во всех схемах, где используются обычные лампы.

#### Лампы для сверхвысоких частот

Применение электронных ламп на частотах более  $3 \cdot 10^7$  гц, называемых сверхвысокими, связано с рядом затруднений в нормальном использовании ламп. Затруднения вызваны следующими причинами: значительным увеличением диэлектрических потерь в элементах конструкции лампы, влиянием межэлектродных ёмкостей и индуктивностей вводов на образование паразитных связей и возникновением добавочных потерь в динамическом режиме в цепи сетки. Перечисленные причины делают лампу менее эффективной по мере увеличения частоты усиливаемых или генерируемых ею колебаний. Преодоление трудностей в использовании ламп на сверхвысоких частотах ведётся двумя путями: разработкой улучшенных конструкций существующих ламп и использованием новых принципов в специальных лампах для сверхвысоких частот.

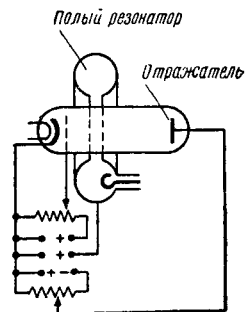
К лампам новых конструкций относятся лампы типа «Жёлудь», «Миниатюрные», телевизионные, «Маячковые», металлокерамические и типа ГУ; в основу их конструкции положены стремления уменьшить время пролёта электронов от катода до управляющей сетки и анода, индуктивности вводов и диэлектрические потери в изолирующих материалах. Лампы, в основу которых положены новые принципы, носят название клистронов и магнетронов.

Для уменьшения межэлектродных ёмкостей в лампах для сверхвысоких частот применяются электроды малых размеров. Для уменьшения потерь применяется бесцокольная система разнесённых выводов, что также уменьшает ёмкость между ними. Катодные выводы выполняются или в виде нескольких

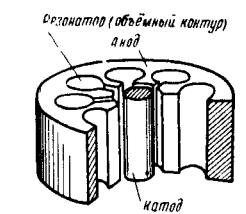
коротких параллельных проводников или в форме диска. В качестве материалов для баллона лампы и её внутренних элементов конструкции применяются кварцевое стекло и керамика (радиофарфор), обладающие малым углом потерь.

К л и с т р о н о м называется многоэлектродная электронная лампа, предназначенная для генерирования колебаний сверхвысокой частоты небольшой мощности. Конструктивно клистрон выполняется в виде сочетания лампы и колебательной системы; в качестве последней применяются полые (объёмные) резонаторы. Наиболее распространённым является отражательный клистрон. В процессе прохождения электронного потока через электроды к отражателю (фиг. 271) происходит модуляция скорости электронов, приводящая к группировке их в «пачки». Число «пачек», прошедших через электроды в единицу времени, определяет частоту колебаний, которая для каждого клистроны является фиксированной. Клинтроны находят применение преимущественно в радиоприёмных устройствах сантиметрового диапазона.

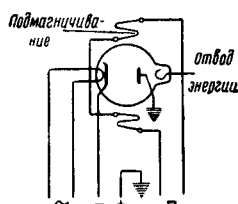
М а г н е т р о н о м называется электронная лампа, предназначенная для генерирования колебаний значительной мощности на сверхвысоких частотах (сантиметровые волны). Корпус лампы изготавливается из меди и служит анодом; внутри него расположен катод. Управление электронным потоком производится путём одновременного воздействия на него электрического и магнитного полей. Колебательные системы в виде объёмных контуров имеют форму полостей (фиг. 272), сделанных в теле анода (многокамерный магнетрон). Современные магнетроны разработаны Н. Ф. Алексеевым и Д. Е. Малиаровым. Магнетроны применяются в передающих устройствах сверхвысоких частот (фиг. 273) и большей частью используются в импульсном режиме.



Фиг. 271. Схема включения клистроны



Фиг. 272. Внутреннее устройство магнетрона (разрез)



Фиг. 273. Схема включения магнетрона

### Фотоэлементы

Фотоэлементом называется прибор, используемый для преобразования световой энергии в электрическую. Действие фотоэлемента основано на явлении фотоэлектронной эмиссии, открытой А. Г. Столетовым в 1887 г. Фотоэлектронная эмиссия заключается в выходе электронов с поверхности некоторых металлов (калий, цезий, литий, натрий) под действием падающего на неё света (внешний фотоэффект).

В фотоэлементе излучающий электроны слой — катод наносится на внутреннюю поверхность стеклянного баллона; вышедшие с катода электроны направляются к аноду, помещённому также внутри баллона. Между анодом и катодом прикладывается рабочее напряжение; последнее по величине не должно превышать напряжения зажигания, при котором происходит разрушение фотокатода. Фотоэлементы делятся на вакуумные и газонаполненные. Основными параметрами фотоэлемента являются:

а) интегральная чувствительность  $k = \frac{I}{\Phi}$  мка/лм, представляющая собой отношение силы тока через фотоэлемент к вызвавшему его световому потоку (любого спектрального состава);

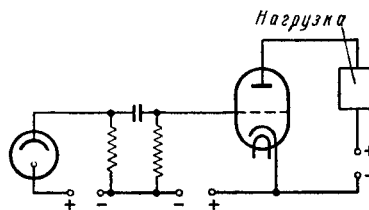
б) рабочее напряжение;

в) напряжение зажигания (для газонаполненных фотоэлементов); при этом значении в фотоэлементе возникает самостоятельный разряд, т. е. под действием приложенного напряжения проходит ток вне зависимости от того, освещён фотокатод или нет;

г) темновой ток, существующий при отсутствии освещения фотоэлемента.

Данные некоторых фотоэлементов указаны в табл. 219.

Токи, протекающие по цепи фотоэлемента, весьма малы (десятки микроампер); поэтому фотоэлементы используются в соединении с усилительными схемами. Типовая схема этого рода дана на фиг. 274.



Фиг. 274. Схема фотоэлемента с усилителем

Фотоэлементы применяются в схемах фото реле, в устройствах телемеханики, звукозаписи (например в звуковом кино).

### Газотрон

Газотроном называется газонаполненный диод; в качестве газа применяются аргон, неон, а также пары ртути. Отличительной чертой газотрона сравнительно с кенотроном является образование ионных процессов в газовой среде после «зажигания» газотрона. Поток ионов, смешиваясь с электронами пространственного заряда, нейтрализует отрицательный заряд последнего; это обстоятельство приводит к резкому уменьшению падения напряжения между анодом и катодом; в среднем эта величина равна  $10 \div 16$  в.

Основными параметрами газотрона являются: напряжение накала  $U_n$ , падение напряжения между анодом и катодом  $U_a$ , напряжение зажигания  $U_z$ , напряжение обратного зажигания  $U_{обр}$ , среднее значение выпрямленного тока  $I_{аср}$ , максимальное среднее значение выпрямленного тока  $I_{ам}$ , время разогрева  $t_p$ .

Газотроны, снабжённые сеткой, носят название тиратронов.

Основные данные газотронов и тиратронов см. в разделе «Электропитание устройств связи» данного тома.

Газотроны используются в выпрямительных схемах. Малое падение напряжения на газотроне позволяет с его помощью выпрямлять токи значительной величины при небольших потерях. Тиратроны также применяются в схемах выпрямления, причём бла-

Таблица 219

Паспортные данные некоторых фотоэлементов

Марка	Тип	Рабочее напряжение в в	Напряжение зажигания в в	Чувствительность в I мка/лм	Темновой ток в а
ЦГЗ	Кислородно-цезиевый, газонаполненный . . . . .	240	300	150	$1 \cdot 10^{-7}$
СЦГ51	Сурьмяно-цезиевый газонаполненный . . . . .	180	275	150	$1 \cdot 10^{-7}$
ЦВЗ	Кислородно-цезиевый вакуумный . . . . .	240	—	20	$1 \cdot 10^{-7}$
СЦВ51	Сурьмяно-цезиевый вакуумный . . . . .	240	—	80	$1 \cdot 10^{-9}$

годаря сетке дают возможность управлять величиной выпрямленного тока.

При эксплуатации газотронов и тиратронов требуется обязательное соблюдение порядка включения. До включения высокого напряжения должна быть включена цепь накала для предварительного разогрева лампы. Невыполнение этого условия приводит к гибели прибора.

### Выпрямление

Выпрямительной называется схема, с помощью которой производится преобразование переменного тока в постоянный. В качестве выпрямляющих элементов применяются приборы, обладающие односторонней проводимостью, как, например, кенотроны, газотроны, ртутные колбы и твердые (полупроводниковые) вентили.

Схемы выпрямления обычно содержат питающие (повышающие) трансформаторы, выпрямляющие элементы, а также фильтры. Последние состоят из емкостей и индуктивностей (конденсаторов и дросселей), предназначенных для сглаживания пульсаций выпрямленного тока.

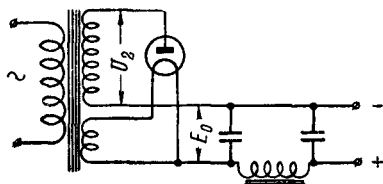
Соотношения напряжений в выпрямительных схемах указаны в табл. 220.

Таблица 220  
Соотношения напряжений в выпрямительных схемах

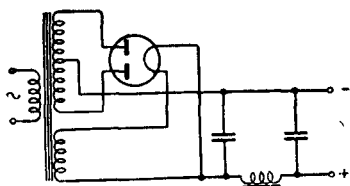
Название схемы	Частота пульсаций	$\frac{U_{\infty}^*}{E_0}$	$\frac{E_2^{**}}{U_2}$
Однополупериодная (фиг. 275)	50	1,57	0,45
Двухполупериодная (фиг. 276)	100	0,67	0,90
Трёхфазная (фиг. 277) . . .	150	0,25	1,17

\* Отношение переменной составляющей выпрямленного напряжения к постоянной составляющей.

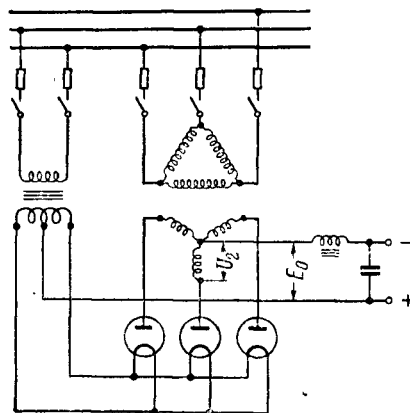
\*\* Отношение постоянной составляющей выпрямленного напряжения к эффективному значению напряжения питания.



Фиг. 275. Схема однополупериодного выпрямителя



Фиг. 276. Схема двухполупериодного выпрямителя



Фиг. 277. Схема трёхфазного выпрямителя

Барретиер представляет собой проводниковый электровакуумный прибор, включаемый последовательно в цепь накала электронной лампы для поддержания силы тока в цепи накала неизменной. Действие барретиера основано на неравномерном распределении температуры вдоль металлической нити, являющейся основой данного прибора. При повышении напряжения на барретиере ток, проходящий через прибор, остаётся в пределах барретирования постоянным благодаря изменению удельного сопротивления нити с изменением температуры. Изменение температуры, вызванное, например, увеличением рассеиваемой в нити мощности, сопровождается изменением удельного сопротивления также в сторону увеличения. Барретиер, как прибор, использующий явление нагревания нити, является инерционным. Барретиеры выпускаются на токи в 1 и 0,3 а с диапазоном регулировки напряжений до 7 в и более.

### РАДИОПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

#### Основные определения

Радиопередающим устройством, или передатчиком, называется устройство, в котором происходят процессы генерации и управления током высокой частоты.

Передающее устройство состоит из генератора тока высокой частоты, аппаратуры для управления током высокой частоты и источников электрической энергии для питания всей установки.

Классификация передатчиков по диапазону волн производится согласно ОСТ 6099. Классификация радиопередатчиков по назначению указана в табл. 221.

Основные показатели радиопередатчиков приведены в табл. 222.

Если полярная диаграмма направленности имеет форму окружности, то напряжённость поля  $E \frac{мВ}{м}$  вблизи антенны связана с излучаемой мощностью следующим соотношением:

$$P_{\Sigma} = 11 \cdot 10^{-6} d^2 E^2 \text{ квт},$$

где  $d$  — расстояние до антенны в км.



Т а б л и ц а 221

## Классификация радиопередатчиков по назначению

Название радиопередатчиков	Назначение передатчика
Стационарные	Неподвижные радиостанции, поддерживающие связь также с неподвижными радиостанциями
Наземные	Неподвижные радиостанции, поддерживающие связь с подвижными радиостанциями
Подвижные, работающие на фиксированных волнах	Радиостанции на подвижных объектах, в частности паровозные
Подвижные, работающие на любой волне в пределах определённого диапазона	Радиостанции на подвижных объектах
Радиовещательные	Передатчики для вещания и телевизионные передатчики

Т а б л и ц а 222

## Основные электротехнические и радиотехнические показатели передатчика

Показатели	Предъявляемые требования
Диапазон волн передатчика	Должны быть указаны границы рабочего диапазона волн передатчика с допустимыми разрывами в диапазоне. Если передатчик предназначен для работы на фиксированных волнах, то должны быть указаны длины фиксированных волн. Время, необходимое для смены волны, 1÷3 мин.
Мощность передатчика	Нормируется мощность, отдаваемая в антенну или в фидер. При телеграфной работе фиксируется мощность при нажатом ключе. При телефонной работе фиксируется мощность несущей частоты при заданном коэффициенте модуляции
Стабильность частоты	См. табл. 228
Электроакустические требования	Глубина модуляции $m = 70 \div 100\%$ . Полоса пропускаемых частот — см. табл. 232. Крайние ординаты частотной характеристики должны отличаться от средней не более чем на $10 \div 20\%$ . Коэффициент нелинейных искажений при $m = 70 \div 80\%$ при телефонной связи $K_D < 10 \div 12\%$ , при вещании $K_D < 2 \div 5\%$ . Уровень шумов должен быть на $50 \div 70$ дБ ниже уровня передачи при $m = 100\%$
Содержание высших гармоник в антенне передатчика	См. табл. 223
Коэффициент полезного действия передатчика, равный отношению мощности в антенне к мощности питающей сети	$\eta = 15 \div 35\%$
Устойчивость работы передатчика	Постоянство мощности в антенне при длительной работе. Устранение самовозбуждения в усилительных элементах схемы
Питание передатчика	Должны быть указаны типы источников питания и напряжение питающей сети. Определяются требования к стабилизации напряжения источников питания и допустимые величины пульсаций постоянных напряжений

Требования к интенсивности гармоник для радиостанций некоторых типов указаны в табл. 223.

Таблица 223

**Требования к интенсивности гармоник для стационарных, наземных и радиовещательных станций**

Диапазон частот	Требования к интенсивности гармоник
Для частот ниже 3 000 кГц ( $\lambda > 100$ м)	Напряжённость поля, созданная любой гармоникой на расстоянии 5 км от передающей антенны, должна быть менее 300 мкВ/м
Для частот выше 3 000 кГц ( $\lambda < 100$ м)	Уровень по мощности любой гармоники в антенне должен быть на 40 дБ ниже уровня по мощности основной волны и, во всяком случае, не более 200 мВт

Подвижные радиостанции по возможности также должны удовлетворять этим допускам.

Допустимые значения коэффициентов пульсации источников питания, используемых для передатчиков, приведены в табл. 224.

Таблица 224

**Допустимые значения коэффициентов пульсации источников питания для передатчиков**

Род передачи	Коэффициент пульсации в %
Телеграфия . . . . .	0,1÷1
Телефония . . . . .	0,02÷0,2
Радиовещание . . . . .	0,01÷0,06

Передатчик должен удовлетворять требованиям техники безопасности. Аппаратура, находящаяся под напряжением выше 250 в, относительно земли должна быть недоступной при работе передатчика. При открывании дверей в шкафах опасное напряжение должно быть автоматически выключено, для чего согласно правилам техники безопасности передатчики должны иметь не зависящие друг

от друга механическую и электрическую системы блокировки.

Блокировка служит для выключения напряжения соответствующими рубильниками и для замыкания на землю заряженных конденсаторов фильтров. При механической блокировке рубильники механически связаны с дверями или дверными замками. При электрической блокировке автоматическое выключение напряжения производится контакторами, в цепи управления которых последовательно включены контакты дверей передатчика, замыкающие цепь только при закрытых дверях.

### Ламповые генераторы

Различают ламповые генераторы с самовозбуждением и с посторонним возбуждением. Различные схемы генераторов с самовозбуждением отличаются друг от друга видом обратной связи и способом питания в цепи анода и в цепи сетки.

Схемы генераторов с посторонним возбуждением различаются по способу питания в цепи анода и в цепи сетки и по виду анодной нагрузки. В зависимости от формы тока в анодной цепи различают два возможных режима лампового генератора. Режимом колебаний первого рода называют такой, при котором изменение анодного тока в точности соответствует изменению сеточного напряжения. Так как при колебаниях первого рода коэффициент полезного действия всегда меньше 50%, то в радиоаппаратуре в большинстве случаев для генерации тока высокой частоты применяется режим колебаний второго рода.

Режимом колебаний второго рода называют такой, при котором форма анодного тока не совпадает с формой сеточного напряжения вследствие отсечки (фиг. 278).

Углом отсечки называется произведение круговой частоты  $\omega$  на время, в течение которого анодный ток изменяется от максимума до нуля.

При расчётах генераторов в режиме колебаний второго рода пользуются функциями угла отсечки, называемыми функциями Берга; выражения, определяющие некоторые из этих функций, указаны в табл. 225.

Таблица 225

### Функции угла отсечки

Обозначение и определение функции	Выражение, определяющее функцию
$\alpha_0$ — отношение постоянной составляющей анодного тока $I_0$ к максимальному импульсу $I_{\max}$	$\alpha_0 = \frac{I_0}{I_{\max}} = \frac{\sin \theta - \theta \cos \theta}{\pi (1 - \cos \theta)}$
$\alpha_1$ — отношение амплитуды первой гармоники $I_1$ анодного тока к максимальному импульсу $I_{\max}$	$\alpha_1 = \frac{I_1}{I_{\max}} = \frac{\theta - \sin \theta \cos \theta}{\pi (1 - \cos \theta)}$
$\alpha_2$ — отношение амплитуды второй гармоники $I_2$ анодного тока к максимальному импульсу $I_{\max}$	$\alpha_2 = \frac{I_2}{I_{\max}} = \frac{2 \sin^2 \theta}{3\pi (1 - \cos \theta)}$

Значения функций Берга приведены в табл. 226.

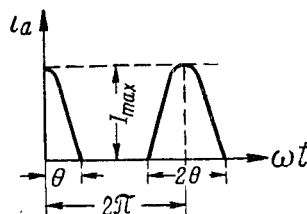
Таблица 226

Значения функций Берга

$\theta$	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\theta'$	$\sigma_0$	$\alpha_1$
40	0,149	0,279	0,243	85	0,304	0,485
45	0,165	0,311	0,257	90	0,318	0,500
50	0,183	0,342	0,267	95	0,335	0,510
55	0,200	0,370	0,273	100	0,351	0,518
60	0,218	0,391	0,276	105	0,366	0,525
65	0,237	0,409	0,273	110	0,380	0,529
70	0,256	0,427	0,267	115	0,394	0,533
75	0,274	0,445	0,257	120	0,406	0,536
80	0,239	0,465	0,240			

Расчёт генератора часто производится на заданную мощность высокой частоты  $P_1$  при усилении или мощность  $P_2$  при удвоении частоты. Выбор типа лампы, обеспечивающей заданную мощность, определяется произведением  $E_a I_S$ , где  $E_a$  — анодное напряжение и  $I_S$  — ток насыщения лампы.

Определяемое в результате расчёта сопротивление контура  $z = \frac{L}{Cr}$  должно быть обеспечено правильным выбором первичных параметров контура, удовлетворяющих условию



Фиг. 278. Форма анодного тока с отсечкой

настройки контура в резонанс на заданную частоту.

Последовательность расчёта генераторов при колебаниях второго рода указана в табл. 227.

Для генерации сверхвысоких частот ( $f > 3 \cdot 10^7$  пер/сек.) применяются специальные

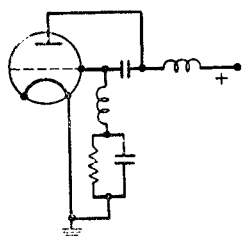
Таблица 227

Расчётные формулы для технического расчёта лампового генератора

Наименование величины	Расчётные формулы	
	режим усиления	режим удвоения
Полезная мощность	$P_1 < 0,2 E_a I_S$	$P_2 = 0,1 E_a I_S$
Критический коэффициент использования анодного напряжения	$\xi_0 \approx 1 - \frac{I_S}{SE_a}$	$\xi_0 \approx 1 - \frac{I_S}{SE_a}$
Коэффициент использования анодного напряжения	$\xi < \xi_0$	$\xi < \xi_0$
Амплитуда переменного напряжения на контуре	$U_a = \xi E_a$	$U_a = \xi E_a$
Амплитуда первой (второй) гармоники анодного тока	$I_1 = \frac{2P_1}{U_a}$	$I_2 = \frac{2P_2}{U_a}$
Угол отсечки анодного тока	$\theta' = 60 \div 120^\circ$	$\theta' = 45 \div 60^\circ$
Функции угла отсечки (см. табл. 226)	$\alpha_0, \alpha_1$	$\alpha_0, \alpha_2$
Максимальное значение анодного тока	$I_{\max} = \frac{I_1}{\alpha_1} I_S$	$I_{\max} = \frac{I_2}{\alpha_2} I_S$
Постоянная составляющая анодного тока	$I = I_{\max} \alpha_0$	$I = I_{\max} \alpha_0$
Потребляемая анодной цепью мощность	$P = E_a I$	$P = E_a I$
Коэффициент полезного действия лампового генератора	$\eta_1 = \frac{P_1}{P}$	$\eta_2 = \frac{P_2}{P}$
Потери на аноде лампы	$P_a = P - P_1 < P_0$	$P_a = P - P_2 < P_0$
Сопротивление анодного контура	$z = \frac{U_a}{I_1}$	$z = \frac{U_a}{I_2}$
Амплитуда переменного сеточного напряжения	$U_g = \frac{I_{\max}}{S(1 - \cos \theta)} + D U_a$	$U_g = \frac{I_{\max}}{S(1 - \cos \theta)} + 2D U_a (1 + \cos \theta)$
Сеточное смещение	$E_g = -U_g \cos \theta - D(E_a - E_{a_0} - U_a \cos \theta)$	$E_g = -U_g \cos \theta - D(E_a - E_{a_0} - U_a \cos 2\theta)$

Условные обозначения:  $S$  — крутизна в амперах на вольт,  $D$  — проницаемость,  $E_{a_0}$  — напряжение анодного привода,  $P_0$  — максимальная мощность рассеяния на аноде лампы.

малогабаритные лампы с малой междоэлектродной ёмкостью и малой индуктивностью выводов. Полезная мощность, получаемая от



Фиг. 279. Схема ультра-коротковолнового генератора

триодного генератора при сверхвысокой частоте (фиг. 279),

$$P_1 = \frac{1}{2} U_a I_1 \cos \varphi,$$

где  $\varphi$  — угол запаздывания анодного тока относительно сеточного напряжения,

$$\text{равный } \frac{2\tau \cdot 10^3 r_a}{\lambda_m \sqrt{E_a}};$$

$r_a$  — радиус анода в м.

#### Стабилизация частоты

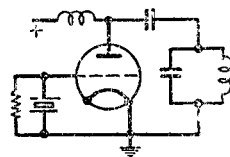
Частота генератора, используемого для радиосвязи, должна быть строго постоянной величиной, неизменной во времени. Постоянство частоты необходимо для того, чтобы при одновременной работе многих радиостанций не создавать помех друг другу и для того,

чтобы при помощи настроенного на определённую волну приёмника можно было осуществить устойчивый приём.

Практически в каждый момент времени действительная частота  $f$  будет отличаться от заданной  $f_0$  на некоторую величину  $\Delta f$ .

Относительное отклонение частоты  $\frac{\Delta f}{f}\%$  не должно выходить за пределы, установленные нормами, указанными в табл. 228 и 229.

Наиболее радикальное средство для стабилизации частоты, весьма часто применяемое на практике, заключается в использовании кварца (фиг. 280).



Фиг. 280. Схема генератора, стабилизированного кварцем

Пластина, вырезанная из кварца, эквивалентна по своим свойствам колебательному контуру, обладающему высокой добротностью.

Собственная частота кварцевой пластины определяется её толщиной  $d$ :

$$\lambda_m = (110 \div 140) d \text{ мм.}$$

Кварц может быть применён для стабилизации генераторов только относительно небольшой мощности, порядка 1 вт, при условии, что  $\lambda \geq 50$  м.

Таблица 228

Нормы стабильности частоты  $\left(\frac{\Delta f}{f} - \%\right)$

Типы радиостанций	Диапазон волн в м			
	30 000 ÷ 545	545 ÷ 200	200 ÷ 50	50 ÷ 10
Радиовещательные	± 20 пер/сек.	± 20 пер/сек.	$\lambda > 187,5$ ± 20 пер/сек. $\lambda < 187,5$ ± 0,025%	± 0,005%
Стационарные	± 0,1%	—	± 0,01%	± 0,01%
Наземные	± 0,1%	± 0,05%	± 0,02%	± 0,02%
Подвижные (кроме указанных в следующем пункте)	± 0,1%	± 0,1%	$\lambda > 75$ ± 0,05% $\lambda < 75$ ± 0,02%	± 0,02%
Подвижные	$\lambda = 2\,727 \div 1\,875$ $\lambda = 822 \div 583$ ± 0,5%	—	$\lambda = 72,90 \div 72,03$ $\lambda = 64,55 \div 54,05$ ± 0,05%	$\lambda = 48,39 \div 43$ $\lambda = 36,45 \div 36,01$ $\lambda = 27,27 \div 27,01$ $\lambda = 24,31 \div 24$ $\lambda = 18,23 \div 18,01$ $\lambda = 13,64 \div 13,51$ ± 0,05%
Самолётные	± 0,3%	—	0,025%	± 0,025%

Т а б л и ц а 229

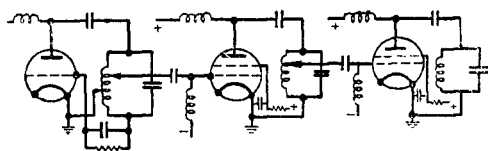
## Практические значения стабильности частоты

Показатели схемы	Относительная стабильность частоты $\frac{\Delta f}{f} \%$
Генератор с плавным диапазоном. Для поддержания постоянства частоты никаких мер не принято . . . . .	1 ÷ 2
Генератор с деталями среднего качества. Приняты элементарные меры для стабилизации частоты . . .	0,2 ÷ 1
Использованы все меры бескварцевой стабилизации. Применён кварц без термостата . . . . .	0,05 ÷ 0,2
Применён кварц с термостатом . . . . .	0,02 ÷ 0,05
Приняты все возможные меры для поддержания постоянства частоты . . . . .	0,001 ÷ 0,005
	10 <sup>-6</sup> ÷ 10 <sup>-4</sup>

## Многокаскадные схемы

Генератор с самовозбуждением часто используется для подачи колебаний устойчивой частоты на цепь сетки генератора с посторонним возбуждением. Усиленные колебания, полученные от генератора с независимым возбуждением, могут быть усилены ещё раз, если их подать на сетку следующего генератора с независимым возбуждением. Такая схема, состоящая из нескольких генераторов, называется многокаскадной (фиг. 281).

Схемы для получения мощности порядка 1 кВт состоят примерно из шести каскадов;



Фиг. 281. Трёхкаскадный генератор

при большей мощности число каскадов доходит до 8 ÷ 9. Один или несколько промежуточных каскадов часто используют в качестве удвоителя или утроителя частоты.

Настройка генератора с посторонним возбуждением в качестве удвоителя (утроителя) частоты сводится к настройке анодного контура в резонанс на выделяемую частоту и к выбору такого угла отсечки тока  $\theta$ , при котором амплитуда второй (третьей) гармоники была бы возможно больше. Так,  $I_2 = I_2 \max$  при  $\theta = 60^\circ$  и  $I_3 = I_3 \max$  при  $\theta = 45^\circ$ .

Использование одного или двух каскадов в многокаскадной схеме в режиме удвоения или утроения частоты повышает устойчивость передающего устройства и даёт возможность использовать кварцевый генератор для получения более коротких волн ( $\lambda < 50 \text{ м}$ ).

Число каскадов многокаскадного передатчика зависит от отношения мощности каждого

последующего каскада к предыдущему. Это отношение называется коэффициентом усиления мощности. Мощность предыдущего каскада должна быть примерно в 5 ÷ 10 раз больше мощности потерь в цепи сетки последующего каскада.

Рекомендуемые значения коэффициентов усиления мощности в зависимости от типа генераторной лампы приведены в табл. 230.

Т а б л и ц а 230

## Значения коэффициентов усиления мощности в зависимости от типа генераторной лампы

Тип лампы		
триод	тетрод	пентод
10 ÷ 15	15 ÷ 25	20 ÷ 30

## Модуляция и манипуляция

Управление током высокой частоты с целью передачи сигналов производится путём изменения амплитуды, фазы или частоты тока в соответствии с мгновенным значением передаваемого сигнала.

Практически чаще всего используется управление амплитудой тока. Управление током при помощи звуковых колебаний, в частности при помощи голоса, называется модуляцией.

Ток высокой частоты при амплитудной модуляции (фиг. 282) определяется выражениями:

$$\begin{aligned}
 i &= I(1 + m \cos \Omega t) \cos \omega t = \\
 &= I \cos \omega t + \frac{1}{2} I m \cos (\omega + \Omega) t + \\
 &\quad + \frac{1}{2} I m \cos (\omega - \Omega) t,
 \end{aligned}$$

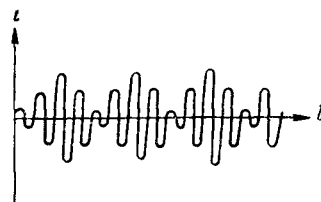
где  $m$  — коэффициент модуляции, равный отношению наибольшего приращения амплитуды к среднему её значению;

$\Omega$  — частота модуляции, равная частоте звуковых (модулирующих) колебаний;  $\Omega = 2 F$ ;

$\omega$  — несущая частота;  $\omega = 2\pi f$ ;

$\omega + \Omega$  — верхняя боковая частота;

$\omega - \Omega$  — нижняя боковая частота.



Фиг. 282. Модулированный ток

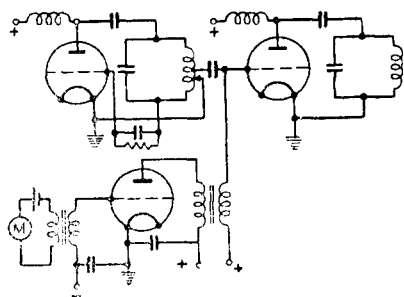
На появление токов боковых полос при модуляции впервые указал акад. М. В. Шулейкин.

Средняя мощность модулированных колебаний

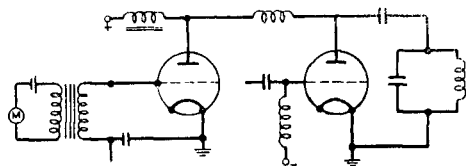
$$P = P_n \left( 1 + \frac{m^2}{2} \right),$$

где  $P_n$  — мощность при отсутствии модуляции, мощность несущей частоты.

Для осуществления амплитудной модуляции используются схемы сеточной (фиг. 283) или анодной модуляции (фиг. 284).



Фиг. 283. Схема сеточной модуляции



Фиг. 284. Схема анодной модуляции

Соотношения электрических величин при амплитудной модуляции указаны в табл. 231.

При частотной модуляции (фиг. 285) частота колебаний

$$\omega = \omega_0 + \Delta \omega \cos \Omega t,$$

где  $\Delta \omega$  — отклонение частоты, пропорциональное амплитуде модулирующей частоты;

$\Omega$  — частота модуляции:  $\Omega = 2\pi F$ .

Мгновенное значение частотно-модулированного тока

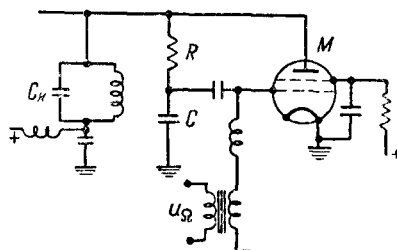
$$i = \Omega \cos \left( \omega_0 t + \frac{\Delta \omega}{\Omega} \sin \Omega t \right),$$

где  $\frac{\Delta \omega}{\Omega}$  — индекс модуляции.

Индекс модуляции при наибольшей звуковой частоте может быть больше или меньше единицы, в соответствии с чем частотную модуляцию принято называть широкополосной или узкополосной.

Чтобы осуществить частотную модуляцию, необходимо воздействовать на каскад, работающий с самовозбуждением, изменяя в такт с напряжением звуковой частоты ёмкость или индуктивность колебательного контура этого генератора.

Для получения переменной индуктивности может быть использована схема (фиг. 285),



Фиг. 285. Схема частотной модуляции

Таблица 231

Соотношения электрических величин при амплитудной модуляции

Режим несущей частоты	Режим максимальной мощности		Режим минимальной мощности	
	анодная модуляция	сеточная модуляция	анодная модуляция	сеточная модуляция
Амплитуда первой гармоники $I_1$	$I_1(1+m)$	$I_1(1+m)$	$I_1(1-m)$	$I_1(1-m)$
Амплитуда напряжения на контуре $U_a$	$U_a(1+m)$	$U_a(1+m)$	$U_a(1-m)$	$U_a(1-m)$
Коэффициент использования анодного напряжения $\xi$	$\xi$	$\xi(1+m)$	$\xi$	$\xi(1-m)$
Коэффициент полезного действия генератора $\eta$	$\eta$	$\eta(1+m)$	$\eta$	$\eta(1-m)$
Колебательная мощность $P_1$	$P_1(1+m)^2$	$P_1(1+m)^2$	$P_1(1-m)^2$	$P_1(1-m)^2$
Подводимая мощность $P$	$P(1+m)^2$	$P(1+m)$	$P(1-m)^2$	$P(1-m)$
Потери на аноде лампы $P_a$	$P_a(1+m)^2$	$P(1+m) - P_1(1+m)^2$	$P_a(1-m)^2$	$P(1-m) - P_1(1-m)^2$

в которой параллельно контуру задающего генератора присоединены цепь  $RC$ , где  $R \gg \frac{1}{\omega C}$ , и модуляторная реактивная лампа  $M$  с переменной крутизной  $S$ .

При помощи переменного напряжения звуковой частоты будет меняться крутизна  $S$  и, следовательно, частота задающего генератора

$$\frac{\Delta \omega}{\omega_0} = \frac{1}{2} \frac{1}{\omega CR} \frac{\Delta S}{\omega C_k},$$

где  $\Delta S$  — возможное приращение крутизны лампы от среднего значения;

$C_k$  — ёмкость колебательного контура.

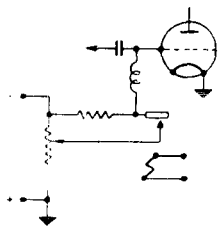
Приём частотно-модулированных сигналов сопровождается значительно меньшими помехами по сравнению с приёмом сигналов, модулированных по амплитуде.

Управление током высокой частоты при помощи телеграфного аппарата, в частности при помощи телеграфного ключа, называется манипуляцией.

Первое практическое применение радио заключалось в передаче телеграфных сигналов. Первая в мире радиотелеграфная связь была осуществлена А. С. Поповым 24 марта 1896 г.

В простейшем случае телеграфная передача по радио осуществляется при помощи обычного телеграфного ключа. Малая скорость передачи приводит к экономически невыгодному использованию дорогостоящего радиооборудования, так как стоимость эксплуатации линии радиосвязи, определяемая главным образом расходом электроэнергии и оплатой штата, пропорциональна времени работы радиостанции. Большое распространение на линиях радиосвязи получила быстродействующая телеграфная аппаратура, позволяющая практически осуществить манипуляцию со скоростью 300 ÷ 350 стандартных слов в минуту. Стандартное слово принято считать состоящим из 48 точек. Продолжительность среднего слова, встречающегося в телеграммах, как показывает статистика, примерно в 2 раза больше. За последние годы на магистральных линиях радиосвязи всё больше применяются телеграфные аппараты Бодо и стартстопные аппараты.

Амплитудная манипуляция обычно осуществляется в сеточной цепи лампового генератора (фиг. 286).



Фиг. 286. Схема для быстродействующей манипуляции

При частотной манипуляции передатчик отдаёт энергию в антенну на одной частоте  $f_1$  во время передачи сигнала и на другой ча-

стоте  $f_2$  во время интервала между сигналами ( $f_1 - f_2 \approx 1000$  пер/сек.). Применение частотной манипуляции в значительной степени повышает надёжность радиосвязи.

Полосы частот, требующиеся для работы передатчиков различного назначения, приведены в табл. 232.

Таблица 232

Полосы частот, занимаемые телеграфными, телефонными и телевизионными передатчиками

Род передачи	Ширина полосы в гц при передаче двумя боковыми полосами
Телеграфия неза- тухающими колеба- ниями (кодом Морзе или Бодо)	Численно равна скорости телеграфирования в бодах для основной частоты; с учётом третьей гармоники ширина полосы утраивается
Телеграфия то- нально-модулиро- ванными колеба- ниями	Численно равна удвоенной частоте модуляции плюс скорость телеграфирования в бодах
Радиотелефония	6 000 ÷ 8 000*
Радиовещание	15 000 ÷ 20 000
Фототелеграфия	Численно равна отношению числа элементов изображения, подлежащих передаче, к числу секунд, необходимых для передачи
Телевидение	Численно равна произведению числа элементов изображения на число изображений, передаваемых в 1 сек.

\* Для многократной телефонии (например при импульсной модуляции) ширина полосы будет больше.

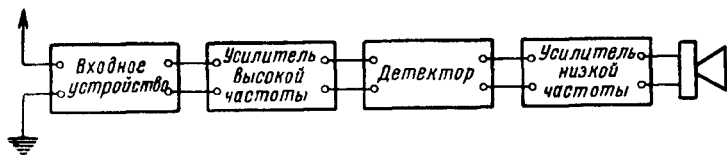
## РАДИОПРИЁМНЫЕ УСТРОЙСТВА

### Основные определения

Радиоприёмным устройством, или приёмником, называется устройство, в котором происходит выделение передаваемых сигналов из всего комплекса различных напряжений, поданных на вход приёмника, усиление и преобразование этих сигналов.

Основные радиотехнические и электротехнические показатели приёмного устройства указаны в табл. 233.

Классификация радиоприёмников профессионального типа дана в табл. 234.



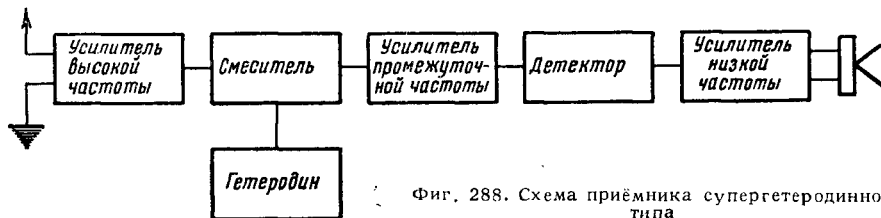
Фиг. 287. Схема приёмника прямого усиления

Практически применяются два типа приёмников: приёмник прямого усиления (фиг. 287) и приёмник супергетеродинного типа (фиг. 288).

Т а б л и ц а 233

## Основные радиотехнические и электротехнические показатели радиоприёмного устройства

Показатель	Определение	Предъявляемые требования
Чувствительность	Чувствительностью называется минимальное напряжение на входе приёмника, необходимое для получения заданной мощности на выходе (при определённом коэффициенте модуляции $m = 30\%$ )	$1 \div 20 \text{ мкВ}$ для профессиональных приёмников, $50 \div 200 \text{ мкВ}$ для вещательных. Максимальная чувствительность ограничивается уровнем помех на входе приёмника и внутриламповыми шумами
Избирательность	Избирательностью называется отношение чувствительности при определённой расстройке приёмника (иногда полагают, что расстройка $\Delta f = 10\,000 \text{ Гц}$ ) к чувствительности при резонансе	Избирательность часто принято выражать в децибеллах: $\approx 30 \div 40 \text{ дБ}$
Диапазон волн приёмника	Диапазон, в пределах которого при настройке приёмника на любую волну основные показатели приёмника удовлетворяют техническим требованиям	Границы диапазона с допустимыми разрывами. Если приёмник предназначен для работы на фиксированных волнах, то должны быть указаны длины фиксированных волн. Диапазон приёмника для магистральной связи $\lambda = 14 \div 100 \text{ м}$ . Диапазон вещательного приёмника $\lambda = 200 \div 2\,000 \text{ м}$ (с разрывом $\lambda = 550 \div 700 \text{ м}$ ) и $\lambda = 15 \div 50 \text{ м}$
Выходная мощность	Мощность, потребляемая оконечным аппаратом (громкоговорителем, телеграфным реле и т. д.)	$P = 0,15 \div 4 \text{ Вт}$ , если на выходе включён громкоговоритель. При нагрузке на телефон или на телеграфное реле мощность определяется единицами или десятками милливатт
Полоса пропускания частот	Полоса частот, для которых усиление должно быть не менее 0,7 максимального	$200 \div 3\,000 \text{ пер/сек.}$ для приёма речи. От $50 \div 100 \text{ пер/сек.}$ до $4\,000 \div 6\,500 \text{ пер/сек.}$ для приёма вещания
Коэффициент нелинейных искажений	—	$10 \div 15\%$
Питание приёмника	Должны быть указаны типы источников питания, напряжение питающей сети и потребляемый ток или мощность	Вещательные приёмники потребляют мощность при питании от сети $\approx 50 \div 100 \text{ Вт}$ , при питании от батарей $0,8 \div 1,9 \text{ Вт}$



Фиг. 288. Схема приёмника супергетеродина типа

Т а б л и ц а 234

## Классификация профессиональных радиоприёмников

Класс приёмника	Назначение
I	Для магистральных связей
II	Для областных связей (внутридистанционных)
III	Для внутриобластной и внутрирайонной связи

Подавляющее большинство современных приёмников выполнено по супергетеродинной схеме.

## Супергетеродинный приёмник

Этот приёмник по сравнению с приёмником прямого усиления имеет следующие преимущества и недостатки.

Преимущества супергетеродина: большая чувствительность, повышенная избирательность при малой величине частотных искажений, постоянство чувствительности и избирательности по диапазону, большая простота перестройки на другую волну.

Недостатки супергетеродина: большая сложность схемы и конструкции, опасность помех со стороны генераторов, работающих на промежуточной частоте, большее потребление энергии от источников питания.

## Входное устройство

Входным устройством называется часть схемы приёмника до первой лампы, используемая для связи приёмника с антенной.

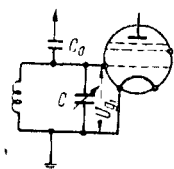
Формулы для определения коэффициента передачи входного устройства даны в табл. 235.



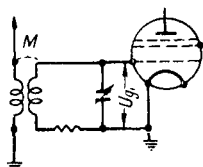
Т а б л и ц а 235

Коэффициент передачи входного устройства

Вид связи с антенной	Коэффициент передачи	Значения величин
Ёмкостная связь. Конденсатор связи $C_n = 10 \div 30$ мкмкф для профессиональных приёмников (фиг. 289)	$K = \frac{C_n}{C} Q$	$Q$ — добротность контура входного устройства; $C$ — ёмкость контура в мкмкф
Индуктивная связь (фиг. 290)	$K = \frac{\omega M}{z_A} Q$	$z_A$ — сопротивление антенны; $M$ — коэффициент взаимной индукции в гн
Индуктивная связь с фидером, настроенным на бегущую волну	$K = \frac{1}{2} Q \sqrt{\frac{r}{z_c}}$	$r$ — сопротивление потерь контура; $z_c$ — волновое сопротивление фидера



Фиг. 289. Схема входного устройства при ёмкостной связи с антенной



Фиг. 290. Схема входного устройства приёмника, индуктивно связанного с антенной

## 3) избирательность

$$V = \sqrt{1 + \left(2 \frac{\Delta f}{f} Q\right)^2},$$

где  $Q$  — добротность контура,  
 $f$  — частота настройки контура,  
 $\Delta f$  — отклонение частоты принимаемых колебаний от частоты настройки контура;

4) величина расстройки контура вследствие связи с антенной от 1 до 3%.

Основные показатели входного устройства:

1) коэффициент передачи, равный отношению напряжения  $U_{g1}$  на сетке первой лампы к электродвижущей силе  $E_a$  в антенне, т. е.

$$k = \frac{U_{g1}}{E_a};$$

2) постоянство коэффициента передачи по диапазону;

## Усиление высокой частоты

Назначением усилителя высокой частоты (фиг. 291) является усиление принимаемых сигналов и осуществление избирательности.

Основные показатели усилителя высокой частоты приведены в табл. 236.

Т а б л и ц а 236

Основные показатели усилителя высокой частоты

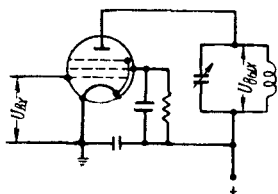
Вид схемы усилителя	Сопротивление анодной нагрузки $z_a$	Коэффициент анодной связи $p$	Коэффициент усиления $K = \frac{U_{вых}}{U_{вх}}$	Избирательность $V$	Условие устойчивости (отсутствие самовозбуждения)	Входная ёмкость $C_{вх}$
Схема с непосредственным включением контура в анодную цепь	$z = \frac{(\omega L)^2}{r}$	1	$Sz$	$\sqrt{1 + \left(2 \frac{\Delta f}{f} Q\right)^2}$	$z_a < \sqrt{\frac{0,3}{S \omega C_{a-c}}}$	$C_{c-n} + (1+K)C_{a-c}$
Схема с индуктивной связью контура с лампой	$z p^2$	$\frac{M}{L}$	$Sz p$	$\sqrt{1 + \left(2 \frac{\Delta f}{f} Q\right)^2}$	$z_a < \sqrt{\frac{0,3}{S \omega C_{a-c}}}$	$C_{c-n} + (1+K)C_{a-c}$
Схема с автотрансформаторным включением контура в анодную цепь	$z p^2$	$\frac{L_0}{L}$	$Sz p$	$\sqrt{1 + \left(2 \frac{\Delta f}{f} Q\right)^2}$	$z_a < \sqrt{\frac{0,3}{S \omega C_{a-c}}}$	$C_{c-n} + (1+K)C_{a-c}$

Условные обозначения:  $L$  — индуктивность контура в гн;  $r$  — сопротивление потерь контура;  $S$  — крутизна лампы в а на 1 в;  $f$  — частота настройки контура;  $\Delta f$  — отклонение частоты от резонансной;  $Q$  — добротность контура;  $C_{c-n}$  — ёмкость сетка-нить в мкмкф;  $C_{a-c}$  — ёмкость анод-сетка в мкмкф;  $M$  — коэффициент взаимной индукции в гн;  $L_0$  — индуктивность, включённая в цепь анода, в гн.

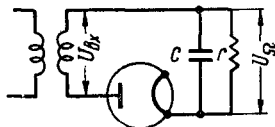
Таблица 237

Сравнительные показатели детекторных схем

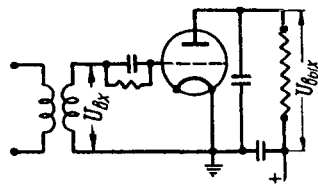
Вид детектирования	Относительные	
	преимущества	недостатки
Диодное находит наиболее широкое применение (фиг. 292)	Малые искажения. Удобное использование для автоматической регулировки чувствительности	Малая чувствительность ( $U_{вх}=1\div 5$ в). Низкое входное сопротивление. $U_{вх}$ —напряжение на входе детектора
Сеточное (фиг. 293)	Наибольшая чувствительность к слабым сигналам	Значительные нелинейные искажения $K_H = \frac{m}{4}$ , где $m$ —коэффициент модуляции
Анодное	Большое входное сопротивление	Малая чувствительность ( $U_{вх}>1$ в)



Фиг. 291. Схема усилителя высокой частоты



Фиг. 292. Схема диодного детектора



Фиг. 293. Схема сеточного детектора

Коэффициент усиления и избирательность усилителя из нескольких каскадов определяются выражениями:

$$K = K_1 K_2 K_3 \text{ и } V = V_1 V_2 V_3,$$

где  $K_i$  и  $V_i$  — коэффициенты усиления и избирательности  $i$ -го каскада.

#### Детектирование и преобразование частоты

Детектором называется часть схемы приёмника, в которой происходит процесс преобразования модулированного или манипулированного напряжения высокой частоты в напряжение низкой (звуковой) частоты или в импульсы постоянного напряжения.

Сравнительные показатели детекторных схем указаны в табл. 237.

Амплитуда напряжения звуковой частоты на выходе диодного детектора

$$U \approx 0,9 m U_{вх},$$

где  $m = 0,3$  — расчётный коэффициент модуляции;

$U_{вх}$  — напряжение на входе (амплитудное значение). Коэффициент усиления сеточного детектора

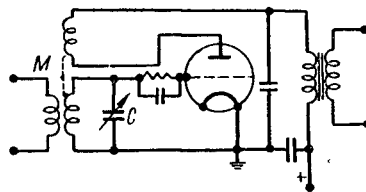
$$K_d = \mu_d m,$$

где  $\mu_d$  — коэффициент усиления лампы в детекторном режиме (табл. 238).

Повышение чувствительности сеточного детектора может быть достигнуто применением регенерации.

Регенерацией называется увеличение напряжения на сеточном контуре детекторной лампы при помощи обратной связи (фиг. 294).

В сеточный контур вносится отрицательное сопротивление  $r' = S \frac{M}{C}$ , вследствие чего коэффициент усиления детекторного каскада увеличивается примерно в  $10\div 30$  раз.



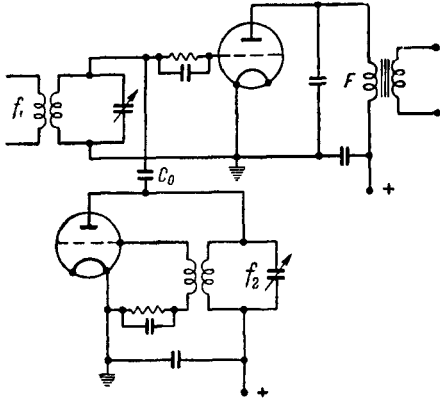
Фиг. 294. Схема регенеративного детектора

Таблица 238

Коэффициент усиления лампы в детекторном режиме

$U_{вх}$	$\mu_d$	Примечание
$<0,1$	$4 U_{вх}^2$	$\mu$ —коэффициент усиления лампы
$0,1\div 0,5$	$0,4\div 0,8 \mu$	$U_{вх}$ —напряжение на входе детектора

Гетеродинный детектор (фиг. 295) позволяет получить на выходе импульсы переменного

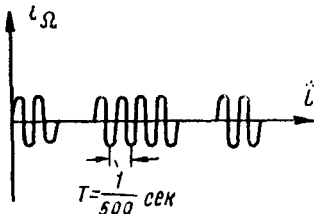


Фиг. 295. Схема гетеродинного детектора

тока с частотой  $F = 500 \div 800$  гц (фиг. 296), необходимые для приёма сигналов азбуки Морзе на слух:

$$F = |f_1 - f_2|,$$

где  $f_1$  — частота принимаемых колебаний;  
 $f_2$  — частота колебаний, генерируемых гетеродином.



Фиг. 296. Импульсы тональной частоты

Чтобы выделить напряжение звуковой частоты из частотно-модулированных колебаний, необходимо после усилителя промежуточной частоты включить два элемента: ограничитель и частотный детектор (фиг. 297). Назначение ограничителя заключается в том, чтобы ослабить влияние помех на приём. После ограничителя для преобразования частотно-модулированных колебаний в амплитудно-модулированные и последующего детектирования используется частотный детектор, или дискриминатор.

Амплитуда напряжения звуковой частоты на выходе последнего определяется выражением:

$$U_{\Sigma} = 0,9 U_g S z_p \frac{\sqrt{1 + \left(2Q \frac{\Delta f}{f_3} + \frac{1}{2} \beta\right)^2} - \sqrt{1 + \left(2Q \frac{\Delta f}{f_3} - \frac{1}{2} \beta\right)^2}}{\sqrt{\left[1 - \left(2Q \frac{\Delta f}{f_3}\right)^2 + \beta^2\right]^2 + 4 \left(2Q \frac{\Delta f}{f_3}\right)^2}},$$

где  $S$  — крутизна лампы в а на 1 в;  
 $z_p$  — сопротивление контура, равное  $\frac{(\omega L)^2}{r}$ ;

$L$  — индуктивность контура в гн;  
 $r$  — сопротивление потерь контура;  
 $\omega = 2\pi f_3$ ;

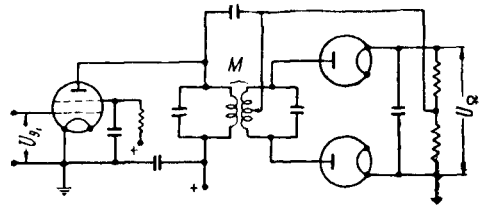
$f_3$  — промежуточная частота;

$Q$  — добротность контура, равная  $\frac{\omega L}{r}$ ;

$\Delta f$  — наибольшее отклонение частоты при частотной модуляции;

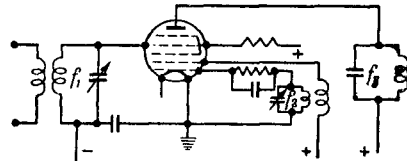
$\beta$  — степень связи между контурами, равная  $\frac{\omega M}{r}$ ;

$M$  — коэффициент взаимной индукции в гн.



Фиг. 297. Схема ограничителя и частотного детектора

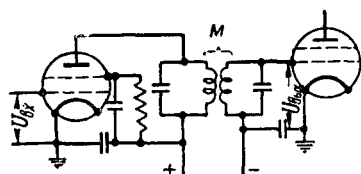
В супергетеродинном приёмнике для преобразования частоты большей частью используются многосеточные лампы (фиг. 298).



Фиг. 298. Схема преобразователя частоты

Промежуточная частота вещательных приёмников  $f_3 = 460$  кГц в разрыве вещательного диапазона (420 ÷ 520 кГц). В приёмниках непрерывного диапазона промежуточная частота  $f_3 = 110$  кГц.

Для обеспечения высокой избирательности при равномерном усилении всего спектра принимаемых частот (несущей частоты и боковых полос) в анодных цепях преобразователя (смесителя) и усилителя промежуточной частоты используются большей частью системы связанных контуров (фиг. 299).



Фиг. 299. Схема усилителя промежуточной частоты

Коэффициент усиления  $K$  и избирательность  $V$  каскада промежуточной частоты

$$K = \frac{U_{вых}}{U_{вх}} = \frac{1}{2} Sz_p,$$

где

$$z_p = \frac{(\omega L)^2}{r},$$

$$V = \frac{\sqrt{\left[1 - \left(2Q \frac{\Delta f}{f_s}\right)^2 + \beta^2\right]^2 + 4 \left(2Q \frac{\Delta f}{f_s}\right)^2}}{1 + \beta^2},$$

где  $\beta = \frac{\omega M}{r} > 1$  — степень связи между контурами; остальные обозначения те же, что и в предыдущей формуле.

#### Автоматическая регулировка чувствительности

Автоматической регулировкой чувствительности (АРЧ) называется система, автоматически поддерживающая напряжение на выходе приёмника примерно постоянным при резких колебаниях напряжения на входе приёмника. АРЧ применяется в большинстве современных приёмников для обеспечения неизменной громкости приёма при переходе от приёма одной станции к другой, создающей другое по величине напряжение на входе приёмника, при изменении условий прохождения сигналов и при изменении расстояния между приёмником и передатчиком.

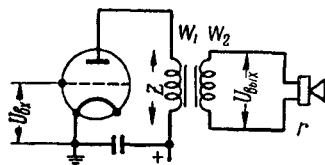
Современные схемы АРЧ (фиг. 300) обеспечивают поддержание постоянства напряжения на выходе приёмника в пределах  $1,1 \div 3$  при возможных изменениях амплитуды напряжения на входе приёмника в  $10^3 \div 10^5$  раз.

#### Усилители низкой частоты

Основные показатели усилителя низкой частоты: выходная мощность или напряжение  $U_{вых}$ , сопротивление нагрузки, входное на-

пряжение  $U_{вх}$ , входное сопротивление, диапазон усиливаемых частот ( $\omega_n \div \omega_{в}$ ), отклонение частотной характеристики от прямой ( $\leq 10\%$ ), коэффициент нелинейных искажений ( $< 10 \div 15\%$ ).

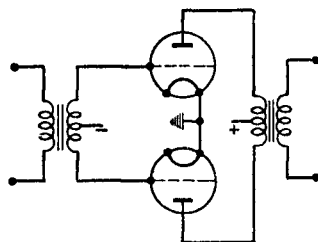
Усилителем мощности называется последний оконечный каскад усилителя звуковой частоты, предназначенный для создания определённой мощности звуковой частоты, необходимой для нормальной работы громкоговорителя или для дальнейшей передачи по проводам (фиг. 301).



Фиг. 301. Схема выходного усилителя низкой частоты

Нагрузка  $r$  включается в анодную цепь лампы через понижающий трансформатор ( $n = \frac{w_1}{w_2} > 1$ ), так что входное сопротивление трансформатора  $z = n^2 r$ .

При большой мощности часто применяется двухтактная схема (фиг. 302).

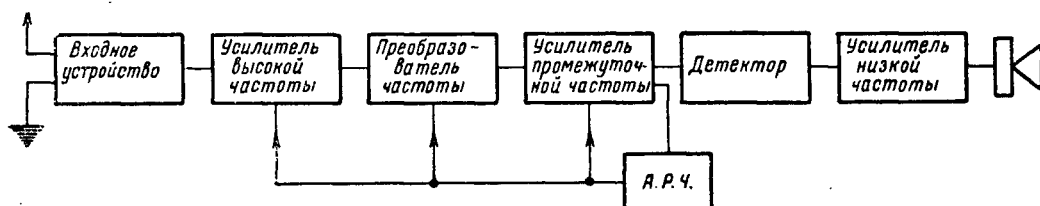


Фиг. 302. Двухтактный усилитель низкой частоты

Усилителем напряжения называется усилитель, который служит для усиления напряжения звуковой частоты с целью создания достаточного напряжения на входе следующего каскада.

Для усиления напряжения используется реостатный усилитель (фиг. 303) или трансформаторный усилитель (фиг. 304).

В табл. 239 приведены выражения, определяющие коэффициент усиления усилителей низкой частоты различного типа.



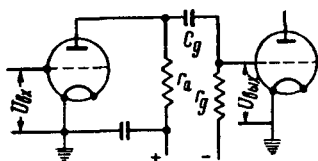
Фиг. 300. Схема автоматической регулировки уровня

Т а б л и ц а 239

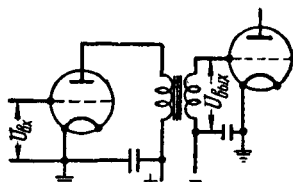
## Коэффициенты усиления усилителей низкой частоты

Частота	K	Усилитель мощности	Усилители напряжения	
			реостатный	трансформаторный
Низшая $\omega_H$	$K_H$	$\frac{\mu}{n} \frac{1}{\sqrt{\left(1 + \frac{R_l}{z}\right)^2 + \left(\frac{R_l}{\omega_H L_1}\right)^2}}$	$\frac{\mu}{n} \frac{1}{\left(1 + \frac{R_l}{r_a}\right) \sqrt{1 + \left(\frac{1}{\omega_H C_g r_g}\right)^2}}$	$\frac{\mu}{n} \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{R_l}{\omega_H L_1}\right)^2}}$
Средняя $\omega_{cp}$	$K_{cp}$	$\frac{\mu}{n} \frac{1}{1 + \frac{R_l}{z}}$	$\frac{\mu}{1 + \frac{R_l}{r_a}}$	$\frac{\mu}{n}$
Вышая $\omega_{\theta} = \sqrt{\frac{n}{L_S C_{\theta x}}}$	$K_{\theta}$	$\frac{\mu}{n} \frac{1}{\sqrt{\left(1 + \frac{R_l}{z}\right)^2 + \left(\frac{\omega_{\theta} L_S}{z}\right)^2}}$	$\frac{\mu}{\sqrt{\left(1 + \frac{R_l}{r_a}\right)^2 + \left(\omega_{\theta} C_{\theta x} R_l\right)^2}}$	$\frac{\mu}{n} \frac{\omega_{\theta} L_S}{R_l}$

Условные обозначения:  $L_S$  и  $L_1$  — соответственно индуктивность рассеяния трансформатора и индуктивность первичной обмотки в гн;  $C_{\theta x}$  — входная ёмкость следующего каскада в фарадах;  $\mu$  — коэффициент усиления лампы;  $n = \frac{w_1}{w_a}$  — коэффициент трансформации;  $R_l$  — внутреннее сопротивление лампы;  $z = n^2 r$ ;  $r$  — нагрузка на выходе трансформатора;  $r_a$  — сопротивление в цепи анода;  $r_g$  — сопротивление в цепи сетки.



Фиг. 303. Схема реостатного усилителя



Фиг. 304. Схема трансформаторного усилителя

Для получения неискажённого усиления необходимо так подобрать параметры схемы, чтобы

$$\frac{K_{cp}}{K_{\theta}} \leq 1,05 \div 1,1 \quad \text{и} \quad \frac{K_{cp}}{K_H} \leq 1,05 \div 1,1.$$

Практические значения элементов схемы реостатного усилителя приведены в табл. 240.

52 Том 8

Т а б л и ц а 240

## Практические величины элементов реостатного усилителя

$r_a$ ом	$r_g$ ом	$C_g$ мкмкф
$3 \cdot 10^4 \div 5 \cdot 10^4$ Для триодов $r_a = (3 \div 4) R_l$	$(0,1 \div 2) 10^4$ $r_g = (5 \div 10) r_a$	$10^4 \div 10^5$

## Отрицательная обратная связь

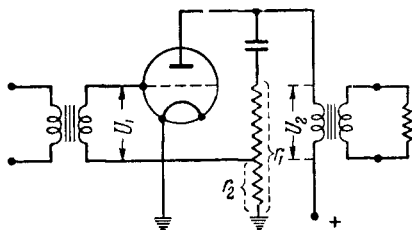
Отрицательной обратной связью называется такая связь между выходом и входом усилителя, при которой часть переменного напряжения, получаемого на выходе усилителя, подаётся на вход со сдвигом по фазе на  $180^\circ$  относительно переменного напряжения, поданного на вход усилителя. Применение отрицательной обратной связи уменьшает коэффициент усиления усилителя  $K$  до величин

$$K_N = \frac{K}{1 - K\beta},$$

где  $\beta$  — затухание цепи обратной связи ( $-1 < \beta < 0$ ).

При отрицательной обратной связи уменьшаются частотные и нелинейные искажения, уменьшается выходной эффект, создаваемый появившимися в усилителе помехами, и увеличивается постоянство выходного напряжения при возможных колебаниях нагрузки и изменениях питающих напряжений.

Для схемы фиг. 305  $\beta = -\frac{r_2}{r_1}$ . Применяется обратная связь по напряжению, по току и комбинированная.



Фиг. 305. Усилитель с отрицательной обратной связью

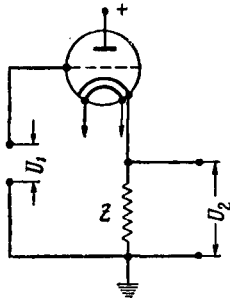
Усилитель с отрицательной обратной связью по напряжению может рассматриваться как усилитель без обратной связи, если заменить параметры лампы на эквивалентные, как указано в табл. 241.

Таблица 241

Эквивалентные параметры лампы при отрицательной обратной связи

Параметры лампы	Без обратной связи	При отрицательной обратной связи
Крутизна	$S$	$S_N = S$
Коэффициент усиления	$\mu$	$\mu_N = \frac{\mu}{1 - \mu\beta}$
Внутреннее сопротивление	$R_i$	$R_{iN} = \frac{R_i}{1 - \mu\beta}$

Недостатком усилителя с отрицательной обратной связью является возможность возникновения самовозбуждения, если при некоторой частоте  $K\beta = 1$ .



Фиг. 306. Схема катодного повторителя

Когда сопротивление полезной нагрузки на выходе усилителя относительно мало и нежелательно включение этой нагрузки в анодную цепь через трансформатор из-за создаваемых трансформатором частотных искажений, то применяют схему катодного повторителя (фиг. 306). Коэффициент усиления катодного повторителя ( $\beta = -1$ )

$$K_N = \frac{U_2}{U_1} = \frac{z}{\frac{1}{S} + z} < 1,$$

где  $z$  — сопротивление нагрузки в катодной цепи;

$S$  — крутизна лампы в  $a$  на 1 в.

Катодный повторитель имеет незначительную входную ёмкость

$$C_{вх} = C_{с-н}(1 - K_N) + C_{a-с},$$

где  $C_{с-н}$  — ёмкость сетка-нить в мкмкф;

$C_{a-с}$  — ёмкость анод-сетка в мкмкф.

## ПЕРЕДАЮЩИЕ АНТЕННЫ

### Общие сведения

Передающей антенной называется устройство, которое преобразует энергию токов высокой частоты в энергию электромагнитных волн. Конструктивно антенна представляет собой провод или систему проводов, длины которых сравнимы с длиной волны. В электрическом отношении антенна представляет собой цепь с распределёнными параметрами, в которой индуктивность и ёмкость распределены вдоль всего провода. Основные показатели передающей антенны показаны в табл. 242.

Таблица 242

Основные показатели передающей антенны

Название показателя	Определение показателя
Входное сопротивление антенны, активное $R_A$	Удвоенное отношение мощности в антенне к квадрату амплитуды тока: $R_A = 2 \frac{P_A}{I_A^2}$
То же, реактивное $X_A$	Отношение напряжения к току на входе антенны $X_A = \frac{U_A}{I_A}$ , полагая, что $X_A \gg R_A$
Коэффициент полезного действия	Отношение излучаемой мощности к мощности, получаемой антенной от передатчика
Действующая высота	Высота прямоугольника с основанием, равным амплитуде тока в начале антенны, равновеликого площади тока в антенне
Характеристики направленности	Зависимость напряжённости поля от направления (от азимута и от угла места)
Коэффициент направленного действия	Коэффициент, показывающий, во сколько раз необходимо увеличить мощность передатчика, если направленную антенну заменить ненаправленной при неизменной величине напряжённости поля у приёмной антенны
Коэффициент усиления	Произведение коэффициента полезного действия на коэффициент направленного действия
Частотная характеристика	Зависимость амплитуды тока в антенне от частоты
Максимальное напряжение	Максимально допустимое напряжение в антенне, не вызывающее опасности перенапряжения

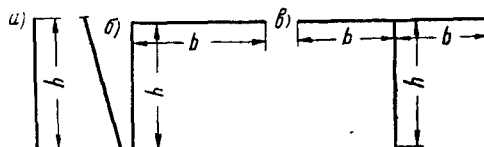
Для облегчения условий передачи энергии из контура лампового генератора в антенну последняя настраивается в резонанс на частоту колебаний генератора

Настройка антенны в резонанс может быть достигнута двумя способами: подбором длины антенны или включением последовательно с антенной некоторого реактивного сопротивления. Первый способ используется главным образом при коротких волнах, второй способ применяется обычно для настройки длинноволновой антенны.

#### Длинноволновые и средневолновые антенны

Основными, наиболее часто встречающимися типами длинноволновых и средневолновых антенн являются антенны в виде вертикального или наклонного провода (фиг. 307, а), подвешенного одним концом к вершине мачты, или антенны в виде Г- или Т-образной конструкции (фиг. 307, б и в), подвешенной к вершинам двух мачт.

Длина антенного провода  $l = h + b$  обычно выбирается так, чтобы  $l < \frac{\lambda}{4}$  или  $\frac{\lambda}{4} < l < \frac{\lambda}{2}$ , так как интенсивность излучения при таком соотношении между длиной излучающего провода и длиной волны достаточна.



Фиг. 307. Типы длинноволновых антенн

В табл. 243 приведены формулы для технического расчёта Г- и Т-образных антенн при заданной мощности, отдаваемой передатчиком в антенну, и заданных размерах антенны.

Т а б л и ц а 243

Расчётные формулы для технического расчёта Г- и Т-образных антенн

Наименование величины	Расчётная формула	Примечание
Действующая высота	$h_d = \frac{2 \sin \frac{\alpha h}{2} \sin \alpha \left( \frac{h}{2} + b \right)}{\alpha \sin \alpha (h + b)}$ $h_d \sim h \left[ 1 - \frac{h}{2(h + b)} \right]$	$h$ и $b$ в м; $\alpha = \frac{2\pi}{\lambda}$ , где $\lambda$ — длина волны в м
Сопротивление излучения	$R_e = 160\pi^2 \left( \frac{h_d}{\lambda} \right)^2$	
Собственная волна в м	$\lambda_0 = S(h + b)$	Значения волнового коэффициента $S$ см. табл. 244
Сопротивление потерь (по М. В. Шулейкину)	$R_n = A \frac{\lambda}{\lambda_0}$	Значения коэффициента $A$ см. в табл. 245
Полное активное сопротивление	$R_A = R_e + R_n$	
Коэффициент полезного действия	$\eta_A = \frac{P_e}{P_A} = \frac{R_e}{R_e + R_n}$	
Амплитуда тока в основании антенны	$I_H = \sqrt{\frac{2P_A}{R_A}}$	$P_A$ — мощность, отдаваемая передатчиком в антенну, в вт
Мощность излучения в вт	$P_e = \frac{1}{2} I_H^2 R_e$	
Погонная ёмкость антенны из одиночного провода в фарадах на 1 м	$C_1 = \frac{4\pi\epsilon}{2 \left[ \ln \frac{l}{r} - 0,307 \right]}$	$\epsilon = \frac{1}{36\pi} 10^{-9}$ — диэлектрическая постоянная воздуха; $r$ — радиус провода в м

Продолжение табл. 243

Наименование величины	Расчётная формула	Примечание
Волновое сопротивление антенны	$z_c = \frac{1}{cC_1}$	$c = 3 \cdot 10^8$ м/сек
Сопротивление элемента настройки антенны в резонанс	$X_y = z_c \operatorname{ctg} \alpha l$	$l$ — длина антенного провода в м
Индуктивность удлинительной катушки в гн	$L_y = \frac{X_y}{\omega}$	если $l < \frac{\lambda}{4}$
Ёмкость укорачивающего конденсатора в фарадах	$C_y = -\frac{1}{\omega X_y}$	если $\frac{\lambda}{4} < l < \frac{\lambda}{2}$

Таблица 244  
Значения волнового коэффициента S

Тип антенны	Волновой коэффициент
Г-образная . . . . .	4,2÷5
То же, с развитой горизонтальной частью . . . . .	5÷6
Т-образная . . . . .	4,5÷6
То же с развитой горизонтальной частью . . . . .	6÷8

Таблица 245  
Значения коэффициентов A

Мощность излучения $P_c$	Качество заземления	A
> 1 кат	Очень хорошее . . . . .	0,5÷1
	Хорошее заземление или противовес . . . . .	1÷2
< 1 кат	Удовлетворительное . . . . .	2÷4
	Плохое . . . . .	4÷7

### Коротковолновые антенны

При коротких волнах ( $\lambda < 100$  м) легко получить большую интенсивность излучения, так как даже при относительно невысоких мачтах отношение длины антенны к длине волны будет достаточно велико; поэтому обычно полагают коэффициент полезного действия антенны  $\eta_A \approx 1$ .

Излучение в определённом направлении позволяет получить значительно большую напряжённость поля в пункте приёма, т. е. значительно эффективнее использовать энергию излучения.

При анализе пространственной направленности антенны обычно ограничиваются вы-

яснением направленного действия антенны в двух плоскостях: в горизонтальной и вертикальной, проведённой в направлении максимального излучения.

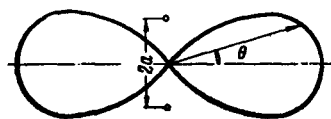
Направленное действие антенны в горизонтальной плоскости принято характеризовать зависимостью интенсивности излучения (напряжённости поля  $H$ ) от направления (от угла  $\theta$ ).

Графическое изображение зависимости  $H = f(\theta)$  называется диаграммой направленности передающей антенны.

На фиг. 308 показана диаграмма направленности антенны, состоящей из двух проводов, расположенных на расстоянии

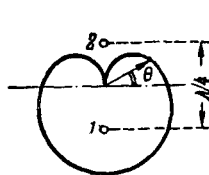
$$2a = \frac{\lambda}{2},$$

где  $\lambda$  — длина волны в м, при условии, что токи в этих проводах равны по величине и совпадают по фазе  $\varphi = 0$ .



Фиг. 308. Диаграмма направленности синфазной антенны

На фиг. 309 показана диаграмма направленности антенны из двух проводов для случая,



Фиг. 309. Диаграмма направленности антенны с зеркалом

когда  $2a = \frac{\lambda}{4}$  и  $\varphi = 90^\circ$ . Второй провод в данном случае отражает энергию в определённом направлении и называется поэтому зеркалом.

При помощи антенны, состоящей из большего числа проводов, может быть достигнута более совершенная концентрация энергии.



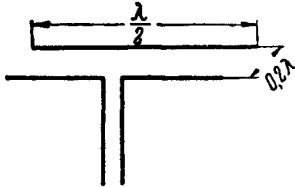
Применение антенн с большим коэффициентом направленного действия даёт значительный экономический эффект.

Для передачи энергии от передатчика к антенне обычно используется двухпроводная линия, или фидер. Его основные параметры указаны в табл. 246.

Наибольшее распространение получили следующие типы коротковолновых антенн:

1. Вертикальный провод. Для подвески этой антенны требуется только одна мачта. Антенна может быть использована для широкого диапазона волн. Длина провода  $l \approx \frac{1}{4} \lambda_{\text{max}}$ . Антенна не обладает направленностью в горизонтальной плоскости.

2. Антенна в виде горизонтального провода длиной  $l = \frac{\lambda}{2}$ , подвешенного к вершинам двух мачт на высоте  $h \geq \frac{\lambda}{4}$ . Питание антенны производится при помощи фидера (фиг. 310).



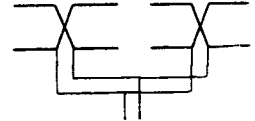
Фиг. 310. Антенна в виде горизонтального провода

Максимум излучаемой энергии совпадает с плоскостью, перпендикулярной оси провода.

Для получения односторонней направленности сзади антенны, на расстоянии  $0,2 \lambda$  подвешивается зеркало в виде провода несколько длиннее  $\frac{\lambda}{2}$ .

3. Горизонтальная синфазная антенна (фиг. 311). Практически число излучающих проводов  $(l = \frac{\lambda}{2})$  в одном горизонтальном

ряду выбирают равным двум, четырём или восьми. Число горизонтальных рядов (число этажей антенны) выбирают равным одному, двум, четырём, редко шести, учитывая, что увеличение числа этажей требует для подвески антенны более высоких мачт. Для получения односторонней нап



Фиг. 311. Горизонтальная синфазная антенна

равленности сзади антенны на расстоянии  $0,2 \lambda$  подвешивается пассивное зеркало, состоящее из такой же системы излучающих и питающих проводов, не связанных, однако, с передатчиком. Горизонтальные синфазные антенны обладают острой направленностью  $D \approx 4N$ , где  $N$ —число излучающих проводов, включая зеркало. Недостаток антенны—невозможность перестройки с одной волны на другую.

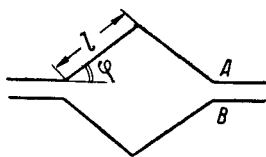
4. Ромбическая антенна, создающая менее совершенную концентрацию энергии по сравнению с синфазной горизонтальной антенной. Достоинствами ромбической антенны являются

Таблица 246

Основные параметры фидера

Название параметра	Расчётная формула	Значения величин
Волновое сопротивление $z_c \approx 600 \text{ ом}$	$z_c = 276 \lg \frac{2D}{d}$	$D = 10 \div 30 \text{ см}$ —расстояние между проводами; $d$ —диаметр провода в см
Сопротивление одного провода фидера в ом на 1 м	$r_1 = \frac{2}{d_{\text{мм}} \sqrt{1,83 \lambda_{\text{м}}}}$	$\lambda$ —длина волны в м; $d$ —диаметр провода в мм
Затухание фидера	$\beta l = \frac{2r_1}{2z_c} l$	$l$ —длина фидера в м
Коэффициент полезного действия фидера	$\eta = \frac{1}{1 + \left( \frac{r_1}{z_c} + \frac{z_c}{r_1} \right) \beta l}$	$r_2$ —выходное сопротивление антенны (сопротивление нагрузки на конце фидера)
	$\eta = \frac{1}{1 + 2\beta l}$	если $r_1 = z_c$
Входное сопротивление фидера	$z = r_1 \frac{\cos \alpha l + j \frac{r_2}{z_c} \sin \alpha l}{\cos \alpha l + j \frac{r_1}{z_c} \sin \alpha l}$	$\alpha = \frac{2\pi}{\lambda}$
	$z = r_1 = z_c$	если $r_1 = z_c$

простота конструкции, малая высота мачт ( $h \approx \lambda$ ) и, главное, возможность использования антенны в некотором диапазоне волн.



Фиг. 312. Ромбическая антенна

Антенна представляет собой большой горизонтально расположенный ромб, длина стороны которого  $l \approx 100$  м. В конце ромба (фиг. 312) включается активное сопротивление, равное волновому сопротивлению ромба ( $z_c \approx 600$  ом), для получения в проводах ромба бегущей волны. Это сопротивление выполняется обычно в виде длинной ( $l_1 = 500$  м) двухпроводной железной линии (AB), обладающей большим затуханием.

Максимум излучения в горизонтальной плоскости совпадает с направлением большой диагонали ромба в сторону железной линии.

Ромбическая антенна обладает достаточно эффективным направленным действием для волн в пределах  $\lambda = (0,2 \div 0,5) l$ . Коэффициент усиления ромбической антенны

$$g_A = \frac{480}{z_c} \left( 2\pi \frac{l}{\lambda} \sin \varphi \right)^2,$$

где  $\varphi$  — половина острого угла ромба.

В ультракоротковолновых антеннах ( $\lambda \leq 10$  м) система проводов, представляющих собой пассивное зеркало, заменяется часто сплошным экраном в виде медного или алюминиевого листа. Для ультракоротких волн часто используется вариант направленной антенны, называемый волновым каналом (фиг. 313). Провод  $l$  длиной



Фиг. 313. Антенна-волновой канал

$l = \frac{\lambda}{2}$  является излучающим элементом. Провод  $2 \left( l > \frac{\lambda}{2} \right)$  является рефлектором, провода 3, 4, 5 ( $l < \frac{\lambda}{2}$ ) принято называть направляющими, так как они расположены вдоль направления максимального излучения.

## ПРИЁМНЫЕ АНТЕННЫ

Приёмной антенной называется устройство, которое преобразует энергию электромагнитных волн в энергию токов высокой частоты. Передающая и приёмная антенны являются обратными преобразователями энергии.

Основные показатели приёмной антенны указаны в табл. 247.

Для приёма длинных и средних волн часто применяется Г-образная антенна. Действующая высота такой антенны вычисляется так же, как для передающей антенны. Для приёма радиовещательных передач можно рекомендовать Г-образную антенну из 3-мм бронзо-

Таблица 247  
Основные показатели приёмной антенны

Название показателя	Определение показателя
Выходное сопротивление активное $R_A$	Сопротивление потерь и сопротивление излучения
То же реактивное $X_A$	Отношение напряжения к току при использовании антенны в качестве передающей (полагая, что $X_A \gg R_A$ )
Действующая высота	Отношение электродвижущей силы, возникающей в антенне, к напряжённости электрического поля
Характеристика направленности	Зависимость электродвижущей силы в антенне от углов, определяющих направление приходящих волн
Коэффициент направленного действия	Число, показывающее во сколько раз надо увеличить мощность в передающей антенне, чтобы получить такое же отношение уровня полезного сигнала к уровню помех при замене направленной антенны ненаправленной
Частотная характеристика	Зависимость напряжения на выходе антенны от частоты принимаемых колебаний

вого канатика с горизонтальной частью длиной  $30 \div 45$  м и вертикальной 15 м.

Для обеспечения хорошей слышимости приёмная антенна должна иметь заземление, которое рекомендуется выполнять, как заземление для проволочных линий связи, согласно ОСТ 2574. Для заземления можно применить железный оцинкованный лист толщиной 2,5 мм, размером  $1,5 \times 0,7$  м<sup>2</sup>, уложенный горизонтально в землю, или несколько труб диаметром не менее 30 мм и длиной 4 м, зарытых вертикально на такую глубину, чтобы они соприкасались с грунтовыми водами.

Простейшей направленной приёмной антенной является вертикальная рамка. Действующая высота рамки

$$h_A = \frac{U_A}{E} = 2\pi N \frac{S}{\lambda} \cos \theta,$$

где  $N$  — число витков рамки;

$S$  — площадь рамки в м<sup>2</sup> ( $h_0$  и  $\lambda$  в м);

$\theta$  — угол между плоскостью рамки и направлением приходящих сигналов.

Направленное действие рамки используется для ослабления помех, наводимых с определённого направления, и для определения направления на передающую радиостанцию (пеленгация).

В случае связи на коротких волнах электромагнитная энергия доходит до пункта приёма по различным путям. Длины этих путей меняются с течением времени. В пункте приёма происходит интерференция полей,

имеющих различные фазы, и, следовательно, изменяется суммарная напряженность поля. Это изменение напряженности поля носит название замирания.

При установке двух или трёх приёмных антенн на расстояниях порядка десятка длин волн друг от друга замирание протекает не одновременно во всех антеннах. Для борьбы с замиранием сигнала применяют сдвоенный и строенный приём, т. е. приём на две или три антенны с отдельными приёмниками, выходы которых включены на общую нагрузку.

Наибольшее распространение получили следующие типы коротковолновых приёмных антенн.

1. Вертикальный или наклонный провод длиной меньше половины самой короткой из принимаемых волн

2. Симметричный горизонтальный провод длиной  $\frac{1}{4} \lambda_{\max} < 2l < \lambda_{\min}$  диаметром  $2 \div 4$  мм, подвешенный на двух столбах на высоте  $12 \div 15$  м над землёй (фиг. 310).

3. Горизонтальная синфазная антенна, не отличающаяся по схеме от аналогичной передающей антенны

4. Антенна бегущей волны (фиг. 314) состоит из фидера, направленного на корреспондента,

к которому присоединены  $N$  усев длиной  $l < \frac{1}{4} \lambda_{\min}$ . Расстояние между усами  $l_1 \approx \frac{1}{8} \lambda_{\min}$ . Антенное полотно подвешивается горизонтально на высоте порядка 15 м.

5. Ромбическая антенна, схема которой совпадает с аналогичной схемой передающей антенны. Ромбическая антенна используется для диапазона волн в пределах

$$\frac{1}{8} l < \lambda < \frac{1}{2} l,$$

где  $l \leq 120$  м — длина стороны ромба.

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭНЕРГИИ

### Общие сведения

Электромагнитная энергия, излучаемая передающей антенной, распространяется частично вдоль земной поверхности (так называемая поверхностная волна) и частично отрывается от земли (пространственная волна). На распространение пространственной волны сильно влияет ионизация верхних слоёв атмосферы, происходящая под влиянием лучей солнца. Степень ионизации зависит от времени суток, года и географической широты местности. Различают два основных ионизированных слоя: слой на высоте примерно 120 км, влияющий главным образом на рас-

пространение длинных и средних волн, и слой на высоте около 220 км, влияющий на распространение коротких волн.

Ионосфера частично поглощает электромагнитную энергию, частично отражает, сохраняя тем самым энергию в пределах земли.

Поверхностная волна (земной луч) затухает тем сильнее, чем короче волна. Ионизированный слой поглощает пространственную волну тем сильнее, чем длиннее волна.

На длинных и средних волнах земной луч затухает на расстоянии порядка 1 000 км. На коротких волнах земной луч практически исчезает на расстоянии в несколько десятков километров. Пространственный луч при коротких волнах очень слабо затухает при прохождении через ионосферу, отражается обратно к земле и вследствие этого может быть использован для целей дальней связи порядка сотен и тысяч километров. Ультракороткие волны ( $\lambda < 10$  м) не отражаются от ионосферы, так что энергия пространственной волны для земной связи не может быть использована. Поверхностная волна очень интенсивно затухает, создавая практически поле примерно в пределах прямой видимости.

Протяжённость линии связи (кратчайшее расстояние между двумя точками  $A$  и  $B$  по дуге большого круга)

$$d_{\text{км}} = \frac{2\pi R\theta^\circ}{360^\circ},$$

где  $R = 6400$  км — радиус земли;

$\theta$  — геоцентрический угол;

$$\cos \theta = \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos (\alpha_1 - \alpha_2),$$

где  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  — широты, а  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  — долготы точек  $A$  и  $B$ . Угол  $\gamma$  между направлением распространения электромагнитной энергии и меридианом находится из соотношения

$$\sin \gamma = \frac{\cos \varphi_2}{\sin \theta} \sin (\alpha_1 - \alpha_2).$$

Координаты точек, лежащих на дуге большого круга, проходящего через точки  $A$  и  $B$ , могут быть определены при помощи следующей зависимости:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi &= \frac{\sqrt{\operatorname{tg}^2 \varphi_1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_2 - 2 \operatorname{tg} \varphi_1 \operatorname{tg} \varphi_2 \cos (\alpha_1 - \alpha_2)}}{\sin (\alpha_1 - \alpha_2)} \times \\ &\times \sin (\alpha + \psi), \end{aligned}$$

где  $\varphi$  и  $\alpha$  — соответственно широты и долготы искомых точек;

$\psi$  — вспомогательный угол, определяющийся выражением

$$\psi = \arctg \frac{\cos \varphi_1 \sin \varphi_2 \sin \alpha_1 - \cos \varphi_2 \sin \varphi_1 \sin \alpha_2}{\cos \varphi_2 \sin \varphi_1 \cos \alpha_2 - \cos \varphi_1 \sin \varphi_2 \cos \alpha_1}.$$

### Напряжённость поля

В приёмной антенне индуцируется не только электродвижущая сила от электромагнитной волны принимаемой радиостанции, но также ряд других электродвижущих сил, обусловленных помехами, называемыми радиопомехами. Радиопомехи можно разделить на

четыре основных вида: природные, индустриальные, возникающие в контурах и в лампах приёмника, и искусственные, создаваемые в военное время специальными мешающими радиостанциями. Впервые атмосферные помехи были обнаружены изобретателем радио А. С. Поповым, который в 1895 г. осуществил приём грозовых разрядов при помощи грозоотметчика. Основными источниками природных помех являются грозовые разряды между разноименно заряженными массами воздуха, паров воды и землёй, а также электризация приёмных антенн пылью, сухим песком или снегом.

Уровень атмосферных помех зависит от времени суток, имея максимум в первую половину ночи и минимум в 8 ÷ 10 час. утра. Сезонный ход природных помех имеет максимум во вторую половину лета (июль — сентябрь) и минимум зимой. В среднем отношение максимума к минимуму помех в течение суток равно 4; помехи в летние месяцы в 5 ÷ 7 раз больше зимних. Борьба с природными помехами сводится к увеличению избирательности приёмных контуров для уменьшения ширины принимаемого спектра и к применению направленных приёмных антенн.

Величина напряжённости поля в месте приёма является основной величиной, определяющей расчёт линии связи. Необходимая напряжённость поля определяется уровнем помех и может быть установлена на основании табл. 248.

Таблица 248

Необходимое превышение силы сигнала над помехами для хорошего приёма

Вид приёма	Минимальное отношение амплитуды сигнала к помехе
Приём на слух . . . . .	2
Ондуляторная запись и фототелеграф . . . . .	5
Букопечатание . . . . .	25
Радиотелефон . . . . .	30
Радиовещание . . . . .	100

Необходимая напряжённость поля для разных условий указана в табл. 249.

Необходимая напряжённость поля в мкв на 1 м

Характер связи	В о л н ы				Примечание
	длинные	средние	короткие	ультра-короткие	
Телеграфия	40	15	5	7	Слуховой приём
	150	—	15	50	Быстродействующий приём
Телефония	800	150	15	150	
Радиовещание		10 000	200		В большом городе
		4 000			В среднем городе
		1 000	100		В сельской местности

Напряжённость поля для  $\lambda = 60 \div 2\,000$  м в микровольтах на 1 м

$$E = 3 \cdot 10^5 \frac{\sqrt{P_{\Sigma}}}{d} S \frac{\text{мкв}}{\text{м}},$$

здесь

$$S = \frac{2 + 0,3\rho}{2 + \rho + 0,6\rho^2}, \quad S = \frac{\pi}{6 \cdot 10^{16} G} \cdot \frac{d}{\lambda^2},$$

где  $d$  — протяжённость линии связи в км;

$\lambda$  — длина волны в км;

$G$  — проводимость почвы; для открытой местности  $G = 10^{-13}$ , а для гористой местности  $G = 10^{-14}$ ;

$P_{\Sigma}$  — мощность излучения в ватт.

Ультракороткие волны практически могут быть использованы для связи в пределах прямой видимости. Предельная дальность связи

$$d_{\text{км}} = 3,5 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}),$$

где  $h_1$  и  $h_2$  — высоты расположения передающей и приёмной антенн над землёй в м.

Напряжённость поля при ультракоротких волнах по Б. А. Введенскому

$$E = \frac{1\,200\pi}{\lambda} \sqrt{P_{\Sigma}} \frac{h_1 h_2}{d^2} \frac{\text{мкв}}{\text{м}},$$

где  $\lambda$ ,  $h_1$  и  $h_2$  — в м;  $d$  — в км;  $P_{\Sigma}$  — в ватт.

## ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ РАДИОПОМЕХИ

### Воздействие индустриальных радиопомех на приём

Индустриальные помехи являются результатом колебаний, возникающих вследствие изменений тока и напряжения в цепях электроустройств. Эти колебания создают непрерывный спектр частот, амплитуды напряжений которых убывают с повышением частоты.

Возникающие в цепях электроустройств высокочастотные токи и напряжения распространяются по проводам и излучаются последними. Образующиеся вокруг электропроводки высокочастотные поля помех воздействуют на антенны и провода заземления

Таблица 249

приёмников как непосредственно, так и посредством других проводников, расположенных поблизости от источника помех или помехонесущей сети.

Основное мешающее действие, как показал опыт, создаётся за счёт ёмкостной и в меньшей степени индуктивной связи антенны или проводов заземления приёмника с помехонесущей сетью.

Помехи на выходе приёмника прослушиваются в виде шумов, тресков, отдельных щелчков, гудения, в зависимости от типа и схемы мешающего устройства.

Напряжением промышленных радиопомех называется максимальное высокочастотное напряжение, измеренное между зажимами подключения внешних проводников и корпусом источника помех.

Напряжённостью поля помех называется максимальное напряжение, измеренное на однометровую штыревую антенну в направлении максимального излучения. Снижение величины напряжения и поля помех осуществляется фильтрацией, экранированием и воздействием на механизм генерации помех.

Необходимая степень подавления помех определяется приведёнными в табл. 250 нормами предельно допустимых величин напряжения и напряжённостей полей помех.

Напряжённость поля источников помех, перечисленных в 3-м и 5 — 7-м пунктах табл. 250, измеряется на расстоянии 1 м, а от остальных, за исключением промышленных установок для высокочастотного нагрева, на расстоянии 10 м.

В случае промышленных установок для высокочастотного нагрева измерение напряжений помех в питающей установке электросети производится на расстоянии не менее 50 м от ближайшей точки установки, при условии, что питающий кабель на этом протяжении экранирован.

Измерение помех, создаваемых электроустройствами, должно производиться при помощи измерителя помех со следующими параметрами:

1) сопротивление входа измерителя помех должно быть не меньше 75 ом на всём диапазоне частот измерения;

2) ширина полосы пропускания частот измерителя помех в диапазоне 0,15 ÷ 20 мГц должна быть равна 9 кГц с допуском ±10%;

3) прибор должен измерять пиковое значение при постоянной времени детекторной цепи заряда в 10 миллисекунд и разряда — 600 миллисекунд и при постоянной времени индикатора прибора, равной 200 ÷ 400 миллисекунд;

4) прибор должен быть отградуирован вместе с проводами подключения его к источнику помех.

#### Методы борьбы с промышленными радиопомехами

Подавление помех может быть достигнуто уменьшением напряжения помех, создаваемого источником (т. е. устранением искрения), улучшением токоразмыкающих контактов, удалением острых концов монтажа с высоким

Таблица 250

Нормы предельно допустимых радиопомех в диапазоне частот 0,15 ÷ 60 мГц

№ по- ряд.	Источники помех	От 60 до 20 мГц		Менее 20 до 2,5 мГц		Менее 2,5 до 0,5 мГц		Менее 0,5 до 0,15 мГц	
		напря- жённость поля	напряже- ние	напря- жённость поля	напряже- ние	напря- жённость поля	напряже- ние	напря- жённость поля	напряже- ние
		в мкв не более							
1	Высокочастотные установки промышленного применения	50	200	50	200	100	500	250	1 000
2	Электротранспорт и связанная с ним сигнализация	10	—	10	—	25	—	50	—
3	Телеграфная аппаратура	4	20	4	20	8	40	20	100
4	Моторы, генераторы, умформеры, вибропреобразователи, релейные схемы, звонки, сварочные агрегаты мощностью свыше 0,5 квт	50	200	50	200	100	500	250	1 000
5	Умформеры, вибропреобразователи и генераторы, питающие радиоприёмные и переговорные устройства	2	5	2	5	2	8	2	10
6	Генераторы, питающие передающую радиоаппаратуру	4	50	4	50	8	100	20	200
7	Прочие электроустройства, включаемые в сеть, питающую радиоприёмные и переговорные устройства при её протяжённости от места подключения до приёмного устройства не более 25 м	2	5	2	5	2	8	2	10

напряжением, а также уменьшением излучения металлическими массами самого источника и сетью отходящих от него проводов.

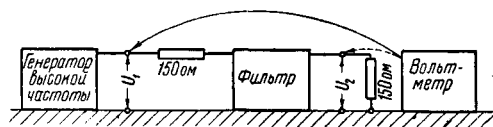
Защита от помех непосредственного излучения производится экранированием проводки источника помех, экранированием близ расположенных проводов и иногда заключением в экранированную комнату самого источника помех.

Во всех случаях применения экранов последние необходимо надёжно соединять с землёй.

Подавление помех в сетях источника помех осуществляется посредством применения защитных фильтров. Степень подавления помех защитным фильтром характеризуется его затуханием.

Обычно фильтры предназначены для защиты от источников помех с произвольным внутренним сопротивлением. Поэтому согласно ГОСТ 2745-44 сопротивление нагрузки фильтров считается чисто активным и равным 150 ом. Внутреннее сопротивление источника обычно берётся также равным 150 ом.

В этом случае измерение исходных данных для расчёта рабочего затухания фильтра про-



Фиг. 315. Схема измерения затухания фильтра

изводится по схеме фиг. 315. Расчёт рабочего затухания в неперах производится по формуле:

$$b_p = \ln \frac{U_1}{2U_2}.$$

#### Некоторые практические результаты по защите от радиопомех, создаваемых электроустройствами

**Электрические машины.** Из всех типов электрических машин коллекторные машины представляют собой наиболее интенсивный источник радиопомех. Практически напряжение помехи в диапазоне 0,16 ÷ 20 мГц достигает  $7 \cdot 10^3 \div 3 \cdot 10^4$  мкв. При установке защитных фильтров, состоящих из ёмкостей типа КЗ или КП величиной 0,5 ÷ 1 мкф, напряжение на зажимах уменьшается до 60 ÷ 500 мкв.

**Магистральные электровозы.** Электровоз типа ВЛ-22 при движении с полной скоростью создаёт на расстоянии 10 м от оси полотна железной дороги напряжённость поля помех 2 ÷ 800 мкв в диапазоне частот 0,16 ÷ 20 мГц. При установке в цепь основного и вспомогательного электрооборудования фильтров, состоящих из ёмкостей величиной от 0,5 до 4 мкф, напряжённость поля уменьшается до 1 ÷ 14 мкв.

Электровоз типа ВЛ-19 при движении с полной скоростью создаёт на расстоянии 10 м от оси полотна железной дороги напряжённость поля помех 1 ÷ 500 мкв в диапазоне 0,16 ÷ 20 мГц.

При установке фильтров, состоящих из ёмкостей от 0,5 до 4 мкф, в цепь основного и вспомогательного электрооборудования напряжённость поля уменьшается до 1 ÷ 8 мкв.

**Электросварочные машины.** Электросварочные машины в диапазоне частот 0,16 ÷ 20 мГц развивают на зажимах напряжение помехи 300 ÷ 24 · 10<sup>3</sup> мкв. При установке фильтров, состоящих из ёмкостей величиной 0,5 ÷ 1 мкф, напряжение помехи уменьшается до 30 ÷ 150 мкв. Напряжённость поля помехи при этом, измеренная на расстоянии 10 м от машины, уменьшается с 4 ÷ 40 мкв до 2 ÷ 10 мкв.

**Защитные конденсаторы.** Основными элементами защитных фильтров, состоящих из ёмкостей и индуктивностей, являются защитные конденсаторы. Как правило, у большинства защитных конденсаторов один из зажимов выведен на корпус. Наиболее совершенными защитными конденсаторами являются конденсаторы типов КЗ и КП (проходного типа).

## РАДИОСТАНЦИИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

### Радиостанция типа ЖР-1

Радиостанция типа ЖР-1 (железнодорожная радиостанция первая) предназначена для связи оператора сортировочной горки с машинистом горочного паровоза, маневрового диспетчера с машинистами маневровых паровозов и диспетчера и дежурных по станциям с машинистами вывозных и поездных паровозов.

За разработку радиостанции типа ЖР-1 руководителю работ Н. М. Михаленко, инженерам завода имени Казидкого Б. Ф. Карро-Эст, Г. П. Ситникову и Г. В. Хубаеву и инженеру Министерства путей сообщения Н. А. Меттасу присуждена Сталинская премия.

Каждая радиостанция типа ЖР-1 предназначена для радиотелефонной работы на двух возможных частотах, отличающихся друг от друга на 456 кГц.

Радиостанции, предназначенные для определённой линии связи, должны быть одной серии (табл. 251).

Таблица 251

Частоты и волны радиостанций типа ЖР-1

Обозначение серии	Частоты в кГц		Длины волн в м	
	$f_1$	$f_2$	$\lambda_1$	$\lambda_2$
В	2 090	2 546	144,19	117,8
Б	2 110	2 566	142,13	116,9
В	2 130	2 586	140,8	116
Г	2 150	2 606	139,5	115
Д	2 170	2 626	138,2	114

Задающий генератор передатчика и гетеродин приёмника стабилизированы кварцем. Возможные режимы работы радиостанции типа ЖР-1 указаны в табл. 252.

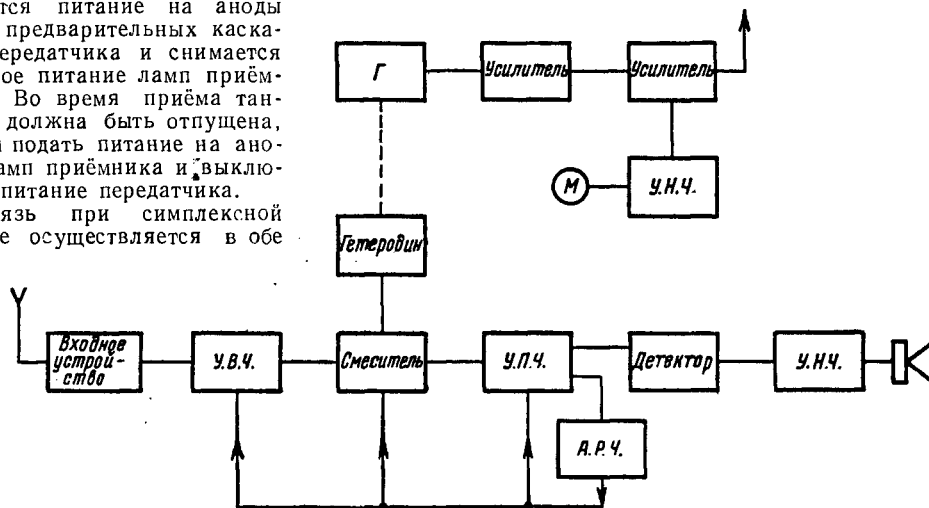
Таблица 252

## Возможные режимы работы радиостанции ЖР-1

Наименование	№ режима			
	I	II	III	IV
Частота передатчика	$f_1$	$f_2$	$f_1$	$f_2$
Частота гетеродина приёмника	$f_1$	$f_2$	$f_2$	$f_1$
Режим радиостанции	Дуплекс		Симплекс	

III и IV режимы характеризуются тем, что один из кварцев, имеющий частоту соответственно  $f_1$  или  $f_2$ , используется для стабилизации задающего генератора передатчика, а другой — для стабилизации гетеродина приёмника. Передатчик в этих режимах собран по трёхкаскадной схеме с сеточной модуляцией в последнем каскаде (фиг. 316). При нажатии тангенты микрофона подаётся питание на аноды ламп предварительных каскадов передатчика и снимается анодное питание ламп приёмника. Во время приёма тангента должна быть отпущена, чтобы подать питание на аноды ламп приёмника и выключить питание передатчика.

Связь при симплексной работе осуществляется в обе



Фиг. 316. Скелетная схема радиостанции типа ЖР-1

стороны на одной и той же волне, соответствующей частоте  $f_1$  или  $f_2$ . Разность частот  $(f_1 - f_2) = f_3$  равна промежуточной частоте 456 кГц.

I и II режимы характеризуются тем, что гетеродин приёмника используется при передаче в качестве задающего каскада передатчика. Генератор передатчика при этих режимах переключается на постороннее возбуждение, так что передатчик становится четырёхкаскадным. При дуплексной работе передача в одну сторону происходит на одной волне, в другую — на другой, т. е. на одном конце линии радиосвязи радиостанция должна работать в I режиме, на другом — во II режиме. При дуплексной работе передатчик включается при помощи тангенты во время передачи, а приёмник остаётся всё время включённым для возможности приёма в любой момент времени срочного сообщения с другого конца линии радиосвязи (фиг. 317).

Так как приёмник на паровозе и у диспетчера по условиям эксплуатации должен быть всё время включён, то в нём предусмотрено устройство, запирающее выход приёмника при отсутствии на его входе полезного сигнала или помех, уровень которых превышает уровень полезного сигнала.

При помощи ограничителя амплитуд чувствительность приёмника может быть изменена в пределах от 50 до 800 мкв для защиты от помех, уровень которых не превышает уровня полезного сигнала.

Радиостанция типа ЖР-1 в исправном состоянии должна удовлетворять следующим требованиям.

Ток в антенне (антенный эквивалент состоит из последовательно соединённых сопротивления  $r = 2$  ом и конденсатора  $C = 85$  мкмкф) должен составлять в телеграфном режиме  $I_A \geq 2,1$  а, а в телефонном  $I_A \geq 0,84$  а. Отклонение частоты передатчика или гетеродина от заданных значений  $\Delta f \leq \pm 300$  гц. Коэффициент модуляции должен

быть  $m = 85\%$  при подаче на вход усилителя низкой частоты напряжения 1,5 в с частотой  $F = 1000$  гц через сопротивление 400 ом (эквивалент микрофона).

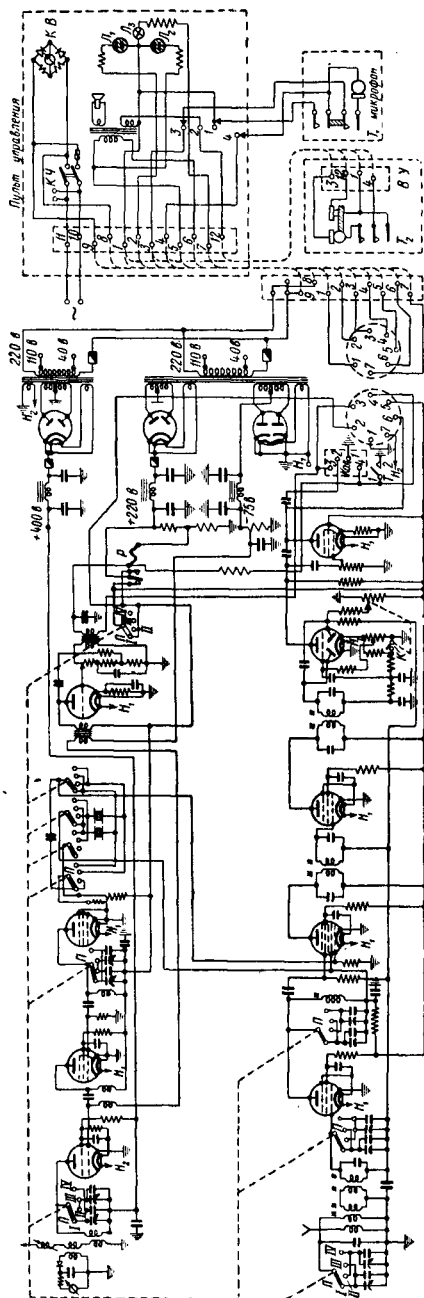
Коэффициент нелинейных искажений  $K \leq 15\%$  при  $m = 60\%$  и частоте  $F = 1000$  гц. Чувствительность приёмника должна составлять  $U_{вх} = 50$  мкв при условии получения на выходе напряжения  $U_{вых} = 0,8$  в (при  $m = 0,3$  и частоте модуляции  $F = 200$  гц).

Напряжение собственных шумов на выходе приёмника не должно превосходить 0,3 в. Ширина полосы пропускания приёмника по промежуточной частоте при ослаблении коэффициента усиления на границах полосы в 2 раза должна быть не менее 5 кГц. Выходная мощность приёмника должна составлять около 1,5 вт.

Радиостанция рассчитана на длительную непрерывную работу при возможных изменениях температуры от  $-40$  до  $+50^\circ$  и при

относительной влажности воздуха до 95%.

Питание радиостанции предусматривается от сети переменного тока с частотой 50 гц при напряжении 220, 110 или 40 в. Питание



Фиг. 317. Принципиальная схема радиостанции типа ЖР-1

стационарной радиостанции часто производится от сети с напряжением 220 в через феррорезонансный стабилизатор напряжения.

При изменении напряжения на входе стабилизатора на  $\pm 10\%$  на выходе напряжение не выходит за пределы  $\pm 2\%$ , при уменьшении напряжения на входе на 25% на выходе напряжение уменьшается на 6%.

При передаче радиостанция потребляет от сети 145 вт, а при приёме — 125 вт.

Основные показатели радиостанции типа ЖР-1 приведены в табл. 255.

Передатчик, приёмник и выпрямители смонтированы на одном общем каркасе, заключённом в железный герметический ящик. При закрытом ящике доступ к органам настройки радиостанции нет.

Размеры и вес элементов радиостанции типа ЖР-1 указаны в табл. 253.

### Радиостанция типа ЖР-2

Радиостанция типа ЖР-2 является приёмо-передающей симплексной ультракоротковолновой радиотелефонной радиостанцией с кварцевой стабилизацией частоты и избирательным вызовом, предназначенной для бесподстроечной радиосвязи.

Радиостанция типа ЖР-2 предназначена для установки на паровозах и в стационарных условиях.

Стационарные радиостанции существуют трёх видов: горючные, маневровые и линейные.

Паровозные радиостанции для всех видов связи однотипны.

Все элементы радиостанции конструктивно выполнены в виде блоков, которые соединяются между собой кабелями.

К радиостанции может придаваться шесть комплектов кварцев. Каждый комплект состоит из четырёх кварцев соответствующих частот. Радиостанция может быть настроена в диапазоне  $156 \div 166$  мгц на четыре рабочие частоты, соответствующие одному комплекту кварцев.

Переход с одной частоты на другую осуществляется нажатием соответствующей кнопки на пульте управления.

Переход с приёма на передачу производится нажатием тангенты.

Избирательный вызов паровоза осуществляется нажатием соответствующей кнопки на пульте послышки избирательного вызова. Вызов на паровозе принимается в виде тональной послышки, прослушиваемой в динамике в течение 2 сек.

Передатчик имеет пять каскадов с 54-кратным умножением частоты. Возбудитель передатчика кварцевый, смонтирован на лампе 6ЖЗП с контуром в аноде, настроенным на вторую гармонику частоты кварца. Первый утроитель частоты смонтирован на лампе 6П6С, второй утроитель частоты — на лампе 6П6С, третий утроитель частоты — на лампе ГУ-32 и усилитель мощности — на лампе ГУ-32.

Выходной контур усилителя мощности имеет регулируемую трансформаторную связь со входом антенного коаксиального фидера. Напряжение звуковой частоты поступает на каскад предварительного усиления на лампе 6ЖЗП, затем на каскад ограничения амплитуд на лампе 6Х6С и далее на частотный модулятор на лампе 6ЖЗП. Отклонение частоты передатчика составляет  $5 \div 6$  кгц.

Приёмник выполнен по супергетеродинной схеме на 13 лампах с двойным преобразованием частоты.

В схеме применён электронный подавитель шумов, смонтированный на лампе 6Н8С.



Т а б л и ц а 253

Габаритные размеры и вес элементов радиостанций типа ЖР-1

Наименование элементов радиостанции	Габаритные размеры элементов в мм с допуском $\pm 5$ мм		Вес в кг
	без выступающих частей	с выступающими частями	
Приёмо-передатчик в ящике . . . . .	628 × 362 × 275	750 × 414 × 310	54
Приёмо-передатчик без ящика . . . . .	530 × 342 × 207	593 × 328 × 207	27
Пульт управления паровозной радиостанции . . . . .	233 × 120 × 265	267 × 180 × 265	8
Пульт управления стационарной радиостанции . . . . .	233 × 120 × 265	254 × 180 × 300	8
Вынесенное переговорное устройство . . . . .	133 × 105 × 303	198 × 105 × 303	3,5
Стабилизатор напряжения . . . . .	382 × 170 × 164	382 × 170 × 202	16
Ящик для переноски радиостанции . . . . .	633 × 363 × 238	749 × 377 × 238	8

обеспечивающий включение приёмника только при поступлении на вход приёмника сигнала с достаточным уровнем.

Усилитель высокой частоты, кварцевый гетеродин, первый и второй преобразователи частоты выполнены на лампах 6ЖЗП. Первый и второй каскады усилителя промежуточной частоты, удвоитель и первый каскад усилителя низкой частоты работают на лампах 6К7. Частотный детектор собран на лампе 6Х6С.

Выходной каскад усилителя низкой частоты выполнен на лампе 6П6С. Ширина полосы пропускания приёмника составляет 60 кГц.

Приёмник имеет трансформаторный выход, рассчитанный на работу 3-ей динамика.

Основные показатели радиостанции типа ЖР-2 приведены в табл. 255.

Для контроля работы приёмника и передатчика, дистанционного переключения каналов радиостанции и перевода её на приём или передачу, приёма и передачи избирательного вызова радиостанция типа ЖР-2 снабжена следующими дополнительными блоками: блоком с измерительным элементом и коммутирующим устройством, блоком с измерительным элементом и приёмником избирательного вызова, блоком с измерительным элементом и приборами дистанционного управления линейными радиостанциями по проводной цепи, блоком передачи избирательного вызова.

Включение питания радиостанции, переключение её с приёма на передачу, производство вызова диспетчера, переключение рабочих частот и изменение громкости приёма производятся с пульта управления.

Для ведения переговоров между составителем и маневровым диспетчером и операторов с машинистами паровозов в радиостанции предусмотрено специальное дополнительное переговорное устройство.

Питание радиостанции осуществляется от селенового выпрямительного устройства, рассчитанного на включение в сеть переменного тока с напряжением 41 в. С выхода выпрямителя снимаются следующие напряжения: +26 в — для накала ламп, питания пульсаторов и реле; +300 в и +450 в — для питания анодных и экранных цепей ламп и —100 в — для смещения. Для питания радиостанции в стационарных условиях преду-

смотрен стабилизатор напряжения, вход которого рассчитан на напряжение сети переменного тока 120 и 220 в.

### Радиостанция типа «Урожай»

Радиостанция типа «Урожай» используется для быстрого обеспечения оперативной связи между отдельными объектами на новостройках Министерства путей сообщения.

Радиостанция типа У-1 («Урожай») обеспечивает беспосредственное вхождение в связь и беспосредственное ведение связи.

Частоты кварцев радиостанций приведены в табл. 254.

Т а б л и ц а 254

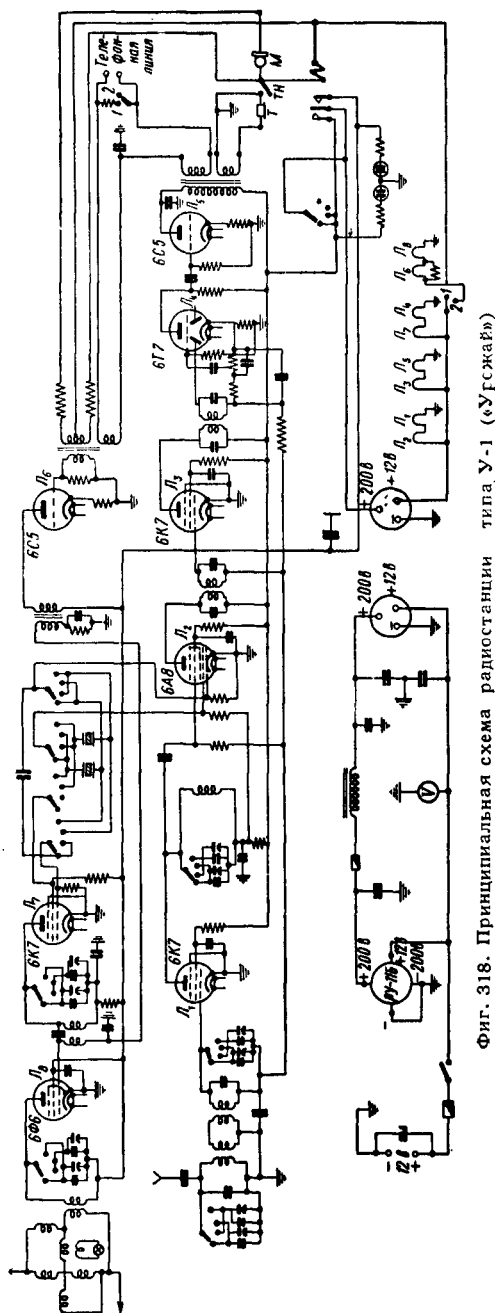
Частоты кварцев радиостанций У-1 различных серий

Обозначение серии	Частоты в кГц	
	первая	вторая
Л	2 740	2 234
М	2 720	2 264
Н	2 700	2 244

Разность частот двух кварцев одной серии, составляющая 456 кГц, равна промежуточной частоте приёмника.

При использовании радиостанции типа «Урожай» в системе МПС кварцы радиостанции заменяются кварцами радиостанции типа ЖР-1 с соответствующей перестройкой контуров высокой частоты передатчика и приёмника.

Радиостанции различных серий во избежание взаимных помех должны быть разнесены на расстояние не менее 1 км. Радиостанции одной и той же серии, используемые для разных линий связи, желательно разнести на расстояние не менее 100 км. Радиостанция позволяет осуществлять симплексную и дуплексную телефонную связь. При дуплексной работе можно включить радиостанцию в телефонную сеть (фиг. 318). Основные показатели радиостанции типа У-1 приведены в табл. 255 (см. стр. 832).



Фиг. 318. Принципиальная схема радиостанции типа У-1 («Угскай»)

### Радиостанция типа РК-0,5

Радиостанция типа РК-0,5 нашла широкое применение на транспорте. В частности, радиостанции РК-0,5 используются при организации связи со снегоочистителями.

Радиостанция РК-0,5 устанавливается в 20-м вагоне снегоочистительного поезда и используется для поддержания симплексной телеграфной связи с дистанцией пути. Стационарная установка часто выносятся за пределы города, где меньше уровень помех. Радиосвязь осуществляется обычно во время

стоянки снегоочистителя. Протяжённость линии связи достигает 360 км.

Передатчик радиостанции собран по трёхкаскадной схеме. Модуляция и манипуляция передатчика производятся изменением напряжения в цепи управляющей сетки лампы третьего каскада. Диапазон волн передатчика разбивается на четыре поддиапазона. Второй каскад в первом и во втором поддиапазонах используется в режиме усиления, в третьем и четвёртом поддиапазонах — в режиме удвоения частоты (фиг. 319).

В комплект радиостанций типа РК-0,5 входит приёмник типа ПР-4 (фиг. 320).

Анодные цепи приёмника потребляют ток 50 ма при напряжении 220 в.

Для питания анодных цепей используется унформер типа РУ-11Б. Цепи накала приёмника потребляют ток 1,2 а от аккумуляторной батареи с напряжением 12 в.

Основные показатели радиостанции типа РК-0,5 приведены в табл. 255.

### ВНУТРИСТАНЦИОННАЯ РАДИОСВЯЗЬ

Применение радиосвязи для управления внутриванционной работой локомотивов способствует ускорению производства манёвров, повышению производительности труда и ускорению оборота вагонов.

Примерная схема организации радиосвязи на сортировочных станциях приведена на фиг. 321.

### Оборудование стационарного пункта

В комплект стационарной радиостанции входят радиостанция типа ЖР-1 (приёмопередатчик, пульт управления с микрофоном, стабилизатор напряжения), антенное устройство и устройство заземления.

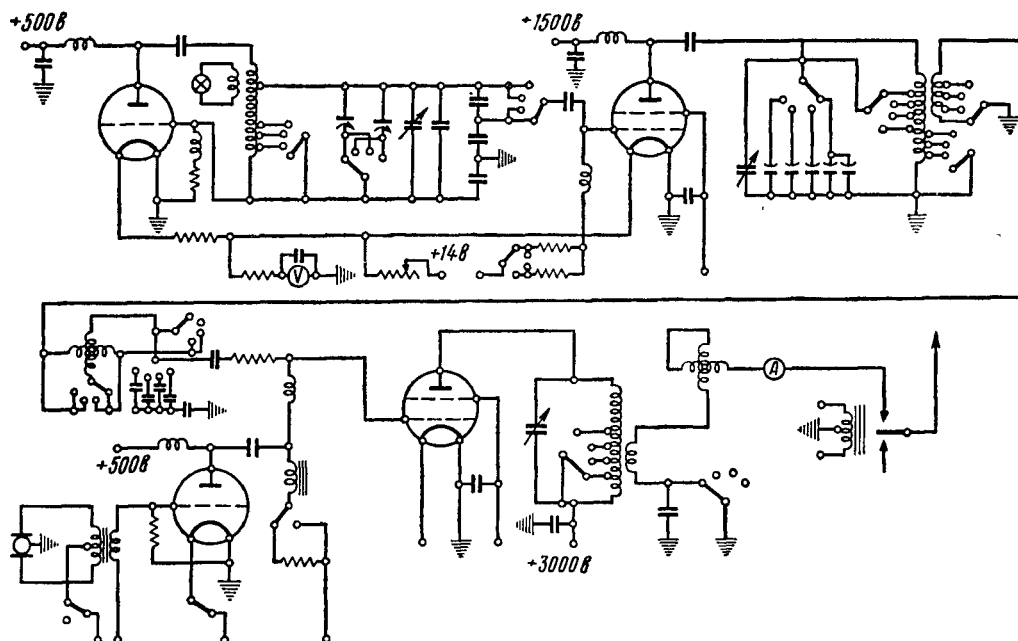
Оборудование на стационарных пунктах устанавливается в помещениях маневровых диспетчеров и горочных операторов (фиг. 322).

Пульт управления с микрофоном монтируется на рабочем месте маневрового диспетчера и горочного оператора. Обычно на крыше здания устанавливается мачта высотой 8 м, поддерживаемая тремя оттяжками, на которой подвешивается приёмопередающая антенна, сделанная из провода ПАГ-10 длиной 10÷20 м. Непосредственно у фундамента здания устраивается заземление согласно ГОСТ 464-41. Величина сопротивления заземления не должна превосходить 5÷10 ом. Приёмопередатчик и стабилизатор напряжения устанавливаются на стальных кронштейнах, в удобном для монтажа месте. Соединительный монтаж обычно выполняется проводом марки ПР.

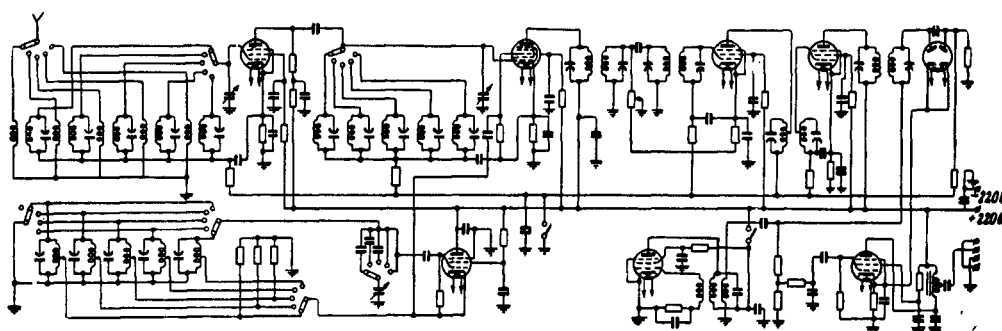
Установку радиостанции необходимо производить на достаточном расстоянии от возможных источников помех или применять соответствующие защитные фильтры.

### Оборудование паровозов устройствами радиосвязи

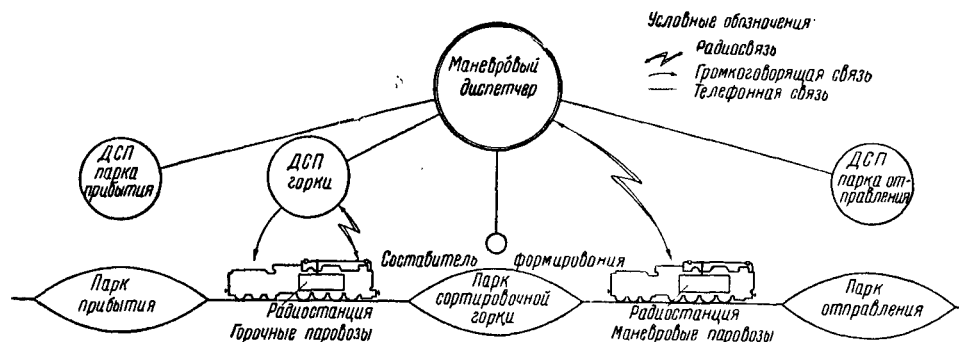
В комплект паровозной радиостанции входят: радиостанция типа ЖР-1 (приёмопередатчик, пульт управления с микрофоном и



Фиг. 319. Принципиальная схема радиостанции типа РК-0,5



Фиг. 320. Принципиальная схема приёмника типа ПР-4



**Фиг. 321. Схема организации радиосвязи на сортировочной станции**

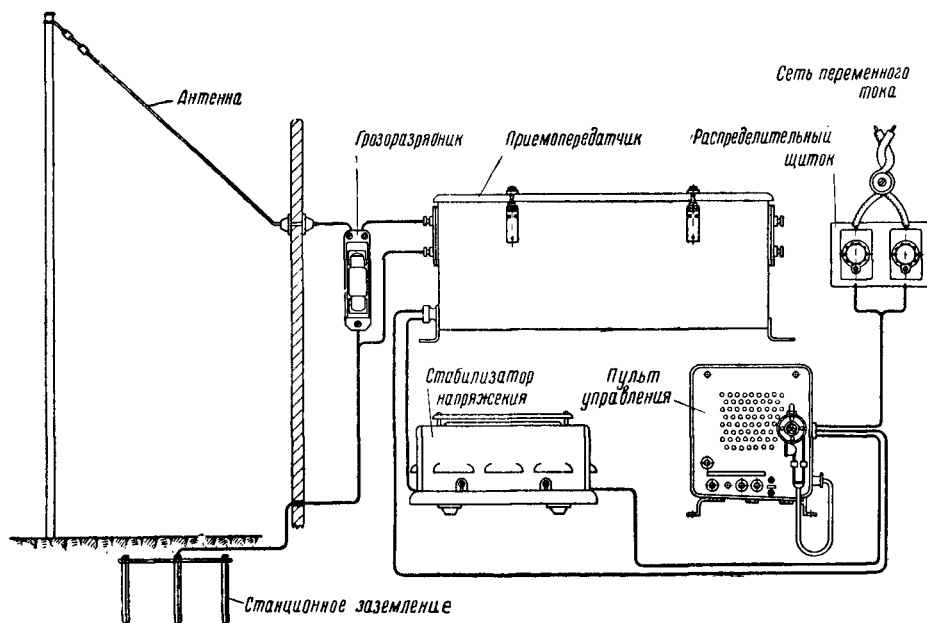
Таблица 255

## Показатели передатчиков и приёмников радиостанций малой мощности

Наименование показателя	Тип радиостанции			
	РК-0,5	У-1 («Урожай»)	ЖР-1	ЖР-2
Состав радиостанции	Передатчик РК-0,5, приёмник ПР-4, пульт управления, умформер РУК-300В, умформер РУ-11В, силовой агрегат, аккумуляторная батарея 5-НН-100, антенное реле, антенное устройство, запасное имущество	Приёмо-передатчик, блок питания с умформером РУ-11В, шланг с колодкой, микротелефонная трубка, антенна, репродуктор «Рекорд», аккумуляторная батарея, запасное имущество	Приёмо-передатчик, пульт управления с динамиком и микрофоном, вынесенное переговорное устройство (к паровозной установке), стабилизатор напряжения (к стационарной установке), запасное имущество	Передатчик, приёмник, выпрямительное устройство, блок селекторного вызова и измерительного элемента, пульт управления с динамиком и микрофоном, дополнительное переговорное устройство (к паровозной установке)
Диапазон волн	25÷120 м — плавный передатчика, 25 ÷ ÷ 1 800 м — плавный приёмника	100÷140 м — две фиксированные волны, различные для различных серий	114÷144 м — две фиксированные волны, различные для различных серий	1,80÷1,92 м — четыре фиксированные волны, различные для различных серий
Мощность передатчика	300÷400 вт	1 вт	2 вт с паровозной антенной, 5 вт со стационарной антенной	15÷20 вт
Род работы	Телефон, телеграф, симплекс	Телефон, дуплекс, симплекс	Телефон, дуплекс, симплекс	Телефон, симплекс
Вид модуляции	Амплитудная	Амплитудная	Амплитудная	Частотная узкополосная
Дальность действия	600÷2 000 км — телеграф, 300 ÷ ÷ 1 000 км — телефон	10÷15 км на 4-м антенну, 30 км на 15-м антенну	6 км при связи с паровозом	15÷20 км
Лампы передатчика	ГУ-4—2 шт. ГКЭ-100—1 шт. ГКЭ-500—1 »	6К7—1 шт. 6С5—1 » 6Ф6—1 » 6А8—1 » (общая с приёмником)	6П3—1 шт. 6Ф6—1 » 6К7—1 » 6С5—1 » 6А8—1 » (общая с приёмником)	6ЖЗП—3 шт. 6П6С—2 » ГУ-32—2 » 6Х6С—1 шт.
Источники питания	Бензиновый двигатель Л6/3 или трёхфазный. Электромотор 5÷7,5 кВт с генератором РДН-2500. Умформер РУК-300В. Аккумуляторная батарея 5-НН-100. Умформер РУ-11В	Аккумуляторная батарея 12 в. Умформер РУ-11В	Сеть переменного тока с напряжением 220 или 110 в или турбогенератор ТГ-1Р с напряжением 40 в	Сеть переменного тока с напряжением 220 или 110 в или турбогенератор ТГ-1Р с напряжением 40 в
Потребляемая мощность	3 100 вт	60÷100 вт	145 вт (без стабилизатора)	265÷435 вт
Антенна	Полутелескопическая мачта-антенна—10 м, противомачта—5 лучей по 2 м	Провод длиной 4÷÷ 5 м или 15 м для передатчика и провод длиной 4÷15 м для приёмника	Провод длиной 7÷÷ 10 м для передатчика на паровозе, провод длиной 10 ÷ ÷ 15 м для передатчика стационарной установки, провод длиной 6÷7 м для приёмника на паровозе и 8÷10 м для приёмника стационарной установки	Трубка длиной порядка $\frac{1}{4}\lambda$ на паровозе, два вертикальных провода длиной по полволны для стационарного устройства

Продолжение табл. 255

Наименование показателя	Тип радиостанции			
	РК-0,5	У-1 («Урожай»)	ЖР-1	ЖР-2
Продолжительность работы	Непрерывная работа 1 час	Лимитируется ёмкостью аккумуляторов	Не ограничена	
Чувствительность приёмника	4 мкв—телеграф, 10 мкв—телефон	10÷20 мкв	50 мкв	5÷8 мкв
Лампы приёмника	6К7—6 шт. 6А7—1 » 6Х6—1 »	6К7—2 шт. 6С5—1 » 6Г7—1 » 6А8—1 » (общая с передатчиком)	6К7—2 шт. 6Г7—1 » 6Ф6—1 » 6А8—1 » (общая с передатчиком)	6Н8С—1 шт. 6Ж6П—4 » 6К7—4 » 6Х6С—1 » 6П6С—1 »
Вес	560 кг	22 кг	27 кг (приёмо-передатчик)	140÷200 кг (приёмо-передатчик)
Габариты в мм	Возбудитель 390×340×240, мощный блок 450×600×820, приёмник 320×130×200	372×235×233 (общие всей радиостанции)	598×328×207 (приёмо-передатчик)	1325×450×473 (приёмо-передатчик)



Фиг. 322. Скелетная схема стационарного пункта

выносное переговорное устройство), турбогенератор типа ТГ-1-Р, переключатель типа ПТР-49 и антенное устройство.

Приёмо-передатчик устанавливается на площадке с правой стороны котла паровоза на расстоянии 300÷500 мм от будки, пульт управления — на задней стенке будки, со стороны машиниста; выносное переговорное

устройство — под будкой с правой стороны, в месте, удобном для пользования им составительской бригадой, а переключатель ПТР-49 — на задней стенке будки со стороны помощника машиниста (фиг. 323).

Для обеспечения бесперебойного питания применяются два турбогенератора: один основной, другой резервный. Устанавливаются

турбогенераторы, как правило, на плите, приваренной к существующему крошштейну. Для уменьшения помех на выходные зажимы турбогенератора со стороны переменного и

тый параллельно оси котла, изолированный от стоек орешковыми изоляторами. Снижение выполняется проводом ПРГ.

Для уменьшения стрелы провеса со стороны задней стойки устанавливается пружина, натяжение которой регулируется стяжным крюком. Для заземления радиостанции к площадке паровоза приваривается стальная полоса, к которой припаивается медный провод ПРГ, соединяемый с зажимом 3 приёмопередатчика. Соединительный монтаж, как правило, выполняется проводом ПРГ в железных трубках.

#### Реконструкция радиостанции типа ЖР-1 для работы на одну антенну

Применение одной антенны на паровозе и стационарном пункте для целей приёма и передачи (фиг. 324) позволяет выполнить антенное устройство улучшенного качества и сделать его конструкцию более надёжной.

В качестве входных контуров приёмника используются антенный и промежуточный контуры передатчика, которые обладают добротностью порядка 100. Вследствие этого усиление входных контуров приёмника становится равным  $5 \div 10$  в зависимости от сопротивления антенны, а усиление зеркальной помехи получается примерно в 10 000 раз меньше усиления полезного сигнала.

#### Оборудование радиостанции типа ЖР-1 помехозащитным устройством

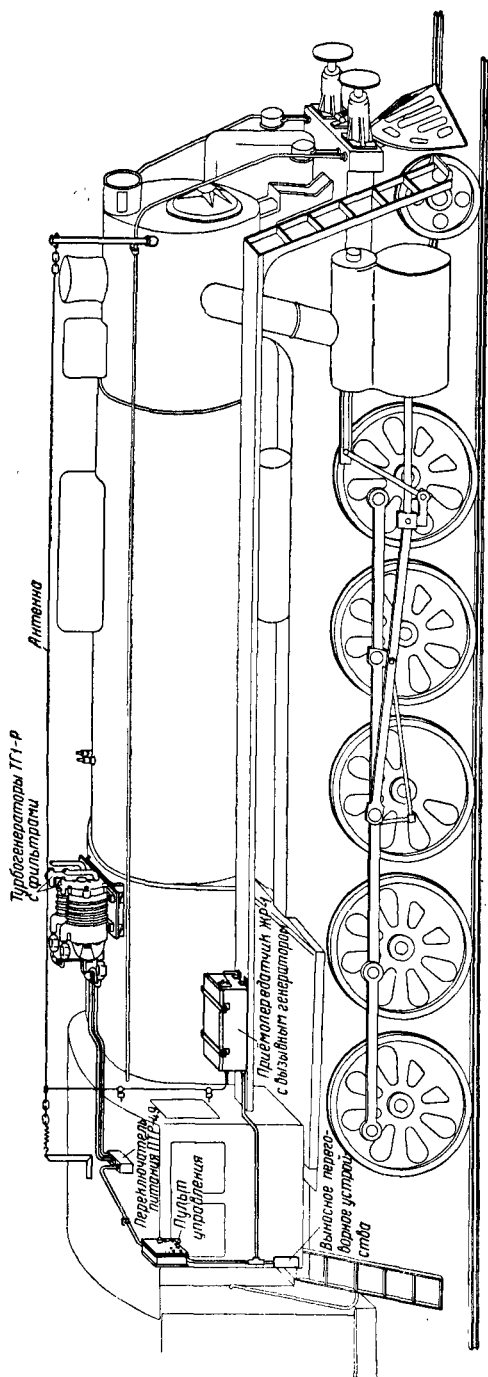
Ввиду отсутствия в радиостанции типа ЖР-1 надёжной защиты от помех шума и трески, создаваемые громкоговорителем, мешают нормальной работе диспетчеров и в некоторых случаях понижают эффективность использования средств радиосвязи.

Оборудование стационарной радиостанции типа ЖР-1 помехозащитным устройством Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта МПС позволяет устранить влияние помех при ожидании приёма (фиг. 325).

Нормально цепь громкоговорителя радиостанции отключена контактами реле  $P_1$ . Оба триода лампы 6Н8С заперты. При приёме вызывного сигнала с паровоза с частотой 1 000 гц напряжение с выходного каскада приёмника, ограниченное амплитудным ограничителем  $ОГ$ , выделяется на контуре  $LC$  трансформатора  $Tr_1$ , благодаря чему отпирается левый триод лампы 6Н8С. Ток его создаёт падение напряжения на сопротивлении  $R$ , вследствие чего отпирается правый триод лампы 6Н8С, обеспечивая тем самым срабатывание реле  $P_1$  и подключение громкоговорителя к выходному трансформатору. В результате в громкоговорителе будет слышен вызывной сигнал с частотой 1 000 гц.

Вызов диспетчера (фиг. 326) производится при помощи кнопки  $ВК$ , при нажатии которой включается передатчик и схема модулятора переключается так, что каскад начинает генерировать звуковую частоту 1 000 гц и модулировать передатчик радиостанции.

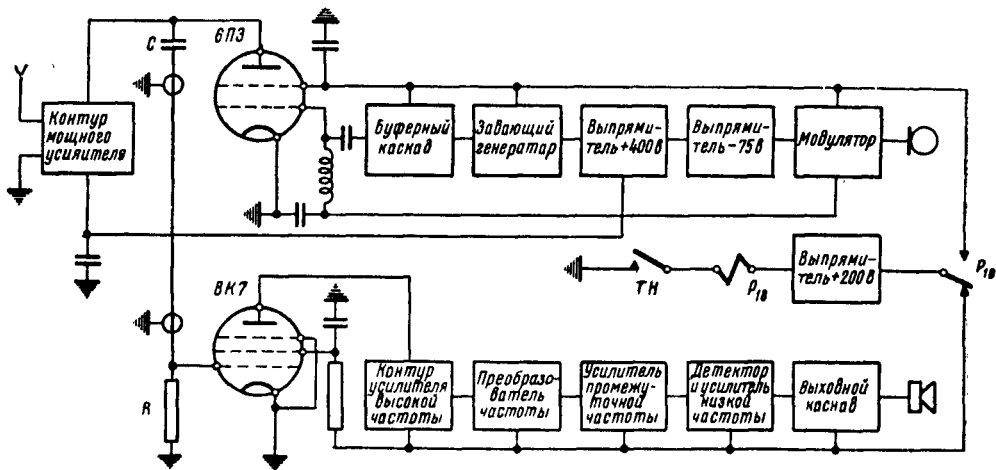
Перевод радиостанции с приёма на передачу производится, как обычно, при помощи тангенты  $T_n$ .



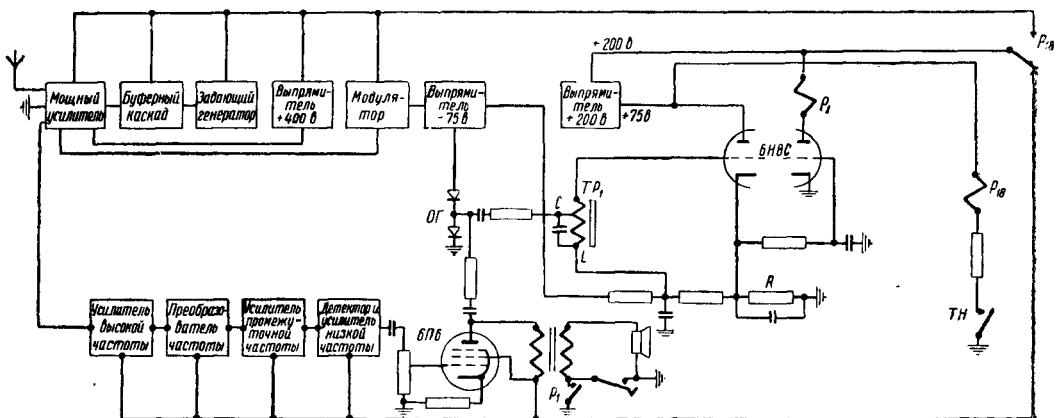
Фиг. 323. Установка радиостанции типа ЖР-1 на паровозе

постоянного токов надлежит включить ёмкостные фильтры, состоящие из проходных конденсаторов КП ёмкостью 1 мкф.

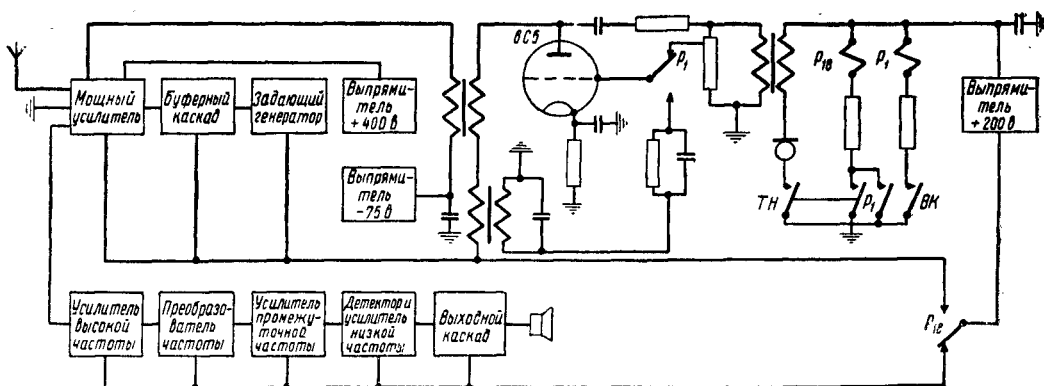
Приёмопередающая антенна представляет собой провод ПАГ-10 длиной  $8 \div 10$  м, натяну-



Фиг. 324. Схема реконструкции радиостанции типа ЖР-1 для работы на одну антенну



Фиг. 325. Схема оборудования стационарной радиостанции типа ЖР-1 помехозащитным устройством



Фиг. 326. Схема оборудования паровой радиостанции типа ЖР-1 вызывным генератором

### Элементы проектирования внутристанционной радиосвязи

Скелетная схема внутристанционной радиосвязи составляется на основании материалов изысканий, позволяющих определить количество стационарных пунктов и паровозов, оборудуемых устройствами радиосвязи.

При использовании радиостанции типа ЖР-1 для внутристанционной связи следует считать дальность её действия равной  $4 \div 6$  км в зависимости от уровня промышленных помех в месте установки стационарной радиостанции. Напряжение помех на зажимах антенны длиной  $10 \div 20$  м обычно составляет  $100 \div 600$  мкв. Место с наименьшим уровнем промышленных помех определяется экспериментально с помощью измерителя помех типа ИП-12М. При отсутствии проводов на пути распространения электромагнитной волны затухание её составляет  $5 \div 7$  дб/км для диапазона частот  $2 \div 2,6$  мГц.

Для исключения взаимных помех между соседними узлами радиосвязи стационарные радиостанции, работающие на одних и тех же частотах, необходимо располагать на расстоянии не ближе чем  $12 \div 15$  км одна от другой. Радиостанции, работающие на частотах, отличающихся на  $20$  кГц, надлежит располагать не ближе чем на  $1 \div 1,5$  км одна от другой. Внутристанционную радиосвязь, как правило, организуют по симплексной системе, что даёт возможность использовать вторую частоту радиостанции для другого узла радиосвязи и применить одну антенну для целей приёма и передачи. Для устранения прослушивания помех при ожидании приёма стационарные радиостанции рекомендуются оборудовать помехозащитными устройствами.

Проводку цепей переменного тока следует производить проводами сечением  $2,5 \div 4$  мм<sup>2</sup>, а монтажные соединения между отдельными блоками — проводами сечением не менее  $1,5$  мм<sup>2</sup>.

### ПОЕЗДНАЯ РАДИОСВЯЗЬ

#### Общие сведения

Введение на железнодорожном транспорте двусторонней радиосвязи поездного диспетчера с машинистами поездных паровозов содействует сокращению продолжительности стоянок поездов на перегонах и станциях, упрощению проведения регулировочных мероприятий по введению поездов в график и повышению безопасности движения поездов.

### Принципы организации поездной радиосвязи

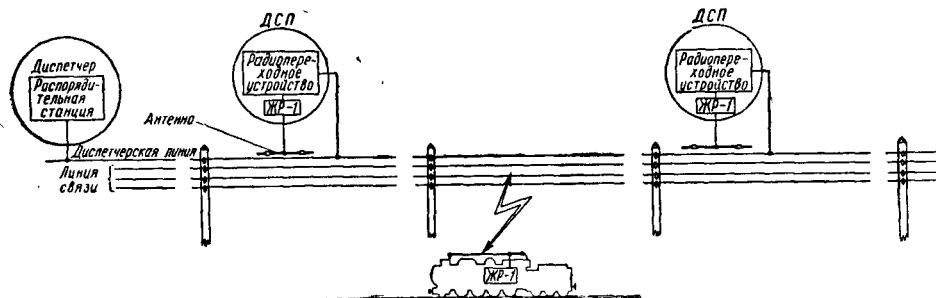
Связь поездного или узлового диспетчера с машинистами поездных или передаточных паровозов является радиопроводной (фиг. 327). Энергия звуковой частоты от диспетчера, находящегося на распорядительной станции, преобразуется в электрическую энергию, передаваемую по линии диспетчерской поездной связи до промежуточного пункта, вблизи которого находится паровоз; здесь электрические колебания звуковой частоты воздействуют на передатчик стационарной радиостанции. Подключение радиостанции к диспетчерской линии связи и коммутация её на приём или передачу осуществляются при помощи селектора и радиопроводного устройства. Полученная от передатчика энергия высокой частоты в зависимости от принятой схемы канализируется и излучается пучком проводов линии связи или антенным устройством и принимается приёмником паровозной радиостанции.

Пучок проводов линии связи используется в том случае, если он содержит цветные цепи и удаление его от полотна железной дороги на всём протяжении диспетчерского участка не превосходит  $30 \div 50$  м. Применение пучка проводов, имеющего цветные цепи, позволяет уменьшить затухание энергии при её распространении вдоль полотна железной дороги до  $1 \div 1,2$  дб/км. При этом затухание энергии перпендикулярно пучку проводов составляет  $0,5 \div 0,6$  дб/км. Обычно при оборудовании диспетчерского участка поездной радиосвязью применяют симплексную радиосвязь и работу радиостанции на одну антенну, для чего переоборудуют приёмно-передатчик по схеме фиг. 324 и используют устройство группового избирательного вызова, разработанное Центральным научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта МПС, обеспечивающее включение громкоговорителя приёмника только на время прохождения вызова и разговора.

#### Групповой избирательный вызов

Для взаимного группового избирательного вызова и управления включением громкоговорителя радиостанция типа ЖР-1 оборудуется дополнительным устройством и блоком управления (фиг. 328).

Схемное и конструктивное решение дополнительного устройства как для паровоз-



Фиг. 327. Схема организации поездной диспетчерской радиосвязи



ных, так и для стационарных радиостанций однотипно. Различие заключается только в способе присоединения выводов трансформатора к контактам реле  $P_1$ .

В исходном положении, т. е. при повешенном на рычаг микрофоне, цепь громкоговорителя разомкнута контактом рычага и контактом реле  $P_1$  дополнительного устройства. Реле  $P_1$  срабатывает и замыкает цепь громкоговорителя только в случае появления на выходе приёмника радиостанции сигнала, модулированного тональной частотой.

Вызов осуществляется посылкой сигнала частотой 665 и 1000 гц.

При нажатии вызывной кнопки  $BK$  дополнительное устройство работает как генератор тональной частоты и модулирует передатчик радиостанции. Продолжительность вызывного сигнала принята 4 сек. и не зависит от длительности нажатия кнопки.

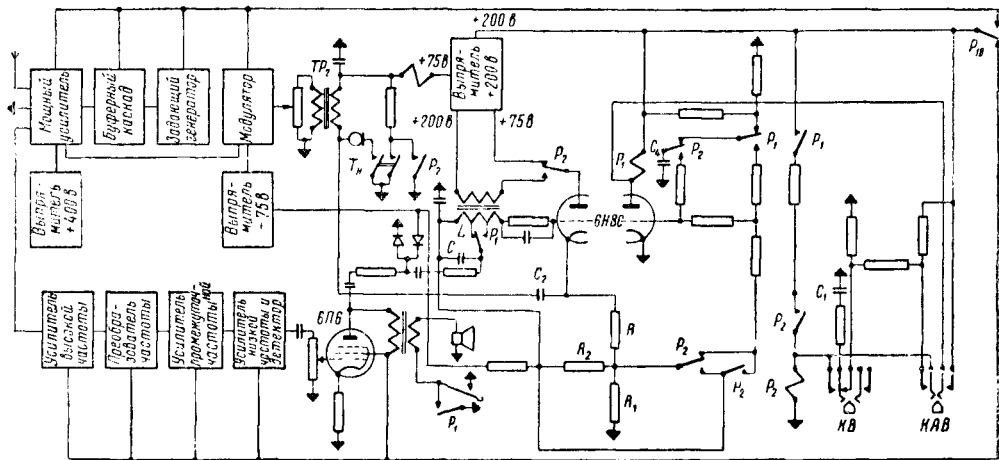
Напряжение звуковой частоты, снимаемое с сопротивления  $R$ , подаётся на первичную обмотку микрофонного трансформатора  $TP_2$ .

Продолжительность вызова определяется временем замедления реле  $P_1$  на отпускание, которое зависит от разряда конденсатора  $C_4$ .

Когда напряжение на конденсаторе  $C_4$  становится меньше напряжения на сопротивлении  $R_1$ , правый триод лампы 6Н8С запирается, реле  $P_1$  отпускает свой якорь и обрывает цепь блокировки реле  $P_2$ . Посылка вызова прекращается и схема приходит в исходное положение.

Посылка аварийного вызова осуществляется нажатием кнопки аварийного вызова  $КАВ$ , при этом реле  $P_2$  получает питание непосредственно от +200 в.

При посылке аварийного вызова реле  $P_1$  не срабатывает, поэтому частота вызывного сигнала будет равна 665 гц при посылке



Фиг. 328. Схема оборудования радиостанции типа ЖР-1 устройствами группового избирательного вызова

На приёмном конце под действием этого сигнала через 1 сек. срабатывает реле  $P_1$  и замыкает своими контактами цепь громкоговорителя. Вызывной тональный сигнал прослушивается в течение 3 сек., хорошо воспринимается в любых условиях и привлекает внимание абонента.

По окончании тонального вызова реле  $P_1$  на приёмном конце остаётся ещё включённым в течение 10 сек. В это время производится вызов требуемого абонента голосом.

Абонент, услышав вызов, снимает микрофон с рычага и ведёт разговор обычным порядком; при снятом с рычага микрофоне цепь громкоговорителя замыкается контактом рычага помимо реле  $P_1$ . Этот разговор другие абоненты не слышат.

При посылке вызова нажатием кнопки  $BK$  конденсатор  $C_1$  разряжается через обмотку реле  $P_2$ . Последнее срабатывает и переключает схему левого триода лампы 6Н8С в режим генератора, настроенного на частоту 1000 гц на паровозах и 665 гц на стационарных радиостанциях. Одновременно радиостанция переключается с приёма на передачу и реле  $P_1$  срабатывает.

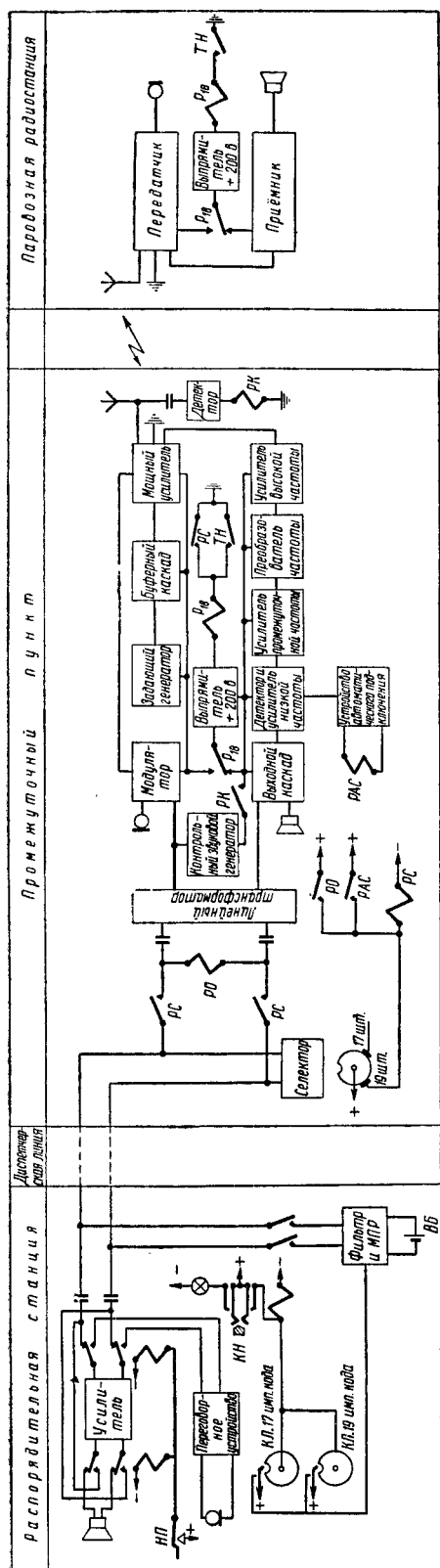
сигнала с паровоза и 1000 гц при посылке с промежуточного пункта.

При отсутствии вызывного сигнала лампы 6Н8С заперта отрицательным напряжением, выделяющимся на сопротивлениях  $R_1$  и  $R_2$ . Реле  $P_1$  и  $P_2$  выключены из цепи питания.

При приёме напряжения вызывного сигнала с анода лампы 6П6 подаётся на ограничитель амплитуд и далее на резонансный контур  $LC$  и на сетку левого триода лампы 6Н8С. Благодаря наличию ограничителя обеспечивается защита приёмника тонального вызова от перегрузки и устраняется ложное срабатывание.

Вследствие анодного детектирования создаётся напряжение на сопротивлении  $R_1$ , от которого открывается правый триод лампы 6Н8С, срабатывает реле  $P_1$  и замыкается цепь громкоговорителя, в результате чего вызов будет прослушиваться в течение 3 сек.

После окончания вызова цепь громкоговорителя будет ещё в течение 10 сек. замкнута вследствие того, что к сетке правого триода лампы 6Н8С подключается конденсатор  $C_4$ , предварительно заряженный до +200 в.



Фиг. 329. Схема прохождения сигнала позадней радиосвязи с автоматическим подключением радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи

В течение этих 10 сек. производится вызов требуемого абонента голосом.

Абоненты, которые не сняли с рычага микрофоны, разговора не слышат, так как цепь громкоговорителя по истечении 10 сек. выключается контактом реле  $P_1$ .

### Схемы подключения

Схема с автоматическим подключением радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи. Схема (фиг. 329) даёт возможность автоматического подключения радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи по желанию диспетчера или машинистов паровозов.

Для вызова машиниста диспетчер нажимает кнопку  $K_n$ , обеспечивая тем самым подключение вызывной батареи  $ВБ$  к диспетчерской линии связи. Далее диспетчер посылает при помощи селекторного ключа, настроенного на комбинацию 19-импульсного кода, ток от батареи  $ВБ$ ; от этого тока срабатывает селектор на промежуточном пункте, вблизи которого находится паровоз.

В результате этого срабатывает реле  $PC$ , при помощи которого радиостанция подключается к диспетчерской линии связи и переключается на передачу. Одновременно к линии подключается реле  $PO$ , блокирующее реле  $PC$  на всё время переговоров. Включение передатчика обеспечивает срабатывание реле  $PK$ , которое своими контактами подаёт питание в течение  $1,5 \div 2$  сек. на контрольный звуковой генератор, сигнализирующий диспетчеру правильность подключения радиостанции к диспетчерской линии связи и машинистам о желании диспетчера вести переговоры с ними.

Для вызова диспетчера машинист при помощи тангенты включает передатчик; под воздействием несущей частоты передатчика на промежуточном пункте срабатывает реле  $PAC$ , от которого в свою очередь срабатывает реле  $PC$ , подключающее промежуточный пункт к линии.

Услышав вызов машиниста, диспетчер нажимает кнопку  $K_n$ , подключая тем самым батарею  $ВБ$  к линии; при этом срабатывают реле  $PO$  и реле  $PC$ , подключающее промежуточный пункт к диспетчерской линии. В дальнейшем разговор происходит без управления какими-либо элементами промежуточного пункта.

Схема предусматривает использование радиостанции в дуплексном режиме.

Схема с полуавтоматическим подключением радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи без подмодулятора. Схема (фиг. 330) даёт возможность автоматического подключения радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи по желанию диспетчера и ручного её подключения с помощью ДСП при желании машиниста паровоза вести переговоры с диспетчером. Вызов машиниста со стороны диспетчера осуществляется посылкой комбинации импульсов тока по 19-импульсному коду от вызывной батареи  $ВБ$ ; под воздействием этих импульсов тока срабатывает селектор в том промежуточном пункте, вблизи которого находится паровоз, вследствие этого возбуждается реле  $PC$ ,

при помощи которого радиостанция подключается к диспетчерской линии связи. Одновременно к линии подключается реле  $PY$ , с помощью которого при нажатии ножной педали  $НП$  срабатывает реле  $РП$ . Последнее включает передатчик, подключает диспетчерскую линию связи ко входу модулятора и отключает выход приёмника от линейного трансформатора, тем самым создавая канал радиосвязи, при помощи которого диспетчер вызывает машиниста паровоза.

Для установления связи с диспетчером машинист вызывает дежурного по станции и просит его соединить с диспетчером.

Дежурный нажимает кнопку соединения  $КС$ ; возбуждается реле  $РС$ , которое подключает радиостанцию к диспетчерской линии связи и самоблокируется.

Услышав вызов, диспетчер нажимает педаль  $НП$ , при помощи реле  $PY$  переключает радиостанцию на передачу и отвечает машинисту паровоза. Для вызова машиниста дежурным по станции в системе предусмотрен зуммер, напряжение от которого при нажатии вызывной кнопки  $BK$  модулирует передатчик радиостанции.

Схема предусматривает использование радиостанции в симплексном режиме.

Схема с полуавтоматическим подключением радиостанции к диспетчерской линии связи с подмодулятором. Схема (фиг. 331) даёт возможность автоматического подключения радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи по желанию диспетчера и ручного его подключения с помощью ДСП при желании машиниста паровоза вести переговоры с диспетчером.

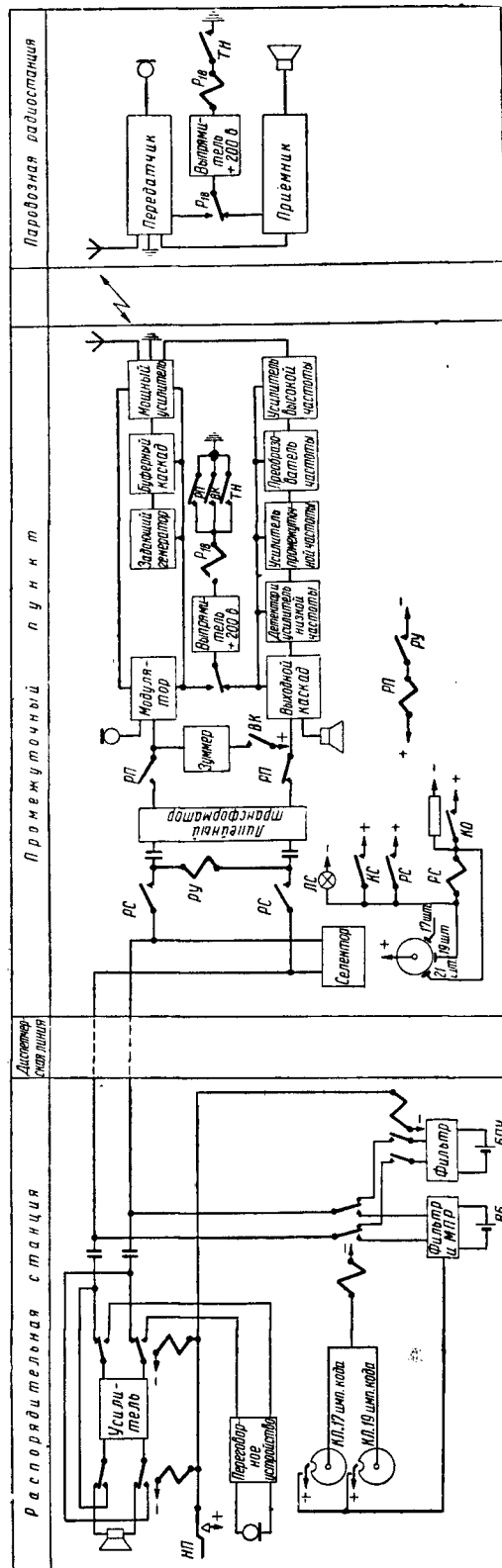
Для вызова машиниста диспетчер поступает так же, как и выше; при этом срабатывает селектор в промежуточном пункте, вследствие чего возбуждается реле  $РС$ , и при помощи реле  $PB$  подключает радиостанцию к диспетчерской линии связи.

Реле  $РС$  находится в рабочем состоянии только в то время, когда замкнут звонковый контакт селектора.

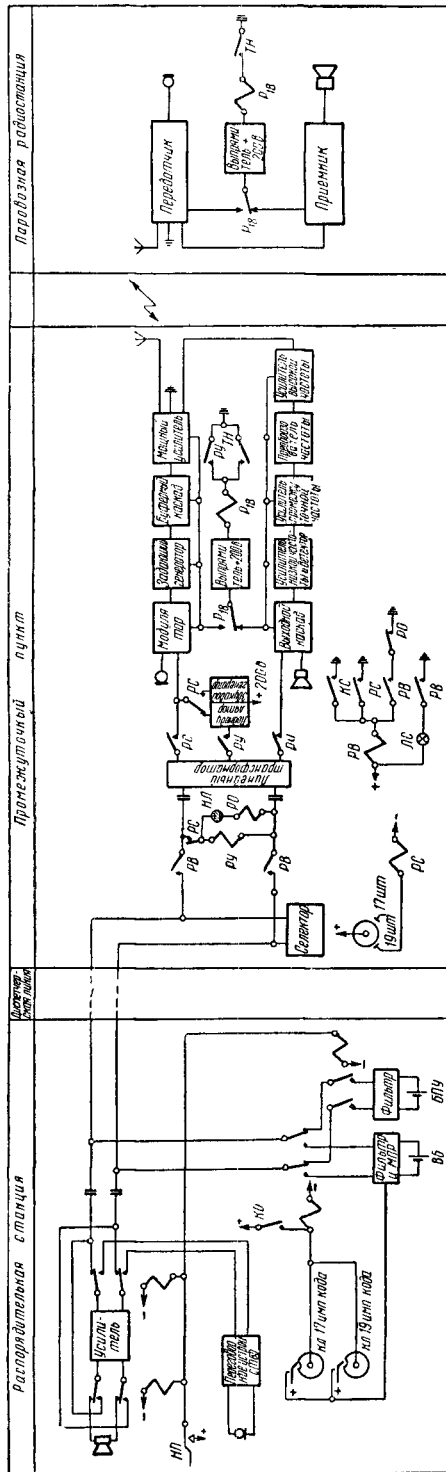
При этом от линии отключаются поляризованные реле  $PY$  и  $PO$  и подключается звуковой генератор, сигнализирующий диспетчеру о правильном подключении радиостанции. При отбойном импульсе реле  $РС$  приходит в исходное положение и подключает реле  $PY$  и  $PO$  к линии. При нажатии диспетчером педали  $НП$  срабатывает реле  $PY$ , которое переключает радиостанцию на передачу и подключает подмодулятор к модулятору.

При окончании разговора диспетчер нажимает кнопку отбоя  $КО$ , вследствие чего срабатывает реле  $PO$ , которое отключает питание реле  $PB$  и тем самым отключает радиостанцию от диспетчерской линии связи. Схема предусматривает использование радиостанции в симплексном режиме.

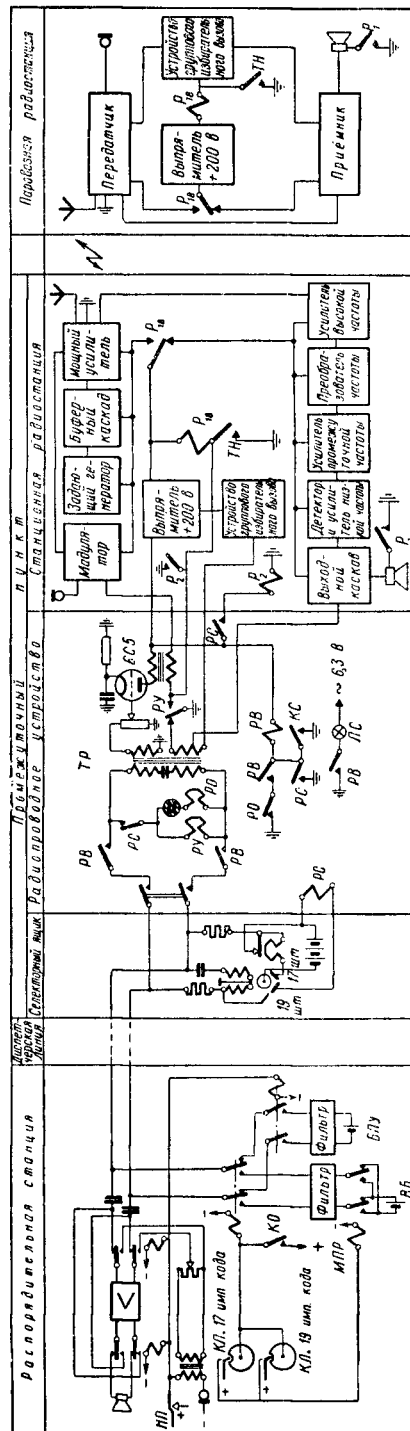
Схема с полуавтоматическим подключением радиостанции промежуточного пункта



Фиг. 330. Схема прохождения сигнала поспонной радиосвязи с полуавтоматическим подключением радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи без подмодулятора



Фиг. 331. Схема прохождения сигнала поезной радиосвязи с полуавтоматическим подключением радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи с подмодулятором



Фиг. 332. Схема прохождения сигнала поезной радиосвязи с полуавтоматическим подключением радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи с устройством группового извещения вызова

и групповым избирательным вызовом. Схема (фиг. 332) даёт возможность автоматического подключения радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи по желанию диспетчера и ручного её подключения с помощью ДСП при желании машиниста паровоза вести переговоры с диспетчером.

Схема обеспечивает возможность послышки группового избирательного вызова для вызова машинистов диспетчером или дежурных по станциям машинистами и исключает прослушивание помех и разговоров других корреспондентов при ведении радиосвязи с одним из них.

Для вызова станции, вблизи которой находится паровоз, диспетчер заводит ключ, настроенный по 19-импульсному коду.

Селектор вызываемой станции срабатывает и замыкает цепь реле  $PC$  радиопроводного устройства, которое подаёт питание на реле  $PB$ , отключает поляризованные реле  $PO$  и  $PY$  от диспетчерской линии связи и возбуждает реле  $P_2$  дополнительного устройства.

Реле  $PC$  находится под током только во время замыкания звонкового контакта, после

Диспетчер, прослушав контроль прохождения вызова, нажатием педали подключает к линии связи батарею прямого управления  $БПУ$ , вследствие чего сработает реле  $PY$ , которое обеспечит срабатывание реле  $P_{18}$  радиостанции.

Напряжение звуковой частоты через линейный трансформатор  $Tr$  подаётся на сетку лампы  $6C5$  радиопроводного устройства.

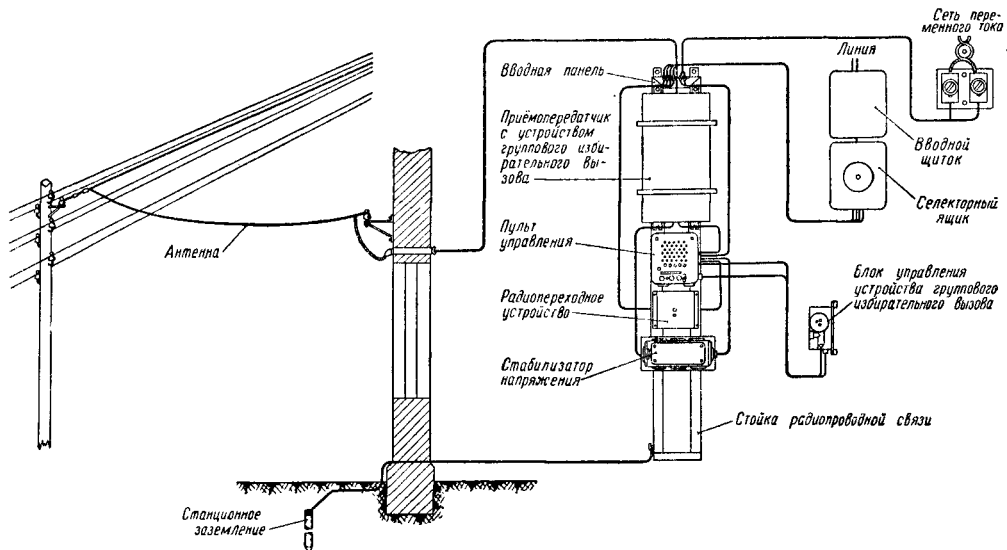
Вызов дежурного по станции машинистом осуществляется нажатием кнопки  $BK$  (фиг. 328).

Дежурный по станции, услышав вызов с паровоза, нажимает кнопку соединения  $KC$  радиопроводного устройства, вследствие чего срабатывает реле  $PB$ , подключающее радиопроводное устройство к диспетчерской линии связи. Машинист паровоза голосом вызывает диспетчера.

Далее разговор идёт обычным порядком.

### Оборудование

**Оборудование распорядительной станции.** На распорядительной станции устанавливается ключевой шкаф с числом ключей,



Фиг. 333. Скелетная схема промежуточного пункта

чего реле  $PO$  и  $PY$  вновь подключаются к линии связи.

Реле  $PB$  подключает радиопроводное устройство к линии связи, включает сигнальную лампу  $ЛС$  и самоблокируется через контакт реле  $PO$ . Благодаря этому радиопроводное устройство остаётся присоединённым к линии связи на всё время разговора, до послышки отбойного импульса тока.

При срабатывании реле  $P_2$  (фиг. 328) напряжение звуковой частоты 1 000 гц подаётся на линейный трансформатор  $Tr$  для контроля диспетчером прохождения послышки вызова.

Одновременно вызов той же частоты принимается паровозными радиостанциями, находящимися в зоне действия стационарной радиостанции.

равным числу действующих на сети радиостанций, и одна плата с кнопкой отбоя  $KO$  для отключения радиостанции от линии. Ключи настраиваются по 19-импульсному коду.

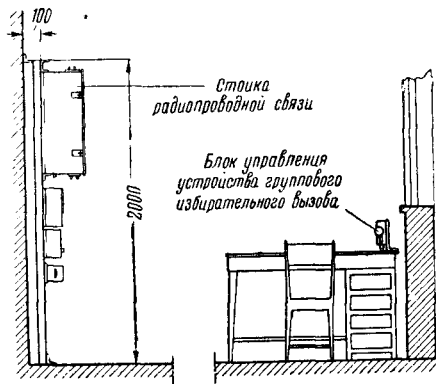
**Оборудование промежуточного пункта.** В промежуточном пункте устанавливаются стойка радиопроводной связи (фиг. 333), блок управления устройством группового избирательного вызова и монтируются антенное устройство и заземление (фиг. 334 и 335).

Монтаж оборудования на стойке производится проводом  $ПР$ .

Радиостанция типа ЖР-1 реконструируется для работы на одну антенну или пучок проводов линии связи согласно схеме фиг. 324.

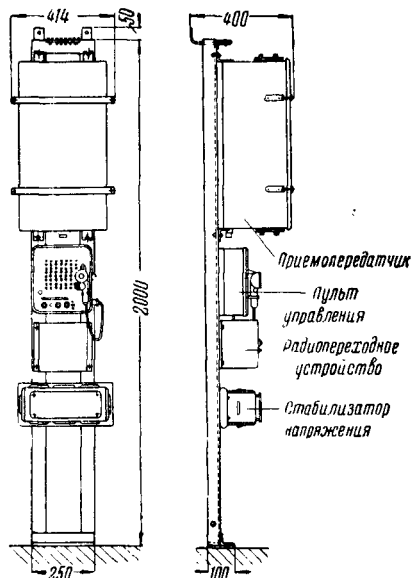
Подключение входа приёмопередатчика производится через разделительные конденса-

торы ёмкостью 1 000 мкмкф к обоим проводам цветной цепи симметрично или при помощи антенны, крепко связанной с пучком проводов. Длина антенны вместе с проводами заземления не должна превосходить четверти рабочей волны. При удалении линии связи



Фиг. 334. Примерное размещение оборудования на промежуточном пункте

от промежуточного пункта или при отсутствии цветной цепи используется антенна, подвешенная на двух мачтах. Примерные габариты антенны: высота  $10 \div 12$  м, длина горизонтальной части  $10 \div 12$  м. Станционное заземление выполняется согласно ГОСТ 464-41,

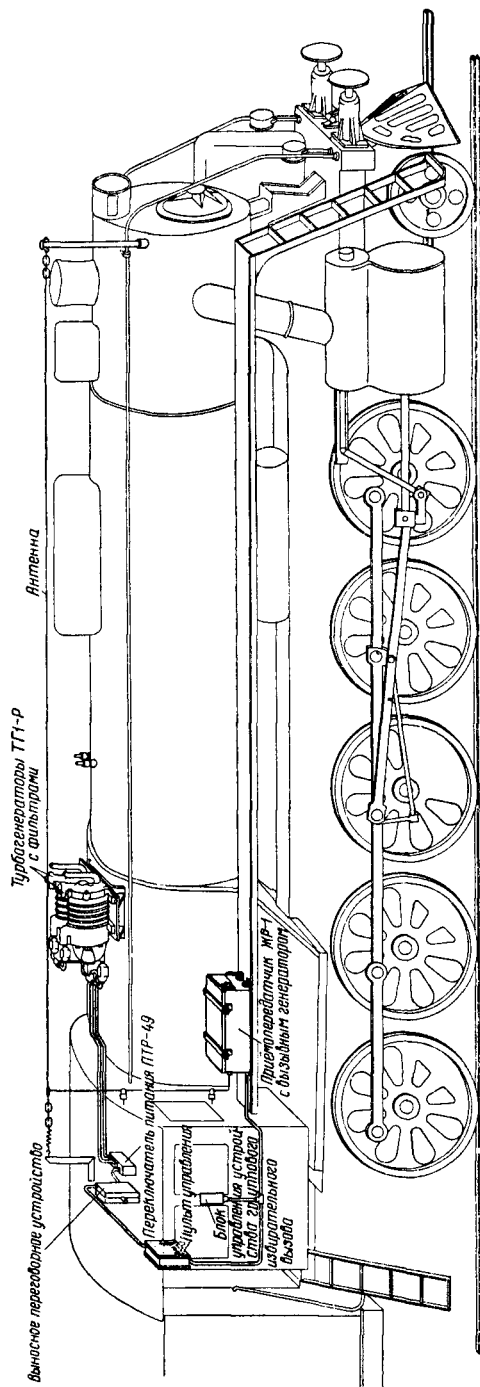


Фиг. 335. Стойка радиопроводной связи

причём сопротивление заземления не должно превосходить  $5 \div 10$  ом.

Для того чтобы селектор поездной диспетчерской связи, настроенный по 17-импульсному коду, выполнял дополнительные функции дистанционного подключения радиостанции к диспетчерской линии, его снабжают дополнительным штифтом 19-импульсного кода.

Оборудование паровоза устройствами радиосвязи. Оборудование поездного паровоза (фиг. 336) отличается от оборудования маневрового паровоза установкой блока управле-



Фиг. 336. Установка радиостанции типа ЖР-1 на паровозе

ния и дополнительного устройства группового избирательного вызова.

**Оборудование контрольных пунктов.** Контрольные пункты обычно располагаются в пунктах местонахождения основных и оборотных депо и предназначаются для осмотра

и проверки действия радиостанции и турбогенераторов на паровозах при выходе последних под поезд и по возвращении в депо, осмотра и проверки действия промежуточных пунктов, смены на промежуточных пунктах и паровозах приёмо-передатчиков для их периодического осмотра и устранения обнаруженных мелких повреждений и производства мелкого ремонта стационарных и паровозных радиостанций.

Для оборудования контрольных пунктов рекомендуются следующие запасное имущество, измерительная аппаратура и инструмент: стационарная и паровозная радиостанции типа ЖР-1, универсальный прибор АВО, мегометр М-1101, комплект инструмента электромеханика и плавкие предохранители на силу тока 0,5, 4 и 10 а.

**Оборудование контрольно-ремонтных пунктов.** Контрольно-ремонтные пункты обычно организуются на станциях с основным делом и предназначаются для проверки, ремонта и регулировки стационарных и паровозных радиостанций.

Для оборудования контрольно-ремонтных пунктов рекомендуются следующие запасное имущество, измерительная аппаратура и инструмент: генератор стандартных сигналов типа ГСС-6, звуковой генератор типа ЗГ-2А, испытатель ламп типа ЛИ-12, ламповый вольтметр типа ВКС-7Б, измеритель глубины модуляции типа ИМ-8, универсальный мост типа УМ-2, мегометр типа М-1101, измеритель частоты типа 527, амперметр термоэлектрический типа Т-4, измеритель выхода типа ИВ-4, электродрель, базовый комплект для ремонта радиостанции типа ЖР-1 и комплект инструмента электромеханика.

#### Элементы проектирования поездной радиосвязи

Скелетная схема оборудования поездной радиосвязью диспетчерского участка составляется на основании материалов изысканий по распорядительной станции, промежуточным пунктам, проводной линии связи, контрольным и контрольно-ремонтным пунктам. Кроме этого определяются количество и серии поездных паровозов, работающих на данном диспетчерском участке.

При использовании радиостанции типа ЖР-1 для организации поездной радиосвязи обычно применяют симплексную радиопроводную связь, устройство группового избирательного вызова и одну антенну для приёма и передачи.

Дальность действия радиостанции следует считать равной 25÷40 км при использовании в качестве канализирующего и излучающего устройства пучка проводов линии связи, имеющего цветные цепи, и 4÷6 км при использовании в качестве излучающего устройства антенны.

Данные радиусы действия радиостанции справедливы при напряжении помех в пучке проводов и в антенне порядка 100÷600 мкВ и расположении пучка проводов линии связи на расстоянии 10÷15 м от полотна железной дороги. Для исключения помех от соседних узлов радиосвязи, работающих на одних и тех же частотах и использующих один и тот же

пучок проводов линии связи или разные пучки проводов, но проходящие совместно на расстоянии 50÷100 м и более на одних опорах, рекомендуется разнести стационарные радиостанции на 90÷120 км. Если соседние узлы радиосвязи работают в тех же условиях на частотах, отличающихся одна от другой на 20 кГц, то стационарные радиостанции допустимо включать в один и тот же пучок проводов на расстоянии 50÷70 км одна от другой.

Питание радиостанций промежуточных пунктов, как правило, производится от высоковольтной линии автоблокировки, реже от местных источников переменного тока ввиду их нестабильной работы.

Для организации четкой эксплуатации поездной радиосвязи при каждом оборотном депо следует предусматривать контрольные и контрольно-ремонтные пункты, укомплектованные соответствующим штатом специалистов и измерительной аппаратурой, количество которой определяется в зависимости от числа радиостанций, находящихся в эксплуатации.

### ГРОМКОГОВОРЯЩАЯ СВЯЗЬ

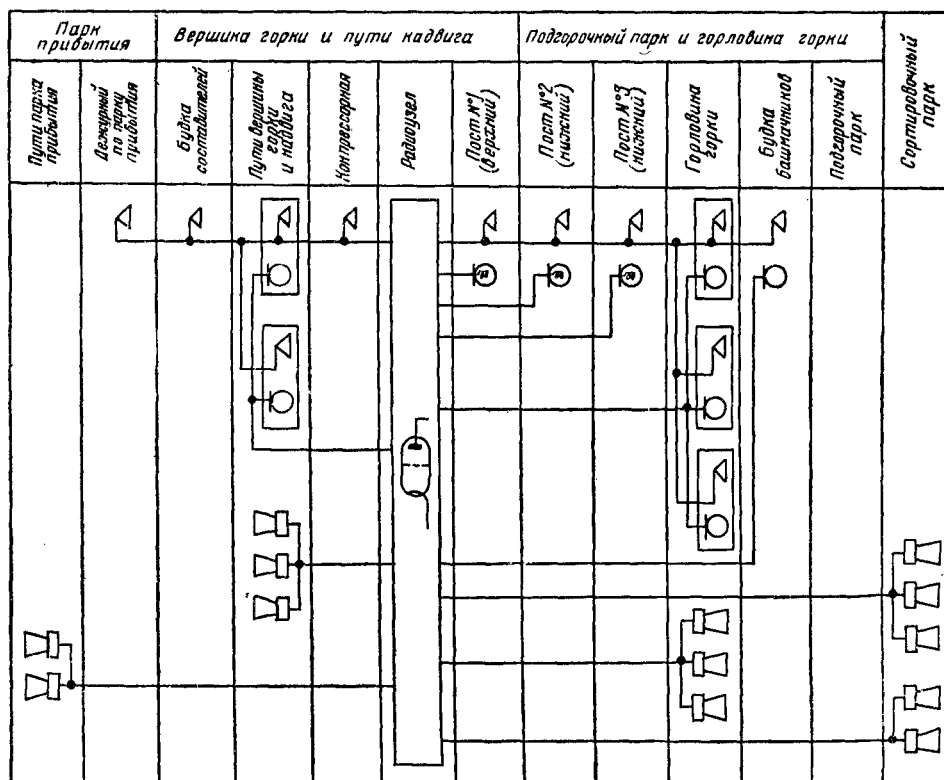
#### Распорядительная громкоговорящая связь на сортировочных станциях

Парки крупных сортировочных станций и сортировочные горки оборудуются громкоговорящей распорядительной связью для передачи распоряжений и информации со стороны дежурного по горке и операторов горочных постов остальным работникам горки. В соответствии с технологическим процессом сортировки и формирования поездов на горках требуется двусторонняя связь между верхним (распорядительным) и нижними (исполнительными) постами, а также между любым из постов, с одной стороны, и составителями и башмачниками, с другой стороны, и односторонняя связь для передачи распоряжений с верхнего поста (а иногда и с нижних постов) башмачникам, сцепщикам, стрелочникам, машинистам локомотивов (в качестве резерва при неисправности радиостанции типа ЖР-1).

Примерная схема размещения устройств громкоговорящей связи на сортировочной горке приведена на фиг. 337.

На постах устанавливаются громкоговорители мощностью 0,25 Вт (табл. 256), микрофоны динамические типа РДМ (табл. 257) с усилителем типа МУ-1 и ножные педали диспетчерского типа. Для ведения переговоров между составителем и башмачниками служат специальные радиоколонок, оборудуемые также громкоговорителями 0,25 Вт, угольными микрофонами и кнопками для включения. Оборудование радиоколонок заключено в шкаф, устанавливаемое на столбах на надвигной части и в междупутьях путевых пучков. В сортировочных парках, парках прибытия, на путях надвига и т. д. устанавливаются наружные рупорные громкоговорители типа РД-10 (в старых установках) и типа Р-10 (в современных установках).

Типовая принципиальная схема включения устройств



Условные обозначения:

Динамический громкоговоритель 0,25 Вт

Динамический громкоговоритель 10 Вт

Угольный микрофон

Динамический микрофон с усилителем



Колонка радиосвязи



Усилительная и коммутационная аппаратура радиопути

Фиг. 337. Примерная схема размещения устройств громкоговорящей связи на сортировочной горке

Электрические данные динамиков

Т а б л и ц а 25С

Тип	Мощность в Вт	Ширина полосы воспроиз- водимых частот в Гц	Частотные искажения в дБ	Среднее звуковое да- вление на расстоянии 1 м при мощности 0,1 Вт в бар	Коэффициент нелиней- ных искажений в %	Входное сопротив- ление в Ом	Подводи- мое на- пряжение в В	Мощность постоянно- го тока для под- магничивания в Вт	Примечание
ДАГ-1 . . . .	0,25	150÷6 000	20	2,3	7	—	15/30	—	Снят с производства Выпускается взамен РД-10. Вес 6 кг Снят с производства Выпускается взамен РД-100. Вес 50 кг
ГДМ-0,25 . . .	0,25	100÷6 000	15	3,2	6,5	4 000	30	—	
ГДМ-0,5 . . . .	0,5	100÷6 000	10	3,4	1,5	1 400	30	—	
Д-2 . . . . .	0,25	80÷7 000	—	—	—	—	30	—	
РД-10 . . . . .	10	200÷3 500	16	6	15	—	—	15	
Р-10 . . . . .	10	250÷4 000	20	6	10	360/1 440/ 5 760	60/120/ 240	—	
РД-100 . . . .	100	200÷3 200	20	5	—	—	—	57	
Р-100 . . . . .	100	200÷3 000	20	12	10	360/1 440/ 5 760	60/120/ 240	—	



Т а б л и ц а 257

Параметры микрофонов

Тип	Рабочий диапазон частот в гц	Выходной уровень в дб	Чувствительность холостого хода в мв/бар	Выходное сопротивление в ом	Расстояние исполнителя от микрофона в м	Направленность	Назначение
Динамический МД-30 . . . . .	50÷10 000	-72	1,0	200÷600	—	Круговая	Радиевещательные студии
То же МД-32 . . . . .	50÷10 000	-73	0,35	600	0,5	То же	Студийные и внестудийные передачи
» » МД-33 . . . . .	250÷7 000	-78	0,1	600	—	Односторонняя	Служебная связь в условиях шума
Ленточный МЛ-10 . . . . .	50÷10 000	-75	0,3	600	0,9÷1	Двусторонняя	Студийные передачи
То же МЛ-11 . . . . .	50÷10 000	-80	0,16	600	0,9÷1	Односторонняя	То же
» » МЛ-5 . . . . .	50÷10 000	-60	0,16	250÷600	0,9÷1,2	Двусторонняя	—
Динамический СДМ . . . . .	50÷8 000	—	0,25	200÷600	—	Односторонняя	Радиотрансляционные передачи речи и музыки
То же РДМ . . . . .	100÷5 000	—	0,25	200÷600	—	То же	Передача речи

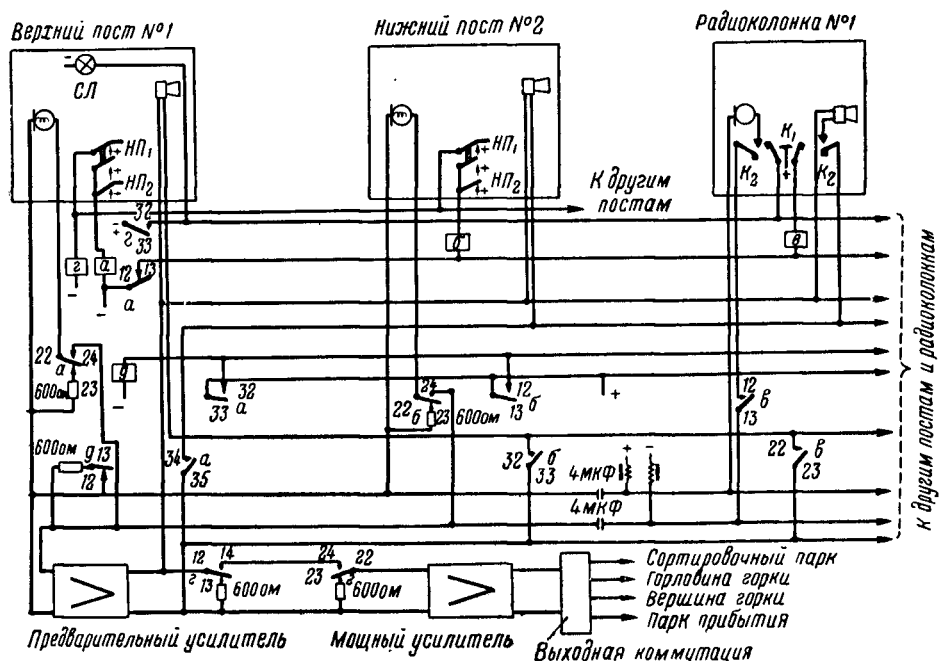
громкоговорящей связи и приведена на фиг. 338. Для односторонней передачи в парки с верхнего поста оператор последнего должен нажать педаль *НП-1*. Тогда к выходу предварительного усилителя подключается линия громкоговорителей постов и колонок и вход мощного усилителя, питающего сеть наружных рупорных громкоговорителей. При этом нижние посты и радиоколонки лишаются возможности вступить в разговор.

Когда связь свободна, то нижний пост может, нажимая педаль *НП-1*, осуществлять

одностороннюю передачу в парки, причём эта передача может быть прервана верхним постом нажатием педали *НП-1*.

Для ведения двусторонних переговоров на постах нажимаются при разговоре педали *НП-2* (причём также сохраняется преимущественное положение верхнего поста), а на радиоколонках — кнопки *К<sub>2</sub>* (с арретиром) и *К<sub>1</sub>* (без арретира).

В разговорном тракте при двусторонней связи участвует лишь предварительный усилитель радиоузла. При передаче с верхнего



Фиг. 338. Типовая принципиальная схема включения устройств громкоговорящей связи на сортировочной горке

поста слушают все работники горки, а при передаче с любого другого поста или радиоколонки слушает лишь верхний пост.

В случае вызова со стороны радиоколонки во время ведения двусторонних переговоров между постами на верхнем посту зажигается сигнальная лампа СЛ.

Для управления в схеме используются реле КДР сопротивлением 435 ом, которые размещаются на верхнем посту.

### Усилительная аппаратура

В качестве усилительных устройств в аппаратных громкоговорящей связи применяется стандартная усилительная аппаратура, выпускаемая для оборудования радиотрансляционных узлов.

Все эти устройства предусматривают возможность трансляции радиопередач, передачи из студии от микрофона, передачи граммофонной записи и трансляции из клубов, театров и т. д. В случае распорядительной связи на горках и в парках используется лишь передача через микрофон.

Основные технические данные наиболее широко распространённых установок приведены в табл. 258.

Ниже приводятся основные характеристики установок типа ТУПТ-2, ВУО-500-3 и ТУ-500-2, получивших наибольшее распространение в устройствах распорядительной связи (установки ТУПТ-2 и ВУО-500-3 выпускались до 1941 г., но работают на ряде узлов и в настоящее время).

Установка типа ТУПТ-2 — трансляционная установка с питанием от сети переменного тока. Технические данные установки приведены в табл. 258. На схеме (фиг. 339) указаны следующие основные узлы установки:

маторный усилитель напряжения на лампе ПО-119, третий — усилитель мощности, состоящий из двух блоков с отдельными выходами. Каждый блок мощностью 5 вт работает по двухтактной схеме на двух лампах УО-186;

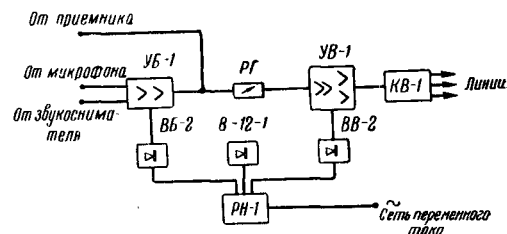
ВВ-2 — двухполупериодный выпрямитель на кенотроне ВО-188;

В-12-1 — купроксный выпрямитель, питающий цепи сигнализации и микрофоны;

РН-1 — регулятор напряжения (секционированный трансформатор);

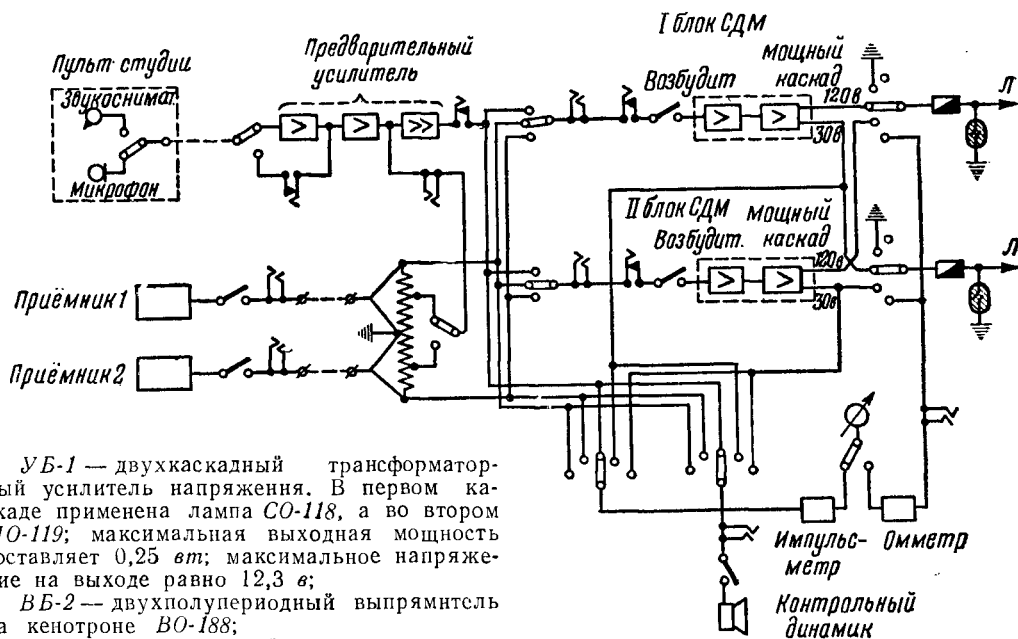
РГ — регулятор громкости;

КВ-1 — панель выходной коммутации.



Фиг. 339. Скелетная схема установки типа ТУПТ-2

Оконечный усилительный блок типа ВУО-500-3 конструктивно объединяет в одном металлическом трёхстенном шкафу усилитель мощностью 500 вт, работающий на четырёх лампах ГМ-60 (М-600) или М-800, и трёхфазный выпрямитель к нему на трёх кенотронах В-27-800. Предусмотрен также режим работы усилителя с выходной мощностью 200 вт на двух лампах тех же типов.



Фиг. 340. Скелетная схема установки типа ТУ-500-2

УБ-1 — двухкаскадный трансформаторный усилитель напряжения. В первом каскаде применена лампа СО-118, а во втором ПО-119; максимальная выходная мощность составляет 0,25 вт; максимальное напряжение на выходе равно 12,3 в;

ВВ-2 — двухполупериодный выпрямитель на кенотроне ВО-188;

УВ-1 — трёхкаскадный усилитель; первый каскад — дроссельный усилитель напряжения на лампе ПО-119, второй — трансфор-

Таблица 258

Параметры усилительной аппаратуры

Название установки	Мощность зву- ковой частоты на выходе в Вт	Напряжение зву- ковой частоты на выходе в В	Полоса частот в Гц	Неравномерность частотной характе- ристики в дБ	Коэффициент нели- нейных искажений в %	Динамический диапазон в дБ	Нормальное напря- жение на входе		Напряжение питающей сети в В	Мощность, потреб- ляемая от сети, в кВт	Конструктивное оформление и размеры	Преимущественное применение на транспорте
							микро- фонный вход в мВ	звукосни- матель- ный вход в мВ				
ТУПТ-2 . . .	10	30	60 ÷ 10 000	3,5	3 ÷ 4	—	3,2	—	120, 220	0,3	Стойка: высота 2 000 мм, ширина 530 мм	Как предварительный уси- литель к ВУО-500-3
ВУО-500-3 .	500	120, 240	60 ÷ 8 000	2,5	6	—	Напряжение на вхо- де 55 В подается от предварительного усилителя		110, 220	4	Шкаф: высота 1 835 мм, ширина 1 340 мм, глу- бина 1 305 мм	Большие вокзалы, сортиро- вочные станции
УК-50 . . . .	50	15, 30, 120	50 ÷ 10 000	3	4	35 ÷ 55	1	100	110, 127, 220	0,3	Ящик 1 000 × 500 × 500 мм	Пассажиры поездов (ста- рое оборудование), клубы
УК-300-М .	300	30, 120	90 ÷ 10 000	6 ÷ 10	8	—	0,4 ÷ 1	35 ÷ 80	110, 127, 220	1,2	Три блока 530 × 350 × 320 мм и линейный щит 480 × 300 × 110 мм	Крупные вокзалы, радио- узлы железнодорожных поселков
ТУ-500-2 . .	500	30, 120	80 ÷ 8 000	3	5	40	0,5	—	120, 220	1,6	Две стойки: высота 2 000 мм, ширина 530 мм	Большие вокзалы, сортиро- вочные станции
КТУ-50с . . .	50	30, 120	50 ÷ 10 000	3	4	35 ÷ 55	0,8	150	110, 127, 220	0,4	Ящик 900 × 400 × 400 мм	Пассажиры поездов (вме- сто КТУ-50с может быть установлена аналогичная аппаратура МГСРТУ-50 А)
МРТУ-100 .	100	30, 120	100 ÷ 6 000	4	10	—	1	200	110, 127, 220	—	Стойка: высота 830 мм, ширина 525 мм, глу- бина 350 мм	Небольшие и средние вок- залы, радиоузлы поселков

Технические данные блока приведены в табл. 258. Режимы работы блока указаны в табл. 259.

Таблица 259

Режимы работы усилительного блока  
типа ВУО-500-3

Наименование величины, характеризующей режим работы	При выходной мощности	
	200 вт	500 вт
Анодное напряжение в в .	4 250	4 250
Анодный ток покоя в ма .	190	380—390
То же при работе в ма . .	210	420
Напряжение накала усилителя в в . . . . .	14,5÷15	16÷17
То же, выпрямителя в в .	16÷17	16÷17

Установка типа ТУ-500-2 — стационарная аппаратура трансляционного узла мощностью 500 вт (фиг. 340), выпущена в 1945 г. Технические данные установки приведены в табл. 258.

Основными элементами установки являются:

Предварительный усилитель — четырёхкаскадный. Первые три каскада — реостатные усилители на лампах 6Ф5 или, в новом варианте, на лампах 6Ж7; четвёртый каскад — трансформаторный усилитель на лампе 6П3С, включённой триодом (экранная сетка соединена с анодом).

Возбудитель, работающий на двух лампах 6П3С по схеме с катодным выходом, применённой для уменьшения коэффициента нелинейных искажений и повышения устойчивости работы усилителя.

Мощный каскад работает по двухтактной схеме на двух лампах М419, которые могут быть заменены лампами ГКЭ-100 (при этом выходная мощность понижается на 25÷30%).

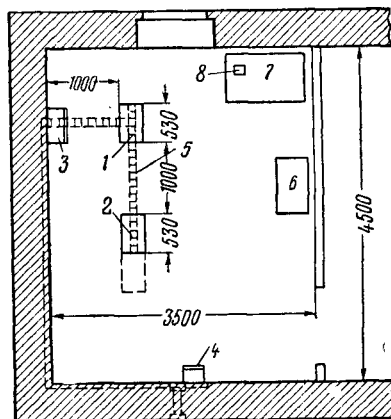
Выпрямители для питания предварительного усилителя и возбудителя работают на кенотронах 5Ц4С, а выпрямитель для питания мощного каскада — на двух газотронах ВГ-129.

Режим мощного каскада: анодное напряжение 1500÷1700 в; анодный ток покоя одного плеча при лампах ГКЭ-100 — 80÷110 ма и при лампах М-419 — 50÷80 ма; наибольший общий анодный ток при номинальной мощности составляет 500÷600 ма

#### Размещение аппаратуры звукофикации гор и парков

Усилительная аппаратура размещается в непосредственной близости от распорядительного поста или в цокольном этаже самого поста (фиг. 341).

Кабинет дежурного по горке или оператора, откуда ведутся переговоры, как правило, не подвергается специальной акустической обработке, так как при распорядительной связи важна лишь полная разборчивость речи, а не художественная передача её.



Фиг. 341. Примерный план размещения аппаратуры типа ТУ-500-2: 1—стойка предварительного усилителя, коммутации и измерений СПК; 2—стойка возбудителя и мощного усилителя СДМ; 3—релейный щиток; 4—силовой щиток; 5—кабель; 6—шкаф; 7—стол механика; 8—телефонный аппарат

#### Озвучение железнодорожных путевых парков

Метод расчёта количества громкоговорителей и их размещения при озвучении открытых площадок приведён ниже, в разделе «Оповестительная вокзальная связь». Практически при проектировании озвучения путевых парков можно исходить из следующей обоснованной расчётом и проверенной в реальных условиях нормы: один громкоговоритель типа Р-10 обеспечивает нормальное озвучение площади 5 000÷6 000 м² при установке на столбе на высоте 6 м при угле наклона оси громкоговорителя к вертикали, равном 72°.

#### Трансляционные линии

Для передачи звуковой энергии от аппаратуры к громкоговорителям используются кабельные линии и двухпроводные воздушные линии из стальных проводов диаметром 2, 3 и 4 мм.

Расчёт линии ведётся для частоты 400—600 гц и сводится к определению входного сопротивления, мощности и напряжения в начале линии.



Фиг. 342. Схема трансляционной линии

Для схемы фиг. 342, на которой через  $z_a$ ,  $z_b$  и  $z_c$  обозначены сопротивления громкоговорителей или групп их, а через  $l_1$ ,  $l_2$  и  $l_3$  — длины отдельных участков линий, приближённый ход расчёта линии следующий. Если сопротивление единицы длины линии обозначить через  $z_0 = r + j\omega L$  и пренебречь утеч-

кой в линии (что вполне допустимо, так как проводимость утечки на коротких участках — между громкоговорителями во много раз меньше входной проводимости громкоговорителей), то сопротивление и затухание участков линии будет:

$$\begin{aligned} z_1 &= z_0; & b_1 &= 0; \\ z_2 &= z_1 + z_0 l_1; & b_2 &= \frac{1}{2} \ln \frac{z_2}{z_1} + b_1; \\ z_3 &= \frac{z_2 z_b}{z_2 + z_b}; & b_3 &= \frac{1}{2} \ln \frac{z_3}{z_2} + b_2; \\ z_4 &= z_3 + z_0 l_2; & b_4 &= \frac{1}{2} \ln \frac{z_4}{z_3} + b_3; \\ z_5 &= \frac{z_4 z_c}{z_4 + z_c}; & b_5 &= \frac{1}{2} \ln \frac{z_5}{z_4} + b_4; \\ z_6 &= z_5 + z_0 l_3; & b_6 &= b_5 + \frac{1}{2} \ln \frac{z_6}{z_5} + b_5. \end{aligned}$$

Мощность, потребляемая магистралью,

$$P_H = \frac{U_K^2}{z_1} e^{2b_H}.$$

Напряжение на выходе усилителя

$$U_H = \sqrt{P_H z_H}.$$

Чтобы громкоговорители в начале магистрали (если таковые имеются) не были перегружены, должно соблюдаться условие

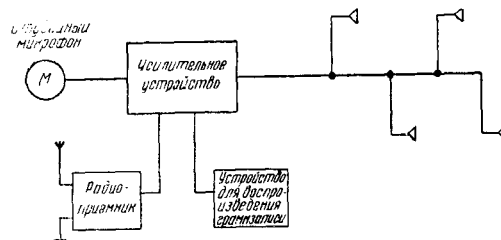
$$U_H \leq 2U_K.$$

В реальных условиях громкоговорящей связи посты и радиоколонки связываются между собой кабелем СОБ, а к группам рупорных громкоговорителей звуковая частота подводится воздушными проводами.

#### Оповестительная вокзальная связь

Оповестительная вокзальная связь предназначена для железнодорожной информации пассажиров, находящихся в пределах вокзала, и культурного обслуживания их. Поэтому она должна обеспечивать не только достаточную артикуляцию речи, но и художественное воспроизведение вещания в граммофонной записи

Устройства этой связи (фиг. 343) включают студийное оборудование, трансляционный узел с радиоприёмником, устройством для воспроизведения граммофонной записи, усилительной аппаратурой и вещательной сетью.



Фиг. 343. Схема оповестительной вокзальной связи

В качестве трансляционных установок для звукофикации вокзалов наиболее широко применяют установки типов МРТУ-100 и УК-300-М.

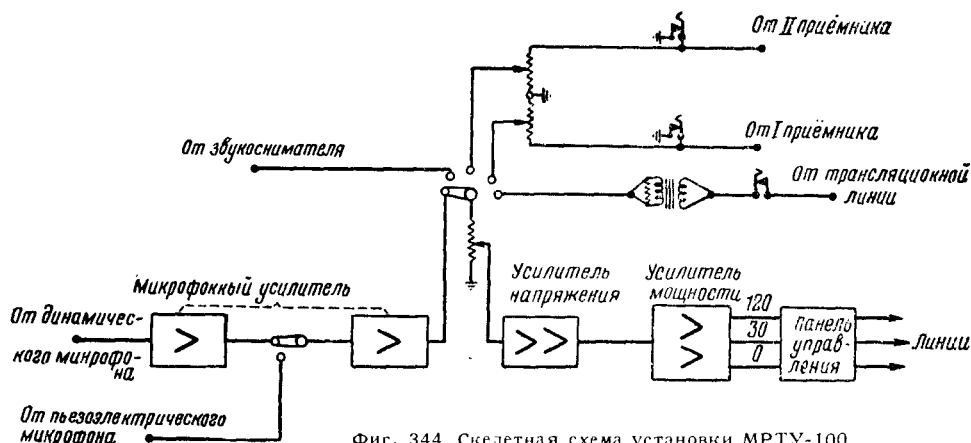
Установка типа МРТУ-100 (радиотрансляционное устройство мощностью 100 вт, фиг. 344) смонтирована на стойке.

Микрофонный усилитель имеет два реостатных каскада, работающих на лампах 6К3. Коэффициент усиления обеих ступеней около 400.

Усилитель напряжения двухкаскадный, на двух лампах 6Н7. Первый каскад — фазопереворачивающий, второй — двухтактный усилитель с трансформаторным выходом, являющийся возбудителем оконечного каскада. Вход усилителя напряжения имеет чувствительность 0,2 в.

Усилитель мощности работает на четырёх лампах 6П3С по двухтактной схеме. Вход и выход усилителя трансформаторные, причём выходной трансформатор рассчитан на напряжения при нагрузке 120 и 30 в. Усилитель имеет цепь отрицательной обратной связи.

Выпрямитель установки содержит выпрямитель питания анодных цепей оконечного каскада, работающий по двухполупериодной схеме на трёх соединённых параллельно кенотронах 6Х-188, выпрямитель питания экранных цепей оконечного каскада и анодных цепей предварительных каскадов на кенотроне 6Х-188 и выпрямитель для подачи

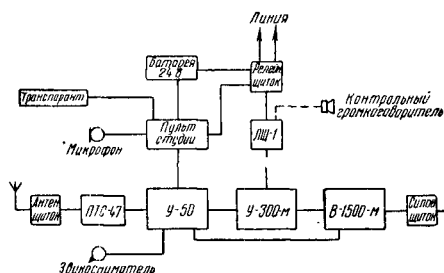


Фиг. 344. Скелетная схема установки МРТУ-100

смещения на сетки оконечного каскада на лампе 6Х6.

**Установка типа УК-300-М** (выпуска 1946 г.). Технические данные установки приведены в табл. 258.

Установка включает (фиг. 345) усилитель типа У-50, оконечный усилитель типа У-300-М,



Фиг. 345. Скелетная схема радиоузла, оборудованного установкой УК-300-М

выпрямитель типа В-1500-М, линейный щиток типа ЛЩ-1, комплект соединительных кабелей и запасные части.

Усилитель типа У-50 состоит из двух блоков. Блок предварительного усиления содержит два независимых микрофонных реостатных усилителя на лампах 6Ж7 и последующий реостатный усилитель на двойном триоде 6Н7. Мощный блок имеет три каскада. Первый каскад на лампе 6Н7 — фазоинвертирующий, второй, также на лампе 6Н7, — двухтактный трансформаторный усилитель. Третий каскад на четырёх лампах 6П3С — двухтактный оконечный усилитель с отрицательной обратной связью. Усилитель типа У-50 включает также выпрямитель на трёх кенотронах 5Ц4С.

Усилитель типа У-300-М работает по двухтактной схеме с отрицательной обратной связью на четырёх лампах ГХЭ-100, используемых как триоды (экранированные и управляющие сетки соединены между собой).

Выпрямитель типа В-1500-М работает на двух газотронах ВГ-129.

Типовая схема размещения оборудования узла приведена на фиг. 346.

### Студия

Качество передачи, ведущейся из студии, в значительной степени определяется размерами студии и её внутренней отделкой. Площадь студии для передачи речи и граммофонной записи должна составлять  $10 \div 20 \text{ м}^2$ . Большое значение имеет время стандартной реверберации студии, т. е. время, в течение которого сила звука спадает на 60 дБ по сравнению с первоначальным значением. Слишком малая реверберация делает звук безжизненным, чрезмерно большая создаёт впе-

чатление гулкости, переходящей в эхо. Оптимальное время стандартной реверберации для небольших студий объёмом до  $100 \text{ м}^3$  равно  $0,4 \div 0,5 \text{ сек.}$

Подсчёт реверберации можно произвести по формуле

$$T_{60} = \frac{0,16 V}{\sum \alpha_n S_n},$$

где  $T_{60}$  — время стандартной реверберации в сек.;

$V$  — объём помещения в  $\text{м}^3$ ;

$S_1, S_2, \dots, S_n$  — площади отдельных участков внутренней поверхности студии в  $\text{м}^2$ ;

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  — коэффициенты звукопоглощения отдельных участков студии на 1  $\text{м}^2$ ; значения коэффициентов звукопоглощения приведены в табл. 260.

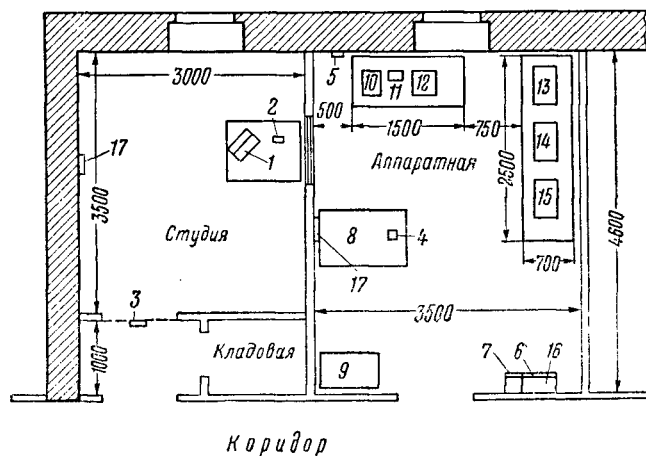
Звукоизоляция студии от соседних помещений должна быть около  $40 \div 45 \text{ дБ}$ , уровень шумов в студии допускается не выше 17 дБ.

Обычно в студии устанавливается микрофон типа РДМ (табл. 257) с усилителем типа МУ-1.

Окна и двери в студии завешивают драпировкой. Студия должна иметь связь с аппаратной и с дежурным по станции. В небольших установках диктор сам с пульта включает и выключает аппаратуру.

### Размещение громкоговорителей

Размещение громкоговорителей и выбор их мощности определяются необходимостью



Фиг. 346. Типовая схема размещения оборудования радиоузла с установкой УК-300-М:

1—пульт студии; 2—динамический микрофон; 3—транспарант студии; 4—телефонный аппарат; 5—антенный щиток; 6—релейный щиток; 7—силовой щиток; 8—стол механика; 9—шкаф; 10—приёмник ПТС-47; 11—выпрямитель к приёмнику; 12—граммофонное устройство; 13—усилитель У-50; 14—усилитель У-300-М; 15—выпрямитель В-1500-М; 16—линейный щит ЛЩ-1; 17—электросеть

Таблица 260

## Значения коэффициентов звукопоглощения

Объекты поглощения	Коэффициент поглощения $\alpha_n$ на 1 м <sup>2</sup> при частоте 512 гц
Кирпичная стена . . . . .	0,032
Кирпичная стена окрашенная . .	0,017
Стекло . . . . .	0,027
Линолеум на твердой подстилке . .	0,030
Бетон . . . . .	0,015
Штукатурка на деревянной решётке . . . . .	0,034
Деревянная обшивка . . . . .	0,061
Ковры обыкновенные . . . . .	0,2
Шторы, занавески, драпировка . .	0,23
Человек, находящийся отдельно от других . . . . .	0,48
Стул из ясеня . . . . .	0,017
Кресло с кожаной обивкой . . . .	0,28

создать достаточное с точки зрения разборчивости передачи перекрытие полезным сигналом уровня шумов, а также избежать явления эхо.

Уровень шумов на территории вокзала характеризуется величинами, сведёнными в табл. 261, а качественные показатели, которыми следует руководствоваться при проектировании, указаны в табл. 262.

Таблица 261

## Уровень шумов на территории вокзала

Наименование помещения или участка территории вокзала	Средний уровень шумов в дб
Платформы . . . . .	60÷80
Привокзальные площадки . . . . .	70÷85
Вестибюли, залы ожидания, рестораны . . . . .	50÷70
Служебные помещения . . . . .	45÷50

Таблица 262

## Качественные показатели озвучения вокзалов в дб

Наименование показателей	Платформы и площадки	Помещения
Средний уровень громкости передачи . . . . .	75÷80	70÷75
Динамический диапазон передачи . . . . .	15÷20	15÷20
Превышение полезного сигнала над уровнем шумов	5÷10	5÷10
Превышение сигнала над уровнем эхо . . . . .	10	10
Артикуляция . . . . .	Не менее 60÷65%	Не менее 75%

Заданный уровень громкости в закрытых помещениях на основании данных Института радиоприёма и акустики (ИРПА) достигается при установке громкоговорителей, исходя из нормы: один громкоговоритель мощностью 0,5 Вт (например типа ГДМ) на каждые

20÷25 м<sup>2</sup> площади пола. Громкоговорители рекомендуется устанавливать на высоте 3 м от пола.

В небольших служебных помещениях устанавливают по одному конусному громкоговорителю мощностью 0,25 Вт.

Для озвучения пассажирских платформ и привокзальных площадок пользуются рупорными динамическими громкоговорителями с постоянным магнитом типа Р-10. В расчёт озвучения платформ и площадок входит определение числа громкоговорителей, высоты и угла их подвеса, места подвеса и направления максимального излучения.

Исходными данными для расчёта служат план площади, подлежащей озвучению, и параметры предполагаемых к установке громкоговорителей.

Примерный порядок расчёта следующий. Пользуясь табл. 262, определяют требуемый уровень громкости передачи  $L$  и соответствующее ему звуковое давление из соотношения

$$L = (20 \lg p + 74) \text{ дб},$$

где  $p$  — звуковое давление в б.

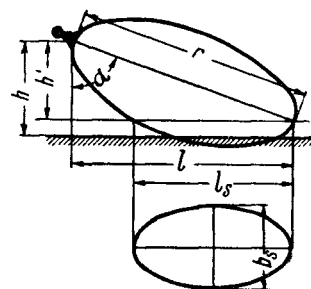
Затем находят расстояние  $r$  (фиг. 347), на котором выбранный громкоговоритель обеспечит требуемую громкость:

$$r = r_1 \frac{p_1}{p} \sqrt{\frac{P}{P_1}} \text{ м},$$

где  $p_1$  — среднее звуковое давление в б, создаваемое данным громкоговорителем на расстоянии  $r_1$  метров при условной расчётной мощности  $P_1$  Вт (по паспортным данным). Величина  $p_1$  при  $r_1 = 1$  м и  $P_1 = 0,1$  Вт для различных типов громкоговорителей приведена в табл. 256;

$p$  — требуемое звуковое давление в б;

$P$  — фактическая мощность выбранного громкоговорителя в Вт.



Фиг. 347. Диаграмма излучения громкоговорителя

Высота подвеса громкоговорителей  $h$  выбирается, исходя из местных архитектурных условий, в пределах 5÷10 м (реже до 15 м).

Угол подвеса  $\alpha$  (угол между вертикалью и осью громкоговорителя) находят из соотношения

$$\cos \alpha = \frac{h'}{r},$$

где  $h' = h - 1,6$  м (учитывая, что средний рост слушателей приблизительно равен 1,6 м).

Диаграмма направленности рупорного громкоговорителя может быть аппроксимирована эллипсоидом, и тогда озвучаемая им площадь представляет собой эллипс, оси которого с достаточной точностью определяются из выражений:

$$l_s = \frac{l(1 - e^2)}{1 - e^2 \sin^2 \alpha}$$

и

$$b_s = \frac{l(1 - e^2)}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \alpha}},$$

где  $l \approx r$ , причём  $r$  уже определено ранее;  $e$  — эксцентриситет диаграммы направленности рупорного громкоговорителя (для громкоговорителей типа Р-10  $e \approx 0,9$ );

$\alpha$  — угол между вертикалью и направлением оси громкоговорителя.

Площадь озвучаемого эллипса

$$S_s = \frac{\pi l_s b_s}{4} = \frac{\pi l^2 (1 - e^2)^2}{4 (1 - e^2 \sin^2 \alpha)^{3/2}}.$$

Практически можно считать, что озвучаемая площадь представляет прямоугольник со сторонами  $l_s$  и  $b_s$ , площадь которого

$$S = l_s b_s.$$

Зная длины сторон и площадь озвучаемого прямоугольника и располагая планом подлежащей озвучению площади, определяют необходимое количество громкоговорителей и их расположение.

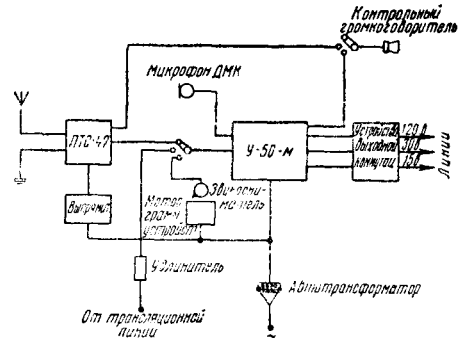
**Линейные устройства.** Расчёт вещательной сети может быть произведён аналогично расчёту трансляционной линии. Однако при небольших длинах трансляционных линий на вокзалах можно без расчёта выбрать сечение проводов для магистралей  $1 \div 2,5 \text{ мм}^2$ , а подвод к отдельным громкоговорителям производить проводами  $0,75 \div 1 \text{ мм}^2$ . Для линейных цепей применяются кабели и провода СОБ 3  $\times$  1, СОГ, ТРВК, ПР, ПРГ и др. Провода должны быть перевиты и прокладываться в полутвёрдых резиновых трубах в штукатурке или при открытой проводке в газовых трубах  $1/2$ ,  $3/4$  и  $1''$ .

### Радиофикация пассажирских поездов

Для улучшения обслуживания пассажиров составы поездов дальнего следования оборудуются устройствами для трансляции вещательных станций и внутрипоездных передач в виде граммофонной записи и служебной информации. Для этого в отдельном купе вагона с поездной электростанцией, помещаемого в середине состава, оборудуется радиопункт, включающий трансляционный узел типа КТУ-50С, источники питания и вспомогательные устройства. Более старым оборудованием поездных радиопунктов является трансляционная установка типа УК-50, описываемая в следующем разделе. Все остальные вагоны состава оборудуются радиопроводкой и громкоговорителями.

**Трансляционный узел типа КТУ-50С** (фиг. 348) состоит из усилителя типа У-50М

мощностью 50 *вт*, приёмника типа ПТС-47, граммофонного мотора со звуконосителем, микрофона ДМК, сетевого автотрансформатора, контрольного громкоговорителя и выходного коммутационного устройства. Все элементы узла смонтированы в общем металлическом ящике размером 900  $\times$  400  $\times$  400 *мм*.



Фиг. 348. Скелетная схема трансляционного узла типа КТУ-50С

Усилитель типа У-50М имеет те же данные, что и описанный выше усилитель типа У-50, и лишь незначительно отличается от последнего по схеме.

**Приёмник типа ПТС-47** (приёмник трансляционный, сетевой, образца 1947 г.). Размеры приёмника: 235  $\times$  354  $\times$  267 *мм*. Приёмник потребляет 90 *вт*, номинальная выходная мощность 0,2 *вт* при коэффициенте нелинейности 5% во всей полосе звуковых частот. Полоса звуковых частот 100  $\div$  6 000 *гц* при неравномерности не более +2 *дб*, —3 *дб*. Он имеет шесть поддиапазонов: I — 2 000  $\div$  740 *м*; II — 560  $\div$  219 *м*; III — 75  $\div$  40 *м*; IV — 32,25  $\div$  30,6 *м*; V — 26,0  $\div$  24,8 *м*; VI — 20,3  $\div$  19 *м*.

Чувствительность на I и II поддиапазонах не ниже 60 *мкв*, на остальных поддиапазонах — не ниже 40 *мкв*.

В приёмнике используется следующий комплект ламп: 6К3 — 3 шт.; 6А7 — 1 шт.; 6Х6 — 1 шт.; 6Ф5 — 1 шт.; 6Ф6 — 2 шт.; 6Е5с — 1 шт.

Выпрямитель к приёмнику поставляется в виде отдельного блока размером 188  $\times$  148 *мм*, работает на кенотроне 5Ц4С.

Почти ничем не отличаются от установки типа КТУ-50С установки типа МГСРТУ-50 и МГСРТУ-50А (малогабаритная стационарная радиотрансляционная установка мощностью 50 *вт*), выпускаемые в настоящее время промышленностью. Кроме того, промышленностью выпускаются установки типа МГСРТУ-100 и МГСРТУ-100А мощностью 100 *вт*, которые отличаются от 50-*вт* установок наличием двух отдельных 50-*вт* оконечных каскадов. Установки типа МГСРТУ-100 пригодны для радиофикации посёлков, клубов, вокзалов.

**Питание поездного трансляционного узла** осуществляется от подвагонной аккумуляторной батареи вагонной электростанции через однокорный преобразователь постоянного тока в переменный типа АПН-10, потребляющий



от батареи с напряжением 50 в при нормальной нагрузке ток около  $10 \div 11$  а и дающий при этом переменное напряжение около 120 в с частотой 50 гц при 1 500 оборотах в минуту. Преобразователь имеет защитные фильтры для подавления помех радиоприёму.

Два преобразователя — действующий и резервный — устанавливаются в ящиках под вагоном. В радиопункте устанавливается пусковой контрольный щиток с вольтметрами постоянного и переменного тока, пусковым реостатом типа РЗВ, предохранителями и переключателями.

Прокладка силовых цепей производится проводом ПРГ  $500 \times 2,5$  мм<sup>2</sup> в газовых трубах.

**Оборудование радиопункта и вагона с радиопунктом.** Установка типа КТУ-50С располагается в купе радиопункта на специальном столе на амортизаторах из микропористой резины. Пусковой контрольный щиток устанавливается на стенке купе. Кроме того, в радиопункте должно иметься следующее вспомогательное оборудование: комплект граммофонных пластинок не менее 100 шт., переносные измерительные приборы, запасные части, монтажные материалы и инструменты. В поездах сибирского направления предусматривается установка резервного узла типа КТУ-50С. На крыше вагона с радиопунктом монтируется на специальных кронштейнах однолучевая приёмная антенна из антенного канатика или медного провода с экранированным вводом и устанавливаются два громкоговорителя типа Р-10 в ящиках. Генератор типа РД-2Б вагонной электростанции должен защищаться фильтрами, обеспечивающими ослабление помех в  $5 \div 200$  раз (в зависимости от длины волны принимаемых станций). В случае применения преобразователя типа АПН-10 старого выпуска, не имеющего защитных фильтров, все зажимы его для подавления помех рекомендуется соединять с корпусом машины конденсаторами по 0,5 мкф.

**Поездная трансляционная сеть.** В пассажирских вагонах как открытого типа, так и купированных устанавливаются в проходах под потолком по два или три динамических громкоговорителя (табл. 256), подключаемых к трансляционной сети через штепсельные розетки. В некоторых купированных вагонах громкоговорители устанавливаются в купе.

Прокладку звуковых цепей в вагонах рекомендуется производить проводом ПТРФ  $2 \times 1,5$  мм<sup>2</sup> (в свинцовой оболочке) или проводом ПВД  $2 \times 1,5$  мм<sup>2</sup> с покрытием проводки деревянными планками.

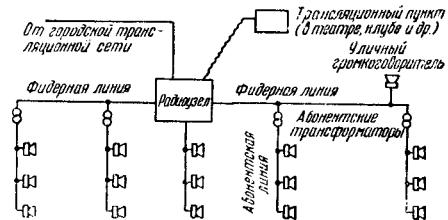
Междувagonные соединения осуществляются посредством штепсельных соединителей проводом ПРГ-500  $1 \times 1,5$  мм<sup>2</sup> в резиновой трубе или проводом ШРПС  $2 \times 0,75$  мм<sup>2</sup>.

### Радиовещание на транспорте

Целью радиовещания на транспорте является политическое и культурное обслуживание железнодорожников и их семей. Для этой цели в железнодорожных посёлках оборудуются радиотрансляционные сети (фиг. 349) и узлы.

Радиотрансляционные линии делятся на абонентские и фидерные. Первые служат для

непосредственного питания абонентских громкоговорителей, причём нормальное напряжение в начале абонентской линии составляет 30 в. Фидерные линии служат для питания абонентских линий, которые подключаются к фидерным через понижающие линейные



Фиг. 349. Схема радиотрансляционной сети

трансформаторы, причём напряжение в фидерных линиях берётся равным 120 или 240 в.

В небольших посёлках при малом числе громкоговорителей строятся однозвенные трансляционные сети, содержащие лишь абонентские линии, питаемые непосредственно от радиоузла.

Типовой абонентский трансформатор имеет мощность 10 в и рассчитан на подключение не более 40 громкоговорителей.

Минимальное напряжение в конце абонентской линии должно быть 19 в. Чтобы обеспечить это требование, число абонентских громкоговорителей, включаемых в стальную линию длиной 1 км, не должно превышать 72 шт. при диаметре проводов 2 мм, 102 шт. при диаметре проводов 3 мм и 136 шт. при диаметре проводов 4 мм.

При длине основной линии, не равной 1 км, указанное количество громкоговорителей нужно разделить на число, выражающее фактическую длину линии в километрах. Указанные цифры нагрузки относятся к нагрузке линии громкоговорителями различных типов. Если все громкоговорители электромагнитные, то допустимая нагрузка увеличивается в 2 раза; если все громкоговорители электродинамические, то уменьшается в 1,5 раза.

Биметаллические провода допускают нагрузку приблизительно в 5 раз большую, чем стальные.

Радиотрансляционные линии строятся в соответствии с Правилами по устройству сетей проводного вещания (Связьиздат, 1941 г.). Наряду с материалами, применяемыми при строительстве телеграфно-телефонных линий, на трансляционных линиях применяются изоляторы ШО-16, ШО-12 и РФ-5, крюки типов КР-10 и КР-8, трансформаторы и ограничительные перемычки сопротивлением 400 — 600 ом при соединении проводов абонентского ввода с линейными проводами.

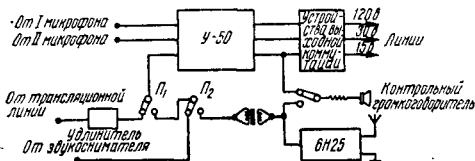
Нормальное входное сопротивление абонентской линии на частоте 400 гц определяется по формуле

$$Z = \frac{7000}{N} \text{ ом,}$$

где  $N$  — число абонентских точек, включённых в линию.

Радиотрансляционный узел оборудуется усилительной аппаратурой, тип которой выбирается в зависимости от нагрузки трансляционной сети (табл. 258). При радиофикации небольших посёлков широкое применение нашла установка типа УК-50, описываемая ниже. Основным видом трансляционного радиоприёмника является приёмник типа ПТС-47, однако временно на узлах используются также вещательные приёмники других типов.

**Установка типа УК-50** — установка клубная, мощностью 50 вт (фиг. 350) состоит из



Фиг. 350. Скелетная схема установки типа УК-50

усилителя типа У-50, описанного ниже приёмника типа 6Н-25 («Восток»), двух микрофонов СДМ, граммофонного мотора МС-1 со звуко-снимателем, контрольного громкоговорителя АД-0,25 или ДАГ и упрощённого коммутатора выхода.

**Приёмник типа 6Н-25 («Восток»)** выпуска 1946 г. — всеволновый супергетеродин. Размеры приёмника 600 × 350 × 260 мм. Потребляемая мощность 90 вт, выходная мощность 3,5 вт при коэффициенте целинейности 10%. Полоса звуковых частот 100 ÷ 4 000 гц при неравномерности не более ±6 дб.

Диапазон волн приёмника: длинные волны 2 000 ÷ 750 м, средние волны 545 ÷ 200 м,

короткие волны — два растянутых поддиапазона: 50,8 ÷ 30,4 м и 26 ÷ 19,2 м. Чувствительность приёмника при выходной мощности 0,35 вт: на длинных и средних волнах 100 мкв, на коротких волнах 250 мкв. Избирательность не менее 20 дб при расстройке ±10 кц.

В приёмнике используется следующий комплект ламп: 6А8 — 1 шт., 6К3 — 1 шт., 6Г7 — 1 шт., 6Ф6 — 2 шт., 5Ц4С — 1 шт.

Студия и радиотрансляционное оборудование узла располагаются в соседних помещениях (фиг. 351).

**Радиофикация путей казарм и будок** представляет специфические трудности ввиду невозможности использования в них радиоприёмников с питанием от сети переменного тока. Поэтому радиофикация этих пунктов осуществляется в зависимости от местных условий одним из следующих способов:

1) установкой в них индивидуальных вещательных приёмников с питанием от сухих элементов и батарей (типа «Родина», «Искра»);

2) при расположении будок или казарм вблизи от радиотрансляционных узлов МПС или МС (до 5 км) к ним подвешиваются иногда специальные пары проводов, обеспечивающие питание громкоговорителей;

3) в некоторых случаях питание приёмников постоянного тока обеспечивается подачей энергии постоянного тока от ближайшей узловой станции. При этом для питания накала ставятся гасящие сопротивления или аккумуляторы;

4) при расположении на небольшом расстоянии (до 5 км) нескольких казарм или будок и при возможности подать в одну из них переменный ток, в последней устанавливается сетевой приёмник, дающий на выходе мощность 2 ÷ 3 вт, что обеспечивает питание маломощных громкоговорителей (до 4 ÷ 5 шт.), устанавливаемых в прочих будках.

## ПЕРЕДАЮЩИЕ И ПРИЁМНЫЕ РАДИОСТАНЦИИ

### Передающие радиостанции

Передающая радиостанция (фиг. 352) предназначена для передачи по радио телеграфных и телефонных сигналов приёмным радиостанциям.

Удаление передающей станции от городов, как правило, достигает 5 ÷ 60 км.

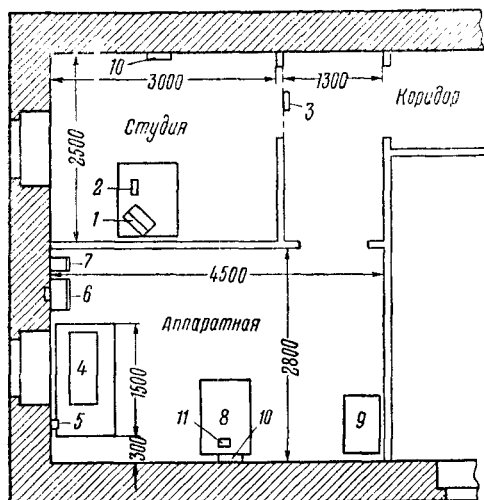
На технической территории передающей станции располагаются технические здания, антенны, трансформаторная подстанция, электростанция, нефтехранилища и технические склады.

Средние размеры технических территорий передающих станций указаны в табл. 263.

Таблица 263

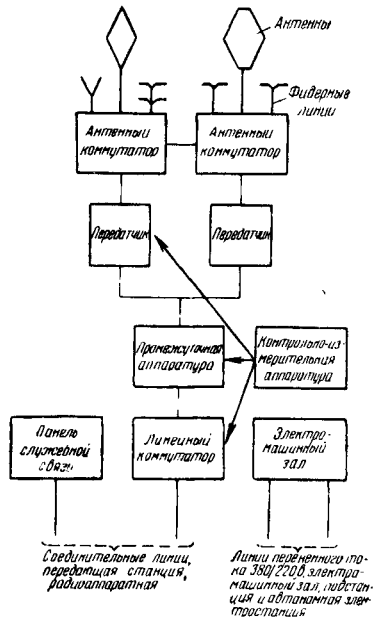
Средние размеры технических территорий передающих радиостанций

Наименование	Число антенн		Площадь в га
	РГД	РГ	
Крупная радиостанция	10	30	260 ÷ 340
Небольшая »	2	8	60 ÷ 90



Фиг. 351. Примерный план размещения оборудования на станции радиоузла мощностью 50 ÷ 100 вт: 1 — пульт студии; 2 — динамический микрофон; 3 — транспарант студии; 4 — комбинированный трансляционный узел типа УК-50-М (УК-50) или КТУ-100; 5 — антенный щиток; 6 — релейный щиток; 7 — силовой щиток; 8 — стол механика; 9 — шкаф; 10 — электрочасы; 11 — телефонный аппарат

На прилегающей к технической территории зоне размещаются пожарные и административно-хозяйственные здания.



Фиг. 352. Скелетная схема передающей радиостанции

**Антенное поле.** Большую часть технической территории занимает антенное поле. Суммарная площадь установленных антенн обычно составляет  $\frac{1}{3} \div \frac{1}{4}$  части антенного поля.

На передающих радиостанциях применяют направленные и ненаправленные антенны следующих типов: уголковые, вертикальные несимметричные и их разновидности, симметричные горизонтальные и их разновидности, сложные горизонтальные с рефлектором и без него и ромбические и их разновидности. Данные передающих антенн приведены в табл. 264.

При расположении антенны следует учитывать рельеф местности. Желательно антенны располагать на ровной площадке. Для уменьшения искажений диаграмм направленности и для сохранения нормального коэффициента усиления не рекомендуется сооружать другие антенны в пределах границ «свободных зон» (см. «Приёмные радиостанции»).

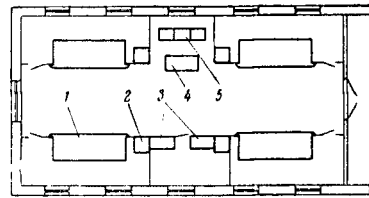
Фидерные линии, соединяющие передатчики с антеннами, обычно бывают двухпроводные воздушные длиной 300÷500 м с волновым сопротивлением 600 ом. Потери энергии в фидерной линии длиной 1 км, как правило, не превышают 3÷5%. Вводы фидерных линий в техническое здание рекомендуется выполнять воздушными.

Для согласования входного сопротивления антенн с волновым сопротивлением фидерных линий применяют экспоненциальные трансформаторы.

**Аппаратный зал** является центром технической эксплуатации. Площадь его обычно

бывает 40÷500 м<sup>2</sup> в зависимости от размера передающей станции, высота не менее 3—5 м.

Оборудование примерно занимает  $\frac{1}{3} \div \frac{1}{4}$  площади аппаратного зала (фиг. 353). Ширину



Фиг. 353. Расположение аппаратуры в аппаратном зале: 1—передатчик; 2—антенный коммутатор; 3—силовой распределительный щит; 4—пульт дежурного техника; 5—контрольно-коммутационная аппаратура

эксплуатационных проходов принимают 2÷3 м, технических 0,8÷1 м.

На небольших передающих станциях комплекс линейно-коммутационной и контрольно-измерительной аппаратуры, как правило, монтируется в аппаратном зале.

Аппаратный зал располагается иногда на первом, а чаще на втором этаже, над электрозалом и помещением с устройствами водяного охлаждения.

Освещение в аппаратном зале должно быть не менее 75 лк на панелях передатчиков и контрольно-коммутационной аппаратуре.

**Электроснабжение передающих радиостанций** осуществляется от электростанции и при аварии сети переменного тока от специально предусмотренных автономных электростанций. Энергия переменного тока с напряжением 3, 6, 10 кВ подается на трансформаторную подстанцию.

С трансформаторной подстанции и автономной электростанции энергия переменного тока напряжением 220/380 В подается на силовой распределительный щит, который обычно располагают в электромашином зале, а иногда в аппаратном зале (фиг. 354).

Потребление энергии передатчиками различных типов указано в табл. 265.

**Заземление** устраивается для приведения к нулевому потенциалу оболочек кабелей и корпусов аппаратуры.

Сопротивления заземления должны быть порядка 5÷10 ом.

**Трансляционные линии** (воздушные и кабельные) применяются для соединения передающей или приёмной радиостанции с радиоаппаратным залом. Воздушные линии на подходе к техническому зданию должны каблироваться.

Количество необходимых пар трансляционных линий определяется числом передатчиков передающей станции.

На небольших воздушных трансляционных линиях применяют стальные провода диаметром 5; 4; 3 и 2,5 мм. На более длинных линиях применяются медные или биметаллические провода диаметром 4; 3 и 2,5 мм.

Трансляционные кабели обычно имеют диаметр медных жил 0,8—0,9 мм.

**Жилищный комплекс.** Каждая передающая и приёмная радиостанция имеет свое



Т а б л и ц а 264

## Передающие антенны для радиосвязи

Длина магистралей в км	Минимально необходимый диапазон в м	Мощность передатчика в кет	Коэффициент усиления антенны	Антенны, удовлетворяющие данным требованиям
5 000 ÷ 10 000	15 ÷ 65	60	50 на волнах длиннее 50 м, допустимо снижение до 33	РГД 2 $\frac{65}{4}$ - 1 на оптимальную волну 22 м для диапазона 15 ÷ 35 м РГД 2 $\frac{65}{4}$ - 1 на оптимальную волну 40 м для диапазона 28 ÷ 65 м
3 000 ÷ 5 000	15 ÷ 65	15	53 на волнах длиннее 50 м, допустимо снижение до 32	РГД 2 $\frac{65}{4}$ - 1 на оптимальную волну 22 м для диапазона 15 ÷ 35 м РГД $\frac{65}{4}$ - 1 на оптимальную волну 40 м для диапазона 28 ÷ 65 м
1 500 ÷ 3 000	15 ÷ 65	15	27	РГД $\frac{65}{4}$ - 1 на оптимальную волну 20 м для диапазона 15 ÷ 39 м РГД $\frac{65}{4}$ - 1 на оптимальную волну 30 м для диапазона 32 ÷ 65 м
1 000 ÷ 1 500	—	15	10	РГД $\frac{65}{2.8}$ - 0,6 на оптимальные волны 25 и 43 м
600 ÷ 1 000	—	15	3	РГ $\frac{57}{1.7}$ - 0,5 на оптимальные волны 30 и 60 м для работы в годы пониженной солнечной активности РГ $\frac{57}{1.7}$ - 0,5 на оптимальные волны 22 и 40 м для работы в годы повышенной солнечной активности
400 ÷ 600	—	1 (желательно увеличить до 3)	3	ВГД размером $l=0,25 \lambda$ длиной, $H=0,25 \lambda$ длиной ВГД размером $l=0,5 \lambda$ короткой, $H=0,4 \lambda$ короткой

Условные обозначения: ВГД—вибратор горизонтальный диапазонный; длина одного уса  $l$ ; высота подвеса  $H$ ; РГ  $\frac{57}{1.7}$  - 0,5—антенна ромбическая горизонтальная, половина тупого угла которой равна 57°; длина стороны равна 1,7 оптимальной волны; высота подвеса её равна 0,5 оптимальной волны.  
РГД  $\frac{65}{4}$  - 1—антенна ромбическая горизонтальная вдвоенная, половина тупого угла которой равна 65°; длина стороны равна 4 оптимальным волнам; высота подвеса её равна оптимальной волне.  
РГД 2  $\frac{65}{4}$  - 1—две антенны ромбические горизонтальные вдвоенные, работающие от общего фидера. Каждая из них имеет половину тупого угла, равную 65°, длину сторон, равную четырём оптимальным волнам, высоту подвеса, равную оптимальной волне.

Т а б л и ц а 265

## Потребление электроэнергии передатчиками различных типов при питании их от сети переменного тока

Тип передатчика	Потребляемая мощность трёхфазного тока напряжением 220 в в кет
РК-1 . . . . .	8
ДРК-15 . . . . .	50
КВ-15/25 . . . . .	105

жилищно-коммунальное хозяйство: жилые дома, детский сад, столовую, медпункт, красный уголок.

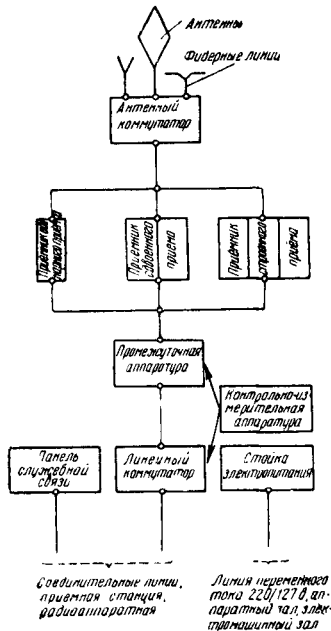
## Приёмные радиостанции

Приёмная радиостанция (фиг. 355) предназначена для приёма телеграфных и телефонных сигналов, излучаемых передающими радиостанциями.

Удаление приёмной станции от больших городов достигает 30 ÷ 60 км, а от городов средней величины 5 ÷ 20 км.

Площадки приёмной станции должны отвечать условию отсутствия близости источников промышленных помех и помех от действующих передающих радиостанций (табл. 266 и 267).

На технической территории приёмной станции располагают технические здания, антенны, трансформаторную подстанцию, нефтеналивное и технические склады.



Фиг. 355. Скелетная схема приёмной радиостанции

Таблица 266

Рекомендуемое минимальное удаление приёмной радиостанции от вероятных источников промышленных помех

Характеристика источника помех	Рекомендуемое удаление в км
Высоковольтные линии при напряжении 60 кВ	2,0
То же, при напряжении до 35 кВ	1,0
Электростанции открытого типа	1,5
Проволочные воздушные линии, в том числе высоковольтные, связи и другие	0,2
Клиники с электролечебными установками	1,0
То же, при наличии конденсаторных рентгеновских аппаратов	3,0
Дороги с автомобильным движением	0,3
Электрические железные дороги и трамваи	0,2
Электросварочные аппараты переменного тока	0,2
Осцилляторы сварочные аппараты	5,0
Здания с незащищёнными выключателями, аппаратами АТС и тому подобной аппаратурой	0,1
Электромоторные и тому подобные установки	0,2

Таблица 267

Рекомендуемое минимальное удаление приёмной радиостанции от коротковолновых передающих радиостанций

Мощность передатчиков в кВт	1	5	20	60	60
Расстояние в км	1—2	3—5	5—10	10—15	15—20

Средние размеры территории приёмных радиостанций указаны в табл. 268.

Таблица 268

Средние размеры территории приёмных радиостанций

Наименование	Число антенн		Площадь в га
	РГ	ВГ	
Крупная радиостанция	30	20	220
То же	25	15	175
Небольшая радиостанция	6	3	45
Выделенный приёмный пункт	—	2	1

На прилегающей к технической территории зоне располагают посёлок, пожарные и административно-хозяйственные здания.

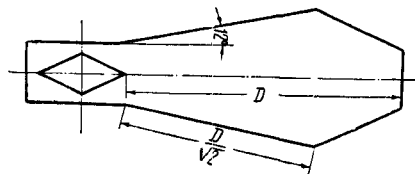
**Антенное поле.** Большую часть технической территории занимает антенное поле. Суммарная площадь установленных антенн обычно составляет  $\frac{1}{4} \div \frac{1}{7}$  площади антенного поля.

На приёмных радиостанциях применяют направленные и ненаправленные антенны следующих типов: уголкового, вертикальные несимметричные и их разновидности, симметричные горизонтальные и их разновидности, бегущей волны и ромбические и их разновидности.

Основные данные коротковолновых приёмных антенн указаны в табл. 269.

При расположении антенн следует учитывать рельеф местности. Желательно антенны располагать на ровной площадке или так, чтобы в сторону корреспондента было понижение рельефа. Для уменьшения искажений диаграмм, направленности и коэффициентов усиления антенн не рекомендуется сооружать другие антенны в пределах границ «свободных» зон (фиг. 356).

Рекомендуемая протяжённость свободных зон указана в табл. 270.



Фиг. 356. Схема границ активного поля направленной коротковолновой антенны

Для получения наилучших результатов при сдвоенном и строенном приёме антенны надлежит разносить на 300—400 м друг от друга. Наиболее существенным является разнос их вдоль линии распространения.

Соединение антенн с приёмными устройствами, находящимися в техническом здании, осуществляется при помощи фидерных линий.

Т а б л и ц а 269

## Основные данные коротковолновых антенн

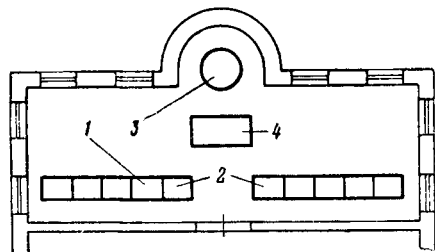
Наименование антенны и условные обозначения	Краткая электрическая характеристика	Основные конструктивные данные	Область применения
Несимметричный вибратор $BH \frac{l}{\varphi}$ , где $l$ — длина вибратора в м; $\varphi$ — угол наклона относительно вертикали в градусах	Ненаправленная в горизонтальной плоскости. В вертикальной плоскости обладает направленностью. При $l > 0,625 \lambda$ максимум направлен вдоль земли. Диапазон от $1,6 l$ и выше	Одиночный вертикальный или наклонный провод $l = (5 \div 10) \lambda$ или металлическая свободно стоящая труба $l = (10 \div 12) \lambda$	Ненаправленная антенна для связи с поверхностными волнами $r < 50 \text{ км}$
Угловая антенна $УГ \frac{l}{H}$ , где $l$ — длина вибратора в м; $H$ — высота подвеса в м	Ненаправленная в горизонтальной плоскости. В вертикальной плоскости обладает направленностью. При $H = \frac{\lambda}{2}$ максимум направлен под углом $\Delta = 30^\circ$ . Диапазон $(1,6 \div 2,66) l$	Состоит из двух горизонтальных взаимно перпендикулярных проводов длиной $l$ . Оптимальная высота подвеса $H = l$	Ненаправленная антенна для дальней связи
Горизонтальный вибратор $BГ \frac{l}{H}$ , где $l$ — длина одного уса в м; $H$ — высота подвеса в м	Под углом $\Delta > 25^\circ$ даёт практически направленный приём. Под углами $\Delta < (5 \div 15)^\circ$ даёт незначительную мощность приёма при восьмёрочной диаграмме направленности. Диапазон $(1,6 \div 8) l$	Горизонтальный провод длиной $2l$ , в разрыв которого включён симметричный фидер	Слабонаправленная антенна ближней связи $r \approx (50 \div 1500) \text{ км}$
Антенна бегущей волны $B \frac{n}{l}, \frac{C_1}{l_1}, H$ , где $n$ — число вибраторов; $l$ — длина уса в м; $l_1$ — расстояние между усами в м; $C_1$ — ёмкость конденсаторов связи в мкмкф; $H$ — высота подвеса в м	Антенна с хорошей направленностью. Небольшая мощность приёма. Угол раствора главного лепестка $\sim 20^\circ$ . Угол подъёма главного лепестка над горизонтом $\Delta = 16^\circ$ при угле раствора $(8 \div 25)^\circ$ . Диапазон $(4 \div 8) l$	Горизонтальная двухпроводная линия длиной $\sim 90 \text{ м}$ , возбуждаемая через $C_1 = (6 \div 25) \text{ мкмкф}$ вибраторами длиной $(3 \div 12) \text{ м}$ , расположенными на расстоянии $l_1 = \frac{\lambda}{4}$ друг от друга. Занимаемая площадь $80 \times 110 \text{ м}$ . Число опор $20 \div 30$	Направленная антенна для линии радиосвязи $r = (1500 \div 3000) \text{ км}$
Ромбическая антенна $РГ \frac{\Phi}{l/\lambda_0}, \frac{H}{\lambda_0}$ , где $\Phi$ — половина тупого угла в градусах; $l/\lambda_0$ — длина стороны и $H/\lambda_0$ — высота подвеса, выраженные в длинах расчётной волны	Антенна с удовлетворительной направленностью и значительной мощностью приёма. Угол раствора главного лепестка $\sim (20 \div 30)^\circ$ . Направленность в вертикальной плоскости главного лепестка в среднем $\Delta = 17^\circ$ при угле раствора $7 \div 27^\circ$ . Коэффициент направленности $\Delta = 30 \div 100$ . Диапазон $(0,2 \div 0,5) l$	Горизонтальная двухпроводная линия, подвешенная на $H = 20 \div 30 \text{ м}$ . В плане образует фигуру ромба со стороной порядка $100 \text{ м}$ . Тупой угол $2\Phi = (130 \div 140)^\circ$ . Занимаемая площадь $100 \times 200 \text{ м}$	Направленная антенна на линиях радиосвязи протяжённостью $r = (3000 \div 5000) \text{ км}$
Сдвоенная ромбическая антенна $РГ \frac{\Phi}{l/\lambda_0}, \frac{H}{\lambda_0}$	Коэффициент направленности возрастает в $1,5 \div 2$ раза по сравнению с антенной РГ	Две параллельно включенные антенны РГ. Занимаемая площадь $130 \times 200 \text{ м}$	Направленная антенна для линии радиосвязи $r > 3000 \div 5000 \text{ км}$

Продолжение табл. 269

Наименование антенны и условные обозначения	Краткая электрическая характеристика	Основные конструктивные данные	Область применения
<p>Согнутая ромбическая антенна</p> <p>РС <math>\Phi</math>, <math>\frac{H_1/\lambda_0}{l/\lambda_0}</math>, <math>\frac{H_2/\lambda_0}{H_1/\lambda_0}</math>,</p> <p>где <math>\Phi</math> — половина тупого угла в градусах;</p> <p><math>l/\lambda_0</math> — длина стороны;</p> <p><math>H_1/\lambda_0, H_2/\lambda_0</math> — высоты подвеса в остром и тупом углах, выраженные в длинах расчётной волны</p>	<p>Антенна отличается от соответствующих горизонтальных ромбических антенн меньшим <math>\Delta_1 = 15 \div 75</math></p>	<p>В отличие от РГ и РГД острые углы опускаются до <math>(4 \div 6)</math> м над землёй</p>	<p>Направленная антенна вспомогательного назначения для линии радиосвязи до 5 000 км</p>

Фидерные линии обычно бывают воздушные четырёхпроводные, редко кабельные, и достигают длины 700÷800 м. Волновое сопротивление фидерных линий делают равным 200÷250 ом. Затухание воздушного фидера на волне 20 м обычно составляет 1,4 неп/км, кабельного — 2,1 неп/км. Вводы фидеров в техническое здание рекомендуется выполнять кабелем типа РД-26 с волновым сопротивлением 200 ом.

Аппаратный зал является центром технической эксплуатации. Площадь его обычно бывает 40÷350 м<sup>2</sup> в зависимости от размера приёмной станции; высота не менее 3 м. Оборудование занимает примерно  $\frac{1}{8} \div \frac{1}{5}$  площади аппаратного зала (фиг. 357).



Фиг. 357. Расположение аппаратуры в аппаратном зале: 1 — комплекты магистральных приёмников; 2 — контрольно-коммутационная аппаратура; 3 — антенный коммутатор; 4 — пульт дежурного техника

Ширину эксплуатационных проходов принимают 1,75 м, технических — не менее 1,0 м.

Для получения максимальных эксплуатационных удобств необходимо при расположении приёмной аппаратуры производить её группировку по следующим признакам: по типам аппаратуры, по роду работы, по направлениям.

Комплекс линейно-коммутационной аппаратуры, как правило, монтируется в центре зала.

Аппаратный зал располагается на первом или втором этаже технического здания на расстоянии не менее 15÷25 м от электромашиного зала.

Таблица 270

Рекомендуемая протяжённость «свободных зон»

Тип антенны		$\frac{D}{\lambda}$
активная	пассивная	
РГ	Б РГ РГД	8 12 18
РГД	Б РГ РГД	12 17 26
Б	Б РГ РГД	7 11 16

Освещённость в аппаратном зале должна быть не менее 75 лк на панелях приёмников и контрольно-коммутационной аппаратуре.

Энергоснабжение приёмных радиостанций осуществляется от электростанции и при аварии последних — от специально предусмотренных автономных электростанций.

Энергия переменного тока напряжением 3; 6; 10 кВ подаётся к трансформаторной подстанции, имеющей, как правило, два трансформатора. С трансформаторной подстанции энергия переменного тока напряжением 127, 220 или 380 в подаётся на силовой распределительный щит, находящийся в электромашином зале. Обычно 10% энергии расходуется на питание приёмной и вспомогательной аппаратуры, а остальная часть — на хозяйственные и технические нужды.

Данные о потреблении электроэнергии приёмниками различных типов указаны в табл. 271.

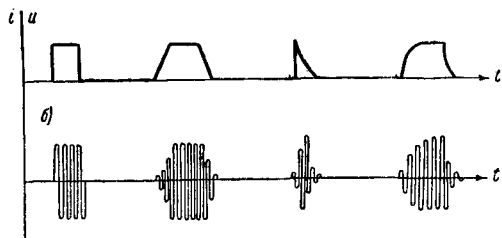
Всё оборудование электропитания монтируется в трансформаторной подстанции, электромашином зале и аккумуляторной (фиг. 358).

Питание аппаратуры осуществляется от шин переменного тока гарантированного питания. Последние в нормальном режиме





Различают собственно импульсы<sup>1</sup> и радиоимпульсы, понимая под радиоимпульсами «пакеты» высокочастотных колебаний, получающиеся в результате модуляции этих колебаний импульсами, определение которых дано выше (фиг. 359).



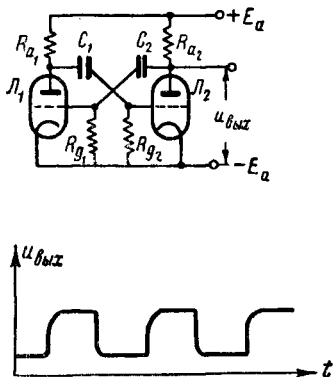
Фиг. 359. Формы импульсов: а—импульсы; б—радиоимпульсы

Импульсы могут генерироваться непосредственно схемой генератора или получаться в результате преобразования из периодических (обычно синусоидальных) или одиночных колебаний другой формы. Указанный процесс преобразования называется формированием.

### Генераторы импульсов

Прототипом большинства схем импульсных генераторов является схема, описанная в 1918 г. проф. М. А. Бонч-Бруевичем и называемая мультивибратором.

Мультивибратор (фиг. 360). Если схема симметрична, т. е. данные элементов в цепях обеих ламп одинаковы, то генерируются



Фиг. 360. Схема мультивибратора

прямоугольные импульсы с интервалом между импульсами, равным длительности импульса.

При определённых условиях в несимметричной схеме можно также получить прямоугольные импульсы, но в них длительность импульса и интервала неодинаковы.

<sup>1</sup> В литературе, по аналогии с телевидением, собственно импульсы часто называют «видеоимпульсами».

Мультивибратор легко синхронизируется внешним периодическим напряжением. Он может быть применён также для деления частоты, если частота внешнего напряжения будет несколько меньше частоты, кратной его собственной.

Для мультивибратора применяются триоды с большой крутизной характеристики или телевизионные пентоды. Напряжение анодного источника тока для триодов выбирается равным

$$E_a = (1,2 \div 1,3) U_m,$$

где  $U_m$  — требуемая амплитуда импульсов в в.

Для остальных элементов схемы симметричного мультивибратора справедливы следующие соотношения:

$$(5 \div 10) C_{вх} \leq C \leq \frac{1}{F \cdot 10 (R_a + r_g)};$$

$$R_a = \frac{R_i}{\frac{E_a}{U_m} - 1};$$

$$(5 \div 10) R_a \leq R_g \approx \frac{1}{2FC \ln K_m};$$

$$K_m = \frac{U_m}{U_3},$$

где  $C_{вх}$  — входная ёмкость лампы в фарадах;

$F$  — частота повторения импульса;

$r_g$  — сопротивление промежутка сетка—катод открытой лампы, приблизительно равное 1000 ом;

$R_i$  — внутреннее сопротивление лампы в ом;

$U_3$  — сеточный потенциал записания лампы в в.

**Блокинг-генератор.** Блокинг-генератором называют схему однолампового генератора (фиг. 361) с сильной положительной индуктивной связью между анодом и сеткой. Блокинг-генератор генерирует импульсы, близкие к прямоугольникам. Напряжения и ток, существующие при этом в цепях схемы, показаны на фиг. 361 внизу. В схеме блокинг-генератора применяются лампы с большой крутизной.

Параметры элементов схемы связаны следующими соотношениями:

$$E_a = \frac{U_m n_1}{0,9}; \quad n_1 = \frac{w_1}{w_3};$$

$$U_{gm} = U_{am} - U_3 \left( \text{при } n_2 = \frac{w_1}{w_2} = 1 \right);$$

$$C_{вх} < C_g \approx \frac{t_u}{r_g \ln \frac{0,7 U_{gm}}{U_3}};$$

$$R_g \approx \frac{r_g}{F t_u}; \quad U_{am} = U_m n_1,$$

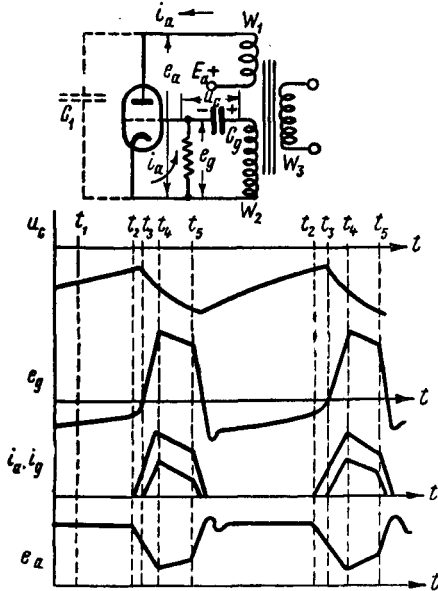
где  $t_u$  — требуемая продолжительность импульса в сек.;

$U_{gm}$  — максимальная амплитуда положительного импульса на сетке в в.;

$U_{am}$  — максимальная амплитуда импульса на обмотке  $w_1$  трансформатора в в.

Обозначения в расчёте мультивибратора  $U_3, C_{ax}, r_g, F$  в см.

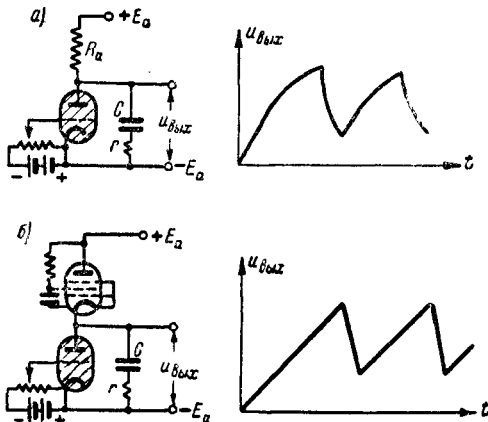
Блокинг-генератор легко синхронизируется и может быть применён для деления частоты.



Фиг. 361. Схема блокинг-генератора

**Генератор пилообразного напряжения.** Пилообразное напряжение требуется в осциллоскопах для развёртывания рассматриваемого электрического процесса во времени. Оно применяется также в схемах радиотрансляционной связи.

Простейшая схема генератора пилообразных колебаний изображена на фиг. 362, а.



Фиг. 362. Схемы генераторов пилообразных колебаний с тиратронами

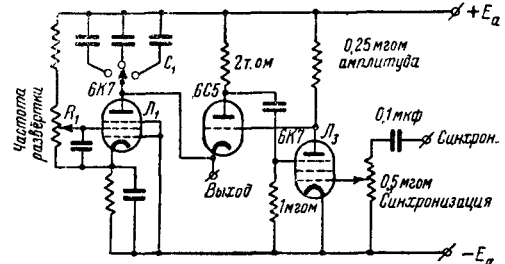
При включении схемы конденсатор медленно заряжается от анодного источника через сопротивление  $R_a$ . Когда потенциал на его обкладках достигает значения потенциала зажигания тиратрона, последний зажигается и конденсатор быстро разряжается через него. При достаточно малом напряжении на конденсаторе тиратрон гаснет и конденсатор начинает вновь заряжаться.

Сопротивление  $r$  включено для ограничения величины разрядного тока тиратрона. Генерируемые схемой фиг. 362, а колебания недостаточно прямолинейны.

Для получения колебаний лучшей формы вместо сопротивления  $R_a$  применяют пентод (фиг. 362, б), ток которого практически постоянен.

Схемы фиг. 362, а и б вследствие инерционности тиратрона не позволяют получить частоту колебаний выше 40 кГц.

Пилообразные колебания с частотой  $10 \div 2 \cdot 10^6$  гц возможно получить от схемы фиг. 363,



Фиг. 363. Схема генератора пилообразного напряжения

в которой тиратрон заменён двумя лампами  $\Lambda_2$  и  $\Lambda_3$ .

Частота развёртки плавно меняется потенциометром  $R_1$  и скачками — регулятором  $P_1$ .

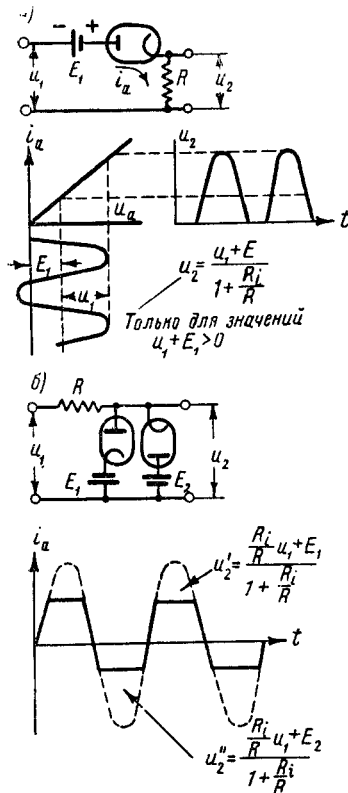
### Методы формирования импульсов

Основными методами, применяемыми при формировании, являются ограничение, дифференцирование, интегрирование и применение спусковых схем.

В качестве исходных колебаний обычно берут синусоидальные, так как легче стабилизировать их частоту.

**Ограничение.** Ограничитель представляет собой устройство, напряжение на выходе которого остаётся практически постоянным, если подводимое напряжение превышает некоторую предельную величину (фиг. 364).

В качестве ограничителя может быть использована любая электронная лампа, так как электрошные лампы имеют нелинейные характеристики. Схема фиг. 364, а производит «ограничение снизу». При перемене полярности диода будет происходить «ограничение сверху». Изменением величины электродвижущей силы  $E$  источника можно изменять предел ограничения. При  $E=0$  будет происходить срезание полупериода. Фиг. 364, б представляет собой схему двустороннего ограничителя.



Фиг. 364. Схемы диодных ограничителей

**Дифференцирование.** Дифференцирующей называется схема, в которой выходное напряжение пропорционально производной по времени от входного напряжения (фиг. 365, а).

Для схемы фиг. 365, а

$$U_2 \approx RC \frac{dU_1}{dt}.$$

Практически точное дифференцирование импульсов получается при

$$RC \leq 0,1 t_{\phi},$$

где  $t_{\phi}$  — время нарастания (фронта) импульса.

Дифференцирование применяется для получения кратковременных импульсов напряжения.

При помощи дифференцирующих цепей возможно получение импульсов с наименьшей длительностью 0,1 мксек. Получение более коротких импульсов затрудняется наличием паразитных индуктивности и ёмкости в цепях входа и выхода схемы.

**Интегрирование.** Интегрирующей называется схема, в которой напряжение на выходе пропорционально интегралу по времени от напряжения на входе (фиг. 365, б).

Для схемы фиг. 365, б

$$U_2 \approx \frac{1}{RC} \int_0^t U_1 dt$$

при условии, что

$$RC \gg 10 t_n.$$

Если интегрирование осуществляется только в пределах длительности импульса

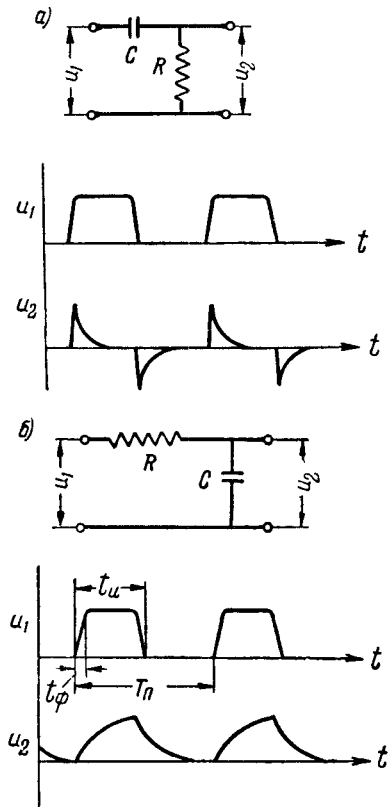
$$\left( U_2 \approx \frac{1}{RC} \int_0^{t_u} U_1 dt \right),$$

т. е. требуется, чтобы к приходу второго импульса напряжение на конденсаторе стало равно нулю, то при этом необходимо, чтобы

$$3RC \leq T_n - t_u \approx T_n.$$

Если интегрирование должно распространяться и на время интервала между импульсами, то необходимо, чтобы

$$RC > 10 T_n$$



Фиг. 365. Дифференцирующая и интегрирующая схемы

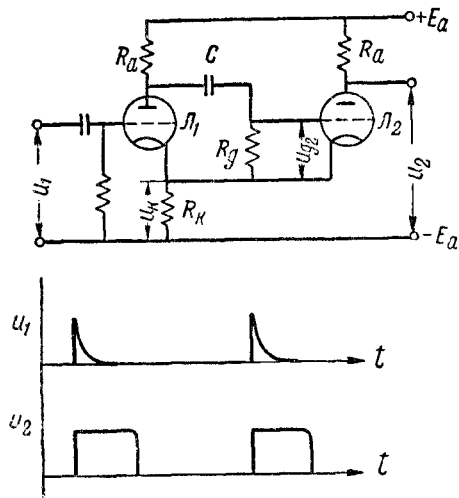
Интегрирование применяется для удлинения импульсов или для выделения импульсов большей продолжительности.

**Спусковые схемы.** Спусковой называется схема генератора периодических или одиночных импульсов, в которой частота следования и начальное временное положение импульсов задаются внешним напряжением.

Спусковые схемы применяются для удлинения или укорочения импульсов с одновре-

менным усилением их, а также для деления частоты следования импульсов с одновременным усилением и изменением их длительности.

Спусковые схемы можно подразделить на реактивные, в которых процесс завершения импульса определяется параметрами схемы (фиг. 366), и реостатные, в которых импульс



Фиг. 366. Спусковая схема

заканчивается под влиянием внешнего напряжения.

К реактивным схемам относят заторможенные мультивибратор и блокинг-генератор.

При сборке по схеме фиг. 366 необходимо выполнить следующие соотношения:

$$C = (15 \div 50)_{\text{нф}} \gg C_{ax}; \quad R_g = \frac{t_n}{C \ln K_1};$$

$$R_a \approx \frac{U_m R_i}{E_a - U_m};$$

$$R_a + r_g + R_k \leq R_g; \quad R_k > \frac{U_g}{I_{02}},$$

где  $K_1$  — коэффициент усиления первого каскада схемы;

$r_g$  — сопротивление промежутка сетка—катод отпертой лампы, равное 1 000 ом;

$C_{ax}$  — входная ёмкость второй лампы;

$U_g$  — сеточный потенциал запирающей первой лампы в в;

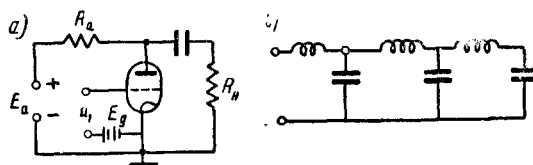
$R_i$  — внутреннее сопротивление ламп в ом;

$I_{02}$  — можно найти графически по динамической характеристике лампы Л2 для постоянного тока при  $U_{g2} = 0$ .

Реостатная спусковая схема представляет собой усилитель постоянного тока, выход которого непосредственно связан со входом. Реостатные спусковые схемы чаще всего применяются для укорочения импульсов. С их помощью возможно получение кратковременных импульсов с наименьшей длительностью в 1 мксек

### Генераторы мощных импульсов

Для получения кратковременных периодически повторяющихся импульсов может быть использован принцип медленного накопления энергии в магнитном или электрическом поле и быстрого расходования её на нагрузку (фиг. 367).



Фиг. 367. Схема генератора мощных импульсов

Нормально лампа заперта отрицательным смещением  $E_g$  и отпирается только в моменты поступления на сетку кратковременных положительных импульсов. За время отсутствия импульсов конденсатор медленно заряжается от  $E_g$  через сопротивления  $R_a$  и  $R_k$ , а за время существования импульсов быстро разряжается через лампу на сопротивление  $R_k$ , создавая в последнем остроконечный импульс тока.

Ещё более мощные импульсы разряда получают, заменяя электронную лампу газоразрядным прибором или вращающимся механическим разрядником.

Для образования прямоугольного импульса в схему фиг. 367, а вместо конденсатора включается двухполюсник, изображённый на фиг. 367, б.

Практически достаточно для мощных импульсов тока при  $t_n = 0,1 \div 0,5$  мксек иметь  $1 \div 3$  звена и при  $t_n = 2,5 \div 5$  мксек до  $3 \div 8$  звеньев.

### Системы радиоретрансляционной связи

В системах ретрансляционной (радиорелейной) многоканальной радиосвязи для каждого из нескольких телефонных каналов поочередно предоставляется один и тот же радиоканал на весьма короткий промежуток времени, в течение которого может быть послан импульс тока.

Таким образом, по радиоканалу передаются серии импульсов нескольких телефонных каналов, а на передающей и приёмной станциях происходит синхронное переключение телефонных каналов.

Для установления жёсткой синхронизации переключений с каждой серией телефонных (рабочих) импульсов посылаются синхронизирующий (маркерный) импульс.

Частота повторяемости импульсов одного телефонного канала должна быть не менее чем в 3 раза выше максимальной частоты спектра передаваемого сигнала.

Полоса передаваемых по каналу частот должна быть не меньше обратной величины от длительности импульса  $F_B = \frac{1}{t_n}$ . Так, при длительности импульса 1 мксек нужно иметь ширину полосы не менее 1 миллиона гц. Такую боковую полосу частот возможно пере-

дать только на очень высокой несущей частоте:

$$f_n \geq \frac{2\pi F_B}{\vartheta},$$

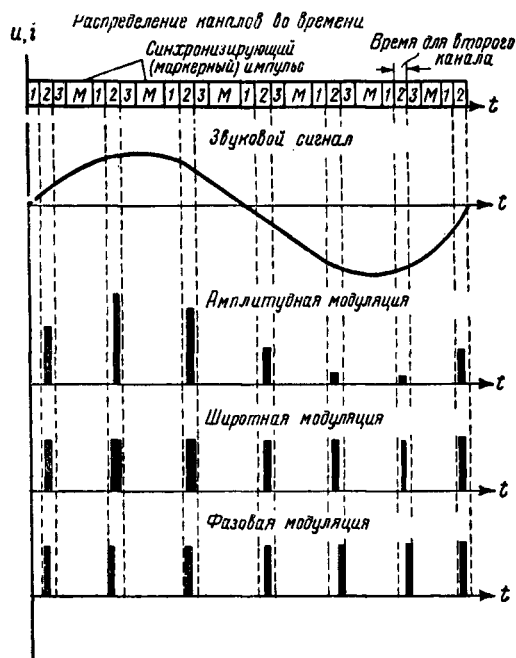
где  $\vartheta$  — декремент затухания контура.

Поэтому многоканальные импульсные связи работают на ультракоротких волнах:

$$\lambda < \frac{3 \cdot 10^8 \vartheta}{2\pi F_B}.$$

Радиус действия ультракоротких волн невелик и в зависимости от высоты применяемых антенн колеблется от 30 до 60 км. Через каждые 30 ÷ 60 км приходится ставить ретрансляционные установки.

По способу модуляции импульсов многоканальные системы делятся на системы с амплитудно-импульсной, широтно-импульсной и фазово-импульсной модуляциями (фиг. 368).



Фиг. 368. Различные виды модуляции импульсов второго канала в трёхканальной системе

Очередность следования импульсов достигается различными способами, но наиболее часто путём применения генератора пилообразного напряжения.

**Передающая часть телефонной радиоретрансляционной системы** (фиг. 369). Генератор с частотой 9 000 гц является ведущим для всей системы. Синусоидальное напряжение этого генератора используется для формирования маркерного импульса и пилообразного напряжения. Последнее воздействует на схемы формирования треугольных импульсов всех каналов.

Схемы формирования импульсов всех каналов совершенно идентичны, но имеют раз-

ные напряжения смещения на сетке первых ламп. Поэтому возрастающее по величине пилообразное напряжение будет отпирать лампы поочередно. Следовательно, и треугольные импульсы, возникающие в каналах, будут сдвинуты один по отношению к другому во времени.

Импульсы каналов модулируются каждый своим модулятором и затем складываются в общую последовательность друг с другом и с маркерным импульсом.

Маркерный импульс формируется из синусоидального напряжения отдельной схемой, причём параметры схемы подбираются так, чтобы при амплитудной модуляции в системе его амплитуда была больше максимального рабочего импульса, а при широтной и фазовой модуляциях он был в несколько раз шире рабочих импульсов.

Образованные таким образом импульсы усиливаются и затем поступают в передатчик, где модулируются высокочастотные колебания, и в виде радиоимпульсов излучаются в пространство.

**Приёмная часть радиоретрансляционной системы** (фиг. 370). Вначале радиоимпульсы поступают на преобразователь сверхвысокой частоты в промежуточную, затем усиливаются, детектируются в собственно импульсы и вновь усиливаются. Вся последовательность полученных импульсов после детектора подаётся одновременно на входы всех схем выделения каналов (селекторов). Процессами выделения каналов на приёмном конце управляет генератор пилообразного напряжения с независимым возбуждением, управляемый приходящими маркерными импульсами. Маркерные импульсы выделяются из общей последовательности импульсов или ограничением снизу при амплитудной модуляции или применением интегрирующей схемы (фиг. 371) при широтной и фазовой модуляциях.

Полученные импульсы одного канала при широтной и амплитудной модуляциях пропускаются через фильтр нижних частот, выделяющий звуковой сигнал.

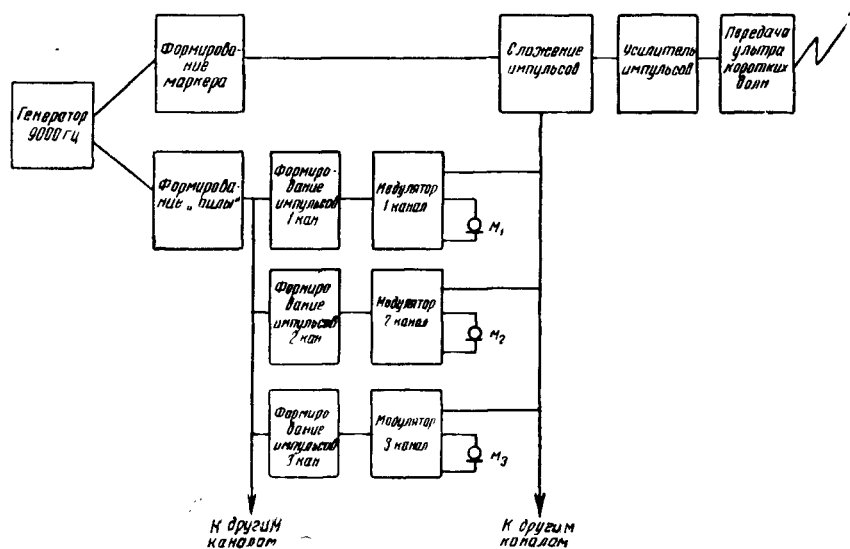
Фазово-модулированные импульсы первоначально превращаются в широтно-модулированные, а затем тоже подаются на фильтр нижних частот.

## ТЕЛЕВИДЕНИЕ

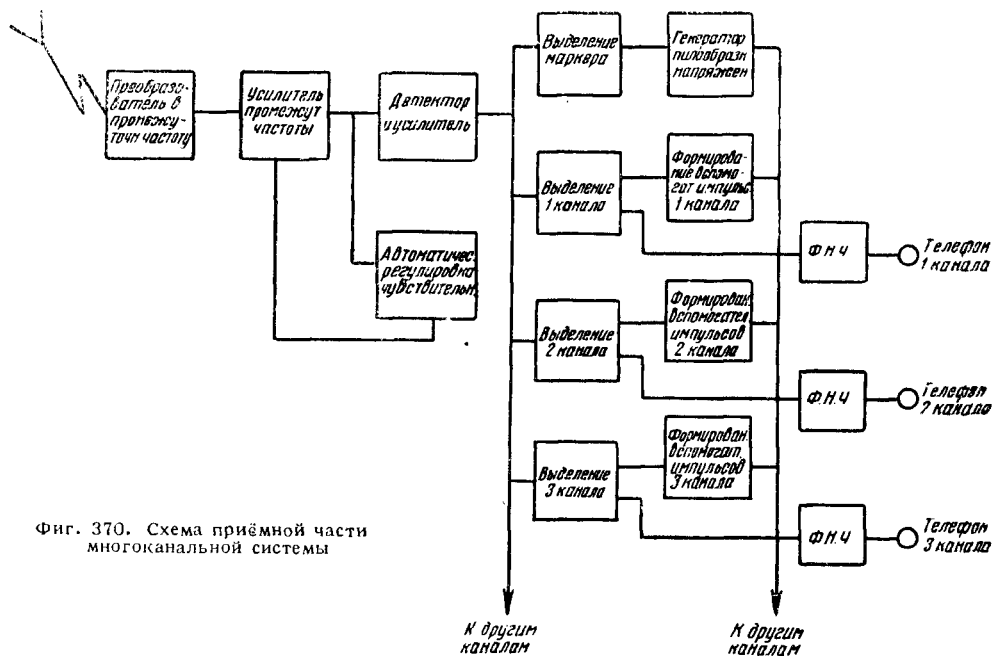
**Телевидение** называется видение на расстоянии, осуществляемое радиотехническим способом. В применяющемся сейчас чёрно-белом нестереоскопическом телевидении требуется передать освещённость каждой точки некоторой плоскости.

Свойство глаза сохранять некоторое время зрительное ощущение позволяет поочередно передавать освещённость различных элементов плоскости при условии, что всё изображение (кадр) будет передано в течение времени  $T_k \leq \frac{1}{50}$  сек.

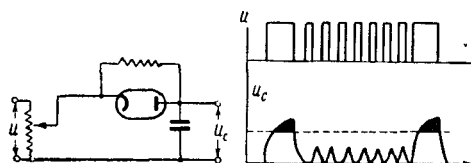
Практически изображение разбивают на квадратные элементарно малые площадки, образующие  $n_1$  строк и  $n_2$  столбцов. Переданное изображение тем более чётко, чем меньше элемент изображения, т. е. чем больше строк и столбцов в кадре. В СССР принят



Фиг. 369. Схема передающей части многоканальной системы



Фиг. 370. Схема приёмной части многоканальной системы

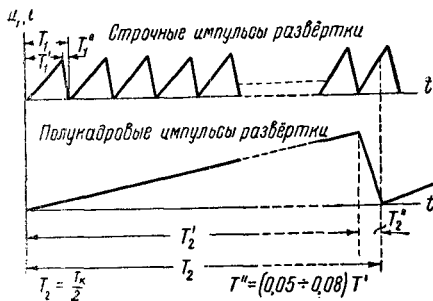


Фиг. 371. Выделение маркера при широтной модуляции

наиболее совершенный стандарт в 625 строк (в Англии — 405 строк, в США — 525 строк). Число столбцов

$$n_2 = \frac{4}{3} n_1.$$

Изображение проектируется на экран иконоскопа — электронно-лучевой трубки; экран состоит из очень большого числа отдельных чувствительных к свету элементов (мозаикой), ёмкостно связанных с находящимся за ними металлическим слоем (сигнальной пластиной). Электронный луч трубки под действием токов (фиг. 372) в управляющих катушках при электромагнитном управлении



Фиг. 372. Токи (напряжения) развёртки

лучом (или под действием напряжений такой же формы на управляющих электродах при электростатическом управлении) обходит поочерёдно все строки. При этом происходит заряд всех элементарных конденсаторов до одинакового потенциала.

За время  $T_k$ , проходящее до поворотного хода луча, каждый конденсатор разряжается тем больше, чем больше он освещён. Ток подзаряда каждого элементарного конденсатора, который потребуется для восстановления первоначального потенциала при повторном ходе луча, зависит, таким образом, от освещённости этого конденсатора. Вся последовательность токов подзаряда будет характеризовать освещённость отдельных элементарных площадок по ходу луча.

Максимальная частота изменения тока наступит тогда, когда изображение будет состоять из чёрных и белых полос шириной, равной размеру элементарной площадки. Эта максимальная частота

$$F_{\max} = \frac{4}{3} \frac{n_1^2}{2} N,$$

где  $N$  — число кадров, передаваемых в 1 сек.

При  $N = 50$  и  $n_1 = 625$   $F_{\max} \approx 13$  мГц. Следовательно, при передаче обеих боковых полос частот потребуется ширина полосы частот в 26 мГц. Это очень широкая полоса, и для её уменьшения принимаются две меры: передают одну боковую полосу частот и используют чересстрочную развёртку, т. е. за время одного  $T_k$  передают нечётные строки, а за время следующего — чётные строки и т. д.

В этом случае  $F_{\max} = \frac{n_1^2 N}{3} \approx 6,5$  мГц, а практически оказывается достаточным передать ширину полосы  $F_{\max} = 4,6$  мГц.

Для телепередачи применяют ультракороткие волны.

Модуляция может быть позитивной, когда наибольшая амплитуда модулированных колебаний соответствует наибольшей освещённости, или негативной (наименьшая амплитуда при наибольшей освещённости). Чаше применяется негативная модуляция.

Частота следования полукадров берётся равной 50 (частота кадров равна 25) для того, чтобы меньше сказывался фон переменного тока с частотой 50 Гц.

Частота строк, которая должна быть в 625 раз больше частоты кадров, получается за счёт четырёхкратного выделения пятой гармоники от исходной частоты 25 Гц.

Прибором, воспроизводящим изображение в пункте приёма, является электронно-лучевая трубка со светящимся экраном (кинескоп), яркость свечения пятна которой управляется видеосигналом, полученным от приёмника.

Для того чтобы при обратном ходе луч не создавал искажений, применяется подача отрицательного напряжения на сетки электронных прожекторов иконоскопа и кинескопа, которое запирает луч на время, несколько большее времени обратного хода луча.

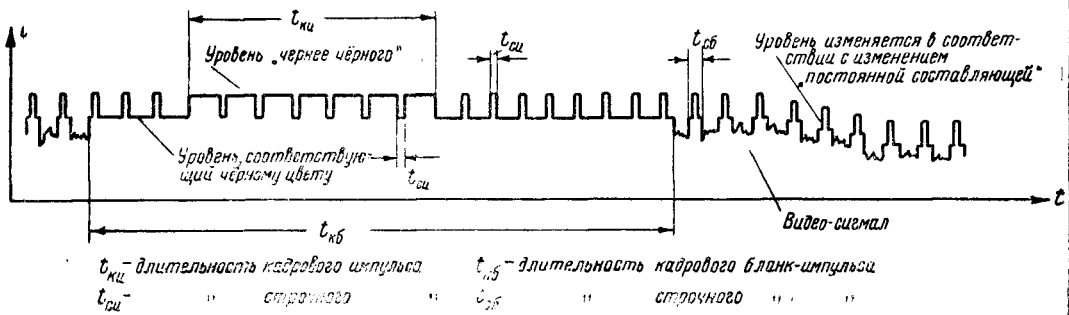
Импульсы запирающего напряжения носят название бланк-импульсов. Бланк-импульсы передаются вместе с видеосигналом с амплитудой, соответствующей чёрному цвету изображения.

Для синхронизации частот развёртки в пунктах передачи и приёма вместе с сигналом изображения посылаются специальные импульсы, точно указывающие моменты начала каждой строки (строчные импульсы) и каждого кадра (кадровые импульсы).

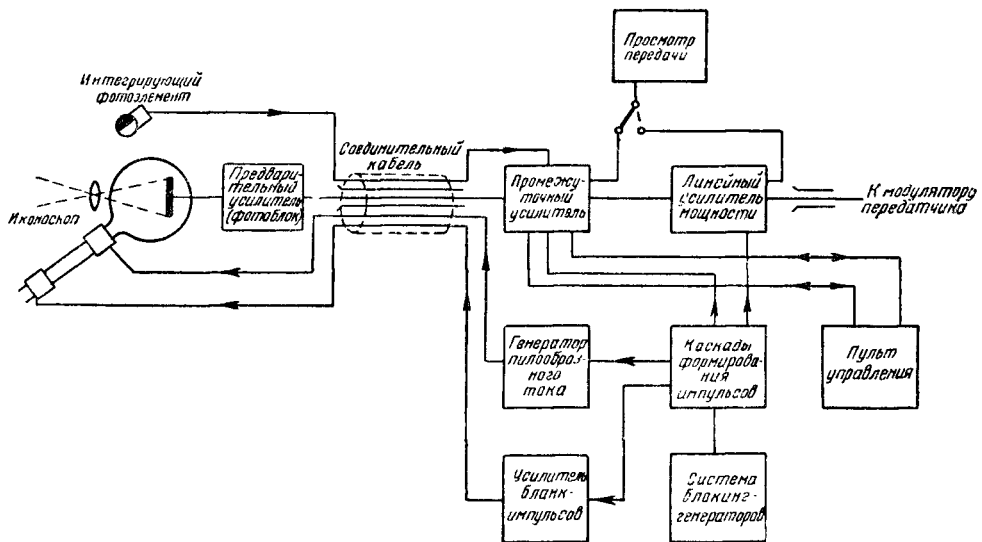
Строчные импульсы кратковременны, кадровые — во много раз продолжительнее. Строчные импульсы, приходящиеся на время посылки кадрового, как бы «вырезаются» на фоне последнего.

Строчные и кадровые импульсы передаются с амплитудой, большей, чем бланк-сигналы (уровень «чернее чёрного»). Медленные изменения средней освещённости всего изображения не могут быть переданы в тракте видеоканала обычным способом. Поэтому применяется интегрирующий фотоэлемент, ток которого, пропорциональный средней освещённости, управляет напряжением смещения одного из каскадов усилителя видеосигнала. За счёт этого меняется амплитуда бланк-сигналов (т. е. меняется освещённость экрана трубки, соответствующая чёрному цвету), чем и осуществляется передача средней освещённости («постоянной составляющей» видеосигнала). Результирующий видеосигнал (фиг. 373) с выхода линейного усилителя мощности (фиг. 374) подаётся на модулятор. Выделение синхронизирующих (строчных и кадровых) импульсов в месте приёма производится с помощью дифференцирующей и интегрирующей цепочек (фиг. 375) и последующего ограничения.

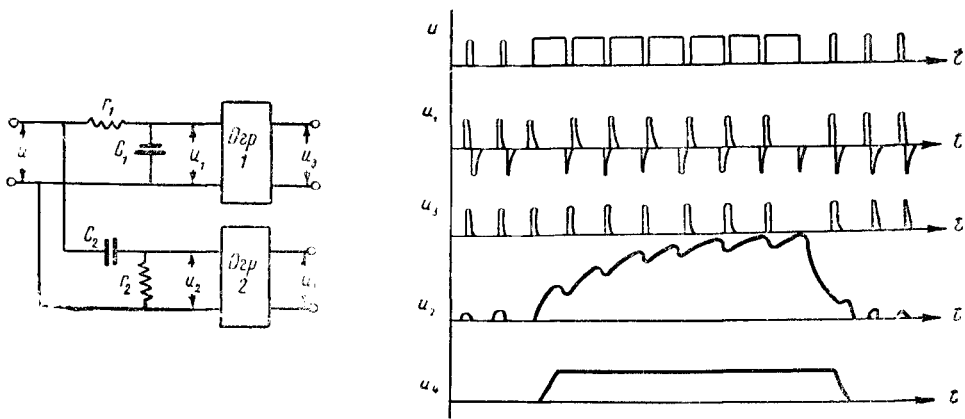




Фиг. 373. Форма видеосигнала



Фиг. 374. Скелетная схема основных элементов видеоаппаратуры



Фиг. 375. Выделение строчных и кадровых импульсов

Звуковое сопровождение, которое обычно передаётся одновременно с видеосигналом, модулирует несущую частоту, отстоящую на 6,5 мГц от несущей частоты видеосигнала.

Для улучшения качества передачи применяют частотную модуляцию.

### Приёмная аппаратура (телевизоры)

Промышленные телевизионные приёмники изготавливаются двух видов: супергетеродинные («Ленинград», «Москвич») и с прямым усилением (КВН-49).

Отличительной особенностью приёмников супергетеродинного типа является преобразование в промежуточные частоты как спектра звукового сопровождения, так и спектра видеосигнала. Для этого применяется преобразователь с местным гетеродином.

Синхронизирующие импульсы, которые ведут генераторы строчной и кадровой разверток, выделяются с выхода усилителя видеосигнала.

В качестве промежуточной частоты для звуковой частоты в приёмнике типа КВН-49 (фиг. 376) принята разностная частота между

лаемыми импульсами принимаются приходящие импульсы, являющиеся радиоволнами, отражёнными от объекта.

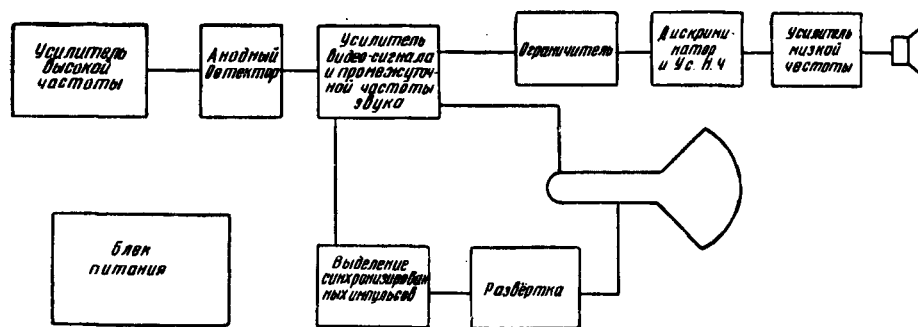
Периодически повторяющиеся зондирующий и отражённый импульсы фиксируются на экране электронно-лучевой трубки, и по промежутку времени  $t$  между ними (по расстоянию между ними на экране трубки) судят о расстоянии  $r$  от локатора до объекта, так как расстояние  $2r$  (до объекта и обратно) радиоволна пройдёт за время

$$t = \frac{2r}{c},$$

где  $c$  — скорость распространения радиоволн в пространстве.

На железнодорожном транспорте нашёл широкое применение радиолокационный метод определения места повреждения в линии с помощью прибора типа ИЛ-1 (измеритель линии) разработки Центрального научно-исследовательского института электрических линий Министерства электростанций.

Общие данные прибора типа ИЛ-1. Прибор основан на явлении отражения электро-



Фиг. 376. Скелетная схема телевизора типа КВН-49

несущей частотой сигнала изображения и несущей частотой звука, равная 6,5 мГц.

При этом отпадает надобность в местном гетеродине и промежуточная частота звука выделяется в детекторе одновременно с детектированием видеосигнала.

Синхронизирующие импульсы выделяются после широкополосного усилителя.

Для телевизионных приёмников обычно применяются горизонтальные антенны длиной, равной половине длины волны.

### Радиолокационный способ определения места повреждения в линии

**Принцип радиолокации.** Радиолокацией называется определение местоположения объекта методом послылки зондирующих и приёма отражённых от объекта радиоволн.

Явление отражения радиоволн от проводящей среды (корабля) было впервые отмечено А. С. Поповым в 1897 г.

Принцип импульсной радиолокации состоит в том, что в пространство периодически посылаются кратковременные радиопульсы большой мощности, а в периоды между посы-

лаемыми импульсами принимаются приходящие импульсы, являющиеся радиоволнами, отражёнными от объекта.

На экране прибора просматривается «характеристика» линии, представляющая собой изображение отражённых волн.

В линию посылаются кратковременные импульсы с амплитудой, равной  $100 \div 150$  в. Минимальная амплитуда отражённой волны, отличаемая прибором, составляет 0,1 в. Максимальное допустимое затухание линии составляет 7 неп с учётом пробега волны до места отражения и обратно.

Следовательно, короткое замыкание или обрыв в линии (при которых происходит полное отражение) может просматриваться в линии, имеющей затухание, для импульса достигающее до 3,5 неп.

При неполном коротком замыкании или повышенном сопротивлении (плохом контакте) в линии имеет место неполное отражение. Уменьшение амплитуды отражённой волны можно учесть, определяя дополнительное «затухание» импульса:

$$b_n = 1n(2\alpha + 1),$$

где

$$\alpha = \frac{R}{z_c} = \frac{z_c}{r};$$

$R$  — сопротивление утечки в месте повреждения;

$r$  — последовательное сопротивление в месте повреждения;

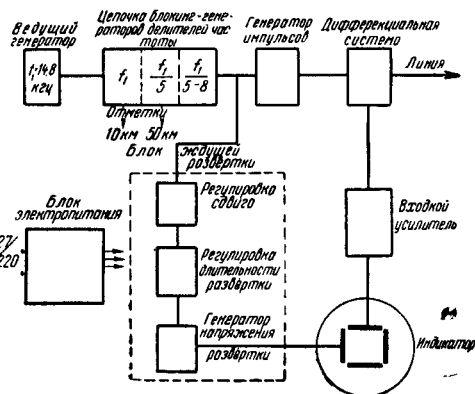
$z_c$  — волновое сопротивление линии.

В этом случае для обнаружения повреждения сумма  $b_u$  и двойного затухания линии до места повреждения не должна превосходить  $b_{\max}$ . Точность измерения зависит также от спектра частот, пропускаемых линией с малым затуханием. Точность определения места короткого замыкания или обрыва на цветных воздушных линиях связи составляет 1% при длине линии 100 ÷ 150 км.

Индикатором в приборе служит электронно-лучевая трубка типа ЛО-729.

Прибор питается от сети переменного тока 110, 127 или 220 в, потребляя около 80 вт.

**Блок-схема ИЛ-1** (фиг. 377). Ведущий генератор генерирует синусоидальные колебания с частотой 14,8 кГц. Непосредственно после него включена цепочка блокинг-генераторов, первый из которых синхронизируется частотой ведущего генератора. Промежу-



Фиг. 377. Блок-схема прибора типа ИЛ-1

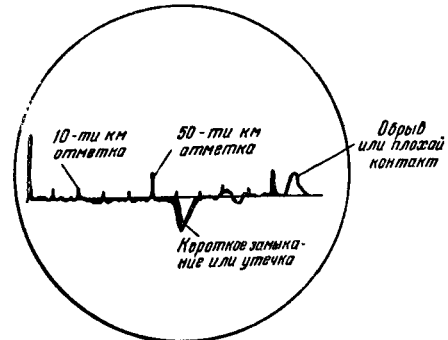
ток времени между импульсами первого блокинг-генератора равен времени двойного прогона волны по линии длиной 10 км. Импульсы этого блокинг-генератора используются для создания 10-км масштабных отметок на экране индикатора (фиг. 378).

Второй блокинг-генератор работает в качестве пятикратного делителя частоты и синхронизируется от первого блокинг-генератора. Его импульсы, несколько большие по напряжению, используются в качестве 50-км масштабных отметок на экране индикатора.

Третий блокинг-генератор тоже является делителем частоты с коэффициентом деления в пределах 5 ÷ 8 в зависимости от желаемой длины просматриваемого отрезка линии. Импульсы третьего блокинг-генератора используются для пуска генератора зондирующих импульсов и для воздействия на блок ждущей развёртки. Генератор зондирующих импульсов работает на тиратроне ТГ-212. Амплитуда

импульсов составляет 100 ÷ 150 в на сопротивлении 400 ÷ 600 ом. Частота следования импульсов зависит от коэффициента деления третьего блокинг-генератора и лежит в пределах 350 ÷ 600 импульсов в секунду.

Длительность импульса на уровне 0,2 высоты от основания составляет 20 ÷ 30 мксек.



Фиг. 378. Изображение на экране прибора типа ИЛ-1

Для уменьшения влияния посылаемых импульсов на входной усилитель последний включён через дифференциальную систему.

В каскаде регулировки сдвига блока ждущей развёртки, представляющем собой недовозбуждённый мультивибратор (см. спусковые схемы), управляющий импульс от третьего блокинг-генератора преобразовывается в короткий импульс, сдвинутый по времени от управляющего.

Время сдвига можно регулировать от 0 до  $T$ , где  $T$  — время отсутствия управляющих (зондирующих) импульсов.

В каскаде регулировки длительности развёртки, тоже являющемся недовозбуждённым мультивибратором, формируется импульс, начало которого определяется возникновением импульса каскада регулировки сдвига, а длительность может регулироваться параметрами схемы.

Начало и длительность этого импульса определяют начало и время возрастания пилообразного напряжения генератора развёртки.

Таким образом, регулировка сдвига определяет время запаздывания начала развёртки после послышки зондирующего импульса, то есть определяет расстояние, с которого начинает просматриваться линия.

Регулировка длительности определяет время, в течение которого напряжение развёртки возрастёт до максимальной величины, другими словами, определяет скорость развёртки и, следовательно, масштаб, в котором просматривается линия.

Подобная система развёртки делает точность замера расстояний до места повреждения не зависящей от диаметра экрана электронно-лучевой трубки.

При пользовании прибором следует учитывать, что отражённый импульс всегда имеет менее крутой фронт, чем зондирующий (вследствие большего затухания линии для высоких частот) и что при отсчёте расстояния следует считать от начала возрастания импульса, а не от его максимального значения.

## ЧАСОВОЕ ХОЗЯЙСТВО

На железных дорогах СССР применяют механические и электрические часы.

### МЕХАНИЧЕСКИЕ ЧАСЫ

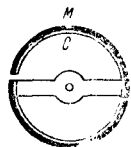
Механические часы имеют следующие основные части.

1. Движущий механизм.

2. Систему зубчатых колёс, используемую для передачи движения стрелкам и регулятору движения.

3. Маятник, или баланс, служащий для достижения равномерности движения. Чтобы при колебаниях температуры не изменялась приведённая длина маятника, последний выполняется из металлических сплавов, имеющих ничтожно малый коэффициент температурного расширения. В некоторых системах часов стержни маятников делают из дерева или из двух материалов, различно изменяющих свою длину при изменении температуры. Стержни маятников для часов высокого класса точности дополнительно компенсируют на температуру.

Компенсированный баланс, выполняющий роль маятника в карманных и переносных часах, делается из двух спаянных ободов — наружного медного *М* и внутреннего стального *С* (фиг. 379). В двух противоположных точках колесо разрезано. При изменении температуры разрезанные дуги изгибаются внутрь или наружу, что используется для резервирования частоты колебания баланса.



Фиг. 379. Компенсированный баланс

4. Корпус часов.

5. Устройство для боя, состоящее из системы зубчатых передач и рычагов, связанных с часовым механизмом таким образом, что когда наступает время боя, часовой механизм автоматически отпускает боевой привод. Последний под действием своей гири или пружины начинает вращаться и последовательно то опускает, то поднимает рычаг с молотком, который и ударяет определённое число раз в колокольчик или пружину. Привод боя останавливается автоматически.

Ход боевого механизма регулируется вставкой.

Механизмы боя бывают различного устройства со «счётным колесом» — наиболее распространённый, «гребенчатый» — более совершенный — и «репетир». Последний, кроме часов и получасов, отбивает четверти.

Все части часового механизма крепят к двум металлическим пластинам *I* и *II* (фиг. 380), в которых сделаны отверстия для осей зубчатых колёс. Стрелки *См* и *Сч* надеваются на минутную ось и часовую трубочку.

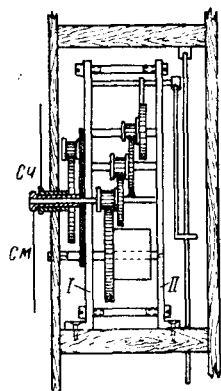
Движущий механизм часов связан с маятником при помощи спуска.

Спуски бывают различных систем. В настоящее время в часовых механизмах чаще всего применяют анкерный спуск.

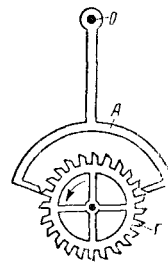
При анкерном спуске (фиг. 381) анкер *А* соединён с осью маятника *О* и при каждом своём качании пропускает один зуб ходового

колеса *Г*, вращающегося под воздействием пружины или гири. Этот зуб, проходя мимо острия анкера, даёт ему толчок, передающийся маятнику через поводковую вилку, усиливающий размах маятника и тем поддерживающий колебания его.

Ход маятниковых часов регулируют путём поднятия или опускания груза маятника, которое в первом случае ускоряет, а во втором замедляет ход часов.



Фиг. 380. Остов часового механизма



Фиг. 381. Анкерный спуск

колебаний которого зависит от упругости пружинки (волоска), используется так называемый градусник, которым удлиняется или укорачивается действующая часть волоска, т. е. меняется его упругость.

Текущий ремонт часов, т. е. разборка и чистка механизма, производится периодически в мастерской. Кроме того, через определённое время необходимо производить профилактическую чистку механизма часов, а также смазывать гнёзда осей костяным маслом. Капитальный ремонт часов должен производиться в среднем один раз в три года.

### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЧАСЫ

На железных дорогах СССР широко используют электрические часы, впервые предложенные в 1840 г. и имеющие ряд преимуществ перед механическими часами. Эти преимущества сводятся к следующему:

а) в сети электрических часов с правильно идущим регулятором достигается полное согласование показаний вторичных часов;

б) значительные колебания температуры не оказывают влияния на показания электрических часов;

в) электрические часы не требуют завода, поэтому они могут быть установлены в местах, где невозможна подвеска механических часов;

г) механизм электрических часов менее сложен, уход за ним проще, а стоимость гораздо ниже механических часов.

Электрические часы имеют следующие типы: 1) индивидуальные, работающие самостоятельно, независимо от других устройств, и имеющие электрический привод маятника или электрический подзавод пружины или гири; 2) первичные (ведущие), имеющие ре-

гулятор и систему контактов для замыкания цепи посылки в линию тока от батареи и изменения его направления; 3) вторичные, работающие от импульсов тока, получаемых от первичных часов; 4) синхронные, оборудованные синхронным мотором, работающим от сети переменного тока с частотой 50 гц; стрелки приводятся в движение системой зубчатых колёс; точность хода зависит от постоянства частоты переменного тока; синхронные часы завода «Метприбор» рассчитаны на напряжение 110 в, ток 32 ма и мощность 3,5 вт.

На железных дорогах СССР наибольшее распространение получила система так называемых вторичных часов, включаемых параллельно в двухпроводную линию, в которую посылаются импульсы тока переменного направления от первичных часов.

### Первичные электрические часы

Первичные электрические часы разделяются на часы, в которых электрический ток является основной движущей силой, и на часы с электрическим заводом, в которых завод пружины или подъём гири осуществляется электрическим током.

### Электрические первичные часы ЭПЧ и ЭПЧМ

Характеристика их приведена в табл. 272.

Таблица 272

Характеристика первичных часов ЭПЧ и ЭПЧМ

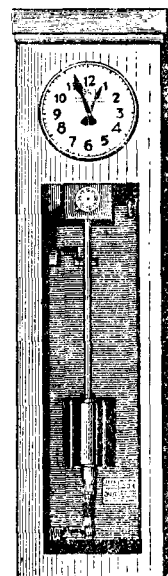
Характеристика	Единица измерения	Тип часов	
		ЭПЧ	ЭПЧМ
Суточный ход . . . . .	сек.	$\pm 10$	$\pm 5$
Сопротивление катушек электромагнита . . . . .	ом	320—360	320—360
Сопротивление электромагнита кодового реле . . . . .	»	—	$280 \pm 14$
Расход тока электромагнитом маятника . . . . .	а	0,07	0,07
Расход тока кодовым реле . . . . .	»	—	0,085
Нагрузка на контакты кодовых реле . . . . .	»	—	0,6
Расход тока электромагнитом вторичного механизма . . . . .	»	0,01	0,01
Габаритные размеры корпуса . . . . .	мм	$1220 \times 335 \times 158$	$1295 \times 335 \times 158$
Вес . . . . .	кг	15,5	18

Внешнее оформление этих часов одинаковое (фиг. 382).

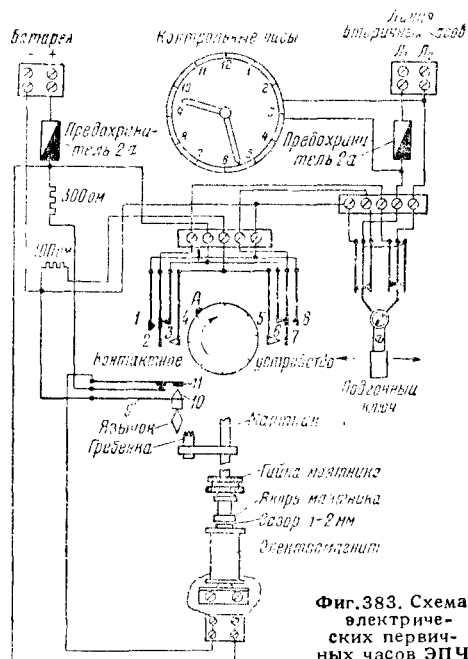
Основное различие этих часов состоит в том, что при первичных часах типа ЭПЧ в сеть вторичных часов посылаются импульсы постоянного тока, но переменного направления непосредственно от контактов первичных часов, а при первичных часах типа ЭПЧМ — через транслирующее кодовое реле КДР, установленное в его корпусе. В часовую линию ЭПЧМ можно включить до 60 вторичных часов, а в ЭПЧ — до 35 часов.

Простейшие первичные часы (фиг. 383) состоят из маятника, к которому прикреплен снизу железный якорь, а сверху плечо

с гребёной, снабжённой зубцами. При движении маятника гребёнка проходит под легкоподвижным язычком. При больших размахах колебания маятника гребёнка отклоняет язычок в сторону и свободно проходит под ним. При уменьшении размаха колебания гребёнка уже не проходит под язычком и конец язычка задерживается между зубцами гребёнки; поэтому при обратном движении маятника гребёнка давит на язычок и он поднимает пружину 9 и замыкает цепь электромагнита (контакты 10, 11), который сообщает толчок маятнику. В результате колебание маятника поддерживается толчками, сообщаемыми через установленное регулировкой количество колебаний (в первичных часах типа ЭПЧ в среднем через 10, а в первичных часах типа ЭПЧМ через 30). При замыкании контактов обмотка электромагнита замыкается на искрогасящее сопротивление. При каждом колебании маятника при помощи двух собачек производится поворот зубчатого колеса, соединённого с механизмом часов, на один



Фиг. 382. Электрические первичные часы ЭПЧ

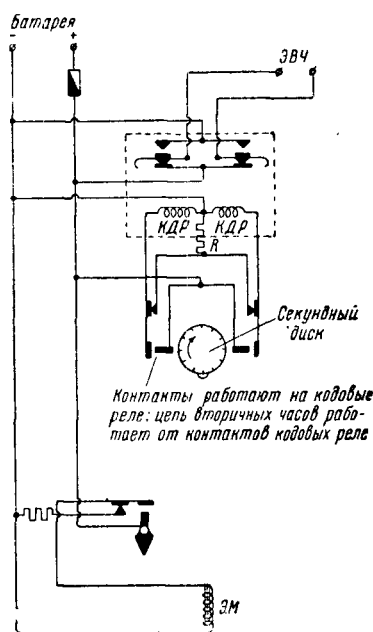


Фиг. 383. Схема электрических первичных часов ЭПЧ

зубец. Маятник делает в минуту 80 колебаний. За это время секундный диск проходит путь половины окружности.

Посылка импульсов тока к вторичным электрочасовым механизмам (вторичным часам, штемпелям времени, табельным часам и др.)

осуществляется контактным устройством (фиг. 383), состоящим из двух групп пружин, — от одной (1, 2, 3, 4) посылается импульс тока одного направления, а от другой (5, 6, 7, 8) — обратного направления, а также кулачка А и секундного диска, укреплённого на оси храпового колеса. Вторичные часы присоединяются к пружинам 2 и 7. К пружинам 3



Фиг. 384. Принципиальная схема ЭПЧМ

и 6 присоединён плюс батареи, а к пружинам 1 и 8 — минус; пружины 4 и 5 соединены через искрогасящее сопротивление в 100 ом с минусом батареи.

В состоянии покоя оба провода линии соединены с плюсом батареи. При подходе кулачка А к одной из контактных групп сначала замыкаются контакты 2 — 4 (или 5—7), а затем пружина 2 (или 7) соединяется с минусом батареи и в линию посылается импульс тока. Продолжительность импульса составляет от 1 до 2 сек.

При размыкании контакта линия сначала отключается от минуса батареи и остаётся замкнутой на сопротивление 100 ом, а затем присоединяется непосредственно к плюсу батареи. Для контроля первичных часов устанавливаются контрольные вторичные часы. Для перевода стрелок всех вторичных часов служит подгонный ключ, дающий возможность переводом его поочерёдно в ту и в другую сторону посылать в линию импульсы тока вручную.

Принципиальная схема часов ЭПЧМ дана на фиг. 384.

**Первичные часы, в которых электрический ток не является основной движущей силой, имеют двух типов:**

а) с ключевым заводом, состоящие из часового механизма, контактного устройства, посылающего во внешнюю цепь импульсы тока, маятника, двух гирь (тяжёлой, служа-

щей для приведения в действие контактного переключателя, и лёгкой, предназначенной для обеспечения хода часового механизма) и добавочного сопротивления для регулирования нарастания тока во внешней цепи и уменьшения искрообразования между контактами;

б) с электрическим подзаводом, состоящие из часового механизма, маятника, контактного устройства, от которого посылаются импульсы тока в линию. Электрический подзавод осуществляется таким образом, что гиря при посылке импульса тока поднимается специальным электромагнитом настолько, насколько она опустилась в течение минутной работы часов. При прекращении подачи тока в электромагнит часы могут работать как гиревые механические часы, но в линию вторичных часов импульсы тока посылаться не будут.

Часы с электрическим подзаводом типа ЭПЧГ выпускает Ленинградский электро-часовой завод. Маятник в часах ЭПЧГ сделан из инвара с температурной компенсацией. Часы имеют «накопитель импульсов». Поэтому после перерыва подачи электроэнергии (не более 15 часов) все вторичные часы автоматически устанавливаются на правильное время. Характеристика часов ЭПЧГ приведена в табл. 273.

Таблица 273

Характеристика часов ЭПЧГ

Характеристика	Единица измерения	Показатели
Суточный ход . . . . .	сек.	±1
Число колебаний маятника . .	мин.	60
Общая длина стержня маятника . . . . .	мм	1 184
Сопротивление электромагнита подзавода . . . . .	ом	110±6
Расход тока электромагнитом подзавода . . . . .	а	0,267
Нагрузка на контакты вторичных часов . . . . .	»	0,45
Допускаемое количество вторичных часов . . . . .	шт.	35
Габаритные размеры корпуса	мм	1 545× × 420×220

### Вторичные электрические часы

Вторичные электрические часы представляют собой указатели времени без обыкновенного часового механизма. Передвижение стрелок осуществляется электрическим путём.

Электрический ток, протекая по катушкам электромагнита, установленного во вторичных часах, при помощи якоря и системы зубчатых колёс передвигает стрелки.

Вторичные электрические часы различают:

1. По месту установки: а) для наружных установок, б) для установок внутри помещений. Часы с железным, герметически закрывающимся футляром предназначены для установки в сырых, пыльных или насыщенных газами помещениях, а часы с деревянным или простым железным футляром применяют для установки в сухих помещениях (настенные и настольные).

Часы для наружных установок имеют стеклянный просвечивающий циферблат.

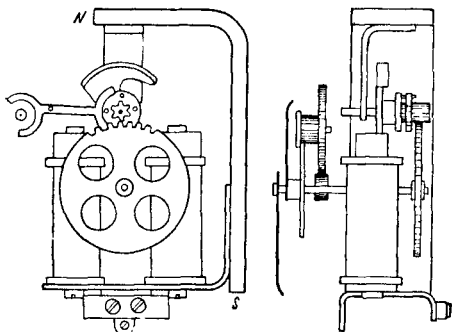
2. По размеру циферблата — диаметром циферблата 20, 30 и 40 см для внутренних

установок и диаметром циферблата 60 см — для наружных установок.

3. По количеству циферблатов — односторонние, двусторонние, трёхсторонние и четырёхсторонние;

4. По механизму — с вращающимся якорем (10М) или с качающимся якорем (11М).

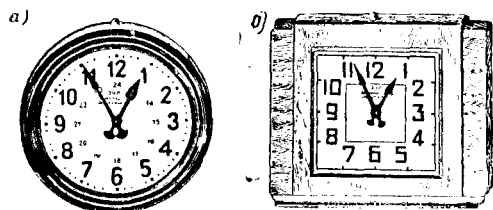
**Вторичные часы, имеющие механизм с вращающимся якорем типа 10М,** предназначены для установки внутри помещений. Часы имеют двухкатушечный поляризованный электромагнит (фиг. 385), между



Фиг. 385. Кинематическая схема механизма вторичных часов с вращающимся якорем

полюсными наконечниками которого вращается якорь Z-образной формы. Якорь всегда вращается в одну сторону и делает полный оборот от четырёх посылок тока, меняющего своё направление. Движение стрелкам передаётся через систему зубчатых колёс. Минутная стрелка передвигается качками на одно минутное деление от каждой посылки тока. Механизм сконструирован таким образом, что при изменении тока в обмотках электромагнита якорь поворачивается на  $90^\circ$ , т. е. на  $1/4$  оборота, при этом минутная стрелка передвигается на  $1/60$  часть окружности. Катушки электромагнита включены последовательно; общее сопротивление их обмоток равно 2 400 ом, каждая катушка имеет 13 000 витков проволоки ПЭ диаметром 0,1 мм.

Ленинградским электрочасовым заводом выпускаются вторичные часы с механизмом 10М следующих типов (фиг. 386):



Фиг. 386. Электрические вторичные часы: а — в металлическом корпусе; б — в деревянном корпусе

а) ЭВЧМ — в металлическом корпусе, диаметр циферблата 30 и 40 см;

б) ЭВЧГ — герметически закрытый механизм, диаметр циферблата 40 см;

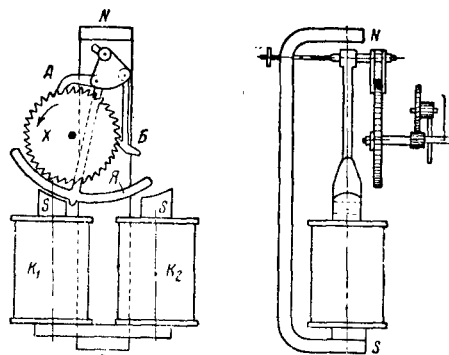
в) ЭВЧД — в деревянном корпусе; размер циферблата 20 и 30 см;

г) ЭВЧХ — в корпусе из дерева твёрдых пород; размер циферблата 20 и 30 см.

Часы типов ЭВЧМ, ЭВЧХ, ЭВЧГ и ЭВЧД могут быть двух-, трёх- и четырёхсторонними. Каждый циферблат связан с отдельным механизмом типа 10М.

Вторичные часы ЭВЧН — настольные. Корпус деревянный, фанерованный деревом твёрдой породы. Диаметр циферблата 175 мм. Вторичные часы ЩКЧ — щитовые. Корпус металлический с никелированным ободком. Диаметр циферблата 150 см. Применяются на часовых станциях в качестве контрольного механизма.

**Вторичные часы, имеющие механизм с качающимся якорем 11М,** предназначены для установок вне помещений (на платформах, путях, вокзалах и т. д.) (фиг. 387). Часы



Фиг. 387. Механизм вторичных часов с качающимся якорем

состоят из двух электромагнитов  $K_1$  и  $K_2$ , сердечники которых прикреплены к полюсу  $S$  постоянного магнита  $NS$ , и системы зубчатых колёс, расположенных между двумя платами.

При прохождении по обмоткам катушек  $K_1$  и  $K_2$  импульсов тока противоположных направлений якорь  $Я$  колеблется в ту и другую сторону и при помощи собачек  $A$  и  $B$  поворачивает на  $1/60$  часть окружности храповичок  $X$  и связанную с ним минутную стрелку. Каждая катушка электромагнита имеет 10 000 витков проволоки ПЭ (ПЭЛ) диаметром 0,14 мм. Общее сопротивление катушек электромагнита равно 1 400 ом.

Заводом выпускаются часы односторонние ЭВЧМ-1-60 и двусторонние ЭВЧМ-11-60.

Часы имеют стеклянный матовый циферблат, который освещается шестью электрическими лампочками. Каждый циферблат имеет отдельный механизм типа 11М.

**Башенные часы.** Размер циферблата этих часов до одного и более метров. Устанавливаются они на зданиях вокзалов или специальных башнях.

Существуют следующие системы башенных часов:

1) механические гиревые с электрическим подзаводом; гиря опускается при ходе часов на определённую величину и замыкает цепь электромотора,

который вновь поднимает гирию до исходного положения;

2) вторичные электрочасы, работающие от импульсов постоянного тока, но переменного направления, поступающих от первичных часов; при поступлении импульса включается электромотор, который через зубчатую или червячную передачу переводит стрелки на одно минутное деление и автоматически отключается; часы имеют «накопитель импульсов».

При перерыве подачи электрической энергии, питающей мотор, и остановке мотора импульсы тока поступают в «накопитель», хотя стрелки часов при этом не передвигаются. При возобновлении работы мотора стрелки переводятся не на одно деление, а на столько, сколько поступило импульсов в «накопитель» за время остановки мотора, т. е. автоматически устанавливаются на правильное время;

3) гириевые часы с электроспуском, механизм которых приходит в действие и переводит стрелки на одно минутное деление при получении импульса тока и автоматически останавливается. Часы включаются в общую сеть вторичных часов. Подъем гири осуществляется при помощи электромотора, цепь которого замыкается при опускании гири.

### ГРУППОВЫЕ РЕЛЕ

Для обеспечения надёжной работы часовой установки в одну линию допускается включать не более 35 вторичных часов при первичных часах типа ЭПЧ и 60 вторичных часов — при первичных часах типа ЭПЧМ. Включение большего числа вторичных часов требует повышения тока, проходящего через пружины переключателя, что может привести к обгоранию контактов. Для увеличения числа часов, включаемых в общую сеть, применяют трансформирующие реле, работающие от импульсов тока, меняющего направление, посылаемых первичными часами.

Импульсы тока во вторичные часы подаются от контактов реле, переключаемых пружинами якоря, притягивающегося то к одному, то к другому полюсному башмаку электромагнита.

Групповые реле применяют поляризованного типа 1-РН или 1-РПУ и неполяризованные — мощные реле типа 1-РМ. На контакты реле 1-РПУ может быть включено до 35 механизмов электровторичных часов. Устройство поляризованного реле 1-РПУ показано на фиг. 388. Электромагнит реле 1-РПУ имеет две катушки, сопротивление каждой катушки равно  $700 \pm 30$  ом. На якоре установлены дополнительные контактные пружины. Для уменьшения обгорания контактов включают сопротивления 50 ом.

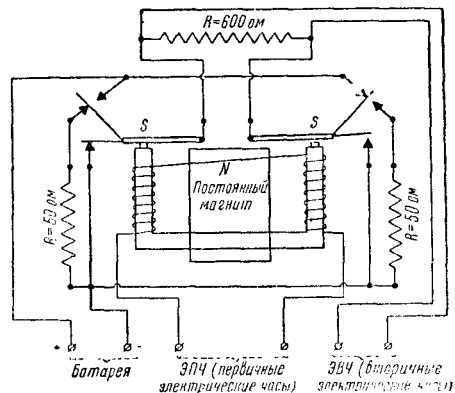
Уменьшение экстратоков, возникающих в обмотках реле при выключении импульса, подаваемого от ЭПЧ, достигается включением на выходные клеммы реле сопротивления  $R = 600$  ом.

Рабочее напряжение 24 в. Допускаемая сила тока на контактах 0,4 а.

Потребляемая мощность 0,41 вт. Габаритные размеры корпуса:  $180 \times 156 \times 100$  мм. Вес 1,6 кг.

Реле 1-РМ — неполяризованное — может работать только совместно с ЭПЧ или с реле 1-РПУ.

Реле 1-РМ составляется из четырёх кодовых реле (два реле КДР-1 и два реле КДР-2). Работают реле попарно. Каждая группа состоит из одного реле КДР-1 и одного КДР-2.



Фиг. 388. Схема поляризованного реле 1-РПУ

Контактные пружины замыкаются в такой последовательности, что импульс тока проходит в линейные провода через серию катушек омического сопротивления. Этим создается возможность пропускать через контакты реле большой ток и уменьшить искрение на контактах.

Реле даёт возможность включать дополнительно до 140 вторичных часов.

Рабочее напряжение 24 в. Потребляемая номинальная мощность 4,1 вт. Допустимая сила тока на контактах 2 а.

Габаритные размеры корпуса:  $280 \times 180 \times 165$  мм. Вес 3,9 кг.

Для удобства обслуживания источников тока и наблюдения за работой реле последние устанавливают в одном месте и присоединяют к контактам первичных часов.

### ЭЛЕКТРОЧАСОВЫЕ СТАНЦИИ И ПОДСТАНЦИИ

Электрочасовые станции устанавливают в тех случаях, когда количество вторичных часов в сети превышает допускаемую нагрузку на контактную систему первичных часов и часовых реле. Электрочасовые станции дают возможность:

- производить установку стрелок любой группы часов или всех вторичных часов одновременно;
- измерять величину тока, потребляемого всей установкой или отдельной группой, а также измерять величину зарядного тока;
- определять неисправный фидер;
- получать сигнал о перегорании предохранителя в каждом шлейфе.

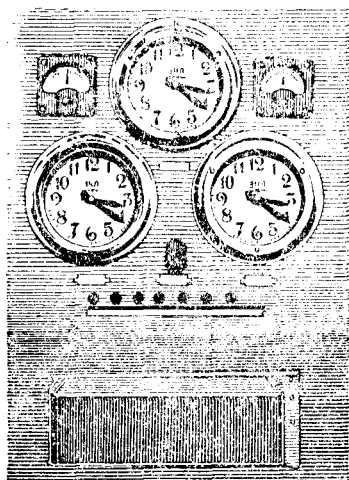
Электрочасовые станции выпускаются промышленностью настенного и напольного типов (табл. 274 и 275). На каждой часовой станции имеются ведущие и резервные первичные часы. Переключение с ведущих часов на резервные производится автоматически и вручную. Импульсы тока от резервных часов поступают



з линию с тем же знаком, но с отставанием на 25—30 сек. от ведущего импульса.

Станции настенного типа монтируются на 2—3—6 шлейфов и устанавливаются в том случае, когда в сети не более

100 вторичных часов. Вторичные часы подключаются шлейфами по 50 часов в шлейфе. На центральной часовой станции имеется контрольный выпрямитель для зарядки батареи. Технические данные напольных электрочасовых станций даны в табл. 275.



Фиг. 389. Настенная электрочасовая станция на 3 группы

180 вторичных часов. Первичные часы устанавливаются на стене отдельно от станции. На фиг. 389 показана настенная станция на три группы.

таблица 274

Характеристика настенных электрочасовых станций

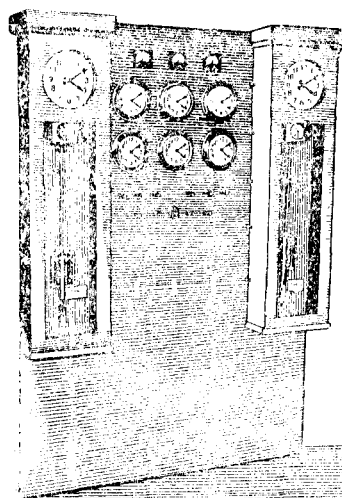
Тип настенной электрочасовой станции	Количество вторичных часов в сети	Габаритные размеры в мм	Вес в кг
ЭЧЦ-2 двухгрупповая	80	575×480×275	15,5
ЭЧЦ-3—4 трёх- или четырёхгрупповая	120	800×520×275	19
ЭЧЦ-6 шестигрупповая	180	850×550×420	25,5

Электрочасовые центральные станции напольного типа предназначены для установок, включающих более

Таблица 275

Характеристика напольных электрочасовых станций

Тип напольной электрочасовой центральной станции	Количество вторичных часов в сети	Габаритные размеры в мм	Вес в кг
ЭЦС-3 трёхгрупповая	150	1 800×1 300×500	60
ЭЦС-6 шестигрупповая с двумя реле 1-РМ	300	1 800×1 300×500	69
ЭЦС-9 девятигрупповая с тремя реле 1-РМ	450	1 800×1 300×500	75



Фиг. 390. Напольная электрочасовая станция на 6 групп

Первичные часы устанавливаются на стенах станции. На фиг. 390 показана электрочасовая станция на шесть групп. На больших объектах, где количество вторичных часов превышает 1 000 и более, устанавливаются электрочасовые станции на большее количество групп—ЭЦС-12, ЭЦС-15, ЭЦС-18 и ЭЦС-21.

На крупных часовых станциях рекомендуется устанавливать первичные гиревые часы. В этом случае будет возможно производить синхронизацию первичных часов с астрономическими часами ближайшей обсерватории либо получать синхронизирующие импульсы от кварцевых часов при наличии последних в обсерватории.

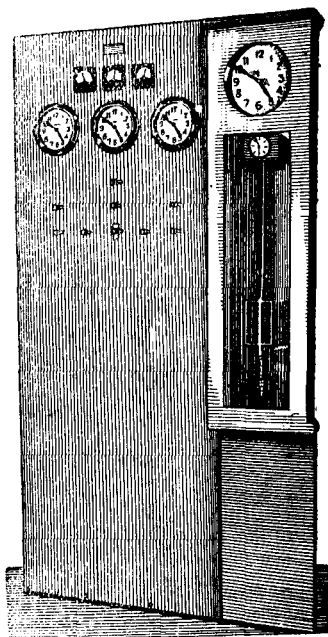
Электрочасовые подстанции устанавливают в отдалённых от центральной станции пунктах, где сосредоточена большая группа вторичных часов, показания которых должны совпадать с показаниями часов, получающих импульсы от центральной станции.

Часовые подстанции получают импульсы от центральной станции и транслируют их в свою группу часов. При прекращении получения импульса от центральной станции происходит автоматическое переключение на резервные первичные часы подстанции. При этом подстанция работает как часовая станция. Схема электрочасовой подстанции отличается от схемы часовой станции тем, что вместо ведущих первичных часов на подстанции подключается реле 1-РПУ.

Промышленностью выпускаются подстанции на три группы ЭПЧ-3 (габаритные размеры: 1 800×1 025×500 мм) и на шесть групп ЭПЧ-6. (габаритные размеры: 1 800×1 050×500 мм).

На фиг. 391 показана электрочасовая подстанция на три группы.

На электрочасовых подстанциях есть возможность устанавливать устройство обратного контроля с подачей контрольных импульсов на ведущую часовую станцию.



Фиг. 391. Электрочасовая подстанция на три группы

### ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ СЕТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЧАСОВ

Электропитание сети электрических часов осуществляется от первичных элементов (в электрочасовых установках, включающих не более 35 вторичных часов) или от аккумуляторной батареи напряжением 24, 36, 48 или 60 в. Аккумуляторы рекомендуется установ-

ливать щелочные, так как они допускают большую мгновенную разрядную силу тока. Наибольшее допустимое колебание напряжения для работы часов типов ЭПЧ и ЭПЧМ составляет  $\pm 2\%$ . Напряжение на зажимах вторичных часов должно быть не менее 18 в. Рабочий ток для вторичных часов с механизмом 10М составляет 0,01 а, а для часов с механизмом 11М — 0,018 а.

### ИНТЕРВАЛЬНЫЕ ЧАСЫ

Интервальные часы типа «Индикатор», применяемые в Московском метрополитене им. Л. М. Кагановича, обеспечивают равные межпоездные интервалы и способствуют уменьшению расхода электроэнергии на тягу поездов.

Они представляют собой совершенно новый вид счётчиков интервалов времени, дающий показания времени с момента выхода поезда со станции в минутах и секундах при помощи светящихся цифр. Циферблат интервальных часов показан на фиг. 392.

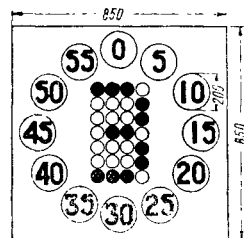
Управление электрочасами основано на определённого рода комбинации срабатывания той или другой группы реле.

Реле применяют постоянного тока типа КДР.

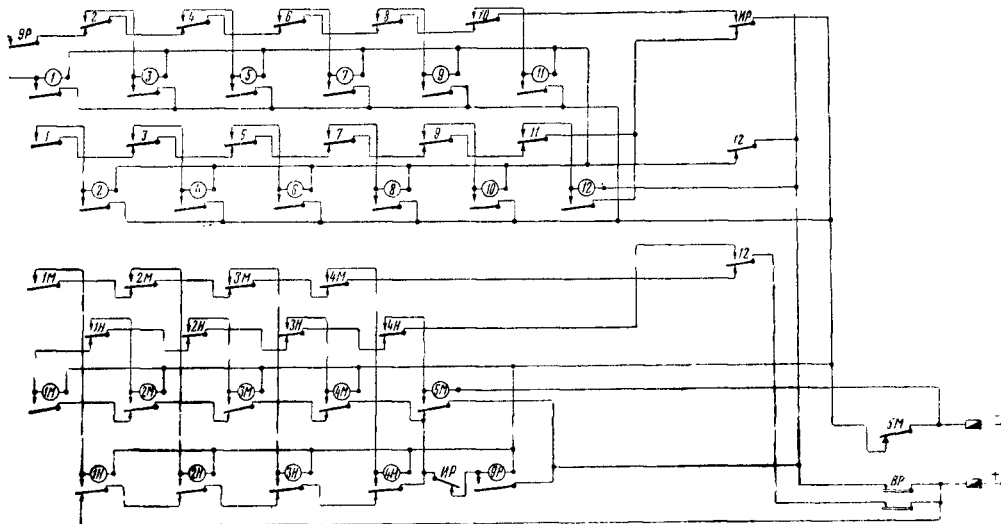
Все кодовые реле, кроме импульсного, получают питание от выпрямителя типа КТВС.

В схеме имеется включающее реле переменного тока и трансформатор СОБС, питающий лампы индикатора.

Электрическая схема интервальных часов (фиг. 393) состоит из схемы включения реле отсчёта секунд, схемы включения реле отсчёта минут и схемы включения ламп индикатора.



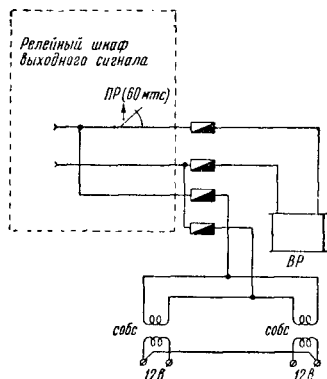
Фиг. 392. Циферблат интервальных часов типа «Индикатор»



Фиг. 393. Электрическая схема интервальных часов

Действие схемы основано на получении пятисекундных импульсов с пятисекундными интервалами от центральной часовой установки.

Схема начинает работать после вступления поезда на выходную со станции 60-метровую путевую секцию (фиг. 394). При этом контактом путевого реле отключается питание включающего реле. Последнее отпускает свой якорь и выключает из действия схему интервальных часов. Осевые контакты всех реле замыкаются с тыловыми. Через тыловые контакты



Фиг. 394. Схема питания реле ВР

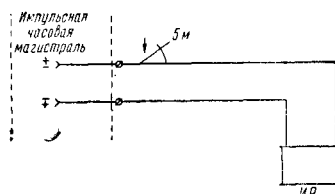
нейтральных реле образуется цепь, шунтирующая контакт включающего реле.

После возврата всех приборов в исходное положение начнёт действовать схема отсчёта секунд, управляемая импульсным реле, получающим импульсы от центральной часовой установки (фиг. 395).

Через фронтальный контакт импульсного реле и тыловые контакты нечётной группы секундных реле сработает (см. фиг. 393) секундное реле 1, заблокируется через тыловой контакт реле 12 и подготовит цепь питания для секундного реле 2. На индикаторе включится цифра 5. Через 5 сек. импульсное реле отпустит якорь и включит секундное реле 2 (через тыло-

вой контакт импульсного реле, тыловые контакты чётной группы секундных реле и фронтальной контакт реле 1). Реле 2 заблокируется и подготовит цепь для реле 3, на индикаторе включится цифра 10.

По мере срабатывания секундных реле на индикаторе загораются лампочки, указывающие время в секундах. Через 1 мин. с момента выхода поезда со станции сработает реле отсчёта секунд 12, которое оборвёт цепи самоблокировки секундных реле и цепи питания индикаторных ламп, кроме цифры 0, а также включит реле отсчёта минут 1. Последнее сработает, станет на самоблокировку и замкнёт цепь питания ламп индикатора с цифрой 1. Через 5 сек. импульсное реле притянет якорь и оборвёт цепь питания реле 12. Создастся возможность для работы схемы отсчёта секунд в течение 2-й минуты. Затем сработает реле 12, отключит схему реле секунд и включит реле отсчёта минут 2; на индикаторе появится цифра минут 2, секунд 0 и т. д.



Фиг. 395. Схема включения реле ИР

При входе следующего поезда на выходную секцию путевое реле обрывает цепь питания выключающего реле, которое своими контактами обрывает схему счёта. Все приборы приходят в исходное положение, на индикаторе виден 0. Одновременно контакт включающего реле будет шунтирован отпавшими контактами нейтральных реле (связанных со схемой отсчёта минут), и схема начнёт отсчёт времени сначала.

В настоящее время ведутся работы по созданию новой схемы интервальных часов, построенной по такому же принципу, но с использованием меньшего количества реле.

## ПОЖАРНАЯ И ОХРАННАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

### ПРИБОРЫ СИГНАЛИЗАЦИИ

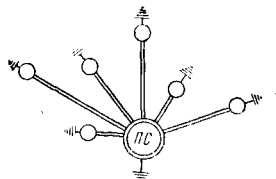
В комплект приборов тревожной сигнализации входят приёмные аппараты, устанавливаемые в пожарном депо, и ручные или автоматические извещатели, устанавливаемые по всей охраняемой территории и соединяемые проводами с приёмной станцией.

Применяются две системы пожарной сигнализации:

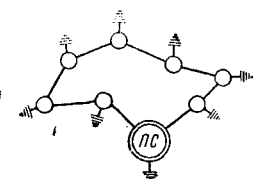
а) лучевая, при которой каждый извещатель соединяется с приёмной станцией отдельной парой проводов (фиг. 396);

б) шлейфная, или кольцевая, при которой извещатели включаются последовательно в один провод (фиг. 397).

Правила и нормы устройства электрической тревожной сигнализации должны соответствовать ГОСТ 4186-48.



Фиг. 396. Схема включения извещателей в приёмную станцию при лучевой системе



Фиг. 397. Схема соединения извещателей с приёмной станцией при шлейфной системе

### Приёмные аппараты лучевой системы

Приёмные аппараты должны обеспечивать приём сигнала тревоги (с указанием места подачи сигнала) и постоянный контроль линии и батареи.

Все повреждения линии и батареи должны фиксироваться соответствующими сигналами. Выключение сигналов повреждения не может быть сделано до устранения повреждения или отключения поврежденной линии. Приёмная установка должна иметь устройства для посылки обратного сигнала, а также для двусторонней телефонной связи с извещателем. Посылка обратного сигнала не должна влиять на приём сигналов тревоги от других извеща-

телей. Установка должна обеспечивать одновременный приём не менее двух сигналов тревоги от разных извещателей при шлейфной системе и любого числа сигналов при лучевой системе.

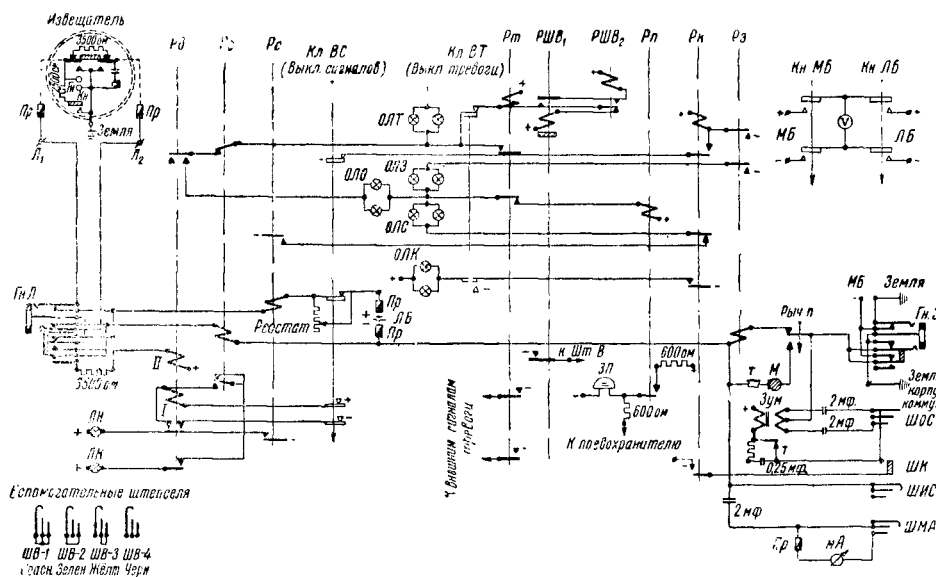
Типы приёмных оптических аппаратов лучевых систем (тревожных и пожарных) указаны в табл. 276.

На фиг. 398 дана принципиальная схема аппарата ТЛО-60.

Таблица 276

Приёмные аппараты лучевой системы

Тип приёмного аппарата	Наибольшая ёмкость конденсатора в лучах	Напряжение линейной батареи в в	Напряжение местной батареи в в	Расход тока на один луч в ма	Допускаемое сопротивление в ом				Габаритные размеры в мм	Вес в кг
					провода луча	заземлений станционной батареи и любого из извещателей не более	утечки между проводами не менее	утечки между проводами и землей не менее		
Тревожный лучевой оптический										
ТЛО-60 . . . . .	60	48 ± 4	48 ± 4	6 ÷ 8	1 000	55	50 000	100 000	544 × 932 × 1 380	166
ТЛО-30 . . . . .	30	24 ± 2,4	24 ± 2,4	9 ÷ 13	300	55	50 000	100 000	235 × 740 × 1 140	92
ТЛО-16 . . . . .	16	24 ± 2,4	24 ± 2,4	6 ÷ 10	300	55	50 000	100 000	455 × 432 × 725	56
Пожарный лучевой оптический ТЛО-50 . . . . .	50	24 ± 2,4	12 ± 1,2	10 ÷ 15	300	55	50 000	100 000	450 × 800 × 1 700	175
Пожарный, охранный лучевой оптический ПОЛО-25 . . . . .	25	24 ± 2,4	12 ± 1,2	10 ÷ 15	300	55	50 000	100 000	330 × 534 × 760	75



Фиг. 398. Принципиальная схема аппарата ТЛО-60: ГнЗ—гнездо земли; ГнЛ—гнездо линейное; Зум—зумер; ЗП—звонок повреждения; К—конденсатор; КЛВС—ключ восстановления сигналов; КЛВТ—ключ выключения тревоги; КнМБ—кнопка местной батареи; КнЛБ—кнопка линейной батареи; Л—линия; ЛБ—линейная батарея; ЛП—лампа нумерная; ЛК—лампа контрольная; М—микрофон; МА—миллиамперметр; МБ—местная батарея; ОЛЗ—общие лампы земли; ОЛК—общие лампы контроля; ОЛС—общие лампы сообщения; ОЛТ—общие лампы тревоги; ОЛН—общие лампы наблюдения; Рз—реле земли; Рк—реле контроля; Рв—реле выключения; Рп—реле повреждения; Рс—реле сообщения; Рт—реле тревоги; РШВ—реле штепселя времени; Рыч. п.—рычажный переключатель; РТ—телефон; ШВ—штепсель времени; ШК—шнуровой контакт; ШИС—штепсель испытательный; ШМА—штепсель миллиамперметра; ШОС—штепсель обратного сигнала; ШВ-1—штепсель бесшнуровой, красный, для восстановления поврежденного луча при обрыве или сообщении; ШВ-2—штепсель бесшнуровой, зелёный, для восстановления работоспособности поврежденного луча при заземлении провода Л1; ШВ-3—штепсель бесшнуровой, жёлтый для восстановления работоспособности поврежденного луча при заземлении провода Л2; ШВ-4—штепсель бесшнуровой, чёрный для отключения луча при ремонте

В аппаратах лучевой системы применяются извещатели типа ПКИЛ для пожарной сигнализации и типа ОКИЛ для охранной сигнализации. В каждый луч может быть включено до трёх извещателей, сигналы от которых фиксируются одним номером. Номер луча, с которого подан сигнал, регистрируется лучевой нумерной ЛН и контрольной ЛК лампами. Схемы аппаратов лучевой системы различных типов не имеют принципиальных различий. Сопротивления обмоток реле, а также добавочных сопротивлений, коммутаторных лампочек и звонков в схемах аппаратов различной ёмкости пересчитаны в соответствии с напряжениями линейной и местной батарей.

Схема аппарата ТЛО-60 обеспечивает:

1) подачу сигналов при обрыве, коротком замыкании и заземлении проводов луча. При каждом повреждении загорается сигнальная лампа, освещающая соответствующую надпись, указывающую характер повреждения, а также сигнальная лампа, отмечающая номер поврежденного луча. Кроме того, при повреждении звонит звонок. Для восстановления работоспособности аппарата в гнездо ГИЛ вставляют один из запасных штепселей соответствующего назначения, а именно ШВ-1 при обрыве или коротком замыкании, ШВ-2 при заземлении провода Л2 и ШВ-3 — при заземлении провода Л1. При этом нажимают ключ КЛВТ, который размыкает цепь реле тревоги Рт и включает общую лампу контроля ОЛК;

2) приём пожарного сигнала, который посылается нажатием кнопки извещателя.

При каждой подаче пожарного сигнала загораются соответствующая номерная лампа ЛН, лампа обрыва ЛО, лампа контроля ЛК и лампа тревоги ЛТ, освещающая надпись «Тревога», и одновременно включается сигнал тревоги и выключается сигнал повреждения.

После приёма сигнала тревоги нажатием ключа  $K_{\text{ЛВС}}$  приводят схему в нормальное состояние.

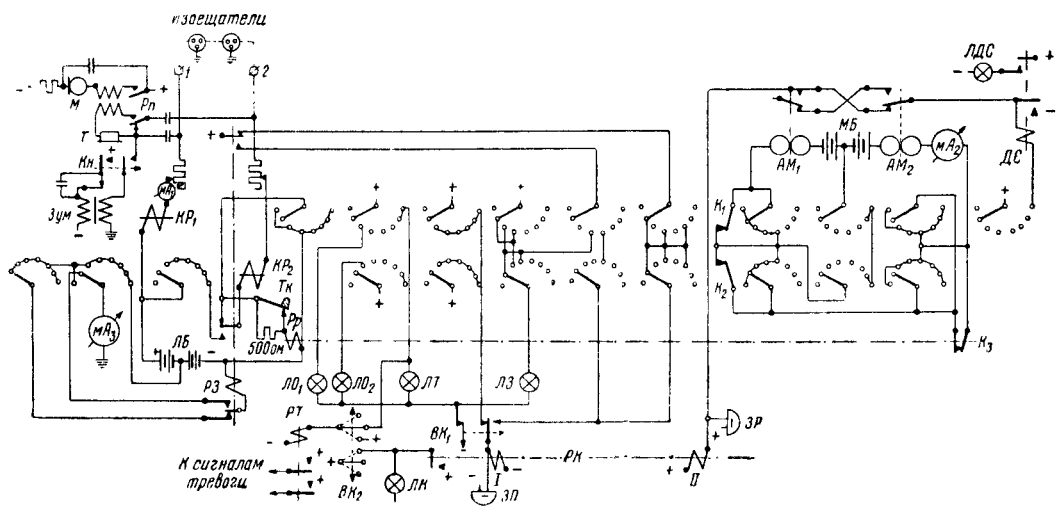
При повреждённом луче после вставления одного из штепселей в гнездо *ГнЛ* и нажатия кнопки извещателя доотказа замыкаются цепи сигнальных ламп *ЛН*, *ЛК*, *ЛТ* и реле тревоги *Рт*.

Обратный сигнал к извещателю посылается от зуммера при вставлении штепселя ШОС в гнездо луча. Для телефонной связи извещателя с приёмным аппаратом в гнездо Гн извещателя включается микрофон; при этом в приёмном аппарате действует звонок повреждения. Чтобы отличить вызов от повреждения, штепсель вставляют несколько раз. При снятии микрофона приёмного аппарата с рычага выключается реле земли Рз и включается микрофон. Для улучшения слышимости в гнездо ГнЗ вставляют штепсель ШмА. В аппаратах типа ТЛО-60 и ТЛО-30 может быть установлен штемпель времени. Для его работы в схеме предусмотрены реле РШВ1 и РШВ2.

## Приёмные аппараты шлейфной системы

**Приёмные аппараты шлейфной системы типа ПШЗ и ПАЗ-48** рассчитаны на включение в шлейф до 50 извещателей типа ПИ-7. Сопротивление шлейфа не должно превышать 500 ом.

**Приёмный аппарат шлейфной системы с записью типа ПШЗ.** Принципиальная схема аппарата ПШЗ показана на фиг. 399. Обмотки двух электромагнитов контроллеров *KP1* и *KP2* с группой контактных щёток включены в провода шлейфа. Контактные щётки электромагнитов вращаются под действием спиральной пружины и удерживаются в чётных положениях (1, 3, 5, 7) при наличии тока в электромагнитах и в чётных положениях (0, 2, 4, 6)—при отсутствии тока. Для завода пружины ось контроллера заканчивается ручкой, выведенной на панель аппарата и указывающей положение контроллеров.



фиг. 399. Принципиальная схема аппарата ПШЗ:  $KP_1, KP_2$ —контроллеры;  $K_1, K_2$ —контакты контроллеров;  $AM$ —электромагнит аппарата Морзе;  $ЛДС$ —лампа двойного сигнала;  $РДС$ —реле двойного сигнала;  $МА$ —миллиамперметр;  $Рк$ —реле контроля;  $Рз$ —реле земли;  $Рт$ —реле тревоги;  $Рр$ —реле реверсии;  $Зум$ —зуммер;  $Тк$ —телеграфный ключ;  $Рыч$ —рычажный переключатель;  $ВК$ —выключатель

При нормальном состоянии шлейфа в линейной цепи протекает контрольный ток, фиксируемый миллиамперметром  $МА_1$ .

Запись сигнала производится или двояным перфоратором с двумя электромагнитами, или двумя аппаратами Морзе  $АМ_1$  и  $АМ_2$  с автоматическим пуском лентопротяжного механизма. Оба электромагнита присоединены через контакты  $K_1$  и  $K_2$  контроллеров и  $K_3$  реле  $Рр$  к батарее  $МБ$ . Повреждения шлейфа (обрыв, замыкание, обрыв с замыканием, короткое замыкание) фиксируются соответствующими сигналами. При обрыве цепи стрелка миллиамперметра  $МА_1$  устанавливается на нуль, а через контакты контроллеров замыкаются цепи ламп обрыва и звонка повреждения  $ЛО$  и  $ЗП$ . Ток утечки, не превосходящий  $20\text{ ма}$ , отмечается только отклонением стрелки миллиамперметра  $МА_2$ . При утечке  $20\text{—}35\text{ ма}$  срабатывает реле  $Рз$ , через контакты которого включаются в параллель обмотки контроллеров. Щётки контроллеров переходят во второе положение вследствие снижения силы тока в последних. При этом фиксируется сигнал обрыва, а миллиамперметр  $МА_2$  отмечает ток утечки. При полном заземлении контроллеры переходят в третье положение; включаются сигналы заземления  $ЛЗ$ ,  $ЗПС$ . Стрелка миллиамперметра  $МА_1$  будет стоять на нуле, а  $МА_2$  покажет наличие тока, замыкающегося через землю. Выключение сигналов повреждения осуществляется выключателем  $ВК_1$ .

Сигналы тревоги можно привести в действие вручную при помощи переключателя  $ВК_2$ .

Нормально по шлейфу проходит ток и щётки контроллеров находятся в первом положении. После трёх последовательных замыканий и размыканий цепи контроллеры переходят в седьмое (последнее) положение, при котором происходит приём сигнала.

Для подачи обратного сигнала на извещатель на приёмном аппарате нажимают кнопку  $Кн$ , замыкающую цепь зуммера, и в линию посылается сигнал, воспринимаемый телефоном извещателя.

Контроль приёмного аппарата производится телеграфным ключом  $Тк$ , при отжатии которого в цепь включается сопротивление  $500\text{ ом}$ .

Для регистрации времени на приёмных аппаратах установлен штемпель времени, при помощи которого в момент начала приёма сигнала происходит запись времени поступления сигнала. Аппарат смонтирован в железном шкафу размерами  $1700 \times 800 \times 450\text{ мм}$ . С лицевой стороны имеется стол на высоте (от пола)  $860\text{ мм}$ .

Для работы аппарата требуются две батареи:

а) линейная  $ЛБ$  ёмкостью не менее  $18\text{ а-ч}$ , напряжением  $24\text{ в}$  при сопротивлении шлейфа до  $100\text{ ом}$  и  $48\text{ в}$  при сопротивлении шлейфа до  $500\text{ ом}$ ;

б) местная  $МБ$  с напряжением  $12\text{ в}$  и ёмкостью не менее  $36\text{ а-ч}$  при наибольшем разрядном токе  $8\text{ а}$ . Средние точки обеих батарей должны быть выведены к аппарату. В линейной цепи протекает постоянно ток величиной около  $65\text{ ма}$ .

**Пожарный аппарат шлейфной системы с записью типа ПАЗ-48.** Принципиальная схема

аппарата дана на фиг. 400. В нормальном (готовом к приёму сигналов) состоянии аппарата под током контрольной батареи  $КБ$  находятся реле  $Рн$ ,  $Рз$ ,  $Рр$ , миллиамперметр  $МА_1$ , реостаты  $СЛ_1$  и  $СЛ_2$ .

Кроме того, под током рабочей батареи  $РБ$  находятся реле  $РВ_1$  и  $РВ_2$ , электромагниты аппаратов Морзе  $АМ_1$  и  $АМ_2$  и миллиамперметр  $МА_2$ .

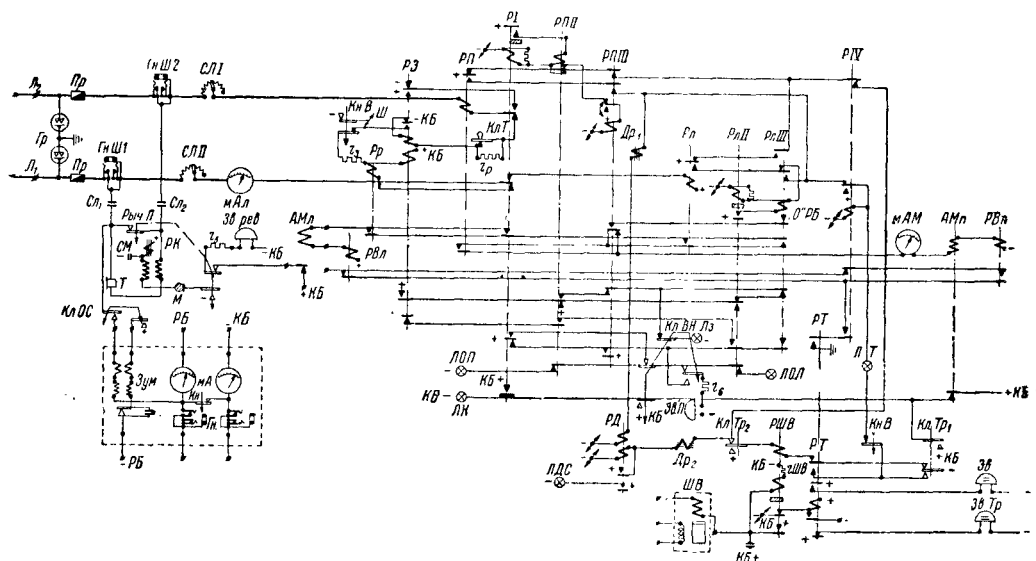
При этом якорь реле  $Рз$ , по которому проходит контрольный ток, не притянут, так как реле дифференциальное. Показания прибора  $МА_1$  должны находиться в пределах  $30\text{—}40\text{ ма}$ . Эта величина тока устанавливается при помощи реостатов  $СЛ_1$  и  $СЛ_2$ . Показания миллиамперметра  $МА_2$  должны быть в пределах  $40\text{—}60\text{ ма}$ . Для питания аппарата требуются две аккумуляторные батареи напряжением по  $48 \pm 4\text{ в}$ , а именно контрольная и рабочая батареи (на схеме «+» и «—» относятся к рабочей батарее, ш — минусовая шина этой батареи).

Схемой предусмотрена возможность включения специального устройства — «повторителя» для трансляции номера извещателя, подавшего сигнал «тревоги» на главную станцию.

Схема обеспечивает при повреждении в шлейфе (обрыв провода, заземление, обрыв с заземлением) действие оптической и акустической сигнализации. Сигналы о повреждении (за исключением лампы контроля  $ЛК$ ) выключаются переводом ключа  $КЛВН$ , а для восстановления нормального положения после устранения повреждения ключ  $КЛВН$  переводят в нормальное положение и кратковременно нажимают кнопку «сброса»  $КнВ$ . При сообщении проводов шлейфа получается увеличение контрольного тока. Наличие сообщения проверяется при пробе (ревизии) извещателей и при телефонных переговорах. При ревизии извещателя в шлейф включается добавочное сопротивление, которое понижает контрольный ток; замыкание контактной системы извещателя не сопровождается при этом одновременным заземлением шлейфа. На понижение силы контрольного тока реагирует реле «ревизии»  $Рр$ ; якорь же линейного реле  $Рн$  остаётся притянутым. В связи с этим при приёме сигнала ревизии будет замыкаться и размыкаться цепь аппаратов Морзе в соответствии с колебаниями величины тока, происходящими в линейной цепи. Получение сигнала ревизии отмечается миганием лампы «контроля»  $ЛК$ , прерывистой работой звонка ревизии  $ЗвР$  и записью номера извещателя. При подаче сигнала тревоги с какого-либо другого извещателя приём сигнала ревизии прекращается.

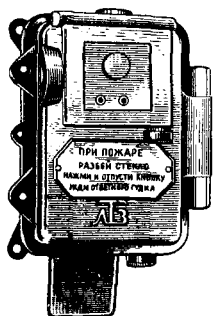
При данной схеме станции с извещателя вызывают нажатием кнопки; при этом в линейную цепь вводится добавочное сопротивление, вызывающее понижение величины контрольного тока. На приёмном аппарате кратковременно звонит звонок «ревизии».

Телефонная связь с извещателем осуществляется при включении в гнезда извещателя микрофона (параллельно добавочному сопротивлению извещателя). Цепь питания микрофона замыкается через контакты рычажного переключателя  $Рыч. П$ .

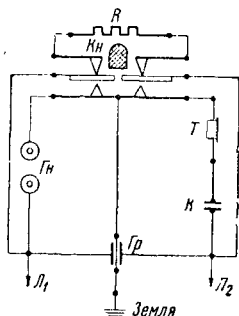


56\*

центральный пункт. Кроме подачи тревожного сигнала, предусматривается возможность передачи сообщений по телефону, а также пода-

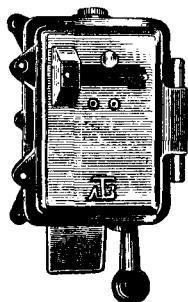


Фиг. 401. Внешний вид извещателя ПКИЛ

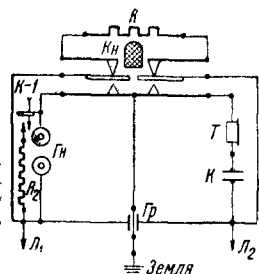


Фиг. 402. Принципиальная схема извещателя ПКИЛ

ча сигналов по специальному коду. Извещатели типа ОКИЛ обеспечивают подачу сигнала тревоги, кодового служебного сигнала и



Фиг. 403. Внешний вид извещателя ОКИЛ



Фиг. 404. Принципиальная схема извещателя ОКИЛ

приём обратного фонического сигнала с электроохранной станции. Внешний вид извещателя показан на фиг. 403, а его схема дана на фиг. 404.

Сигнал подаётся нажатием кнопки  $К_1$ .

Таблица 278

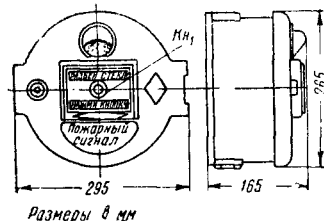
Извещатели типа ОКИЛ

Характеристика	Тип извещателя	
	ОКИЛ-1	ОКИЛ-2
Наименование аппаратов, в которых применяется извещатель	ТЛО-16, ТЛО-30, ПОЛО-25 и ПЛО-50	ТЛО-60
Сопротивление в ом		
$R_1$	1 000	3 500
$R_2$	1 000	2 500
Высота в мм	245	245
Ширина в мм	136	136
Глубина в мм	102	102
Вес в кг	2,4	2,4

Дополнительный контакт  $К-1$  замыкается, если дернуть за специальную ручку; при этом провод  $Л_1$  заземляется через сопротивление  $R_2$ . На приёмном аппарате от этого зажигаются лучевая лампа, лампа «земли» и звонит звонок повреждения.

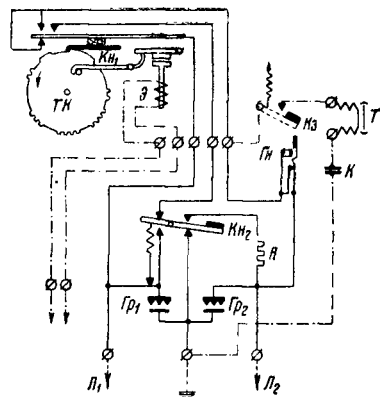
Обратный сигнал подаётся зуммером и воспринимается телефоном  $T$  извещателя.

Извещатели с кодированным сигналом ручного действия типа ПИ-7 (фиг. 405) предназначены для шлейфной системы. Подача сигнала тревоги с извещателя осуществляется рядом переключений, обусловленных схемой



Фиг. 405. Общий вид извещателя ПИ-7

аппарата и номером извещателя, производимых кодирующим механизмом. Кодирующий механизм приводится в действие при нажатии пусковой кнопки  $К_1$  извещателя. При этом приводится в действие часовой механизм, на оси которого находится типовое колесо  $ТК$ , и одновременно замыкается контакт  $К_3$ , подготавливающий цепь для приёма на телефон  $T$  обратного сигнала (фиг. 406). При вращении типового колеса цепь последовательно размыкается и замыкается на землю. Первые три зубца типового колеса служат для подачи подготовительного кода, остальные для трёхкратной передачи номера извещателя.



Фиг. 406. Принципиальная схема извещателя ПИ-7

Время, требуемое для полной передачи сигнала тревоги, не должно быть больше 35 сек.

При проверке извещателя открывают крышку, причём автоматически отжимается кнопка  $К_2$ , которая отключает землю и включает параллельно контактам добавочное сопротивление  $R=500$  ом, снижающее величину контрольного тока в шлейфе.



Извещатель типа ПИ-7 может быть приведён в действие с расстояния.

Цепь электромагнита  $\mathcal{E}$  замыкается при нажатии кнопки, находящейся на расстоянии от извещателя (подизвещатели). При срабатывании электромагнита рычаг, связанный с якорем, отпускает типовое колесо.

Для осуществления телефонной связи с приёмным аппаратом в гнездо  $Гн$  вставляется штепсель микротелефона.

В схеме извещателя предусмотрены искровые разрядники  $Гр_1$  и  $Гр_2$ .

Сопротивление заземления извещателя не должно превышать 5  $\Omega$ .

Габаритные размеры извещателя ПИ-7: высота 265 мм, ширина 295 мм, глубина 165 мм. Корпус извещателя чугунный. Вес 8,4 кг.

Автоматические извещатели подразделяются по принципу действия на максимальные, дифференциальные и комбинированные.

Максимальный температурный извещатель подаёт сигнал тревоги, когда температура окружающей среды достигает предельного значения, на которое он отрегулирован. Максимальные автоматические извещатели должны иметь регулировочное приспособление для установки их на определённую температуру срабатывания в пределах от  $+20$  до  $+120^\circ$ .

Согласно ГОСТ 4186-48 допускается изготовление извещателей с соответственно менее широкими пределами регулировки.

Дифференциальный автоматический извещатель подаёт сигнал при внезапном повышении температуры. Извещатель должен срабатывать не позднее 1 мин. после помещения его в среду, температура которой повышается на  $5-10^\circ$  в 1 мин.

Комбинированный автоматический извещатель должен срабатывать как при достижении определённого предела температуры окружающей среды, так и в том случае, когда скорость нарастания температуры превысит определённую величину, не допустимую для охраняемого помещения. Комбинированный извещатель может состоять из объединённых в одном приборе максимального и дифференциального извещателей.

## АКУСТИЧЕСКАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

Для акустической сигнализации на железных дорогах СССР используются электрические звонки, гудки и сирены.

**Звонки** применяются постоянного и переменного тока. Имеется несколько разновидностей звонков постоянного тока: 1) одноударные, 2) медленнодействующие, 3) с шуптом, 4) непрерывно звонящие, 5) герметические, или мембранные, 6) тирольские (колокол, внутри которого помещается механизм) и др.

**Звонок постоянного тока.** Питание звонков постоянного тока осуществляется от первичных элементов, аккумуляторов или от сети постоянного тока. При питании от сети звонок включают через лампу накаливания, соответствующую напряжению сети и потребляющую ток, равный рабочему току звонка.

Звонки завода «Красная заря» имеют электрическое сопротивление обмоток 40  $\Omega$  (для напряжения 4—6 в) и 500  $\Omega$  (для напряжения 24 в).

Звонок ДВ-2 завода им. Кулакова имеет две обмотки по 12  $\Omega$  каждая, которые могут включаться последовательно (для работы при напряжении 12 в) или параллельно (для работы при напряжении 4—6 в).

**Звонок переменного тока** устроен аналогично звонку постоянного тока, но не имеет прерывателя. Якорь притягивается к сердечнику дважды за один период.

Поляризованный звонок переменного тока имеет две обмотки и постоянный магнит, поляризующий якорь.

Поляризованные звонки имеют сопротивление 500, 1000 и 2000  $\Omega$  и работают при токе от 3 ма и частоте  $15 \div 50$  гц.

Поляризованный звонок может также работать от пульсирующего тока; в этом случае якорь в одну сторону должен оттягиваться пружиной.

Повреждения, при которых звонок перестаёт работать, — обрыв в обмотке или подводящих проводниках, загрязнение или обгорание контактов, отвинчивание чашки, механические повреждения якоря, расшатывание контактного винта в своём гнезде.

**Гудок** постоянного или переменного тока применяется для увеличения радиуса слышимости сигналов тревоги. На фиг. 407 дана схема гудка постоянного тока. При прохождении тока по обмоткам электромагнита  $\mathcal{E}$  стержень, связанный с якорем  $Я$ , ударяет по мембране  $М$  и разрывает контакт  $1$ . Контакт снабжается искрогасителем. Гудок постоянного тока завода им. Кулакова типа ТГС имеет две обмотки. При последовательном соединении обмоток требуется напряжение 24 в (ток около 0,6 а); при параллельном соединении 12 в (ток около 1,2 а).

Гудок типа ГПС-12 применяется в аппаратах пожарной сигнализации.

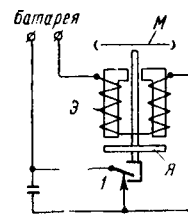
В гудке переменного тока нет прерывающегося контакта. За один период мембрана делает два колебания.

Гудки-вибраторы устроены наподобие телефона и работают от переменного тока.

**Сирена** представляет собой электромотор, вращающий подвижный диск или барабан с отверстиями рядом с неподвижным диском или внутри неподвижного барабана с такими же отверстиями. Внутри сирены создается повышенное давление и в момент совпадения отверстий обоих дисков или барабанов воздух вырывается наружу, создавая звуковые колебания. Частота колебаний зависит от скорости вращения и от числа отверстий.

Сирена потребляет большой ток и поэтому питание её осуществляется от аккумуляторов или от сети.

**Включение электрзвучковых сигнальных приборов** осуществляется чаще всего по схеме нормально разомкнутого тока, т. е. дей-



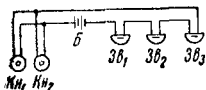
Фиг. 407. Схема гудка постоянного тока

ствие прибора начинается при замыкании цепи.

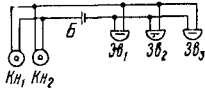
Для замыкания цепи служат звонковые кнопки (для звонков), выключатели и рубильники (для мощных гудков и сирен).

При последовательном включении звонков постоянного тока прерывающие контакты у всех звонков, кроме одного, должны быть шунтированы.

При включении звонков по схеме, представленной на фиг. 408 (последовательное включение) и фиг. 409 (параллельное включение)



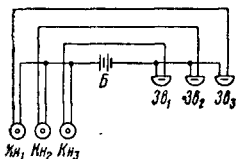
Фиг. 408. Схема последовательного включения звонков



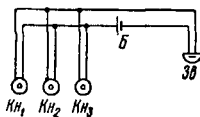
Фиг. 409. Схема параллельного включения звонков

и), при нажатии одной кнопки звонят несколько звонков. При включении звонков по схеме, представленной на фиг. 410, каждый звонок звонит при нажатии одной соответствующей ему кнопки.

На фиг. 411 показана схема включения звонка, который звонит при нажатии любой из нескольких кнопок.

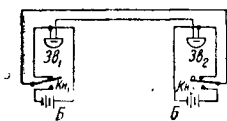


Фиг. 410. Схема включения звонка при нажатии соответствующей кнопки

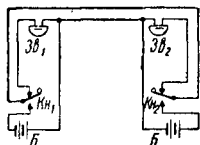


Фиг. 411. Схема включения звонка при нажатии любой кнопки

На фиг. 412 и 413 показаны схемы двусторонней подачи сигнала. В качестве обратного провода может быть использована земля.



Фиг. 412. Схема двусторонней подачи сигнала; при нажатии кнопки звонят оба звонка



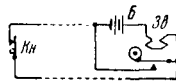
Фиг. 413. Схема двусторонней подачи сигнала; при нажатии кнопки звонит один звонок

Для постоянного контроля линии приборы включают по схеме нормально замкнутого тока.

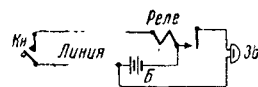
При обрыве цепи или при нажатии кнопки цепь разрывается, якорь отпадает и замыкается цепь сигнального прибора от местной батареи (фиг. 414).

При длинных линиях сигнальные приборы включают через контакты реле, обмотка которого включена в линию (фиг. 415—при нормально разомкнутой схеме и фиг. 416—при нормально замкнутой схеме).

Для приёма в одном пункте сигналов из нескольких мест применяют нумераторы с электромагнитными клапанами (фиг. 417). Нумераторы делают на 4, 6, 8 и 12 номеров.



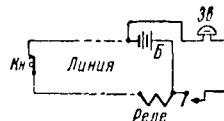
Фиг. 414. Схема включения звонка по схеме нормально замкнутого тока



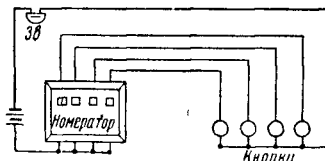
Фиг. 415. Схема включения звонка через контакты реле (при нормально разомкнутой схеме)

При прохождении тока по электромагниту Э (фиг. 418) притягивается якорь Я и освобождается удерживаемый им рычаг Р, в окошечке появляется номер и звонит звонок. Возвращают рычаги в начальное положение вручную. Сопротивление обмоток клапанов  $10 \div 40 \text{ ом}$ .

Поисковая сигнализация находит применение на железнодорожных станциях, а также на станциях метрополитена. Для целей поисковой сигнализации может быть использована существующая радиотрансляционная сеть или специально оборудованная радиотрансляционная сеть. Громкоговорители устанавливаются по всей территории, обслуживаемой

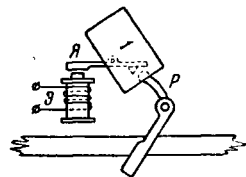


Фиг. 416. Схема включения звонка через контакты реле (при нормально замкнутой схеме)

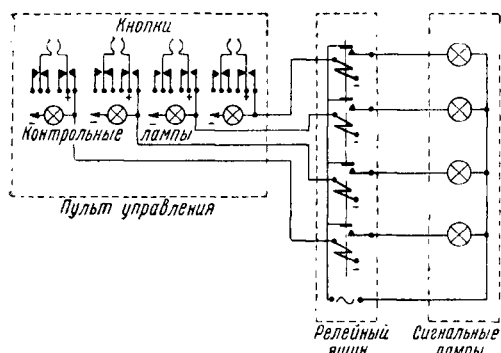


Фиг. 417. Схема включения нумератора

мой поисковой сигнализацией. Поиск требуемого лица осуществляется голосом или посылкой в радиотрансляционную сеть поисково-вызывных сигналов ключом Морзе. Кроме того, простейшая поисковая сигнализация может быть оборудована по схеме, представленной на фиг. 419. Пульт управления устанавливается на командном пункте (например у диспетчера), «светофоры» с 4—6 отдельными лампами устанавливают в помещении, где могут находиться разыскиваемые лица. Поисковый сигнал (зажигается лампочка определённого цвета и звонит звонок) подаётся при замыкании кнопки или через промежуточное реле.



Фиг. 418. Схема электромагнитного клапана



Фиг. 419. Схема поисковой сигнализации

### ВОДОКАЧАЛЬНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

На железнодорожном транспорте СССР применяются два типа приборов для сигнализации уровня воды в баке водонапорной башни:

- а) указывающие только наинизший и наивысший уровни воды;
- б) указывающие крайние и промежуточные уровни.

Наибольшее распространение получили приборы первого типа, из которых больше всего установлено приборов системы Трегера, выпускаемых Калужским электротехническим заводом.

Комплект приборов водокачальной сигнализации системы Трегера состоит из:

- а) контактного прибора, устанавливаемого над или под баком с водой;
- б) указателя уровня воды, устанавливаемого в машинном отделении насосной станции.

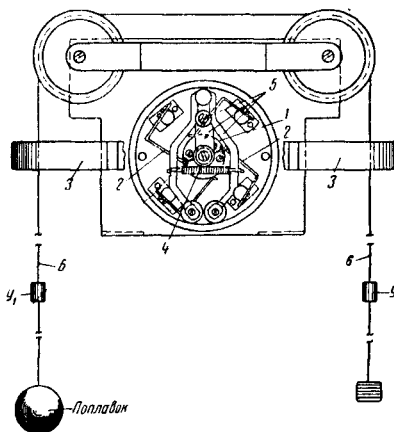
Размеры приборов: контактного  $230 \times 165 \times 78$  мм, сигнального  $330 \times 160 \times 70$  мм. Вес сигнального прибора около 3 кг, контактного прибора вместе с тросом и блоками—10,6 кг.

Прибор работает устойчиво при напряжении батареи в пределах 10—14 в, потребляя ток 20—25 ма.

Контактный прибор системы Трегера (фиг. 420) состоит из герметически закрывающегося металлического ящика, в котором находятся контактный механизм, состоящий из двух изолированных друг от друга металлических полудисков 1, четырех контактных пружин 2 и возвратного механизма 5, удерживающего диски в среднем положении при промежуточном уровне воды в баке (при этом две контактные пружины находятся на изоляции). Ось переключателя 4 выходит через крышку прибора наружу ящика, где на неё насаживается рычаг 3. Прибор имеет два ролика, через которые перебрасывается металлический трос 6 с деревянным поплавком и противовесом. Противовес передвигается вдоль рейки с делениями и указывает уровень воды в баке. На тросе укреплены упоры  $У_1$  и  $У_2$ , которые при крайних положениях воды в баке нажимают на рычаг.

При нижнем уровне воды поплавок опускается и упор  $У_1$ , упираясь в рычаг, поднимает его, одновременно вращая диск. В результате поворота диска контактная пружи-

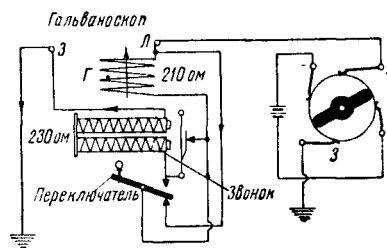
на от «+» источника тока соединяется с линейным проводом, а пружина от «-» источника тока соединяется с проводом, идущим на землю. При верхнем уровне воды в баке поплавки поднимается и упор  $У_2$ , упираясь



Фиг. 420. Контактный прибор системы Трегера: 1—полудиски; 2—контактные пружины; 3—перекидной рычаг; 4—ось переключателя; 5—возвратный механизм; 6—трос

в рычаг, поворачивает его, а диск вращается в обратном направлении. При этом в линейный провод будет подан отрицательный потенциал, а «+» батареи соединится с землей.

Указатель уровня воды (фиг. 421) состоит из звонка с кнопкой и гальваноскопа Г, управляющего стрелкой, которая в зависимости от направления отклонения указывает на надписи «Качай» или «Довольно».



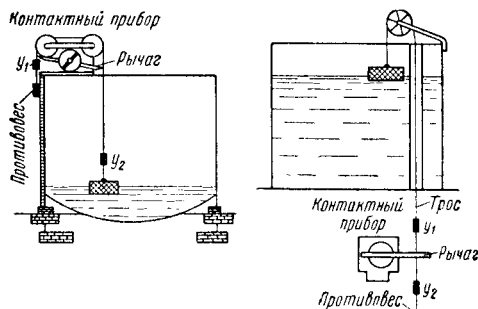
Фиг. 421. Схема указателя уровня воды системы Трегера

При промежуточном уровне воды в баке тока в линии нет. Цепь гальваноскопа Г шунтируется через кнопку звонка. Звонок звонит как при максимальном, так и при минимальном уровне воды в баке. Для того чтобы узнать, что означает сигнал, надо нажать кнопку звонка. Вследствие этого звонок прекращает своё действие, а гальваноскоп включает последовательно в линию. Стрелка гальваноскопа отклоняется при максимальном уровне воды вправо, указывая на надпись «Довольно», и влево — при минимальном уровне, указывая на надпись «Качай».

Катушка звонка наматывается проводом ПЭ (ПЭЛ) или ПШД диаметром 0,18—0,25 мм. Сопротивление каждой катушки  $115 \text{ ом} \pm 5\%$ . Электрическая схема указателя уровня вы-

полняется проводом марки ПР диаметром  $1 \div 1,5 \text{ мм}^2$ .

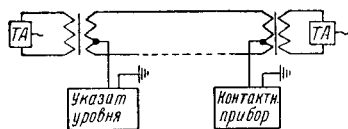
**Установка прибора.** Контактный прибор устанавливается над или под баком с водой (фиг. 422). После установки контактного механизма через ролики и концы рычага



Фиг. 422. Установка контактного прибора системы Трегера

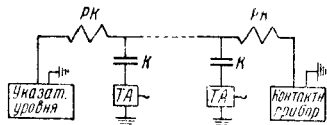
пропускают трос. Затем отмечают положение рычага, при котором замыкаются контакты Л и «+», З и «—» или Л и «—», З и «+», и укрепляют упоры  $U_1$  и  $U_2$  при крайних положениях рычага.

Проверка исправности контактов в контактном приборе производится следующим образом: к зажимам линейного и земляного проводов присоединяют вольтметр, а затем рычаг поворачивают в ту и другую стороны до установления контакта между соответствующими пружинами; при этом отклонение стрелки вольтметра должно быть в обоих случаях одинаковым. Если отклонения стрелки нет, то осматривают все контакты, а затем отдельно проверяют батарею.



Фиг. 423. Схема включения аппаратов водокачальной сигнализации в провода связи

Сигнальный прибор укрепляют на стене так, чтобы удобно было нажимать кнопку. После включения приборов проверяют правильность показаний гальваноскопа в соответствии с уровнем воды в баке.



Фиг. 424. Схема связи водонапорной башни с машинным отделением водокачки

Для водокачальной сигнализации используют стальные провода  $d = 3 \text{ мм}$ , а также могут быть использованы телефонные провода. Схема включения аппаратов водока-

чальной сигнализации в провода связи показана на фиг. 423.

Телефонная связь между водонапорной башней и машинным отделением водокачки может быть осуществлена по схеме, представленной на фиг. 424.

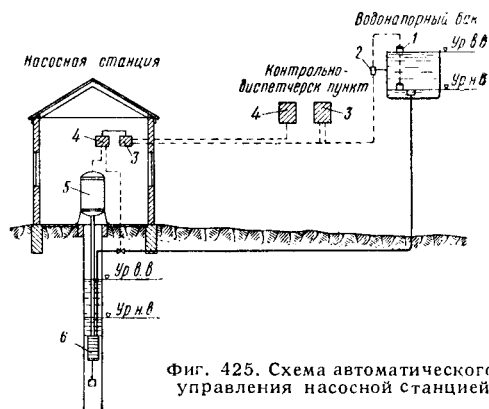
Сопротивление реактивных катушек 15—40 ом, конденсаторы ёмкостью 1—2 мкф. Телефонные аппараты применяются с фоническим вызовом.

На электрифицированных насосных станциях в настоящее время внедряется автоматическое управление насосными агрегатами в зависимости от уровня воды в баке водонапорной башни. Сущность автоматического управления электрифицированной насосной станцией состоит в следующем. Пуск в работу и остановка электронасоса связываются с положением верхнего и нижнего уровня воды в баке (т. е. с сигналами «Качай» и «Довольно») и напором воды в сети.

При наличии нескольких насосных станций в одном месте автоматика допускает совмещение контроля и управления ими с одного пункта.

Датчик импульсов устанавливается у водонапорного бака или в сети и соединяется с приборами сигнализации и управления насосной станцией.

Схема автоматического управления насосной станцией показана на фиг. 425.



Фиг. 425. Схема автоматического управления насосной станцией

Поплавок 1 действует на систему передач (датчик) 2 и заставляет срабатывать сигнальное устройство 3 (в насосной станции и в контрольно-диспетчерском пункте).

Сигнальный прибор 3 соединён с приборами управления 4. Последние, получив сигнал «Довольно», останавливают агрегат 5, а при сигнале «Качай» включают в работу электродвигатель 5, который приводит в действие насос 6.

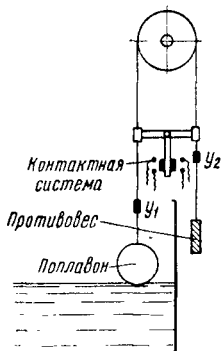
В качестве датчика импульсов могут быть использованы контактный прибор системы Трегера, поплавковое реле и манометрическое реле уровня.

При наличии на насосной станции постоянного источника питания от выпрямителей или аккумуляторной батареи и при небольшом расстоянии между водонапорной башней и насосной станцией оправдывается использование контактного прибора системы Трегера. При этом на насосной станции должен

устанавливается повторитель — поляризованное реле уровня. Реле уровня срабатывает и переключает свои контакты в зависимости от уровня воды в баке водонапорной башни.

В системах автоматической сигнализации применяют поплавковые реле типа РМ и СУ.

Поплавковое реле типа РМ состоит из поплавка, противовеса и контактного устройства. Принцип действия и установка приборов видны из фиг. 426.



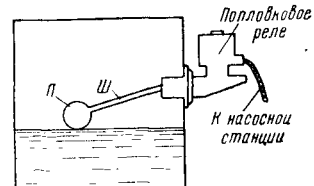
Фиг. 426. Принцип действия поплавкового реле типа РМ

связано с поплавком *П* через штангу *Ш*, заканчивающуюся шарнирным рычагом. Крайние пределы регулировки уровней определяются длиной штанги, на которой укреплен поплавок. При использовании соответствующей контактной системы можно фиксировать не только крайние, но и промежуточные уровни воды.

Контактное устройство управляется посредством воздействия на рычаг со стороны упоров  $У_1$  и  $У_2$ , укрепленных на тросе, перекинутом через блок, закрепленный на корпусе контактного устройства.

Переключение контактов происходит при крайних уровнях воды в баке водонапорной башни. Цель реле уровня замыкателя — непосредственно через контакты поплавкового реле.

Реле типа СУ (фиг. 427) имеет контактную систему и



Фиг. 427. Установка поплавкового реле типа СУ

Сигнальное устройство состоит из переключателя, лампы и звонка.

Новая конструкция датчиков импульсов и приемников, разработанная ЦНИИ МПС, обеспечивает передачу по одному проводу сигналов о положении уровней воды. Датчики питаются переменным током 12—36 в от трансформатора, расположенного на насосной станции. Сигнализация обеспечивает непрерывный контроль линии управления с подачей аварийных сигналов в случае обрыва или короткого замыкания.

Непрерывный контроль за режимом работы агрегатов и правильный учет работы всей станции с автоматической регистрацией малейших отклонений от нормального режима осуществляется самопишущими приборами.

В настоящее время нашей промышленностью выпускаются различные типы самопишущих приборов для измерения и записи расхода, напора, уровня воды и других величин. Принцип работы таких приборов основан на измерении величины давления или перепада давления и передаче значения измеряемой величины на стрелку. Запись производится на круговой диаграмме пером, связанным со стрелкой.

Вращение диаграммы осуществляется синхронным моторчиком или при помощи часового механизма.

## ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ УСТРОЙСТВ СВЯЗИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

#### Развитие электропитающих установок для устройств связи

Развитие электропитающих установок для устройств связи проходило параллельно развитию самих устройств связи. В дореволюционной России на железнодорожном транспорте применялась несложная аппаратура связи (преимущественно телефонные аппараты системы МБ и телеграфные аппараты Морзе). Для питания этой аппаратуры использовались химические источники тока — гальванические элементы и более редко аккумуляторы.

Мощное развитие сети связи железнодорожного транспорта СССР за годы сталинских пятилеток вызвало значительное повышение мощности электропитающих установок в узлах связи. Вследствие этого питание аппаратуры связи в крупных узлах непосредственно от химических источников тока стало невозможным. Потребовалось создание новых систем электропитания, основанных на применении преобразователей тока как для непосредственного питания аппаратуры связи, так и для работы в буферном режиме с аккумуляторными батареями.

Переход на новые системы электропитания потребовал разработки и освоения производства специальной аппаратуры питания устройств связи.

Труды советских специалистов Б. С. Комарова, Б. А. Пионтковского и др., предложивших ряд оригинальных конструкций отдельных электропитающих устройств и разработавших схемы комплексных электропитающих установок, способствовали освоению промышленностью СССР новых устройств электропитания предприятий связи. Большое значение для развития электропитания устройств связи имеют работы И. А. Казаринова, предложившего блочную систему электропитания различных видов устройств связи.

Эта система по уровню своего технического совершенства стоит на много выше аналогичных установок, выпускаемых иностранными фирмами. Большую работу в области создания мощных первичных элементов отечественной конструкции проводили специалисты МПС. Над усовершенствованием мощных первичных элементов с воздушной деполяризацией работали П. М. Спиридонов, Б. Н. Пушкарев.

Дальнейшее развитие устройств электропитания намечается проводить в направлении

улучшения их электрических характеристик, автоматизации, упрощения ухода за ними, экономии дефицитных материалов и удешевления.

### **Назначение электропитающих устройств и источники энергоснабжения предприятий связи**

Устройства электропитания предприятий связи должны доставлять электрическую энергию, необходимую для бесперебойного действия аппаратуры связи, и, кроме того, обеспечивать питание сетей аварийного освещения, служащих для искусственного освещения помещений станций связи в периоды прекращения подачи электрической энергии от основного источника энергоснабжения.

Основным источником энергоснабжения для питания аппаратуры, устанавливаемой в узлах связи, обычно является местная электрическая сеть. В пунктах, не обеспеченных энергоснабжением при предприятиях связи, устанавливаются собственные электрические станции.

Преобразование электрической энергии, получаемой от местной сети или собственной электрической станции, в электрическую энергию, используемую для питания аппаратуры связи, осуществляется с помощью преобразователей различного рода (мотор-генераторов, выпрямителей и т. п.), дополняемых в необходимых случаях аккумуляторными батареями.

Резервирование энергоснабжения предприятий связи осуществляется или путём устройства вводов от двух независимых электрических сетей, или путём установки резервной электрической станции (блок-станции).

Питание небольших установок связи, потребляющих малые мощности (порядка  $2 \div 3$  Вт), наиболее часто осуществляется от гальванических элементов.

### **Основные требования, предъявляемые к электропитающим устройствам**

К электропитающим устройствам предприятий связи предъявляются следующие основные требования:

- а) подача питающего тока должна быть непрерывной;
- б) мощность электропитающих устройств должна быть достаточной для питания приборов связи при самой большой нагрузке;
- в) колебания питающих напряжений не должны выходить за пределы, обусловленные видом питаемой ими аппаратуры связи;
- г) пульсация напряжения источников питания должна быть минимальной;
- д) устройства электропитания должны быть типизированными и иметь стандартное силовое оборудование с автоматизированным управлением.

### **Характеристики источников питания аппаратуры связи**

Номинальные значения напряжений, род тока и требования, предъявляемые к колебаниям и пульсации напряжения источников питания аппаратуры связи различного рода, указаны в табл. 279.

Некоторые виды изготавливаемой в настоящее время аппаратуры дальней и избирательной связи снабжаются устройствами для непосредственного питания от сети переменного тока. Для работы такой аппаратуры требуется переменный ток при напряжении 120 или 220 В с частотой 50 Гц. Допустимые колебания напряжения обычно составляют  $\pm 10\%$ .

### **СПОСОБЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ УСТРОЙСТВ СВЯЗИ**

На железнодорожном транспорте СССР применяются следующие способы электропитания устройств связи:

- а) питание от первичных элементов;
- б) питание от аккумуляторов в режиме «заряд — разряд»;
- в) питание от аккумуляторов и преобразователей в режиме непрерывной буферной работы;
- г) питание от аккумуляторов и преобразователей в режиме периодической буферной работы;
- д) питание от преобразователей без применения аккумуляторных батарей (безбатарейный способ).

**Питание от первичных элементов.** Первичные элементы в условиях нормальной эксплуатации применяются для питания телефонных аппаратов системы МБ и телефонных аппаратов промежуточных пунктов избирательной связи, переносных телефонных аппаратов, коммутаторов системы МБ, стрелочных коммутаторов, цепей смещения усилительной аппаратуры, установок водокачальной и тревожной сигнализации и т. п.

В настоящее время отечественная промышленность выпускает мощные медноокисные элементы, отдающие ток большой величины. Это позволяет значительно расширить область применения первичных элементов в хозяйстве связи. Медноокисные элементы могут применяться для питания местных цепей аппаратуры избирательной связи, цепей накала усилительной аппаратуры небольшой мощности, небольших телефонных станций системы ЦБ и т. п. Эти элементы также очень удобны для питания от общей батареи микрофонных цепей нескольких телефонных аппаратов системы МБ или микрофонных и звонковых цепей нескольких промежуточных аппаратов избирательной связи, установленных в одном общем помещении.

**Питание от аккумуляторов по способу «заряд—разряд».** Питание по способу «заряд—разряд» характеризуется тем, что электропитающая установка состоит из двух или нескольких аккумуляторных батарей (групп) и двух зарядных агрегатов. Одна из групп заряжается или, будучи заряженной, находится в запасе. Остальные группы, будучи заряженными ранее, питают нагрузку. Когда какая-нибудь из этих последних групп разрядится, то её переключают на заряд, а на её место в разрядную цепь включают заряженную группу.

Переключение групп производится без прерыва тока с помощью рубильников или групповых батарейных коммутаторов. Выбор

Таблица 279

Предельные допустимые величины колебаний и пульсации напряжения электропитающих установок на зажимах нагрузки

Назначение питающей установки	Наименование цепей питания	Номинальное напряжение источника тока в в	Род тока	Частота в гц	Пределы колебания напряжения на зажимах питаемой аппаратуры в в	Допустимая пульсация напряжения на зажимах питаемой аппаратуры	
						пиковое значение в в не более	рмс-метрическое значение в мв не более
Для питания телеграфных станций	Линейные цепи телеграфных аппаратов	+40 и —40	Постоянный	—	36 и 43	0,4	400
		+60 и —60			54 и 64	0,6	600
		+80 и —80			72 и 86	0,8	800
		+120 и —120			108 и 129	1,2	1 200
		+160 и —160			144 и 172	1,6	1 600
	Местные цепи телеграфных аппаратов	40	»	—	36 и 42	0,4	—
		60			58 и 64	0,6	
		120			103 и 120	1,2	
	Линейные и местные цепи установок абонентского и тонального телеграфа	+60 и —60	»	—	58 и 64	0,6	—
	Моторные цепи телеграфных аппаратов и фототелеграфа	120	»	—	103 и 120	1,2	—
		—	Переменный	50	—	—	—
Для питания местных сетей и междугородных телефонных станций	Телефонные аппараты МБ	1,4 — 3	Постоянный	—	—	—	—
	Телефонные коммутаторы МБ	4	»	—	—	—	—
	Телефонные коммутаторы ЦБ	24	»	—	23 и 26,6	—	2,4
		48			—	—	2,4
	АТС машинной системы	48	»	—	46 и 52	—	2,4
	АТС шаговой системы	60	»	—	58 и 64	—	2,4
	Цепи индукторного вызова	60 — 80	Переменный	15 — 50	—	—	—
	Цепи зуммерной сигнализации	2 — 6	»	125 — 450	—	—	—

Продолжение табл. 279

Назначение питающей установки	Наименование цепей питания	Номинальное напряжение источника тока в в	Род тока	Частота в гц	Пределы колебания напряжения на зажимах питаемой аппаратуры в в	Допустимая пульсация напряжения на зажимах питаемой аппаратуры	
						пиковое значение в в не более	пософометрическое значение в мв не более
Для питания установок дальней связи	Цепи накала и сигнализации аппаратуры дальней связи	24	Постоянный	—	21,6 и 26,4 (без стабилизации напряжения), 20,6 и 21,8 (при стабилизации напряжения)	—	2,4
	Анодные цепи аппаратуры дальней связи	220	»	—	200 и 240 (без стабилизации напряжения), 200 и 212 (при стабилизации напряжения)	—	4,4
	Цепи индукторного вызова	60—80	Переменный	15—50	—	—	—
	Микрофонные и звонковые цепи промежуточных аппаратов телефонной избирательной связи	3—4,5	Постоянный	—	2,8—4,5	—	—
	Местные цепи и цепи накала аппаратуры избирательной связи	12	»	—	10,8—13,2	—	2,4
		24			21,6—26,4		
	Анодные цепи аппаратуры избирательной связи	160	»	—	145—175	—	4,4
		220			200—240		
	Цепи селекторного вызова	Определяется по расчёту	»	—	±10%	—	Не установлено
	Цепи прямого управления	Определяется по расчёту	»	—	±10%	—	Не установлено
	Цепи обратного управления	—	»	—	±10%	—	Не установлено
	Цепи послышки вызова на распорядительную станцию почтационной связи	Определяется по расчёту	»	—	±20%	—	—
	Цепи питания микрофонов и реле аппаратуры почтационной автоматической связи	6	»	—	±10%	—	Ориентировочно 1

Примечания. 1. Нормальные напряжения линейных телеграфных батарей разной полярности, но одинакового номинального напряжения не должны отличаться одно от другого более чем на 3%.

2. На телефонных станциях системы ЦБ и АТС заземляется положительный полюс батареи. Также заземляется положительный полюс батареи накала и отрицательный полюс анодной батареи.

3. Источники тока, указанные в пяти последних графах таблицы, не должны иметь соединения с землёй в тех случаях, когда цепи избирательной связи используются для телеграфирования по искусственной цепи.

4. Пульсация напряжения измеряется при полной нагрузке.



ёмкости аккумуляторов производится так, чтобы в сутки нужно было заряжать не более двух групп, а для батарей, состоящих всего из двух групп, в сутки должна заряжаться лишь одна группа. Кислотные батареи заряжаются током не менее чем 8-часового зарядного режима, хотя предпочтительнее 9—12-часовой режим. Щелочные батареи заряжаются током 6-часового режима.

Ток заряда

$$I = \frac{Q}{\eta t},$$

где  $Q$  — ёмкость аккумулятора в а·ч;

$\eta$  — отдача аккумуляторов по ёмкости;

$t$  — время заряда в часах.

Способ «заряд—разряд» весьма несовершенен. Главнейшие его недостатки следующие: низкий к. п. д. электропитающей установки (10—45%), быстрый износ аккумуляторных пластин, необходимость наличия большой ёмкости аккумуляторных батарей зарядных агрегатов большой мощности и как следствие этого — сложное и громоздкое оборудование аккумуляторной.

**Питание по способу непрерывной буферной работы.** При этом способе питание производится от параллельно соединённых аккумуляторной батареи и преобразователя. В качестве последнего используется главным образом выпрямитель переменного тока. Мотор-генераторы применяются лишь на крупных станциях связи. Существуют следующие разновидности непрерывной буферной работы.

**Способ непрерывного подзаряда.** Согласно этому способу питание аппаратуры круглые сутки осуществляется от преобразователя; батарея, оставаясь подключённой к разрядным шинам, находится всё время в резерве и получает от преобразователя небольшой подзарядный ток, называемый током содержания, компенсирующий как саморазряд батареи, так и небольшой разряд её при резких кратковременных повышениях нагрузки; при этом батарея должна быть заряжена на 85—90% её полной ёмкости. Величина тока содержания колеблется в

пределах от  $\frac{Q_n \cdot 3}{100 \cdot 24}$  до  $\frac{Q_n \cdot 5}{100 \cdot 24}$  для кислотных

аккумуляторов и от  $\frac{Q_n}{200}$  до  $\frac{Q_n}{100}$  для щелочных аккумуляторов, где  $Q_n$  — номинальная ёмкость батареи.

При перерыве подачи электроэнергии батарея принимает на себя нагрузку; в остальное время она способствует сглаживанию пульсаций тока, получаемого от преобразователя.

Для упрощения обслуживания электропитающей установки целесообразно снабжать преобразователь регулятором напряжения, непрерывно изменяющим ток преобразователя  $I_{np}$  в точном соответствии с изменениями тока нагрузки  $I_{нагр}$ , т. е. так, чтобы постоянно соблюдалось равенство

$$I_{np} = I_{нагр} + I_{сод},$$

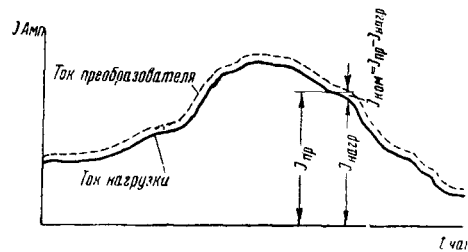
где  $I_{сод}$  — ток содержания.

Примерный график работы в режиме непрерывного подзаряда изображён на фиг. 428.

При использовании буферных батарей, составленных из кислотных аккумуляторов, напряжение каждого аккумулятора должно поддерживаться равным 2,15 в при допустимых пределах колебания от 2,1 до 2,2 в. При уменьшении напряжения ниже 2,1 в батарея сильно разряжается, а при увеличении выше 2,2 в электролит в аккумуляторах непрерывно кипит, что сокращает срок их службы.

Плотность электролита во время работы в режиме непрерывного подзаряда должна поддерживаться в пределах 1,20÷1,21.

Способ непрерывного подзаряда позволяет увеличить срок службы стационарных аккумуляторов до 18—20 лет. Общий к. п. д. электропитающей установки составляет 60—78% (примерно в 1,5 раза больше, чем при способе «заряд—разряд»).



Фиг. 428. График буферной работы в режиме непрерывного подзаряда

При использовании буферных батарей, составленных из щелочных аккумуляторов, напряжение каждого аккумулятора должно поддерживаться в пределах от 1,52 до 1,56 в. Плотность электролита должна составлять 1,19÷1,21.

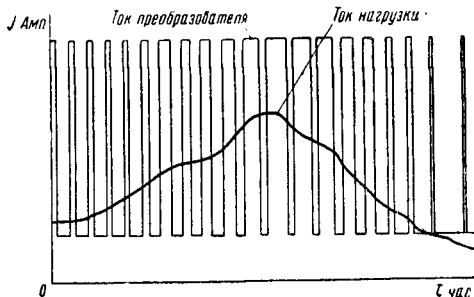
**Способ импульсного подзаряда.** Этот способ характеризуется тем, что батарея подключается к нагрузке постоянно, а преобразователь периодически на короткие промежутки времени при помощи реле отключается от нагрузки. Когда преобразователь отключится, напряжение батареи постепенно падает (при кислотных аккумуляторах с 2,2 до 2,1 в на элемент). В это время преобразователь снова включается, принимает на себя питание нагрузки и одновременно начинает заряжать батарею. Напряжение батареи начнёт увеличиваться и, как только оно достигнет 2,2 в на элемент, преобразователь опять отключится. Такой процесс повторяется непрерывно во всё время работы установки. На каждое включение выпрямителя затрачивается время от нескольких десятков секунд до нескольких минут в зависимости от величины нагрузки. Примерный график работы в режиме импульсного подзаряда изображён на фиг. 429.

Способ импульсного подзаряда в конструктивном отношении проще способа непрерывного подзаряда и в то же время даёт почти такие же выгоды, как и последний. Однако применяться этот способ может лишь при небольшой мощности установки, так как он связан с необходимостью частого включения и выключения тока выпрямителя с помощью реле и контакторов.

Ёмкость буферных батарей при обоих описанных выше режимах буферной работы определяется следующим образом:

а) если снабжение узла связи электроэнергией со стороны питающей электростанции является надёжным или если в узле связи имеется блок-станция, то батареи должны обеспечить питание нагрузки в случае прекращения энергоснабжения в течение двух часов;

б) если снабжение узла связи электроэнергией со стороны питающей электростанции является недостаточно надёжным, а блок-станции в узле не имеется, то каждая батарея должна обеспечить питание нагрузки в случае прекращения энергоснабжения в течение 24 час.



Фиг. 429. График буферной работы в режиме импульсного подзаряда

Энергоснабжение узла связи считается надёжным в том случае, если общая длительность всех перерывов подачи электроэнергии в течение предшествующих двух лет не превысила 100 час., причём длительность любого одного перерыва не превосходила 2 час.

Способ работы в режиме среднего тока. При этом способе выпрямитель регулируется таким образом, что он даёт всё время один и тот же ток, величина которого может быть примерно определена по формуле

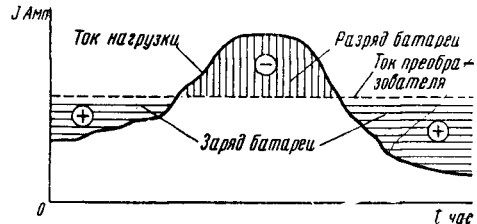
$$I_c = \frac{Q}{24\eta} + I_k,$$

где  $I_c$  — средний ток преобразователя;  
 $Q$  — количество ампер-часов, потребляемых нагрузкой в течение суток;  
 $\eta$  — отдача аккумуляторов по ёмкости;  
 $I_k$  — ток, компенсирующий потери на саморазряд.

Нагрузка обычно изменяется в течение суток, и когда ток нагрузки превышает  $I_c$ , батарея отдаёт часть своей ёмкости. Когда же ток нагрузки становится меньше  $I_c$ , излишек тока выпрямителя поступает в заряд батареи, компенсируя потерю её энергии во время разряда. В результате в течение суток батарея получает от выпрямителя ровно столько энергии, сколько было ею израсходовано. Такой способ буферной работы не требует автоматических регуляторов и поэтому он широко применяется на практике в простейших электропитающих установках. Однако он не даёт тех больших преимуществ в отношении экономичности и сохранности аккумуляторов, которые свойственны первым двум способам непрерывного буферного питания. Графически

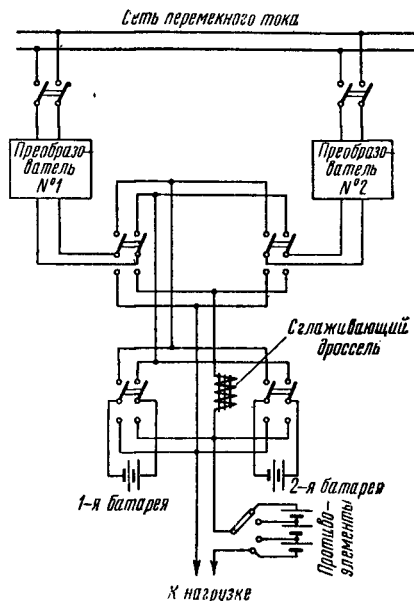
работа в режиме среднего тока изображена на фиг. 430.

Выбор ёмкости аккумуляторов при этом способе электропитания производится на основании расчёта максимальной потери электроэнергии батареями в течение её суточной эксплуатации.



Фиг. 430. График буферной работы в режиме среднего тока

Принципиальная схема электропитающей установки для буферной работы в общем виде изображена на фиг. 431. Как видно из этой схемы, электропитающая установка состоит из двух одинаковых преобразователей и двух одинаковых буферных батарей. Каждый из преобразователей может работать с каждой из батарей в буферном режиме, питая нагрузку. В то же время другой преобразователь может заряжать свободную батарею. Это необходимо в случаях, когда батареи разряжаются при перерывах энергоснабжения, а также после контрольных разрядов.



Фиг. 431. Принципиальная схема электропитающей установки для буферной работы

При перерывах энергоснабжения аккумуляторные батареи разряжаются, вследствие чего напряжение их падает с  $2,15n$  до  $1,75n$  вольт при кислотных аккумуляторах и с  $1,54n$  до  $1,2n$  вольт при щелочных аккумуляторах, где  $n$  — число аккумуляторов в батарее.

Для предотвращения столь значительного изменения напряжения на клеммах нагрузки электропитающая установка снабжается угольным регулятором напряжения или несколькими противоэлементами, включаемыми в цепь нагрузки с помощью элементного переключателя или рубильников.

В случае небольших электропитающих установок схема, изображённая на фиг. 431, может быть упрощена путём сокращения количества преобразователей и батарей до одного комплекта.

Все разновидности непрерывной буферной работы (в особенности две первых) требуют, как правило, надёжного снабжения узла связи электроэнергией.

**Питание по способу периодической буферной работы.** Этот способ применяется в тех случаях, когда нагрузка электропитающей установки испытывает в течение суток большие изменения. В таких случаях буферная работа преобразователя, рассчитанного на полную нагрузку, при значительном снижении этой нагрузки становится невыгодной вследствие резкого снижения к. п. д. преобразователя, и его приходится выключать, осуществляя питание нагрузки от буферной батареи, т. е. по способу «заряд—разряд». Чаще всего такой переход от буферной работы к работе в режиме «заряд—разряд» приходится производить ночью. Этот способ питания не имеет значительных преимуществ по сравнению со способом «заряд—разряд» в отношении экономичности и сохранности оборудования и применяется только потому, что даёт возможность уменьшить ёмкость аккумуляторных батарей при большой мощности электропитающей установки (например служащей для питания АТС большой ёмкости).

Буферная работа при этом способе должна производиться тогда, когда величина тока нагрузки будет не ниже 30—40% номинальной мощности мотор-генератора или 20—25% номинальной мощности ртутного или сухого выпрямителя; в противном случае к. п. д. установки будет недопустимо низок.

Для того чтобы сохранить преимущество непрерывной буферной работы в том случае, когда нагрузка испытывает в течение суток большие изменения, целесообразно добавлять к электропитающей установке специальный маломощный преобразователь, который может питать устройства связи в часы малой нагрузки с большим к. п. д. В качестве такого преобразователя целесообразно применять сухой выпрямитель.

**Безаккумуляторный способ питания.** При этом способе питание производится от преобразователей без участия аккумуляторных батарей. Преобразователи снабжаются сглаживающими фильтрами и автоматическими регуляторами, поддерживающими постоянно напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения сети и изменениях нагрузки. Безаккумуляторный способ питания ответственных установок можно применять только в случае безусловно надёжного энергоснабжения. Обыкновенно выпрямители, служащие для безаккумуляторного питания, монтируются непосредственно на стойках аппаратуры связи; при этом каждая стойка или небольшая группа стоек, составляющих общую уста-

новку, имеет свой самостоятельный выпрямитель. В качестве выпрямителей используются чаще всего сухие выпрямители и реже кенотронные и тиратронные.

К аппаратуре связи, приспособленной для полного питания от сети переменного тока, относится, например, трёхканальная аппаратура многократного телефонирования типа ВЗ, распорядительная станция поездной диспетчерской связи типа СПД-5, промежуточная трансляция симплексной связи типа ПТ1 и др.

Все указанные выше типы аппаратуры связи допускают также питание и от источников постоянного тока.

## ЭЛЕКТРОПИТАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### Гальванические элементы и батареи

**Общие сведения.** Гальванические элементы — простейшие источники электрического тока, в которых электрическая энергия образуется за счёт химической энергии веществ, входящих в состав элементов.

Гальванический элемент может отдавать электрическую энергию сразу после его изготовления и не требует, чтобы эта энергия была предварительно сообщена ему от какого-нибудь другого источника тока. Вследствие этого гальванические элементы получили название первичных элементов в отличие от аккумуляторов, которые называются вторичными элементами.

Для питания устройств связи железнодорожного транспорта применяются мокрые и сухие гальванические элементы.

**Мокрые гальванические элементы.** К мокрым элементам относятся медно-цинковые элементы, медноокисные элементы и элементы с воздушной деполяризацией (опытные образцы).

Медно-цинковый элемент Мейдингера имеет комбинированный электролит, состоящий из растворов медного и цинкового купоросов, не смешиваемых друг с другом. В качестве положительного электрода служит медный лист, свёрнутый в виде цилиндра, в качестве отрицательного электрода — цинковый цилиндр. Элемент собирается в стеклянном стакане, имеющем внутри другой стакан меньших размеров. Сверху элемент закрывается крышкой, в отверстие которой пропускается стеклянная воронка для кристаллов медного купороса. Элементы Мейдингера в заряженном состоянии нельзя передвигать, вследствие чего они употребляются только в стационарных установках.

Электрические данные элементов Мейдингера следующие: электродвижущая сила — 1,1 в, наибольший допустимый ток — 25—30 мА, ёмкость — 100 а·ч, внутреннее сопротивление — 5—10 ом.

Высота элемента равна 183 мм, а наибольший диаметр (крышки элемента) — 135 мм.

Медноокисные элементы изготавливаются трёх типов: на 1 000; 500 и 250 а·ч; элементы различных ёмкостей отличаются друг от друга габаритными размерами. Каждый элемент состоит из блока положительных и отрицательных пластин, погруженного в сосуд с электролитом из раствора едкого натра.

плотностью 1,19—1,21. Едкий натр берётся по ГОСТ 2263-43 сорта А. Положительные пластины состоят из прессованной окиси меди, а отрицательные — из цинка с добавлением ртути. Большим преимуществом медно-окисных элементов является их малое внутреннее сопротивление, позволяющее нагружать их большими токами.

Электрические и конструктивные данные медноокисных элементов приведены в табл. 280.

Таблица 280

Электрические и конструктивные характеристики элементов МОЭ

Характеристика	Единица измерения	МОЭ 1 000	МОЭ 500	МОЭ 250
Ток разрядный нормальный . . . . .	а	2	1	0,5
Ток разрядный наибольший . . . . .	»	10	5	2,5
Ёмкость при разрядном токе нормальном . . . . .	а-ч	1 000	500	250
То же, наибольшем . . . . .	»	600	300	150
» нормальном и при температуре — 10°С . . . . .	»	900	450	225
Ток короткого замыкания . . . . .	а	50	25	12,5
Напряжение рабочее среднее . . . . .	в	0,65	0,65	0,65
То же, конечное . . . . .	»	0,5	0,5	0,5
Размеры сосуда:				
высота . . . . .	мм	410	306	304
длина . . . . .	»	210	170	148
ширина . . . . .	»	166	145	86
Количество электролита . . . . .	л	10,5	5,8	2,8

Мокрые элементы с воздушной деполяризацией применяют на транспорте пока только в виде опытных образцов. Положительным качеством этих элементов является их большая э. д. с. по сравнению с медноокисными элементами (порядка 1,3—1,4 в).

**Сухие гальванические элементы.** Сухие элементы представляют собой самый распространённый вид гальванических элементов.

Помимо отдельных сухих элементов промышленность выпускает сухие батареи различных напряжений и ёмкостей.

Электрические и конструктивные характеристики сухих гальванических элементов и батарей приведены в табл. 281 и 282.

### Аккумуляторы

Для электропитания аппаратуры связи применяются кислотные и щелочные аккумуляторы как стационарные, так и переносные.

**Кислотные аккумуляторы.** Основными типами кислотных аккумуляторов являются стационарные аккумуляторы С и СК. Эти аккумуляторы в зависимости от ёмкости разделяются по номерам индексов *n* от 1 до 148. Индекс показывает, во сколько раз ёмкость и величины зарядного и разрядного тока данного аккумулятора больше соответствующих характеристик аккумулятора С-1.

Аккумуляторы типа С предназначаются для длительного разряда в течение не менее 3 час. Аккумуляторы типа СК допускают форсированные разряды в течение 1 часа. Конструктивно аккумуляторы СК отличаются от аккумуляторов С только наличием более массивных соединительных шин между пластинами. Аккумуляторы С-1÷С-20 имеют стеклянные сосуды, а С-24÷С-148 деревянные, выложенные свинцом.

Данные стационарных аккумуляторов (до типа С-20) приведены в табл. 283.

Гарантированный заводом срок службы аккумуляторов С и СК составляет два года. Однако при правильном обслуживании аккумуляторов этот срок может быть весьма значительно удлинён.

Данные переносных аккумуляторов приведены в табл. 284, а стартерных — в табл. 285. При пользовании этими таблицами следует иметь в виду, что буквы в обозначениях батарей имеют следующие значения: Р — радио, РАДАН — радиоанодная батарея, СТ — стартерная батарея, А — анод, Н — накал, П — пластмассовый сосуд, С — стеклянный сосуд, Э — эбонитовый сосуд.

Таблица 281

Электрические и конструктивные характеристики сухих элементов

№ и тип элемента	Начальная э. д. с. в в	Начальное напряжение в в	Начальная ёмкость в а-ч	Сопротивление цепи разряда в ом	Гарантированный срок хранения в месяцах	Ёмкость в конце срока хранения в а-ч	Размеры в мм				Вес в кг
							Длина	Ширина	Диаметр	Высота	
1С-Л-3,1 . . . . .	1,5	1,4	3,1	10	12	2,2	34	34	—	85	0,145
2С-Л-9 . . . . .	1,5	1,42	9	10	12	6,5	42	42	—	102	0,3
3С-Л-30 . . . . .	1,5	1,44	30	10	18	24	57	57	—	132	0,7
4С-Л-37 . . . . .	1,5	1,42	37	5	18	28	82	45	—	179	1,1
3С-КР-Л-28 . . . . .	1,5	1,44	28	10	18	22	—	—	57	132	0,7
3С-МВД-45 . . . . .	1,4	1,35	45	10	9	36	55	55	—	130	0,6
1КС-Х-3 . . . . .	1,65	1,57	3	10	12	2,5	—	—	34	63	0,115
6С-МВД-150 . . . . .	1,4	1,3	150	5	9	110	82	82	—	182	1,7

**П р и м е ч а н и е.** Обозначения элементов расшифровываются следующим образом: С — сухой, КР — круглый, Л — летний, МВД — марганцево-воздушная деполяризация, Х — хладостойкий. Цифра, стоящая перед буквами, указывает номер элемента. Число, стоящее после букв, указывает ёмкость элемента.

Т а б л и ц а 282

## Электрические и конструктивные характеристики сухих батарей

Тип батареи	Начальная э. д. с. в в	Начальное напря- жение в в	Начальная ёмкость в а-ч	Сопротивление це- пи разряда в ом	Разрядный ток в ма	Конечное напряже- ние в в	Гарантированный срок хранения в месяцах	Ёмкость в конце срока хранения в а-ч	Размеры в мм			Вес в кг
									Длина	Ширина	Высота	
БАС-80-Л-0,9 . . . . .	94	92	0,85	7 000	—	60	10	0,65	218	138	73	3
БАС-80-Х-1 . . . . .	104	102	1,05	7 000	—	60	15	0,7	218	138	73	3
БАС-70-Х-0,95 . . . . .	86	84	0,95	5 835	—	50	15	0,66	216	110	70	2,3
БАС-60-Х-0,7 . . . . .	74	71	0,7	—	20	57	12	0,5	158	138	73	2,2
БАС-60-Х-0,5 . . . . .	70	63	0,5	4 680	—	40	10	0,3	174	112	50	1,2
БС-70 . . . . .	75	73	7,5	—	20/8	35/45	12	5/3,5	350	185	120	13
БАС-Г-60-Л-1,3 . . . . .	74	71	1,3	7 000	—	40	12	0,95	174	112	50	1,5
БАС-Г-80-Л-0,8 . . . . .	96	95	0,8	7 000	—	60	12	0,6	174	117	153	1,7
БАС-Г-80-Л-2,1 . . . . .	104	102	2,1	7 000	—	60	15	1,5	218	138	73	3,35
БАС-Г-90-Л-1,3 . . . . .	110	106	1,3	7 000	—	60	12	0,85	185	145	59	2,2
БАС-Г-120-Л-0,27 . . . . .	127	120	0,27	8 750	—	56	6	0,2	240	94	40	1,3
БАС-Г-160-Л-0,35 . . . . .	170	160	0,35	11 700	—	100	6	0,24	109	77	144	1,8
БС-Г-70 . . . . .	75	73	7,5	—	20/8	35/45	12	5/3,5	155	155	245	9
ГБ-95 . . . . .	93	92	0,36	—	12	60	10	0,25	181	66	39	0,65
БНС-МВД-500 . . . . .	1,4	1,3	500/400	—	5/2	0,8	12	320	160	160	185	6,5
БСС-МВД-5-150 . . . . .	5,5	5	150	—	40	2,8	9	110	170	170	185	6,5

Примечание. Обозначения батарей расшифровываются следующим образом: БАС — батарея анодная сухая, БС — батарея сухая, БНС — батарея накала сухая, БСС — батарея специальная сухая, МВД — марганцево-воздушная деполяризация, Г — галетная, Л — летняя, Х — холодоустойчивая.

Т а б л и ц а 283

## Стационарные аккумуляторы С и СК

Тип аккумулятора	Наибольший зарядный ток в а	Величины тока и ёмкости при разряде						Размеры сосуда в мм			Вес аккумулятора без кислоты в кг	Количество электролита в л
		10-часовом		3-часовом		1-часовом (только для СК)		Длина	Ширина	Высота		
		ток в а	ёмкость в а-ч	ток в а	ёмкость в а-ч	ток в а	ёмкость в а-ч					
С-1 и СК-1	9	3,6	36	9	27	18,5	18,5	80	215	270	3,6	4
С-2 и СК-2	18	7,2	72	18	54	37	37	130	215	270	14,1	6,5
С-3 и СК-3	27	10,8	108	27	81	55,5	55,5	180	215	270	18,5	9
С-4 и СК-4	36	14,4	144	36	108	74	74	215	230	270	22,4	11
С-5 и СК-5	45	18	180	45	135	92,5	92,5	215	230	270	28	10,5
С-6 и СК-6	54	21,6	216	54	162	111	111	215	195	485	31,9	16
С-8 и СК-8	72	28,8	288	72	216	148	148	215	195	485	41,9	15,5
С-10 и СК-10	90	36	360	90	270	185	185	215	260	485	51,5	20
С-12 и СК-12	108	43,2	432	108	324	222	222	215	260	485	60	19,5
С-14 и СК-14	126	50,4	504	126	378	259	259	215	295	485	67,7	21
С-16 и СК-16	144	57,6	576	144	432	296	296	215	345	485	78,6	27
С-18 и СК-18	162	64,8	648	162	486	333	333	215	395	485	89,3	30
С-20 и СК-20	180	72	720	180	540	370	370	215	415	485	95	31

Примечание. При кратковременных (менее 5 сек.) толчках тока от заряженной буферной батареи СК допускается брать токи, в 2,5 раза превышающие ток одночасового разряда.

Цифра перед буквами указывает число аккумуляторов в батарее, а цифра после букв — ёмкость батарей.

**Щелочные аккумуляторы.** В электропитающих установках предприятий связи железно-дорожного транспорта находят применение кадмиево-никелевые и железо-никелевые щелочные аккумуляторы. Их данные приведены в табл. 286.

Обозначения щелочных аккумуляторов и

батарей, указанные в табл. 286, составлены следующим образом:

цифры, помещённые перед буквами, указывают число элементов в батарее.

Буквы КН обозначают «кадмиево-никелевые», а ЖН — «железо-никелевые».

Первая буква в буквенном обозначении означает область применения щелочных аккумуляторов (Н — накал, А — анод, Э — электровозы).

Т а б л и ц а 284

## Переносные батареи накала и анода

Тип батареи	Номинальное на- пряжение в в	Величины тока и ёмкости при разряде				Наибольший заряд- ный ток в а	Размеры в мм			Ориентировочный вес без электролита в кг	Гарантированный срок службы в цик- лах «заряд—разряд»
		10-часовом		50-часовом			Длина	Ширина	Высота		
		ток раз- ряда в а	ёмкость в а-ч	ток раз- ряда в а	ёмкость в а-ч						
Батареи накала											
Старые серии											
РНП-60 . . . . .	2	6	60	1,5	75	6	169	111	231	7	150
2 РНП-40 . . . . .	4	4	40	1	50	4	168	153	232	9,4	150
2 РНП-60 . . . . .	4	6	60	1,5	75	6	217	166	233	13,7	150
2 РНП-80 . . . . .	4	8	80	2	100	8	273	165	230	17,8	150
Новые серии											
2-НС-50 . . . . .	4	5	50	1,25	62,5	5	195	185	235	13,5	250
2-НС-90 . . . . .	4	9	90	2,25	112,5	9	257	185	235	19	250
3-НС-90 . . . . .	6	9	90	2,25	112,5	9	354	185	235	28	250
3-НП-160 . . . . .	6	16	160	4	200	16	526	216	343	68	500
Батареи анода											
Старые серии											
40 РАЭ-3 . . . . .	80	—	—	0,1	2,5	0,2	452	190	135	13,3	100
10 РАДАН-5 . . . . .	20	—	—	0,16	4	0,4	220	121	146	5,5	100
10 РАДАН-10 . . . . .	20	—	—	0,32	8	0,8	223	186	161	10,2	100
10 РАДАН-30 . . . . .	20	2,5	25	1,08	27	2,5	369	163	202	14,5	60
Новые серии											
10-АС-12 . . . . .	20	1	10	0,48	12	1	265	170	186	13,5	150
10-АС-20 . . . . .	20	1,8	18	0,8	20	1,8	351	170	186	18,5	150

Т а б л и ц а 285

## Стартерные батареи

Тип батареи	Номинальное на- пряжение в в	Номинальный за- рядный ток в а	Величины тока и ёмкость при разряде						Размеры в мм			Вес батареи с электро- литом в кг
			20-часо- вом		10-часо- вом		1-часовом		Длина	Ширина	Высота	
			разряд- ный ток в а	ёмкость в а-ч	разряд- ный ток в а	ёмкость в а-ч	разряд- ный ток в а	ёмкость в а-ч				
3 СТЭ-80 . . . . .	6	5	4,0	80	7,0	70	39,5	39,5	248	188	230	20
3 СТЭ-100 . . . . .	6	6	5,0	100	8,4	84	47,4	47,4	272	188	230	22
3 СТЭ-112 . . . . .	6	7	5,6	112	9,8	98	55,3	55,3	304	188	245	23
3 СТЭ-126 . . . . .	6	8	6,3	126	11,2	112	70	70	336	188	245	32
3 СТЭ-144 . . . . .	6	9	7,2	144	12,6	126	71,1	71,1	382	188	245	34
6 СТЭ-126 . . . . .	12	8	6,3	126	11,2	112	79,6	79,6	586	238	241	61
6 СТЭ-144 . . . . .	12	9	7,2	144	12,6	126	71,1	71,1	592	310	261	69
3 СТП-80 . . . . .	6	6,6	4,0	80	7,0	70	—	—	257	194	230	20
3 СТП-100 . . . . .	6	7,7	5,0	100	8,4	84	—	—	272	188	230	22
3 СТП-112 . . . . .	6	8,8	5,6	112	9,8	98	—	—	308	188	245	27
3 СТП-126 . . . . .	6	9,9	6,3	126	11,2	112	—	—	340	188	245	32
3 СТП-144 . . . . .	6	11	7,2	144	12,6	126	—	—	386	188	245	38

Число, расположенное после буквенного обозначения, представляет номинальную ёмкость батареи при нормальном режиме разряда, т. е. ёмкость при разряде в течение 8 час. до конечного напряжения, равного 1,0 в на элемент.

Буква М указывает на то, что батарея снабжена съёмными крышками.

**Противоэлементы.** Противоэлементы представляют собой аккумуляторы весьма малой ёмкости, выдерживающие значительный ток и используемые для компенсации излишнего напряжения в разрядной цепи. Они включаются так, чтобы их электродвижущая сила была направлена навстречу электродвижущей силе батареи и понижала напряжение

Таблица 286

Электрические данные и размеры щелочных аккумуляторных батарей

Тип батареи, состоящей из аккумуляторов		Количество аккумуляторов в батарее	Номинальное напряжение батареи в в	Номинальная ёмкость батареи в а-ч	Сила тока и напряжение при нормальном режиме заряда (6-часовом)				Размеры батареи в мм				Количество электродов в батарее в л	Вес в кг с электролитом, том батареи, состоящей из аккумуляторов		
кадмиево-никелевых	железо-никелевых				в а	Наименьшая ёмкость, соответствующая батарее, в а-ч	Напряжение за-ряженной бата-рии в в	8-часовом разряде	Напряжение в в в конце разря-да в в	Сила тока в а	Напряжение в в в конце разряда	1-часовом разряде		Длина	Ширина	Высота
32-АКН-2,25	—	32	40	2,25	0,56	3,36	41,6	0,28	32	2,25	16	525	165	1,35	14,2	—
64-АКН-2,25	—	64	80	2,25	0,56	3,36	83,2	0,28	64	2,25	32	525	382	2,7	28,6	—
4-НКН-10Г	—	4	5	10	2,5	15	5,2	1,25	4	10	2	155	91	0,48	3,1	—
4-НКН-10С	—	4	5	10	2,5	15	5,2	1,25	4	10	2	183	76	0,48	3,1	—
5-НКН-10	—	5	6,25	10	2,5	15	6,5	1,25	5	10	2,5	190	91	0,6	3,84	—
10-НКН-22М	10-ЖН-22М	10	12,5	22	5,5	33	13,0	2,75	10	22	5	465	148	2,7	21	21,6
17-НКН-22	17-ЖН-22	17	21,25	22	5,5	33	22,1	2,75	17	22	8,5	475	300	4,6	35	36
2-НКН-45М	2-ЖН-45М	2	2,5	45	11,25	67,5	2,6	5,65	2	45	1	171	143	0,9	7,8	8,1
3-НКН-45М	3-ЖН-45М	3	3,75	45	11,25	67,5	3,9	5,65	3	45	1,5	238	308	1,35	11,2	11,6
4-НКН-45М	4-ЖН-45М	4	5	45	11,25	67,5	5,2	5,65	4	45	2	305	375	1,8	14,5	14,5
4-НКН-45	—	4	5	45	11,25	67,5	5,2	5,65	4	45	2	305	345	1,8	14	—
5-НКН-45	5-ЖН-45	5	6,25	45	11,25	67,5	6,5	5,65	5	45	2,5	372	412	2,25	17	17,7
6-НКН-45М	6-ЖН-45М	6	7,5	45	11,25	67,5	7,8	5,65	6	45	3	440	510	2,7	21	21,2
7-НКН-45М	7-ЖН-45М	7	8,75	45	11,25	67,5	9,1	5,65	7	45	3,5	508	578	3,15	24	24,9
8-НКН-45М	8-ЖН-45М	8	10	45	11,25	67,5	10,4	5,65	8	45	4	575	645	3,6	26,9	27,9
10-НКН-45	10-ЖН-45	10	12,5	45	11,25	67,5	13,0	5,65	10	45	5	707	747	4,5	33,5	34,8
17-НКН-45	17-ЖН-45	17	21,25	45	11,25	67,5	22,1	5,65	17	45	8,5	640	680	7,65	53	55,3
4-НКН-6, М	4-ЖН-60М	4	5	60	15	90	5,2	7,5	4	60	2	262	332	3	23,5	—
5-НКН-60М	5-ЖН-60М	5	6,25	60	15	90	6,5	7,5	5	60	2,5	315	355	3,75	29	29,9
7-НКН-60М	7-ЖН-60М	7	8,75	60	15	90	9,1	7,5	7	60	3,5	436	506	5,25	39	39,2
10-НКН-60М	10-ЖН-60М	10	12,5	60	15	90	13,0	7,5	10	60	5	600	670	7,5	56	57,8
4-НКН-100М	4-ЖН-100М	4	5	100	25	150	5,2	12,5	4	100	2	374	444	4,8	33	34,2
5-НКН-100М	5-ЖН-100М	5	6,25	100	25	150	6,5	12,5	5	100	2,5	459	529	6	38,5	40,2
10-НКН-100М	10-ЖН-100М	10	12,5	100	25	150	13,0	12,5	10	100	5	884	954	12	75	78,0
10-НКН-100	—	10	12,5	100	25	150	13,0	12,5	10	100	5	884	904	12	75	—
—	80-ЭЖН-350	80	100	350	90	540	104	43,75	80	350	40	2829	904	360	2030	2030
—	96-ЭЖН-350	96	120	350	90	540	124,8	43,75	96	350	48	2829	1110	432	—	2430

последней. Преимущество противоэлементов по сравнению с реостатами заключается в малой зависимости напряжения противоэлементов от величины тока нагрузки.

Противоэлементы применяются кислотные и щелочные. Кислотные противоэлементы устраиваются так же, как и кислотные аккумуляторы, но пластины их делаются из чистого свинца и не имеют активной массы [39]. Напряжение одного кислотного противоэлемента составляет от 2,6 до 2,9 в в зависимости от величины тока.

Щелочные противоэлементы имеют железные пластины и электролит из раствора едкого калия [39]. Они имеют следующие преимущества перед кислотными: значительно больший срок службы, удобное включение и выключение из цепи питания (их можно замыкать накоротко) и меньшее напряжение, что позволяет осуществлять более точную регулировку.

Расчётное напряжение щелочного противоэлемента принимается равным 2 в на элемент.

Выбор противоэлементов любого типа производится по наибольшей величине аварийного разрядного тока из расчёта удельной плотности тока в 3—5  $\text{а/дм}^2$ .

**Особенности применения щелочных железо-никелевых аккумуляторов в электропитающих установках узлов связи.** Щелочные железо-никелевые аккумуляторы отличаются от кислотных следующими особенностями.

1. Среднее рабочее напряжение их составляет только 1,2 в, тогда как у кислотных аккумуляторов оно достигает 2 в.

2. Напряжение у щелочных аккумуляторов в процессе заряда и разряда испытывает гораздо большие колебания, чем у кислотных.

3. При буферной работе напряжение на каждом железо-никелевом аккумуляторе должно быть равно  $1,52 \div 1,56$  в. При этом аккумуляторы должны периодически (1—2 раза в месяц) подзаряжаться нормальным зарядным током.

Исходя из указанных выше особенностей работы щелочных аккумуляторов, можно наметить следующие пути их использования в электропитающих установках узлов связи:

а) при небольшой мощности электропитающих установок (не более  $100 \div 200$  вт) железо-никелевые аккумуляторы можно применять в режиме «заряд-разряд», при большей мощности установок необходимо пользоваться буферными режимами;

б) для уменьшения колебания напряжения аккумуляторных батарей в процессе разряда целесообразно применять аккумуляторные батареи большой ёмкости и разряжать их не полностью, а частично, тогда напряжение батарей будет падать меньше и колебания его не будут выходить за пределы допускаемых норм;

в) для ещё большего уменьшения колебаний напряжения аккумуляторных батарей в процессе разряда рекомендуется применять противоэлементы, или угольные регуляторы напряжения.

### Преобразователи

Для питания устройств связи применяются преобразователи следующих видов: мотор-генераторы, ртутные, сухие и ламповые выпрямители.

Мотор-генераторы представляют собой весьма дешёвые и надёжные преобразователи. Срок службы их определяется в 20—25 лет. Однако наличие в них подвижных частей является очень большим эксплуатационным недостатком, обуславливающим необходимость постоянного надзора за их работой. Вследствие этого они применяются на транспорте для питания наиболее мощных установок связи (АТС и моторные цепи телеграфа). Во всех других цепях питания их вытесняют сухие (купроксные и селеновые) выпрямители, не имеющие никаких подвижных частей и не требующие постоянного ухода. Ртутные выпрямители применяются главным образом для зарядки аккумуляторов. Ламповые выпрямители (кенотронные, газотронные и тиратронные) имеют применение главным образом для питания аппаратуры или отдельных цепей, требующих высокого напряжения при малой величине потребляемого тока (например, цепи посылки селекторного вызова и т. п.).

### Мотор-генераторы для зарядки и буферной работы

Зарядный, так же, как и зарядно-буферный агрегат, состоит из электродвигателя трёхфазного тока и шунтового генератора постоянного тока, установленных на общей фундаментной плите и соединённых эластичной муфтой.

Напряжение генератора определяется из расчёта обеспечения заряда батарей с пределами регулировки от  $U_{\min} = 2n$  до  $U_{\max} = 2,8n$  для кислотных аккумуляторов и от  $U_{\min} = 1,2n$  до  $U_{\max} = 1,8n$  — для щелочных аккумуляторов, где  $n$  — число аккумуляторов в заряжаемой батарее.

Шунтовые реостаты зарядно-буферных мотор-генераторов допускают регулировку напряжения ступенями не более 2% номинального напряжения и притом без понижения мощности генератора, если отдаваемый ток заключается в пределах от 25 до 125% номинальной величины.

Софометрическое напряжение шума на зажимах машины не превосходит 0,8% номинального напряжения генератора.

Данные зарядных и зарядно-буферных агрегатов для телефонных станций приведены в табл. 287 и 288.

Таблица 287  
Зарядные агрегаты для напряжений 115/160 в и 230/260 в

Электродвигатель			Генератор		
Тип	Мощность в кВт	Напряжение в в	Тип	Мощность в кВт	Вес агрегата в кг
АД-31/4	1,9	220/380	ПН-28,5	1,5	187
АД-41/4	3,2	220/380	ПН-45	2,6	223
АД-42/4	5,1	127/220	ПН-68	4,1	275
АД-52/4	7,9	127/220	ПН-85	6,5	347
АД-62/4	12,7	220/380	ПН-100	10,5	517

Примечания. 1. Синхронное число оборотов в минуту для двигателя — 1500.  
2. Напряжение генераторов — 115/160 в и 230/260 в.



Зарядно-буферные мотор-генераторы для телефонных станций

Т а б л и ц а 288

Т и п	Генератор				Тип электро-двигателя	К.п.д. агрегата в %	cos φ	Тип регулировочного реостата	Вес агрегата в кг
	Мощность в кВт	Напряжение в в	Наибольший ток в а	Число оборотов в минуту					
З Д-4/30 . . . . .	4	24÷36	166÷111	1 420	МКБ-4/4	61,2	0,863	РШ-2	350
З Д-7,5/30 . . . . .	7,5	24÷36	312÷208	1 400	МКМБ-15/4	67,4	0,871	РШ-2	570
З Д-7,5/60 . . . . .	7,5	48÷72	156÷104	1 450	МКМБ-15/4	68,2	0,871	РШ-2	570
З Д-12,5/60 . . . . .	12,5	48÷72	260÷173	1 460	МКБ-18/4	70,0	0,873	РШ-2	630
З Д-14/60 . . . . .	14	48÷72	290÷195	1 460	МКБ-19/4	70,0	0,875	РШ-3	792

**Вызывные и сигнальные агрегаты**

Вызывной агрегат представляет собой электродвигатель переменного или постоянного тока, укрепленный на общей станине с генератором переменного тока, используемым для послышки индукторного вызова на телефонных станциях и в линейно-аппаратных залах. Электрические данные вызывных агрегатов, выпускаемых промышленностью, приведены в табл. 289.

Сигнальный агрегат представляет собой вызывной агрегат, на котором, кроме генератора индукторного тока, смонтировано несколько генераторов зуммерного тока разных частот и прерывателей, которые прерывают токи генераторов в определенной последовательности. Такие агрегаты служат для питания вызывных и сигнальных цепей АТС. Конструкции, схемы и электрические данные этих агрегатов определяются системами АТС, для питания которых они предназначаются.

**Ртутные выпрямители и колбы**

В хозяйстве связи железнодорожного транспорта применяются только ртутные выпрямители со стеклянными колбами. Основное назначение этих выпрямителей — зарядка аккумуляторов.

**Выпрямительные колбы.** Стеклянная выпрямительная колба составляет основную часть ртутного выпрямителя. Колбы разделяются по числу анодов (двух- и трёх-

анодные) и по максимально допускаемому выпрямленному току (от 6 до 100 а). Кроме того, часть колб имеет добавочные аноды независимого возбуждения. В таких выпрямителях горение дуги не прекращается при перерывах нагрузки. Отечественная промышленность выпускает следующие типы колб: 2В-6, 2В-12, 2В-20, 3В-30, 2ВН-12, 2ВН-20, 3ВН-30, 3ВН-60 и 3ВН-100. Первая цифра в обозначении колбы указывает на число рабочих анодов, последняя цифра указывает на максимальный допускаемый ток в амперах. Буква Н в обозначении колбы указывает на наличие анодов независимого возбуждения.

Срок службы стеклянных колб не менее 2 000 час. при номинальной нагрузке. Однако правильный уход и отсутствие перегрузок дают возможность значительно повысить этот срок.

**Ртутные выпрямители.** До 1941 г. отечественной промышленностью выпускались ртутные выпрямители типа УРВ, предназначенные для преобразования однофазного или трёхфазного переменного тока напряжением 127, 220 и 380 в и частотой 50 гц в постоянный ток в пределах от 6 до 200 а при напряжении от 4 до 230 в. Выпрямительные агрегаты разделяются в зависимости от их назначения на следующие группы:

- а) г р у п п а С (силовые) — для питания сетей постоянного тока;
- б) г р у п п а А (аккумуляторные) — для автоматического заряда аккумуляторных

Электрические данные вызывных агрегатов

Т а б л и ц а 289

Тип агрегата	Электродвигатель				Генератор			
	Тип	Род тока	Напряжение в в	Мощность в кВт	Напряжение в в	Ток в а	Частота f	Число оборотов в минуту
П-0,25	П-0,15	Постоянный	24 или 48	0,15	80÷100	0,5	16	960
	И2-20/6 3-ФТ	Переменный	127/220 или 220/380					
П-1	П-0,65	Постоянный	24 или 48	0,65	80÷100	3	16	960
	И2-21/6 3-ФТ	Переменный	127/220 или 220/380	1,3				

батарей, эксплуатируемых по методу «заряд—разряд»;

в) группа АК (аккумуляторные с регулировкой напряжения посредством коммутатора) — для заряда аккумуляторных батарей с возможностью одновременного питания нагрузки, присоединенной параллельно батарее;

г) группа АС (зарядно-силовые) — для применения в качестве силовых или зарядных [70].

Данные ртутных выпрямительных установок, выпускаемых в настоящее время, приведены в табл. 290.

#### Сухие выпрямители

Сухие выпрямители имеют большие преимущества по сравнению со всеми другими видами выпрямителей и поэтому область их применения в хозяйстве связи непрерывно расширяется. Различают несколько систем сухих выпрямителей, из которых наибольшее распространение получили выпрямители купроксные и селеновые. Сухие выпрямители применяются для зарядки аккумуляторов, для буферного питания устройств связи совместно с аккумуляторами и для самостоятельного питания устройств связи без аккумуляторов. Всякая сухая выпрямительная установка состоит из силового трансформатора, выпрямительной части, регулирующего устройства (ручного или автоматического) и сглаживающего дросселя (в том случае, если установка предназначена для питания устройств связи).

Выпрямительная часть образуется из выпрямительных столбиков, включаемых по однофазной мостовой схеме или по трёхфазной схеме Ларионова. Столбики состояются из отдельных выпрямительных элементов, надежных на изолированный железный стержень и стянутых гайками. Купроксный выпрямительный элемент представляет собой пластинку красной меди прямоугольной или круглой

формы с отверстием посередине, покрытую тонким слоем закиси меди  $\text{Cu}_2\text{O}$  и графитом. К графитированной поверхности прижимается свинцовая пластинка, служащая для получения хорошего контакта с поверхностью закиси меди. Купроксный элемент пропускает ток от закиси меди к меди и не пропускает тока в обратном направлении. Максимальное напряжение, которое может быть приложено к одному купроксному элементу в непроводящем направлении, составляет 3—4 в. Допустимая плотность тока в проводящем направлении не превышает  $50 \text{ ма/см}^2$ . Максимальная допустимая температура для купроксных выпрямителей составляет  $40^\circ \text{C}$ .

Селеновый выпрямительный элемент состоит из стальной или алюминиевой пластинки, покрытой с одной стороны тонким слоем селена, поверх которого наносится особый легкоплавкий металлический сплав, служащий для образования контакта с селеном. Селеновый элемент пропускает ток от селена к легкоплавкому слою и не пропускает его в обратном направлении. Электрические характеристики селеновых выпрямительных элементов лучше, чем характеристики купроксных элементов. Максимальное напряжение, которое может быть приложено в непроводящем направлении, составляет 12—15 в. Допустимая плотность тока в проводящем направлении составляет  $50 \text{ ма на } 1 \text{ см}^2$  активной поверхности пластины. Максимальная допустимая температура пластин составляет  $+75^\circ \text{C}$ .

Выпрямительные элементы в столбике соединяются последовательно в том случае, когда выпрямляемое напряжение превосходит допускаемое напряжение для одного элемента, и параллельно в том случае, когда выпрямляемый ток превосходит максимальный допускаемый ток для одного элемента. Возможно также смешанное включение элементов.

В настоящее время купроксные выпрямители выпускают главным образом для нужд хозяйства СЦБ железнодорожного транспорта.

Таблица 290

Ртутные выпрямительные установки

Тип	Сторона выпрямленного тока			Сторона переменного тока					Наличие системы возбуждения	Тип колбы	Размеры в мм				Вес в кг
	Напряжение в в	Ток в а	Число фаз	Напряжение в в	Ток в а	Мощность в кВа	cos φ	К. п. д. в %			Длина по фасаду	Ширина	Высота		
ВАР-1	12 или 24	6	1	127/220	2,9/4,8	0,37/0,6	0,58/0,53	34/45	Нет	2В-6	420	220	520	32	
ВАР-3	12 или 24	12	1	127/220	4,8/7,6	0,61/0,96	0,63/0,65	34/46	»	2В-12	440	320	750	50	
ВАР-6	12 или 24	20	1	127/220	7,5/11,2	0,95/1,42	0,70/0,69	39/49	»	2В-20	525	430	1 110	65	
ВАР-9А	120	20	3	220/380	15	5,7	0,57	71	»	3В-30	525	540	1 270	170	
ВАР-14	120	30	3	220/380	23	8,9	0,57/0,53	71	»	3В-30	525	540	1 270	170	
ВАР-16	24 и 80	30/6	3	220/380	6,7/7,3	2,5/1,6	0,57/0,53	50/56	Есть	3ВН-30	525	540	1 270	185	
ВАР-24	120	60	3	220/380	46	18	0,56	74	»	3ВН-60	730	720	2 050	—	
ВАР-33	275	100	3	220/380	112	42,7	0,75	86	»	3ВН-100	730	720	2 050	500	

Для питания устройств связи применяют большей частью селеновые выпрямительные установки различных типов.

### Селеновые выпрямительные установки

Селеновые выпрямительные установки разделяются на два типа: выпрямители типа ВСА, имеющие общее назначение и не предназначенные для непосредственного питания устройств связи, и выпрямители типа ВСК.

Характеристики селеновых выпрямитель-

ных столбиков для установок приведены в табл. 291, обозначения размеров—на фиг. 432.

Данные выпрямительных установок типа ВСА («выпрямитель селеновый для зарядки аккумуляторов») приведены в табл. 292.

Для буферной работы выпрямители типа ВСА не приспособлены, так как в них отсутствуют автоматическая регулировка напряжения и сглаживающие дроссели. Однако их можно всё же использовать для буферной работы в режиме среднего тока, добавив к ним сглаживающие дроссели.

Таблица 291

Селеновые выпрямительные столбики  
(по ТУ 404-48)

Тип выпрямительного столбика	№ чертежа	Размеры в мм			Количество элементов в столбике			Электрические параметры выпрямительных столбиков		
		L	l	D	последовательных	параллельных	всего	Подвод U в в	Выпрямление	
									U в в	I в а
BC-18-7	C-4166	85	62	18	16	—	16	288	96	0,04
BC-18-8	C-4167	85	62		4	—	6	72	48	0,075
BC-18-9	C-4165	95	74		20	—	20	360	120	0,04
BC-18-11	C-4422	95	75		18	—	18	324	120	0,04
BC-18-12	C-4389	55	30		1	—	4	18	12	0,075
BC-18-13	C-4388	70	43	25	2	—	8	36	24	0,075
BC-18-26	C-5072	100	78		10	—	20	360	130	0,04
BC-25-4	C-4161	80	58		6	—	12	216	72	0,075
BC-25-5	C-4162	95	72		8	—	16	288	96	0,075
BC-25-7	C-4387	70	49		4	—	8	144	48	0,075
BC-25-6	C-4168	100	78	35	18	—	18	324	108	0,075
BC-25-8	C-4368	85	65		3	—	12	54	39	0,15
BC-25-21	C-5070	125	105		12	—	24	432	160	0,075
BC-35-12	C-4163	100	78		6	—	12	216	72	0,15
BC-35-13	C-4164	120	100		8	—	16	288	96	0,15
BC-36-16	C-4199	120	90	45	7	—	14	262	84	0,15
BC-35-16	C-4392	145	124		10	—	20	360	120	0,15
BC-35-17	C-4369	100	80		3	—	12	54	39	0,3
BC-45-46	C-4390	135	108		2	2	16	36	24	1,2
BC-45-48	C-4394	120	98		14	—	14	252	84	0,3
BC-45-77	C-5073	185	165	100	13	—	26	468	170	0,3
BC-45-78	C-5071	85	64		2	—	8	36	25	0,8
BC 45-76	C-4820	130	105		15	—	15	270	102	0,3
BC-27	C-4443	295	265		3	8	24	54	18	10
BC-28	C-4442	220	195		17	—	17	306	100	1,25
BC-33	C-4933	300	270	100	2	2	16	30	20	6
BC-35	C-4818	95	66		1	—	4	18	12	3
BC-54	C-5062	195	157		14	—	14	252	90	1,26
BC-30	C-4461*	365	335		2	12	24	36	12	15

\* ТУ 401-48.

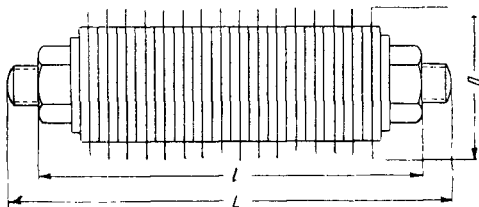
Таблица 292

Селеновые выпрямительные установки

Тип выпрямителя	Выпрямленные		Напряжение питающей сети (ток однофазный) в в	Регулировка	Размеры в мм			Вес в кг
	напряжение в в	максимальный ток в а			Длина	Ширина	Высота	
BCA-1	6/9	12/6	120/220	Нет	320	323	158	20
BCA-2	7,5	3×5	220/380	»	310	240	168	—
BCA-3М	0,5÷80	От 0,25 до 8	120/220	Плавная при помощи регулятора с магнитным шунтом	460	336	660	72
BCA-4	До 240	До 2	120/220	Нет	560	318	550	65
BCA-5	36÷64	До 12	120/220	Плавная при помощи автотрансформатора типа «Вариак»	560	318	550	65
BCA-6М	12 или 24	До 24	120/220	Нет	560	318	550	65
BCАП-2	26÷46	70	220/380	При помощи элементного коммутатора	750	600	1 000	180

Данные выпрямительных установок типа ВСК указаны в табл. 293.

Выпрямители типа ВСК представляют собой наиболее совершенные установки для питания устройств связи. Они являются элементами так называемой блочной системы электропитания узлов связи, при которой установка для питания узла связи любого типа и мощности может быть составлена из отдельных выпрямителей типа ВСК, специально подобранных по напряжению и мощности. Этому способствует конструкция выпрямителей ВСК, выполненных в виде железных шкафов,



Фиг. 432. Обозначения размеров селеновых выпрямительных столбиков (к табл. 291)

которые можно устанавливать в любом количестве в один или несколько рядов. Габариты шкафов для установок мощностью 1,1 кВт составляют: ширина по фасаду 500 мм, глубина 800 мм, высота 2 250 мм. Установки большей мощности имеют соответственно 1 000, 800 и 2 250 мм. Установки мощностью 1,1 кВт и 2,2 кВт имеют по два выпрямителя в одном шкафу, а установки мощностью 9 кВт имеют один выпрямитель. В шкафах также монтируются все необходимые коммутационные регулирующие, измерительные, защитные и сигнальные приборы, вследствие чего они не требуют установки дополнительных зарядно-разрядных щитов.

Выпрямители типа ВСК снабжены автоматическими стабилизаторами напряжения, поддерживающими номинальное напряжение на зажимах нагрузки с точностью не ниже 2% при колебаниях напряжения в сети в пределах 80—105% номинального значения и при из-

менениях нагрузки от 0 до 100% номинальной величины, а также сглаживающими фильтрами. Выпрямители типа ВСК пригодны для буферного питания в режиме непрерывного подзаряда.

Индекс стационарных аккумуляторных батарей, включаемых для совместной буферной работы с выпрямителями типа ВСК, не должен

быть ниже  $n = \frac{i_a}{18,5}$ , где  $n$  — индекс аккумуляторов,  $i_a$  — максимальный ток выпрямительного устройства. Без буферных батарей выпрямители работать не могут.

В комплект блочной системы входит еще так называемый щит переменного тока, представляющий собой шкаф, в котором расположено коммутационное оборудование сети переменного тока, питающей данную установку. Этот щит устанавливается с одной стороны ряда выпрямителей ВСК.

Кроме выпрямительных установок типа ВСА и ВСК, некоторое применение для питания аппаратуры связи на железнодорожном транспорте имеют селеновые выпрямительные установки типа НТС, РЕ-64 и РЕ-65 (для питания небольших телефонных станций) и др.

#### Кенотронные, газотронные и тиратронные выпрямительные установки

**Общие сведения.** Кенотроны — вакуумные приборы, имеющие два электрода — накаливаемый катод и анод. Устройство газотронов подобно устройству кенотронов с той разницей, что внутренность газотронов заполнена насыщенным паром ртути. Иногда газотроны заполняются аргоном под давлением в несколько миллиметров и называются в этом случае тунгарами. Тиратроны отличаются от газотронов наличием в них добавочных электродов — управляющих сеток.

Кенотронные, газотронные и тиратронные выпрямители, применяемые для питания аппаратуры связи, обычно монтируются по схеме двухтактного выпрямителя однофазного тока. Газотронные выпрямители включаются

Таблица 293

Селеновые выпрямительные установки типа ВСК

Тип выпрямительного устройства	Количество выпрямителей	Сторона выпрямленного тока						Сторона постоянного тока				Псофометрическое на- пряжение шума в мв
		Максимальная мощность каждого выпрямителя в кВт	Выпрям- ленное напряже- ние в в		Выпрямлен- ный ток каж- дого выпря- мителя в а		Напряжение в в	Потребляемый ток при полной на- грузке в а	Кoeffициент полез- ного действия	cos φ при номи- нальных данных		
			номи- нальное	макси- мальное	мини- мальный	макси- мальный						
ВСК-2-36/30	2	1,1	26	36	5,0	30,0	220/380	6,5/3,8	0,60	0,70	1,5	
ВСК-2-340/3, 25	2	1,1	240	340	0,6	3,25	220/380	6,5/3,8	0,65	0,70	40	
ВСК-2-160/13, 5	2	2,2	120	160	1,5	13,5	220/380	13,0/7,5	0,63	0,72	60	
ВСК-2-36/60	2	2,2	26	36	10,0	60,0	220/380	13,0/7,5	0,60	0,70	1,5	
ВСК-2-340/6, 5	2	2,2	240	340	1,2	6,5	220/380	13,0/7,5	0,68	0,70	40	
ВСК-1-36/250	1	9,0	26	36	40,0	250,0	200/380	47,0/27,0	0,63	0,74	1,5	
ВСК-1-340/26	1	9,0	240	340	5,0	26,0	220/380	47,0/27,0	0,68	0,71	40	
ВСК-1-85/106	1	9,0	65	85	20,0	106,0	220/380	47,0/27,0	0,63	0,71	5	
ВСК-1-106/56	1	9,0	120	160	19,0	56,0	220/380	47,0/27,0	0,65	0,71	60	

также по мостовой схеме. Выпрямительные устройства, применяемые для непосредственного питания устройств телефонной связи должны иметь сглаживающий дроссель. В выпрямителях, служащих только для зарядки аккумуляторов (обычно газотронные выпрямители), дроссели отсутствуют.

Регулировка выпрямленного напряжения может производиться либо путём изменения числа витков вторичной обмотки силового трансформатора, питающего анодную цепь, либо путём изменения сопротивления, включённого последовательно в цепь выпрямленного тока. Регулировка путём изменения тока накала не допускается.

**Кенотронные выпрямители.** Эти выпрямители рекомендуется применять для питания таких устройств связи, которые потребляют небольшой ток (до 100—200 мА) при сравнительно большом напряжении (до 200—300 в). Чаще всего они применяются для питания анодных цепей различных ламповых установок. Возможно также применение их для питания вызывных цепей установок селекторной связи.

Общим недостатком кенотронных выпрямителей является их большое внутреннее сопротивление.

Данные основных типов маломощных кенотронов, выпускаемых промышленностью, приведены в табл. 294.

Таблица 294

Маломощные кенотроны

Тип	Число анодов	Напряжение накала в в	Ток накала в а	Наибольшее напряжение на аноде в в	Наибольший выпрямленный ток в ма	Размеры в мм	
						Длина	Диаметр
ВО-188*	2	4	2,05	1300	155	145	52
ВО-230*	1	4	0,7	900	50	118	41
ВО-239*	2	4	2,05	1800	180	—	—
5Ц4С**	2	5	2,0	1400	125	82,5	33
5У6С*	2	5	3,0	1550	225	—	—
30Ц6С**	2	30	0,3	—	90	82,5	33

\* Тип катода прямого накала.

\*\* Тип катода косвенного накала.

**Газотронные выпрямители.** Выпрямители этого рода обладают значительно большей мощностью, чем кенотронные, и находят широкое применение в радиотехнике.

В области проводной связи они иногда применяются для зарядки аккумуляторов и буферного питания небольших телефонных станций. Однако в этой области они вытесняются в настоящее время более удобными селеновыми выпрямителями.

Данные основных типов низковольтных газотронов приведены в табл. 295.

**Тиратронные выпрямители.** Тиратронные выпрямители допускают лёгкую ручную и автоматическую регулировку выпрямленного напряжения путём изменения угла отсечки выпрямленного тока.

Данные отечественных тиратронов приведены в табл. 296.

Резервные электрические станции с двигателями внутреннего сгорания (блок-станции)

**Общие сведения.** Собственные электрические станции устанавливаются при принятиях связи для резервирования подачи электрической энергии, необходимой для питания аппаратуры связи.

Если подача электрической энергии от местной сети осуществляется в течение полных суток, то оборудуется резервная электрическая станция, состоящая из двигателя внутреннего сгорания и непосредственно или при помощи ремённой передачи связанного с ним электрического генератора такого напряжения и рода тока, которые имеет основная питающая электрическая сеть. Если же подача электрической энергии от местной сети происходит не круглые сутки или если отсутствует местная сеть, электростанция при принятии связи оборудуется двумя двигателями внутреннего сгорания, соединёнными с генераторами. При отсутствии местной питающей сети генераторы электростанции могут быть или постоянного или переменного тока. Электростанции постоянного тока применяются в тех случаях, когда их энергия используется для зарядки аккумуляторов. Иногда в этом случае генераторы снабжаются двумя коллекторами, дающими возможность получать два различных напряжения. Электростанции с

Таблица 295

Газотроны

Тип газотрона	Количество анодов	Напряжение накала в в	Ток накала в а	Наибольшее допустимое значение обкатного напряжения в в	Наибольший выпрямленный ток в а	Падение напряжения в в	Время прогрева в минутах	Средний срок службы в часах	Наполнение
ВГ-129	1	2,5	9	5 000	0,5	15	3	1 500	Пары ртути
ВГ-161	1	2,5	6	2 500	0,3	14	3	1 500	То же
ВГ-176	2	2,5	11	150	6	14	0,5	1 000	Инертный газ
ВГ-236	2	2,5	20	7 000	1,3	16	5	2 000	Пары ртути
ВГ-0,25/1500	2	5	3	1 650	0,25	18	0,1	500	То же
ВГ-1,5/5 000	1	2,5	8,5	5 000	0,5	20	1	800	Инертный газ

Таблица 296

## Тиратроны

Тип тиратрона	Напряжение накала в в	Ток накала в а	Падение напряжения в в	Наибольшее напряжение зажигания в в	Наибольшая амплитуда обратного напряжения в в	Наибольшее отрицательное значение запирающего сеточного напряжения в в	Наибольший выпрямленный ток в а	Средний срок службы в часах	Пределы окружающей температуры в °С	Время прогрева в минутах
ТГ-212	5	2,3	27	30	300	20	0,125	500	-20 ÷ +50	1
ТГ-213	2,5	9,0	25	50	500	15	0,5	500	-20 ÷ +50	0,7
ТГ-235	5	12,5	25	70	700	16	1,5	500	-20 ÷ +50	0,7
884	6,3	0,6	16	—	350	—	0,075	—	-50 ÷ +50	0,5
ТГ-1050	6,3	0,6	11	—	450	—	0,1	250	-60 ÷ +70	0,2
ТГ-2050	6,3	0,6	8	—	1 300	—	0,1	—	-50 ÷ +50	0,5
ТГИ-100/12000	5	20	50	—	1 200	1 000	0,1	500	-20 ÷ +50	10

генераторами постоянного тока чаще всего изготавливаются передвижного типа и имеют небольшую мощность. Электростанции с генераторами переменного, обычно трёхфазного, тока применяются при буферном способе питания.

**Типы резервных электростанций.** В настоящее время заводами транспортного машиностроения выпускаются небольшие передвижные электростанции, данные которых указаны в табл. 297.

Эти электростанции могут быть использованы в качестве резервных электростанций для узлов связи.

Таблица 297

## Передвижные электростанции

Тип станции	Тип двигателя	Тип генератора	Мощность в кВт	Напряжение в в	Вес в кг
ЖЭС-2	В-3	СГД-2	2	133/230	120
ЖЭС-3,5	Л-6/2	ГП-3,5	3,2	230	220
ЖЭС-4,5	Л-6/2	СГД-4,5	4,5	133/230	360
ЖЭС-10	Л-12/2	СГД-10	10	133/230	600
ЖЭС-30	1-МА	СГ-30	30	230/400	2 500
ЖЭС-30Г	Д-2Г	СГ-30	30	230/400	2 800
ЖЭС-50	М-17	СГ-50	50	230/400	4 500

Примечание. Ток ЖЭС-3,5 — постоянный, остальных станций — переменный трёхфазный.

Таблица 298

## Характеристики электростанций типа ЧА 10,5/13-2

Элемент характеристики	Дизель	
	1Ч 10,5/13-2	2Ч 10,5/13-2
Генератор	АПНТ-85	С-81-4
Род тока	Трёхфазный	Трёхфазный
Напряжение в в	230/400	230/400
Мощность в кВт	7,2	12
Вес в кг	560	775

Электростанция типа ЖЭС-30Г имеет газогенераторную установку.

Мелитопольский дизелестроительный завод им. Микояна выпускает стационарные электростанции типа 1ЧА 10,5/13-2 и 2ЧА 10,5/13-2, которые также могут быть использованы в качестве блок-станций. Данные этих агрегатов указаны в табл. 298.

Виды применяемого горючего для двигателей и его расход в граммах на 1 кВт-ч приведены в табл. 299.

Таблица 299

## Горючее для двигателей разных типов

Тип двигателя	Вид горючего	Расход в г на 1 кВт-ч
М-17	Соляровое масло	360
10,5/13-2	Соляровое масло	—
1-2ЧА	или дизельное топливо	—
1-МА	Керосин	520
Д-2Г	Древесные чурки	1 600
Л-12/2	твёрдых пород	—
Л-6/2	Бензин 2-го сорта	600
В-3	То же	585
Л-3	» »	—

Из числа передвижных электростанций с генераторами постоянного тока небольшой мощности для энергоснабжения предприятий связи могут быть использованы электростанции, указанные в табл. 300.

## Коммутационное и распределительное оборудование

**Общие сведения.** Устройства связи железнодорожной станции или узла обычно размещаются совместно в одном здании. В этом же здании устанавливается и оборудование, необходимое для электропитания этих устройств.

Питание устройств связи, располагаемых в одном здании, осуществляется, как правило, от объединённых электропитающих установок. Объединение этих установок и распределение электрической энергии по отдельным цехам

Таблица 300

Передвижные электростанции постоянного тока

Тип агрегата	Тип двигателя	Тип генератора	Мощность генератора в кВт	Напряжение в в	Максимальный ток в а	Число коллекторов
1,5-ЭС-1*	Л-3	ПН-16	1,5	120	12,5	1
1,5-ЭС-2*	Л-6/2	ПН-28,5	3	120	15	1
1,5-ЭС-4*	В-3	ЗДН-1500	1,5	60	12,5	2
1,5-ЭС-3**	Л-3	ЗДН-1000	1,5	36	25	2

\* На тележке.  
\*\* На раме.

узла связи (телефонная станция, телеграф, линейно-аппаратный зал и т. п.) осуществляется на зарядно-разрядном щите (ЗРЩ). На этом же щите производится переключение аккумуляторных батарей на заряд и разряд, а также переключение действующих и запасных зарядных агрегатов и резервной электрической станции. Наконец, на ЗРЩ монтируются контрольные, предохранительные и регулирующие приборы, позволяющие управлять всем электропитающим оборудованием.

Устройство и схема ЗРЩ зависят от принятой системы электропитания.

В узлах транспортной связи значительное распространение имеют типовые ЗРЩ завода Трансвязь.

При применении селеновых выпрямительных установок типа ВСК для питания устройств связи надобность в установке отдельных ЗРЩ отпадает, так как эти выпрямительные установки конструируются таким образом, что все приборы, необходимые для распределения, коммутации, контроля и защиты, монтируются на передней стороне шкафа выпрямителя. Таким образом, передние стороны ряда выпрямительных шкафов как бы образуют полный зарядно-разрядный щит. Такое совмещение ЗРЩ с выпрямительным оборудованием обуславливает значительную экономию места в генераторном помещении.

**Зарядно-разрядные щиты завода Трансвязь.** Заводом Трансвязь МПС изготавливаются типовые стальные панели ЗРЩ, комбинируя которые, можно собрать ЗРЩ для любого узла связи. Эти панели монтируются преимущественно по схемам, предусматривающим питание аппаратуры связи по системе «заряд—разряд». Наиболее употребительные из этих панелей перечислены в табл. 301. (Схемы их см. [7.1]).

Распределение питания по отдельным приборам в каждом цехе узла связи производится с помощью специальных устройств. На центральных и междугородных телефонных станциях для этой цели используются токораспределительные щитки, в линейно-аппаратном зале — стойка питания, в телеграфе — линейно-батарейный коммутатор. Основные сведения об этих устройствах приведены в соответствующих главах данного тома.

Таблица 301

Типовые панели зарядно-разрядных щитов завода Трансвязь

Название панели	Заводской номер
Панель питания линейных телеграфных цепей . . . . .	371
Комбинированная панель питания линейных телеграфных цепей и анодных цепей (или вызывных цепей селекторной связи) . . . . .	372
Панель питания анодных цепей или вызывных цепей избирательной связи . . . . .	373
Панель для заряда нескольких аккумуляторных батарей . . . . .	374
Панель буферного питания центральных телефонных станций . . . . .	375
Панель питания малых телефонных станций . . . . .	376
То же (вариант) . . . . .	377
Панель питания моторно-осветительных цепей . . . . .	378
То же (вариант) . . . . .	379
Вводная панель для переменного тока . . . . .	430
Панель автоматического переключения освещения на аккумуляторную батарею . . . . .	431
Панель питания крупных телефонных станций . . . . .	432

#### Рекомендуемые схемы электропитания узлов связи железнодорожного транспорта

**Классификация узлов связи железнодорожного транспорта.** До разработки исчерпывающей классификации узлов связи с точки зрения величины и мощности электропитающих установок все узлы связи можно разделить на следующие типы:

- а) узел связи при управлении железной дороги с АТС декадно-шаговой системы;
- б) узел связи при управлении дороги с телефонной станцией системы ЦБ×3×2;
- в) узел связи при отделении железной дороги;
- г) выделенный узел диспетчерской связи при отделении железной дороги.

Узлы связи первых трех типов включают полный комплекс устройств телеграфной и телефонной связи управления и отделения дороги. Узел связи последнего типа включает только диспетчерскую связь отделения эксплуатации дороги (т. е. поездную диспетчерскую связь, связь ДГП и связь совещаний). Для питания аппаратуры связи указанных выше узлов могут применяться рекомендуемые ниже схемы. Осуществление питания по этим схемам возможно при капитальном переустройстве существующих электропитающих установок узлов связи или при устройстве их вновь.

**Рекомендуемые схемы электропитания узлов связи железнодорожного транспорта, основанные на применении кислотных аккумуляторов.** Скелетная схема электропитающей установки первого типа изображена на фиг. 433.

Данная электропитающая установка состоит из следующих устройств.

- а) Селеновое выпрямительное устройство типа ВСК на 24 в с двумя выпрямителями и двумя аккумуляторными батареями по 24 в каждая. Это оборудование предназначается для питания коммутаторов междугородной телефонной станции и аппаратуры линейно-аппаратного зала.



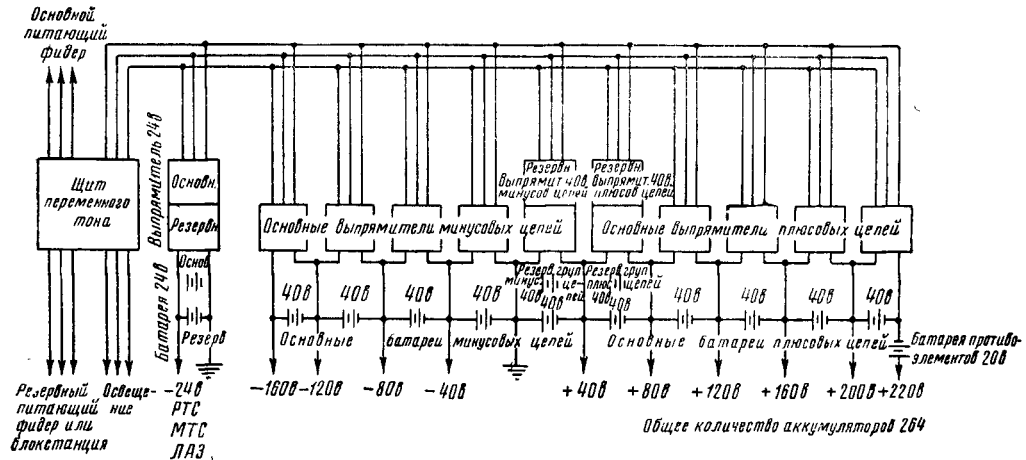


Скелетная схема электропитающей установки для узла связи второго типа изображена на фиг. 434. Данная схема аналогична схеме установки первого типа с той разницей, что в установке этого типа нет выпрямительного устройства на 60 в для питания АТС. Кроме того, в этой установке можно исключить выпрямительное устройство на 120 в для питания моторных цепей телеграфной аппаратуры, если мощность, потребляемая моторными цепями, мала. В таком случае моторные цепи можно питать от линейной минусовой батареи.

Электропитающая установка для станции связи при отделении дороги может монтироваться также по схеме, изображенной на

питающих напряжений 24 и 12 в и устройства для получения питающих напряжений 220 и 160 в. Каждое из питающих устройств состоит из двух селеновых выпрямителей (основного и резервного), одной буферной батареи и одной батареи противоэлементов.

Рекомендуемые схемы электропитания узлов связи железнодорожного транспорта, основанные на применении щелочных железо-никелевых аккумуляторов. Ввиду того что ассортимент железо-никелевых аккумуляторов, выпускаемых промышленностью, ограничен максимальной ёмкостью 500 а-ч, электропитающие установки узлов связи при управлениях железных дорог с АТС, нуждающиеся в аккумуляторах большой ёмкости,



Фиг. 434. Скелетная схема электропитающей установки узла связи при управлении железной дороги с РТС

фиг. 434, при условии применения выпрямительных устройств типа ВСК соответствующей мощности. Наряду с этой схемой для электропитающих установок при управлениях и отделениях дорог может применяться схема, изображенная на фиг. 435. Эта последняя схема характеризуется тем, что она рассчитана на использование выпрямителей типа ВСА, более дешёвых и менее дефицитных, чем выпрямители типа ВСК. Однако необходимо иметь в виду, что схема фиг. 435 предусматривает буферное питание в режиме среднего тока, вследствие чего она в электрическом отношении несколько уступает схемам, изображенным на фиг. 433 и 434, предусматривающим буферное питание в режиме непрерывного подзаряда.

Если в узле связи, для которого предназначена установка по схеме фиг. 435, имеется АТС, то установка должна быть дополнена устройством для получения напряжения 60 в, выполненным аналогично устройству, служащему для получения 24 в (см. левую часть фиг. 435). Это устройство должно работать на селеновых выпрямителях ВСАП-2, соединённых по два последовательно.

Принципиальная схема электропитающей установки диспетчерского узла связи представлена на фиг. 436. Эта установка весьма похожа на предыдущую. Она состоит из силовой части, устройства для получения

приходится выполнять на кислотных аккумуляторах. Поэтому специальных схем электропитающих установок такого типа, работающих на железо-никелевых аккумуляторах, не существует.

Электропитающая установка, предназначенная для узлов связи при управлении или отделении дороги и работающая на щелочных железо-никелевых аккумуляторах, разработана в двух вариантах. Схема установки первого варианта изображена на фиг. 437, а второго варианта — на фиг. 438. В основу обеих схем положена возможность работы железо-никелевых аккумуляторов как по буферному способу, так и по способу «заряд—разряд», что необходимо для периодических контрольных зарядов и разрядов железо-никелевых аккумуляторов.

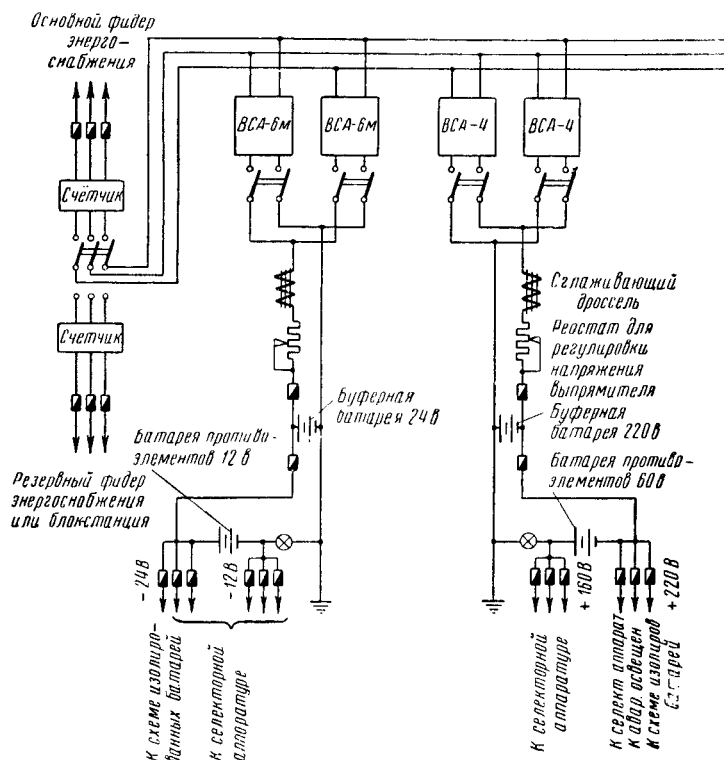
Принципиальное отличие схемы первого варианта от схемы второго варианта заключается в том, что в качестве коммутационных приборов в первом варианте применены рубильники, а во втором — групповой батарейный коммутатор. С точки зрения удобства обращения второй вариант является более предпочтительным.

Схема электропитающей установки для выделенного узла диспетчерской связи, работающей на железо-никелевых аккумуляторах, изображена на фиг. 439. Эта схема также даёт возможность осуществлять работу ак-



кумуляторов как по буферному способу, так и по способу «заряд—разряд».

Подробное описание электропитающих установок, выполненных по схемам фиг. 437—439, см. [72].



Фиг. 436. Принципиальная схема электропитающей установки диспетчерского узла связи

### Помещения для устройств электропитания

Устройства электропитания узлов связи располагаются обычно в двух помещениях—генераторной и аккумуляторной. В первом помещении располагаются машины, выпрямители и зарядно-разрядный щит, во втором—аккумуляторы и противоэлементы. Резервные электростанции малой мощности (до 5 кВт) могут устанавливаться в генераторной. При мощности резервной электростанции от 5 до 40 кВт её следует устанавливать в отдельном помещении, по возможности смежном с генераторной; стены этого помещения должны быть несгораемыми. Резервные электростанции мощностью 40 кВт и более должны устанавливаться в отдельных каменных зданиях.

Кроме того, предусматривают помещение для хранения электролита (электролитная).

Современные зарядно-буферные выпрямители и выпрямители для безаккумуляторного питания могут располагаться в общих помещениях с устройствами связи. Выпрямители для безаккумуляторного питания часто совмещаются с теми установками, которые они питают. Таким образом, небольшие узлы связи, питающиеся от подобных выпрямителей, могут обходиться вообще без генераторной.

Помещения цеха электропитания должны

быть обеспечены естественным и искусственным освещением. Нормальное искусственное освещение должно обеспечивать освещенность 40—60 лк, а аварийное—20 лк.

### Генераторное помещение.

Генераторное помещение должно быть светлым и сухим. Пол его выкладывается метлахскими плитками. Стены и потолок окрашиваются масляной краской.

Помещение генераторной должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией с двукратным обменом воздуха в час.

### Аккумуляторное помещение.

Аккумуляторное помещение площадью не менее 15 м<sup>2</sup> должно иметь тамбур с двумя дверями; электролитная должна располагаться так, чтобы выход из неё вел в тамбур. Высота аккумуляторного помещения должна быть не менее 2 800 мм. Пол в аккумуляторном помещении может быть бетонным, цементным или кирпичным, покрытым сверху асфальтом (в два слоя) или цементными кислотоупорными плитками. Стены должны быть оштукатурены и окрашены вместе с потолком кислотоупорной краской (ОСТ 8162). Аккумуляторное помещение должно иметь приточно-вытяжную вентиляцию (не менее чем с шестикратным обменом воздуха в час).

Для установки кислотных и щелочных аккумуляторов должны предусматриваться отдельные помещения.

### Помещение резервной электростанции

К помещению резервной электростанции предъявляются такие же требования, как и к генераторному помещению, но проход в него должен быть оборудован железной, плотно закрывающейся дверью. Выхлопные газы двигателя должны выводиться наружу с помощью специальной трубы, причём вывод газов в сторону улицы не допускается. Газопроводы и глушитель должны отстоять от всяких деревянных или других горючих предметов не менее чем на 1 м. Пол в помещении электростанции устраивается из метлахских плиток, выложенных на бетонном основании.

Помещение электростанции должно быть оборудовано принудительной вентиляцией, обеспечивающей удаление всех газов, выделяющихся во время работы двигателей, и нормальную температуру (не выше 30° С) в помещении. При наличии в помещении баков охлаждения вентиляция должна обеспечивать удаление всех выделяющихся паров воды.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОПИТАЮЩИХ УСТАНОВОК

### Основные указания по монтажу электропитающих установок

Монтаж электропитающих установок выполняют в следующей последовательности.

Прежде всего должны быть выполнены все необходимые строительные работы в помещениях генераторном и аккумуляторном и блок-станции, а именно:

- усиление перекрытия (в случае необходимости);
- покрытие полов метлахскими плитками (с заливкой в аккумуляторном помещении швов асфальтом);
- устройство фундаментов для машин и желобов для проводки к машинам и ртутным выпрямителям;
- устройство кронштейнов для проводки в аккумуляторном помещении;
- устройство проходного окна между помещениями генераторной и аккумуляторной;
- изготовление стеллажей для установки аккумуляторных батарей и противоэлементов;
- устройство вентиляции в аккумуляторном помещении;
- окраска стен и потолков масляными красками (в аккумуляторном помещении кислотоупорными или щелочепорными).

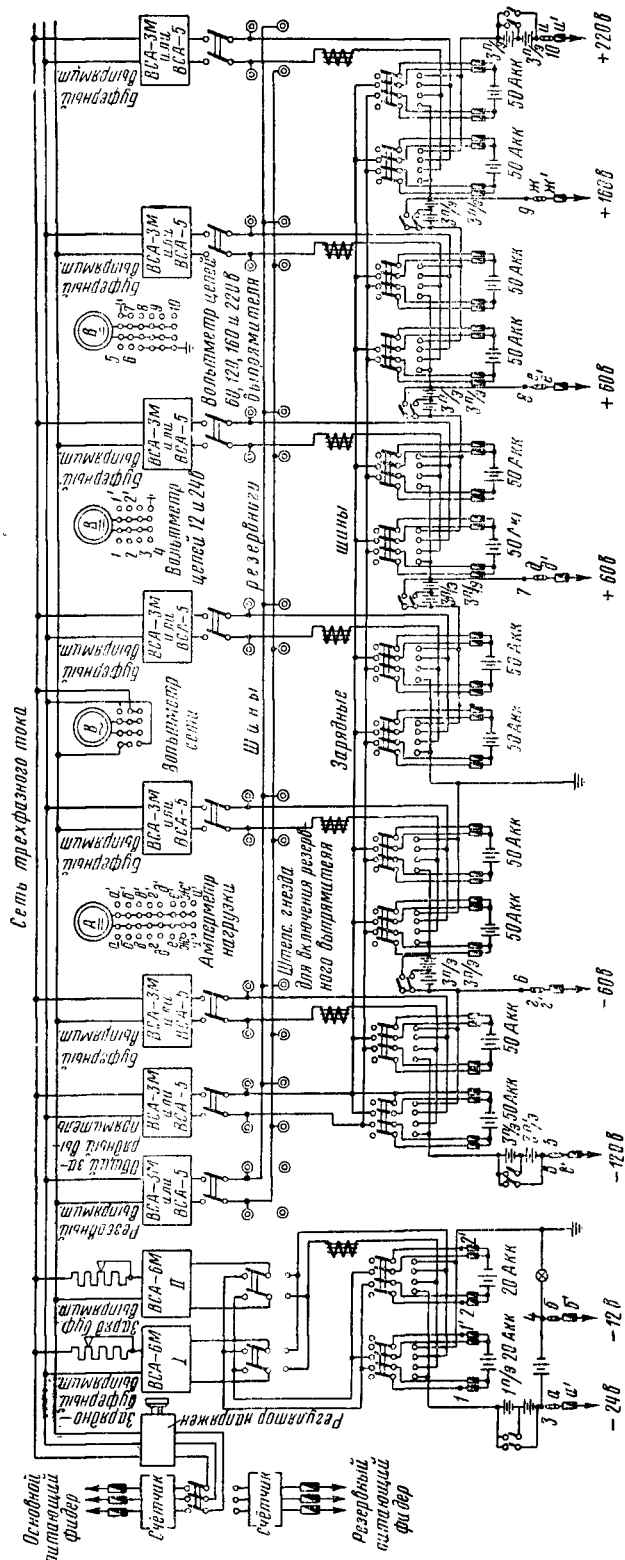
После проведения строительных работ производится:

- установка машин и выпрямителей, выверка и закрепление машин на фундаментах;
- установка аккумуляторов и противоэлементов;
- сварка аккумуляторных пластин;
- установка зарядно-разрядных щитов.

Далее проводятся:

- монтаж панелей зарядно-разрядных щитов;
- устройство проводки внутри генераторного помещения;
- устройство проводки внутри аккумуляторного помещения;
- монтаж питающих фидеров (основного и резервного);
- устройство проводки основного и аварийного освещения.

После окончания монтажа электропроводки аккумуляторы заливаются электролитом и производится первый заряд батарей. Затем производится полное испытание электропитающей установки под нагрузкой и в случае успешного завершения этого испытания установка сдается в эксплуатацию.



Фиг. 437. Принципиальная схема электропитающей установки узла связи, работающей на железо-никелевых аккумуляторах (первый вариант)

Установка аккумуляторов производится на стеллажах, конструкция которых в случае установки кислотных аккумуляторов должна соответствовать ГОСТ 1226-41. В соответствии с этим стандартом все стеллажи разделяются на несколько типов, из которых на транспорте применяются главным образом три типа, указанные в табл. 302.

Таблица 302

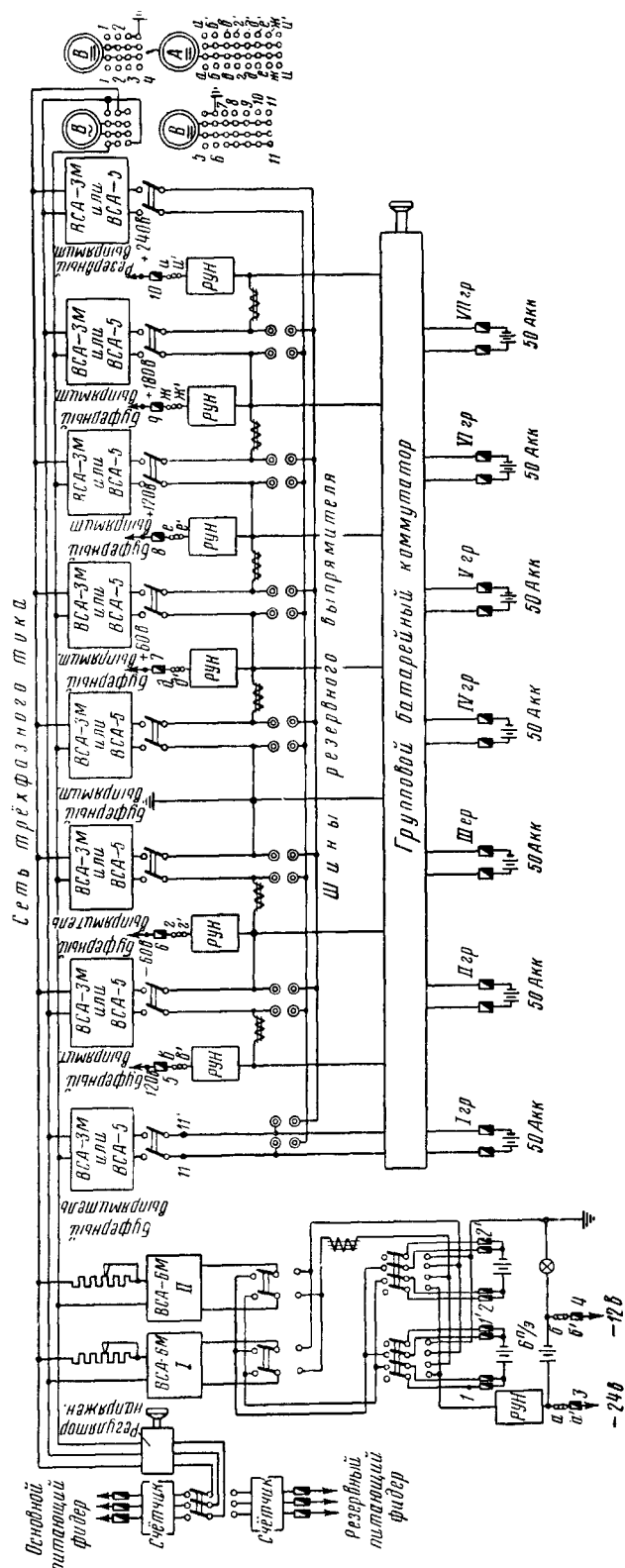
Типы стеллажей

Тип стеллажа	Число ярусов	Типы аккумуляторов, которые допускается устанавливать на стеллажах	Число рядов аккумуляторов на одном стеллаже
I	1	От С-1 и СК-1 до С-20 и СК-20	1 или 2
II	1	От С-24 и СК-24 до С-44 и СК-44	1 или 2
III	2	От С-1 и СК-1 до С-5 и СК-5	1 или 2

Стеллажи изготавливаются из сосновой древесины отборного сорта (марки О по ГОСТ 3008-45) и окрашиваются кислотоупорной краской. Эскизы устройства стеллажей приведены на фиг. 440 (типы I и II) и 441 (тип III). Размеры этих стеллажей приведены в табл. 303 (тип I), 304 (тип II) и 305 (тип III).

При установке стеллажа типа I на пол в аккумуляторном помещении под каждый поперечный брус подкладываются деревянные тумбочки размерами 70 × 70 × 65 мм, покрытые сверху стеклянными изоляторами со сточенными краями размерами 100 × 100 × 20 мм. Число этих тумбочек равно двум для однорядных стеллажей и трём для двухрядных.

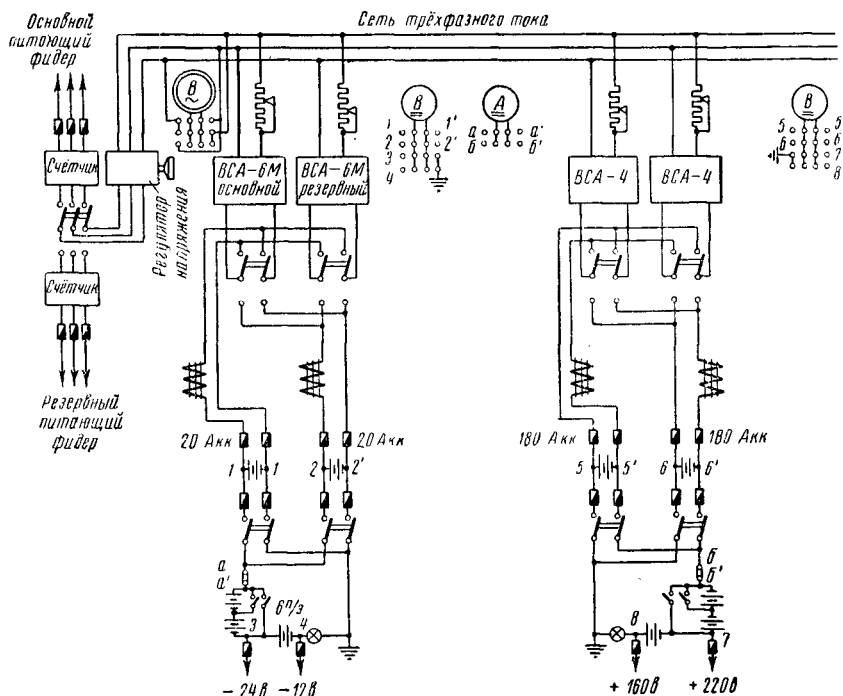
При установке стеллажа типа II под каждый поперечный брус подкладываются деревянные тумбочки размером 120 × 120 × 80 мм, покрытые сверху стеклянными изоляторами размером 160 × 160 × 20 мм. Число тумбочек определяется так же, как и в предыдущем случае. Стеллажи типа III изолируются от пола стеклянными изоляторами размером 100 × 100 × 20 мм, которые подкладываются по два под каждый поперечный брус в случае однорядных стеллажей и по три в случае двухрядных. Стеклянные изоляторы во всех случаях располагаются гладкой стороной к стеллажу. Стеллажи должны быть покрыты горячей олифой (два раза) и затем окрашены кислотоупорной краской.



Фиг. 438. Принципиальная схема электропитающей установки узла связи, работающей на железно-никелевых аккумуляторах (второй вариант)

Аккумуляторы типа С устанавливаются на стеллажах на стеклянных или фарфоровых конических изоляторах (ГОСТ 825-41), которые располагаются широкой стороной к аккумулятору. Аккумуляторы С-1 устанавливаются на трёх изоляторах каждый, аккумуля-

Проводка от ввода к аккумуляторным батареям делается наружная, голым медным проводом или медными шинами. Для линейных и местных телеграфных батарей, а также для вызывных батарей и батарей прямого управления избирательной связи допускается



Фиг. 439. Принципиальная схема электропитания установки выделенного [узла] диспетчерской связи, работающей на железо-никелевых аккумуляторах

торы С-2 — С-20 на четырёх изоляторах. Аккумуляторы же больших ёмкостей должны иметь по два изолятора на каждую шпонку днаща.

Типовых стеллажей для установки переносных кислотных, а также щелочных аккумуляторов не имеется.

устройство наружной проводки изолированным проводом с изоляцией из вулканизированной резины в два слоя.

Машины в помещении генераторной устанавливаются на фундаментах, не имеющих жёсткой связи со стенами. Фундаменты изготовляют из кирпича или бетона. Глубина

Таблица 303

Одноярусные стеллажи для аккумуляторов С-1÷С-20

Тип аккумулятора	Размеры в мм (Фиг. 440)															
	а	б	в	г	д	е	жс	з	и	к	л	м	н	о	п	р
С-1 С-2 С-3 С-4 С-5	До 1 700	660	125	290	295	240	До 150	270	150	80	р х на число аккумуляторов	100	30	115	215	110
		660	125	290	295	240		270	150	130		100	30	115	215	160
		660	125	290	295	240		270	150	180		100	30	115	215	210
		625	125	290	295	205		270	100	215		92,5	65	132,5	230	280
		625	125	290	295	205		270	100	215		92,5	65	132,5	230	280
С-6 С-8 С-10 С-12 С-14	До 1 500	570	105	510	275	190	До 150	485	100	220	р х на число аккумуляторов	100	65	132,5	195	285
		570	105	510	275	190		485	100	220		100	65	132,5	195	285
		695	165	510	335	195		485	100	220		97,5	65	132,5	260	285
		655	165	510	335	195		485	100	220		97,5	65	132,5	260	285
		760	195	510	365	200		485	100	220		95	65	132,5	295	285
С-16 С-18 С-20	До 1 300	860	245	510	415	200	До 150	485	100	220	р х на число аккумуляторов	95	65	132,5	345	285
		960	295	510	465	200		485	100	220		95	65	132,5	395	285
		990	305	510	475	210		485	100	220		90	65	132,5	415	285

Т а б л и ц а 304

Одноярусные стеллажи для аккумуляторов С-24÷С-44

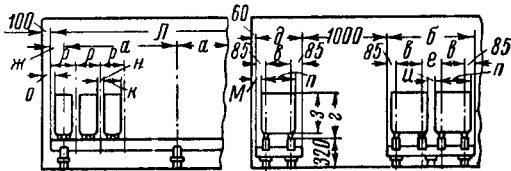
Тип аккумуля- мулятора	Размеры в мм (фиг. 440)												
	а	б	в	д	е	жс	з	Л	М	с	о	п	р
С-24	До 1 100	780	180	350	250	До 150	460	р х на число элементов	110	100	115	330	490
С-28		835	200	370	265		460		102,5	100	115	365	490
С-32		890	220	390	280		460		95	100	115	400	490
С-36		950	240	410	300		460		100	115	115	440	490
С-40		1 025	270	440	315		470		92,5	115	115	485	500
С-44		1 080	290	460	330		470		95	125	115	520	500

Т а б л и ц а 305

Двухъярусные стеллажи для аккумуляторов С-1÷С-5

Тип аккумуля- мулятора	Размеры в мм (фиг. 441)												
	а	б	д	е	жс	и	к	Л	т	М	н	О	п
С-1	До 1 700	1 075	630	320	До 150	230	80	р х на число аккумулято- ров	252,5	257,5	30	115	110
С-2		1 075	630	320		230	130		252,5	257,5	30	115	160
С-3		1 075	630	320		230	180		252,5	257,5	30	115	210
С-4		895	540	230		125	215		207,5	205	65	132,5	280
С-5		895	540	230		125	215		207,5	205	65	133,5	280

заложения их составляет 1—1,5 м. Над уровнем пола фундамент должен выступать на 0,2—0,25 м. Для прокладки проводов в полу устраивают желоба, закрываемые железными рифлёными крышками.



Фиг. 440. Одноярусный стеллаж для установки свинцовых аккумуляторов

Для прокладки в помещениях генераторной и резервной электрической станции применяют изолированные провода и кабели.

Более подробные указания о способах монтажа всех частей электропитающей установки см. [39 и 28].

#### Основные сведения о проектировании электропитающих установок узлов связи железнодорожного транспорта

**Общие указания.** Проектирование электропитающей установки узла связи железнодорожного транспорта должно производиться на основании следующих данных:

а) состав оборудования отдельных цехов узла связи (ЦТС, МТС, ЛАЗ и т. п.);

б) величины напряжений и токов, необходимых для питания всех устройств связи, входящих в состав узла;

в) продолжительность работы устройств связи различного рода в течение суток;

г) характеристика энергосистемы или электростанции, от которой будет происходить снабжение узла связи электроэнергией (род

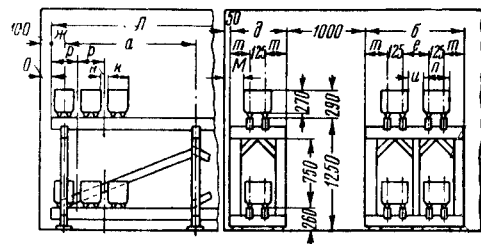
тока, напряжение, надёжность действия, возможность ввода резервного фидера от той же или другой электростанции).

Работа по составлению проекта электропитающей установки должна включать следующие составные элементы:

а) определение наиболее целесообразных способов питания всех устройств связи в условиях проектируемого узла с составлением принципиальной схемы электропитания;

б) подбор аккумуляторных батарей, преобразователей, коммутационного оборудования и т. п. с расчётом их электрических характеристик;

в) планировка расположения электропитающего оборудования с расчётом потребной площади;



Фиг. 441. Двухъярусный стеллаж для установки свинцовых аккумуляторов

г) расчёт электропитающей проводки, выбор типов и сечений питающих проводов;

д) разработка всех необходимых монтажных схем и конструктивных чертежей, связанных с установкой оборудования, монтажом электропитающей проводки и т. п.

**Выбор способа электропитания.** При выборе способа электропитания руководствуются следующими основными указаниями.

1. Питание всех устройств связи, требующих для своей работы постоянного тока при одном и том же напряжении, должно производиться от одного общего источника тока.

При объединении питания различных устройств связи руководствуются следующим. Электропитающая установка узла связи должна проектироваться таким образом, чтобы в ней был только один источник тока напряжением 24 в, причём от этого источника должны получать питание цепи местной телефонной станции системы ЦБ, междугородной телефонной станции системы ЦБ, цепи накала линейно-аппаратного зала, местные цепи аппаратуры избирательной связи и электрические часы.

Допускается подключение к этому источнику и других цепей, рассчитанных на напряжение 24 в (например, коммутаторов стрелочной связи и т. п.).

Линейные батареи телеграфа должны проектироваться с таким расчётом, чтобы от них получали питание и анодные цепи аппаратуры дальней и избирательной связи.

Питание моторных цепей телеграфа должно производиться от минусовой линейной батареи (градация 120 в), если ёмкость этой батареи, рассчитанная для питания линейных и моторных цепей, не превышает 80 а·ч. Если же ёмкость батареи превысит эту величину, то питание моторных цепей должно производиться от отдельного источника тока.

Питание АТС декадно-шаговой системы и в том числе оборудования дальней автоматической связи должно проектироваться от отдельного источника тока с номинальным напряжением 60 в. Если суточное потребление энергии АТС значительно меньше суточного потребления энергии источника тока напряжением 24 в, служащего для питания РТС, МТС и цепей накала ЛАЗ, то для питания АТС может быть запрограммирован отдельный источник тока напряжением 36 в, включающийся последовательно с источником тока 24 в и дополняющий напряжение этого источника до 60 в.

Питание цепей посылки селекторного вызова при отсутствии наложения телеграфной работы должно производиться от соответствующих градаций источника тока, питающего телеграфные и анодные цепи. При наличии наложения телеграфной работы питание вызывных цепей должно производиться от отдельных мотор-генераторов небольшой величины (радиоумформеров) или по схеме Мынкина [72]. Допускается также использование отдельных кенотронных выпрямителей, смонтированных непосредственно на стойке избирательной связи, как это делается в современной аппаратуре избирательной связи.

Питание цепей прямого и обратного управления должно производиться от того же источника тока, от которого происходит питание цепей посылки селекторного вызова.

Питание коммутаторов стрелочной и маневровой связи, находящихся в отдалении от электропитающей установки общего узла связи, должно производиться от специальной выпрямительной установки, изготавливаемой заводом Трансвязь. При отсутствии сети переменного тока для питания коммутатора

должна устанавливаться батарея элементов МОЭ.

2. Энергоснабжение проектируемого узла связи должно быть резервировано либо путём прокладки резервного питающего фидера, либо путём устройства собственной резервной электростанции (блок-станции).

Резервный фидер может присоединяться либо к той же электростанции, от которой узел связи получает основное питание, либо к другой электростанции, что является более предпочтительным.

В обоих случаях питающие фидеры узла связи должны по возможности подключаться на шины потребителей первой категории.

3. Резервные электростанции должны устанавливаться, как правило, в следующих пунктах: в узлах связи при управлениях железных дорог и в усилительных пунктах магистральной связи, если в этих пунктах имеется аппаратура дальней связи с полным питанием от сети переменного тока (без применения аккумуляторных батарей). Применение резервных электростанций в остальных узлах связи определяется степенью надёжности работы местной электростанции.

4. В качестве основного способа электропитания должен применяться способ буферного питания в одной из его разновидностей (желательно во всех случаях, когда это возможно, применять буферное питание в режиме непрерывного подзаряда).

Способ «заряд—разряд» может быть допущен к применению только в виде исключения в тех случаях, когда электропитающая установка обладает небольшой мощностью (меньше 100 вт на стороне постоянного тока) или находится в пункте с недостаточно надёжным энергоснабжением.

5. Для компенсации снижения напряжения аккумуляторных батарей при переходе их из буферного режима в разрядный (во время прекращения подачи электроэнергии) могут применяться следующие устройства: а) угольные регуляторы напряжения, если мощность, потребляемая нагрузкой, не превышает 100 вт; б) противоэлементы, если мощность, потребляемая нагрузкой, составляет от 100 до 6 000 вт; в) дополнительные аккумуляторы, если мощность выше 6 000 вт.

6. В качестве преобразователей необходимо применять во всех случаях, когда это возможно, сухие выпрямители. Преобразователи других типов необходимо применять только в тех случаях, когда сухие выпрямители не подходят по своим электрическим характеристикам. Каждый преобразователь должен быть резервирован другим преобразователем такого же типа. В случае, если в электропитающей установке имеется несколько однородных преобразователей, допускается резервировать их одним преобразователем того же типа. Исключение делается лишь для тех преобразователей, которые питают отдельные устройства связи и составляют с ними одно целое. Такие преобразователи могут не резервироваться.

После решения всех вопросов, связанных с выбором системы электропитания, составляется принципиальная схема электропитающей установки, отражающая принятое решение.



### Выбор типа и количества аккумуляторов

Выбор типа кислотных аккумуляторов, необходимых для заданных условий работы, производится по конструкции аккумуляторов, по ёмкости их и по максимально допустимому разрядному току.

Прежде всего производится выбор наиболее подходящей конструкции аккумуляторов. При этом руководствуются следующими указаниями. Для установки в специально оборудованных аккумуляторных помещениях применяются стационарные аккумуляторы С и СК, а в тех случаях, когда требуются аккумуляторы очень малой ёмкости, применяются переносные аккумуляторные батареи типов 10АС-12 и 10АС-20. Для установки в небольших помещениях, где для аккумуляторов может быть выделена только очень малая площадь, применяются переносные аккумуляторы типов НС, НП и АС. Для запуска блок-станций могут применяться стартерные аккумуляторы типа СТ.

Далее производится выбор аккумуляторов по ёмкости. Для этой цели суммируют ёмкость, необходимую для отдельных устройств связи, получающих питание от рассчитываемой аккумуляторной батареи. Затем полученную суммарную ёмкость делят на ёмкость аккумулятора С-1, соответствующую выбранному режиму разряда. Эта ёмкость составляет:

При часовом разряде	а-ч
1 . . . . .	18,5
2 . . . . .	22
3 . . . . .	27
5 . . . . .	30
10 и более . . . . .	36

Число, полученное при этом делении, и образует индекс искомого типа аккумулятора.

Если по условиям работы аккумуляторной батареи она будет постоянно или периодически разряжаться токами большой величины, то выбранный тип аккумулятора необходимо проверить на максимальный допустимый разрядный ток. Для аккумуляторов типа С величина этого тока составляет  $9n$  ампер, для аккумуляторов типа СК —  $18,5n$  ампер, где  $n$  — индекс аккумулятора.

Выбор типа щелочных аккумуляторов производится аналогичным образом по существующим таблицам их электрических характеристик. При этом необходимо учитывать следующие особенности работы щелочных аккумуляторов:

- а) величина ёмкости щелочных аккумуляторов почти не зависит от режима разряда;
- б) напряжение щелочного аккумулятора сильно снижается при глубоком разряде. Поэтому не рекомендуется разряжать щелочные аккумуляторы до напряжения ниже 1,2 в.

Количество элементов в батарее выбирают с учётом способа электропитания, наименьшего допустимого напряжения на нагрузке, падения напряжения в токораспределительной сети и наименьшего разрядного напряжения. Нормальное напряжение аккумулятора при буферной работе остаётся равным  $2,1 \div 2,2$  в для кислотных аккумуляторов и  $1,52 \div 1,56$  в для щелочных аккумуляторов. Наименьшее разрядное на-

пряжение определяется режимом разряда и для кислотных аккумуляторов не должно быть ниже 1,75 в, а для щелочных — 1,2 в.

**Расчёт мощности и выбор типа преобразователей.** Все преобразователи, применяемые для питания устройств связи, могут работать в следующих режимах:

- а) в режиме заряда аккумуляторных батарей,
- б) в режиме буферной работы,
- в) в комбинированном режиме, т. е. в режиме питания устройств связи при одновременном заряде аккумуляторной батареи.

Если преобразователь применяется для заряда аккумуляторной батареи, его напряжение на стороне постоянного тока определяется из расчёта обеспечения заряда батареи с пределами регулировки от  $U_{\min} = 2N$  до  $U_{\max} = 2,8N$  для кислотных аккумуляторов и от  $U_{\min} = 1,2N$  до  $U_{\max} = 1,8N$  для щелочных аккумуляторов, где  $N$  — число аккумуляторов в аккумуляторной батарее.

Мощность преобразователей на стороне постоянного тока при заряде кислотных аккумуляторов определяется по формуле

$$P = \frac{I_{\text{макс. зар}} 2,4 N}{1\,000} \text{ кВт},$$

а при заряде щелочных аккумуляторов — по формуле

$$P = \frac{Q_6 1,8 N}{4\,000} \text{ кВт},$$

где  $N$  — число аккумуляторов в батарее;  $I_{\text{макс. зар}}$  — максимальный зарядный ток в а;

$Q_6$  — ёмкость батареи в а-ч.

В тех случаях, когда заряд аккумуляторов осуществляется через реостат, поглощающий излишнее напряжение, мощность преобразователя на стороне постоянного тока

$$P = \frac{I_{\text{макс. зар}} U_{\text{пр}}}{1\,000} \text{ кВт},$$

где  $U_{\text{пр}}$  — напряжение преобразователя.

Мощность преобразователя на стороне переменного тока

$$P_1 = \frac{P}{\eta},$$

где  $\eta$  — к. п. д. преобразователя.

Если преобразователь применяется для буферной работы в режиме непрерывного подзаряда, то его мощность на стороне постоянного тока подсчитывается по формулам:

для кислотных аккумуляторов

$$P_6 = \frac{(I_{\text{чнн}} + I_{\text{пз}}) 2,15 N}{1\,000} \text{ кВт};$$

для щелочных аккумуляторов

$$P_6 = \frac{(I_{\text{чнн}} + I_{\text{пз}}) 1,6 N}{1\,000} \text{ кВт},$$

где  $I_{\text{чнн}}$  — ток в час наибольшей нагрузки;

$I_{\text{пз}}$  — ток подзаряда батареи, компенсирующий саморазряд аккумуляторов.

Если преобразователь применяется для буферной работы в режиме среднего тока, то его мощность на стороне постоянного тока подсчитывается по формулам:

для кислотных аккумуляторов

$$P_{\sigma} = \frac{\left( \frac{Q}{22} + I_{пз} \right) 2,15 N}{1\,000} \text{ квт};$$

для щелочных аккумуляторов

$$P_{\sigma} = \frac{\left( \frac{Q}{18} + I_{пз} \right) 1,6 N}{1\,000} \text{ квт},$$

где  $Q$  — количество электричества в а-ч, потребляемое нагрузкой в течение суток.

Если во время буферной работы в режиме непрерывного подзаряда одновременно производится заряд батареи, то мощность преобразователя:

для кислотных аккумуляторов

$$P_{\sigma з} = \frac{(I_{чнн} + I_3) 2,8 N}{1\,000} \text{ квт}$$

и для щелочных аккумуляторов

$$P_{\sigma з} = \frac{(I_{чнн} + I_3) 1,8 N}{1\,000} \text{ квт},$$

где  $I_3$  — величина зарядного тока.

Для того чтобы не понижать значительно к. п. д. преобразователя, он должен рассчитываться таким образом, чтобы нагрузка его была не ниже 40—50% его полной мощности в случае, если преобразователем служит мотор-генератор, и 20%, если преобразователем служит селеновый выпрямитель.

После этого по каталогам подбирают необходимые типы преобразователей.

**Определение мощности и типа резервной электрической станции.** Мощность резервной электрической станции подсчитывают таким образом, чтобы она могла одновременно питать оборудование узла связи в часы наибольшей нагрузки, его осветительную сеть и устройства вентиляции. После этого подбирают необходимые типы оборудования резервной электрической станции.

**Выбор помещения для размещения устройств электропитания и расположение в нём оборудования электропитающей установки.** При совместном расположении устройств связи данного узла в одном или в нескольких соседних зданиях все устройства электропитания устанавливаются совместно в нескольких специально выделенных помещениях (генераторной, аккумуляторной, электrolитной и т. д.), расположенных возможно ближе к центру нагрузки.

Для резервной электрической станции в необходимых случаях предусматривают отдельное здание.

После выбора помещений проектируют систему вентиляции их, удовлетворяющую поставленным выше требованиям (стр. 911), и затем приступают к размещению оборудования в помещениях.

**Размещение оборудования в генераторном помещении** должно удовлетворять действующим нормам и правилам устройства электротехнических сооружений, а также обеспечивать безопасность и удобство обслуживания.

Зарядно-разрядный щит должен располагаться у стены, отделяющей генераторное помещение от аккумуляторного. Проход перед щитом должен быть не уже 1,5 м. Проход за щитом должен быть не менее 1 м.

Электрические машины должны располагаться в средней части помещения таким образом, чтобы вокруг них был круговой обход. Проходы между фундаментами машин должны быть не менее 0,8 м.

Ртутные и селеновые выпрямители должны устанавливаться вдоль стен, причём за выпрямителями должен оставаться проход, равный 0,8 м. Исключение из этого составляют выпрямители, предназначенные для подвески на стенах.

Для прокладки проводов в помещении генераторной предусматривают устройство подпольных желобов, закрываемых крышками из рифлёной стали, или желоба лестничного типа. Эги желоба указываются на плане размещения оборудования.

Расположение оборудования в аккумуляторной должно производиться в соответствии со следующими указаниями. Стеллажи в аккумуляторной должны быть установлены так, чтобы к каждому аккумулятору был обеспечен свободный доступ, при этом стеллажи, от которых отходят провода и шины большого сечения, должны располагаться ближе к месту ввода проводов в аккумуляторную.

Проходы между стеллажами должны составлять 1 м. Расстояние между стеллажами и отопительными приборами должно быть не менее 1 м. Установка двухрядных стеллажей у стены без прохода не допускается.

Батареи должны быть установлены на стеллажах так, чтобы при их обслуживании была устранена возможность случайного одно-временного прикосновения к точкам, между которыми имеется напряжение свыше 250 в.

**Расположение оборудования в помещении резервной электрической станции.** При размещении оборудования в помещении резервной электрической станции ширину проходов между агрегатом и стенами или распределительным щитом принимают не менее 1—1,5 м (более подробно см. [28]).

**Расчёт проводов.** Ко всем проводам, применяемым для устройства электропитающей проводки в помещениях генераторной и аккумуляторной, предъявляются следующие требования.

1. Нагрузка проводов током не должна превышать максимально допустимых норм для данного материала проводов, изоляции и принятого способа прокладки проводов.

Нормы нагрузки проводов для различных условий проводки см. [28].

2. Падение напряжения в проводах генераторной и аккумуляторной должно составлять часть общего падения напряжения в питающей сети от источника тока до зажимов питаемой аппаратуры связи. Максимальные

допустимые нормы этого общего падения напряжения для большинства случаев, имеющих место в узлах связи железнодорожного транспорта, приведены в ГОСТ 5237-50, а также в соответствующих разделах данного тома справочника. Для тех же случаев, которые не охватываются указанным стандартом, падение напряжения от источников тока до зажимов нагрузки не должно превышать 2% номинального напряжения источника тока.

3. Сечение проводов должно быть достаточным для обеспечения механической прочности проводов.

В целях обеспечения достаточной механической прочности проводки все провода, прокладываемые в генераторной в желобах, на кабельростах и на роликах, должны иметь сечение не менее 1,5 мм<sup>2</sup>. Провода, прокладываемые в аккумуляторной на изоляторах, должны иметь сечение не менее: голые — 10 мм<sup>2</sup>, изолированные — 2,5 мм<sup>2</sup>.

При расчёте проводки в генераторной и аккумуляторной, составляющем часть общего расчёта токораспределительной проводки от источников тока до зажимов нагрузки, определяют сечения и марки всех проводов.

Расчёт сечения проводов ведётся по формуле

$$Q = \frac{\rho I l}{\Delta U},$$

где  $Q$  — искомое сечение провода в мм<sup>2</sup>;

$\rho$  — удельное сопротивление материала

провода в  $\frac{\text{ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ ;

$I$  — ток в а;

$l$  — длина провода в м;

$\Delta U$  — допустимое падение напряжения в проводе.

Расчёт нужно произвести для нескольких случаев распределения падения напряжения по отдельным участкам питающих проводов для того, чтобы выбрать такие сечения проводов на различных участках, при которых общие затраты меди на проводку будут наименьшими.

Расчёт проводов, связывающих зарядно-буферные преобразователи с аккумуляторными батареями, должен проводиться как для случая буферной работы, так и для случая заряда батарей. При этом провода, соединяющие преобразователи с батареями, могут рассчитываться по допускаемой максимальной плотности при условии, что в этом случае нагрузка будет присоединяться не к клеммам преобразователей, а к зажимам аккумуляторных батарей.

**Кабель-план проводки в помещениях цеха электропитания.** Кабель-план проводки в генераторной и аккумуляторной представляет собой план расположения всех проводов и кабелей, прокладываемых в генераторной и аккумуляторной для соединения между собой зарядно-разрядных щитов, преобразователей и аккумуляторных батарей, а также используемых для подачи электроэнергии к потребителям. На кабель-планах указываются те устройства, к которым подводятся кабели и провода, типы всех кабелей и проводов, их сечения, число жил и длина отдельных кусков. При составлении кабель-плана необхо-

димо стремиться обеспечить наименьшие длины проводов и кабелей.

Для монтажа проводки внутри генераторного помещения могут быть использованы следующие типы проводов и кабелей:

а) для силовых цепей и для цепей постоянного тока — кабели ВРГ, провода ПР, ПРГ, ТПРФ и медные шины прямоугольного сечения;

б) для цепей индукторного и зуммерного тока — кабели СРГ, провода ТПРФ, ПРД и шнур ШР.

Для монтажа внутри аккумуляторного помещения применяются изолированные провода марок ПР и ВРГ сечением от 2,5 мм<sup>2</sup> и выше и голые провода или шины сечением не ниже 10 мм<sup>2</sup>.

#### Основные указания по техническому обслуживанию устройств электропитания

Техническое состояние устройств электропитания должно обеспечивать бесперебойную работу питаемых от них устройств связи.

Для этого необходимо:

а) повседневное наблюдение за работой устройств электропитания;

б) немедленное устранение возникающих повреждений;

в) систематическое выполнение утверждённого плана предупредительного осмотра и ремонта оборудования;

г) содержание оборудования и помещений в соответствии с техническими нормами.

При обслуживании отдельных видов устройств электропитания руководствуются следующими основными указаниями.

**Первичные элементы.** На железных дорогах наибольшее распространение для питания устройств связи получили мокрые первичные элементы типов Мейдингера и МОЭ, а также сухие элементы. При уходе за элементами необходимо: а) один раз в месяц производить осмотр элементов Мейдингера, во время которого проверять уровни обоих электролитов, плотность раствора цинкового купороса, цвет раствора медного купороса, наличие ползухов солей, напряжение каждого элемента, крепление соединительных проводников; б) производить наружную очистку всех элементов и шкафа, в котором они установлены.

Нормальная работа элемента обеспечивается при следующих условиях.

а) Раствор медного купороса должен покрывать весь положительный полюс и не доходить до цинкового полюса. Цвет раствора должен быть тёмносиний. Если раствор имеет бледный цвет, необходимо в воронку или колбу элемента добавлять медный купорос или прочистить отверстие колбы или воронки при засорении.

б) Плотность раствора цинкового купороса должна быть не выше 1,21 (25° Бо́ме), в противном случае необходимо отлить часть раствора сифоном и добавить воды.

в) При понижении уровня электролита в элементе вследствие испарения следует осторожно долить чистой воды.

г) Напряжение на зажимах разомкнутого элемента должно быть не ниже 1 в.

После истощения элементов Мейдингера, обычно через 6 месяцев после их установки,

производят перезарядку элементов, очистку электродов до металлического блеска, тщательную промывку сосудов и замену электролита.

Признаками истощения элемента Мейдингера являются темнотный цвет раствора электролита, скопление на дне сосуда большого количества осадков, темнокоричневый налет на цинковом полюсе, напряжение на зажимах разомкнутого элемента ниже 1 в.

Один раз в месяц производится осмотр элементов МОЭ. При осмотре проверяется напряжение каждого элемента, а также производится чистка элементов и их контактов.

Напряжение элемента МОЭ под нагрузкой должно быть не ниже 0,5 в.

После истощения элементов МОЭ их перезаряжают. При перезарядке меняют блоки пластин, тщательно промывают сосуды, заменяют электролит и наливают сверху электролита трансформаторное или минеральное масло таким образом, чтобы слой масла имел толщину 2—3 мм.

Признаки истощения элементов МОЭ:

1) полное разъедание всех индикаторных пластин;

2) снижение напряжения элементов под нагрузкой ниже 0,5 в.

Новый электролит готовится раствором едкого натра в воде до плотности 1,19—1,21.

Сухие элементы осматриваются одновременно с проверкой аппаратуры, которую они питают. При осмотре очищают элемент от пыли, проверяют напряжение каждого элемента и заменяют элементы, имеющие напряжение под нагрузкой менее 0,7 в.

Если напряжение на зажимах нагрузки опускается ниже необходимой нормы, но при этом напряжение на зажимах каждого отдельного элемента не снизилось до 0,7 в, то в этом случае в батарею включается дополнительно один или несколько новых элементов.

Расположение сухих элементов вблизи нагревательных приборов (печей, радиаторов) не допускается.

**Аккумуляторы.** При обслуживании аккумуляторов должны строго соблюдаться все без исключения правила и нормы, установленные инструкциями заводов, поставляющих аккумуляторы. Ежедневно должен производиться осмотр всех действующих аккумуляторов, стеллажей и проводки в аккумуляторном помещении и устраняться все обнаруженные дефекты в состоянии аккумуляторных установок.

Во время осмотра кислотных аккумуляторов обращается внимание в первую очередь на сульфатацию пластин, выпадение активной массы, количество шлама, коробление и короткие замыкания пластин, а также целостность защитной окраски стеллажей и проводников.

Во время осмотра щелочных аккумуляторов обращается внимание на качество междуэлементных соединений и на состояние пробок, закрывающих отверстие для заливки электролита.

Аккумуляторные батареи заряжают по утверждённому графику. При буферной работе переключение батарей и буферных агрегатов также производится по заранее разработанному графику.

Заряд и разряд ведутся установленными для каждой батареи нормальными токами до появления признаков окончания заряда или соответственно разряда. В начале и конце заряда или разряда регистрируется дата, время, величины токов заряда и разряда, напряжение батарей и плотность электролита.

При буферной работе не реже чем через каждые 12 час. регистрируются дата, время, величина тока буферного агрегата, величина тока нагрузки и плотность электролита.

Нельзя допускать снижения напряжения аккумуляторной батареи ниже установленного предела для данного режима разряда и нельзя снимать с батареи ёмкость, большую, чем допускает данный режим разряда.

Температура электролита не должна никогда превышать 40° С. Если во время заряда такое повышение будет иметь место, то следует снизить зарядный ток или сделать перерыв в заряде батарей.

Заряд батареи должен производиться не позже, чем через 12 час. после снятия батареи с разряда.

Максимальные величины зарядного и разрядного токов не должны быть больше установленных для данного типа аккумуляторов.

Если аккумуляторная батарея работает в буферном режиме по способу непрерывного подзаряда, напряжение батареи должно подерживаться в пределах 2,1÷2,2 в на кислотный аккумулятор или 1,52÷1,56 в на щелочной аккумулятор.

В случае, если электролит в аккумуляторе понизится до верхних кромок пластин или когда плотность электролита заряженного аккумулятора отличается от нормы, необходимо произвести доливку электролита.

Доливка производится во время заряда и не позже чем за 30 мин. до конца заряда.

Плотность электролита в отдельных аккумуляторах батареи не должна отличаться больше чем на 0,005.

После каждого заряда, а при буферной системе питания не реже одного раза в 5 дней необходимо обтирать аккумуляторы и стеллажи от наслоения осадков и пыли.

Один раз в три месяца производится измерение сопротивления изоляции каждой аккумуляторной батареи вместе с проводкой от батареи до зарядно-разрядного щита; при понижении сопротивления изоляции от нормального значения необходимо выяснить и устранить причину.

Рекомендуется пользоваться следующими нормами сопротивления изоляции аккумуляторных батарей, полученными на основании практических наблюдений (табл. 306).

Т а б л и ц а 306

Нормы сопротивления изоляции аккумуляторной батареи

Напряжение батареи в в до	Сопротивление изоляции каждой группы по отношению к земле в ом не менее
24	10 000
120	100 000
240	400 000

Сопротивление изоляции батареи по отношению к земле определяется по методу вольтметра.

Вольтметр с внутренним сопротивлением  $R$  включают сначала между положительным полюсом батареи, а затем между отрицательным полюсом и землей и фиксируют показания вольтметра в обоих случаях. Сопротивление изоляции

$$x = R \left( \frac{E}{a + b} - 1 \right),$$

где  $x$  — искомое сопротивление изоляции;

$E$  — напряжение батареи;

$a$  и  $b$  — показания вольтметра.

Один раз в месяц производится осмотр вентиляционной установки в аккумуляторной; обнаруженные дефекты должны быть устранены.

При обслуживании аккумуляторных установок технический персонал обязан регулярно вести записи в журналах установленной формы, в которых отражать все работы и операции с аккумуляторными батареями.

**Мотор-генераторы и ртутные выпрямители.** Перед пуском мотор-генератора производится проверка общего состояния машины, поверхности коллекторов, колец и щёток, наличия масла в подшипниках у машин, имеющих подшипники с кольцевой смазкой. Ежедневно машина очищается от пыли и грязи.

Рабочие поверхности коллекторов и щёток при загрязнении их протираются чистой тряпкой, смоченной бензином или спиртом.

При непрерывной работе агрегата в буферном режиме действующий агрегат останавливается на время осмотра и заменяется резервным. Чистка машин на ходу категорически запрещается.

Пуск в ход и остановка машин должны осуществляться быстрым включением или выключением рубильников или соответствующих переключателей и пускателей. Пусковые реостаты должны вводиться и выводиться по мере нарастания скорости вращения машины в течение нескольких секунд.

Во время работы мотор-генератора необходимо систематически следить за нагревом подшипников и за искрением на коллекторах. При большом нагреве или искрении машина останавливается для устранения причин.

Подшипники всех типов должны всегда содержаться в чистоте, необходимо своевременно доливать и заменять масло или смазку в подшипниках, следить за их износом.

Для избежания загрязнения смазки крышки подшипников должны всегда плотно закрываться.

Масло в подшипниках с кольцевой смазкой должно всегда находиться на нормальном уровне в соответствии с отметками на подшипниках или маслоуказателе. Доливка масла производится по мере надобности, примерно раз в неделю в зависимости от числа часов работы машины. Замена масла производится от 2 до 4—6 раз в год в зависимости от качества масла.

Шарикоподшипники заполняются смазкой на  $\frac{2}{3}$  свободного пространства.

Замена смазки в шарикоподшипниках производится примерно раз в год при смазке

высокого качества и раз в полгода при смазке среднего качества.

При смене смазки подшипники освобождаются от старой смазки, очищаются от пыли и грязи и промываются керосином или бензином.

При сильном искрении на коллекторе от неудовлетворительного состояния поверхности коллектора последний необходимо отшлифовать. Шлифование производится стеклянной бумагой марки 00 при помощи специально изготовленной для этой цели деревянной колодки. Ширина колодки и бумаги должна быть равной ширине коллектора. После шлифования коллектор тщательно очищается от медной пыли. В более серьёзных случаях производится обточка коллектора.

Один раз в месяц производится подробный осмотр машины, выявляются и устраняются все дефекты.

Один раз в месяц производится осмотр, проверка состояния всех внутренних частей ртутного выпрямителя и очистка от пыли. Особенно тщательно проверяются гибкие проводники, подходящие к электродам колбы, а также вентилятор. Осмотр выпрямителя производится при отключении питающей сети и снятой нагрузке.

**Селеновые и купроксные выпрямители.** Один раз в месяц производится осмотр и при необходимости регулировка селеновых и купроксных выпрямительных установок, а также очистка их от пыли. При осмотре действующие выпрямители выключаются и заменяются запасными.

Нагрев выпрямительных столбиков и отдельных шайб при нормальной нагрузке не должен превышать  $75^{\circ}\text{C}$  для селеновых выпрямителей и  $40^{\circ}\text{C}$  для купроксных.

В случае повышения этой температуры соответствующий столбик должен быть отремонтирован. Если же нагрев происходит от перегрузки выпрямителя, последняя должна быть устранена.

Устройства для автоматической регулировки выпрямленного напряжения должны регулироваться так, чтобы поддерживалась установленная величина напряжения элементов аккумуляторной батареи, работающей буфером с выпрямителем в режиме непрерывного подзаряда.

Контакты реле и контакторов должны прочищаться при каждой проверке выпрямителя, кроме реле высокой чувствительности, герметически закрытых.

**Кенотронные, газотронные, тиратронные выпрямители.** Один раз в десять дней производится осмотр и при необходимости регулировка кенотронных, газотронных и тиратронных выпрямителей и очистка их от пыли, а также проверяется исправность действия устройств для автоматической регулировки выпрямленного напряжения.

Ежедневно проверяется режим работы выпрямительных ламп—напряжения накала и анода и ток анода.

**Зарядно-разрядные щиты.** Ежедневно производится осмотр и проверка состояния приборов и монтажа на зарядно-разрядных щитах и очистка их от пыли. В процессе осмотра устраняются все обнаруженные неисправности.

Один раз в месяц производится проверка групповых батарейных коммутаторов, их чистка и регулировка. При этом особое внимание обращается на качество работы контактов, устранение нагара на них и чёткость работы стопорных устройств.

Один раз в год производится чистка и пригонка всех контактов, проверка состояния измерительных приборов и переключателей, проверка предохранителей реостатов, пусковых и тому подобных устройств, ремонт и замена износившихся частей.

Проверка градуировки измерительных приборов производится по мере надобности.

Один раз в три месяца измеряют сопротивление изоляции всех машинных агрегатов и выпрямителей со стороны переменного и постоянного тока как по отношению к земле, так и между сторонами постоянного и переменного тока.

Сопротивление изоляции не должно быть ниже 500 000 ом.

**Резервные электрические станции.** Один раз в десять дней производится пробный запуск блок-станции на период времени от 5 до 20 мин. с целью проверки её работы.

При пробном запуске на блок-станции включается полная рабочая нагрузка.

Обнаруженные неисправности и ненормальности во время пробного запуска должны немедленно устраняться.

Один раз в три месяца производится тщательная проверка и чистка агрегатов блок-станции с необходимой частичной разборкой, регулировкой и заменой износившихся частей.

#### Основные указания по технике безопасности

Для защиты обслуживающего персонала от несчастных случаев должны проводиться следующие предупредительные мероприятия.

**В генераторном помещении.** а) Станины машин, а также каркасы выпрямителей и зарядно-разрядных щитов должны надёжно заземляться.

б) Рубильники, включающие цепи с напряжением выше 220 в, должны закрываться защитными чехлами или должны располагаться на внутренней стороне аппаратуры и иметь привод на передней стороне. Желательно применение защитных чехлов для рубильников и при более низких напряжениях.

в) Плавкие вставки предохранителей должны заключаться в патроны или трубки из негорючего материала.

г) Вращающиеся части машин (валы, соединительные муфты и т. д.) должны закрываться защитными кожухами.

д) Колбы ртутных выпрямителей должны быть закрыты таким образом, чтобы свет их не попадал в глаза обслуживающего персонала.

е) С обеих сторон зарядно-разрядного щита должны быть положены резиновые коврики.

ж) Переносные лампы должны иметь рукоятки и каркасы из изолирующих материалов, а шнур их должен быть заключён в резиновую трубку.

**В аккумуляторном помещении.** а) Вентиляционная установка аккумуляторного помещения должна быть в полной исправности.

б) В помещении должен быть полный комплект резиновой прозодежды для работы с кислотами и щелочами, причём на этой прозодежде не должно быть никаких разрывов и повреждений.

в) В помещении должен быть всегда наготове раствор для нейтрализации электролита, попавшего на одежду или на кожу человека (раствор соды для кислотной аккумуляторной или раствор борной кислоты для щелочной аккумуляторной).

г) Работа водородного сварочного аппарата внутри аккумуляторного помещения может допускаться лишь при соблюдении следующих обязательных условий: зарядка всех аккумуляторных батарей, находящихся в данном помещении, должна быть прекращена, а вентиляционная установка должна быть пущена в ход.

д) Внутри аккумуляторного помещения может быть допущено только электрическое освещение, причём все выключатели и штепсельные розетки должны располагаться вне аккумуляторного помещения.

е) Вход в аккумуляторное помещение с огнём категорически запрещается.

ж) Дверь аккумуляторного помещения должна быть устроена таким образом, чтобы она открывалась наружу, а не внутрь помещения.

з) В аккумуляторные помещения разрешается входить только обслуживающему персоналу. Входные двери должны быть всегда закрыты.

#### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

##### ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

1. Акульшин П. К. и др. Теория связи по проводам, Связьиздат, М. 1940.
2. Аппаратура дальней связи. Информационный сборник, Связьиздат, М. 1947.
3. Аппаратура уплотнения стальных цепей. Информационный сборник, Связьиздат, М. 1948.
4. Баев Н. А. Телефонные промежуточные усилители, теория и принципы расчёта, Связьиздат, М. 1937.
5. Баев Н. А. и Егоров К. П. Основы дальней связи, Связьиздат, М. 1948.
6. Баев Н. А. и Новиков В. А. Телефонирование по воздушным линиям связи, Связьрадиоиздат, М. 1938.
7. Баев Н. А. и др. Дальняя связь, Связьиздат, М. 1940.

8. Беленко К. М. Автоматические телефонные станции НКПС, Трансжелдориздат, М. 1937.
9. Величутин В. И. и Зелигер Н. В. Телеграфия, ч. 2, Связьиздат, М. 1939.
10. Витенберг М. И. Расчёт телефонных и кодовых реле, Госэнергоиздат, 1947.
11. Волоцкой А. Н. Руководство электромеханику и монтажнику местной телефонной станции и сети, Трансжелдориздат, М. 1946.
12. Головин Г. И. и Эпштейн С. Л. Русские изобретатели в телефонии, Связьиздат, М. 1949.
13. Горбунов А. В. Девятикратный аппарат Бодо, Связьиздат, М. 1943.
14. Гусев С. С. Дуплексные схемы аппарата СТ-35, Связьиздат, М. 1943.
15. Дальняя связь (система дальней связи в США и Англии). Сборник передовых статей, Связьиздат, М. 1940.

16. Дальняя связь. Сборник. Зарубежные системы кабельных связей, Связьиздат, М. 1946.
17. 12-канальная система телефонирования по воздушным цепям типа J-2, Связьиздат, М. 1946.
18. Дивногоорцев Г. П. и др. Дальняя связь, Связьиздат, М. 1948.
19. Добровольский Г. В. Анализ нелинейных многополосников (применительно к преобразователям частоты), изд. АН СССР, М. 1947.
20. Добровольский Г. В. Многократные телеграфно-телефонные связи, ч. I и II, Связьрадиоиздат, М. 1938.
21. Добровольский Г. В. Системы дальней телефонной связи, изд. АН СССР, М.—Л. 1948.
22. Дубовик В. А. Аппаратура тонального телеграфирования, Связьиздат, М. 1949.
23. Дюфур С. Л. и др. Инженерно-технический справочник по аппаратуре дальней связи, изд. НИТО Октябрьской ж. д., Л. 1949.
24. Егоров К. П. Особенности проектирования систем дальней высокочастотной связи по кабелям, Связьиздат, М. 1949.
25. Жданов И. М. и др. Автоматические телефонные станции, ч. 2, Связьиздат, М. 1945.
26. Зверев А. И. Электропитающие устройства телефонных станций, Трансжелдориздат, М. 1940.
27. Игнатьев А. Д. Телеграфия, ч. I, Связьиздат, М. 1940.
28. Инженерно-технический справочник по электросвязи, т. 1—6, Связьиздат, М. 1942—1948.
29. Инструкция по измерению телефонных цепей и телеграфных проводов постоянным током, Связьиздат, М. 1944.
30. Инструкция по обслуживанию источников электропитания устройств связи, Трансжелдориздат, М. 1940.
31. Кармазов М. Г. Автоматическая телефония, Связьиздат, М. 1947.
32. Кармазов М. Г. и др. Организация и эксплуатация междугородной телефонной связи, Связьиздат, М. 1948.
33. Кармазов М. Г. и Бабурин М. Н. Организация и эксплуатация городских телефонных сетей, Связьиздат, М. 1948.
34. Калинин И. Источники питания для электрических средств связи, Воениздат, М. 1940.
35. Каталог на новые реле для устройств связи и сигнализации МПС, 1950.
36. Каталог телефонной аппаратуры, ч. 1—6, М. 1948—1949 (М-во промышленности средств связи СССР).
37. Китаев Е. В. Телефония, Трансжелдориздат, М. 1945.
38. Коваленков В. И. Теория передачи по линиям электросвязи, т. 1—2, Гостехсвязьиздат, М. 1937—1938.
39. Комаров Б. С. Электропитание предприятий проводной связи, Связьиздат, М. 1949.
40. Комаров Б. С. Электропитание и электрооборудование предприятий проводной связи, Связьиздат, М. 1940.
41. Кошечев И. А. Теория связи по проводам, Связьиздат, М. 1945.
42. Кризе С. Н. Усилители низкой частоты, Воениздат, М. 1940.
43. Круг К. А. Переходные процессы в линейных электрических цепях, Госэнергоиздат, М. 1948.
44. Кудинов В. В. Руководство электромеханику и монтажнику изобретательной связи, изд. 3-е. Трансжелдориздат, М. 1951.
45. Кулешов В. Н. Теория кабелей связи, Связьиздат, М. 1950.
46. Кульбацкий К. Е. и Шур Б. И. Аппаратура высокочастотного телефонирования типа СОС-3ф и СОГ-3ф, Трансжелдориздат, М. 1946.
47. Ламтев Н. Н. Стационарные аккумуляторные установки, Госэнергоиздат, М.—Л. 1947.
48. Ламтев Н. Н. Ремонт стационарных аккумуляторных установок, Госэнергоиздат, М.—Л. 1940.
49. Лобастов В. Д. Центральные телеграфные станции, Связьрадиоиздат, М. 1938.
50. Львов А. Г. Общий курс телеграфии, изд. 2-е, Связьиздат, М. 1938.
51. Мартыанов Б. К. Телефонные станции ручного обслуживания, Связьиздат, М. 1946.
52. Мартыанов Б. К. Междугородные телефонные станции, Связьиздат, М. 1948.
53. Мартыанов Б. К. Конструирование телефонной аппаратуры, Госэнергоиздат, Л.—М. 1949.
54. Мархай Е. В. и Бабицкий И. А. Автоматическая телефония, Связьиздат, М. 1950.
55. Наумов П. А. и др. Телеграфия, Связьиздат, М. 1948.
56. Орлов Н. А. и Сапков Г. Н. Руководство электромеханику и монтажнику телеграфной связи, Трансжелдориздат, М. 1944.
57. Основные нормы и рекомендации МККФ. Дальняя связь, М. 1948.
58. Першин А. К. Селекторный вызов в телефонных цепях, Трансжелдориздат, М. 1939.
59. Пионтковский Б. А. Гальванические элементы, Связьиздат, М. 1944.
60. Погонин А. М., Кривичский К. А. и Падерно И. П. Аппаратура высокочастотного телефонирования на железнодорожном транспорте, Трансжелдориздат, М. 1948.
61. Правила и нормы проектирования железнодорожных АТС шаговой системы, Трансжелдориздат, 1950.
62. Рогинский В. Н. и Збар Н. Р. Дальняя автоматическая телефонная связь, Трансжелдориздат, М. 1951.
63. Рогинский В. Н. и Збар Н. Р. Железнодорожные автоматические телефонные станции, Трансжелдориздат, М. 1948.
64. Романов П. П. Стартостопный аппарат Т-15, Трансжелдориздат, М. 1940.
65. Сборник материалов по проектированию устройств связи, Союзтранспроект МПС, 1941.
66. Сборник нормалей по проектированию устройств связи, т. II, Союзтранспроект МПС, 1950.
67. Сводный каталог на химические источники тока, БТИ МПС, М. 1950.
68. Справочник по транспортной связи и СЦВ, т. 2, изд. 5-е, Трансжелдориздат, М. 1947.
69. Телеграфный аппарат СТ-35, Связьиздат, М. 1945.
70. Тюрморезов В. Е. Руководство аккумуляторщику транспортной связи, Трансжелдориздат, М. 1942.
71. Фарафонов Л. С. и др. АТС-47. Связьиздат, М. 1951.
72. Фельдман А. Б. Новые способы электропитания узлов связи железных дорог. Трансжелдориздат, М. 1950.
73. Шуплов В. И. Методы расчёта рабочего затухания в телефонных цепях, Трансжелдориздат, М. 1939.
74. Шуплов В. И. и др. Автоматическая дальняя телефонная связь на железнодорожном транспорте. Трансжелдориздат, М. 1949.

#### РАДИОТЕХНИКА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

1. Адамский В. К. Радиоприёмные центры, Связьиздат, М. 1949.
2. Альбом-справочник по оборудованию радиотрансляционных узлов. Под редакцией В. А. Новикова, Связьиздат, М., 1948.
3. Барковский Н. А. и Коммодов А. М. Внутростанционная радиосвязь, Трансжелдориздат, М. 1951.
4. Власов В. Ф. Электровакуумные приборы, Связьиздат, М. 1949.
5. Гинкин Г. Г. Справочник по радиотехнике. Изд. 4-е, перераб. Госэнергоиздат, М.—Л. 1948.
6. Крылов Н. Н. Импульсная техника. Связьиздат, М. 1950.
7. Лютов С. А. Индустриальные помехи радиоприёму и борьба с ними. Госэнергоиздат, М.—Л. 1951.
8. Пистолькорс А. А. Антенны. Связьиздат, М. 1947.
9. Рамлау П. Н. Радиотехника. Трансжелдориздат, М. 1950.
10. Справочник по радиотехнике под общей редакцией Б. А. Смирнина, Госэнергоиздат, М.—Л. 1950.
11. Терентьев В. П. Электропитание радиоустройств, Связьиздат, М. 1948.

#### ЧАСОВОЕ ХОЗЯЙСТВО

1. Монтаж и обслуживание электрочасовых установок, Машгиз, М. 1950.
2. Трояновский В. В. Электрические часы, Машгиз, М. 1949.

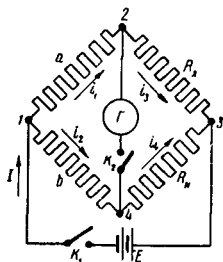
# ИЗМЕРЕНИЯ



## ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ

### Измерение сопротивлений по методу моста

Метод моста является наиболее точным из всех методов, применяемых для измерения сопротивлений. Схема моста (фиг. 1) состоит



Фиг. 1. Схема моста постоянного тока

из четырёх сопротивлений, называемых плечами моста:  $a$  и  $b$  — балансные плечи,  $R_N$  — сравнительное и  $R_x$  — измеряемое. Величина измеряемого сопротивления  $R_x$  определяется из условия равновесия моста:

$$R_x = \frac{a}{b} R_N. \quad (1)$$

Мост считается уравновешенным, после того как стрелка гальванометра  $\Gamma$  установится на нуль, а это будет иметь место при равенстве потенциалов в точках 2 и 4 ( $i_1 = i_3$  и  $i_2 = i_4$ ).

Измерение сопротивлений по методу моста можно производить двояко: 1) установив определённое отношение балансных плеч моста  $\frac{a}{b}$ , изменяют величину сравнительного сопротивления  $R_N$  до тех пор, пока стрелка гальванометра не установится на нуль, или 2) установив определённую величину  $R_N$ , подбирают такое значение отношения  $\frac{a}{b}$ , при котором выполняется то же условие.

В процессе измерений манипуляции производят в определённом порядке: перед измерением сначала замыкают цепь батарей  $E$  (ключ  $K_1$ ), а затем цепь гальванометра (ключ  $K_2$ ); после измерения выключение производят в обратном порядке.

### Измерение сопротивлений по методу амперметра и вольтметра

При измерениях этим методом можно применять две схемы включения приборов (фиг. 2 и 3).

Величину измеряемого сопротивления  $R_x$  определяют по формулам: для схемы фиг. 2

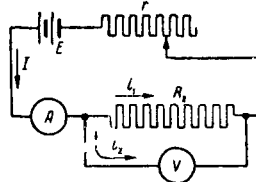
$$R_x = \frac{u}{I - \frac{u}{r_v}}; \quad (2)$$

для схемы фиг. 3

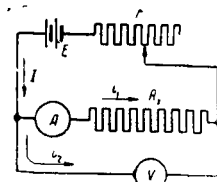
$$R_x = \frac{u}{i_1} - r_a. \quad (3)$$

В этих формулах  $u$  — показания вольтметра в  $v$ ;  $I$  и  $i_1$  — показания амперметра в  $a$ ;  $r_a$  — сопротивление вольтметра в  $om$  и  $r_a$  — сопротивление амперметра в  $om$ .

Метод амперметра и вольтметра по своей точности значительно уступает методу моста, однако его целесообразно применять в тех случаях, когда величина измеряемого сопротивления зависит от величины тока и когда необходимо учесть эту зависимость. Установление нужной величины тока осуществляется при помощи реостата  $r$ .



Фиг. 2. Схема измерения сопротивлений по методу амперметра и вольтметра — вариант 1



Фиг. 3. Схема измерения сопротивлений по методу амперметра и вольтметра — вариант 2

При выборе схемы измерения руководствуются следующим правилом: если  $R_x < \sqrt{r_a r_v}$ , то применяют схему фиг. 2, в противном случае — схему фиг. 3.

### Измерение сопротивлений по методу замещения

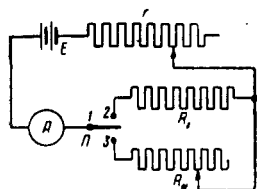
В положении 1—2 переключателя  $\Pi$  (фиг. 4) замечают отклонение стрелки прибора  $A$  (обычно миллиамперметр); после этого переводят переключатель  $\Pi$  в положение 1—3 и, изменяя величину сопротивления  $R_N$ , добиваются такого же отклонения стрелки. Тогда

$$R_x = R_N. \quad (4)$$



При измерении необходимо следить за постоянством напряжения  $E$  батареек.

Данный метод применим для измерения сопротивлений примерно от 2000 ом и более.

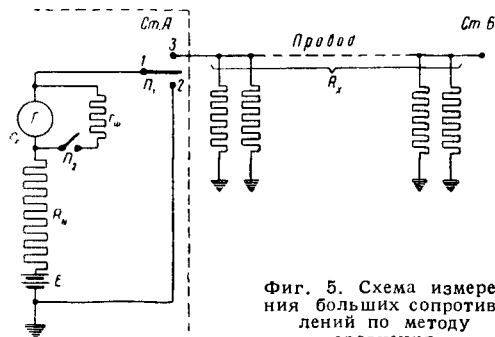


Фиг. 4. Схема измерения сопротивлений по методу замещения

### Измерение больших сопротивлений по методу сравнения

Метод сравнения применяется только для измерения больших сопротивлений, начиная примерно с 1 мгом. В силу этого им пользуются обычно для измерения сопротивления изоляции между проводами или между проводом и землей на воздушных и кабельных линиях связи.

Схема фиг. 5 изображена применительно к измерению сопротивления одиночного провода по отношению к земле.



Фиг. 5. Схема измерения больших сопротивлений по методу сравнения

Измерение производится в два приёма.

Сначала переключатель  $P_1$  переводится в положение 1—2; при этом ток от измерительной батареи  $E$  пройдёт через гальванометр  $G$  и включённое последовательно с ним сравнительное эталонное сопротивление  $R_N$  и стрелка гальванометра (магнитоэлектрической системы) отклонится на  $\alpha_1$  делений.

Затем переключатель  $P_1$  переводят в положение 1—3; тогда ток измерительной батареи пройдёт через гальванометр и оба включённых последовательно сопротивления ( $R_N$  — сравнительное и  $R_x$  — измеряемое) и стрелка гальванометра отклонится на  $\alpha_2$  делений.

Искомая величина сопротивления изоляции  $R_x$  определяется по формуле

$$R_x = R_N \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{\alpha_2} \quad (5)$$

При измерениях сопротивления изоляции пользуются гальванометрами совместно с шунтами, так как это необходимо для изменения пределов чувствительности приборов и, следовательно, для расширения пределов измерений.

В конструктивном отношении шунты разделяются на рычажные и штепсельные, а по своим принципиальным схемам — на простые и универсальные.

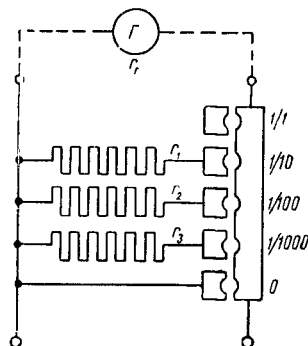
На фиг. 6 приведена схема простого (штепсельного) шунта с коэффициентами шунтирования  $\frac{1}{n}$ , равными  $\frac{1}{1}$ ;  $\frac{1}{10}$ ;  $\frac{1}{100}$ ;  $\frac{1}{1000}$ .

Для каждой ступени шунтирования между сопротивлениями шунта и гальванометра должна существовать зависимость

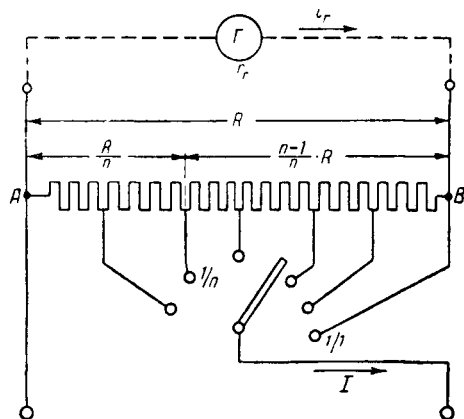
$$r_n = \frac{r_2}{n-1}, \quad (6)$$

где  $r_n$  — сопротивление шунта и  $r_2$  — сопротивление гальванометра.

На фиг. 7 приведена схема универсального (рычажного) шунта, который может быть применён с гальванометром, имеющим любое внутреннее сопротивление  $r_2$  (вплоть до  $r_2 > R$ ).



Фиг. 6. Схема простого шунта



Фиг. 7. Схема универсального шунта

В положении шунта  $\frac{1}{1}$  гальванометр будет зашунтирован сопротивлением  $R$ . Во всех других положениях шунта, например, в положении  $\frac{1}{n}$ , сопротивление от точки  $A$  до взятого отвода  $\left(\frac{R}{n}\right)$  будет являться собственно шунтом, а другая часть сопротивления до точки  $B \left(\frac{n-1}{n} R\right)$  будет представлять собой дополнительное сопротивление к гальванометру; при этом через гальванометр пройдёт  $\frac{1}{n}$

часть тока по сравнению с током, проходившим через гальванометр в положении  $\frac{1}{1}$ .

Недостатком универсальных шунтов является некоторое понижение чувствительности гальванометров за счёт шунтирования их уже в положении  $\frac{1}{1}$ .

Присоединённые схемы шунтов (фиг. 6 и 7) не имеют постоянства сопротивления ни со стороны гальванометра, ни со стороны измерительной схемы. Существуют и более сложные конструкции шунтов, обладающие постоянством сопротивления с одной или с обеих сторон схемы, независимо от положения переключателей (штепселей).

Выражение (5), позволяющее вычислять измеренную величину сопротивления изоляции  $R_x$ , справедливо для тех случаев, когда шунт не применялся в процессе измерений.

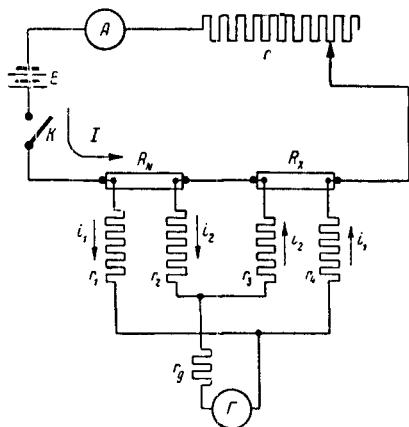
Если же при измерениях используется шунт, то формула для вычисления  $R_x$  будет иметь следующий вид:

$$R_x = R_N \frac{\alpha_1 n - \alpha_2 m}{\alpha_2 m}, \quad (7)$$

где  $n$  и  $m$  — коэффициенты (1, 10, 100 или 1000), соответствующие положению шунтов при первом и втором этапах измерений.

#### Измерение малых сопротивлений по методу двойного моста

Метод двойного моста служит для измерения сопротивлений меньше 1 ом (провода, спайки и сроски). Измерение этим методом состоит в том, что через сопротивления  $R_N$  (эталонное, малой величины) и  $R_x$  (измеряемое) пропускают ток  $I$  порядка 2—3 а (фиг. 8);



Фиг. 8. Схема двойного моста

величину тока устанавливают при помощи реостата  $\Gamma$ .

Затем, изменяя величины сопротивлений в балансных плечах моста  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$  и  $r_4$ , добиваются равновесия моста.

Обычно подбирают балансные плечи так, чтобы  $r_1 = r_2$  и  $r_3 = r_4$ . Тогда подсчёт вели-

чины измеренного сопротивления  $R_x$  производят по формуле:

$$R_x = R_N \frac{r_4}{r_1} = R_N \frac{r_3}{r_2}. \quad (8)$$

#### Измерение ёмкости баллистическим методом

При измерении данным методом требуется гальванометр с увеличенным моментом инерции (баллистический), у которого отброс стрелки пропорционален количеству электричества, прошедшему через гальванометр. Метод основан на сравнении ёмкостей двух конденсаторов:  $C_N$  — эталонного и  $C_x$  — измеряемого (фиг. 9).

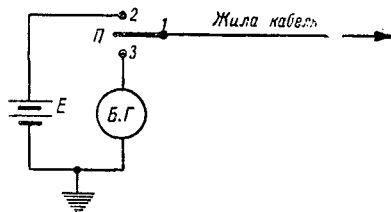
Обоим конденсаторам поочередно сообщают заряды (переключая рубильник  $\Pi_2$  в положения 1—2 и 1—3) от батареи  $E$  (в положении 1—1 рубильника  $\Pi_1$ ). Затем конденсаторы поочередно разряжают на гальванометр (в положении 2—2 рубильника  $\Pi_1$ ) и замечают отклонения  $\alpha_N$  и  $\alpha_x$  стрелки гальванометра. Подсчёт величины измеренной ёмкости производят по формуле

$$C_x = C_N \frac{\alpha_x}{\alpha_N}. \quad (9)$$

Для получения большей точности необходимо брать эталонную ёмкость, близкую по величине к измеряемой. При значительном отличии величин ёмкостей для получения более равных зарядов следует заряжать конденсаторы, пользуясь различными величинами напряжения батареи.

Тогда

$$C_x = C_N \frac{E_N \alpha_x}{E_x \alpha_N}. \quad (10)$$



Фиг. 10. Схема измерения ёмкости жилы кабеля по отношению к земле

Примерная схема измерения ёмкости жилы кабеля по отношению к земле приведена на фиг. 10.

При измерении в положении 1—2 переключателя  $\Pi$  измеряемой жиле примерно в те-

чение  $1/2 - 1$  мин. сообщается заряд, а затем в положении  $I-3$  жила разряжается на баллистический гальванометр Б.Г.

# ОСНОВНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ

Измерения сопротивления и сопротивления изоляции проводов. Поправки при измерениях в сырую погоду

Целью измерений сопротивления и сопротивления изоляции проводов является оценка их состояния путём сравнения результатов измерений с установленными нормами. Так как нормы даются для километрических значений соответствующих электрических величин, то и измеренные данные должны быть приведены к 1 км провода по следующим формулам:

а) для сопротивления

$$r = \frac{R_1}{l}, \quad (11)$$

или

$$r = \frac{R_{ш}}{2l}. \quad (12)$$

В этих выражениях

$r$  — сопротивление одиночного провода в  $\text{ом/км}$ ;

$R_1$  — сопротивление одиночного провода на всём протяжении измеряемого участка в  $\text{ом}$ ;

$R_{ш}$  — сопротивление двухпроводной цепи (шлейфа) на всём протяжении измеряемого участка в  $\text{ом}$ ;

$l$  — длина измеряемого участка в  $\text{км}$ ;

б) для сопротивления изоляции

$$w = Wl, \quad (13)$$

где  $w$  — сопротивление изоляции одиночного провода по отношению к земле, или сопротивление изоляции между проводами в  $\text{ом} \cdot \text{км}$  или  $\text{мгом} \cdot \text{км}$ ;

$W$  — сопротивление изоляции одиночного провода по отношению к земле или сопротивление изоляции между проводами на всём протяжении измеряемого участка в  $\text{ом}$  или  $\text{мгом}$ .

При измерениях проводов необходимо фиксировать температуру  $t^\circ\text{C}$ , при которой производились измерения; температуру определяют по крайней мере в начальном и конечном пунктах измеряемого провода (цепи) и при расчётах берут среднее значение

$$t_{cp} = \frac{t_1 + t_2}{2}. \quad (14)$$

В случае необходимости приведения измеренной величины сопротивления к сопротивлению при определённой температуре (например при  $t = 20^\circ\text{C}$ ) пересчёт производят по формуле

$$r_t = r_{20} [1 + \alpha (t - 20)], \quad (15)$$

где  $r_{20}$  — сопротивление провода в  $\text{ом}$  при  $+20^\circ\text{C}$ ;  $r_t$  — то же при  $t^\circ\text{C}$  и  $\alpha$  — температур-

ный коэффициент (равный для меди 0,00393, биметалла — 0,0041 и стали — 0,00455).

В тех случаях, когда измерения проводов производят при пониженной изоляции (в сырую погоду), при подсчётах сопротивления и сопротивления изоляции необходимо вносить соответствующие поправки. Дело в том, что при измерении сопротивления проводов в действительности измеряется так называемое сопротивление короткого замыкания  $R_{к.з}$ ; в свою очередь при измерении сопротивления изоляции измеряется так называемое сопротивление холостого хода  $R_{х.х}$ .

Величины  $R_{к.з}$  и  $R_{х.х}$  тем значительнее отличаются от фактических величин сопротивления и сопротивления изоляции (первое — в сторону уменьшения, а второе — в сторону увеличения), чем ниже изоляция проводов.

С учётом поправки формулы будут иметь следующий вид:

$$R_\theta = R_{к.з} \kappa; \quad (16)$$

$$W_\theta = \frac{R_{х.х}}{\kappa}, \quad (17)$$

где  $R_\theta$  и  $W_\theta$  — действительные величины сопротивления и сопротивления изоляции цепи;

$R_{к.з}$  и  $R_{х.х}$  — измеренные величины сопротивлений короткого замыкания и холостого хода цепи;

$\kappa$  — поправочный коэффициент.

Поправочный коэффициент, являясь функцией измеренных величин  $R_{к.з}$  и  $R_{х.х}$ , может быть для каждого случая подсчитан по формуле

$$\kappa = \frac{1 + \sqrt{\frac{R_{к.з}}{R_{х.х}}}}{1 - \sqrt{\frac{R_{к.з}}{R_{х.х}}}} \cdot \sqrt{\frac{R_{к.з}}{R_{х.х}}}. \quad (18)$$

Значения поправочного коэффициента  $\kappa$  приведены в табл. 1. Поправку практически следует вводить в тех случаях, когда  $\frac{R_{к.з}}{R_{х.х}} \geq 0,025$ .

## Измерение асимметрии сопротивления проводов двухпроводной цепи

Абсолютной асимметрией двухпроводной цепи по сопротивлению называют разность сопротивлений её проводов  $R_1$  и  $R_2$ , т. е. величину

$$A = (R_1 - R_2). \quad (19)$$

Относительная асимметрия цепи в процентах вычисляется по формуле

$$A = \frac{2(R_1 - R_2) \cdot 100\%}{R_1 + R_2}. \quad (20)$$

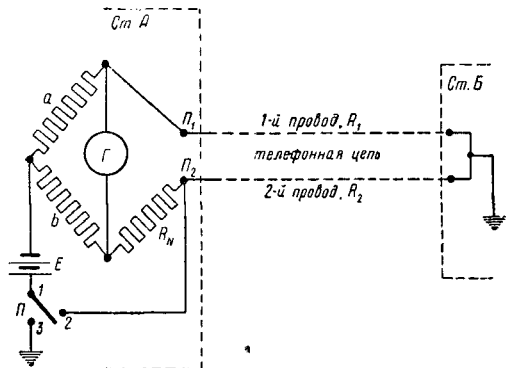
Измерение асимметрии двухпроводных цепей может быть произведено двумя способами — способом заземлённого шлейфа, который

Таблица 1  
Значение поправочного коэффициента  $k$

$\frac{R_{к.з}}{R_{х.х}}$	$k$	$\frac{R_{к.з}}{R_{х.х}}$	$k$
0	1	0,675	1,415
0,005	1,002	0,70	1,447
0,01	1,004	0,725	1,481
0,05	1,018	0,75	1,521
0,10	1,035	0,775	1,563
0,15	1,055	0,80	1,603
0,20	1,076	0,825	1,670
0,25	1,097	0,85	1,738
0,30	1,123	0,875	1,815
0,35	1,150	0,90	1,920
0,40	1,178	0,91	1,966
0,45	1,211	0,92	2,016
0,50	1,246	0,93	2,074
0,525	1,265	0,94	2,142
0,55	1,287	0,95	2,263
0,575	1,307	0,96	2,345
0,60	1,331	0,97	2,424
0,625	1,357	0,98	2,674
0,65	1,384		

употребляется преимущественно при измерениях на воздушных линиях, и способом трёх сумм, наиболее удобным при измерениях кабельных линий, в особенности при проверке кабелей большой ёмкости.

**Способ заземлённого шлейфа.** Измерение асимметрии двухпроводной цепи по способу заземлённого шлейфа осуществляется при помощи моста постоянного тока (фиг. 11).



Фиг. 11. Схема измерения асимметрии двухпроводной цепи по способу заземлённого шлейфа

Перед измерением со станции А оба провода цепи ( $P_1$  и  $P_2$ ) на противоположном конце участка (на станции Б) соединяют накоротко и заземляют.

Измерение производят в два этапа. Сначала в положении 1—2 переключателя П измеряют сопротивление шлейфа  $R_{ш}$ , равное сумме сопротивлений обоих проводов:

$$R_{ш} = R_1 + R_2. \quad (21)$$

Затем, переводя переключатель П в положение 1—3, снова добиваются равновесия моста, после чего на основании полученных результатов вычисляют сопротивление  $R_2$  провода  $P_2$ :

$$R_2 = \frac{R_{ш} - \frac{a}{b} R_N}{1 + \frac{a}{b}}, \quad (22)$$

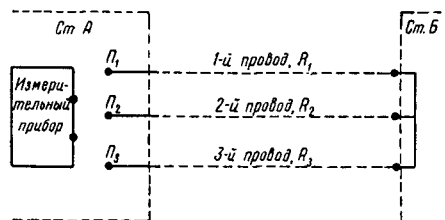
где  $\frac{a}{b}$  — отношение сопротивлений балансных плеч моста.

Сопротивление  $R_1$  провода  $P_1$  найдётся:

$$R_1 = R_{ш} - R_2. \quad (23)$$

Зная величины  $R_1$  и  $R_2$ , находят величину асимметрии по формуле (19).

**Способ трёх сумм.** Для измерения асимметрии двухпроводной цепи по способу трёх сумм необходимо воспользоваться третьим подсобным проводом. Перед измерением со станции А (фиг. 12) все три провода на станции Б соединяют накоротко. Затем в после-



Фиг. 12. Схема измерения асимметрии двухпроводной цепи по способу трёх сумм

довательном порядке производят три измерения проводов, взятых попарно:

$$R_{ш1} = R_1 + R_2; \quad (24)$$

$$R_{ш2} = R_2 + R_3; \quad (25)$$

$$R_{ш3} = R_1 + R_3. \quad (26)$$

Из полученных трёх уравнений находят величины сопротивления каждого из трёх проводов:

$$R_1 = \frac{R_{ш1} + R_{ш3} - R_{ш2}}{2}; \quad (27)$$

$$R_2 = \frac{R_{ш1} + R_{ш2} - R_{ш3}}{2}; \quad (28)$$

$$R_3 = \frac{R_{ш2} + R_{ш3} - R_{ш1}}{2}. \quad (29)$$

Величина асимметрии  $A$  двухпроводной цепи  $P_1$ — $P_2$  найдётся как разность сопротивлений  $R_1$  и  $R_2$ .

При измерении многожильных кабелей описанным порядком измеряют и подсчитывают только сопротивление первых трёх жил; сопротивление остальных жил определяется значительно проще.

Берётся, например, первая жила, а к ней на станции Б присоединяется четвёртая жила и измеряется сопротивление шлейфа:  $R_{ш4} = R_1 + R_4$ . Так как сопротивление первой жилы уже известно, то легко определить и величину  $R_4$ :

$$R_4 = R_{ш4} - R_1. \quad (30)$$

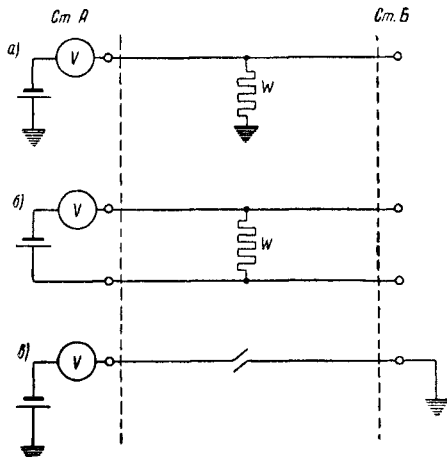
Таким же образом, совместно с первой жилой измеряются и все остальные, а величины их сопротивлений определяют простым вычитанием.

Способами заземлённого шлейфа и трёх сумм следует производить и измерения сопротивления одиночных телеграфных проводов, так как при этом исключаются ошибки и неточности, присущие непосредственному измерению однопроводных цепей с возвратом тока через землю.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ

Виды и признаки повреждений;  
предварительные испытания повреждённых  
проводов

Наиболее характерными видами повреждений воздушных и кабельных линий связи и СЦБ являются: заземление, сообщение и



Фиг. 13. Схемы испытания проводов для определения характера повреждения

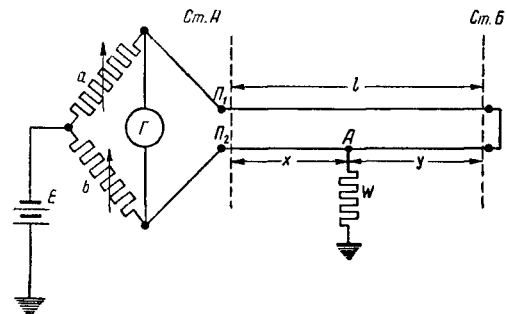
обрыв проводов, а также повышенная асимметрия сопротивления проводов двухпроводных цепей.

Для быстрого определения вида повреждения необходимо произвести простейшие испытания проводов при помощи вольтметра или миллиамперметра с добавочным сопротивлением; измерительный прибор и батарею при этом включают так, как показано на фиг. 13.

Каждому виду повреждений свойственны свои характерные признаки; по этим признакам, а также по показаниям приборов и судят о происшедшем повреждении (табл. 2).

### Определение места заземления проводов

Способ заземлённого шлейфа — схема Муррея (фиг. 14). При наличии в кабеле или на воздушной линии кроме заземлённого провода



Фиг. 14. Определение места заземления проводов по способу заземлённого шлейфа — схема Муррея

( $P_2$ ) ещё хотя бы одного исправного ( $P_1$ ) последний используют в качестве подсобного. Наиболее просто определяется место заземления провода (точка А) в том случае, когда повреждённый и подсобный провода имеют одинаковый материал и диаметр. При измерении со станции А на противоположном конце участка (станция В) оба провода соединяют друг с другом. Измерение состоит в установлении равновесия моста. В результате измерения расстояние  $x$  км от станции

Виды и признаки повреждений проводов

Таблица 2

Вид повреждения	Признаки повреждения	Схема испытания и показания прибора
Заземление провода	Уменьшение входящего тока в однопроводной телеграфной цепи. Появление шума в двухпроводной телефонной цепи; при заземлении обоих проводов увеличивается затухание цепи, что сопровождается ослаблением слышимости	Фиг. 13, а; стрелка прибора отклонится тем больше, чем меньше величина переходного сопротивления $W$ в месте заземления
Сообщение проводов	Ослабление или полное прекращение действия телефонной цепи (при сообщении проводов цепи) или появление шумов в телефонной цепи (при сообщении с телеграфным проводом или проводом соседней телефонной цепи)	Фиг. 13, б; стрелка прибора отклонится
Обрыв проводов	Прекращение тока в телеграфной однопроводной цепи. Прекращение действия в телефонной цепи	Фиг. 13, в; отклонения стрелки не наблюдается
Повышенная асимметрия сопротивления	Появление шума в двухпроводной телефонной цепи	Величина асимметрии определяется по способу заземлённого шлейфа

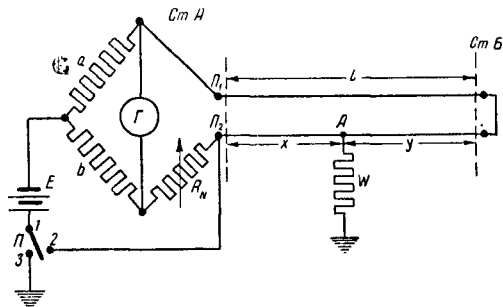
А до места заземления может быть определено из формулы

$$x = \frac{2l}{1 + \frac{a}{b}} \text{ км}, \quad (31)$$

где  $l$  — длина измеряемого участка  $AB$  в км;  $a$  и  $b$  — сопротивления балансных плеч моста в ом.

Если возможно, для проверки результата измерение производят со станции  $B$  и определяют расстояние  $y$  км от станции  $B$  до места заземления.

**Способ заземлённого шлейфа—схема Варлея.** Случай 1. Оба провода (повреждённый  $П_2$  и подсобный  $П_1$ ) имеют одинаковый диаметр и материал. По схеме фиг. 15 про-



Фиг. 15. Определение места заземления проводов по способу заземлённого шлейфа—схема Варлея, случай 1

изводят два измерения. Вначале при положении 1—2 переключателя  $П$  измеряют сопротивление  $R_{ш}$  шлейфа из двух проводов; найденное сопротивление равно:

$$R_{ш} = 2rl, \quad (32)$$

где  $r$  — сопротивление одиночного провода в ом на 1 км.

Затем при положении 1—3 переключателя  $П$  производят второе измерение и после установления равновесия моста записывают величины сопротивлений  $a$ ,  $b$  и  $R_N$ .

Расстояние  $x$  км до места заземления определится при этом из формулы

$$x = \frac{R_{ш} - \frac{a}{b} R_N}{r \left(1 + \frac{a}{b}\right)} \text{ км}. \quad (33)$$

При равенстве сопротивлений балансных плеч ( $a=b$ ), что обычно и практикуют, формула (33) принимает очень простой вид

$$x = l \left(1 - \frac{R_N}{R_{ш}}\right) \text{ км}. \quad (34)$$

**Случай 2.** Провода имеют различные материалы и диаметр, но величина сопротивления  $R_N$  подсобного провода  $П_1$  может быть определена заранее путём самостоятельных измерений.

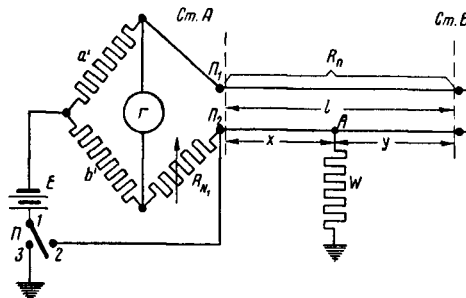
В этом случае по схеме фиг. 16 производят два измерения. Вначале в положении 1—2

переключателя  $П$  измеряют сопротивление шлейфа  $R_{ш}$  из двух проводов:

$$R_{ш} = R_N + rl. \quad (35)$$

Из формулы (35) вычисляют сопротивление повреждённого провода  $r$  ом/км:

$$r = \frac{R_{ш} - R_N}{l} \text{ ом/км}. \quad (36)$$



Фиг. 16. Определение места заземления проводов по способу заземлённого шлейфа—схема Варлея, случай 2

Затем в положении 1—3 переключателя  $П$  производят второе измерение, из результатов которого получают

$$x = \frac{R_{ш} - \frac{a'}{b'} R_N}{r \left(1 + \frac{a'}{b'}\right)} \text{ км}. \quad (37)$$

Если балансные плечи моста одинаковы ( $a' = b'$ ), то:

$$x = \frac{R_{ш} - R_N}{2r} \text{ км}. \quad (38)$$

**Случай 3.** Провода имеют различные материал и диаметр, а сопротивление  $R_N$  подсобного провода неизвестно и не может быть найдено путём предварительных измерений. Для определения места повреждения в этом случае следует произвести три измерения. При первом измерении, которое может быть произведено со станции  $A$  или  $B$ , определяют сопротивление шлейфа  $R_{ш}$

$$R_{ш} = R_N + rl. \quad (39)$$

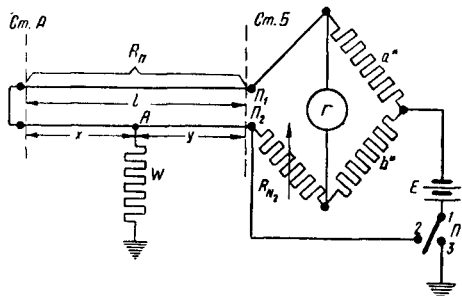
При втором измерении со станции  $A$  (схема заземлённого шлейфа фиг. 16, переключатель  $П$  в положении 1—3) после установления равновесия моста записывают величины сопротивлений  $a'$ ,  $b'$  и  $R_N$ .

При третьем измерении со станции  $B$  (фиг. 17), производимом аналогично второму измерению, записывают величины сопротивлений  $a''$ ,  $b''$  и  $R_N$ .

Если при втором и третьем измерениях сопротивления балансных плеч были равны, т. е.  $a' = b'$  и  $a'' = b''$  (что и рекомендуется выполнять), то формула для определения расстояния  $x$  км будет иметь вид

$$x = \frac{l (R_{ш} - R_N)}{2R_{ш} - (R_{N1} + R_{N2})} \text{ км}. \quad (40)$$

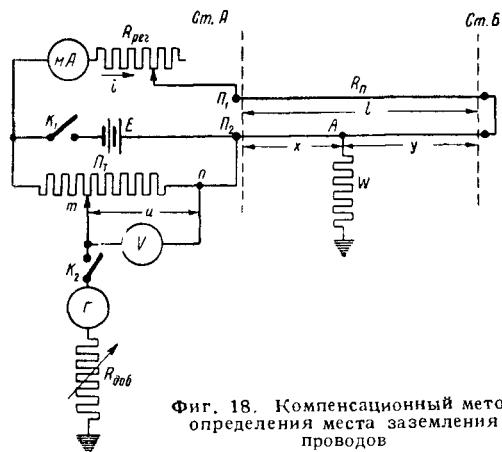
Результаты измерений по способу заземлённого шлейфа будут достаточно точны, если подсобный провод на всём протяжении, а по-



Фиг. 17. Определение места заземления проводов по способу заземлённого шлейфа—схема Варлея, случай 3

вреждённый провод по обеим сторонам от места заземления будут иметь высокую изоляцию.

**Компенсационный метод.** Этот метод может быть применён при больших значениях переходного сопротивления  $W$  в месте заземления провода (фиг. 18) и при наличии вспомогательного провода с высокой изоляцией по отношению к земле; при этом его сопротивление  $R_n$  может быть неизвестно.



Фиг. 18. Компенсационный метод определения места заземления проводов

Измерение начинают замыканием ключа  $K_1$ , после чего, руководствуясь отсчётом по миллиамперметру  $мА$ , устанавливают в цепи выбранную величину тока  $i$ ; после этого замыкают ключ  $K_2$  и, передвигая движок потенциометра  $ПТ$ , устанавливают стрелку гальванометра  $Г$  на нуль. Этому положению в схеме будет соответствовать равенство:

$$U = irx, \quad (41)$$

где  $U$  — напряжение, измеренное между точками  $m$  —  $n$  потенциометра;  
 $i$  — величина тока в проводах и  
 $r$  — сопротивление повреждённого провода в  $ом/км$ .

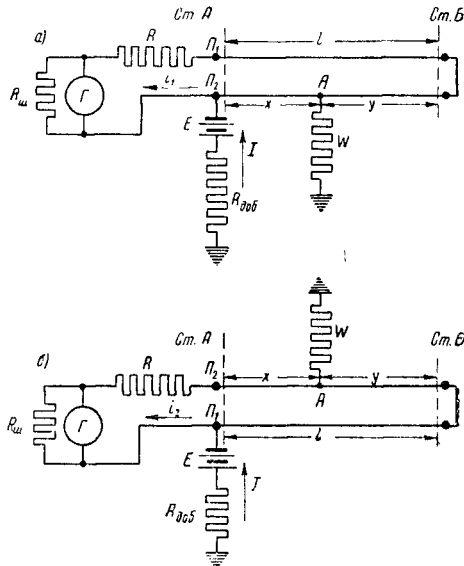
Из уравнения (41) определяют расстояние  $x$  км от станции  $А$  до места повреждения

$$x = \frac{U}{ir} \text{ км.} \quad (42)$$

Для проверки результатов измерения целесообразно произвести повторное измерение со станции  $Б$  и определить расстояние  $y$  км.

Использование данного метода предполагает наличие измерительной батареи  $E$  с высокой изоляцией по отношению к земле.

**Метод падения напряжений.** Для определения места повреждения данным методом применяют схему фиг. 19; измерение произ-



Фиг. 19. Метод падения напряжений для определения места заземления проводов

водят в два приёма. Сперва, при включении приборов по схеме фиг. 19, а, замечают отклонение стрелки гальванометра  $\alpha_1$ , пропорциональное величине тока  $i_1$ . Второе измерение производят по схеме фиг. 19, б после перемены местами повреждённого и подсобного проводов; при этом стрелка гальванометра получит отклонение  $\alpha_2$ , пропорциональное величине тока  $i_2$ .

Из этих измерений расстояние до места повреждения  $x$  км определяют по формуле

$$x = 2l \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2} \text{ км.} \quad (43)$$

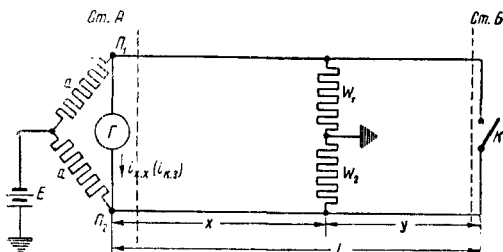
Формула справедлива при условии, что положение шунтового переключателя при обоих измерениях сохраняется, что подсобная жила имеет достаточно большую изоляцию по отношению к земле и что оба провода имеют одинаковый диаметр и материал.

#### Способ холостого хода и короткого замыкания

Способ применяют для определения места повреждения в кабельных линиях при заземлении жил с высоким переходным сопротивлением по отношению к броне (порядка 100 мгом и более).

Такие повреждения появляются, например вследствие наличия незначительных трещин в свинцовой оболочке, и становятся заметными при повышении влажности почвы, так как это сопровождается более или менее медленным падением величин сопротивления изоляции; эти повреждения могут временами совсем исчезать и затем вновь появляться.

Для определения места повреждения производят два измерения, используя в обоих случаях схему неуровненного моста (фиг. 20); при этом измерению следует под-



Фиг. 20. Способ холостого хода и короткого замыкания для определения места заземления проводов

вергать две такие жилы  $P_1$  и  $P_2$ , величины сопротивления изоляции которых  $W_1$  и  $W_2$  по отношению к земле (бронь) отличаются не менее чем на 30%.

Кроме того, предполагается, что обе жилы имеют повреждение в одной точке.

Первое измерение со станции А производят при разомкнутом на станции В ключе К (холостый ход), замечая при этом отклонение стрелки гальванометра  $\alpha_{x,x}$  (пропорциональное току  $I_{x,x}$  в цепи гальванометра).

Второе измерение производят при замкнутом ключе К (короткое замыкание), замечая отклонение стрелки гальванометра  $\alpha_{k,z}$  (пропорциональное току  $I_{k,z}$  в цепи гальванометра).

Из результатов двух измерений определяют расстояние  $y$  от станции В до точки повреждения по формуле

$$y = \frac{\alpha_{k,z}}{\alpha_{x,x}} \frac{R}{r} \text{ км}, \quad (44)$$

где  $r$  — сопротивление жилы кабеля в ом на 1 км, измеренное самостоятельно или взятое из данных периодических измерений;

$R$  — половина так называемого кругового сопротивления измеряемой цепи. Величина  $R$  подсчитывается по формуле

$$R = \left( rl + \frac{ar_2}{2a + r_2} \right). \quad (45)$$

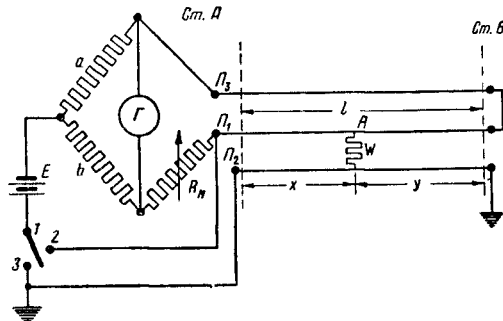
где  $a$  — сопротивление одного из балансных плеч моста;

$r_2$  — сопротивление гальванометра с учётом сопротивления шунта, если таковой используется при измерениях.

При поляризованных повреждениях необходимо продолжать ряд измерений с твёрдо фиксированными по времени переключениями и уверенными отсчётами.

### Определение места сообщения проводов

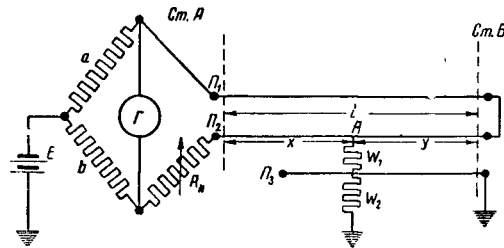
В случае сообщения проводов  $P_1$  и  $P_2$  (фиг. 21) и при наличии на данном участке третьего провода  $P_3$ , который можно использовать в качестве подсобного, необходимо на



Фиг. 21. Определение места сообщения проводов по способу заземлённого шлейфа

станции В замкнуть накоротко один из сообщившихся проводов (например  $P_1$ ) с подсобным проводом  $P_3$ , а второй повреждённый провод  $P_2$  заземлить. Затем производят два измерения: первое (в положении 1—2 переключателя) измерение сопротивления  $R_{ш}$  шлейфа из двух проводов  $P_3$  и  $P_1$  и второе (в положении 1—3 переключателя) измерение по схеме заземлённого шлейфа. Определение расстояния  $x$  км до места повреждения в этом случае производится аналогично тому, как это делалось при измерениях по схемам фиг. 15, 16 и 17.

В случае, если имеет место сообщение одного из проводов двухпроводной цепи (например провода  $P_2$ ) с третьим проводом  $P_3$ , причём последний может и не доходить до станции А, но одновременно иметь повреждение изоляции по отношению к земле, измерения следует произвести по схеме фиг. 22,



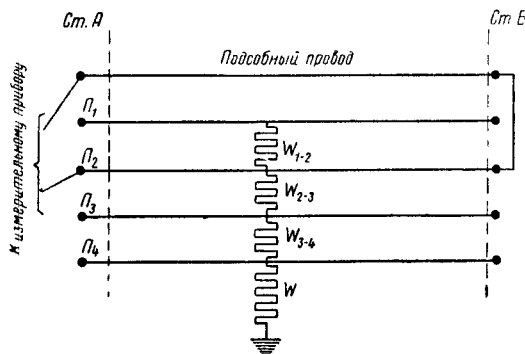
Фиг. 22. Схема для определения места сообщения проводов с одновременным заземлением

а подсчёт аналогично тому, как это делалось при измерении по схеме фиг. 21.

В случае сообщения между собой всех жил в кабеле (и даже при их сообщении с броней) между станциями А и В прокладывают временный подсобный провод (фиг. 23) и производят измерение по схеме фиг. 22, замкнув предварительно на станции В накоротко подсобный провод с одним из повреждённых про-



водов, имеющим наиболее низкое переходное сопротивление к броне.



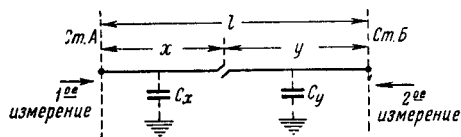
Фиг. 23. Схема для определения места повреждения при помощи подсобного провода в случае одновременного сообщения и заземления всех жил в кабеле

### Определение места обрыва проводов

В случае «чистого» обрыва (имеет место только на кабельных линиях) определение места повреждения производят путём измерения электрической ёмкости проводов.

Случай 1. Измерение может быть произведено с двух сторон.

Одним из известных методов измеряют ёмкость  $C_x$  оборвавшейся жилы со станции А до места обрыва (фиг. 24). Затем, перенося

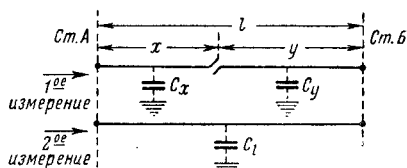


Фиг. 24. Определение места обрыва кабельной жилы измерением ёмкости с двух сторон

измерительный прибор на станцию Б, измеряют ёмкость  $C_y$ . Имея в виду, что ёмкость пропорциональна длине провода, расстояние до места обрыва

$$x = l \frac{C_x}{C_x + C_y} \text{ км.} \quad (46)$$

Случай 2. Измерение производят с одной стороны.



Фиг. 25. Определение места обрыва кабельной жилы измерением ёмкости с одной стороны

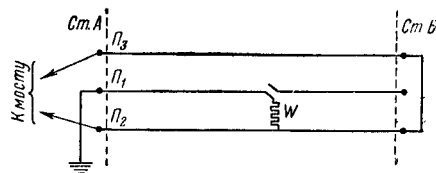
Это можно сделать в том случае, если кроме оборванной жилы имеются целые жилы, не имеющие сообщения с броней. Вначале измеряют ёмкость  $C_x$  оборванной жилы

(фиг. 25), а затем ёмкость  $C_l$  неповреждённой жилы. Расстояние

$$x = l \frac{C_x}{C_l}. \quad (47)$$

Случай 3. Обрыв с одновременным сообщением между проводами.

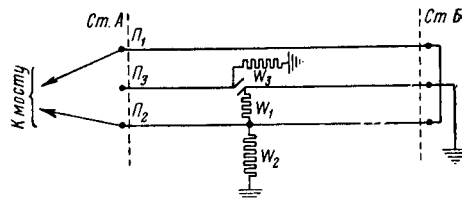
Если оборванный провод  $P_1$  сообщился с другим проводом  $P_2$  (фиг. 26), то опреде-



Фиг. 26. Определение места обрыва провода с одновременным сообщением

лить место обрыва путём измерения ёмкости уже не удастся. В этом случае производят измерение по схеме фиг. 21, замыкая на станции Б накоротко провод  $P_2$  с подсобным проводом  $P_3$ ; оборванный провод  $P_1$  на станции А заземляют.

Случай 4. Обрыв с одновременным сообщением проводов и заземлением в месте обрыва (фиг. 27).



Фиг. 27. Определение места обрыва провода с одновременным сообщением и заземлением

Измерение производят по схеме фиг. 22, для чего на станции Б замыкают накоротко повреждённый провод  $P_2$  и подсобный провод  $P_1$ , а оборванный провод  $P_3$  заземляют.

### Определение местонахождения недоброкачественного сростка в проводе

Признаком появления недоброкачественного сростка (соединения) в проводах служит повышение их сопротивления; в двухпроводной цепи такие соединения сейчас же проявляют себя, заметно увеличивая асимметрию сопротивления.

Для выяснения присутствия в цепи недоброкачественных соединений эту цепь на одной конечной станции замыкают накоротко, а на другой конечной станции дважды производят измерения сопротивления шлейфа. Первое измерение при относительно небольшом напряжении батареи (порядка 5—8 в), даст величину сопротивления  $R_{ш1}$ ; второе измерение — при повышенном напряжении (80—120 в) даст величину  $R_{ш2}$ .

Так как после включения батареи с повышенным напряжением величина тока в про-

водах возрастает, то на концах сростка образуется такая разность потенциалов, которая обычно пробивает плохой контакт и в результате сопротивление места стыка уменьшается, а следовательно, уменьшается и сопротивление шлейфа  $R_{ш.}$ , которое окажется меньше  $R_{ш.1}$ .

Разность сопротивлений  $(R_{ш.1} - R_{ш.2})$  представит величину временно исчезнувшего переходного сопротивления  $r_n$  в стыке проводов. Через некоторое время после включения батареи с повышенным напряжением переходное сопротивление  $r_n$ , как правило, восстанавливается.

Установив указанным способом наличие в одном из проводов паразитного сопротивления, приступают к определению места его нахождения.

Для этой цели цепь постепенно укорачивают, измеряя соответственно асимметрию и отыскивая, таким образом, повреждённый перегон. В пределах перегона измерения производят примерно через километр, а затем уточняют местонахождение паразитного сростка по пролётам.

Результаты переделки найденного сростка проверяют снова измерениями.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ ПЕРЕМЕННЫМ ТОКОМ

#### Метод определения места повреждения по частотной характеристике входного сопротивления

Теоретические частотные характеристики активной ( $Z \cos \varphi$ ) и реактивной ( $Z \sin \varphi$ ) составляющих входного сопротивления однородных и вполне исправных цепей, нагруженных на свои волновые сопротивления, имеют плавную форму (примерные теоретические кривые составляющих входного сопротивления кабельной цепи с повышенной при помощи катушек индуктивности для указанных условий представлены на фиг. 28, кривые а). Действительные частотные характеристики цепей из-за наличия в них различных мелких неоднородностей практически всегда имеют небольшие отклонения от плавной формы (кривые б фиг. 28). Эти изменения формы кривых входного сопротивления объясняются наличием в цепи отражённых волн.

Особенно значительно проявляется влияние отражённых волн в цепях с большими неоднородностями и, в частности, в цепях, имеющих то или иное повреждение; в этом случае кривые входного сопротивления приобретают ярко выраженный периодический характер (кривые в фиг. 28). Период колебаний кривой входного сопротивления повреждённой цепи относительно теоретической (плавной) кривой зависит от расстояния между началом цепи и местом повреждения.

Используя эту зависимость, можно определить расстояние  $l_x$  от начала цепи до места повреждения по формуле

$$l_x = \frac{v}{2 \Delta f} \text{ км}, \quad (48)$$

где  $v$  — скорость распространения электромагнитной волны вдоль цепи в км/сек;

$\Delta f$  — средняя разность частот между соседними пиками кривой входного сопротивления в гц.

Скорость распространения  $v$  может быть подсчитана заранее (например из результатов эксплуатационных измерений) по формуле

$$v = \frac{\omega}{\alpha}, \quad (49)$$

где  $\omega$  — круговая частота;

$\alpha$  — угловой коэффициент.

Для обычных кабельных цепей величину  $\alpha$  можно считать пропорциональной частоте  $\omega$  в полосе частот выше 5—10 кГц; это позволяет рассматривать и скорость  $v$  постоянной в той же полосе частот.

Для кабелей с повышенной при помощи катушек индуктивности прямой пропорциональностью между  $\alpha$  и  $\omega$  будет справедлива лишь для полосы частот от  $\omega = 0$  до  $\omega = \frac{\omega_0}{2}$ , где  $\omega_0$  — предельная частота кабельной цепи.

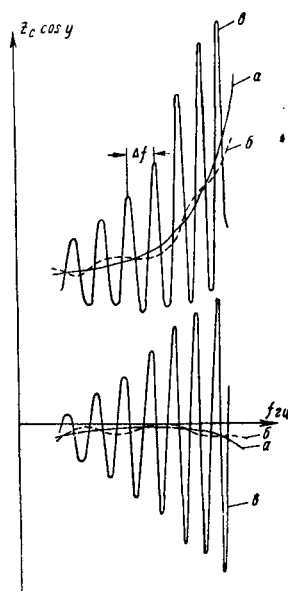
Следует иметь в виду, что подсчёт по формуле (48) будет правлен лишь для тех случаев, когда цепь имеет повреждение в одном месте.

Данный метод требует проведения довольно длительных измерений и расчётов, так как для построения кривой входного сопротивления и в особенности для достаточно точного выявления пик и провалов необходимо брать много точек при различных частотах.

Поэтому применение метода следует считать полезным, если более простые методы не могут дать удовлетворительных результатов.

#### Метод В. Н. Кулешова и В. О. Шварцмана с применением двухканального осциллографа

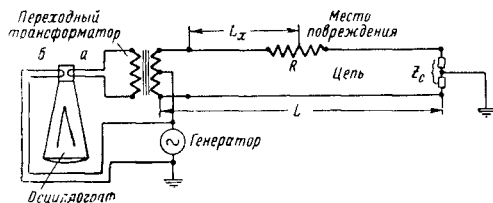
Для измерения при помощи осциллографа требуется генератор переменного тока с регулируемой частотой, дифференциальный трансформатор и в отдельных случаях переменный балансный контур.



Фиг. 28. Примерные частотные характеристики входного сопротивления кабельных цепей: а — теоретическая кривая; б — кривая цепи с мелкими неоднородностями; в — кривая повреждённой цепи

Схемы измерения, приведённые на фиг. 29—32, могут быть применены при следующих видах повреждений.

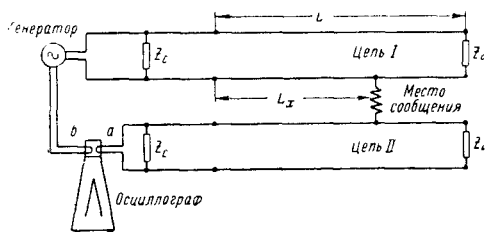
Фиг. 29 — повышенная асимметрия сопротивлений в цепи, сообщение одного из проводов с землёй, короткое между проводами и землёй.



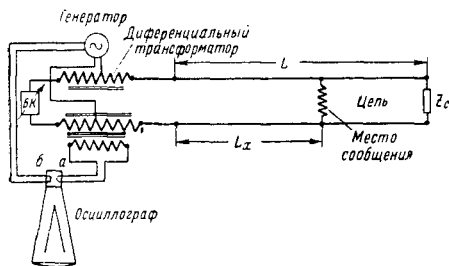
Фиг. 29. Определение места сосредоточенной асимметрии при помощи двухканального осциллографа

Фиг. 30 и 32 — сосредоточенная связь (сообщение) между основными (фиг. 30) и между основной и искусственной (фиг. 32) цепями.

Фиг. 31 — обрыв цепи или сообщение между проводами цепи.



Фиг. 30. Определение места сосредоточенной связи между цепями двухканальным осциллографом



Фиг. 31. Определение места сообщения проводов двухканальным осциллографом

При измерении, например, по схеме фиг. 30 генератор присоединяют ко входу одной из повреждённых цепей (цепь I) и ко входу б канала осциллографа. Напряжение, индуктированное с цепи I на цепь II, попадёт на вход а канала осциллографа.

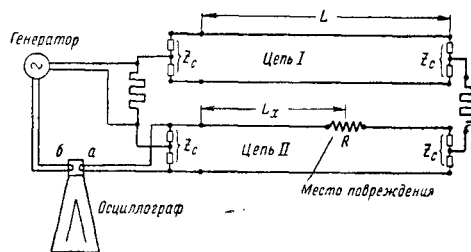
Фаза напряжения в начале второй цепи (кривая а на фиг. 33) на экране осциллографа сдвинута по отношению к фазе напряжения генератора (кривая б на фиг. 33) на угол  $\varphi$ , соответствующий пути пробега волны от начала первой цепи до места повреждения и обратно к началу второй цепи, т. е. расстоянию  $2l_x$ .

Процесс измерения начинают с подбора такой частоты  $f_1$  генератора, при которой обе кривые (а и б) на экране совпадут. Это будет означать, что на длине  $2l_x$  уложится некоторое целое число  $n_1$  полных волн:

$$2l_x = n_1 \lambda_1, \quad (50)$$

где  $\lambda_1$  — длина волны, равная  $\frac{v}{f}$ ;

$v$  — скорость распространения волны вдоль цепи.



Фиг. 32. Определение места повышенного сопротивления, увеличивающего связь между основной и искусственной цепями, при помощи двухканального осциллографа

Затем плавно изменяют частоту генератора и вторично добиваются совпадения кривых а и б на экране. Для новой частоты  $f_2$ , при которой на длине  $2l_x$  уложится  $(n_1 + 1)$  полных волн, будет справедливо и новое условие:

$$2l_x = (n_1 + 1) \lambda_2. \quad (51)$$

Из условий (50) и (51) получается формула для определения расстояния  $l_x$ :

$$l_x = \frac{v}{2 \Delta f}, \quad (52)$$

где  $\Delta f$  — разность частот ( $f_2 - f_1$ ).

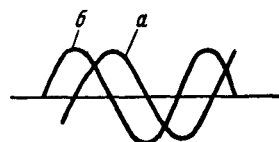
Практически скорость распространения  $v$ , величину которой нужно знать для вычисления по формуле (52), можно определить для интересующих нас цепей заранее.

Для этой цели на неповреждённой цепи устраивают искусственное повреждение на вполне определённом расстоянии  $l$  км от начала цепи. Затем определяют две соседние частоты  $f'_m$  и  $f''_m$ , при которых кривые а и б на экране совпадают. После этого на основании формулы (52) вычисляют величину  $v$ :

$$v = 2l (f''_m - f'_m). \quad (53)$$

Можно и не прибегать к вычислению величины  $v$ , а построить описанным методом график зависимости  $l_x = \varphi(\Delta f)$ ; примерный вид этого графика изображён на фиг. 34.

Для получения большей точности результатов при каждом измерении следует нахо-

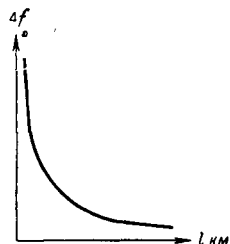


Фиг. 33. Изображение кривых напряжения на экране двухканального осциллографа

дить несколько пар частот и из полученных разностей вычислять среднее арифметическое.

При измерении по схеме фиг. 31 элементы балансного контура  $BK$  подбирают так, чтобы его входное сопротивление было равно волновому сопротивлению  $Z_c$  измеряемой цепи.

Методика измерений и расчётные формулы одинаковы для всех схем.



Фиг. 34. График для определения места повреждения по частотам совпадения

### Импульсный метод

Принцип работы импульсных приборов, применяемых для определения расстояний до места повреждения, заключается в том, что

короткие импульсы электромагнитной энергии, излучаемые генератором импульсов (передатчиком), передаются в исследуемую цепь и, встречая на своём пути те или иные не-

сов, проявляющее себя на экране в виде вертикального отклонения луча.

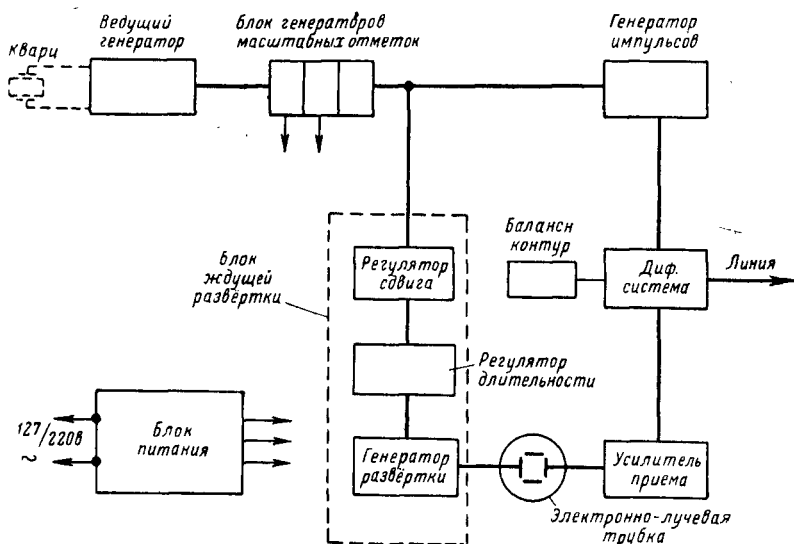
Отражённый импульс, пришедший с линии с запаздыванием, подаётся на те же пластины и проявляется на экране на некотором расстоянии от зондирующего импульса.

Зная скорость распространения импульсов вдоль исследуемой цепи, можно проградуировать шкалу на экране осциллографа непосредственно в единицах длины и, таким образом, определять расстояния до мест отражений (повреждений).

Дальность действия, или чувствительность импульсных приборов, определяется отношением напряжения зондирующего импульса  $E$  к наименьшему ощутимому осциллографом напряжению отражённого импульса  $E_{min}$ ; обычно чувствительность  $b$  прибора выражают в неперах:

$$b = 10 \lg \frac{E}{E_{min}} \text{ неп.} \quad (54)$$

Напряжение приходящего с линии сигнала зависит от затухания цепи  $\beta l$  и величины



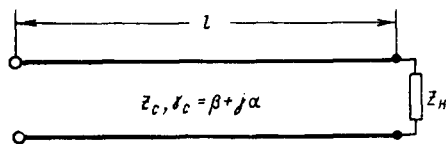
Фиг. 35. Скелетная схема импульсного измерителя линий

равномерности, отражаются от них и возвращаются обратно в приёмник.

Пришедший с линии отражённый импульс тока усиливается и подаётся на катодный осциллограф (фиг. 35), позволяющий определить время пробега импульса от генератора до местонахождения неравномерности в цепи и обратно, т. е. время запаздывания отражённого импульса по отношению к посланному прибором так называемому зондирующему импульсу.

Чтобы измерить время запаздывания, напряжение от генератора развёртки подаётся на одну пару пластин трубки осциллографа; под воздействием этого напряжения электронный луч перемещается вдоль экрана с постоянной скоростью. На другую пару пластин подаётся напряжение от генератора импуль-

сов, проявляющее себя на экране в виде вертикального отклонения луча.



Фиг. 36. Схема двухпроводной цепи, замкнутой на несогласованную нагрузку

грузку  $Z_n$  (фиг. 36), величину коэффициента отражения в конце цепи выражают формулой

$$p = \frac{U_o}{U_n} = \frac{Z_n - Z_c}{Z_n + Z_c}, \quad (55)$$

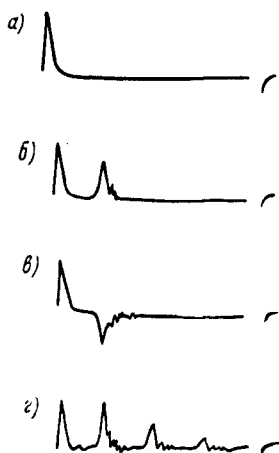
где  $U_n$  — напряжение падающего импульса;  
 $U_o$  — напряжение отражённого импульса.

Если сопротивление нагрузки  $Z_n$  равно волновому сопротивлению цепи  $Z_c$ , то энергия падающего импульса будет целиком поглощена сопротивлением нагрузки ( $Z_n = Z_c$ ;  $U_o = 0$ ;  $p = 0$ ), отражённой волны в цепи не появится и осциллограмма явления будет иметь вид, изображённый на фиг. 37, а.

Если же  $Z_n \neq Z_c$ , то падающий импульс (напряжение  $U_n$ ) частично отразится от нагрузки; величина напряжения отражённого импульса будет равна

$$U_o = U_n \frac{Z_n - Z_c}{Z_n + Z_c}. \quad (56)$$

Из выражения (56) следует, что если  $Z_n > Z_c$ , то отражённый импульс имеет тот же



Фиг. 37. Осциллограммы импульсов для различного состояния исследуемой цепи: а—исправная цепь замкнута на согласованную нагрузку; б—цепь имеет обрыв; в—цепь имеет сообщение; г—в цепи имеет место многократное отражение импульсов

знак, что и падающий, а осциллограмма этого явления будет иметь вид, изображённый на фиг. 37, б.

Если же  $Z_n < Z_c$ , то  $U_o$  будет иметь обратный знак (фиг. 37, в).

В предельных случаях, т. е. при разомкнутой цепи ( $Z_n = \infty$ )  $U_o = U_n$ , а при коротком замыкании ( $Z_n = 0$ )  $U_o = -U_n$ .

На основании изложенного можно сказать, что верхние пики на экране осциллографа будут соответствовать обрыву цепи, или увеличению последовательного сопротивления, а нижние пики будут соответствовать короткому замыканию, или

уменьшению сопротивления изоляции (сообщению) между проводами цепи, а также между проводом и землёй.

Отражённый импульс, пришедший к началу цепи, встречает сопротивление передатчика и может быть здесь либо полностью поглощён либо получит частичное отражение.

Величина и фаза отражённого от передатчика импульса зависят опять-таки от соотношения между волновым сопротивлением цепи и входным сопротивлением прибора.

При неравенстве этих сопротивлений в линии будет иметь место многократное последовательное отражение (фиг. 37, г) с постепенным затуханием амплитуды импульса до полного рассеяния энергии в цепи.

Зная чувствительность прибора  $b$  и затухание линии  $\beta l$  до места отражения, можно оценить предельные величины утечек или последовательно включённых сопротивлений, обнаруживаемых при импульсных измерениях.

Вводя понятие о затухании импульса тока в месте отражения

$$b_n = \ln \left| \frac{1}{p} \right| \text{ nep}, \quad (57)$$

можно написать условие

$$b \geq 2\beta l + b_n, \quad (58)$$

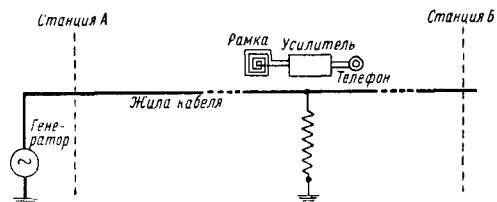
которое говорит о том, что затухание импульса при пробеге волны в линии и затухание в месте отражения в сумме не должны превышать чувствительности прибора.

Для увеличения чувствительности прибора либо увеличивают амплитуду зондирующего импульса либо повышают усиление усилителя приёма.

### Непосредственный метод определения места повреждения в кабелях

Непосредственное определение места повреждения в кабеле может быть осуществлено в отдельных случаях сообщения жил кабеля с оболочкой при помощи кабельного искателя, основным назначением которого следует всё же считать искание трассы подземных кабелей. Эти искатели состоят из рамки или катушки с усилителем, на выходе которого включён телефон.

Процесс измерения заключается в том, что со станции А в повреждённую жилу кабеля посылают переменный ток звуковой частоты и начинают передвигаться с искателем вдоль трассы кабеля (фиг. 38); переменный ток, проходящий по кабелю, индуцирует в рамке (катушке) электродвижущую силу, что в свою очередь вызывает появление звука в телефоне. Наибольшая сила звука соответствует расположению в одной плоскости витков рамки и кабеля. Слышимость в телефоне меняется в зависимости от поворота рамки, что и используется при нахождении трассы кабеля. Если переходное сопротивление с жилы на оболочку



Фиг. 38. Схема измерения при помощи искателя трассы кабелей

в месте повреждения мало, то звук в телефоне будет слышен только до этого места; далее звук прекращается или по крайней мере заметно ослабляется.

Для уменьшения мешающего действия внешних помех на телефон цепь генератора обычно разрывают тем или иным кодом типа сигналов Морзе.

### ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЕНИЙ

**Особенности измерений.** Величины сопротивления заземлений зависят от материала, размеров и формы зарываемых в землю элект-

родов, способа их устройства, а также от состава и степени влажности почвы. Сопротивление заземления с течением времени изменяется, например из-за окисления заземляющих электродов. По времени года также происходит изменение сопротивления вследствие высыхания или промерзания грунта; поэтому проверку заземлений следует производить не менее двух раз в год: летом при установившейся сухой погоде и зимой во время морозов.

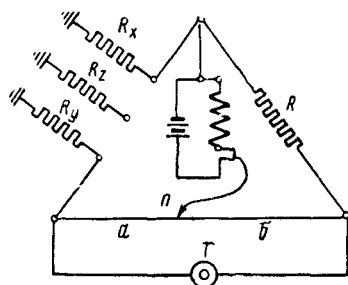
Измерениям сопротивления заземлений свойственны две характерные особенности.

Первая из них состоит в том, что измерить величину сопротивления любого заземления возможно, лишь располагая, кроме него, ещё двумя заземлениями, которые при измерениях являются вспомогательными.

Вторая особенность обусловлена наличием в земле разного рода блуждающих токов, а также поляризацией электродов, что приводит к большим ошибкам при измерении сопротивления заземлений постоянным током. Избежать этих ошибок удастся, применяя в качестве источника энергии генераторы переменного тока — звуковые или ламповые.

При измерении сопротивления заземлений наиболее распространёнными являются — способ трёх сумм и компенсационный способ.

**Способ трёх сумм.** Измерение сопротивления заземлений по способу трёх сумм производится при помощи мостов переменного тока; чаще всего для этой цели применяют прибор, называемый мостом Кольрауша (фиг. 39).



Фиг. 39. Схема измерения сопротивления заземлений по способу трёх сумм

В качестве генератора переменного тока звуковой частоты обычно в таких приборах используется зуммер, получающий питание от батареи постоянного тока.

Уравновешивание в схеме моста достигается передвижением ползунка  $\Pi$  по реохорду до получения минимума звука в телефоне, который служит индикатором.

Измеряемое сопротивление в каждом случае определяется выражением  $\frac{a}{b} R$ , где  $\frac{a}{b}$  — отношение балансных плеч моста, образованных двумя частями реохорда, отсчитываемое непосредственно по шкале последнего, и  $R$  — величина сопротивления в штепсельном магазине сопротивлений.

Для определения величины сопротивления каждого из трёх заземлений  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $R_z$  необходимо произвести три измерения, включая попарно различные комбинации заземлений.

Результат каждого измерения даёт сумму сопротивлений двух заземлений, а именно:

$$R_x + R_y = R_1; \quad (59)$$

$$R_x + R_z = R_2; \quad (60)$$

$$R_y + R_z = R_3. \quad (61)$$

Имея в распоряжении три результирующие сопротивления, находят величины сопротивления каждого из трёх заземлений:

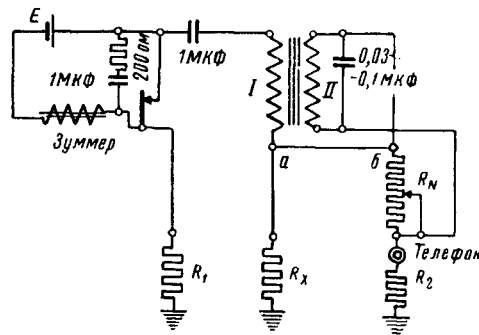
$$R_x = \frac{R_1 + R_2 - R_3}{2}; \quad (62)$$

$$R_y = \frac{R_1 + R_3 - R_2}{2}; \quad (63)$$

$$R_z = \frac{R_2 + R_3 - R_1}{2}. \quad (64)$$

Для получения достаточной для практических целей точности измерений необходимо, чтобы величины сопротивлений всех трёх заземлений были соизмеримы.

**Компенсационный способ.** Прибор для измерения компенсационным способом (фиг. 40)



Фиг. 40. Схема измерения сопротивления заземлений по способу компенсации

получает питание от зуммера, возбуждаемого батарей  $E$ . Измерение заключается в изменении величины эталонного сопротивления  $R_N$  до тех пор, пока величины падения напряжений на сопротивлениях  $R_N$  и  $R_x$  не станут одинаковыми и, следовательно, пока разность потенциалов между точками  $a$  и  $b$  не будет равна нулю. При этом положении звук в телефоне исчезнет или по крайней мере сила его станет минимальной. Для этого условия

$$R_N = R_x. \quad (65)$$

Измерительный телефон должен иметь небольшое сопротивление порядка 5—10 ом.

В схеме кроме измеряемого заземления  $R_x$  участвуют ещё два вспомогательных заземления  $R_1$  и  $R_2$ , однако эти заземления могут иметь достаточно большие величины сопротивлений (порядка сотен ом), причём точность измерения от этого почти не уменьшается. Поэтому роль вспомогательных заземлений могут выполнять два металлических стержня или даже два костыля, вбиваемых в землю на расстояния не менее 15 м друг от друга и от измеряемого заземления.

## ИЗМЕРЕНИЕ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ

### Общие указания

Сети электрических железных дорог и трамваев, использующие рельсы в качестве обратного провода, вызывают появление в земле блуждающих токов из-за недостаточной изоляции рельсов по отношению к земле.

Блуждающие токи, направление которых зависит от строения почвы, а также от наличия в сфере их действия различных проводящих сооружений, всегда устремляются по линии наименьшего сопротивления и, встречая на своём пути проводящие оболочки кабелей, водопроводные и газовые трубы, нефтепроводы и т. п., проходят по ним.

В месте выхода блуждающих токов из проводника в землю металл под действием тока переходит в растворимые или нерастворимые соли; это явление разрушения металлических проводников вследствие их растворения называется электрохимической коррозией.

В месте вхса токов в проводник, вблизи него, в почве образуются щёлочи, а вокруг проводника выделяется водород, не причиняя при этом вреда самому проводнику.

Таким образом, опасными местами (зонами) являются такие места, в которых потенциал проводника (оболочки кабеля, трубопровода) выше потенциала земли.

На сетях трамваев обычно к контактному проводу присоединяют плюс, а к рельсам минус генератора; в этом случае опасные зоны сосредоточиваются около мест присоединения к рельсам отсасывающих фидеров.

На электрифицированных железных дорогах практикуют как этот способ, так и другой, при котором плюс присоединяют к рельсам, и в этом последнем случае места выхода тока будут следовать за движением электропоезда, а следовательно, опасная зона будет рассредоточенной.

Для установления возможного появления коррозии, принятия мер защиты и дальнейшего наблюдения за эффективностью защитных устройств производят ряд измерений: измерение потенциалов оболочки кабеля (трубопровода) по отношению к земле, величины тока в оболочке кабеля, плотности тока, выходящего из кабеля.

Так как величина блуждающих токов постоянно изменяется, то необходимо производить периодические измерения (через равные промежутки времени, в разное время суток, при различной интенсивности движения поездов и трамваев) или ставить регистрирующие приборы.

В городской кабельной канализации измерения производят в каждом колодце, а на сети кабелей, проложенных непосредственно в земле, через каждые 150—200 м; так как величина утечки тока и места ответвления тока из рельсов в землю зависят от состояния рельсовой сети, необходимо производить измерения: разности потенциалов между различными точками рельсовой сети, сопротивления рельсовых стыков и междурельсовых соединений, а также переходного сопротивления между рельсами и землёй.

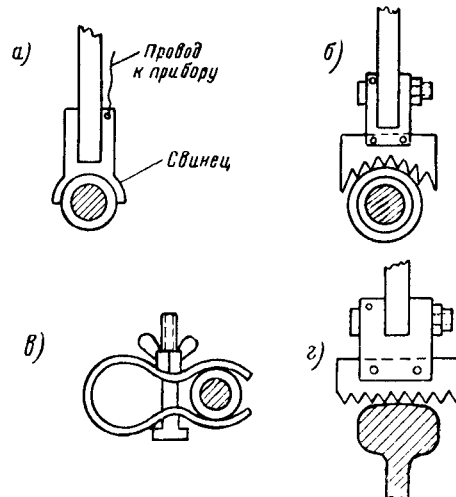
### Измерение потенциалов оболочки кабеля по отношению к земле, рельсам и т. п.

Для измерения потенциалов оболочки кабеля по отношению к земле, рельсам и т. п. применяют вольтметры магнитоэлектрической системы с нулём посредине или со смещённым на одну треть шкалы нулём и возможно большим внутренним сопротивлением. В случае применения вольтметра с нулём в начале шкалы прибор снабжают двухполюсным переключателем для быстрого изменения полюсов.

К оболочке кабеля при измерениях обычно присоединяют плюс вольтметра.

Для обеспечения надёжного контакта между подводящим проводником и кабелем, а также с целью предупреждения появления вредных контактных электродвижущих сил место подключения к кабелю следует тщательно зачищать, а самый наконечник к проводнику делать из материала, одинакового с оболочкой кабеля.

Подключение производят при помощи палки со свинцовым наконечником (фиг. 41, а) для голых кабелей или с железным наконечником (фиг. 41, б) для бронированных кабелей. Для случаев продолжительного включения при измерениях удобно применять специальные металлические манжеты (фиг. 41, в), надеваемые на кабель и зажимаемые винтом; для голых кабелей внутреннюю часть манжеты покрывают свинцом. Для подключения к рельсам употребляют наконечник с вделанным в него куском острой ножовки (фиг. 41, г).



Фиг. 41. Способы осуществления контакта с исследуемыми объектами

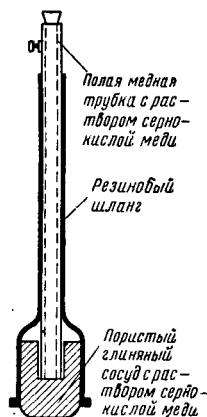
При осуществлении контакта между заземляющим электродом и почвой следует считать с наличием во влажных слоях почвы кислот и растворённых солей, вызывающих в контакте металл—почва появление разности потенциалов, изменяющейся по времени и затрудняющей оценку результатов измерений.

Избежать влияние этой переменной разности потенциалов удаётся при помощи неполяризующихся электродов, при которых отсутствует непосредственный контакт металла

с почвой; этот контакт в неполяризуемом электроде создаётся раствором сернокислой соли применённого в электроде металла, причём самый раствор отделяется от почвы влажной пористой перегородкой — диафрагмой. Электрод состоит из сосуда с пористым дном; сосуд заполняют соответствующим раствором, в который помещён металлический стержень, не соприкасающийся с дном.

Такое сочетание металла и электрода всё же будет обладать собственной постоянной разностью потенциалов, но последняя не будет зависеть от случайных свойств почвы и может быть заранее определена по величине; кроме того, может быть также определено и направление тока, обусловленного этой разностью потенциалов.

На практике находят применение два вида неполяризуемых электродов — медный и цинковый. Конструкция медного электрода приведена на фиг. 42; для изоляции электрода на него надет резиновый шланг.



Фиг. 42. Неполяризующийся медный электрод

Для медного электрода потенциал меди выше потенциала раствора сернокислой меди на 0,56 в, а для цинкового — потенциал цинка ниже потенциала раствора сернокислого цинка на 0,49—0,50 в.

Неполяризующиеся электроды целесообразно применять при измерениях, носящих временный характер. Для измерений длительных (например при устройстве постоянных контрольных пунктов) контакт с землёй создают при помощи электродов, материал которых одинаков с материалом исследуемого подземного сооружения.

Так, при измерениях на голых кабелях электродом служит свинцовый лист шириной 20—30 см и длиной 30—50 см, укладываемый на дно колодца; при бронированных кабелях в землю зарывают спираль из бронелента длиной 2 м.

Для соединения с прибором к электроду припаивают изолированный медный провод; место припайки также изолируется.

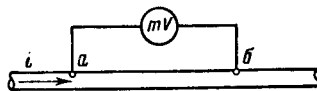
#### Измерение силы тока в оболочке кабеля

Для измерения силы блуждающего тока в оболочке кабеля применяют следующие методы.

**Метод падения напряжения.** При помощи милливольтметра (фиг. 43) измеряют падение напряжения на отрезке кабеля между точками *a* и *b*.

Силу тока *i* определяют путём деления измеренного напряжения *U* на сопротивление оболочки кабеля *R*, приходящееся на длину *a—b*; сопротивление *R* для данного типа кабеля может быть подсчитано по данным сечения свинцовой оболочки. Этот способ очень

прост, но ему свойственны ошибки, обусловленные недостаточно точным определением сопротивления оболочки из-за неравномерности сечения и вследствие возможного по-



Фиг. 43. Схема измерения силы тока в оболочке кабеля милливольтметром

вреждения оболочки от коррозии. Более точные результаты можно получить, производя измерение по схеме фиг. 44.

При разомкнутом ключе *K* милливольтметр измерит напряжение

$$U_1 = iR. \quad (66)$$

После этого замыкается ключ *K* и в цепи батареи при помощи реостата устанавливается ток *I* величиной

около 10 а; сопротивление реостата *r* должно быть велико по сравнению с сопротивлением оболочки *R* (около 2 ом) с тем, чтобы блуждающий ток *i* заметно не от-

Фиг. 44. Схема измерения силы тока в оболочке кабеля милливольтметром и амперметром

ветывался из оболочки. Милли-

вольтметр при этом даст новое показание

$$U_2 = (I + i) R. \quad (67)$$

Сопротивление *R* и ток *i* в оболочке находят по формулам:

$$R = \frac{U_2 - U_1}{I} \quad (68)$$

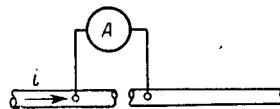
и

$$i = \frac{U_1}{R}. \quad (69)$$

Так как блуждающий ток может менять свою величину и направление, то измерения необходимо проводить несколько раз.

Милливольтметр следует применять с малым собственным периодом колебаний, шкалой 10—0—10 мв и внутренним сопротивлением не менее 4—5 ом.

**Метод непосредственного измерения.** Разрезав оболочку кабеля или распав муфту,



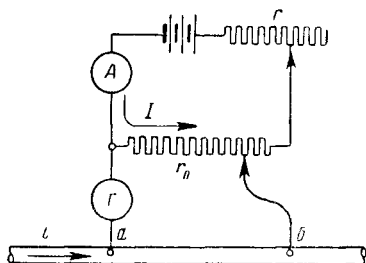
Фиг. 45. Схема непосредственного измерения силы тока в оболочке кабеля

включают амперметр (фиг. 45) с возможно меньшим сопротивлением (порядка 0,001—0,01 ом).



Этот метод даёт безусловно точные результаты, но ввиду того, что его применение связано с разрезом оболочки и последующей заделкой, применяется он сравнительно редко.

**Метод компенсации.** При помощи регулировочного реостата  $r$  и потенциометра (фиг. 46) добиваются отсутствия тока в цепи гальвано-



Фиг. 46. Измерение силы тока в оболочке кабеля по методу компенсации

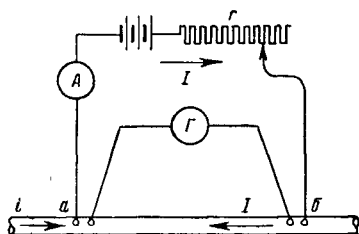
метра  $G$ ; это укажет на то, что падение напряжения в оболочке кабеля на отрезке  $a-b$  скомпенсировано напряжением, создаваемым током  $I$  на части сопротивления потенциометра  $r_n$ , т. е.

$$I r_n = i R, \quad (70)$$

откуда после определения сопротивления оболочки кабеля  $R$  находят величину блуждающего тока  $i$

$$i = I \frac{r_n}{R}. \quad (71)$$

Можно измерить силу тока  $i$  в оболочке, компенсируя её величиной тока измерительной батареи (фиг. 47); при этом ток  $I$  должен



Фиг. 47. Измерение силы тока в оболочке кабеля с изменением полярности батареи

быть противоположного направления по отношению к блуждающему току  $i$ . Равенства токов

$$I = i \quad (72)$$

добиваются путём регулировки реостата  $r$ , что устанавливают при помощи гальванометра  $G$ , стрелка которого должна в этот момент остановиться на нуле. Метод удобен тем, что не требует никаких расчётов.

**Метод с изменением полярности измерительной батареи.** Можно применить ещё один метод, для которого схема измерения будет такой же, как это изображено на фиг. 47; при этом необходимо соблюдение условия, чтобы реостат  $r$  имела достаточно высокое сопротивление, что позволяет пренебречь ответвлением блуждающего тока в эту цепь. После

установления в цепи батареи тока  $I$  производят два измерения при перемене полярности батареи.

При первом измерении стрелка гальванометра даст отклонение  $\alpha$  и тогда

$$(I + i) R = k\alpha. \quad (73)$$

После перемены полюсов батареи стрелка покажет новое отклонение  $\beta$  и в этом случае

$$(I - i) R = k\beta. \quad (74)$$

В приведённых уравнениях  $k$  — коэффициент пропорциональности.

Из уравнений (73) и (74) определяется величина блуждающего тока  $i$

$$i = I \frac{\alpha - \beta}{\alpha + \beta}. \quad (75)$$

При измерениях любым из приведённых методов необходимо в записях особенно внимательно отмечать направление тока; самые измерения следует производить несколько раз через равные промежутки времени.

#### Измерение плотности тока, сходящего с оболочки кабеля

По существующим правилам плотность тока, сходящего с оболочки бронированного кабеля, не должна превышать  $0,15 \text{ ма/дм}^2$ .

В местах, где потенциал кабеля выше потенциала земли, для определения степени опасности коррозии производят измерение плотности тока; ниже приведены наиболее распространённые способы измерения.

**Измерение при помощи вспомогательного электрода.** Электрод, сделанный из куска исследуемого кабеля, с внешней поверхностью  $S$  (несколько квадратных дециметров) зарывают в землю в непосредственной близости от исследуемого кабеля или кладут в свободное отверстие канализации. При помощи проводника электрод соединяют на некоторое время с оболочкой кабеля для установления одинаковой поляризации. После этого между кабелем и электродом включают миллиамперметр. Плотность тока  $j$ , сходящего с единицы поверхности кабеля, будет равна

$$j = \frac{i}{S} \text{ а/дм}^2, \quad (76)$$

где  $i$  — величина тока, измеренная миллиамперметром.

Для того чтобы получить величину среднесуточной плотности тока, вместо миллиамперметра включают на сутки медный или серебряный вольтметр, который позволяет определить количество электричества, прошедшего за сутки через электрод. Поделив результат измерения, выраженный в ампер-часах, на  $24S$ , получают среднесуточную плотность сходящего с оболочки тока.

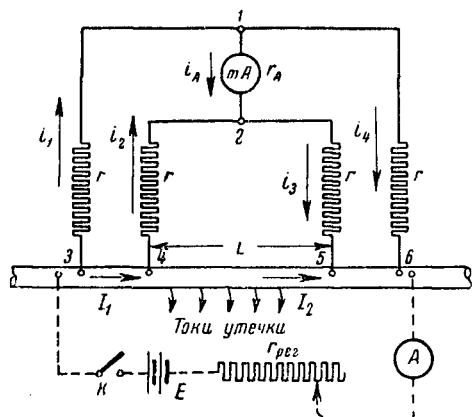
**Измерение при помощи двух милливольтметров.** В двух точках кабеля 1 и 2, отстоящих одна от другой на длину  $l$ , одним из описанных ранее методов, например методом падения напряжения, измеряют токи  $I_1$  и  $I_2$ .

Средняя плотность тока, стекающего с кабеля на длине  $l$ , определится

$$j = \frac{I_1 - I_2}{S} \text{ а/дм}^2. \quad (77)$$

Величина  $j$  будет недостаточно точной, так как измерение сил токов по методу падения напряжений не отличается высокой точностью.

**Измерение по методу двойного моста.** Схема прибора, использующая принцип двойного моста, предложенная НИИЖТ, изображена на фиг. 48; прибор состоит из четырёх



Фиг. 48. Измерение плотности тока, сходящего с оболочки кабеля, по методу двойного моста

одинаковых сопротивлений  $r$  порядка 10 ом и миллиамперметра с нулём посредине и пределом измерений порядка 50—100 ма. Прибор подключают к кабелю в точках 3—4 и 5—6, причём отрезки кабеля 3—4 и 5—6 равны друг другу и, следовательно, должны иметь одинаковые сопротивления, равные  $R$ . Примем условие, что между точками 4 и 5 кабеля ток с оболочки стекает в землю.

Измеряемый ток утечки  $\Delta I$  может быть подсчитан по формуле

$$\Delta I = i_A \left[ \frac{2(r_A + r)}{R} + 1 \right]. \quad (78)$$

При малых значениях сопротивления оболочки  $R$  формула (78) может быть упрощена для практического пользования:

$$\Delta I = i_A \left[ \frac{2(r_A + r)}{R} \right]. \quad (79)$$

Плотность тока  $j$  найдётся

$$j = \frac{\Delta I}{S}, \quad (80)$$

где  $S$  — площадь оболочки кабеля между точками 4 и 5.

Для направления тока  $i_A$  от точки 1 к точке 2, как это показано на фиг. 48, ток  $\Delta I$  представляет собой ток утечки на участке 4—5; в случае же, если блуждающие токи на участке 4—5 притекают из земли в оболочку кабеля, ток через миллиамперметр изменит своё направление на обратное (от точки 2 к точке 1).

Источником ошибок при измерении описанным методом является возможное неравенство величин сопротивлений оболочки на участках 3—4 и 5—6; это обстоятельство

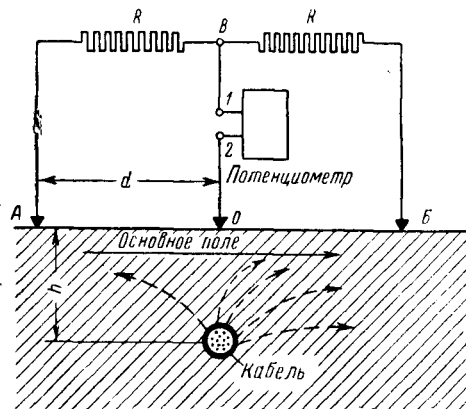
может даже привести к ошибочным заключениям, так как при этом может оказаться, что при наличии утечки блуждающего тока с оболочки результирующий ток  $i_A$  через миллиамперметр всё же будет направлен от точки 2 к точке 1. Для устранения указанного недостатка схема фиг. 48 дополняется цепью с вспомогательным источником тока  $E$  (пунктир).

При замыкании ключа  $K$  ток вспомогательной батареи, накладываясь на блуждающий ток, циркулирующий в оболочке, или усиливает или ослабляет его; но это усиление или ослабление будет одинаково как для участка 3—4, так и для участка 5—6. Если сопротивления этих участков не равны, то при последовательном замыкании и размыкании ключа  $K$  стрелка миллиамперметра будет менять своё положение. Изменяя расстояние между точками 3—4 или 5—6, можно уравнять сопротивления на участках 3—4 и 5—6, после чего наложение тока вспомогательной батареи уже не будет отражаться на показаниях миллиамперметра.

Реостат  $r_{рег}$  служит для регулирования силы вспомогательного тока в пределах от нескольких ампер до десятков, что определяется по амперметру  $A$ .

Для увеличения точности измерений необходимо соединительные проводники брать достаточно большого сечения или же учитывать сопротивление каждого из них, добавляя его к величине  $r$ . Для облегчения вычислений следует пользоваться при всех измерениях одними и теми же соединительными проводниками и, кроме того, следить, чтобы во всех четырёх плечах моста были включены провода одинакового сечения и одинаковой длины.

**Измерение по дифференциальному трёхэлектродному методу.** Метод позволяет производить измерения блуждающих токов, не прибегая к раскопкам кабеля (применение этого метода

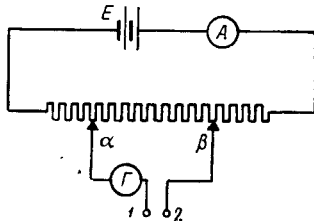


Фиг. 49. Измерение плотности тока, сходящего с оболочки кабеля, по дифференциальному трёхэлектродному методу

в городских условиях затрудняется наличием мостовых, слабо проводящих электрический ток). Сущность метода заключается в следующем: на поверхности земли над кабельной траншеей укрепляют три неполяризующихся электрода  $A$ ,  $O$  и  $B$  (фиг. 49), скрепляемых

между собой рейкой. Электроды размещают по прямой линии на равном расстоянии  $d$  друг от друга.

Электроды  $A$  и  $B$  соединяют через два равных сопротивления  $R$ . Для измерения разности потенциалов между точками  $B$  и  $O$  включают потенциометр (фиг. 50) чувствительностью



Фиг. 50. Измерение потенциометром разности потенциалов между электродами

0,05 мв (зажимы 1—2). Сопротивления  $R$  берут такой величины, чтобы их включение не нарушало заметным образом распределения блуждающих токов вблизи электродов и, кроме того, чтобы неравенством переходных сопротивлений электродов можно было пренебречь. При этих условиях потенциал  $U_B$  средней точки  $B$  будет равен средней арифметической потенциалов точек  $A$  и  $B$  на поверхности земли

$$U_B = \frac{U_A + U_B}{2}, \quad (81)$$

так как длина  $A—B$  мала, то основное поле земных токов (сплошная линия со стрелкой на фиг. 49) на этом протяжении можно считать равномерным; считая также однородной проводимость земли на участке  $A—B$ , можно сказать, что потенциал  $U_0$  в точке  $O$  будет равен:

$$U_0 = U_B = \frac{U_A + U_B}{2}. \quad (82)$$

При отсутствии вблизи точки  $O$  какого-либо другого источника блуждающих токов разность потенциалов между точками  $B$  и  $O$ , обусловливаемая действием основного поля земных токов, будет равна нулю, и потенциометр отметит нулевое показание. Если же около точки  $O$  имеется дополнительный источник блуждающих токов (кабель или любая другая канализация, поглощающая или излучающая токи в землю, как это показано на фиг. 49 пунктиром), то точка  $O$  уже не будет

иметь потенциал, равный  $\frac{U_A + U_B}{2}$ , и потенциометр отметит наличие разности потенциалов  $\Delta U$  между точками  $B$  и  $O$ , причём

$$\Delta U = U_0 - \frac{U_A + U_B}{2}. \quad (83)$$

Разность потенциалов  $\Delta U$  в мв, измеренная при помощи потенциометра, может быть определена из формулы (84)

$$\Delta U = 0,366 \rho j A, \quad (84)$$

где  $\rho$  — удельное сопротивление земли, выраженное в омах;

$j$  — плотность тока, выходящая из кабеля в землю на одном метре его длины, в ма;

$A$  — коэффициент, зависящий от глубины зарытия кабеля, расположения электродов по отношению к кабелю и от расстояния между электродами.

Для случая расположения электродов перпендикулярно оси кабеля коэффициент  $A$  подсчитывается по формуле

$$A = \lg \frac{\sqrt{[h^2 + (y+d)^2][h^2 + (y-d)^2]}}{(h^2 + y^2)}, \quad (85)$$

где  $h$  — глубина зарытия кабеля в м;

$d$  — расстояние между центральным электродом и одним из крайних электродов в м и

$y$  — расстояние по горизонтали от электрода  $O$  до вертикальной оси, проходящей через центр кабеля.

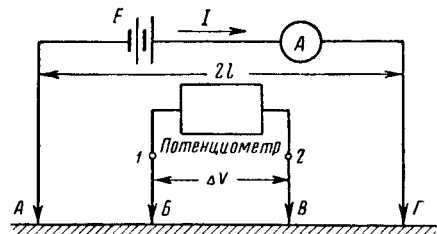
При размещении электрода  $O$  над кабелем  $y = 0$ ; соответственно

$$A = \lg \frac{(h^2 + d^2)}{h^2}. \quad (86)$$

В этом случае плотность тока  $j$  может быть подсчитана по формуле

$$j = \frac{\Delta U}{0,366 \rho \lg \frac{(h^2 + d^2)}{h^2}}. \quad (87)$$

Входящая в формулу (87) величина удельного сопротивления  $\rho$  измеряется по методу в. э. з. (вертикального электрического зондирования, схема фиг. 51). В этой схеме два электрода  $A$  и  $G$  соединяют с источником тока  $E$  и амперметром. Два других электрода  $B$  и  $V$  присоединяют к потенциометру, который измеряет разность потенциалов  $\Delta U$



Фиг. 51. Измерение удельного сопротивления земли по методу вертикального электрического зондирования

между электродами  $B$  и  $V$ . Эта разность потенциалов в схеме потенциометра (фиг. 50) компенсируется противоположной по знаку разностью потенциалов, создаваемой на концах сопротивления  $\alpha\beta$  от батареи (сухого элемента)  $E$ .

Удельное сопротивление земли  $\rho$  определяется из формулы

$$\rho = \frac{2\pi \Delta U}{I} \frac{1}{\left[ \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right]}, \quad (88)$$

где  $r_1, r_2, r_3$  и  $r_4$  — расстояния электродов  $B$  и  $B$  от питающих электродов  $A$  и  $\Gamma$ . Расположив электроды симметрично по прямой линии и приняв расстояние между электродами  $A$  и  $\Gamma$  равным  $2l$ , а между электродами  $B$  и  $B$  равным  $2a$ , можно выражение (88) переписать в следующем виде:

$$\rho = \frac{\pi l^2}{2a} \left( 1 - \frac{a^2}{l^2} \right) \frac{\Delta U}{I}. \quad (89)$$

Если в расположении электродов принять соотношение  $l = 3a$ , то выражение (89) для  $\rho$  упрощается

$$\rho = 4\pi a \frac{\Delta U}{I}. \quad (90)$$

Приближённо можно считать, что область земли, влияющая на измеренную величину удельного сопротивления, является полусферой с диаметром, равным расстоянию между питающими электродами  $A$  и  $\Gamma$ . При неоднородном грунте следует считать, что измеренная величина удельного сопротивления относится к глубине, равной одной четверти расстояния между электродами  $A$  и  $\Gamma$ . Поэтому при глубине прокладки кабелей  $h$  расстояние между электродами  $A$  и  $\Gamma$  должно быть равно  $4h$ .

## ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПЕРЕМЕННЫМ ТОКОМ

### Общие сведения

Полное сопротивление переменному току различных элементов аппаратуры (дросселей, трансформаторов), а также различных видов цепей на воздушных и кабельных линиях имеет комплексную величину и обозначается обычно в виде выражения

$$|Z|e^{j\varphi} = Z_a \pm jZ_p, \quad (91)$$

где  $|Z|$  — модуль полного сопротивления;

$\varphi$  — его угол;

$Z_a$  — активная (ваттная) составляющая, равная  $Z \cos \varphi$ ;

$Z_p$  — реактивная (безваттная) составляющая, равная  $Z \sin \varphi$ .

Знак + (плюс) в выражении (91) указывает на индуктивный характер реактивной составляющей, а знак — (минус) на ёмкостный.

Если известны составляющие  $Z_a$  и  $Z_p$ , то модуль и угол определяют по формулам:

$$|Z| = \sqrt{Z_a^2 + Z_p^2}; \quad (92)$$

$$\varphi = \arctg \frac{Z_p}{Z_a}. \quad (93)$$

При определении зависимости полных сопротивлений от таких факторов, как, например, частота или сила тока, полученные данные представляют в виде кривых, построенных в подавляющем большинстве в декартовых координатах или реже в полярных.

Наряду с определением полного сопротивления измеряемого объекта на практике часто встречается необходимость в вычислении его индуктивности  $L_x$ , ёмкости  $C_x$ , сопротивления

потерь при переменном токе  $r_n$  и угла диэлектрических потерь  $\tg \theta$ .

Для известной частоты измерительного тока ( $\omega = 2\pi f$ ) эти вычисления производят по формулам:

$$L_x = \frac{Z_{px}}{\omega}; \quad (94)$$

$$C_x = \frac{1}{\omega Z_{px}}; \quad (95)$$

$$r_n = Z_{ax} - r_o; \quad (96)$$

$$\tg \theta = \frac{Z_{ax}}{Z_{px}} \quad (97)$$

В формулах (94) — (97) введены следующие обозначения:  $Z_{ax}$  и  $Z_{px}$  — активная и реактивная составляющие полного сопротивления;  $r_o$  — сопротивление измеряемого объекта постоянному току.

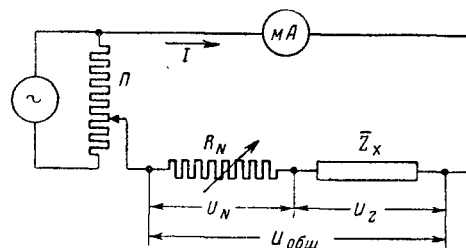
При измерении катушек индуктивности или трансформаторов с магнитным сердечником следует иметь в виду, что величины их полного сопротивления (а следовательно, индуктивности и сопротивления потерь) зависят от величины протекающего по ним тока, и это необходимо учитывать при выборе методов измерения.

Для измерения полных сопротивлений переменному току в качестве эталонов применяют в различных комбинациях включения магазины сопротивлений, эталоны индуктивности (иногда взаимной индуктивности) и эталоны (магазины) ёмкости. С точки зрения точности, меньшей зависимости от частоты и силы тока, а также более лёгкой возможности экранирования и т. п. предпочтение следует отдавать магазинам сопротивления и ёмкости.

Ниже изложены наиболее употребительные методы измерения полных сопротивлений, к числу которых относятся: метод трёх вольтметров, метод трёх амперметров, а также метод моста с его схемными разновидностями.

### Метод трёх вольтметров

При этом методе последовательно с измеряемым сопротивлением  $Z_x$  включают эталонное безиндуктивное сопротивление  $R_N$ ; для определения режима измерения (по величине тока) служит миллиамперметр  $mA$  (фиг. 52).



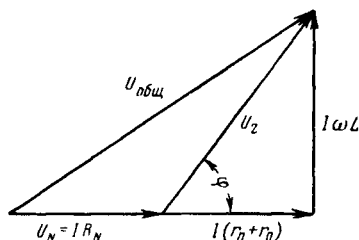
Фиг. 52. Схема измерения сопротивлений по методу трёх вольтметров

После измерения двух величин напряжений  $U_N$  и  $U_z$  можно найти модуль полного сопротивления

$$Z_x = R_N \frac{U_z}{U_N} \text{ ом.} \quad (98)$$

Для определения угла  $\varphi$  производят ещё измерение третьей величины напряжения  $U_{общ}$ . На основании векторной диаграммы (фиг. 53) из результатов трёх измерений находят величину угла  $\varphi$ :

$$\cos \varphi = \frac{U_{общ}^2 - U_N^2 - U_z^2}{2U_N U_z}. \quad (99)$$



Фиг. 53. Векторная диаграмма к методу трёх вольтметров

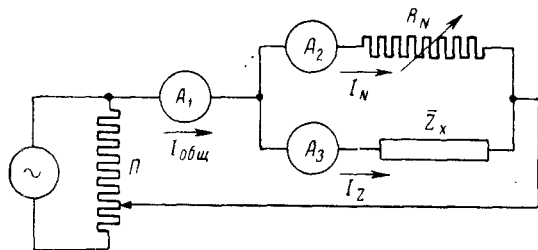
Измерительные приборы должны иметь большое входное сопротивление (ламповые или электростатические вольтметры).

Наиболее точные результаты можно получить, если показания приборов  $U_N$  и  $U_z$  будут близки по величинам; это достигается изменением сопротивления  $R_N$ .

#### Метод трёх амперметров

Модуль сопротивления определяют из результатов измерений токов  $I_N$  и  $I_z$  (фиг. 54):

$$Z_x = R_N \frac{I_N}{I_z}. \quad (100)$$



Фиг. 54. Схема измерения сопротивлений по методу трёх амперметров

Для определения угла  $\varphi$  измеряют ещё ток  $I_{общ}$  и подсчёт производят по формуле

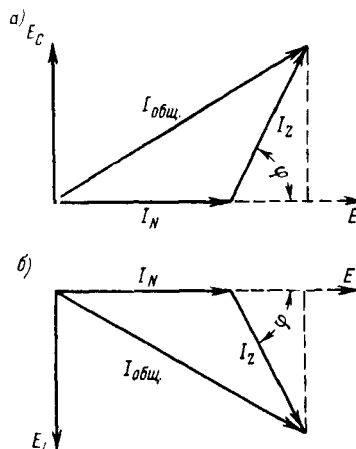
$$\cos \varphi = \frac{I_{общ}^2 - I_N^2 - I_z^2}{2I_N I_z}. \quad (101)$$

Диаграммы токов представлены для случаев, когда сопротивление  $Z_x$  имеет ёмкостный (фиг. 55, а) и индуктивный (фиг. 55, б) характер.

В обоих случаях точность измерений увеличивается с увеличением угла  $\varphi$  и уменьшается с увеличением разности  $(Z_x - R_N)$ .

Определить знак угла  $\varphi$  возможно при условии, что кроме безиндукционного сопро-

тивления  $R_N$  в схеме будут применены элементы ёмкости или индуктивности.



Фиг. 55. Векторные диаграммы к методу трёх амперметров: а—сопротивление имеет ёмкостный характер; б—сопротивление имеет индуктивный характер

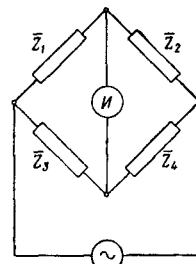
#### Метод моста. Принцип экранирования мостовых схем

Метод моста является одним из наиболее точных методов измерения полных сопротивлений переменному току. Плечи  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_3$  и  $Z_4$  в схеме моста (фиг. 56) в общем случае являются величинами комплексными.

Мост считается уравновешенным, когда ток в индикаторе  $I$  будет отсутствовать.

Для уравновешенного моста справедливо следующее условие:

$$\frac{Z_1}{Z_3} e^{j(\varphi_1 - \varphi_3)} = \frac{Z_2}{Z_4} e^{j(\varphi_2 - \varphi_4)}. \quad (102)$$



Фиг. 56. Схема моста переменного тока

Применив к этому условию правило равенства комплексных величин, можно написать два самостоятельных условия (для модулей и для углов):

$$\frac{Z_1}{Z_3} = \frac{Z_2}{Z_4} \quad (103)$$

и

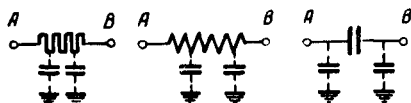
$$\varphi_1 - \varphi_3 = \varphi_2 - \varphi_4. \quad (104)$$

Пользуясь уравнениями (103) и (104), можно определить полное сопротивление любого плеча по полученным при равновесии схемы моста известным сопротивлениям трёх остальных плеч.

Соблюдение двух условий (103) и (104) для получения равновесия в схеме моста переменного тока практически приводит к тому, что в отличие от мостов постоянного тока

(где в принципе требуется выполнить лишь одну регулировочную манипуляцию) здесь необходимо при каждом измерении выполнить по крайней мере две регулировки.

Особое внимание в схемах мостов переменного тока уделяют устранению влияния ёмкостных связей, которыми обладают отдельные элементы схемы (сопротивления, катушки индуктивности, конденсаторы) по отношению друг к другу и к земле (фиг. 57). Величины

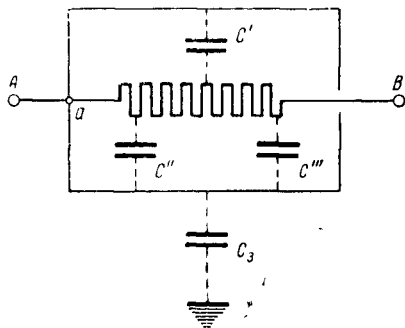


Фиг. 57. Схемы распределения частичных ёмкостей у элементов моста по отношению к земле

этих ёмкостей зависят от расстояния указанных элементов до окружающих предметов и земли, в силу чего действие ёмкостных связей в схемах мостов без принятия специальных мер будет являться случайным и переменным (не поддающимся учёту).

Одной из таких мер является электростатическое экранирование, которое заключается в том, что каждый элемент схемы помещают в металлический экран.

Этим создаётся постоянство распределённых ёмкостей ( $C'$ ,  $C''$ ,  $C'''$ ) экранируемого элемента по отношению к экрану (фиг. 58)



Фиг. 58. Способ электростатического экранирования

и величина помещённого в экран сопротивления становится независимой от его положения по отношению к земле.

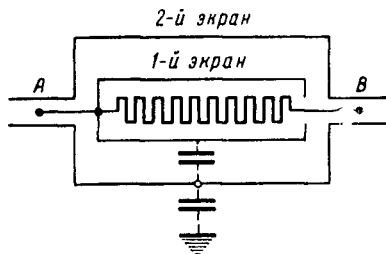
Ёмкость экрана по отношению к земле  $C_3$  может быть легко принята во внимание в измерительной схеме, если экран будет присоединён к какой-либо точке сопротивления (точка  $a$ , фиг. 58).

При необходимости экранировать несколько последовательно включаемых элементов или стабилизировать ёмкость первого экрана применяют двойное экранирование (фиг. 59).

### Мост Вина

Основным назначением моста Вина является измерение полных сопротивлений, обладающих большой индуктивностью (от

0,001 гн и более). Измерение базируется на применении эталонов индуктивности  $L_N$ , включаемых в плечо  $N$ , и магазина сопротивления  $W$ , который может быть по мере надобности включён либо в плечо  $N$  либо в плечо  $X$  (фиг. 60).

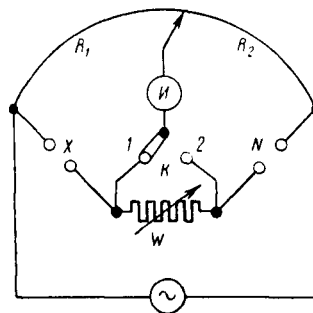


Фиг. 59. Способ двойного экранирования

Балансные плечи  $R_1$  и  $R_2$  в мостах данного вида обычно представляют собой калиброванную константовую струну, градуировка которой соответствует непосредственно отношению  $\frac{R_1}{R_2}$ .

В качестве нулевого индикатора  $I$  здесь чаще всего употребляется телефон.

Измерение ведут методом последовательного приближения: вначале, по минимуму



Фиг. 60. Схема моста Вина

звука в телефоне, устанавливают примерную точку на струне, соответствующую определённому отношению  $\frac{R_1}{R_2}$ , затем получают более острый минимум, изменяя величину сопротивления  $W$ ; после этого уточняют отношение  $\frac{R_1}{R_2}$  и т. д. до полного исчезновения звука в телефоне.

Результат измерений подсчитывается по формуле

$$L_x = L_N \frac{R_1}{R_2}, \quad (105)$$

где  $L_x$  — величина индуктивности измеряемого объекта в гн;

$L_N$  — величина индуктивности эталона в гн.

Ваттная составляющая  $r_{x1}$  измеряемого объекта найдётся:

а) при включении сопротивления  $W$  в плечо  $N$

$$r_x = (r_N + W) \frac{R_1}{R_2}; \quad (106)$$

б) при включении сопротивления  $W$  в плечо  $X$

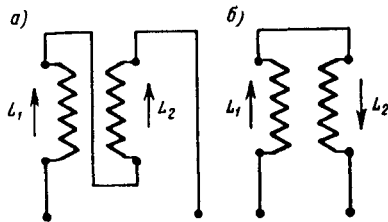
$$r_x = r_N \cdot \frac{R_1}{R_2} - W, \quad (107)$$

где  $r_N$  — ваттная составляющая эталона индуктивности.

При измерениях рекомендуется брать эталон, величина индуктивности которого близка к индуктивности измеряемого объекта.

Для определения коэффициента взаимной индуктивности между двумя связанными индуктивно обмотками производят два измерения:

1) обмотки соединяют последовательно с таким расчётом, чтобы магнитные потоки их складывались (фиг. 61, а); тогда измеренный



Фиг. 61. Схемы соединения обмоток для измерения коэффициента взаимной индуктивности; а — согласованное соединение; б — встречное соединение

результатирующий коэффициент индуктивности  $L'$  будет равен

$$L' = L_1 + L_2 + 2M; \quad (108)$$

2) изменив схему соединения обмоток так, что их магнитные потоки вычитаются (фиг. 61, б), измеряют коэффициент индуктивности  $L''$ , который будет равен

$$L'' = L_1 + L_2 - 2M. \quad (109)$$

Из результатов двух измерений получают искомую величину коэффициента взаимной индукции:

$$M = \frac{L' - L''}{4}. \quad (110)$$

Такой способ можно применять при малой связи между обмотками и отсутствии у них железных сердечников, в противном случае результат будет неточен из-за заметного влияния межобмоточных ёмкостей и изменения величины тока в обмотках после переключения.

Схема моста позволяет производить также и измерения ёмкостей; для удобства вычислений измеряемый объект в этом случае включают в плечо  $N$ , а эталон — в плечо  $X$ .

Тогда результат измерений вычисляют по формуле:

$$C_x = C_N \frac{R_1}{R_2}, \quad (111)$$

где  $C_x$  — измеренная ёмкость в мкф;

$C_N$  — ёмкость эталона (магазина) в мкф.

Если требуется измерить также и сопротивление потерь, то сопротивление  $W$  включают в плечо  $X$  (сопротивлением потерь самого эталона обычно пренебрегают), а результат подсчитывают по формуле

$$r_x = W \frac{1}{\frac{R_1}{R_2}}, \quad (112)$$

где  $r_x$  — сопротивление потерь измеряемого объекта в ом.

При необходимости определить угол диэлектрических потерь  $\text{tg } \theta_x$  у измеренных конденсаторов пользуются формулой

$$\text{tg } \theta_x = r_x \omega C_x, \quad (113)$$

где  $\omega$  — известная круговая частота измерительного тока.

Мост иногда используют для измерения сопротивлений постоянным током, для чего вместо генератора переменного тока включают батарею, а вместо телефона в качестве индикатора включают гальванометр. Искомое сопротивление (включённое в плечо  $X$ ) при этом подсчитывают по формуле

$$R_x = W \frac{R_1}{R_2}. \quad (114)$$

Клеммы  $N$  должны быть перед измерением замкнуты накоротко, а ключ  $K$  переведён в положение  $I$ .

#### Мост Максвелла

Мост позволяет производить измерения полных сопротивлений с индуктивной составляющей при помощи эталонов ёмкости и сопротивления (фиг. 62).

Результат измерений подсчитывается по формулам:

$$L_x = R_1 R_2 C \quad (115)$$

и

$$R_x = \frac{R_1 R_2}{R_3}, \quad (116)$$

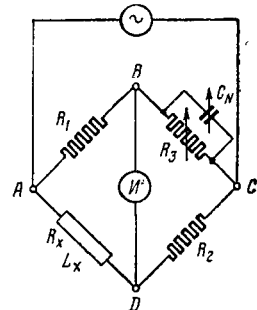
где  $L_x$  — измеренная индуктивность в гн,  $C$  — ёмкость эталона в ф.

Если плечи моста  $R_1$  и  $R_2$  имеют по 1 000 ом ( $R_1 = R_2 = 1\,000$  ом), то формулы для вычисления упрощаются:

$$L_x = C; \quad (117)$$

$$R_x = \frac{10^6}{R_3}; \quad (118)$$

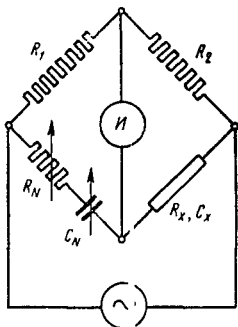
причём, если  $L_x$  здесь выражать как и прежде в гн, то ёмкость  $C$  может быть выражена в мкф.



Фиг. 62. Схема моста Максвелла

### Мост Соти

Мост предназначен для измерения полных сопротивлений с ёмкостной составляющей при помощи эталонов ёмкости  $C_N$  и сопротивления  $R_N$  (фиг. 63). Результат измерений подсчитывается по формулам:



$$C_x = \frac{R_1}{R_2} C_N \quad (119)$$

и

$$R_x = \frac{R_2}{R_1} R_N \quad (120)$$

### Резонансный мост

Фиг. 63. Схема моста Соти

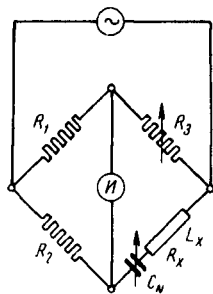
Основным назначением резонансного моста (фиг. 64) является измерение полных сопротивлений, обладающих большой индуктивностью. Равновесие в схеме моста достигается тем, что индуктивность  $L_x$  измеряемого объекта компенсируется ёмкостью  $C_N$ , а активная составляющая  $R_x$  уравнивается переменным сопротивлением  $R_3$ .

Результаты измерений после уравнивания схемы могут быть подсчитаны по формулам:

$$L_x = \frac{1}{\omega^2 C_N} \quad (121)$$

и

$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1} \quad (122)$$



Фиг. 64. Схема резонансного моста

Принципиально мост позволяет производить также измерения ёмкости. Так как в расчётную формулу (121) входит квадрат частоты, при измерениях необходимо предъявлять требование к точному определению частоты генератора.

### Дифференциальный мост

Основой моста является трансформатор ДТ, к средней точке которого подводят напряжение генератора (фиг. 65); измеряемое сопротивление  $Z_x$  и уравнивающее его сопротивление  $Z_N$  включают последовательно с двумя полуобмотками трансформатора.

При равновесии моста, достигаемого подбором  $Z_N$  (при условии симметрии полуобмоток трансформатора), искомое сопротивление определяется по формуле

$$\bar{Z}_x = \bar{Z}_N \quad (123)$$

Дифференциальные мосты в последнее время получают всё большее распространение потому, во-первых, что в этих мостах дости-

гается наилучшее устранение влияния паразитных ёмкостных связей и, во-вторых, для высокочастотных измерений значительно легче изготовить весьма симметричный дифференциальный трансформатор, чем выполнить два совершенно идентичных балансных сопротивления.

Ввиду того что эталоны индуктивности менее пригодны для измерений, чем магазины ёмкости, в особенности, если речь идёт об измерениях в диапазоне высоких частот, то мы подвергнем рассмотрению лишь такие схемы, в которых в качестве эталонов употребляют ёмкость и сопротивление.

Дифференциальный мост наиболее часто используется для четырёх характерных случаев измерения, когда полные сопротивления имеют: а) большой отрицательный угол, б) малый отрицательный угол, в) малый положительный угол и г) большой положительный угол.

Случай «а». Балансное плечо  $Z_N$  (фиг. 66, а) состоит из включённых последовательно магазина ёмкости  $C_N$  и сопротивления  $R_N$ .

Равновесие моста наступает, когда  $C_x = C_N$  и  $R_x = R_N$ .

Из результатов измерения модуль  $Z_x$  и угол  $\varphi_x$  подсчитывают по формулам:

$$Z_x = \sqrt{R_N^2 + \frac{1}{\omega^2 C_N^2}} = \frac{\sqrt{1 + \omega^2 R_N^2 C_N^2}}{\omega C_N} \quad (124)$$

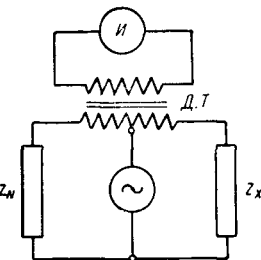
$$\varphi_x = \arctg \frac{1}{\omega R_N C_N} \quad (125)$$

При уменьшении угла  $\varphi_x$  значения  $C_N$  возрастают настолько, что обеспечить их практически становится нецелесообразным.

Случай «б». В плечо эталона применяют параллельное включение ёмкости и сопротивления (фиг. 66, б). В момент равновесия здесь так же, как и в первом случае,  $C_x = C_N$ , а  $R_x = R_N$ . Расчётные формулы будут иметь вид:

$$Z_x = \frac{R_N}{\omega C_N \sqrt{R_N^2 + \frac{1}{\omega^2 C_N^2}}} = \frac{R_N}{\sqrt{1 + \omega^2 R_N^2 C_N^2}} \quad (126)$$

$$\varphi_x = \arctg \omega R_N C_N \quad (127)$$



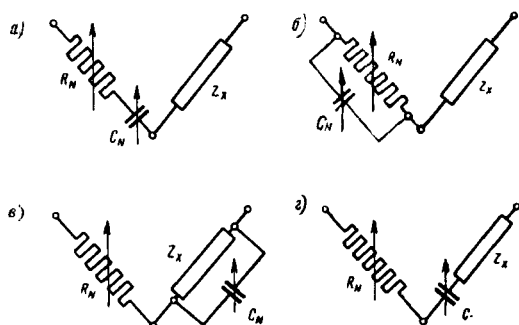
Фиг. 65. Схема дифференциального моста



Случай «в». Эталоны включают в соответствии со схемой фиг. 66, в и в момент равновесия моста, когда будет достигнут резонанс токов в плече измеряемого сопротивления,  $R_x = R_N$ , а  $L_x = \frac{1}{\omega^2 C_N}$ . Тогда, поскольку  $R_x$  и  $L_x$  следует представлять включёнными параллельно, формулы для модуля и угла примут вид:

$$Z_x = \frac{R_N}{\omega C_N \sqrt{R_N^2 + \frac{1}{\omega^2 C_N^2}}} = \frac{R_N}{\sqrt{1 + \omega^2 R_N^2 C_N^2}}; \quad (128)$$

$$\varphi_x = \arctg \omega R_N C_N. \quad (129)$$



Фиг. 66. Схемы включения эталонов в плечи дифференциального моста для случаев, когда измеряемое сопротивление имеет: а—большой отрицательный угол; б—малый отрицательный угол; в—малый положительный угол; г—большой положительный угол

Случай «г». Эталоны включают по схеме фиг. 66, г, при этом, когда будет достигнут резонанс напряжений,  $L_x = \frac{1}{\omega^2 C_N}$  и  $R_x = R_N$ .

Расчёт производят по формулам:

$$Z_x = \sqrt{R_N^2 + \frac{1}{\omega^2 C_N^2}} = \frac{\sqrt{1 + \omega^2 R_N^2 C_N^2}}{\omega C_N}, \quad (130)$$

$$\varphi_x = \arctg \frac{1}{\omega R_N C_N}. \quad (131)$$

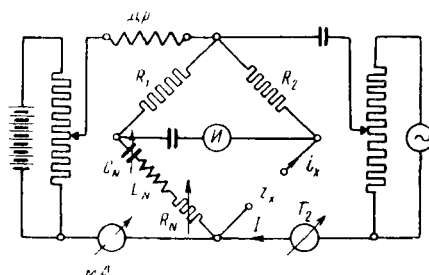
#### Мост для измерения катушек индуктивности при их подмагничивании постоянным током

На фиг. 67 измеряемая катушка индуктивности  $\bar{Z}_x$  подмагничивается постоянным током, силу которого измеряет миллиамперметр мА. Прибор переменного тока, напри-

мер термогальванометр  $T_2$ , измеряет общую величину переменного тока  $I$ , проходящего по обоим плечам моста. Величина переменного тока, проходящего только через катушку, может быть определена из условия:

$$i_x = \frac{I R_1}{R_1 + R_2}, \quad (132)$$

где  $R_1$  и  $R_2$  — сопротивления балансных плеч в момент достижения равновесия моста.



Фиг. 67. Схема моста для измерения катушек индуктивности при их подмагничивании постоянным током

Формула (132) верна при условии, что отвлечением переменного тока через запирающий дроссель  $Dp$  можно пренебречь.

Принцип измерения индуктивности, как видно из схемы, основан на методе резонанса, поэтому данные ранее формулы для резонансного моста применимы и здесь.

### ИЗМЕРЕНИЯ ЧЕТЫРЁХПОЛЮСНИКОВ

#### Измерение входного и характеристического сопротивлений

Измерения входного сопротивления четырёхполюсников производят, применяя наиболее подходящие методы, изложенные в предыдущем разделе.

Характеристическое сопротивление четырёхполюсников  $\bar{Z}$  определяют из результатов измерений входного сопротивления при холстом ходе  $\bar{Z}_{x,x}$  и коротком замыкании  $\bar{Z}_{к,з}$ , при этом подсчёт производят по формуле

$$\bar{Z} = \sqrt{\bar{Z}_{x,x} \bar{Z}_{к,з}}. \quad (133)$$

Измерение входного сопротивления активных четырёхполюсников (например усилителей) проводят при соблюдении определённых условий рабочего режима на входе четырёхполюсника.

#### Измерение собственного затухания

Метод холостого хода и короткого замыкания. Классический метод холостого хода и короткого замыкания, относящийся к числу косвенных методов, позволяет определять собственное затухание четырёхполюсника и его фазовую постоянную по измеренным величинам входных сопротивлений  $\bar{Z}_{x,x}$  и  $\bar{Z}_{к,з}$  четырёхполюсника.

Расчёты производят, исходя из известного соотношения для постоянной передачи четырёхполюсника  $g$ :

$$\operatorname{th} g = \operatorname{th} (b + ja) = \sqrt{\frac{\bar{Z}_{к.з}}{\bar{Z}_{х.х}}} = Te^{j\psi}, \quad (134)$$

где  $b$  — затухание четырёхполюсника и  $a$  — фазовая постоянная четырёхполюсника.

Вычисление величин  $b$  и  $a$  производят по формулам:

$$\operatorname{th} 2b = \frac{2T \cos \psi}{1 + T^2}; \quad (135)$$

$$\operatorname{tg} 2a = \frac{2T \sin \psi}{1 - T^2}. \quad (136)$$

Если четырёхполюсником является воздушная или кабельная линия длиной  $l$ , то из результатов вычисления величин  $b$  и  $a$  нетрудно определить и километрические значения коэффициентов  $\beta$  и  $\alpha$ :

$$\beta = \frac{b}{l} \quad (137)$$

и

$$\alpha = \frac{a}{l}, \quad (138)$$

а также и постоянную распространения  $\gamma = \beta + ja$ .

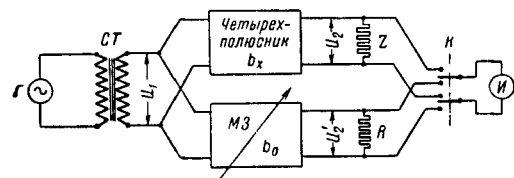
В свою очередь, зная величины  $Z$  и  $\gamma$ , по известным из теории передачи формулам можно определить и все первичные параметры линии —  $R$ ,  $L$ ,  $C$  и  $G$  (при условии однородности линии).

Использование формул (135) и (136) даёт удовлетворительные результаты, если четырёхполюсник имеет затухание в пределах  $0,2 \div 1$  неп, т. е. когда разница величин  $\bar{Z}_{х.х}$  и  $\bar{Z}_{к.з}$  не слишком мала (при больших затуханиях) и не слишком велика (при малых затуханиях).

При затухании более 1 неп для вычисления  $b$  можно пользоваться приближённой формулой:

$$b = \frac{1}{2} \ln 2 \left| \frac{\bar{Z}_{х.х} + \bar{Z}_{к.з}}{\bar{Z}_{х.х} - \bar{Z}_{к.з}} \right|. \quad (139)$$

**Метод сравнения.** В нормальной схеме для измерения собственного затухания четырёхполюсника по методу сравнения (фиг. 68):



Фиг. 68. Схема измерения собственного затухания четырёхполюсников по методу сравнения

$\Gamma$  — источник переменного тока, питающий через симметрирующий трансформатор СТ две параллельные цепи (цепь измеряемого четырёхполюсника с затуханием  $b_x$  и цепь

магазина затуханий МЗ с известным переменным затуханием  $b_0$ ), высокоомный индикатор И, ключ К (для подключения индикатора попеременно то к выходу измеряемого четырёхполюсника, то к выходу магазина затуханий) и два нагрузочных сопротивления  $Z$  и  $R$ .

Измерение производят путём изменения величины затухания  $b_0$  магазина затуханий до тех пор, пока не будет установлено равенство напряжений  $U_2$  и  $U_2'$ , что фиксируется равными отклонениями стрелки индикатора И. При этом

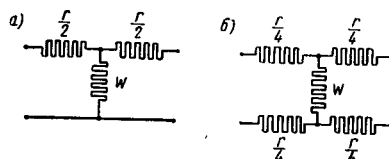
$$b_x = b_0. \quad (140)$$

Условие (140) справедливо для симметричных четырёхполюсников.

В случае измерения несимметричного четырёхполюсника, имеющего различные характеристические сопротивления  $Z_1$  (по схеме слева) и  $Z_2$  (справа), его затухание определяют по формуле:

$$b_x = b_0 - \frac{1}{2} \ln \left( \frac{Z_1}{Z_2} \right). \quad (141)$$

Магазины затухания (МЗ), применяемые при измерениях затухания четырёхполюсников, представляют собой так называемые неискажающие искусственные линии. Каждый магазин состоит из комплекта звеньев, обычно Т-образного (фиг. 69, а) или Н-образного (фиг. 69, б) типов.



Фиг. 69. Схема магазинов затухания: а — Т-образная; б — Н-образная

Магазины затуханий чаще всего выполняют по декадному принципу.

На практике большей частью находят применение магазины затуханий с характеристическими сопротивлениями  $R = 600$  и  $1400$  ом.

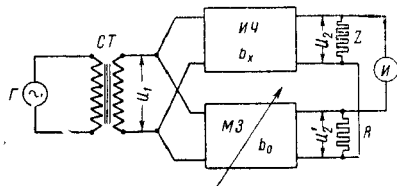
**Компенсационный метод.** В отличие от схемы фиг. 68, применяемой при измерении собственного затухания методом сравнения, в схеме фиг. 70 для измерения компенсационным методом выходы измеряемого четырёхполюсника ИЧ и магазина затуханий МЗ замыкают между собой, включая в один из соединительных проводов нулевой индикатор И.

После включения генератора  $\Gamma$  на выходе четырёхполюсника появятся отличающиеся по модулю и фазе напряжения  $U_2$  и  $U_2'$ ; это вызовет появление в соединительных проводах уравнивающих токов, которые и будут зафиксированы индикатором И.

Уравнивающие токи исчезнут только тогда, когда напряжения  $U_2$  и  $U_2'$  уравниваются как по модулю, так и по фазе.

Так как магазин затуханий, состоящий из безреактивных сопротивлений, не обладает возможностью менять фазу напряжения  $U_2'$ ,

то полное равенство напряжений  $U_2$  и  $U'_2$  наступит лишь в случае сдвига фаз между напряжениями на входе и выходе измеряемого четырёхполюсника (между  $U_1$  и  $U_2$ ) на величину, кратную  $2\pi$  (или  $\pi$  при перемене



Фиг. 70. Схема измерения собственного затухания четырёхполюсников компенсационным методом

местами проводов на входе или выходе одного из четырёхполюсников).

Так как фазовая постоянная у четырёхполюсников является функцией частоты, то измерять собственное затухание четырёхполюсника данным методом можно только при тех частотах, для которых будет выполнено указанное условие фаз.

Из сказанного вытекает, что процесс измерений будет состоять в поочерёдных регулировках затухания в магазине и плавных изменениях частоты генератора до получения нулевого показания на индикаторе. Нулевому показанию индикатора будет соответствовать равенство затуханий:

$$b_x = b_0. \quad (142)$$

Компенсационный метод применим практически для измерения таких четырёхполюсников, у которых фазовая постоянная довольно резко меняется с изменением частоты, т. е. когда условие фаз можно выполнить в интересующем диапазоне для нескольких частот.

Благодаря применению нулевого индикатора компенсационный метод является более точным, чем метод сравнения.

### Измерение рабочего затухания

Рабочее затухание является мерой оценки работы четырёхполюсников в действительных условиях; поэтому понятие о рабочем затухании связано со значениями сопротивлений передатчика и приёмника, между которыми включён четырёхполюсник. При измерениях рабочего затухания четырёхполюсника удобно исходить из выражения:

$$b_{раб} = \ln \frac{E}{2U_2} + \frac{1}{2} \ln \left( \frac{Z_2}{Z_1} \right), \quad (143)$$

где  $E$  — электродвижущая сила передатчика;

$U_2$  — напряжение на зажимах приёмника;

$Z_1$  и  $Z_2$  — сопротивления передатчика и приёмника.

При равенстве  $Z_1$  и  $Z_2$  выражение (143) примет вид:

$$b_{раб} = \ln \frac{E}{2U_2}, \quad (144)$$

или, имея в виду, что  $\frac{E}{2} = U_1$ :

$$b_{раб} = \ln \frac{U_1}{U_2}. \quad (145)$$

Так как в выражении (143) сопротивления  $Z_1$  и  $Z_2$  предполагаются известными, то путём измерений оказывается необходимым определить лишь первое слагаемое правой части.

Ниже приведены наиболее употребительные методы измерения рабочего затухания.

**Метод известного передатчика.** Как видно из выражения (143), имея передатчик с известной электродвижущей силой (при известных величинах  $Z_1$  и  $Z_2$ ), для определения рабочего затухания четырёхполюсника достаточно измерить лишь напряжение  $U_2$  на зажимах приёмника при помощи вольтметра  $V$  с большим внутренним сопротивлением (фиг. 71).

Обычно с целью упрощения подсчётов измеряют не величины напряжений, а величины



Фиг. 71. Схема измерения рабочего затухания четырёхполюсников по методу известного передатчика

абсолютных уровней по напряжению. Эту возможность легко увидеть из видоизменённого выражения (143):

$$b_{раб} = \ln \frac{E \cdot 0,775}{2U_2 \cdot 0,775} + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{Z_2}{Z_1} \right| = \\ = \ln \frac{E}{2 \cdot 0,775} - \ln \frac{U_2}{0,775} + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{Z_2}{Z_1} \right|, \quad (146)$$

или в абсолютных уровнях по напряжению

$$b_{раб} = p_1 - p_2 + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{Z_2}{Z_1} \right|. \quad (147)$$

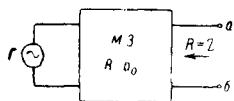
Таким образом, для измерения рабочего затухания достаточно иметь вольтметр, градуированный в значениях абсолютных уровней по напряжению, или указатель уровня. Осуществление передатчика с известной электродвижущей силой и заданным внутренним сопротивлением может быть выполнено следующим образом.

Заданное внутреннее сопротивление передатчика можно получить, взяв генератор с небольшим внутренним сопротивлением и включив последовательно с ним добавочное сопротивление требуемой величины.

Весьма целесообразно этот вопрос решать также, включая вслед за генератором магазин затуханий (фиг. 72) с характеристическим сопротивлением  $R$ , равным заданному внутреннему сопротивлению  $|Z|$  передатчика.

При достаточно большой величине затухания в магазине  $MЗ$  (порядка 1,5  $нпн$ ) входное сопротивление со стороны клемм  $a-b$  будет равно заданному, практически незави-

симо от внутреннего сопротивления генератора  $G$ ; если внутреннее сопротивление генератора близко по величине к заданному, то затухание в магазине может быть уменьшено. Путём изменения затухания магазина

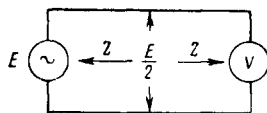


Фиг. 72. Схема передатчика с добавочным магазином затуханий

можно также изменять в желаемых пределах напряжение на выходе магазина (клеммы  $a-b$ ), или, что то же, — исходящий уровень передатчика. Определить электродвижущую силу передатчика можно, например, применив вольтметр с большим внутренним сопротивлением (раз в 100 превышающим внутреннее сопротивление передатчика). Однако, как видно из изложенного ранее, измерять оказывается целесообразным не электродвижущую силу, а напряжение на выходе передатчика, равное половине электродвижущей силы.

Половину электродвижущей силы нетрудно определить, измерив высокоомным вольтметром напряжение на нагрузке, сопротивление которой равно внутреннему сопротивлению передатчика.

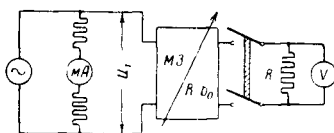
Ещё проще решается вопрос при наличии вольтметра, имеющего как высокоомное, так и нужное входное сопротивление (большая часть равно 600 Ом); присоединив такой вольтметр к передатчику (фиг. 73), можно сразу измерить желаемую величину половины электродвижущей силы, а если вольтметр градуирован в неперах, то и величину абсолютного уровня по напряжению.



Фиг. 73. Схема измерения половины электродвижущей силы передатчика

Регулируя мощность генератора и меняя затухание магазина, включаемого последовательно с генератором, устанавливают желаемую величину исходящего уровня, соответствующего половине электродвижущей силы.

Можно устанавливать требуемый уровень напряжения на выходе магазина затуханий, контролируя посредством измерительного прибора  $mA$  (например термогальванометра) напряжение  $U_1$  на выходе генератора (фиг. 74).



Фиг. 74. Схема для установления требуемого уровня напряжения на выходе магазина затуханий

Так, если установить на входе в магазин  $MЗ$  уровень  $p_1$  (напряжение  $U_1$ ), то на выходе магазина с введенным затуханием  $b_0$  будет получен уровень:

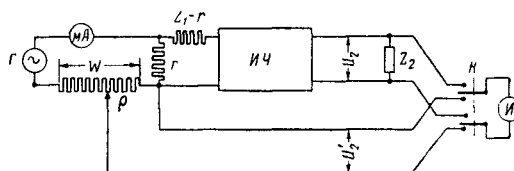
$$p_0 = p_1 - b_0. \quad (148)$$

Передатчики с электродвижущей силой, равной  $1,55 \text{ в} \left( \frac{E}{2} = 0,775 \text{ в} \right)$ , что соответствует нулевому уровню, и внутренним сопротивлением 600 Ом ( $L_0$ ) носят название **нормальных генераторов**.

Метод известного передатчика благодаря своей простоте нашёл весьма широкое применение как в лабораторных, так и в эксплуатационных условиях.

**Метод «Z — r» (потенциометрический).** Метод «Z — r» (так же, как и рассматриваемый далее метод «Z») характерен тем, что он освобождает от необходимости иметь измерительный генератор с вполне определёнными данными и вместе с тем позволяет повысить точность и расширить пределы измерений.

В одной из разновидностей схем измерения рабочего затухания по методу «Z — r» (фиг. 75)



Фиг. 75. Схема измерения рабочего затухания четырёхполюсников по методу «Z — r»

последовательно с измеряемым четырёхполюсником  $ИЧ$  включают безиндукционное сопротивление величиной  $(Z_1 - r)$ , где  $Z_1$  — заданное по условиям измерений сопротивление со стороны передатчика;  $W$  — безиндукционный потенциометр, позволяющий снимать нужное напряжение с его части —  $r$ ;  $И$  — высокоомный индикатор и  $K$  — ключ для попеременного включения индикатора к выходу четырёхполюсника и к сопротивлению  $r$ . Миллиамперметр  $mA$  позволяет при необходимости контролировать режим измерения.

Процесс измерения состоит в изменении величины  $r$  (передвижением рычага потенциометра) до тех пор, пока не будет достигнуто равенство напряжений  $U_2$  и  $U_2'$ .

Результат измерения (при  $U_2 = U_2'$ ) подсчитывают по формуле

$$b_{pab} = \ln \frac{r}{2\rho} + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{Z_2}{Z_1} \right|. \quad (149)$$

Второе слагаемое в правой части выражения (149) определяется, как уже указывалось выше, самостоятельным подсчётом.

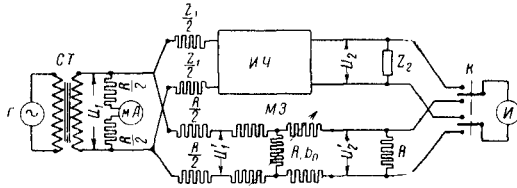
Сопротивление  $r$  обычно берут равным 200 — 100 Ом, а сопротивление  $\rho$  выявляется как продукт измерения.

Схема несимметрична относительно земли, что в значительной степени ограничивает возможность использования данного метода при высоких частотах.

**Метод «Z» (с магазином затуханий).** В схеме для измерения рабочего затухания по методу «Z» (фиг. 76) применён магазин затуханий  $MЗ$  с характеристическим сопротивле-

нием  $R$ . Так как последовательно с ним включены два равных сопротивления  $\frac{R}{2}$ , то

$$U'_1 = \frac{U_1}{2}.$$



Фиг. 76. Схема измерения рабочего затухания четырёхполюсников по методу «Z»

Применительно к данной схеме рабочее затухание четырёхполюсника равно:

$$b_{\text{раб}} = \ln \frac{E}{2U_2} + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{Z_2}{Z_1} \right| = \ln \frac{U_1}{2U_2} + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{Z_2}{Z_1} \right|. \quad (150)$$

Процесс измерения состоит в регулировании затухания магазина до достижения равенства напряжений  $U_2$  и  $U'_2$ .

Этому положению будет соответствовать условие:

$$U_2 = U'_2 = U'_1 e^{-b_0} = \frac{U_1}{2} \cdot e^{-b_0}. \quad (151)$$

Из сопоставления выражений (150) и (151) следует, что

$$b_{\text{раб}} = \ln e^{b_0} + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{Z_2}{Z_1} \right|. \quad (152)$$

В случае равенства сопротивлений  $Z_1$  и  $Z_2$

$$b_{\text{раб}} = b_0. \quad (153)$$

Благодаря разделению сопротивлений на входе данная схема является симметричной; кроме того, она характерна простотой отсчетов и широкими пределами измерений. Эти качества схемы послужили причиной её широкого распространения.

### Измерение усиления

Методы измерения усиления усилителей в основном аналогичны методам измерения рабочего затухания. Специфика измерения усилителей состоит в том, что на вход усилителя подают вполне определённое, соответствующее нормальному режиму его работы, напряжение, подающееся регулировке; последнее необходимо для снятия амплитудной характеристики; у дуплексных усилителей необходимо также считаться с наличием усиления в обоих направлениях, поэтому усилитель одного из направлений во время измерения обычно выключают.

Одним из употребительных методов измерения усиления является метод известного передатчика (фиг. 77).

Для данной схемы рабочее усиление усилителя  $S$  может быть вычислено по формуле

$$S = \ln \frac{2U_2}{E} e^{b_0} - \frac{1}{2} \ln \left( \frac{Z_2}{Z_1} \right), \quad (154)$$

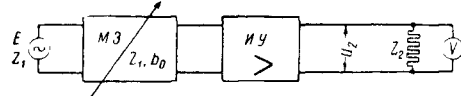
или, переходя к уровням по напряжению,

$$S = p_2 - p_1 + b_0 - \frac{1}{2} \ln \left( \frac{Z_2}{Z_1} \right), \quad (155)$$

где  $p_2$  — уровень напряжения, измеренный на нагрузке  $Z_2$ ;

$p_1$  — уровень напряжения на входе магазина затуханий;

$b_0$  — величина затухания в магазине.

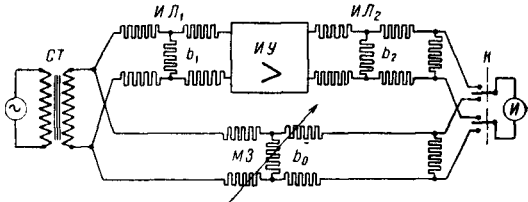


Фиг. 77. Схема измерения усиления усилителей по методу известного передатчика

В случае, если при измерениях взят нормальный генератор с уровнем  $p_1=0$ , а также при равенстве сопротивлений  $Z_2$  и  $Z_1$  величина усиления может быть определена по более простой формуле

$$S = p_2 + b_0. \quad (156)$$

Просто измеряется усиление по методу сравнения с магазином затуханий (фиг. 78).



Фиг. 78. Схема измерения усиления усилителей по методу сравнения

Здесь искусственные линии с затуханиями  $b_1$  и  $b_2$ , во-первых, ставят вход и выход усилителя в условия, соответствующие нормальному, и, во-вторых, обеспечивают вместе с усилителем затухание, сравнимое с затуханием  $b_0$  магазина МЗ. После установления равенства отклонений стрелки индикатора при его включении на выход верхней и нижней ветвей будем иметь

$$S = b_1 + b_2 - b_0. \quad (157)$$

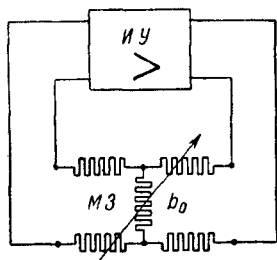
Для измерения усиления усилителя тональной частоты может быть использовано также явление самовозбуждения, которое возникает в круговой цепи в том случае, если сумма усилений превышает сумму затуханий.

Схема измерения усиления, основанная на этом, может быть легко осуществлена, если вход и выход усилителя соединить через магазин затуханий, как это показано на фиг. 79.

На пороге возникновения генерации (зумирования) в результате изменения затухания магазина будем иметь

$$S = b_0. \quad (158)$$

Возникновение генерации проверяют телефоном на одном из звеньев круговой цепи. Следует иметь в виду, что для возникновения генерации необходимо не только



Фиг. 79. Схема измерения усиления усилителей по методу самовозбуждения

условие амплитуд [условие (158)], но также и условие фаз, которые должны иметь сдвиг между входом и выходом усилителя на  $2\pi$  (или  $\pi$  — при перемене местами проводов на любом участке круговой цепи).

В силу этого условия генерация может возникнуть

только при нескольких частотах, удовлетворяющих упомянутому условию.

Для усилителей с прямолинейной характеристикой это не имеет значения.

Если же необходимо измерить кривую усиления с неравномерной частотной характеристикой, то следует прибегать к введению в схему полосных фильтров с узкими полосами пропускания. Это обстоятельство является недостатком метода самовозбуждения.

#### Измерение затухания несогласованности

Измерение затухания несогласованности двух неравных сопротивлений  $Z_1$  и  $Z_2$  (например, входного сопротивления действительной линии и сопротивления искусственной линии при настройке дуплексных телефонных усилителей или балансного затухания) производят по схемам, приведённым в главе «Дальняя связь».

#### ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЕЙ ПЕРЕДАЧИ И ОСТАТОЧНОГО ЗАТУХАНИЯ

Для поддержания требуемого качества телефонной связи на междугородных линиях весьма важным условием является соблюдение определённого режима передачи, установленного проектом для каждого канала связи.

Контроль и корректировку режима передачи в каналах связи осуществляют путём измерений уровней передачи и снятия частотных кривых остаточного затухания.

Измерение уровней передачи имеет своей задачей проверку установленных диаграмм уровней.

В измерительной технике различают:

1) абсолютный уровень мощности, напряжения или тока в той или иной точке цепи, определяемый отношением рассматриваемой величины (мощности, напряжения, тока) в данной точке соответственно к величинам мощности 1 мвт (для активной мощности), напряжения 0,775 в или тока 1,29 ма. Мощность, напряжение и ток, превосходящие по своей величине указанные значения (соответствующие нулевому уровню), считают имеющими положительный уровень; все

величины, соответственно меньшие указанных значений, считаются имеющими отрицательный уровень;

2) относительный уровень мощности, напряжения или тока в той или иной точке цепи, определяемый отношением рассматриваемой величины в данной точке к значению той же величины в точке, которая выбрана условно в качестве начальной;

3) измерительный уровень в какой-либо точке цепи, определяемый величиной абсолютного уровня (мощности, напряжения или тока), полученного в этой точке, если на входе цепи включён нормальный генератор с внутренним сопротивлением 600 ом (L 0°) и электродвижущей силой, равной 1,55 в.

Относительный уровень мощности  $p$  определяют выражением

$$p = \frac{1}{2} \ln \frac{P_2}{P_1}, \quad (159)$$

где  $P_2$  — кажущаяся мощность, измеренная в рассматриваемой точке цепи;

$P_1$  — кажущаяся мощность в начальной точке цепи.

Ввиду отсутствия приборов для измерения малых мощностей в телефонных цепях обычно измеряют уровни напряжения (реже уровни токов), а уровни мощности определяют затем путём вычислений.

Выразив мощности через напряжения и сопротивления, получим

$$p = \frac{1}{2} \ln \frac{U_2^2 Z_1}{U_1^2 Z_2}, \quad (160)$$

где  $U_2$  — напряжение, измеренное в рассматриваемой точке цепи;

$U_1$  — напряжение в начальной точке цепи;

$Z_2$  — модуль входного сопротивления в рассматриваемой точке цепи (в направлении передачи);

$Z_1$  — модуль входного сопротивления в начале цепи.

Если в начале цепи будет включён нормальный генератор, то измеренный абсолютный уровень в рассматриваемой точке определится выражением:

$$p_{изм} = \ln \frac{U_2}{0,775} - \frac{1}{2} \ln \frac{Z_2}{600}. \quad (161)$$

Если  $Z_2 = 600$  ом, то

$$p_{изм} = \ln \frac{U_2}{0,775} \quad (162)$$

и, следовательно, величина абсолютного уровня мощности в данной точке будет равна абсолютному уровню по напряжению и может быть прочтена непосредственно по шкале прибора.

Приборы для измерения абсолютного уровня по напряжению носят название указателей уровня передачи.

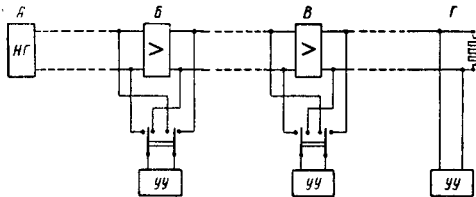
В качестве указателей уровней УУ применяют обычно ламповые вольтметры, шкалы которых градуируют в неперах.

Входное сопротивление УУ делают как высокоомным, с таким расчётом, чтобы вклю-

чение приборов в цепь не меняло режима передачи, так и равным 600 ом.

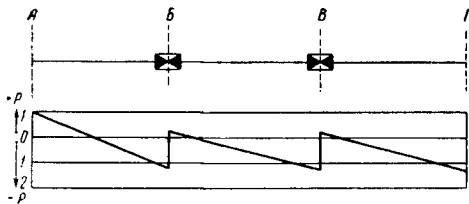
Ламповые генераторы для измерения уровней передачи часто снабжают панелью управления, которая включается между генератором и входом линии. Панель управления содержит магазин затуханий и ряд подсобных устройств, при помощи которых устанавливают необходимый выходной уровень и выполняют различную коммутацию для измерения уровней, затухания, усиления и т. п.

Схема распределения измерительных приборов УУ вдоль цепи АГ с усилителями (в пунктах Б и В) изображена на фиг. 80.



Фиг. 80. Измерение уровней передачи в цепи дальней телефонной связи.

Полученная в результате измерений примерная диаграмма уровней изображена на фиг. 81.



Фиг. 81. Диаграмма уровней передачи

Остаточное затухание измеряют, как и рабочее затухание, при нагрузке цепи на сопротивления, равные 600 ом.

Выражение для остаточного затухания при этом будет иметь вид:

$$b_r = - \lg \frac{U_2}{U_1}, \quad (163)$$

где  $U_2$  — напряжение на выходе канала;

$U_1$  — напряжение, равное половине электродвижущей силы на входе в канал.

Вводя в выражение (163) вместо напряжений уровни, а также принимая во внимание, что на входе цепи включён нормальный генератор, получим:

$$b_r = - p_2. \quad (164)$$

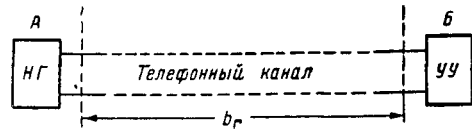
Из выражения (164) видно, что остаточное затухание канала определяют как абсолютный уровень по напряжению, взятый с обратным знаком.

Принцип измерения остаточного затухания канала изображён на фиг. 82; здесь, на входе

канала, включён нормальный генератор, а на выходе — указатель уровня.

Для каждого канала обычно снимается кривая остаточного затухания во всём рабочем диапазоне частот.

Большое распространение на практике получили приборы, так называемые неперметры, содержащие как генератор, так и указатель затухания.



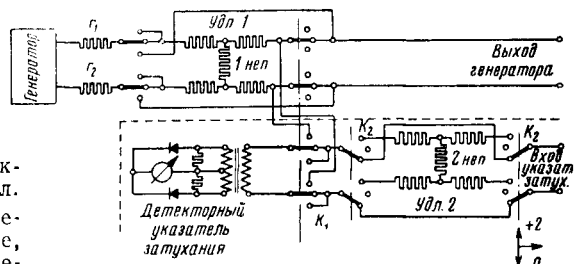
Фиг. 82. Схема измерения остаточного затухания

Примерная схема неперметра дана на фиг. 83. На выходе генератора, дающего обычно одну частоту 800 гц, включены сопротивления  $r_1$  и  $r_2$ , обеспечивающие выходное сопротивление 600 ом.

Генератор без удлинителя (Удл. 1) даёт на выходе мощность с уровнем  $+1 \text{ nep}$ , а при включении удлинителя (имеющего характеристическое сопротивление 600 ом) — мощность с нулевым абсолютным уровнем. Проверку выходного уровня генератора выполняют (переводя ключ  $K_1$ ) указателем затухания, который обычно представляет собой детекторный вольтметр, осуществлённый по трансформаторной двухполупериодной схеме и имеющий входное сопротивление 600 ом. Шкала вольтметра проградуирована в непах ( $0 \div 2 \text{ nep}$ ), соответствующих абсолютным уровням по напряжению, но с обратным знаком, так как прибор имеет основным назначением измерение затухания.

Пределы измерений и отсчёты по шкале при помощи удлинителя (Удл. 2) увеличиваются на  $+2 \text{ nep}$ .

Для измерения уровней передачи и остаточного затухания иногда применяют пишущие указатели уровня передачи (скелетная схема — фиг. 84), состоящие из самостоятельных передающей и приёмной частей.

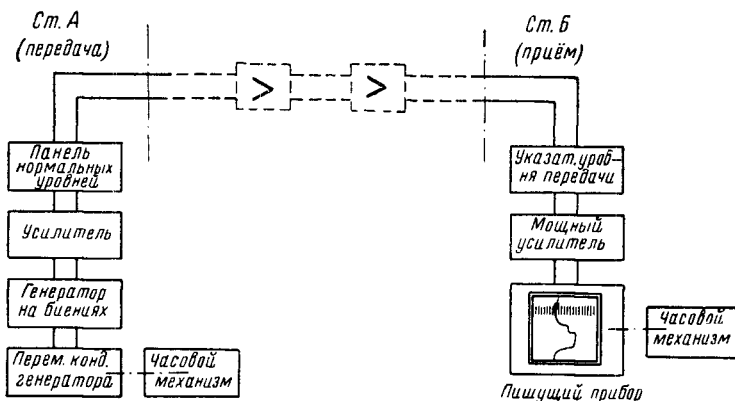


Фиг. 83. Примерная принципиальная схема неперметра

Каждая часть содержит часовой механизм, что позволяет снимать автоматически непрерывные частотные характеристики остаточного затухания и уровней передачи.

Часовые механизмы работают так, что передвижение разграфлённой бумаги в пишу-

щем приборе на приёмном конце происходит синхронно с вращением конденсатора переменной ёмкости, изменяющего частоту генератора на передающем конце.



Фиг. 84. Скелетная схема соединения приборов пишущего указателя уровня передачи

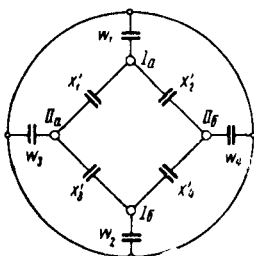
### ИЗМЕРЕНИЯ ЁМКОСТНЫХ СВЯЗЕЙ И ЁМКОСТНОЙ АСИММЕТРИИ В КАБЕЛЯХ

Нормальная работа цепей связи в междугородных и вводных кабелях, как известно, зависит от степени симметрии цепей друг по отношению к другу и по отношению к земле.

Выяснение степени симметрии цепей осуществляется путём электрических измерений как во время приёмо-сдаточных испытаний кабеля на заводах, так и в процессе монтажа кабеля (при выполнении работ по симметрированию кабелей).

Поскольку доминирующее значение для симметрии кабельных цепей имеет симметрия ёмкостная, наиболее важными в этом отношении измерениями являются измерения ёмкостных связей и ёмкостной асимметрии. Измерения производят самостоятельно для каждой кабельной четвёрки.

В каждой четвёрке необходимо принимать во внимание восемь сосредоточенных частичных ёмкостей



Фиг. 85. Схема частичных ёмкостей в кабельной четвёрке

можно представить схему распределения частичных ёмкостей в приведённом виде (фиг. 86). Коэффициенты ёмкостной связи, определяющие степень мешающего взаимодействия между цепями в четвёрке, выражают через частичные ёмкости четвёрки:

$$K_1 = (X_1 + X_4) - (X_2 + X_3); \quad (165)$$

$$K_2 = (X_1 + X_2) - (X_3 + X_4); \quad (166)$$

$$K_3 = (X_1 + X_3) - (X_2 + X_4), \quad (167)$$

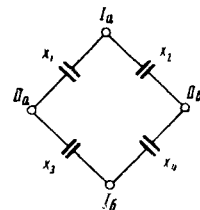
где  $K_1$  — коэффициент, обуславливающий ёмкостную связь между основными цепями I и II;

$K_2$  — коэффициент, обуславливающий ёмкостную связь между основной цепью I и искусственной цепью;

$K_3$  — коэффициент, обуславливающий ёмкостную связь между основной цепью II и искусственной цепью.

Перехода токов между цепями не будет при условии, если коэффициенты ёмкостной связи  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$  будут равны нулю. А это в свою очередь будет возможно, если будут равны нулю коэффициенты ёмкостной асимметрии цепей по отношению к земле; это ясно из тех соображений, что в значения приведённых ёмкостей  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  и  $X_4$  (фиг. 86) входят значения ёмкостей по отношению к земле  $w_1$ ,  $w_2$ ,  $w_3$  и  $w_4$  (фиг. 85).

Коэффициенты ёмкостной асимметрии цепей четвёрки по отношению к земле выражают через частичные ёмкости на землю:



Фиг. 86. Приведённая схема ёмкостей в кабельной четвёрке

$$e_1 = w_1 - w_2; \quad (168)$$

$$e_2 = w_3 - w_4; \quad (169)$$

$$e_3 = (w_1 + w_2) - (w_3 + w_4), \quad (170)$$

где  $e_1$  — коэффициент ёмкостной асимметрии первой цепи;

$e_2$  — коэффициент ёмкостной асимметрии второй цепи;

$e_3$  — коэффициент ёмкостной асимметрии искусственной цепи.

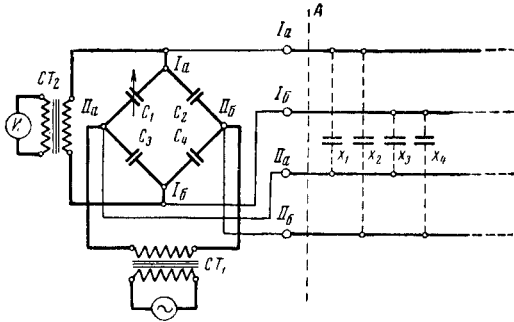
При рассмотрении ёмкостных связей между цепями смежных четвёрок оперируют коэффициентами  $K_4 \div K_{12}$ , но с точки зрения методики измерений это не имеет принципиальной разницы.

Для измерения ёмкостных связей применяют специальные мостовые компенсационные схемы, позволяющие измерять все шесть коэффициентов ( $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $e_1$ ,  $e_2$  и  $e_3$ ) путём непосредственного отсчёта.



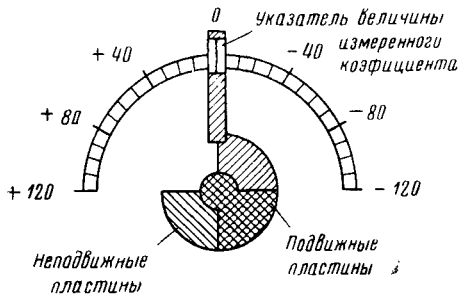
На фиг. 87 изображена принципиальная схема измерителя ёмкостных связей применительно к измерению коэффициента  $K_1$ .

В схеме моста конденсаторы  $C_2$ ,  $C_3$  и  $C_4$  являются постоянными и равными друг другу; ёмкость каждого из них обычно берут равной 120 мкмкф. Воздушный конденсатор  $C_1$  является переменным, позволяющим изменять его ёмкость в пределах от 0 до 240 мкмкф.



Фиг. 87. Принципиальная схема измерения ёмкостной связи (применительно к измерению коэффициента  $K_1$ )

Конденсатор состоит из подвижных и неподвижных пластин (фиг. 88); к подвижной части прикреплен указатель величин измеряемых коэффициентов. В середине шкалы нанесена цифра 0, причём соответствующая этой цифре ёмкость конденсатора составляет 120 мкмкф;



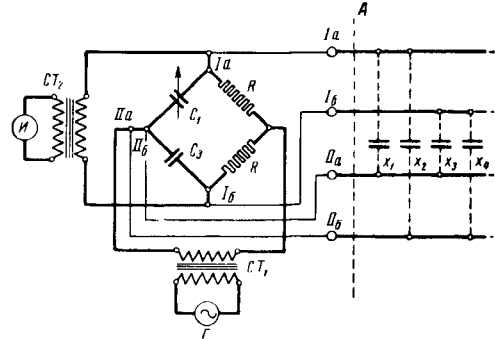
Фиг. 88. Принцип устройства переменного конденсатора в измерителях ёмкостной связи

против цифры +120, в крайнем левом положении, ёмкость конденсатора равна нулю, а в крайнем правом, против цифры 120, ёмкость равна 240 мкмкф.

В тот момент, когда жилы измеряемой четвёрки отключены от прибора и конденсатор  $C_1$  установлен в среднее положение (цифра 0, ёмкость  $C_1 = 120$  мкмкф), мост будет уравновешен. После включения жил четвёрки с коэффициентом  $K_1 = 0$  равновесие моста не нарушается. Если же к мосту будет подключена четвёрка с коэффициентом  $K_1$ , отличным от нуля, то равновесие моста может быть установлено лишь изменением ёмкости  $C_1$ , по шкале которого и производится непосредственное определение коэффициента  $K_1$  как по величине (в пределах  $+120 \div -120$  мкмкф), так и по знаку.

Если измеряемый коэффициент имеет величину больше 120 мкмкф, используют добавочный конденсатор, включаемый соответствующим образом в схему моста.

Для измерения коэффициента  $K_2$  схема фиг. 89 отличается наличием в ней двух равных балансных сопротивлений  $R$ , а также



Фиг. 89. Принципиальная схема измерения ёмкостной связи (применительно к измерению коэффициента  $K_2$ )

способом включения жил измеряемой четвёрки.

Принципиальные схемы для измерения коэффициентов  $K_3$ ,  $e_1$ ,  $e_2$  и  $e_3$  отличаются от приведенных только иными группировками частичных ёмкостей четвёрки при их подключении к мосту.

При измерениях высокочастотных кабелей кроме ёмкостных связей требуется производить также измерения индуктивных и гальванических связей, для чего применяют более сложные схемы.

### ИЗМЕРЕНИЕ МЕШАЮЩИХ ВЛИЯНИЙ В ТЕЛЕФОННЫХ ЦЕПЯХ И КАНАЛАХ

Источниками мешающих влияний в телефонных цепях, как известно, могут являться соседние телефонные и телеграфные цепи, расположенные поблизости различные линии сильного тока, атмосферные разряды, поля радиостанций и др.

Основными величинами, характеризующими влияния, являются: напряжение помех — в диапазоне низких частот, уровни помех — в диапазоне высоких частот и переходное затухание. С учётом того, что отдельные составляющие напряжения помех оказывают различное воздействие на систему телефон—ухо, установлена шкала коэффициентов относительного мешающего действия для напряжения различных частот по отношению к мешающему действию напряжения с частотой 800 гц (табл. 3).

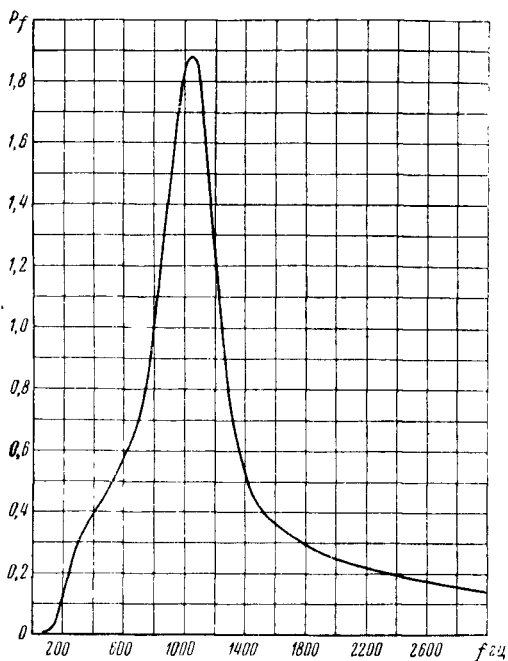
Мерой оценки результирующего действия помех в телефонной цепи (канале) является психометрическое напряжение помех  $U_b$ , которое в соответствии с его определением равно

$$U_b = \sqrt{\sum (p_f U_f)^2}, \quad (171)$$

где  $U_f$  — значения отдельных составляющих напряжения помех;  
 $p_f$  — коэффициенты относительного мешающего действия составляющих (берутся из табл. 3 или из кривой фиг. 90).

Таблица 3  
 Коэффициенты  $p_f$  относительного мешающего действия различных гармонических составляющих

Частота	Значение коэффициента	Частота	Значение коэффициента
16,7	0,000115	1 000	1,840
50	0,00248	1 050	1,880
100	0,015	1 100	1,770
150	0,046	1 200	1,260
200	0,105	1 300	0,795
300	0,300	1 500	0,419
500	0,472	1 800	0,289
700	0,705	2 200	0,225
800	1,000	2 600	0,177
900	1,405	3 000	0,141

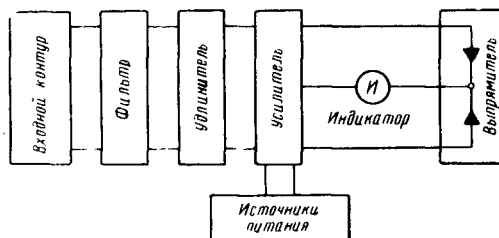


Фиг. 90. Кривая коэффициентов относительного мешающего действия различных частот

#### Измерение напряжения помех и продольной электродвижущей силы помех

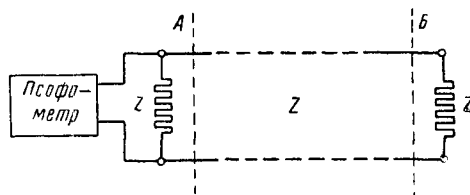
Для измерения псофометрического напряжения помех применяют приборы, называемые псофометрами. Эти приборы измеряют эффективное значение всех составляющих напряжения помех с учётом их относительного ме-

шающего действия на систему телефон—ухо. Псофометр, типовая скелетная схема которого представлена на фиг. 91, имеет следующие элементы:



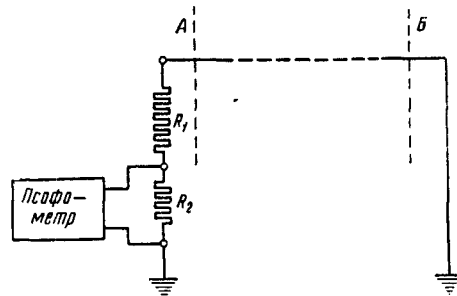
Фиг. 91. Скелетная схема псофометра

- 1) входной контур, состоящий из элементов коммутации и ряда сопротивлений;
- 2) фильтр, вносящий для составляющих напряжения помех затухание, обратно пропорциональное их мешающему действию на систему телефон—ухо;



Фиг. 92. Схема измерения напряжения помех псофометром

- 3) магазин затуханий, служащий для ограничения величины напряжения, подводимого ко входу усилителя;
- 4) усилитель, позволяющий измерять величины напряжения помех, начиная примерно с 50 мкв;
- 5) стрелочный индикатор с купроксным выпрямителем; показания индикатора соответствуют корню квадратному из суммы квад-



Фиг. 93. Схема измерения эквивалентной продольной электродвижущей силы псофометром

ратов отдельных составляющих сложной кривой напряжения помех.

Псофометр имеет входное сопротивление не менее 10 000 ом. При измерении напряжения помех при помощи псофометра телефонная цепь замыкается на обоих концах на

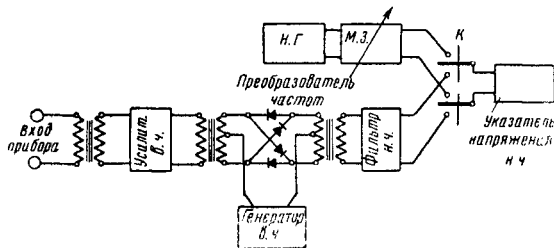
активные сопротивления  $Z$ , равные её характеристическому сопротивлению (фиг. 92).

Для измерения эквивалентной продольной электродвижущей силы в проводе телефонной цепи этот провод в пункте  $B$  заземляют (фиг. 93), а в пункте  $A$  между проводом и землёй включают потенциометр с большим сопротивлением ( $R = R_1 + R_2$ ). К части потенциометра  $R_2$  подключают псофометр, который измерит напряжение  $U$ ; после этого величина продольной электродвижущей силы  $E$  может быть определена из выражения

$$E = U \frac{R}{R_2}. \quad (172)$$

#### Измерение уровня помех в каналах высокой частоты

Измерение суммарной величины помех в диапазоне каждого высокочастотного канала производят обычно специальными приборами, которые носят название измерителей уровня помех. Типовая скелетная схема прибора такого вида изображена на фиг. 94. Принцип действия прибора состоит в том, что помехи исследуемого канала, пришедшие с линии, усиленные услителем в.ч., подаются на вход преобразователя частот; на средние точки дифференциальных трансформаторов преобразователя подаётся напряжение от вспомогательного генератора в.ч., настраиваемого на частоту, лежащую в середине рабочей полосы исследуемого канала. На выходе



Фиг. 94. Скелетная схема измерения высокочастотных помех

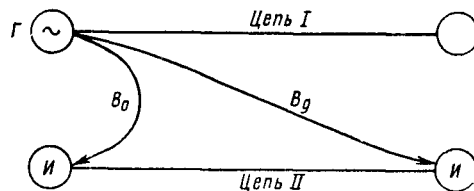
преобразователя будет получен ряд гармонических и комбинационных составляющих; из них посредством фильтра н.ч. выделяются низкочастотные (разностные) составляющие, вызывающие помеху в канале. Получаемое на выходе фильтра результирующее напряжение помех сравнивается (переводом ключа  $K$ ) при помощи указателя напряжения н.ч. с напряжением, подаваемым через магазин затуханий от нормального генератора н.ч.

Следует отметить, что данный метод не позволяет обнаружить те помехи, частота которых равна или близка к частоте вспомогательного генератора, так как очень низкие разностные частоты на выходе преобразователя частот не могут быть выявлены из-за частотных свойств дифференциальных трансформаторов и указателя напряжения н.ч. Во избежание ошибки следует сделать несколько повторных измерений при изменённых частотах вспомогательного генератора в.ч.

Приборы, основанные на данном методе, позволяют измерять уровни напряжения помех порядка  $-10 \div -12$  дБ.

#### Измерение переходного затухания между телефонными цепями

Переходное затухание характеризует степень влияния между цепями. Различают переходное затухание на ближнем конце  $B_0$  и переходное затухание на дальнем конце  $B_g$  (фиг. 95). Переходное затухание  $B_0$  представляет собой разность между уровнем полезного

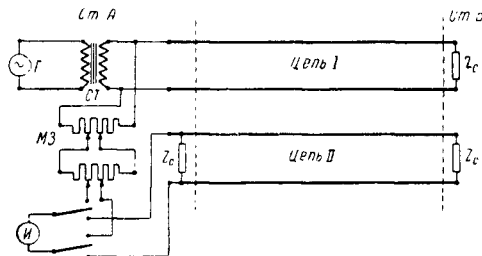


Фиг. 95. Схема, поясняющая переход токов на ближнем и дальнем концах цепей

сигнала в начале влияющей цепи (цепь I) и уровнем помех в начале цепи, подверженной влиянию (цепь II); переходное затухание  $B_g$  представляет собой разность между уровнем полезного сигнала в начале влияющей цепи (цепь I) и уровнем помех в конце цепи, подверженной влиянию.

Схемы измерения переходного затухания, приведённые ниже, имеют в виду четыре возможных случая:

- 1) переходное затухание между основными цепями на ближнем конце (фиг. 96);
- 2) то же на дальнем конце (фиг. 97);
- 3) переходное затухание между основной и искусственной цепями на ближнем конце (фиг. 98);
- 4) то же на дальнем конце (фиг. 99).



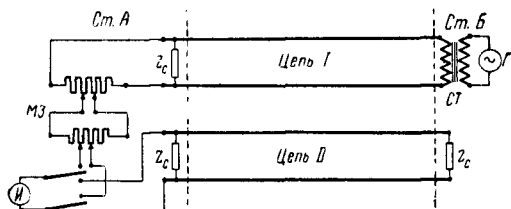
Фиг. 96. Схема измерения переходного затухания между основными цепями на ближнем конце

Измерение производят по методу сравнения. При измерении переходного затухания на ближнем конце между цепями с одинаковыми характеристическими сопротивлениями (фиг. 96) измеряемая величина  $B_0$  отсчитывается непосредственно на магазине затуханий:

$$B_0 = b_{изм}, \quad (173)$$

где  $b_{изм}$  — затухание магазина, полученное после уравнивания отклонений стрелки индикатора.

При измерении переходного затухания на дальнем конце (фиг. 97) между измеритель-



Фиг. 97. Схема измерения переходного затухания между основными цепями на дальнем конце

ным генератором и магазином затуханий включена влияющая цепь; поэтому к величине затухания магазина  $b_{изм}$  необходимо прибавлять величину собственного затухания влияющей цепи:

$$B_g = b_{изм} + \beta_1 l, \quad (174)$$

где  $\beta_1$  — километрическое затухание влияющей цепи;

$l$  — длина участка.

При измерении переходного затухания между цепями с различными характеристическими сопротивлениями, например при измерении переходного затухания между основной и искусственной цепями (фиг. 98 и 99), в результаты измерений следует вводить поправку:

$$B_0 = b_{изм} - \Delta b \quad (175)$$

и

$$B_g = b_{изм} + \beta_1 l - \Delta b, \quad (176)$$

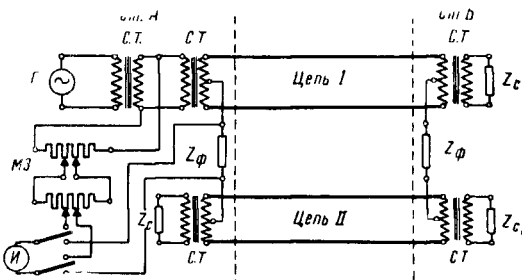
где

$$\Delta b = \frac{1}{2} \ln \left| \frac{Z_1}{Z_2} \right|. \quad (177)$$

В выражении (177)  $Z_1$  — характеристическое сопротивление влияющей цепи,  $Z_2$  — характеристическое сопротивление цепи, подверженной влиянию.

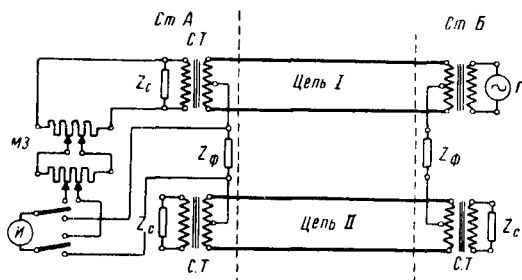
В качестве индикатора при измерении в низкочастотном диапазоне может быть исполь-

зован телефон с усилителем или гальванометр с выпрямителем; при измерении в диапазоне в. ч. между измерителем переходного за-



Фиг. 98. Схема измерения переходного затухания между основной и искусственной цепями на ближнем конце

тухания и усилителем обычно включают гетеродин—детектор, преобразующий токи в. ч. в токи н. ч.



Фиг. 99. Схема измерения переходного затухания между основной и искусственной цепями на дальнем конце

Необходимо иметь в виду, что величина переходного затухания измерительной схемы должна быть больше измеряемой величины по крайней мере на 2—2,5 *неп*.

#### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Касаткин А. С. Электрические измерения. Госэнергоиздат, М., 1946.
2. Ремиз Г. А. Радиоизмерения. Связьтехиздат, М., 1948.
3. Снарский А. А. и Чудов Б. И. Телефонно-телеграфные измерения, Связьиздат, М., 1934.
4. Соловьёв Н. Н. Измерения в проводной связи, Связьиздат, М., 1945.
5. Ширков В. Курс основных радиотехнических измерений, Связьтехиздат, М., 1940.
6. Шкурин Г. П. Справочник по электроизмерительным и радиоизмерительным приборам, Воениздат, М., 1950.
7. Шкурин Г. П. Электроизмерительные и радиоизмерительные приборы, Воениздат, М., 1948.

# ОРГАНИЗАЦИЯ ХОЗЯЙСТВА СИГНАЛИЗАЦИИ И СВЯЗИ

## СЛУЖБЫ И ДИСТАНЦИИ СИГНАЛИЗАЦИИ И СВЯЗИ

Все устройства сигнализации и связи железной дороги находятся в ведении службы сигнализации и связи; служба имеет отделы СЦБ, связи и технический, а также группы по кадрам, планированию и труду, бухгалтерии и учёту, снабжению.

Линейными хозяйственными единицами службы сигнализации и связи являются дистанции сигнализации и связи, каждая из которых обслуживает устройства на определённом участке дороги. Дистанции подразделяются на: а) объединённые, обслуживающие устройства СЦБ и связи (большинство), б) дистанции, обслуживающие только устройства СЦБ на оснащённых техникой участках в крупных узлах, и в) дистанции, обслуживающие только устройства связи, главным образом при управлениях дорог. Примерные схемы структуры дистанций показаны на фиг. 1, 2 и 3.

Дистанции в зависимости от сложности обслуживаемых устройств, оснащённости техникой и других условий разделяются на дистанции I, II и III разрядов.

Средняя протяжённость дистанций колеблется в пределах от 100 до 250 км и зависит от характера участка и его оснащённости устройствами СЦБ и связи.

Дистанция делится на цехи и участки старших электромехаников; цехи — на рабочие участки, а участки старших электромехаников на околотки.

Околотком называется участок, обслуживаемый электромехаником и 1—2 монтажниками или рабочими. 4—5 однотипных околотков составляют участок старшего электромеханика.

Рабочим участком называется участок электромеханика, участвующего в сменном дежурстве. Несколько таких участков составляют цех, обслуживающий цельный объект СЦБ или связи (например электрическая централизация, автоматическая телефонная станция и т. д.).

Виды околотков: а) линейный СЦБ и связи, б) линейный СЦБ, в) линейный связи, г) автоблокировки, д) механической централизации, е) электрической централизации (на малых станциях), ж) диспетчерской централизации, з) станционной связи, и) внутристанционной радиосвязи и к) радиовещания.

Виды цехов: а) электрической централизации (Э/Ц), б) механической централизации (М/Ц), в) диспетчерской централизации (центрального поста), г) автостопа и локомотивной сигнализации, д) телеграфно-телефонных станций (при отделениях дорог и на крупных станциях), е) линейно-аппаратного зала (ЛАЗ), ж) избирательной связи, з) автоматических телефонных станций (АТС), и) ручных телефонных станций (РТС), к) телеграфа, л) поездной радиосвязи, м) внутристанционной радиосвязи, н) радиовещания (радиоузел) и о) поездного радиовещания.

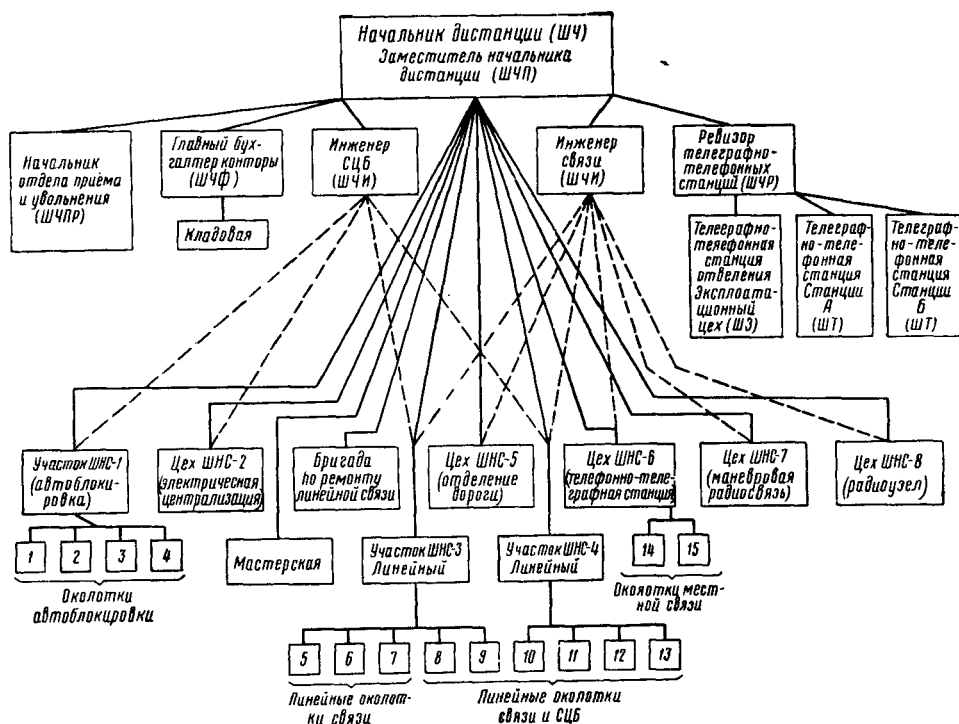
В зависимости от территориального расположения устройств и объёма работы могут быть объединённые цехи, например, цех ЛАЗ, избирательной связи и РТС, цех радиовещания и радиосвязи и т. д.

Электромеханик околотка или рабочего участка несёт полную ответственность за исправность устройств на своём околотке (рабочем участке) и обязан выполнять на нём все работы по текущему содержанию устройств.

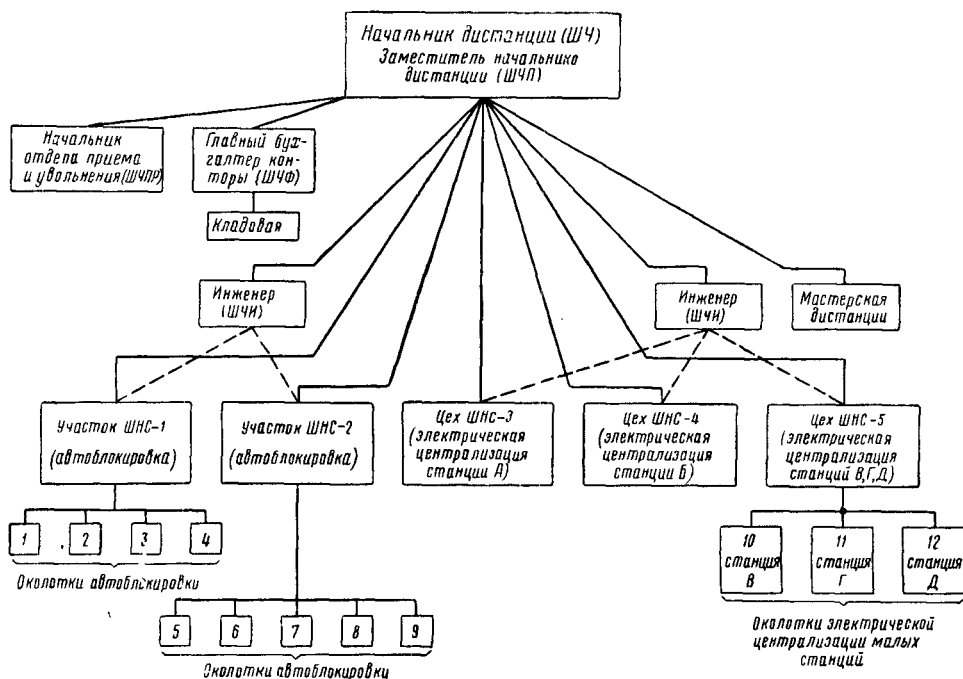
В текущее содержание входит периодическая проверка состояния всех устройств в соответствии с установленной периодичностью для различных устройств, с регулировкой, чисткой и смазкой их, устранение замеченных и предупреждение возникающих неисправностей.

Периодичность работ по текущему содержанию устанавливается на основании принятого инструкциями технологического процесса содержания устройств (Инструкции электромеханикам СЦБ, связи и радио). Для каждого вида работ по текущему содержанию устанавливается норма времени (см. «Положение об организации труда и нормах времени по текущему содержанию устройств СЦБ и связи»).

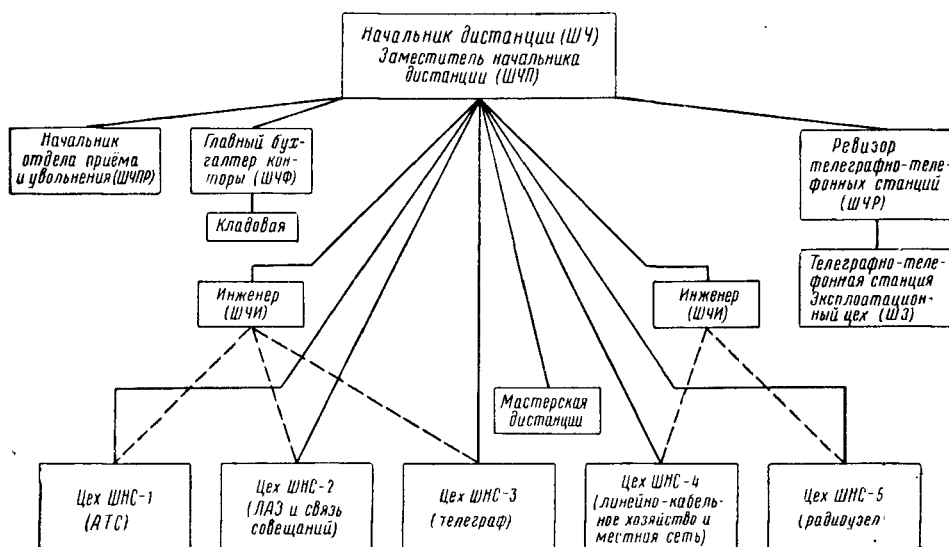
Размер околотков и его штат рассчитывают, исходя из установленной периодичности обслуживания, норм времени и оснащённости околотка устройствами СЦБ и связи. Общемесячная выработка каждого работника околотка, определённая с учётом потерь времени на проезды, участие в комиссиях, выезды в дистанцию и т. д., должна, как правило, равняться 200 час. В зависимости от размера околотка штат его может состоять из одного, двух и трёх человек и в том числе электромеханика, монтажника и старшего рабочего.



Фиг. 1. Примерная схема структуры объединённой дистанции сигнализации и связи



Фиг. 2. Примерная схема структуры дистанции СЦБ



Фиг. 3. Примерная схема структуры дистанции связи при управлении дороги

Средние размеры некоторых типов околотов приведены в табл. 1. На штат околотов возлагается текущее содержание устройств. Капитальный и средний ремонт устройств производят, как правило, специально выделенным штатом. Капитальный ремонт легко снимаемых приборов и аппаратов производят обычно в дорожных или дистанционных мастерских. Капитальный и средний ремонт линии связи, капитальный ремонт семафоров и других неснимаемых устройств производят на месте ремонтными бригадами.

Для выполнения трудоёмких работ по текущему содержанию и ремонту воздушных линий связи и автоблокировки на дистанции создаётся бригада по текущему ремонту. Она же является аварийно-восстановительной бригадой дистанции.

Таблица 1

Размеры околотов

Наименование околотка	Размер околотка	Штат
Линейный СЦБ и связи: при воздушной линии более 24 проводов . . . . .	20 км	1 электро- механик, 1—2 монтера или старших рабочих
при воздушной линии от 17 до 24 проводов . . . . .	30 »	
при воздушной линии от 8 до 16 проводов . . . . .	40 »	
при воздушной линии до 8 проводов . . . . .	60 »	
Автоблокировки при од- ной станции . . . . .	10—15 км	1 электро- механик, 1 монтер
Механической центра- лизации . . . . .	30 стре- лок	1 электро- механик, 2 монтера
Электрической центра- лизации . . . . .	15 стре- лок	1 электро- механик, 1 монтер

## ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ДИСТАНЦИИ СИГНАЛИЗАЦИИ И СВЯЗИ

Решающее значение для успешной эксплуатации работы имеет правильная организация труда электромеханика на каждом околотке и дистанции в целом. Исправное действие устройств обеспечивается строгим соблюдением графика технологического процесса обслуживания.

Для каждого околотка или цеха в целом составляют два графика работ на основе действующих норм времени и периодичности эксплуатационного текущего обслуживания основных устройств.

Месячный график содержит перечень работ текущего обслуживания, выполняемых не реже одного раза в месяц, периодичность этих работ в течение месяца и исполнителя (электромеханик или монтер). Он составляется по приведённой ниже форме (см. стр. 964).

Годовой график содержит в основном тот же перечень данных, что и месячный график, но для работ, выполняемых реже, чем один раз в месяц, составляется по приведённой ниже форме (см. стр. 964).

Все работы в графиках группируются по периодичности выполнения. В месячном графике вначале помещают работы, требующие ежедневного выполнения, затем один раз в два дня и т. д. В годовом графике вначале помещаются работы, выполняемые ежемесячно, затем один раз в два месяца и т. д.

Графики должны охватывать все устройства, имеющиеся на околотке или в цехе. Приведённые формы графиков в зависимости от характера устройств и их территориального расположения могут в значительной степени меняться, но при этом должны давать электромеханику и монтеру чёткое указание, когда, где и какую работу по теку-

Утверждаю: ШЧ (подпись)

**Ежемесячный график**  
**технологического процесса обслуживания устройств СЦБ и связи** ..... ж. д.  
**околотка** ..... дистанции сигнализации и связи

№ по пор.	№ параграфов технологического процесса	Наименование работ	Измеритель	Периодичность обслуживания	Кто выполняет	Количество объектов	Дата выполнения работ				
							1	2	3	29	30
1	2	3	4	5	6	7	(числа месяца)				

Составил: ШНС (подпись)

Утверждаю: ШЧ (подпись)

**Годовой график**  
**технологического процесса обслуживания устройств СЦБ и связи** ..... ж. д.  
**околотка** ..... дистанции сигнализации и связи

№ по пор.	№ параграфов технологического процесса	Наименование работ	Измеритель	Периодичность	Количество объектов	Январь	Февраль	Март	Апрель	И т. д.
1	2	3	4	5	6					

Составил: ШНС (подпись)

шему содержанию устройств он должен выполнять.

Для точного контроля выполнения технологического процесса по содержанию устройств СЦБ и связи на каждом околотке ведётся журнал учёта выполнения работ, в который заносится дата проведения работы, наименование выполненных работ и прочие необходимые сведения (в примечании).

Журналы учёта выполнения работ заполняют ежедневно по окончании рабочего дня. В них записывают данные о проверке и состоянии устройств и о замеченных старшими работниками дистанции или другими инспектирующими лицами недостатках в содержании приборов.

Качество выполнения работ по графикам технологического процесса обслуживания устройств СЦБ и связи по каждому рабочему участку и состоянию устройств контролируется ежедневно старшим электромехаником цеха или участка. Результаты проверки электромеханик записывает в журнал учёта выполнения работ.

Начальник дистанции (его заместитель или инженер дистанции) один раз в месяц проверяет состояние устройств СЦБ по всем околоткам.

В целях особо тщательной проверки состояния устройств под руководством начальника дистанции (его заместителя или инженера дистанции) один раз в год производится сплошная подробная проверка (ревизия) состояния всех устройств СЦБ и связи.

Один раз в неделю старший электромеханик проводит техническое занятие с электромеханиками и монтажниками по изучению или повторению ПТЭ, инструкции по безопасности, должностных инструкций и т. п.

Один раз в неделю начальник дистанции проводит со старшими электромеханиками разбор отдельных технических вопросов, изучение приказов, правил и инструкций и делает анализ работы за неделю.

Непременным и одним из наиболее важных элементов эксплуатации устройств СЦБ и связи считается постоянное их усовершенствование, модернизация. На основе рационализаторских предложений и опыта работа по улучшению устройств ведётся непрерывно на протяжении всего времени эксплуатации.

К элементам усовершенствования и модернизации относятся: переделка кабельных муфт, перемонтаж приборов, замена устаревших конструкций новыми, приведение устройств к отличному состоянию.

Важным элементом в обеспечении хорошей эксплуатации устройств СЦБ является организация социалистического соревнования между околотками по обеспечению бесперебойного действия устройств СЦБ.

Обычно в число показателей социалистического соревнования включают: обеспечение бесперебойного действия устройств, хорошее содержание рабочего участка, строгое выполнение технологического процесса, своевременное выполнение ремонтных



работ, производительность труда, соблюдение трудовой дисциплины и т. д.

Производительность труда электромеханика или монтера подсчитывают следующим образом: выполнение работ, не входящих в технологический процесс обслуживания, записывается старшим электромехаником отдельно, с указанием объема и человеко-часов, полагающихся на эту работу. Человеко-часы определяются по справочнику укрупненных сметных норм, а также на основе практического нормирования. Производительность труда работника за месяц определяется отношением его фактической выработки в человеко-часах к норме выработки.

Электромеханик или монтер при выполнении технологического процесса обслуживания участка на 100% и дополнительно выполнивший на какую-то сумму работы, не входящие в технологический процесс, получает 100% за всю выработку по технологическому процессу плюс соответствующий процент за дополнительные работы.

Под выполнением технологического процесса обслуживания устройств на 100% понимается: а) исправное действие устройств СЦБ, б) отличная или хорошая оценка состояния устройств, даваемая старшим электромехаником, и в) полное выполнение работ, намеченных графиком технологического процесса. Выполнение работ сверх эксплуатационного обслуживания разрешается только работникам, обеспечивающим бесперебойное действие устройств СЦБ.

Передовые методы в работе электромехаников и монтеров направлены на обеспечение четкой работы устройств, их отличное состояние, выполнение своими силами новых и ремонтных работ, т. е. повышение производительности труда, папавинско-лунинский уход за обслуживаемыми устройствами.

Для непосредственной работы по передаче-приему телеграмм и соединению абонентов на телефонных станциях служит эксплуатационный штат телеграфно-телефонных станций дистанции. Эксплуатационный штат телеграфных станций состоит из телеграфистов Бодо, телеграфистов Морзе и телеграфистов, а также вспомогательного штата экспедиторов, машинисток и доставщиков телеграмм. Во главе смены телеграфа стоит старший телеграфист. Телеграфные станции при управлениях и отделениях железных дорог возглавляются начальниками. Руководство всей эксплуатационной работой телеграфно-телефонных станций дистанции возлагается на ревизора телеграфа, являющегося помощником начальника дистанции по эксплуатационной работе.

Нормы производительности труда для телеграфистов установлены следующие:

а) отдельный телеграфист назначается на передающий крат аппарата Бодо при кругло-суточной среднечасовой нагрузке в 100 десятисловных телеграмм;

б) при обслуживании телеграфистом одного передающего и одного приемного крат Бодо норма 150 десятисловных телеграмм в час;

в) при обслуживании телеграфистом двух

приемных крат Бодо норма 220 десятисловных телеграмм в час;

г) при обслуживании аппарата Морзе на прямых и циркулярных проводах — 60 десятисловных телеграмм в час;

д) то же, на постанционных — 50 десятисловных телеграмм в час.

Основная задача телеграфистов — быстрая передача и прием телеграмм без ошибок и брака. Время прохождения телеграмм через станцию является основным показателем работы как отдельных телеграфистов, так и смены в целом.

Передовые методы в работе телеграфистов направлены в первую очередь на качественные и быстрые передачу и прием телеграмм, уменьшение штата путем совмещения одним телеграфистом работы на нескольких аппаратах и повышение производительности труда.

Эксплуатационный штат телефонных станций состоит из телефонисток местных и междугородных станций. Задачей телефонисток местных телефонных станций (ручных — РТС) является быстрый и четкий ответ абоненту и быстрое соединение с просимым номером. На одну телефонистку возлагается обслуживание коммутатора с количеством включенных абонентов от 80 до 100. Время соединения двух абонентов должно быть не более 6 сек. Основной задачей телефонисток междугородных телефонных станций является полное использование междугородных линий, работающих по заказной системе, не допуская ни секунды их простоя. Для этого применяют групповую передачу заказов на переговоры и предварительную подготовку абонентов. На одну телефонистку возлагается обслуживание четырех междугородных линий или шести линий постанционной или линейно-путевой связи. Время организации одного переговора не должно быть более 40 сек. На телефонных станциях при 8 и более междугородных линиях выделяется стол для приема заказов на переговоры.

Передовые методы работы телефонисток направлены в первую очередь на быстрое и четкое соединение абонентов, а для телефонисток междугородных станций, кроме того, повышение использования междугородных линий. Использование линий характеризуется коэффициентом их использования, равным отношению времени переговоров абонентов по линии к полному времени ее работы. Передовые телефонистки довели коэффициенты использования линий до 94—95%.

Помимо дистанций сигнализации и связи в состав службы входят, подчиняясь непосредственно службе, дорожные электротехнические ремонтные мастерские и дорожные лаборатории сигнализации и связи. На некоторых дорогах существуют вместо мастерских электротехнические ремонтные заводы.

Дорожные электротехнические ремонтные мастерские служат главным образом для ремонта аппаратуры и приборов СЦБ и связи в первую очередь таких, как реле, трансформаторы, выпрямители, телефонные аппараты и коммутаторы, телеграфные аппараты, блокировочные аппараты и т. д. Помимо

ремонтных работ дорожным мастерским поручается выполнение отдельных заказов службы и дистанций, связанных с работами капитального строительства и переустройства. Ряд дорожных мастерских и также все дорожные заводы помимо ремонтной продукции выпускают также новые изделия, поставляя их для всей сети железных дорог в соответствии с планом централизованных заказов МПС. Штат дорожных мастерских зависит от объема работы и различен для различных дорог, находясь в пределах от 50 до 150 человек. Штат дорожных заводов доходит до 300—400 человек.

Дорожные лаборатории сигнализации и связи служат для проведения необходимых сложных измерений, испытаний и исследований как в действующих устройствах, так и при новом строительстве. Они оказывают помощь дистанциям и дорожным мастерским в решении сложных технических вопросов, требующих измерений и исследований, а также контролируют техническое содержание наиболее сложных устройств СЦБ и связи. Штат дорожной лаборатории состоит из 9—11 инженеров и техников во главе с начальником лаборатории. Лаборатория снабжается необходимой измерительно-испытательной аппаратурой и имеет передвижной вагон-лабораторию и небольшую монтажно-механическую мастерскую.

## ВИДЫ И ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРОК УСТРОЙСТВ СЦБ И СВЯЗИ

При периодической проверке устройств обслуживающий персонал не только производит контрольные измерения электрических данных, основных размеров конструкций, но и соответственно их регулирует. При контрольных измерениях и регулировках обслуживающий персонал руководствуется главнейшими данными, приведенными в инструкциях электромеханикам СЦБ, связи и радио и в соответствующих главах настоящего справочника.

Вопросы содержания устройств связи см. в соответствующих пунктах раздела «Связь» настоящего тома.

Виды и периодичность проверки устройств СЦБ указаны в табл. 2, а периодичность осмотра устройств связи см. в соответствующих главах раздела «Связь».

Таблица 2  
Сроки проверки устройств СЦБ

Наименование устройств и производимых работ	Периодичность работ
<b>Светофоры</b>	
Дневная проверка видимости светофоров с локомотива . . . . .	Один раз в декаду
Проверка видимости всех станционных светофоров при комиссионном осмотре	Один раз в месяц
Замена светофорных ламп на светофорах и проверка горения красной лампы с проверкой и чисткой головки и линзового комплекта	Один раз в 40 дней

Продолжение табл. 2

Наименование устройств и производимых работ	Периодичность работ
Измерение напряжения на лампах светофоров при нормальном и аварийном режимах питания . . . . .	Два раза в год
Проверка наводки светофоров при помощи визирной трубки . . . . .	Один раз в год
Проверка внутренней части индикаторного ящика с креплением всех контактов и наружной чисткой стекол и линз индикатора	Один раз в месяц
Внутренняя чистка ячеек индикатора с изъятием ламп и проверкой патронов . . . . .	Один раз в год
Проверка сигнализации индикатора путём открытия сигнала по всем маршрутам . . . . .	Два раза в год
Окраска светофоров . . . . .	Один раз в год
<b>Семафоры</b>	
Проверка ночной видимости семафоров . . . . .	Три раза в месяц
Проверка дневной видимости семафоров комиссионным порядком . . . . .	Один раз в месяц
Проверка работы семафора с опробованием его на открытие и закрытие . . . . .	Три раза в месяц
Осмотр линий гибкой передачи и лебёдок со вскрытием ящиков поворотных шкивов и желобов . . . . .	Один раз в месяц
Проверка и ремонт оборудования семафора и линии гибкой передачи . . . . .	Один раз в год
Окраска семафоров и паск линий гибкой передачи	То же
Капитальный ремонт семафоров, компенсаторов, лебёдок и линий гибкой передачи . . . . .	По мере надобности
Опробование линий гибкой передачи семафора на обрыв . . . . .	Один раз в год и после капитального ремонта
Проверка работы электрозаводного механизма диска со вскрытием . . . . .	Три раза в месяц
Проверка работы электрозаводного механизма с полной разборкой . . . . .	Один раз в год
Проверка сцепляющего механизма с полиой разборкой, чисткой, смазкой и т. д. . . . .	То же
<b>Стрелки электрической централизации</b>	
Наружная проверка централизованных стрелок, исправности тяг, креплений, закруток болтов и т. д. . . . .	Ежедневно
Проверка замыкателя, тяг, гарнитур и плотности прижатия острых к рамным рельсам посредством закладки . . . . .	Один раз в 7 дней
Наружная чистка привода, гарнитур, тяг и замыкателя . . . . .	По мере надобности, но не реже одного раза в месяц
Внутренняя проверка электропривода с переводом стрелок . . . . .	Два раза в месяц

Продолжение табл. 2

Наименование устройств и производимых работ	Периодичность работ
Проверка силы тока при нормальной работе привода и при работе его на фрикцию . . . . .	Один раз в месяц
Полная разборка электропривода и замыкателя с чисткой, смазкой и заменой износившихся частей .	Один раз в год
Капитальный ремонт приводозамыкателя . . . . .	По мере надобности
<i>Стрелки механической централизации</i>	
Наружный осмотр стрелок, исправности тяг, креплений, закруток болтов и плотности прилегания остряка к рамному рельсу . . . . .	Ежедневно
Проверка состояния приводозамыкателя, тяг и гарнитур. Проверка плотности прижатия остряков к рамным рельсам посредством закладки . . . . .	Один раз в 7 дней
Проверка приводозамыкателя со снятием кожуха и переводом стрелки . . . .	Два раза в месяц
Осмотр линий гибкой передачи со вскрытием всех люков, поворотных шкивов и желобов . . . . .	Один раз в месяц
Полная проверка и текущий ремонт оборудования	Один раз в год
Опробование стрелки на обрыв гибких тяг . . . . .	Один раз в год и после капитального ремонта
<i>Контрольные замки на стрелках</i>	
Проверка действия замка и испытание на плотность прижатия остряка . . . . .	Два раза в месяц
Разборка, чистка и смазка контрольного замка . .	Один раз в месяц
<i>Рельсовые цепи</i>	
Проверка рельсовых цепей . . . . .	Три раза в месяц
Измерение напряжения на путевых реле . . . . .	Два раза в месяц
Проверка рельсовых цепей на шунтовую чувствительность . . . . .	Один раз в месяц
То же, разветвленных рельсовых цепей . . . . .	Один раз в 10 дней
Проверка правильности чередования полярностей рельсовых цепей . . . . .	Два раза в год
Внутренняя проверка кабельных стоек и путевых коробок . . . . .	Один раз в месяц
Проверка путевых дросселей . . . . .	Один раз в год
<i>Аппарат электрической централизации</i>	
Проверка стрелочного коммутатора без разборки	Один раз в месяц
Разборка, чистка и регулировка стрелочного коммутатора . . . . .	Один раз в год
Проверка правильности включения схемы стрелки и её защитной части . .	Два раза в год
Проверка маршрутно-сигнального коммутатора без разборки . . . . .	Один раз в месяц

Продолжение табл. 2

Наименование устройств и производимых работ	Периодичность работ
Разборка, чистка и регулировка маршрутно-сигнального коммутатора . .	Один раз в год
Проверка ящика зависимости ЭЦ по таблице замыканий . . . . .	Один раз в 6 месяцев
Разборка ящика зависимости ЭЦ . . . . .	Один раз в год
<i>Сигнальный рычаг</i>	
Проверка, чистка и смазка сигнального рычага . .	Один раз в месяц
Разборка сигнального рычага и переменного замыкания . . . . .	Один раз в год
<i>Стрелочный рычаг</i>	
Проверка, чистка и смазка стрелочного рычага . .	Один раз в месяц
Разборка и проверка стрелочного рычага . . . .	Один раз в год
Опробование рычага на взрез . . . . .	Один раз в месяц
<i>Блок-аппарат</i>	
Проверка, регулировка и чистка блок-механизмов	Три раза в месяц
Чистка индуктора, pedalных замычек, кнопок и звонков . . . . .	Один раз в месяц
Разборка блок-механизма . . . . .	Один раз в год
<i>Ящик зависимости распределительного и исполнительного аппаратов механической централизации</i>	
Проверка ящика зависимости по таблице замыканий . . . . .	Один раз в 6 месяцев
Разборка, проверка и чистка ящика зависимости	Один раз в год
<i>Сигнальные централизаторы</i>	
Проверка и чистка сигнального централизатора .	Один раз в месяц
<i>Стрелочные централизаторы</i>	
Проверка и чистка стрелочного централизатора .	Один раз в месяц
<i>Электрожелезловая система</i>	
Вскрытие железного аппарата, индуктора и переключателя, их проверка и чистка . . . . .	Два раза в месяц
Проверка железного аппарата с разборкой . . . .	Один раз в год
<i>Реле и выпрямители</i>	
Наружная проверка реле, трансформаторов и выпрямителей . . . . .	Два раза в месяц
Чистка приборов . . . . .	По мере надобности
Лабораторная проверка реле . . . . .	Один раз в 3 года
Проверка реле открытого типа на месте . . . . .	Один раз в год
Проверка напряжения выпрямленного тока выпрямителей . . . . .	Один раз в месяц
Проверка обратного тока выпрямителей . . . . .	Два раза в год

Продолжение табл. 2

Наименование устройств и производимых работ	Периодичность работ
<b>Аккумуляторы</b>	
Проверка аккумуляторов в батарейном колодце . . .	Два раза в месяц
Проверка плотности электролита . . . . .	Один раз в месяц
Тренировочный разряд аккумуляторов автоблокировки . . . . .	Два раза в год
Проверка состояния стационарных аккумуляторов . . . . .	Один раз в 10 дней
Перезаряд аккумуляторных батарей . . . . .	Два раза в год
Проверка фактической ёмкости аккумуляторов . . . . .	Один раз в год
Испытание сопротивления изоляции аккумуляторных батарей . . . . .	То же
<b>Кабельная сеть</b>	
Проверка кабельных разветвительных муфт и стрелочных розеток . . . . .	Один раз в год
Осмотр высоковольтных кабельных муфт . . . . .	Один раз в год
Измерение сопротивления изоляции сигнальных кабелей . . . . .	Один раз в 3 года
Испытание высоковольтного кабеля кенотроном . . . . .	Один раз в год
Проверка изоляции монтажа . . . . .	Два раза в год
Проверка трассы кабелей	Один раз в месяц

Продолжение табл. 2

Наименование устройств и производимых работ	Периодичность работ
<b>Высоковольтная линия</b>	
Осмотр высоковольтной линии . . . . .	Два раза в месяц
Ревизия высоковольтной и сигнальной линий . . . . .	Один раз в год
Измерение сопротивлений заземлений . . . . .	То же
Ревизия питающих пунктов . . . . .	Два раза в год
Испытание на пробой трансформаторного масла	Один раз в год
<b>Автостопы и локомотивная сигнализация</b>	
Наружный осмотр исправности путевых индукторов	Два раза в месяц
Проверка путевых индукторов индуктомером с измерением сопротивления изоляции обмоток . . . . .	Один раз в месяц
Проверка путевых индукторов передвижной установкой . . . . .	Один раз в месяц
Проверка работы локомотивной сигнализации одновременно с проверкой видимости сигналов . . . . .	Один раз в 10 дней
Проверка ламповых генераторов точечного автостопа на испытательной станции . . . . .	Один раз в 3 месяца
То же дешифраторов и усилителей локомотивной сигнализации . . . . .	То же

# АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ



При пользовании настоящим указателем следует иметь в виду, что каждое название упоминается один раз и, как правило, не повторяется в перестановке слов.

В указателе упоминается вначале (за редкими исключениями) основное слово, а потом его [определение, например, «Блокировка автоматическая».

В большинстве случаев, когда формула, способ, метод и пр. носят название по фамилии учёного, инженера, стахановца, в указателе приводится лишь фамилия учёного, инженера, стахановца (без сопровождающего слова), например, «Трегер Д. С.», а не «Электрожелезная система Д. С. Трегера».

## А

Автоблокировка кодовая 401  
— с полярным кодом 403  
— с частотным кодом 401  
— с числовым кодом 402  
Авторегулировка скоростная 424  
Автостоп индуктивно-резонансный 407  
— механический 405  
— точечной системы 405  
Автотрансформатор 24, 528  
— согласовывающий 24, 252  
Азбука Бодо 581  
— Морзе 580  
Азбукин П. А. 584, 714  
Аккумуляторы автоблокировки 526  
— кислотные 896  
— устройств электрической централизации 528  
— щелочные 897  
Акульшин П. К. 602  
Алексеев Н. Ф. 802  
Алехин К. А. 682  
Амарантов В. Н. 715  
Андреев Д. М. 776  
Анод электронной лампы 796  
Антенна 818, 819, 822  
Аппарат жезловой 248, 249, 252  
— постовой (централизации) 323  
— стартостопный 590  
— телеграфный 576  
— Бодо 581  
— Морзе 578  
— телефонный 622  
— — переносный 626

Аппарат телефонный переносный с индуктивным вызовом 626  
— — — с фоническим вызовом 626  
— — — универсальный 627  
— управления на станциях 399  
— централизационный 449  
Аппаратура вспомогательная 777  
— высокочастотного телефонирования 735, 740, 746, 749, 751, 752  
— измерительная 781  
— коммутационная 776  
— многократного уплотнения 777  
— подстанций электрических 518  
— специальных видов железнодорожной связи 777  
— усилительная 777  
Арматура воздушных линий 43  
Аронович Б. И. 229  
Асимметрия ёмкостная 209

## Б

Баев Н. А. 776  
Бандаж 113  
Барретер 804  
Берг А. И. 794  
Бердичевский-Апостолов С. М. 622  
Бленкеры 631  
Блокировка автоматическая 377

Блокировка автоматическая двузвучная 390  
— — двусторонняя 382  
— — кодовая 401  
— —, оборудование 398  
— — односторонняя 380, 381  
— — — (двухпутная) 264  
— —, питание 380, 381  
— —, проектирование 396  
— — путевая 380  
— — станционная 391  
— —, устройство 378  
— —, увязка со станциями при ключевой зависимости 392  
— — — —, имеющими механическую централизацию, 396  
— — путевая 255  
— — станционная 312, 322  
— — полуавтоматическая 255  
— — двухпутно-однопутная 270  
— — двухочковая двусторонняя (однопутная) 268  
— — — однопутная с «встречным согласием» 269  
— — — однопутная с «встречным согласием» 273  
— — перегонная 255  
— — релейная однопутная 270  
— — — двухпутная 272  
— — четырёхочковая двусторонняя (однопутная) 266  
Блокннг-генератор 862  
Блок комбинированный для подвески кабеля 136

Блок-механизм полуавто-  
матической блокировки  
256

Блок-пост 265

Богущ И. М. 682

Бодо 581

Бокс 45

Болты 22

Бонч-Бруевич М. А. 794,  
862

Борисов Д. П. 228

Бородзюк Г. Г. 715

Брылеев А. М. 228, 229,  
382

Будки кабельные 58

Бутлеги 367

## В

Вахнии М. И. 228, 229, 306

Введеиский Б. А. 794, 824

Вводы проводов 92

Вентиль электромагнитный  
413

Взаимодействие между  
маршрутными и сигналь-  
ной рукоятками и блок-  
механизмом 287

Взаимозамыкание стрелок  
и сигналов 315

Взаимоиндукция 176, 177

Виды связи 539

— телеграфной связи 571

Влияние контактной сети  
172, 179

— линий электропередачи  
172, 189

— мешающее линий силь-  
ного тока 169

— опасное линий сильного  
тока 169

Волоцкой А. Н. 682, 772

Воронки концевые 149

Востоков М. Н. 715

Время оперативное теле-  
фонистов 786

— срабатывания реле 334

Выбиратели направлений  
773

Вызов избирательный 684

— тональный 720

Выключатели масляные 514,  
520, 521

Вылеты углов линий 109,  
110, 111

Выпрямители 334, 358, 359,  
361

— газотронные 905

— кенотронные 905

— ртутные 901

— сухие 902

— тиратронные 905

Выпрямление 804

Выравнивание рабочих ём-  
костей кабельных цепей  
215

— сопротивлений жил 215

Выравниватели 566

Вязка проводов на изоля-  
торах 123

## Г

Габариты воздушных линий  
105

— проводов и опор линий  
связи 106

— — — высоковольтно-  
сигнальных линий авто-  
блокировки 108

Газотрон 803, 904

Гальванические элементы

мокрые 895

— — сухие 896

Гасители знаков 773

Генератор импульсов 862

— ламповый 411, 806

— пилообразного напряже-  
ния 863

Гептод 801

Гиждеу В. В. 682

Гильзы 51, 53, 56

Глухари 22

Голубицкий П. М. 622

Горбачёв М. М. 156

Гордеенко Я. Н. 228

Григоров В. А. 228, 293

Группа линейная 488

Гурин Л. П. 570

## Д

Дальность видимости све-  
тофоров 237

— телеграфной передачи  
601

Держатели для траверс 22

Детектирование частоты  
814

Дешифратор 421, 423, 585

Диаграмма уровней пере-  
дачи 756

Динамометрирование гиб-  
кой передачи 306

Диод 797, 798

Диск жезлового аппарата  
250

— предупредительный 246

— сквозного прохода 245

Длина волны распростра-  
нения по однородной ли-  
нии 543

— шагов симметрирования  
211

Дроссели стыковые 368

## Е

Евдокимов А. Е. 228

Ёмкость телефонных стан-  
ций 633

— связи 36, 38, 39

## Ж

Жезл 248, 249

Жезлы развинчивающиеся  
252

Жильцов П. Н. 229

## З

Зависимости простейшие  
между стрелками руч-  
ного управления и сиг-  
налами 280, 283

Зависимость ключевая 284

— между частотой, перио-  
дом колебаний и длиной  
волны 794

— простейшая на сигналь-  
ном замке 283

Заделка стыков труб 131

Заземление 102, 103, 104, 669

Заземлители станционные  
617

Зал коммутаторный 785

— линейно-аппаратный 776  
787, 792

Заливка чугунных муфт 142

Замок автостопа 414

— контрольный стрелоч-  
ный 275

— приводной оконечный 278

— сигнальный 280

— стрелочный электриче-  
ский 502

Замыкатель переменный  
262

Замычки 258, 259, 260, 261,  
317, 324

Запайка свинцовой муфты  
142

Запаздывание токов в ап-  
паратах Бодо 587

Затёска столбов 115, 118

Затухания переходные 191

— балансные пассивные 729

— неоднородности и несо-  
гласованности 730

— пассивные балансные 727

— усилительных участков  
732

— элементов линейной це-  
пи 726

Защита воздушных и ка-  
бельных линий 159

— кабелей от коррозии 216,  
221

— от акустических ударов  
169

— от индуктивного влия-  
ния линий сильного тока  
169

— от опасного и мешающе-  
го влияния линий силь-  
ного тока 189

— телеграфных и телефон-  
ных станций 161

— телефонных цепей от  
взаимных влияний скре-  
щивания 191

— устройств связи, проек-  
тирование 172

Защищённость взаимная

192

— от переходного затуха-  
ния 731

— — — разговора 191

Збар Н. Р. 772

Звоики телефонные 623, 624

Зовский Б. П. 772

## И

Иванов А. В. 156  
 Игнатьев А. Д. 570  
 Измерение асимметрии сопротивления проводов 927  
 — блуждающих токов 939  
 — воздушных и кабельных линий постоянным током 927  
 — — — — переменным током 934  
 — ёмкости баллистическим методом 926  
 — ёмкостных связей в кабелях 956  
 — мешающих влияний в телефонных цепях и каналах 957  
 — полных сопротивлений переменным током 944  
 — постоянным током, методы 924  
 — остаточного затухания телефонного канала 724  
 — релсовых цепей 374  
 — рабочего затухания 951  
 — сопротивлений 924, 925, 926  
 — изоляции проводов 927  
 — заземлений 937  
 — уровней передачи и остаточных затуханий 954  
 — фазовых соотношений 375  
 — четырёхполюсников 949  
 — эксплуатационное воздушных и кабельных линий постоянным током 927  
 Измеритель вылетов углов 109  
 Изоляторы 15  
 Изоляция стрелок 367  
 Ильин Н. Н. 622, 638  
 Индексы скрещивания 192  
 Индикатор световой 243  
 Индуктивность кабелей связи 550, 552  
 Индуктор жезлового аппарата 251  
 — полуавтоматической блокировки 258, 260, 261  
 Импульсная техника 861  
 Искатели 647, 773  
 Искажения в телеграфных цепях 572  
 — характеристические 572  
 Испытание выпрямителей 361  
 — контактов реле 354  
 — реле 354, 575

## К

Кабели высокочастотные 751  
 — для монтажа телефонной станции 629

Кабели контрольные 39, 40, 41  
 —, классификация 31  
 — телеграфные 600  
 — концентрические 38, 752  
 — педальные 40  
 — силовые 41  
 — с магнитодиэлектриком 553  
 — с повышенной при помощи катушек индуктивностью 550, 551  
 — телефонно-телеграфные вводные 37  
 — телефонные 31, 33, 34, 35  
 — трёхжильные с медными жилами 525  
 Кабельные массы 49, 50  
 Казаринов И. А. 889  
 Каблирование междугородной телефонной станции 787  
 Калистрон 802  
 Калищук В. В. 772  
 Камера выдержки времени 413  
 Канализация кабельная 57  
 Каналы телефонной дальней связи 786  
 — тональной частоты 717, 725, 732  
 — —, расчёт 726  
 — —, двухпроводные 731  
 — —, четырёхпроводные 732  
 — телефонные электромагнитные 626  
 Канаты 12, 14  
 Капсюли микрофонные 626  
 Карро-Эст Б. Ф. 826  
 Каскад 411, 412  
 Катод 795  
 Катушки индуктивности 46, 47, 48, 550  
 Кенотроны 904  
 Керби В. И. 570  
 Кноск кабельный 58  
 — трансформаторный 511, 513  
 Клавиатура Бодо 584  
 Клапан электропневматический 413  
 — срывной 414  
 Клемма чугунная 49  
 Ключ-жезл 252  
 Ключ Калашникова 156  
 Кнопка вызывная 258, 259, 260, 261  
 Коваленков В. И. 714  
 Код телеграфный 570  
 — контрольный 477  
 — управляющий 476  
 — электрический 488  
 Козлов Г. П. 570  
 Колодцы кабельные 57, 58, 59, 132  
 Комаров Б. С. 889  
 Комбинация индексов скрещивания 192  
 Компенсатор 306

Коммутация цепей в ЛАЗ 782  
 Коммутаторы стрелочные бленкерные 674  
 — телефонные 628, 634, 637  
 — междугородные 763, 767  
 Конденсатор 420, 421  
 — симметрирующий 49  
 Консервирование столбов 226  
 Конструкция опор 60  
 Контакты аппарата механико-электрической централизации 486  
 — — электрозашёлочной централизации 487  
 — в телеграфных аппаратах 578  
 Контактёр пусковой 345  
 Контуры балансные 721  
 — четырёхполюсные 553, 554, 555, 556  
 Коробка вводная 92  
 — кабельная 57  
 — распорядительная 45  
 Коррозия 216  
 Коэффициент ёмкостной связи 209  
 — защитного действия оболочек кабелей связи 177  
 — пропускания атмосферы 233, 234  
 Крепление вводной коробки 92  
 — проводов на изоляторах 125  
 Кронштейн 19, 48  
 Кривицкий К. А. 682  
 Крюки 15, 16, 17  
 Кузнецов А. А. 622  
 Кулешов В. Н. 934  
 Кулибин И. П. 228  
 Кунцевич А. Н. 156  
 Кусков А. А. 229  
 Кутьин И. М. 228

## Л

ЛАЗ (линейно-аппаратный зал) 776  
 Лампа комбинированная 801  
 — для сверхвысоких частот 802  
 — реостатная 578  
 — световая 237  
 — электронная 795  
 Ледорез 100  
 Лежни для опор 120  
 Ленин В. И. 794  
 Линза световая 235  
 Линии затухания искусственные 569  
 — кабельные 11, 61, 601  
 — радиосвязи 796  
 — связи 9, 11  
 — — воздушные 9, 60  
 — — биметаллические 548  
 — — медные 547  
 — — однородные 545

Линии искусственные с повышенной индуктивностью 550  
 — высоковольтно-сигнальные 9, 66  
 — связи и СЦБ объединённые 10  
 — СЦБ 51  
 — трансляционные 796, 848  
 — телефонные соединительные 638  
 Листов В. Н. 715  
 Лопата-подборка 152  
 Лыков И. Д. 228, 261  
 Лупал Н. В. 229

## М

Магнетрон 802  
 Маляров Д. Е. 802  
 Манипуляция 809  
 Маршрутно-контрольные устройства 285  
 Массы кабельные 49, 50  
 Материалы воздушных линий 12, 759  
 Матросов Ф. Г. 228  
 Мелентьев В. С. 228, 275, 276, 281, 296  
 Меттас Н. А. 826  
 Механизация линейных работ 150  
 Механизм заводной электрический 262, 282  
 — печатающий Бодо 585  
 — сигнальный прожекторного светофора 346  
 — сцепляющий полуавтоматической блокировки 262  
 — станционной блокировки 330  
 Минц А. Л. 794  
 Минченко А. М. 764  
 Митрофанов И. Е. 682  
 Михаленко Н. М. 826  
 Многокаскадные схемы 809  
 Модуляция 809  
 Мосцицкий К. А. 622  
 Монтаж кабелей 139, 144, 771  
 — кабелей автоматических телефонных станций 771  
 — ручных телефонных станций 640  
 — кабельных ящиков 144  
 — ЛАЗ 784  
 — оборудования дальней связи 776  
 — сигнальных проводов 116, 117  
 — силовых кабелей 149  
 — соединительных муфт 139  
 — чугунных муфт 142  
 Мотор-генератор для рядки и буферной работы 900  
 Моторы, применяемые для телеграфных аппаратов, 577, 583  
 Мультивибратор 862

Муфты кабельные 30, 52  
 — конденсаторные 44  
 — оконечные 45, 51  
 — промежуточные 51  
 — разветвительные 45, 52  
 — свинцовые 54  
 — соединительные 43, 51, 526  
 — стрелочные 52  
 — тройниковые 51

## Н

Нагревание контактов и литц 354  
 Накладки 19, 20  
 Напряжения шума в канале 734, 735  
 Наталевич Е. Е. 228, 285  
 Нефёдов В. М. 154  
 Нивелирование линий 109  
 Новиков В. А. 570, 715, 776  
 Номерация опор 128  
 Номеронабиратель 624  
 Номерники 628  
 Номограмма для определения коэффициента взаимной индукции 178  
 Нормы допускаемых влияний на устройства связи 169  
 — передачи для телефонных каналов 726, 754  
 — переходного затухания между кабельными цепями 211

## О

Обмотки трансформаторов 26  
 Обозначения условные реле 354, 355, 570  
 Оборудование абонентских пунктов 681  
 — автоблокировки 398  
 — вводов связи 143  
 — воздушных линий 23  
 — коммутаторного зала 789  
 — телефонного канала 717, 735  
 — телефонной станции 629, 631, 633  
 — шаговых АТС 649  
 — узлов дальней телефонной связи 760  
 Обработка грунта для заземления 105  
 Обслуживание телефонных станций 670, 671  
 Ограждения на переездах 424  
 — СЦБ разводных мостов 434  
 Ограничитель акустических ударов 169  
 Ожидание минимальное при разных системах эксплуатации линий дальней телефонной связи 763  
 Опоры 64, 65, 66, 69, 71, 759

Опоры вводные 66  
 — для болотистых грунтов 63  
 — кабельные 64  
 — контрольные 64  
 — полуанкерные 61  
 — промежуточные 60  
 — разрезные 65  
 — угловые 61  
 — на ломаном уклоне 111  
 — переходные 98, 100  
 Определение мест повреждений в воздушных и кабельных линиях переменным током 934  
 — — — — — — — — — — постоянным током 929  
 Основание для поворотных шкивов механической централизации 299, 302, 303  
 Оснастка опор 115, 116  
 Основания и фундаменты для поворотных шкивов 299, 303  
 Ответвления проводов 87

## П

Павлов А. А. 229  
 Падение напряжения в токораспределительной сети ЛАЗ 790  
 Параметры биметаллических воздушных линий 548  
 — волновые и рабочие 542, 544, 545  
 — вторичные двухпроводных линий связи 547  
 — кабеля 548  
 — медных воздушных линий 546, 547  
 — однородных линий 11, 545  
 — стальных линий 548  
 Парфёнов С. К. 682  
 Пасты антисептические 114  
 Педаль рельсовые 261  
 Пентод 799, 800  
 Пентагрид 801  
 Переводы стрелочные централизованные 435  
 Перегудов А. Н. 570  
 Передача гибкая 229, 304, 306  
 — дифференциальная промежуточная 280  
 Переезды 424  
 Переключатель батарейный 451  
 — концевой 414  
 Пересечения линий связи 96, 98  
 — силовых кабелей 131  
 Переходы воздушных линий 93, 96, 98, 99, 100  
 Переход от трансформатора к эквивалентному контуру 565



Периодичность измерений оборудования дальней телефонной связи 793  
 Петринский Е. Н. 622  
 Пивко Г. М. 682, 772  
 Питание устройств автоблокировки 509  
 — переездной сигнализации 432  
 — электрической централизации 435, 528  
 — усилителя 720  
 — телеграфной станции 617  
 Пионтовский Б. А. 889  
 Пистолькорс А. А. 794  
 Повреждения воздушных и кабельных линий 929, 934  
 — в рельсовых цепях 376  
 Погодин А. М. 772  
 Подвеска кабеля на тросе 134  
 — проводов 120  
 Подкосы 22  
 Поездограф 491  
 Поле электромагнитное 449  
 Полосы частотные 735, 737, 738  
 Попов А. С. 794, 824  
 Пост жезловой путевой 253  
 — исполнительный 323  
 — распорядительный 323, 492  
 — у ответвления 253, 254  
 — у стрелочной крестовины 254  
 — централизации 323  
 Постройка воздушных линий связи и СЦБ 105  
 — кабельных линий связи и СЦБ 128  
 Потребление тока в цепях питания аппаратуры дальней связи 743  
 — энергии приборами сигнальных точек 509  
 — — рельсовыми цепями 510  
 Предохранитель 24, 28, 159, 524  
 Преобразователи 900  
 Прибор Кунцевича 156  
 — электровакуумный 797  
 — электронный 795  
 Привод-замыкатель 313  
 Приёмник Бодо 584  
 Провода 12, 15, 74  
 — для пересекающихся пролётов 97  
 — телеграфные 600  
 Проволока линейная 12, 13  
 — перевязочная 14  
 — спаечная 14  
 Проектирование внутристанционной радиосвязи 836  
 — защиты устройств связи 172  
 — магистралей дальней связи 759  
 — поездной радиосвязи 843  
 — телеграфной связи 600

Проектирование узлов дальней телефонной связи 785  
 — устройств телефонной связи 660  
 Производительность аппарата Морзе 581  
 Прокладка кабеля 129, 132, 133, 134  
 Пролёты удлинённые на линиях связи 93  
 — — на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки 94  
 Пропитка столбов, приставок и траверс 113, 114, 216  
 Просека в лесных массивах для воздушных линий связи 106  
 Противоземленты 898  
 Профили опор 10, 759  
 Пульт-табло релейно-шаговой централизации 464  
 Пункты питающие 511  
 — распределительные 511  
 — усилительные 719  
 Пушкарёв Б. Н. 228, 229, 889

## Р

Радиовещание на транспорте 853  
 Радиолокация 870  
 Радиопередатчик 804, 805  
 Радиоприёмник 811, 812  
 Радиосвязь вокзальная 849  
 — громкоговорящая 843  
 — поездная 540, 836  
 — ретрансляционная 865  
 Радиостанции малой мощности 826, 832  
 — паровозные 830  
 — передающие 854, 855  
 — приёмные 857, 860  
 — стационарные 830  
 Радиофикация пассажирских поездов 852  
 Разбивка линий 109  
 Развозка кабеля по трассе 129  
 Разговор переходный внятный 191  
 — — невнятный 191  
 Разделка кабеля 143, 144, 146, 147, 148, 149  
 Размотка кабеля 130  
 Размещение громкоговорителей 850  
 Разрядники 24, 27, 159  
 Разъединители 29, 30, 523  
 Распределение частотных полос 737, 738, 746  
 Распределитель Бодо 582  
 Расположение цепей и проводов 10, 11  
 Распространение магнитной энергии 823  
 Расстановка светофоров 378, 379  
 Рассеяние на аноде 797  
 Расторгуев В. Г. 277

Расход тока в цепях телеграфных аппаратов 577  
 Ратников В. Д. 229  
 Регулировка канала тональной частоты 724  
 Регулировка чувствительности в радио 816  
 Реле 334  
 — аварийное 347  
 — бдительности 423  
 — Бодо 574  
 — двухэлементные секторные 348, 349, 351  
 — индукционные 348  
 — импульсные поляризованные 343, 345  
 — испытания 352  
 —, классификация 334  
 — кодового типа 340  
 — комбинированное 336  
 — купроксное нейтральное 346  
 — междугородного коммутатора 769  
 — нейтральное 337, 338  
 — открытого типа 343  
 — переменного тока 346  
 — постоянного тока 335  
 —, размеры 337  
 — телеграфные 574, 575  
 — телефонные 652  
 —, расчёт 654  
 — термические 352  
 — Шорина 574  
 — унифицированные 348  
 —, характеристики 336, 337, 338, 340  
 — электромагнитные 334  
 Ремонт линий связи и СЦБ 226  
 Ретрансмиссии Бодо 587  
 Рогинский Н. О. 229  
 Рукоятка бдительности 414  
 Рычаги жезлового аппарата замыкающие 250  
 — сигнальные 311  
 — стрелочные 309  
 Рязанцев Б. С. 228

## С

Сварка проводов 121, 226  
 Свисток автостопа 414  
 Светотехника сигнальная 232  
 Светофильтры 234  
 Светофор линзовый 234, 235, 236, 238  
 — прожекторный 239  
 Связь дальняя 714  
 — диспетчерская энергоснабжения 695  
 — — поездная 688  
 — — дорожная 698  
 — избирательная, проектирование 707  
 —, техническое обслуживание 713  
 — телефонная 622  
 — — постанционная автоматическая 696  
 — — неавтоматическая 695

Связь телефонная линейно-путевая 698  
 — — совещаний 701, 704  
 — устройства 787, 791  
 — системы эксплуатации 761  
 — телеграфная абонентская 611  
 — — внутристанционная 678  
 — отрицательная обратная 817  
 Селектор 686  
 Семафор 234, 244, 246  
 Сжимы 20  
 Сигналы 229  
 — для ограждения кабельных переходов 59  
 — постоянные 230  
 Сигнализация 229  
 — заградительная 427  
 — автоматическая переездная 424, 427  
 — — тоннельная и мостовая 433  
 — локомотивная 404, 416, 417, 418  
 — пересечения в одном уровне железнодорожных путей с трамвайной линией 430  
 Сидоров В. И. 794  
 Сила шума электродвижущая в телефонных цепях 170  
 Симметрирование 211  
 — высокочастотных кабелей 215  
 — кабелей 208, 211, 215  
 — низкочастотных кабелей 211  
 — четвёрок 212  
 — экранированных и неэкранированных пар 215  
 Системы уплотнения телефонных цепей 715  
 Синфазность в аппаратах Бодо 586  
 Ситников Г. П. 826  
 Скорость телеграфирования 571, 584  
 Скрещивание 192, 203  
 — жил в четвёрках 213  
 —, конструкции 203  
 — проводов силовой цепи 10  
 — телефонных цепей 10  
 Служба сигнализации и связи 961  
 Смещение входящих сигналов 572  
 Снарский А. А. 682  
 Содержание аппаратов Бодо 619  
 — — Морзе 618  
 — — стартовых 619  
 — — телеграфных трансляций 620  
 — аппаратуры тонального телеграфа 620  
 — — телефонных станций 670

Содержание воздушных и кабельных линий 223, 224  
 Соединение жил кабеля 140  
 — концов стальных проводов 121  
 Соединители 365  
 Сооружения связи кабельные 57  
 Сопротивление активное двухпроводных линий 545  
 — — заземлений 102  
 — — изоляции двухпроводных линий 545  
 — обмотки телефонных катушек 626  
 — шкивов 305  
 — проводов постоянному току 546  
 Спиридонов П. М. 889  
 Стабилизация частоты 808  
 Станки сигнальные 280  
 Станции телеграфные 613  
 — телефонные автоматические 641  
 — — —, проектирование 665  
 — — — шаговые 642, 647  
 — — — ручные 627, 637  
 — — —, проектирование 660  
 — распорядительные поездной диспетчерской связи 689  
 — — телеграфные, проектирование 615  
 Старостина Н. В. 229  
 Старцевой И. А. 154  
 Степанов Н. М. 228  
 Стержни для замыкания сигнальных и стрелочных рычагов 318  
 Стойки боксов 46  
 — вводные 777, 779, 782  
 — кабельные 48, 53, 55, 56, 367  
 — дифференциальных систем 782  
 — контрольно-испытательные 781  
 — питания 781  
 — фильтров линейных 716  
 — четырёхпроводной коммутации 782  
 Столетов А. Г. 803  
 Столбы 15, 16  
 — кабельные вводные 46  
 — — сигнальные 58, 59  
 Стрелы провеса проводов 94, 96, 99, 123, 124  
 Стык секций 192  
 Стыки изолирующие 365  
 Сроки поверки оборудования телефонных станций 670, 671  
 — — — устройств СЦБ 966  
 — ремонта телеграфных аппаратов 620  
 СЦБ, классификация 229  
 Счётчик торможения 415

## Т

Танцюра А. А. 228, 407, 682  
 Телевидение 866  
 Телевизор 870  
 Телеграфирование 601, 603, 604  
 — по кабельным линиям связи 603  
 — по стальным проводам 601  
 — — тональное 604  
 Телефония 622  
 Телеграфия 570  
 Теория электрической связи по проводам 541  
 Тетрод лучевой 801  
 Техника безопасности при обслуживании устройств дальней связи 793  
 Тиратроны 904  
 Тишин Г. Д. 228  
 Токовращатели 630  
 Траверсы 17, 18, 19  
 Трансляция промежуточная поездной диспетчерской связи 691  
 — телеграфная 597  
 — соединительная поездной диспетчерской связи 694  
 Трансмиттер кодовый 349  
 Трансформатор 334, 355, 356, 357, 569  
 — вызывной 630  
 — переходный 549, 569  
 — силовой линейный 24, 25  
 — телефонный 623, 624, 627  
 — трёхфазного переменного тока 519  
 Траншеекопатель 158  
 Траншеи для кабелей 129  
 Трассы воздушных линий 105  
 — кабельных линий 128  
 — магистралей дальней связи 759  
 Требования технические к воздушным линиям связи 549  
 Трегер Д. С. 228, 248, 249  
 Триод 798, 799  
 Тросы 12, 136, 137  
 Трубки литерные 248, 249  
 — микротелефонные 626  
 Трубопроводы кабельные 57  
 Трубы 57, 132

## У

Удлинитель 556, 557  
 Указатель световой 243, 414  
 Укладка труб 132  
 — кабеля 130  
 Укрепление опор 119  
 Уласевич Б. В. 772  
 Уплотнение воздушных цветных линий 715