

**ТЕХНИЧЕСКИЙ  
СПРАВОЧНИК  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНИКА**



# ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНИКА

---

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. Ф. БАРАНОВ, Д. Д. БИЗЮКИН,  
М. И. ВАХНИН, Б. Н. ВЕДЕНИСОВ,  
И. В. ИВЛИЕВ, И. Д. МОЩУК,  
Е. Ф. РУДОЙ, Я. И. СОКОЛИНСКИЙ,  
В. Н. СОЛОГУБОВ, В. А. ШИЛОВСКИЙ

---

*Главный редактор*  
Е. Ф. РУДОЙ

✱

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТРАНСПОРТНОЕ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
*Москва · 1952*

# ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНИКА

65-2  
0.24

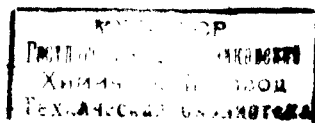
Том 8

СИГНАЛИЗАЦИЯ  
ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ  
БЛОКИРОВКА  
СВЯЗЬ

578/

Ответственный редактор тома  
проф., докт. техн. наук  
М. И. ВАХНИН

\*



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТРАНСПОРТНОЕ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва - 1952

#### АВТОРЫ ТОМА

А. А. АЛФЁРОВ, инж.; Б. Т. АНАШКИН, инж.; Е. В. АФАНАСЬЕВ, лауреат Сталинской премии, инж.; К. М. БЕЛЕНКО, доц.; Д. П. БОРИСОВ, доц., канд. техн. наук; П. Н. ЖИЛЬЦОВ, инж.; Н. Р. ЗБАР, инж.; В. И. ИЛЬЕНКОВ, доц., канд. техн. наук; А. А. КАЗАКОВ, канд. техн. наук; Л. П. КРАЙЗМЕР, канд. техн. наук; Н. Ф. КОТЛЯРЕНКО, доц., канд. техн. наук; П. В. МАЙШЕВ, проф., канд. техн. наук; М. В. МАРКОВ, инж.; В. С. НЕЛЕПЕЦ, доц., канд. техн. наук; В. А. НОВИКОВ, доц.; Н. А. ОРЛОВ, инж.; И. И. ПЕТРОВ, канд. техн. наук; Г. М. ПИВКО, инж.; А. М. ПОГОДИН, инж.; П. Н. РАМЛАУ, доц., канд. техн. наук; В. Н. РОГИНСКИЙ, канд. техн. наук; Б. С. РЯЗАНЦЕВ, лауреат Сталинской премии, доц., канд. техн. наук; А. А. СНАРСКИЙ, инж.; А. Б. ФЕЛЬДМАН, инж.; В. А. ШАСТИН, лауреат Сталинской премии, инж.; Б. И. ШУР, инж.

✱

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ ТОМА

*Линии связи и СЦБ:* В. И. ГОНЧУКОВ, инж.; В. А. НОВИКОВ, доц. *Сигнализация, централизация и блокировка:* Е. В. АФАНАСЬЕВ, лауреат Сталинской премии, инж.; А. М. БРЫЛЕЕВ, лауреат Сталинской премии, инж.; Е. Ю. ГАМБУРГ, инж.; М. К. ГОЛОВКИН, инж.; А. А. КАЗАКОВ, канд. техн. наук; И. М. КУТЬИН, доц., канд. техн. наук; А. А. ЛЕОНОВ, инж.; Н. М. СЕМЁНОВ, лауреат Сталинской премии, инж.; В. Б. ЧЕРНЫШЁВ, инж. *Связь:* Г. А. ВАЛУЕВ, инж.; Н. А. МЕТТАС, лауреат Сталинской премии, инж.; В. А. НОВИКОВ, доц.; А. Л. ПИВОВАРОВ, инж.; А. М. ПОГОДИН, инж.; Л. Р. ХОДОРОВ, инж.; В. И. ШУПЛОВ, канд. техн. наук. *Графический материал:* В. С. ЛЕВИЦКИЙ, доц., канд. техн. наук; А. Ф. КЛЫКОВ, инж.

✱

#### РЕДАКЦИЯ ТОМА

М. И. ВАХНИН, Е. Ю. ГАМБУРГ, С. К. КРЫЛОВ, В. А. НОВИКОВ

✱



# СОДЕРЖАНИЕ



	Стр.		Стр.
От редакции восьмого тома . . . . .	6	Электрическая централизация стрелок и сигналов (инж. Жильцов П. Н.) . . . . .	434
ЛИНИИ СВЯЗИ И СЦБ . . . . .	9	Диспетчерская централизация (инж. Жильцов П. Н.) . . . . .	488
Проектирование и постройка линий связи и СЦБ (инж. Снарский А. А. и инж. Марков М. В.) . . . . .	9	Энергоснабжение устройств СЦБ (инж. Алфёров А. А.) . . . . .	509
Защита воздушных и кабельных линий связи (инж. Марков М. В. и доц. Новиков В. А.) . . . . .	159	СВЯЗЬ . . . . .	539
Текущее содержание и ремонт воздушных и кабельных линий связи (инж. Пивко Г. М.) . . . . .	223	Виды связи на железнодорожном транспорте и их назначение (инж. Погодин А. М.) . . . . .	539
СИГНАЛИЗАЦИЯ, ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ, БЛОКИРОВКА . . . . .	228	Теория электрической связи по проводам (доц. Новиков В. А.) . . . . .	541
Обзор развития СЦБ на отечественных железных дорогах (проф., докт. техн. наук Вахнин М. И.) . . . . .	228	Телеграфия (инж. Орлов Н. А. и доц. Новиков В. А.) . . . . .	570
Классификация и назначение устройств СЦБ (проф., канд. техн. наук Майшев П. В.) . . . . .	229	Устройства местной телефонной связи (доц. Беленко К. М., инж. Збар Н. Р., доц. Новиков В. А. и канд. техн. наук Рогинский В. Н.) . . . . .	621
Сигнализация (канд. техн. наук Казаков А. А.) . . . . .	229	Специальные виды внутристанционной телефонной связи (доц. Новиков В. А.) . . . . .	673
Электрожелезнодорожная система Д. С. Трегера (доц., канд. техн. наук Борисов Д. П.) . . . . .	248	Специальные виды железнодорожной телефонной связи (инж. Погодин А. М.) . . . . .	681
Полуавтоматическая блокировка (перегонная) (доц., канд. техн. наук Борисов Д. П.) . . . . .	255	Дальняя связь (доц. Новиков В. А.) . . . . .	714
Устройства зависимости сигналов со стрелками (лауреат Сталинской премии, инж. Шастин В. А.) . . . . .	275	Оборудование узлов дальней телефонной связи (доц. Новиков В. А., инж. Збар Н. Р., доц., канд. техн. наук Рогинский В. Н., доц. Беленко К. М., инж. Погодин А. М.) . . . . .	760
Механическая централизация (доц., канд. техн. наук Борисов Д. П.) . . . . .	299	Радиотехника на железнодорожном транспорте (доц., канд. техн. наук Рамлау П. Н., инж. Анашкин Б. Т., канд. техн. наук Крайзмер Л. П., канд. техн. наук Петров И. И., доц., канд. техн. наук Нелепец В. С.) . . . . .	794
Станционная блокировка (доц., канд. техн. наук Борисов Д. П.) . . . . .	322	Часовое хозяйство (инж. Шур Б. И.) . . . . .	872
Реле, трансформаторы и выпрямители (лауреат Сталинской премии, доц., канд. техн. наук Рязанцев Б. С.) . . . . .	334	Пожарная и охранная сигнализация (инж. Шур Б. И.) . . . . .	879
Рельсовые цепи (лауреат Сталинской премии, доц., канд. техн. наук Рязанцев Б. С.) . . . . .	362	Электропитание устройств связи железнодорожного транспорта (инж. Фельдман А. Б.) . . . . .	889
Автоматическая блокировка (лауреат Сталинской премии, доц., канд. техн. наук Рязанцев Б. С.) . . . . .	377	ИЗМЕРЕНИЯ (инж. Снарский А. А.) . . . . .	924
Автостопы, авторегулировка и локомотивная сигнализация (доц., канд. техн. наук Ильенков В. И. и доц., канд. техн. наук Котляренко Н. Ф.) . . . . .	404	ОРГАНИЗАЦИЯ ХОЗЯЙСТВА СЦБ И СВЯЗИ (лауреат Сталинской премии, доц., канд. техн. наук Рязанцев Б. С. и лауреат Сталинской премии инж. Афанасьев Е. В.) . . . . .	961
Автоматическая переездная сигнализация (канд. техн. наук Казаков А. А.) . . . . .	424	АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ . . . . .	969

## ОТ РЕДАКЦИИ ВОСЬМОГО ТОМА

Восьмой том Технического справочника железнодорожника посвящён вопросам электрической связи, сигнализации, централизации и блокировки — их устройства, содержания и ремонта, а также вопросам организации хозяйства и электрических измерений.

Содержание тома отражает достижения отечественных учёных, инженеров, изобретателей и новаторов производства в области науки и техники связи и СЦБ.

При написании восьмого тома ТСЖ были использованы Правила технической эксплуатации железных дорог, действующие технические условия и нормы содержания и ремонта устройств связи и СЦБ, инструкции и приказы Министерства путей сообщения, УСТ и ГОСТ, а также ряд данных, содержащихся в научно-технической литературе.

Том включает 5 разделов: 1) «Линии связи и СЦБ»; 2) «Сигнализация, централизация и блокировка»; 3) «Электрическая связь»; 4) «Измерения» и 5) «Организация хозяйства сигнализации и связи».

Первый раздел «Линии связи и СЦБ» содержит справочные данные о воздушных и кабельных линиях связи и СЦБ, классификации и типах линий. Здесь же разобраны и описаны конструкции опор воздушных линий связи и СЦБ. Ряд глав этого раздела содержит необходимые справочные данные о материалах, арматуре и оборудовании линий, об устройстве шлейфов, ответвлений и вводов, воздушных переходов и заземлений.

Самостоятельные главы отведены вопросам постройки воздушных и кабельных линий связи и СЦБ; здесь же описаны методы расчётов механической прочности проводов и наиболее употребительные виды опор. Отдельная глава посвящена вопросу механизации работ при постройке и ремонте линий связи и СЦБ.

В главе «Защита линий» описаны методы и средства защиты устройств связи и СЦБ от опасного и мешающего влияния линий сильного тока и атмосферного электричества, здесь же рассмотрены вопросы скрещивания телефонных цепей на воздушных линиях связи и симметрирования кабелей связи и приведены данные по защите подземных кабелей от коррозии.

Во втором разделе СЦБ приведены справочные данные о конструкциях и схемах устройств СЦБ: электрожелезнодорожной системы, полуавтоматической и автоматической блокировки, автоостопов, автоматической переездной сигнализации, механической и электрической централизации.

В главе «Светотехническая сигнализация» освещаются вопросы светотехники применительно к железнодорожной сигнализации, рассматриваются конструкции линзовых и прожекторных светофоров, их сигнальные показания на станциях и перегонах, а также устройство семафоров и предупредительных дисков и способы управления ими.

В главе «Электрожелезнодорожная система» описываются конструкции и приводятся основные данные и схемы включения электрожелезнодорожных аппаратов Д. С. Трегера.

В главе «Полуавтоматическая блокировка» описаны конструкции и схемы полуавтоматической блокировки, применяемые на железных дорогах СССР, включая новейшие системы.

Глава «Устройства зависимости сигналов со стрелками» содержит описание конструкции и основные данные о контрольных стрелочных замках, маршрутно-контрольных устройствах системы лауреата Сталинской премии инж. Е. Е. Наталева, а также системы В. А. Григорова.

Глава отражает новую технику, созданную советскими специалистами в этой области, значительно повысившую эксплуатационные качества устройств ключевой зависимости.

Глава «Механическая централизация» включает данные и расчёты по гибкой передаче, поворотным шкивам, а также описание конструкций стрелочных и сигнальных рычагов, приводозамыкателей и устройств, взаимозамыкающие стрелок и сигналов.

В главе «Станционная блокировка» даны характеристики постовых аппаратов, ящиков зависимости и схемы включения.

В главе «Реле, трансформаторы и выпрямители» изложены принципы работы, описаны конструкции и указаны все необходимые данные по применяемым в автоблокировке, электрической централизации и других устройствах СЦБ реле, маломощным низковольтным трансформаторам и сухим выпрямителям.

В главе «Рельсовые цепи» классифицированы и описаны применяемые на железных дорогах рельсовые цепи, являющиеся основой современных устройств СЦБ, приведены краткие характеристики элементов, входящих в рельсовые цепи, и изложены основы расчёта рельсовых цепей.

В главе «Автоматическая блокировка» рассматривается классификация систем автоблокировки, применяемой на железных дорогах в качестве основного наиболее современного способа сношений по движению поездов. В главе указаны принципы расстановки сигналов, даны краткие описания схем автоблокировки и характеристики применяемого в ней оборудования.

Описанию, характеристикам и схемам автоматических устройств, предназначенных для предотвращения проезда закрытых сигналов и облегчения условий вождения поездов, посвящена глава «Автостопы, авторегулировка и локомотивная сигнализация».

Глава «Автоматическая переездная сигнализация» включает классификацию переездов по интенсивности их работы и по оборудованию устройствами ограждения. Приводятся сведения по устройству механизированных шлагбаумов и аварийной переездной сигнализации, рассматриваются принципы действия и схемы автоматической переездной сигнализации и автошлагбаума. Кроме того, описываются устройства автоматической сигнализации на пересечениях трамвая с железнодорожными линиями, а также тоннельная и мостовая автоматическая сигнализация.

В главах «Электрическая и диспетчерская централизация» описаны аппаратура и схемы централизации, даны технические нормы по приборам, а также приведены указания по содержанию устройств централизации, включая установку электроприводов и электрозамков на стрелках.

В главе «Электрическая централизация стрелок и сигналов» даются сведения по механо-электрической, электрозамочной, релейно-шаговой централизации и чисто релейным системам централизации.

Глава «Диспетчерская централизация» включает справочные данные по диспетчерской централизации временного кода типов ДВК-1 и ДВК-2.

В главе «Энергоснабжение устройств СЦБ» дана классификация систем питания автоблокировки, схемы питающих пунктов и характеристики применяющегося в них оборудования. Помимо этого в главе приведены характеристики электростанций, источников питания постоянным током, схемы и характеристики систем питания электрической централизации, а также даны основы расчёта высоковольтных линий автоблокировки.

Третий раздел «Связь» содержит справочные данные по устройствам электрической проводной и радиосвязи, их содержанию и ремонту.

В главе этого раздела «Виды связи на железнодорожном транспорте и их назначение» дана классификация общей служебной связи, связи магистральной и дорожного значения и внутристанционной связи.

В главе «Теория электрической связи по проводам» приведены основные сведения по вопросам теории передачи по однородным и неоднородным линиям связи, параметрам однородных линий, линиям с повышенной индуктивностью, удлинителям, электрическим фильтрам, выравнивателям, искусственным линиям затухания и переходным трансформаторам.

В главе «Телеграфия» указаны основные сведения о телеграфной связи железнодорожного транспорта, об аппаратуре и оборудовании телеграфных станций, а также о проектировании телеграфных связей.

В главе даны также элементы проектирования телеграфных связей и необходимый справочный материал по аппаратуре тонального телеграфирования, по абонентской телеграфной связи, широко внедряемых на железнодорожном транспорте в послевоенный период.

В главе «Местная связь» описывается конструкция новых телефонных аппаратов МБ и ЦБ, внедрённых в эксплуатацию, а также универсальных соединительных линий между телефонными станциями ручного обслуживания; указаны основные элементы проектирования ручных телефонных станций, их монтажа и комплектования. Сжато приведены необходимые сведения о машинных АТС и особое внимание обращено на внедряемые в настоящее время шаговые АТС, изготавливаемые отечественной промышленностью, материал по которым дан достаточно полно. Даны сведения по новым коммутаторам, выпускаемым отечественной промышленностью в настоящее время, а также о коммутаторах междугородной связи, работающих совместно с местными станциями систем ЦБ  $\times 2$  и ЦБ  $\times 3 \times 2$ .

В главе «Специальные виды железнодорожной телефонной связи» основное внимание уделено специальной аппаратуре, наиболее широко используемой на сети связи железнодорожного транспорта в настоящее время. Даны технико-эксплуатационные характеристики этих видов связи и указаны важнейшие электрические данные, от-

носящиеся к соответствующей аппаратуре. Кроме того, рассмотрен комплекс модернизированной заводом Трансвязь аппаратуры избирательной и симплексной связи.

Также даны указания по эксплуатации аппаратуры специальных видов связи, нормативы, расчётные формулы и графики, необходимые для проектирования.

Глава «Дальняя телефонная связь» включает справочные данные по оборудованию телефонных каналов тональной частоты, балансным контурам и цепям, оборудованию каналов высокочастотного телефонирования; здесь же приводятся основные нормы передачи для телефонных каналов тональной и высокой частот, методика электрических расчётов и даются указания по электрической проверке, регулировке и проектированию дальней связи.

В главе «Оборудование узлов дальней телефонной связи» приведены справочные данные, относящиеся к междугородным коммутаторам и телефонным станциям ручного обслуживания, а также сведения, относящиеся к междугородной автоматической телефонной связи. Кроме того, в этом разделе подробно рассмотрены вопросы, касающиеся организации и монтажа линейно-аппаратных залов, приведены технико-эксплуатационные характеристики коммутационной и вспомогательной аппаратуры ЛАЗ, даны основные указания по проектированию узлов дальней телефонной связи. В части оборудования ЛАЗ в разделе рассмотрена коммутационная аппаратура, выпускаемая как заводами Министерства путей сообщения, так и предприятиями Министерства промышленности средств связи и Министерства связи.

Глава «Радиотехника» содержит данные по электронным приборам, радиопередающим и радиоприёмным устройствам, по передающим и приёмным радиостанциям и импульсной технике. В главе приведены основные данные и характеристики радиостанций ЖР-1 и ЖР-2, а также данные по внутростанционной, поездной и громкоговорящей связи.

В главе «Часовое хозяйство» даются характеристики механических и электрических часов, получивших большое распространение на железных дорогах СССР.

В главе «Пожарная и охранная сигнализация» указаны принципы построения сети пожарной сигнализации, принципиальные схемы, краткое описание и технические характеристики аппаратов лучевой и шлейфной систем.

В этой главе также описываются приборы, применяемые для акустической сигнализации, и их характеристики, приводятся указания по установке и проверке приборов водокачальной сигнализации системы Д. С. Трегера (контактного прибора и указателя уровня воды).

В главе «Электропитание узлов связи» описываются электропитающие установки и их электрические характеристики, указываются данные по проектированию и даются указания по техническому обслуживанию устройств. Особое внимание уделяется описанию новейших электропитающих устройств и способов их применения, а также описанию принципов проектирования комплексных электропитающих установок для узлов связи железнодорожного транспорта. Приведённый материал содержит ряд данных, которые могут принести большую пользу при проектировании комплексных электропитающих установок для узлов связи железных дорог.

В разделе «Организация хозяйства сигнализации и связи» описано организационное построение служб и дистанций сигнализации и связи, приведены основные положения технологических процессов обслуживания и освещены другие вопросы, связанные с техническим содержанием и эксплуатацией устройств СЦБ и связи.

В разделе указаны также система и сроки проверок по техническому содержанию устройств СЦБ, не нашедшие отражения в предыдущих главах.

Методам электрических измерений линейных и станционных устройств связи и СЦБ постоянным и переменным током посвящён раздел «Измерения». Особое внимание здесь уделено вопросу определения характера и мест повреждений в воздушных и кабельных линиях. Дана специальная глава, в которой описываются измерения блуждающих токов в подземных кабельных сооружениях связи и СЦБ.

Кроме этого, рассмотрены методы измерений собственного и рабочего затухания четырёхполосников, усиления промежуточных усилителей, уровней передачи и остаточного затухания телефонных цепей и каналов связи. Изложены методы измерения, применяемые при симметрировании кабелей, методы измерения мешающих влияний в телефонных цепях и каналах, а также измерения переходного затухания между телефонными цепями.

Учитывая, что настоящий том ТСЖ не может служить исчерпывающим руководством, в конце каждого раздела приведён краткий указатель основной литературы и важнейших первоисточников, пополняющих приведённые в томе материалы.

---

Редакция восьмого тома ТСЖ просит читателей все замечания и пожелания направлять в Трансжелдориздат.

---

# ЛИНИИ СВЯЗИ И СЦБ



## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПОСТРОЙКА ЛИНИЙ СВЯЗИ И СЦБ

### ВВЕДЕНИЕ

В общем комплексе устройств связи и СЦБ железнодорожного транспорта весьма ответственную роль играют линейные сооружения, так как от их устойчивости и способности противостоять любым неблагоприятным метеорологическим условиям зависит нормальная и безаварийная работа связи и сигнализации.

По конструкции линии связи и СЦБ делятся на воздушные и кабельные.

Основными элементами воздушных линий являются:

1) столбовая линия, состоящая из простых и сложных опор;

2) арматура для крепления проводов на опорах (крюки, траверсы со штырями, изоляторы и др.);

3) провода — стальные, медные и биметаллические.

Основными элементами кабельных линий являются:

1) кабель, представляющий собой несколько проводников (жил), скрученных вместе и изолированных как друг от друга, так и от свинцовой оболочки;

2) кабельная арматура, состоящая из оконечных и промежуточных (соединительных) муфт, боксов, распределительных коробок, кабельных ящиков и др.;

3) кабельные сооружения, к которым относятся кабельные будки, киоски, кабельная канализация, распределительные шкафы и т. п.

### ВИДЫ ЛИНИЙ СВЯЗИ И СЦБ

#### ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ

##### Линии связи

На опорах воздушных линий связи подвешивают телефонные и телеграфные провода, а также провода полуавтоматической блокировки, электрожелезнодорожной сигнализации и других видов электрической сигнализации.

На малопроводных линиях провода подвешивают на крюках, а на линиях многопроводных — на траверсах; в отдельных случаях применяется смешанный профиль линии (одна или две восьмиштырные траверсы и крюки).

Для единообразия, а также для правильного осуществления системы скрещивания проводов каждого профиля опор воздушной линии связи (фиг. 1) разработано типовое расположение цепей и проводов на опорах (табл. 1).

Во всех приведённых типовых решениях номер места, обозначенный цифрой, соответствует той или иной двухпроводной телефонной цепи, предназначенной для определённого вида связи. Две телеграфные однопроводные или одна телеграфная и одна сигнализационная однопроводные цепи должны располагаться рядом и занимать определённое место;

при наличии на опоре всего лишь одной телеграфной цепи второй крюк или штырь данного места должен остаться свободным впредь до подвески второй однопроводной цепи.

Провода двухпроводных телефонных цепей во всех случаях располагают рядом и по одной стороне опоры.

Для многопроводных линий с тремя траверсами и более расположение цепей на опорах определяется по специальным проектам.

##### Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки

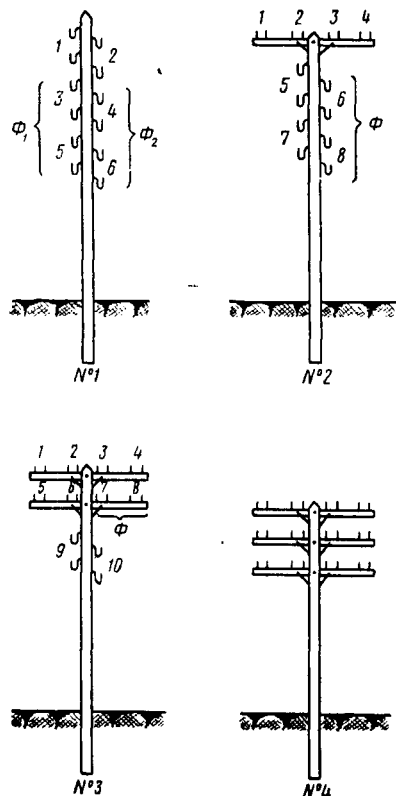
На участках железных дорог, оборудуемых устройствами автоблокировки со смешанной системой электропитания и системой питания переменным током, вдоль железнодорожного полотна строится самостоятельная воздушная линия, называемая высоковольтно-сигнальной. На опорах этой линии подвешивают провода трёхфазной силовой цепи с линейным напряжением 6 000 в и сигнальные провода (фиг. 2).

Три высоковольтных провода силовой цепи подвешивают в верхней части опоры, размещая их по вершинам равностороннего треугольника; для этой цели один провод

Таблица 1

Типовое расположение цепей и проводов для различных профилей опор линий связи

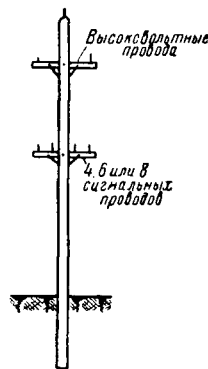
Наименование цепей и проводов	Места цепей и проводов на опорах			
	Номера профилей			
	1	2	3	4
Цепь (цветная) магистральной телефонной связи или стальная цепь дальней телефонной связи	1	1	1	По индивидуальным проектам
Цепь дальней телефонной связи	3, 5	2, 5	2, 6, 10	
Цепь дорожной телефонной связи (ДГП)	—	4	4	
Цепь постанционной телефонной связи	6	8	7	
Цепь поездной диспетчерской телефонной связи	4	6	5, 8	
Цепь линейно-путевой телефонной связи	—	7	9	
Телеграфный провод	2	3	3	
Провод жезловой сигнализации или межстанционной связи	2	3	3	
Цепь искусственная (фантомная) дальней телефонной связи (Ф — на фиг. 1)	3, 5 или 4—6	6—8	7—8	



Фиг. 1. Профили опор воздушных линий связи

подвешивают на так называемом верхушечном штыре, а два других — по концам двухштырной траверсы.

Сигнальные провода подвешивают под высоковольтными проводами, причём в зависимости от числа сигнальных проводов применяют четырёхштырные, шестиштырные или восьмиштырные траверсы. На подходах к станциям при необходимости подвешивать большее количество сигнальных проводов опоры оснащают двумя сигнальными траверсами.



Фиг. 2. Профили опор высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки

### Объединённые линии связи и СЦБ

Целью постройки объединённых линий связи и СЦБ (вместо двух самостоятельных воздушных линий — линий связи и высоковольтно-сигнальной) является стремление уменьшить материальные и денежные затраты, а также сократить ежегодные эксплуатационные расходы по текущему содержанию и ремонту линейных сооружений.

Объединённые линии создаются при строительстве автоблокировки на базе существующих воздушных линий связи, опоры которых используются для дополнительной подвески на них силовых и сигнальных проводов автоблокировки.

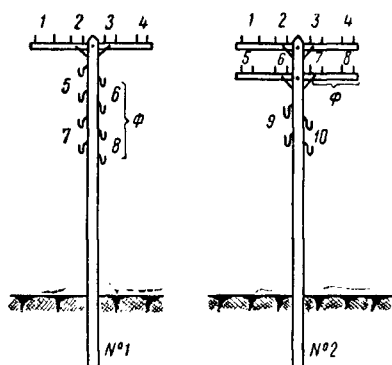
Вместо трёхфазной силовой цепи с линейным напряжением 6000 в, как это принято при постройке самостоятельных высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки, на объединённых линиях подвешивается двухпроводная силовая цепь, причём для соблюдения требований техники безопасности напряжение в цепи принимается равным 500 в. Для того чтобы при таком напряжении можно было получать длины плеч питания порядка 50 км, для силовой цепи применяют медные провода диаметром 4 мм.

Для защиты телефонных цепей от мешающего влияния силовой цепи автоблокировки на объединённых линиях устраивают скрещивания проводов силовой цепи по схемам, увязанным со схемой скрещивания телефонных цепей.

Для подвески проводов силовой цепи на существующей линии связи с крюками в верхней части опор пришивают восьмиштырную траверсу (профиль № 1, фиг. 3); при этом силовую цепь размещают на крайнем месте траверсы, обычно со стороны поля. Расстояние между проводами силовой цепи принимают равным 35 см (вместо 20 см, принятых для проводов связи).

На существующих линиях связи с траверсами для подвески силовой цепи автоблокировки освобождают крайнее место со стороны поля на верхней траверсе (профиль № 2, фиг. 3).

Типовое расположение цепей и проводов на опорах объединённых линий связи и СЦБ приведено в табл. 2.



Фиг. 3. Профили опор объединённых линий связи и СЦБ

Таблица 2

Типовое расположение цепей и проводов для различных профилей опор объединённых линий связи и СЦБ

Наименование цепей и проводов	Места цепей и проводов на опорах	
	Номера профилей	
	1	2
Цепь силовая автоблокировки	1	1
Цепь межстанционной телефонной связи	5	2
Провода сигнальные автоблокировки	2	5
Провод сигнальный автоблокировки и телеграфный провод	3	6
Провода телеграфные	—	3
Цепь (цветная) магистральной телефонной связи или стальная цепь дальней телефонной связи	4	4
Цепь местационной телефонной связи	8	7
Цепь поездной диспетчерской телефонной связи	6	8
Цепь дальней телефонной связи или связи ДГП	7	10
Цепь линейно-путевой телефонной связи	—	9
Цепь искусственная дальней телефонной связи	6—8	7—8

## КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ

По способу прокладки кабельные линии (как связи, так и СЦБ) подразделяются на подземные, подводные и воздушные.

### Линии связи

По характеру использования кабельные линии связи железнодорожного транспорта разделяются на местные и междугородные.

Местные кабельные линии прокладывают на территории крупных железнодорожных станций и узлов, а также в городах, являющихся местонахождением управлений дорог; совокупность кабельных линий в каждом из перечисленных пунктов образует местную сеть, предназначенную для организации связи между абонентами данной станции или узла.

Междугородные кабельные линии служат для организации связи между различными пунктами железнодорожной сети (управление, отделение, узловая, сортировочная или промежуточная станции).

К самостоятельной группе следует отнести кабельные вставки в воздушные линии на территории крупных железнодорожных станций, на переходах через реки, на пересечениях с линиями высокого напряжения и плотном электрифицированных железных дорог и т. п., а также кабельные вводы в здания станций.

### Линии СЦБ

По своему назначению в хозяйстве СЦБ различают кабельные линии и сети:

- 1) электрической централизации;
- 2) автоблокировки;
- 3) станционной блокировки;
- 4) горочной автоматической централизации.

По характеру использования в тех или иных видах устройств СЦБ самые кабели подразделяются на сигнальные, контрольные, pedalные и силовые. Первые три вида кабелей применяют для передачи по ним электрического тока, управляющего различными приборами СЦБ, а также для осуществления электрического контроля за состоянием и положением приборов СЦБ.

Силовые кабели служат для передачи и распределения электрической энергии, питающей устройства СЦБ.

## КЛАССИФИКАЦИЯ И ТИПЫ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ И СЦБ

### Линии связи

Воздушные линии связи по своему значению разделяются на три класса.

Первый класс — линии, связывающие МПС с управлениями дорог, а также последние между собой.

Второй класс — линии, связывающие управления дорог с отделениями и последние между собой, а также внутриотделенческие линии.

Третий класс — линии местной (внутристанционной) связи.

В зависимости от метеорологических условий района воздушные линии связи строятся четырёх типов (табл. 3 и 4).

Отнесение линий связи к одному из указанных типов производится на основании данных об интенсивности гололёда и изморози в той местности, по которой проходит трасса линии.

Таблица 3

Типы воздушных линий связи

Тип линии	Длина пролёта в м	Характеристика (метеорологические условия) района
О	50	Негололёдный или гололёдный с толщиной стенки льда на проводе до 5 мм включительно
Н	50	Гололёдный с толщиной стенки льда на проводе до 10 мм включительно, а также при наличии изморози с толщиной стенки более 20 мм
У	40	То же, с толщиной стенки льда на проводе до 15 мм включительно
ОУ	35	То же, с толщиной стенки льда на проводе до 20 мм включительно

Таблица 5

Типы высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки

Тип линии	Длина пролёта в м	Характеристика (метеорологические условия) района
Н	50	Негололёдный или гололёдный район с толщиной стенки льда на проводе до 10 мм включительно
У	40	Гололёдный с толщиной стенки льда на проводе до 15 мм включительно
ОУ	35 и 40	То же, с толщиной стенки льда более 15 мм

Таблица 6

Основные данные высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки

Тип линии	Место-нахождение линии	Габарит по отношению к земле в м		Число проводов		Длина пролёта в м	Общая длина промежуточной опоры в м	Наименьший диаметр опор в вершине в см	
		высоковольтных проводов	сигнальных проводов	сигнальных диаметром 4 мм	высоковольтных диаметром 5 мм				
Н	{Перегон Станция	5,0	2,5	До 8	3	50	8,5	16	
		6,0	3,0						» 8
У	{Перегон Станция	5,0	2,5	» 8	3	40	8,5	16	
		6,0	3,0						» 8
ОУ	{Перегон Станция}	5,0	2,5	» 8	3	35	8,5	16	
		5,0	2,5						» 8
		6,0	3,0						» 8
		6,0	3,0						» 8
				</					

Таблица 4

Основные данные воздушных линий связи

Количество проводов	Номер профиля (табл. 1)	Общая длина опоры в м при габарите нижнего провода по отношению к земле		Наименьший диаметр опор в вершине в см для линий типа			
		2,5 м	3,0 м	О	Н	У	ОУ
При расстоянии между крюками 40 см							
6	1	—	6,5	12	14	—	—
8	1	6,5	—	12	14	—	—
10	1	—	7,5	12	15	—	—
12	1	7,5	—	12	15	—	—
16	1	8,5	8,5	14	17	—	—
При расстоянии между крюками 60 см и при подвеске на траверсах							
4	1	—	6,5	—	—	12	13
6	1	6,5	—	—	—	12	13
8	1	7,5	7,5	—	—	13	15
10	1	8,5	8,5	—	—	15	16
16	2	7,5	8,5	14	17	18	20
20	3	7,5	7,5	15	18	19	21
24	4	6,5	6,5	16	18	19	22
32	4	7,5	7,5	18	22	—	—
40	4	7,5	8,5	20	25	—	—

#### Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки

Воздушные высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки в зависимости от метеорологических условий района прохождения трассы линии строят трёх типов (табл. 5 и 6).

#### Объединённые линии связи и СЦВ

Для объединённых линий приняты те же основные данные, которые установлены для воздушных линий связи (табл. 3 и 4); при определении высоты опор необходимо лишь учитывать габариты проводов силовой цепи по отношению к земле.

### МАТЕРИАЛЫ И АРМАТУРА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

#### Проволока, тросы (канаты) и провода

Для подвески на воздушных линиях применяют линейную проволоку: стальную, биметаллическую и медную (табл. 7 и 8).

По условиям механической прочности для воздушных линий связи установлен наимень-

ший диаметр линейной проволоки, зависящий от типа линии связи (табл. 9).

Для подвески сигнальных проводов на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки независимо от типа линии, а также на объединённых линиях применяют стальную линейную проволоку диаметром



Линейная проволока для воздушных линий

Таблица 7

Материал проволоки	Диаметр в мм	Предел прочности в кг/мм <sup>2</sup> не менее	Относительное удлинение в % не менее	Проволока должна выдерживать		Электрическое сопротивление постоянному току 1 км провода при 20° С в ом не более	Наименьший вес мотка (бухты) проволоки в кг	Внутренний диаметр мотка в мм	Нормы расхода линейной проволоки на 1 километр в кг
				перегибов на 180° не менее	при радиусе закругления гудок в мм				
Стальная	5	37	10	—	—	7,03—7,43*	50	500÷700	155
	4	37	10	—	—	10,98—11,61	40	500÷700	100
	3	37	10	—	—	19,52—20,65	25	300÷600	56
	2,5	37	10	—	—	28,11—29,74	20	300÷600	39
	2,0	65	—	8	5	43,92—46,47	20	300÷600	25
	1,5	65	—	10	5	78,10—82,63	10	300÷600	14
Биметаллическая	4	75	1,5	8	10	3,8	40	500÷700	106
	3	75	1,5	8	7,5	6,7	25	300÷600	—
	2	75	1,5	12	5	20	15	300÷600	—
	1,5	75	1,5	12	5	23,5	10	300÷600	—
	1,2	75	1,5	16	5	32	10	300÷600	—
Медная	4	42	1,2	6,5	10	1,42	50	350÷700	113
	3,5	42,5	1,2	8	10	1,85	48	350÷700	86,5
	3	43	1,2	8,5	10	2,52	35	350÷700	64
	2,5	43	1,2	12	10	3,63	25	350÷700	—

\* Первая цифра электрического сопротивления указана для обычной стальной линейной проволоки, а вторая для медистой с присадкой меди 0,2÷0,4%.

Физические и механические свойства линейной проволоки

Таблица 8

Физические и механические свойства проволоки	Условное обозначение	Единица измерения	Проволока		
			стальная	медная	биметаллическая
Удельный вес . . . . .	$\gamma$	$\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$	7,85	8,89	—
Коэффициент температурного линейного расширения	$\alpha$	—	$12 \cdot 10^{-6}$	$17 \cdot 10^{-6}$	$12 \cdot 10^{-6}$
Модуль упругости . . . . .	$E$	$\frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$	$20 \cdot 10^3$	$10 \cdot 10^3$	$19 \div 20 \cdot 10^3$
Коэффициент упругого удлинения . . . . .	$\beta$	—	$50 \cdot 10^{-6}$	$77 \cdot 10^{-6}$	$52,5 \cdot 10^{-6}$
Предел прочности при растяжении . . . . .	$\sigma_{пр}$	$\frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$	37—65	42—43	75
Удельное электрическое сопротивление при температуре 20° С . . . . .	$\rho$	$\frac{\text{ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$	$0,138 \div 0,146^*$	0,01784	—
Температурный коэффициент изменений электрического сопротивления постоянному току на 1° С . . . . .	$\Delta \rho$	—	0,00455	0,00393	0,0041

\* Первая цифра относится к обычной линейной проволоке, а вторая к медистой с присадкой меди от 0,2 до 0,4%.

Таблица 9  
Наименьший диаметр применяемой проволоки

Материал проволоки	Наименьший диаметр линейной проволоки в мм	
	Линии типа	
	О и Н	У и ОУ
Сталь . . . . .	3	4
Биметалл . . . . .	3	4
Медь . . . . .	3	4

4 мм. Для подвески проводов силовой цепи на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки применяют стальную линейную проволоку диаметром 5 мм, а на объединенных линиях — медную линейную проволоку диаметром 4 мм.

Для перевязки линейных проводов на изоляторах применяют перевязочную проволоку. Спаечную проволоку применяют для соединения отдельных концов высоковольтно-сигнальных проводов на высоковольтно-сигнальных линиях, а также при устройстве различного рода специальных вязок.

Таблица 10

## Основные данные о перевязочной и спаянной проволоке

Материал проволоки	Диаметр проволоки в мм	Проволока применяется для перевязки линейных проводов		Предел прочности в кг/мм <sup>2</sup> не менее	Число перегибов на 180° (при радиусе губок 5 мм) не менее	Число скручиваний на 360° на длине 200 мм не менее 1	Минимальный вес мотка проволоки в кг
		материал	диаметр в мм				
Стальная	2,5	Стальных	4 и 5	—	13	18	20
	2,0	»	3	—	15	20	15
Стальная спаянная	1,4	»	2,5÷1,5	—	17	25	10
	1,0	»	—	—	18	25	5
Медная	2,5	Медных и биметаллических	3,5—4	21	—	—	25
	2,0	То же	3	21	—	—	20
	1,5	»	2,5	21	—	—	20
	1,2	»	1,5—2	21	—	—	15
Медная спаянная	1,0	»	—	21	—	—	15

Примечание. Для перевязки медных и биметаллических проводов может применяться мягкая (отожженная) биметаллическая проволока тех же диаметров, что и медная.

Таблица 11

## Нормы расхода перевязочной проволоки

Назначение линии	Линейный провод		Перевязочная проволока						
	диаметр в мм	материал	Диаметр в мм	Длина кусков перевязочной проволоки в см		Расход перевязочной проволоки в кг на 1 километр			
				для опор на прямой линии	для угловых опор	Длина пролетов в м			
						62,5	50	40	35
Линии связи и объединенные линии	5	Сталь	2,5	2×65	2×65	0,72	0,9	1,08	1,26
	4	»	2,5	2×55	2×55	0,72	0,9	1,08	1,26
	3	»	2,0	2×55	2×55	0,48	0,6	0,72	0,84
	4 и 3,5	Медь и биметалл	2,5	2×55	2×55	0,8	1,0	0,72	0,84
	3	То же	2	2×55	2×55	0,48	0,6	1,2	1,4
Высоковольтно- сигнальные линии	5	Сталь	2,5	2×65	4×70	—	1,175	1,425	1,60
	4	»	2,5	2×55	4×55	—	0,975	1,185	1,335

Таблица 12

## Стальные тросы

Материал троса	Наименование троса	Число проволок в тросе	Диаметр каждой проволоки в мм	Общий диаметр троса в мм	Площадь сечения всех проволок троса в мм <sup>2</sup>	Предел прочности троса в кг/мм <sup>2</sup>
Сталь	1×7—4,2	7	1,4	4,2	10,8	120÷140
	1×7—6,0	7	2,0	6,0	22	120÷140
	1×7—6,6	7	2,2	6,6	22,6	120÷140
	1×7—7,8	7	2,6	7,8	37,2	120÷140
	1×7—9,0	7	3,0	9,0	49	120÷140
Бронза	ПАБО—10	—	—	4,6	10	75
	ПАБО—25	—	—	7,4	25	72

Основные данные о перевязочной и спаянной проволоке приведены в табл. 10.

Нормы расхода перевязочной проволоки на 1 километр линейного провода приведены в табл. 11.

В местах пересечений воздушных линий связи и СЦБ с контактными проводами электрических железных дорог, трамвая и троллейбуса, на переходах через реки, а также в удлиненных пролетах в качестве линейных проводов применяют стальные тросы (табл. 12) и многопроволочные антенные бронзовые провода.

Для ввода в здания и в кабельные ящики проводов уплотненных цепей из цветного металла на линиях связи применяют кабель марки СРГ и экранированный провод; ввод неуплотненных цепей осуществляют проводом марки ПРГ или ПРЖ (табл. 13).

Таблица 13

Провода и кабели, применяемые для устройства вводов

Марка	Характеристика провода или кабеля	Номинальное сечение в мм <sup>2</sup>	Наружный диаметр изолированного провода или кабеля в мм <sup>2</sup>
ПРГ или ПР	Одна медная жила, покрытая вулканизированной резиной и заключённая в оплётку из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной компаундом . . . . .	1,0	3,0—3,4
		1,5	3,3—3,7
ПРЖ	То же, но жила из железных проволок . . .	1,5	3,9
		2,5	4,8
СРГ	Кабель одножильный с резиновой изоляцией оцинкованный, голый	1,0	5,1
		1,5	5,4

## Изоляторы

На воздушных линиях применяют фарфоровые изоляторы типа ТФ (фиг. 4) и ШС-6 (фиг. 5), а также стеклянные изоляторы типа ТС, размеры которых соответствуют размерам изоляторов ТФ (табл. 14).

Для оборудования ввода проводов связи применяют вводные изоляторы (фиг. 6) типов ВВ и ВМ.

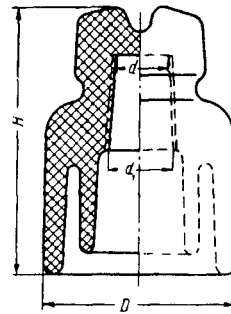
## Столбы

Столбы для воздушных линий изготавливают из следующих пород дерева: лиственницы, сосны, кедра, ели, пихты и дуба.

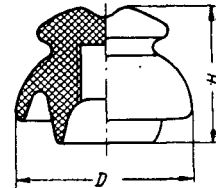
Приставки к столбам, как правило, изготавливают из лиственницы, сосны и кедра.

Применение столбов из пихты, а также приставок из ели и пихты допускается, как исключение, лишь в тех случаях, когда снабжение производится из местных лесных насаждений.

Размеры столбов и приставок приведены в табл. 15.



Фиг. 4. Изоляторы типов ТФ и ТС



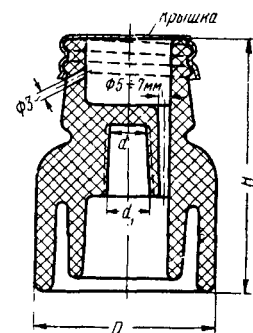
Фиг. 5. Изолятор типа ШС-6

Объём древесины столбов в зависимости от их длины и диаметра в верхнем отрубе приведён в табл. 16, а вес сосновых полусухих столбов (удельный вес 0,6)—в табл. 17.

## Крюки

На малопроводных линиях связи применяют стальные крюки типа КН (фиг. 7, табл. 18).

Для скрещивания проводов стальных телефонных цепей при подвеске их на траверсах применяют подвесные крюки. Общий вид подвесных крюков для деревянных и стальных траверс приведён на фиг. 8.



Фиг. 6. Вводный изолятор

Основные размеры и область применения изоляторов

Назначение линии	Тип изолятора	Область применения изоляторов	Размеры в мм				Вес в кг
			H	D	d	d <sub>1</sub>	
Линии связи	ТФ-2 и ТС-2	Для стальных проводов диаметром 5—4 мм и для проводов из цветного металла . . . . .	108	75	20	22	0,63
	ТФ-3 и ТС-3	Для стальных проводов диаметром 3 мм . . . . .	86	61	18	20	0,31
	ВВ	Для оборудования вводов проводов диаметром 4 и 5 мм . . . . .	132	92	20	22	0,68
	ВМ	То же для проводов диаметром 3 мм . . . . .	103	70	17	18	0,35
Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки	ШС-6	Для подвески высоковольтных проводов . . . . .	90	120	—	—	0,95
	ТФ-2	Для подвески сигнальных проводов . . . . .	—	—	—	—	—
Объединённые линии	ТФ-2	Для подвески сигнальных проводов и проводов силовой цепи автоблокировки . . . . .	—	—	—	—	—

Таблица 14

Таблица 15

## Основные размеры столбов (брёвен) для воздушных линий

Назначение столбов	Длина в м	Диаметр в верхнем отрубе в см	Примечание
Столбы для линий связи и автоблокировки . . . . . Приставки . . . . .	6,5; 7,5; 8,5 и 9,5 11 и 13 2,75; 3,25 и 3,5	От 14 до 24 » 18 » 24 » 16 » 26	По особому заказу допускается заготовка столбов диаметром в верхнем отрубе до 30 см, а также столбов длиной 5 и 5,5 м

Таблица 16

## Объём древесины столбов в зависимости от длины и диаметра в верхнем отрубе

Длина столба в м	Диаметр столба в верхнем отрубе в см													
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Объём древесины столба в м³													
5,5	—	0,087	0,100	0,110	0,130	0,140	0,160	0,180	0,190	0,210	0,230	0,250	0,280	0,300
6,5	0,090	0,103	0,120	0,135	0,154	0,172	0,192	0,210	0,230	0,260	0,230	0,310	0,340	0,360
7,0	0,098	0,114	0,132	0,150	0,169	0,189	0,210	0,230	0,260	0,280	0,310	0,340	0,365	0,390
7,5	0,108	0,125	0,144	0,164	0,185	0,200	0,230	0,250	0,280	0,300	0,330	0,370	0,401	0,434
8,0	0,120	0,138	0,158	0,179	0,200	0,220	0,250	0,280	0,300	0,330	0,360	0,400	0,432	0,460
8,5	0,130	0,150	0,173	0,195	0,220	0,240	0,270	0,300	0,330	0,360	0,400	0,430	0,470	0,510
9,0	0,140	0,166	0,190	0,210	0,240	0,260	0,290	0,320	0,360	0,390	0,420	0,460	0,510	0,550
9,5	0,157	0,180	0,200	0,230	0,250	0,230	0,310	0,350	0,380	0,420	0,460	0,500	0,540	0,580
11,0	—	—	—	—	—	—	—	0,440	0,480	0,520	0,560	0,610	0,660	0,710
13,0	—	—	—	—	—	—	—	0,560	0,620	0,670	0,700	0,790	0,850	0,910

Таблица 17

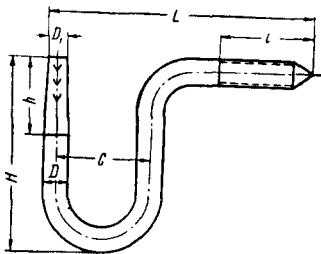
## Вес сосновых полусухих столбов в зависимости от длины и диаметра в верхнем отрубе

Длина столба в м	Диаметр столба в верхнем отрубе в см													
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Вес древесины столба в кг													
5,5	—	52	60	66	78	84	96	108	114	126	133	150	168	180
6,5	54	62	72	81	82	103	115	126	138	155	163	186	204	216
7,0	59	69	79	90	100	113	126	138	156	168	186	204	219	234
7,5	65	75	86	98	111	120	138	150	168	180	198	222	241	260
8,0	72	83	95	107	120	132	150	168	180	193	216	240	259	276
8,5	78	90	103	117	132	144	162	180	193	216	240	253	282	306
9,0	84	100	114	126	144	156	173	192	216	234	252	276	306	330
9,5	94	103	120	138	150	168	186	210	228	252	276	300	324	348
11,0	—	—	—	—	—	—	—	264	238	312	336	366	396	425
13,0	—	—	—	—	—	—	—	336	372	400	420	475	510	545

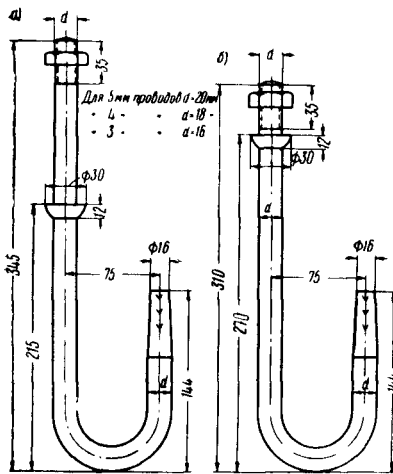
Таблица 18

## Основные размеры и назначение крюков

Типы крюка	Назначение	Размеры в мм							Вес в кг
		D	D <sub>1</sub>	L	H	l	c	h	
КН-16	Для изоляторов типов ТФ-3, ТС-3 и ВМ . . . . .	16	16	170	110	70	60	—	0,5
КН-18	Для изоляторов типов ТФ-2, ТС-2 и ВВ . . . . .	18	16	210	150	80	76	60	0,85
КН-20	То же, но на угловых и оконечных опорах . . . . .	20	16	210	150	80	76	60	1,05



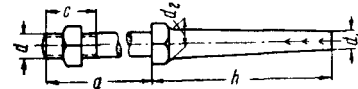
Фиг. 7. Крюк типа КН



Фиг. 8. Подвесной крюк: а—к деревянным траверсам; б—к стальным траверсам

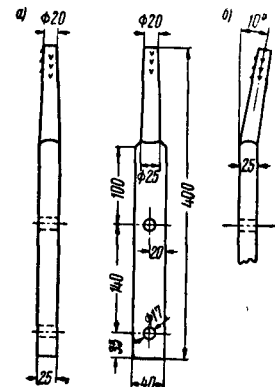
## Штыри

Размеры стальных штырей (фиг. 9) приведены в табл. 19.



Фиг. 9. Стальной штырь

Для укрепления высоковольтного провода, располагаемого на вершинах одинарных опор высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки, применяют верхушечные штыри (фиг. 10, а), а для укрепления высоковольтного провода на вершинах А-образных угловых опор — верхушечные штыри с отогнутой верхней частью (фиг. 10, б).



Фиг. 10. Штырь верхушечный: а—для одинарных опор; б—для А-образных угловых опор

## Траверсы

Траверсы (табл. 20) применяются при большом числе подвешиваемых проводов, а также для получения требуемых величин переходного затухания при подвеске на одной линии связи более чем двух цепей из цветного металла.

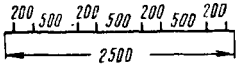
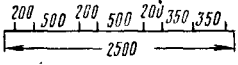
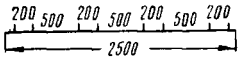
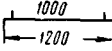
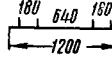
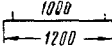
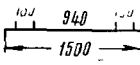
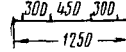
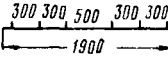
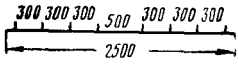
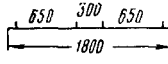
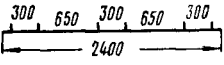
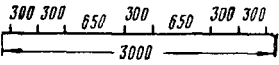
Таблица 19

Штыри, их назначение и область применения

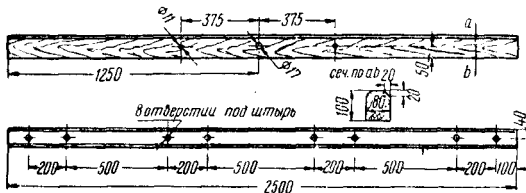
Тип линии	Тип штыря	Область применения штырей	Тип изолятора	Размеры штыря в мм					Вес в кг
				a	d	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	c	
Линии связи и объединённые линии	ШТ-2Д	К деревянным траверсам	ТФ-2 и ТС-2	125	120	16	16	19	0,46
	ШТ-3Д	» »	ТФ-3 и ТС-3	125	100	16	15	16	0,38
	ШТ-2С	» стальным траверсам	ТФ-2 и ТС-2	25	120	16	16	19	0,32
	ШТ-3С	» »	ТФ-3 и ТС-3	25	100	16	15	16	0,29
	ШУ-1Д	К деревянным траверсам удлинённых пролётов и угловых опор линий типа У и ОУ при вылете угла более 15 м и проводах диаметром 5 мм	ТФ-2 и ТС-2	130	120	22	16	25	0,8
	ШНК-1	То же, но к стальным траверсам, а также для контрольных накладок и кронштейнов	ТФ-2 и ТС-2	40	120	22	16	25	0,51
Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки	ШНС-2	К Г-образным кронштейнам и накладкам для скрещивания проводов	ТФ-2 и ТС-2	35	120	20	16	23	0,4
	ШВ-1Д	К деревянным траверсам для высоковольтных проводов	ШС-6	125	130	20	20	25	0,8
	ШТ-2Д	К деревянным траверсам для сигнальных проводов	ТФ-2	125	120	16	16	19	0,46
	ШНР-2	К накладкам для разреза сигнальных проводов	ТФ-2	40	120	22	16	23	0,575
	ШВП-1	К кронштейнам переходной опоры для высоковольтных проводов	ШС-6	50	130	22	21	27	0,775

Таблица 20

## Основные размеры и назначение деревянных траверс

Тип линии	Наименование и назначение траверсы	Объём древесины траверсы в м <sup>3</sup>	Основные размеры траверсы
Линии связи и объединённые линии	Восьмиштырная траверса для подвески проводов связи на одинарных опорах . . . . .	0,02	
	Комбинированная восьмиштырная траверса для подвески проводов связи, а также проводов силовой цепи и сигнальных проводов автоблокировки на одинарных опорах . . . . .	0,02	
	Восьмиштырная траверса для подвески проводов связи, а также проводов силовой цепи и сигнальных проводов автоблокировки на опорах полуанкерного типа . . . . .	0,02	
Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки	Траверса для подвески высоковольтных проводов к одинарным опорам на перегоне . . . . .	0,0096	
	То же, к одинарным опорам на станции . . . . .	0,0096	
	То же, к А-образным угловым опорам . . . . .	0,0096	
	То же, к одинарным опорам для транспозиции . . . . .	0,012	
	Четырёхштырная траверса для подвески сигнальных проводов на одинарных опорах . . . . .	0,01	
	То же, шестиштырная . . . . .	0,0152	
	То же, восьмиштырная . . . . .	0,02	
	Четырёхштырная траверса для подвески сигнальных проводов на А-образных угловых опорах . . . . .	0,0144	
	То же, шестиштырная . . . . .	0,0192	
	То же, восьмиштырная . . . . .	0,024	

Общий вид и размеры типовой восьмиштырной траверсы для линий связи приведены на фиг. 11.



Фиг. 11. Деревянная восьмиштырная траверса

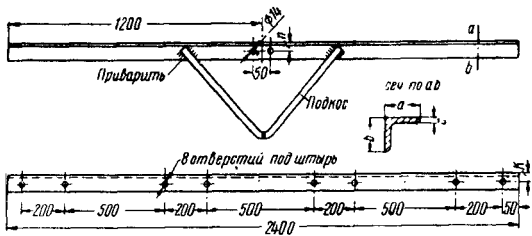
На траверсах принято также подвешивать провода силовых и сигнальных цепей автоблокировки.

Траверсы изготовляют из следующих пород дерева: сосны, дуба, лиственницы, ели и кедра.

На высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки траверсы из кедра допускается применять только при постройке линий типа Н.

Для повышения срока службы деревянные траверсы пропитывают антисептиками.

На воздушных линиях связи в отдельных случаях находят применение также стальные траверсы (фиг. 12), размеры которых приведены в табл. 21.



Фиг. 12. Стальная восьмиштырная траверса

Таблица 21

Стальные траверсы

Наименование траверс	Тип линии	Размеры в мм					Вес в кг
		a	b	c	k	n	
Телефонная восьмиштырная из угловой стали	О и Н	50	50	6	32	25	10,75
	У и ОУ	60	60	6	37	30	13

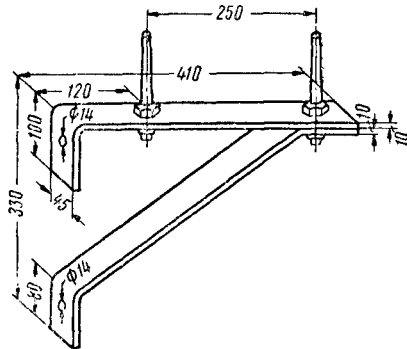
### Кронштейны и накладки

Скрещивания телефонных цепей, расположенных на крюках, производят на Г-образных кронштейнах (фиг. 13).

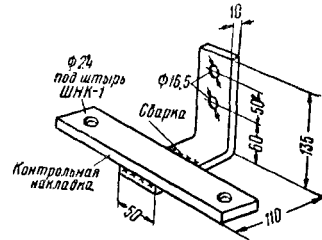
На контрольных опорах линий связи с крюками устанавливают контрольные кронштейны (фиг. 14).

При устройстве переходов и удлиненных пролетов для соединения верхушечного высоковольтного провода с тросом на высоко-

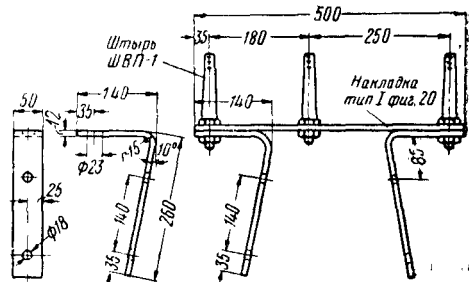
вольтно-сигнальных линиях автоблокировки применяют трёхштырный кронштейн (фиг. 15).



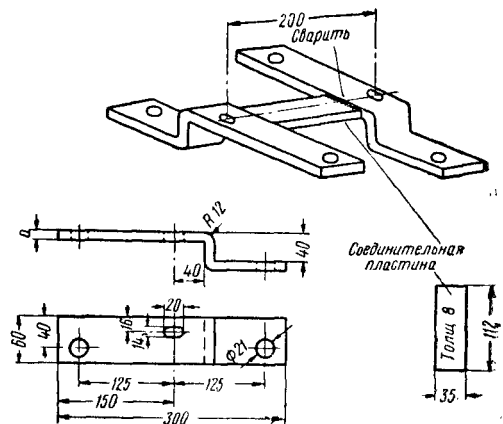
Фиг. 13. Г-образный кронштейн



Фиг. 14. Контрольный кронштейн

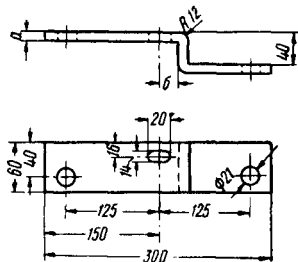


Фиг. 15. Трёхштырный кронштейн



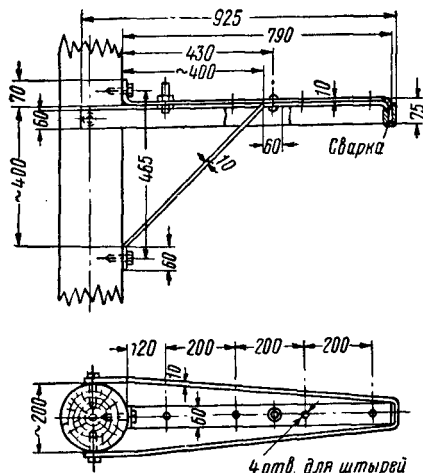
Фиг. 16. Накладка для скрещивания проводов на деревянных траверсах

Скрещивание проводов телефонных цепей из цветного металла, расположенных на траверсах, а также проводов силовой цепи автоблокировки на объединённых линиях производят на стальных накладках. Общий вид и размеры накладок для деревянных траверс приведены на фиг. 16, а для стальных траверс — на фиг. 17.



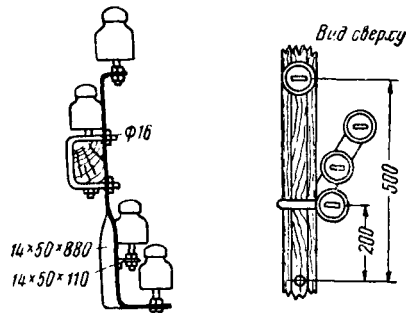
П р и м е ч а н и е. Для каждой точки скрещивания необходимо изготовить две накладки с размерами  $b=20$  и 34; для линий типов О и Н размер  $a=10$ , для линий У и ОУ размер  $a=12$

Фиг. 17. Накладка для скрещивания проводов на стальных траверсах



Фиг. 18. Кронштейн для скрещивания искусственных цепей на линиях с крюками

Скрещивание искусственных цепей при расположении проводов на крюках производят при помощи кронштейнов, приведённых на фиг. 18. Провода искусственных цепей, расположенных на траверсах, скрещиваются при помощи кронштейнов, приведённых на фиг. 19.



Фиг. 19. Кронштейн для скрещивания искусственных цепей на линиях с траверсами

Кроме накладок для скрещивания телефонных цепей, на линиях связи и высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки применяют другие типы накладок (фиг. 20—23), размеры и назначение которых указаны в табл. 22.

#### Сжимы

Для разъединения проводов во время испытаний на контрольных опорах воздушных линий связи применяют контрольный сжим, приведённый на фиг. 24.

Для этой же цели может быть применён сжим типа КС (фиг. 25); основные размеры этого сжима для проводов диаметром 4 и 5 мм приведены в табл. 23.

В местах устройства ответвления от проводов избирательной связи можно применять ответвительные зажимы (фиг. 26).

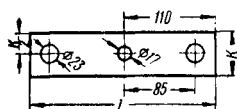
Для присоединения предохранителей и разрядников к проводам силовых цепей автоблокировки применяют линейный зажим, приведённый на фиг. 27.

Накладки, их размеры и назначение

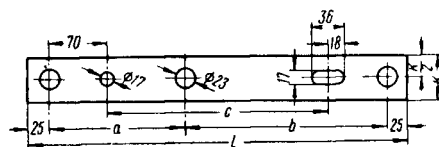
Т а б л и ц а 22

Тип накладки	Назначение накладки	Размеры в мм					Толщина накладок в мм	Вес в кг
		a	b	c	l	k		
Двухштырная	Для контрольных опор на линиях связи, оборудованных траверсами, и для опор высоковольтно-сигнальных линий в местах разреза сигнальных проводов (фиг. 20) . . . . .	—	—	—	220	50	16	1,25
Трёхштырная	Для переходных опор воздушных линий связи на пересечениях с контактными проводами электрических железных дорог, трамвая и троллейбуса (фиг. 21) . . . . .	160	240	260	450	50	16	2,83
I	Для оборудования переходных опор и опор удлиненных пролётов высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки (фиг. 22) . . . . .	180	250	309	500	50	16	3,14
II		200	260	330	530	50	16	3,33
III		395	395	660	860	50	16	5,40
IV		435	435	740	940	50	16	5,90
Специальная	Для установки на траверсах в местах изменения уклона линий связи в вертикальной плоскости (фиг. 23) . . . . .	130	—	260	420	50	16	2,64

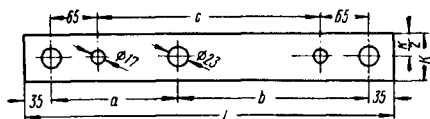




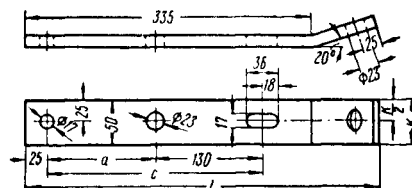
Фиг. 20. Накладка двухштырная (контрольная)



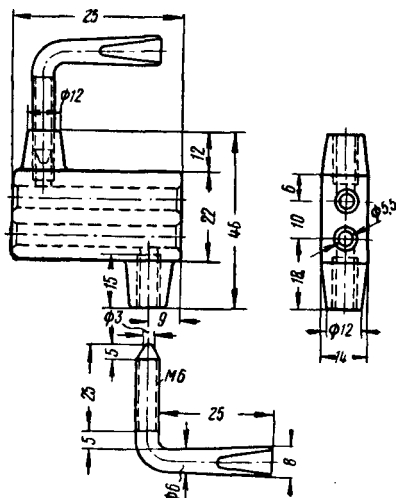
Фиг. 21. Накладка трёхштырная для линий связи



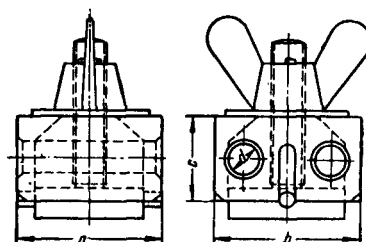
Фиг. 22. Накладка трёхштырная для высоковольтно-сигнальных линий



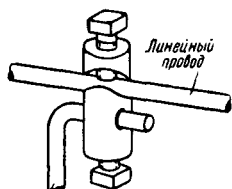
Фиг. 23. Накладка для особо усиленной конструкции крепления проводов на линиях связи



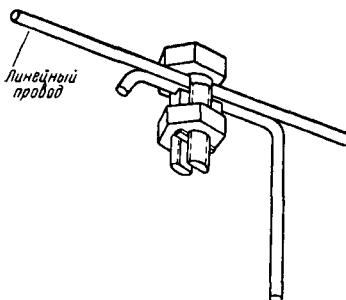
Фиг. 24. Контрольный сжим



Фиг. 25. Контрольный сжим типа КС



Фиг. 26. Ответвительный зажим



Фиг. 27. Линейный зажим

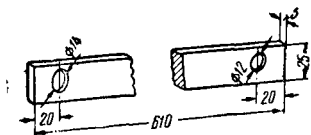
Таблица 23

Размеры контрольного сжима типа КС (фиг. 25)

Тип контрольного сжима	Размеры в мм			
	a	b	c	d
КС-1	2	22	13	5,4
КС-2	20	20	12	4,8

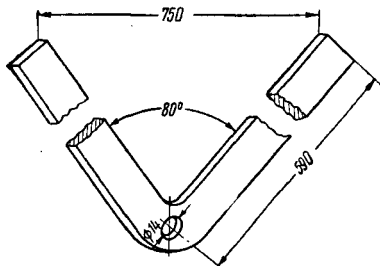
## Крепёжные детали

Для крепления деревянных траверс к опорам воздушных линий применяют подкосы, приведённые на фиг. 28, а для крепления

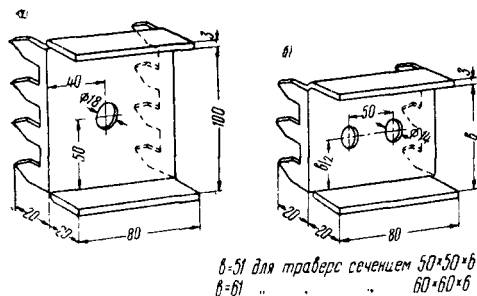


Фиг. 28. Подкос для деревянных траверс

стальных траверс — подкосы, приведённые на фиг. 29. Кроме того, на воздушных линиях связи для крепления деревянных и стальных траверс применяют держатели (фиг. 30).



Фиг. 29. Подкос для стальных траверс



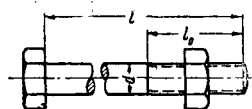
Фиг. 30. Держатели для траверс: а—деревянных, б—стальных

Для различного рода креплений на линиях связи применяют болты (фиг. 31), назначение и размеры которых приведены в табл. 24.

Таблица 24

Размеры болтов

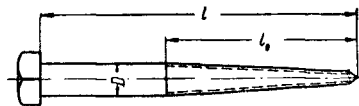
Назначение линии	Болты для крепления	Размеры в мм		
		d	l	l <sub>0</sub>
Линии связи	Траверс к одинарным столбам	16	300 и 350	100
	Двойных траверс и подпор к столбам	16	400 и 450	100
	Двойных подпор к столбам	20	700	100
	Подкосов к деревянным траверсам	10	100	30
	Контрольных накладок	16	150	40
	Накладок для скрепления	12	140	35
Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки	Подкосов к деревянным траверсам	10	100	30
	Разрядников, предохранителей, трансформаторов и кабельной муфты к брускам	10	120	35
	Предохранителей к столбу и трёхполюсного разъединителя к бруску	10	300	80
	Среднего полюса разъединителя ТВ-102 к лапке	16	40	35
	Крайних полюсов разъединителя ТВ-102	16	200	45
	Накладок к траверсам	16	150	40
	Верхушечного штыря к одинарной опоре	16	260	60
	Одинарных траверс к столбу и верхушечного штыря к А-образной опоре	16	300	80
	Двойных траверс к столбу	16	400	80
	Столбов А-образных опор	16	450	100
	Двойных подпор и для связи лежащей в земле	16	700	100



Фиг. 31. Болт

Шайбы к болтам и штырям применяют круглые и квадратные и в зависимости от назначения выбирают в соответствии с табл. 25.

Размеры применяемых на воздушных линиях глухарей (фиг. 32) приведены в табл. 26.



Фиг. 32. Глухарь

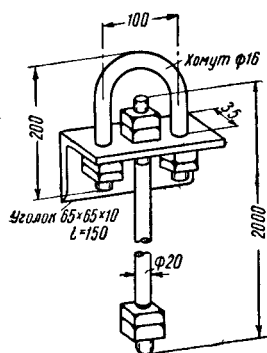
При устройстве оттяжек к угловым опорам на воздушных линиях применяют якорные стержни (фиг. 33) и коуши (фиг. 34).

При устройстве оттяжек и стальных канатов зарядку их производят с применением трёхболтовых зажимов (фиг. 35).

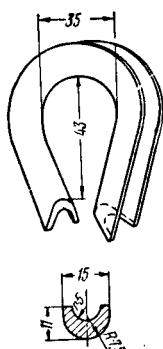
Т а б л и ц а 25

## Шайбы

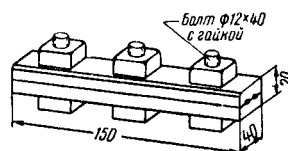
Назначение линии	Назначение шайб	Шайбы квадратные			Шайбы круглые		
		размеры в мм			размеры в мм		
		сторона квадрата	толщина	диаметр отверстия	диаметры		
					внешний	внутренний	толщина
Линии связи и объединённые линии	К болтам крепления накладок для скрепления к деревянным траверсам . . . . .	35	4	14	22	11	2
	К штырям ШТ-2Д . . . . .	40	5	18	34	18	3
	» » ШТ-3Д . . . . .	—	—	—	34	18	3
	» » ШУ-1Д . . . . .	40	5	24	—	—	—
	» болтам 16 мм . . . . .	50	5	18	—	—	—
	» 20 мм . . . . .	50	5	22	—	—	—
Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки	К якорным стержням . . . . .	100	10	24	—	—	—
	» болтам диаметром 10 мм . . . . .	22	2	11	22	11	2
	» » 16 мм и штырям ШТ-2Д . . . . .	35	4	18	34	18	3
	» штырям ШВ-1Д . . . . .	40	4	22	40	22	3



Фиг. 33. Якорный стержень



Фиг. 34. Коуш



Фиг. 35. Трёх-  
болтовый зажим

Т а б л и ц а 26

### Глухари и их назначение

Назначение глухарей	Размеры в мм			Вес в кг
	<i>D</i>	<i>l</i>	<i>l<sub>0</sub></i>	
Для крепления подкосов к опоре . . . . .	12	100	60	0,1
Для крепления верху- шечных штырей к опоре .	16	140	84	0,2

## ОБОРУДОВАНИЕ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

## ЛИНИИ СВЯЗИ

## Кабельные ящики

Кабельные ящики предназначены для окончной разделки кабеля в месте его соединения с проводами воздушных линий связи.

В кабельном ящике монтируют приборы защиты (предохранители и разрядники).

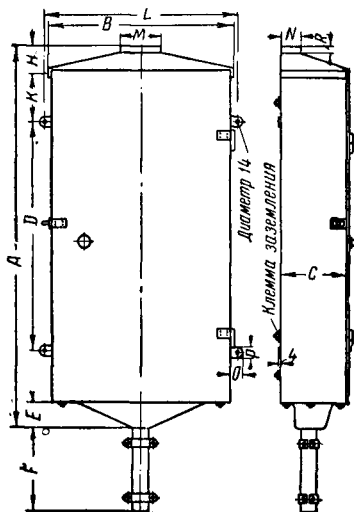
Эскиз кабельного ящика для разделки кордельных кабелей приведён на фиг. 36, а размеры кабельных ящиков этого типа на 16, 24, 32 и 40 проводов даны в табл. 27.

Т а б л и ц а 27

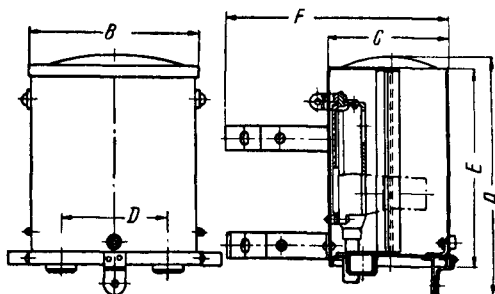
### Кабельные ящики для кордельных кабелей

Количество про- водов	Р а з м е р ы в мм													
	A	B	C	D	E	F	H	K	L	M	N	P	O	R
16	877	510	209	367	120	138,5	140	125	544	125	85	60	18,5	40
24	1 074	510	209	504	130	148,5	160	140	544	125	85	60	18,5	40
32	1 189	510	209	574	155	223,5	160	150	544	125	85	60	18,5	40
40	1 489	510	209	819	160	233,5	160	170	544	125	85	60	18,5	40

На местных телефонных сетях применяют кабельные ящики на 10, 20 и 30 пар. Эскиз такого кабельного ящика приведён на фиг. 37, а основные размеры ящиков на 10, 20 и 30 пар даны в табл. 28.



Фиг. 36. Кабельный ящик для междугородных линий связи



Фиг. 37. Кабельный ящик для линии местной телефонной связи

Таблица 28

Размеры кабельных ящиков для местных телефонных сетей

Тип ящика	Количество	Размеры в мм						Приблизительный вес в кг
		A	B	C	D	E	F	
ЯКГ-10	10x2	308*	117	157	—	129	—	5
ЯКГ-20	20x2	290	221	157	140	237	287	6
ЯКГ-30	30x2	375	221	157	140	—	291	8,5

\* Конструкция ящика типа ЯКГ-10 несколько отличается от конструкции ящиков ЯКГ-20 и ЯКГ-30 (фиг. 37).

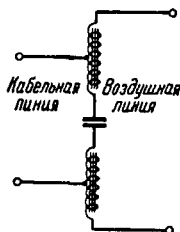
### Предохранители и разрядники

Защиту проводов воздушных линий связи и кабельных вставок осуществляют при по-

мощи плавких предохранителей и разрядников (см. описание и электрические характеристики на стр. 159).

### Согласовывающие автотрансформаторы

Для согласования входного сопротивления уплотнённых цепей из цветного металла с входным сопротивлением неуплотнённых цепей из цветного металла



Фиг. 38. Схема переходного автотрансформатора

кордельный кабель с соответствующими входными сопротивлениями.

### ЛИНИИ СЦБ

#### Силовые линейные трансформаторы

Для питания устройств автоблокировки на перегонах и станциях у каждой сигнальной точки (светофора или группы светофоров) устанавливают силовые линейные трансформаторы.

В зависимости от величины напряжения в проводах силовой цепи, а также от величины мощности, потребной для питания устройств в той или иной точке линии, применяют трансформаторы, указанные в табл. 29.

Трансформаторы типа ОМ (однофазные, масляные) помещены в закрытый металлический кожух, наполняемый трансформаторным маслом с диэлектрической прочностью не ниже 22 кВ.

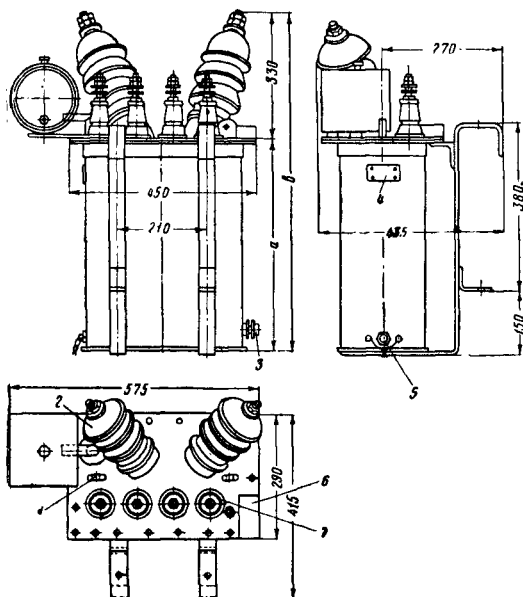
Таблица 29

Типы силовых линейных трансформаторов, применяемых для питания устройств СЦБ

Тип трансформатора	Мощность трансформатора в ва	На каких линиях применяется	Напряжение в проводах силовой цепи в в	Место установки трансформатора
ОМ-0,3 ОМ-0,66 ОМ-1,2	300 660 1 200	Самостоятельные высоковольтные сигнальные линии автоблокировки	6 000	На силовых опорах
ПОВС-75	75	Объединённые линии связи и СЦБ	500	В релейных шкафах

Общий вид трансформаторов типа ОМ на 0,66 и 1,2 кВ изображён на фиг. 39; основные размеры и вес этих трансформаторов приведены в табл. 30.

Первичная обмотка (высокого напряжения) состоит из отдельных секций, выводы которых вмонтированы в высоковольтные изоляторы; на каждом изоляторе имеется по три штифта, закрытых специальным колпачком (фиг. 40).



Фиг. 39. Общий вид линейного силового трансформатора типа ОМ:

1 — ушко; 2 — изолятор высокого напряжения; 3 — болт для заземления; 4 — паспортная таблица; 5 — пробка для спуска масла (пломбируется); 6 — пробивной предохранитель; 7 — изолятор низкого напряжения

Таблица 30

Вес и основные размеры трансформаторов типов ОМ-0,66 и ОМ-1,2

Тип трансформатора	Вес в кг			Размеры в мм	
	трансформатора	трансформатора без кожуха	масла	а	в
ОМ-0,66	87	50	22	425	755
ОМ-1,2	98	53	25	475	805

Отпайка от высоковольтного провода присоединяется к одному из штифтов при помощи колечкового контакта, навёрнутого на соответствующий штифт.

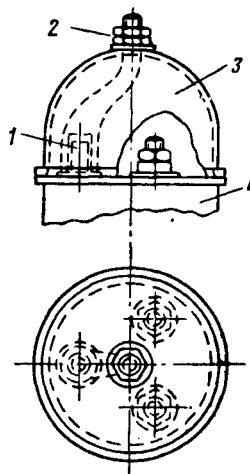
Схема обмоток трансформаторов ОМ и порядок присоединения выводов (штифтов) при включении трансформаторов в силовую цепь приведены в табл. 31 и на фиг. 41.

В отличие от трансформаторов типов ОМ-1,2 и ОМ-0,66 в трансформаторе ОМ-0,3 применён кожух круглой формы (фиг. 42); кроме того, регулировка напряжения в нём производится на стороне низкого напряе-

Таблица 31

Схема обмоток трансформаторов ОМ-0,66 и ОМ-1,2 и порядок присоединения выводов обмоток

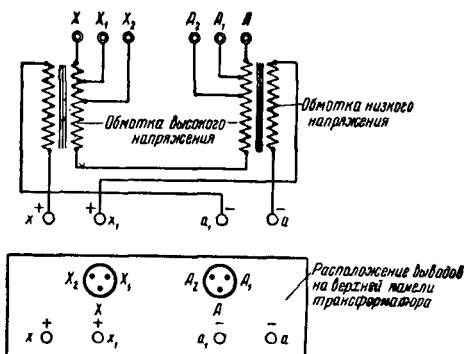
Напряжения в проводах силовой цепи в в	Выводы первичной обмотки	Выводы вторичной обмотки	
		для 110 в	для 220 в
6 300 6 000 5 700 5 400 5 100	A — X A <sub>1</sub> — X A <sub>1</sub> — X <sub>1</sub> A <sub>2</sub> — X <sub>1</sub> A <sub>2</sub> — X <sub>2</sub>	a — x с перемычками a — a <sub>1</sub> x — x <sub>1</sub>	a — x с перемычками a <sub>1</sub> — x <sub>1</sub>



Фиг. 40. Колеичатый контакт для присоединения высоковольтного провода к трансформатору типа ОМ:

1 — штифт; 2 — колеччатый контакт; 3 — колпачок; 4 — изолятор высокого напряжения

ния, для чего обмотка низкого напряжения секционирована и имеет пять выводов.



Фиг. 41. Схема обмоток линейного трансформатора типа ОМ

Схема обмоток трансформатора типа ОМ-0,3 приведена на фиг. 43, а порядок использования зажимов обмотки низкого напряжения для поддержания постоянного напряжения приведён в табл. 32.

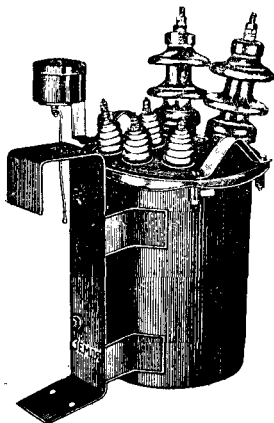
Трансформаторы типа ОМ-0,3 изготавливают в двух вариантах: на напряжение на стороне низкого напряжения 115 и 230 в.

В трансформаторах типа ОМ изоляция обмотки высокого напряжения от корпуса и от обмотки низкого напряжения должна вы-

Т а б л и ц а 32

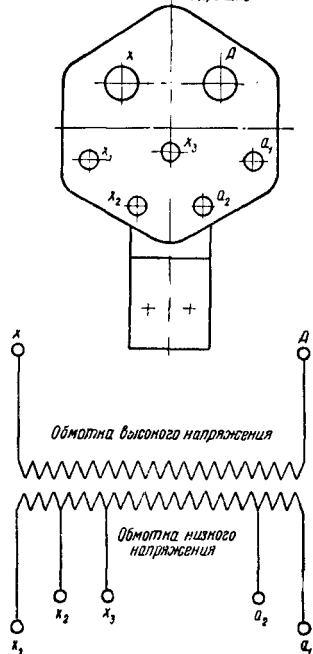
Порядок использования зажимов обмотки низкого напряжения в трансформаторах ОМ-0,3

Напряжение на зажимах обмотки высокого напряжения в в	Зажимы обмотки низкого напряжения
6 300	$a_2 - x_2$
6 000	$a_2 - x_1$
5 700	$a_2 - x_1$
5 400	$a_1 - x_2$
5 100	$a_1 - x_1$



Фиг. 42. Общий вид трансформатора типа ОМ в круглом кожухе

Расположение выводов на крышке

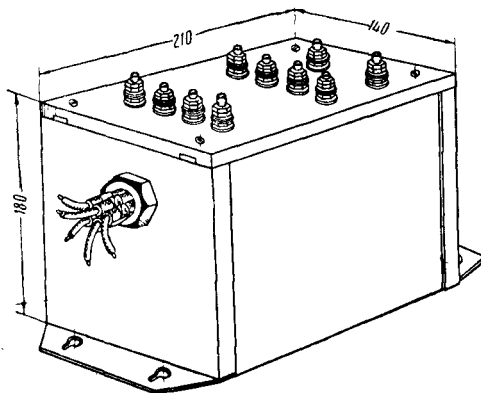


Фиг. 43. Схема обмоток линейного трансформатора типа ОМ-0,3

держивать в течение 1 мин. приложенное напряжение 25 кВ частотой 50 Гц, а изоляция обмотки низкого напряжения по отношению к корпусу — 5 кВ.

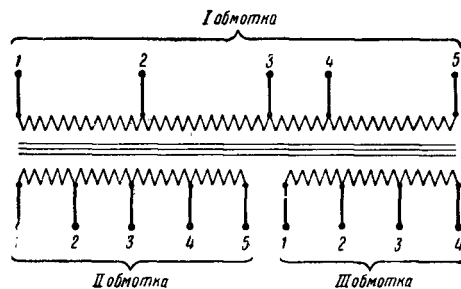
Трансформаторы типа ПОБС-75 (фиг. 44) малогабаритные и приспособлены для установки непосредственно в релейных шкафах. Все три обмотки трансформатора секционированы (фиг. 45).

Секции обмотки высокого напряжения (первичной) дают возможность получать на за-



Фиг. 44. Общий вид трансформатора типа ПОБС-75

жимах вторичных обмоток относительно неизменные величины напряжения независимо от удаления места установки трансформатора от питающего пункта и связанного с этим уменьшения напряжения в проводах силовой цепи.



Фиг. 45. Схема обмоток трансформатора типа ПОБС-75

Порядок включения выводов первичной обмотки трансформатора ПОБС-75 к проводам силовой цепи указан в табл. 33.

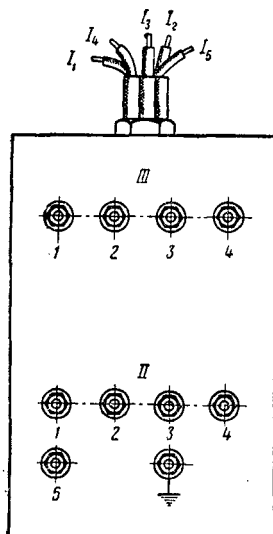
Т а б л и ц а 33

Порядок включения секций первичной обмотки трансформатора ПОБС-75 в провода силовой цепи

Напряжение в проводах силовой цепи в в	500	440	380	320	260
Выводы первичной обмотки . . . . .	$1_1 - 1_2$	$1_1 - 1_4$	$1_1 - 1_3$	$1_2 - 1_4$	$1_2 - 1_3$

Каждая из обмоток на стороне низкого напряжения специализирована: обмотка II служит для питания сигнальных цепей автоблокировки и позволяет получать на своих зажимах величины напряжения от 12 до 30 в; обмотка III — путевая, позволяет получать

на своих зажимах величины напряжения от I до 7 в. Порядок включения секций в обмотках II и III приведен в табл. 34, а расположение



Фиг. 46. Расположение зажимов на верхней панели трансформатора типа ПОВС-75

трансформаторов и кабельных вставок в воздушные линии от разрушающего действия волны атмосферных перенапряжений, возникающей от непосредственного удара молнии в провода или наводимой в проводах при разряде вблизи от линии.

Как видно из приведённых данных о трансформаторе ПОВС-75, он даёт возможность получать требуемые для питания устройств автоблокировки величины напряжения при помощи одной ступени трансформирования, что выгодно отличает его от других типов трансформаторов.

#### Разрядники

Разрядники предназначены для защиты силовых линейных

Для оборудования силовых цепей автоблокировки применяются разрядники, типы которых указаны в табл. 35.

Таблица 35

Типы разрядников и область их применения

Типы разрядника	На каких линиях применяется	Напряжение в проводах силовой цепи в в	Место установки разрядника
АБ-6 шариковый	Высоковольтные сигнальные линии автоблокировки . . . . .	6 000	На силовых и кабельных опорах
РВП-0,5	Объединённые линии связи и СЦБ .	500	

Разрядник типа АБ-6 (фиг. 47) состоит из наложенных друг на друга пяти тиритовых дисков, соединённых последовательно столбиком из семи искровых промежутков. Тирит — керамический материал, получаемый прессовкой и отжигом массы, составленной из глины (50%), карборунда (46%) и графита (4%). Каждый искровой промежуток образуется из двух латунных дисков, разделённых миканитовой прокладкой. Тиритовые и латунные диски заключены в общий фар-

Таблица 34

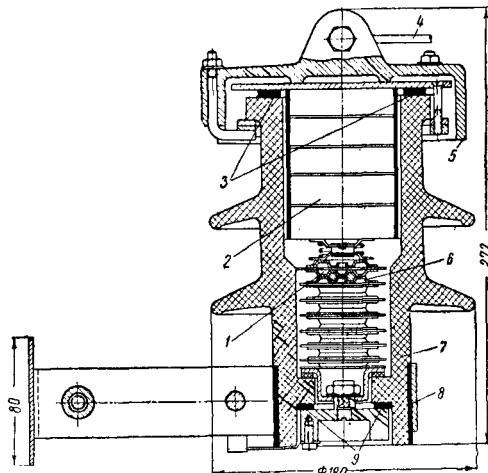
Порядок включения секций в обмотках низкого напряжения трансформатора ПОВС-75

Обмотка II (сигнальная)	Зажимы Напряжение в в	1-5	1-4	2-4	3-5	3-4	1-3
		30	26	22	18	14	12
Обмотка III (путевая)	Зажимы Напряжение в в	1-4	1-3	1-2	2-4	3-4	2-3
		7	5	4	3	2	1

Для выполнения защитных функций от разрядника требуется, чтобы он ограничивал напряжение волны до величины, безопасной для изоляции защищаемого объекта; вместе с тем разрядник не должен срабатывать при повышениях рабочего напряжения и при возможных коммутационных перенапряжениях на пунктах питания.

Продолжительность прохождения тока через разрядник измеряется микросекундами и зависит от крутизны и формы волны перенапряжения.

Оптимальным условием для разрядника является постоянство напряжения на его зажимах независимо от величины проходящего тока; для этого необходимо, чтобы сопротивление разрядника изменялось обратно пропорционально величине проходящего тока.



Фиг. 47. Разрядник типа АБ-6: 1—искровой промежуток; 2—колонна с тиритовыми дисками; 3—прокладка резиновая; 4—провод линейный; 5—колпак силуминовый; 6—электрод латунный; 7—корпус фарфоровый; 8—прокладка толстая; 9—прокладка резиновая

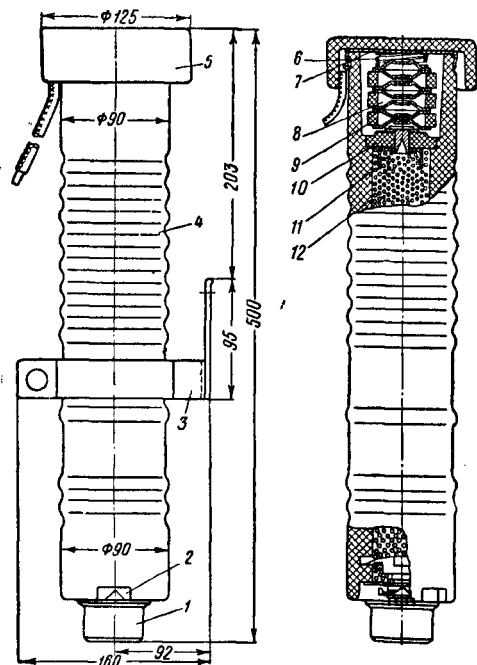
фарфоровый корпус. Разрядник должен быть герметично закрыт; испытание на герметичность производится опусканием в воду под воздушным давлением в 2 ат на 25 мин.

Разрядное напряжение разрядника — 16 кВ переменного тока частотой 50 гц; двухмикросекундное импульсное разрядное напряжение искрового промежутка на волне 1,5/40 мксек должно быть не выше 34 кВ.

Вольтамперная характеристика разрядника должна обеспечивать при импульсном токе 1 000 а напряжение не выше 30 кВ.

Разрядник должен пропускать, не разрушаясь, импульсные токи величиной 3 000 а при волне 1,5/40 мксек.

Шариковый разрядник (фиг. 48) на 4—7 кВ состоит из фарфорового кожуха в фор-



Фиг. 48. Шариковый разрядник:

1—крышка из пластмассы для зажима заземляющего провода; 2—отверстие для заземляющего провода; 3—стальной кронштейн для крепления разрядника; 4—трубка фарфоровая; 5—чашка фарфоровая; 6—пружина; 7—крышка контакта; 8—искровой промежуток; 9—кольцо дистанционное; 10—диск фарфоровый с электродом; 11—электрод; 12—шарики

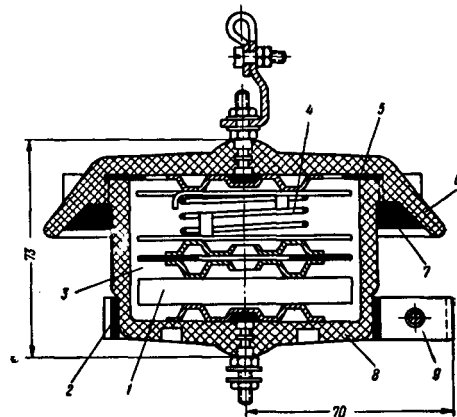
ме трубки с гофрированной поверхностью. В верхней части трубки находятся три искровых промежутка, а под ними — шарики из перекиси свинца ( $PbO_2$ ) диаметром около 3 мм; поверхности шариков покрыты тонким слоем окиси свинца.

При повышении напряжения на разряднике до величины разрядного пробиваются искровые промежутки и всё напряжение оказывается приложенным к столбику из шариков, из-за чего пробиваются оксидные плёнки в местах соприкосновения шариков, столбик становится токопроводящим и разрядный ток устремляется в землю.

Значительная плотность тока создаёт местные нагревы шариков, благодаря чему перекись свинца переходит в окись, обладающую большим сопротивлением, что приводит к резкому ограничению тока и перерыву дуги. Импульсное разрядное напряжение разрядника должно быть не выше 34 кВ.

Разрядник РВП-0,5 (фиг. 49), называемый вилитовым, состоит из одного искрового промежутка и одного вилитового диска. Основное отличие вилитовых дисков от тиритовых

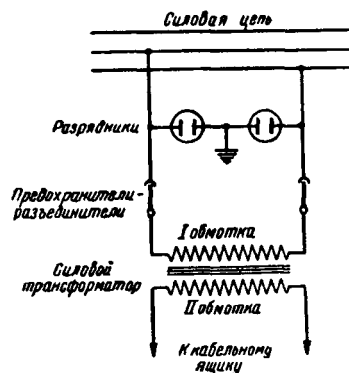
заключается в том, что в них в качестве связующего вещества вместо глины применена композиция на основе жидкого стекла.



Фиг. 49. Разрядник типа РВП-05: 1—диск вилитовый; 2—прокладка толевая; 3—промежуток искровой; 4—пружина; 5—резина; 6—крышка; 7—заливка компаунд; 8—корпус; 9—хомут

#### Комбинированные предохранители ПКН-6

Предохранители, устанавливаемые на силовых опорах, включают в соответствии со схемой фиг. 50; они служат для отключения



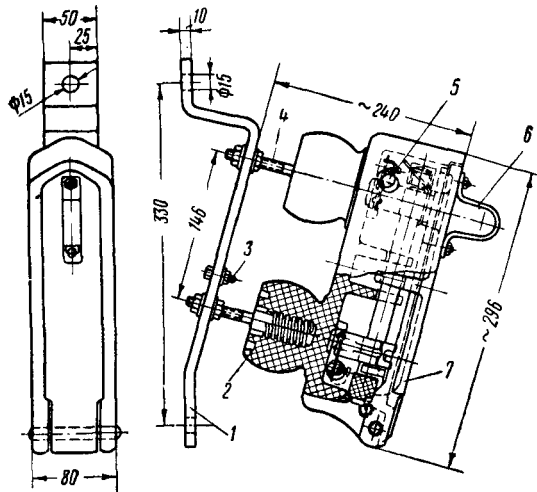
Фиг. 50. Схема включения грибов защиты в провода силовой цепи

линейных трансформаторов от проводов силовой цепи при аварийном режиме, например, при коротком замыкании в обмотках, с тем, чтобы отдельные повреждённые трансформаторы не нарушали работу силовой цепи в пределах всего плеча питания. Предохранители устанавливаются также на опорах при переходе воздушной силовой цепи в кабель.

Предохранители ПКН-6 делают однополюсными (фиг. 51); корпус изготавливается из глазурированного фарфора в виде двух штыревых изоляторов. Внутри корпуса помещают плавкую вставку из константановой проволоки. На крышке имеется ушко, в которое вводится палец разъединяющей штанги, при необходимости разъединения цепи с землей. Предохранитель должен выдерживать между токоведущими частями и цоколями: испытатель-



ное напряжение 34 кВ в течение 1 мин., мокро-разрядное — не ниже 25 кВ, сухоразрядное — не ниже 50 кВ. Сухоразрядное напряжение между верхним и нижним электродами при вынутом патроне (крышка открыта) должно быть не ниже 60 кВ.



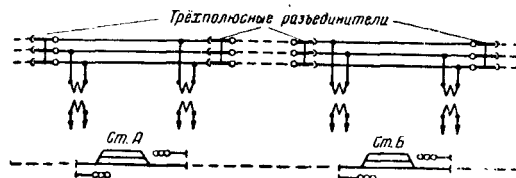
Фиг. 51. Предохранитель типа ПКН-6: 1—цоколь; 2—корпус фарфоровый; 3—клемма для заземления; 4—штырь; 5—отверстие для присоединения подводящих проводников; 6—ушко; 7—крышка

В предохранителе не должно происходить перекрытия через крышку в течение 20 час. под дождём при перегоревшей плавкой вставке и напряжении 6,9 кВ.

Действительная величина тока, плавящая вставку в течение 5 мин., не должна отличаться более чем на 15% от двукратного номинального тока вставки до 5 а или от двух с половиной кратного тока для вставки более 5 а. Вставка не должна плавиться в течение 2 час. при токе, превышающем номинальный на 20%. Предохранитель должен разрывать дугу при токе до 100 а (эффективных).

### Секционные разъединители

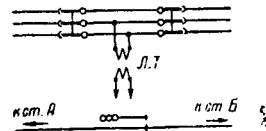
Для включения и изолирования участков силовой высоковольтной цепи, а в некоторых случаях и отдельных силовых опор, применяют секционные разъединители, устанавли-



Фиг. 52. Схема расстановки трёхполюсных разъединителей у входных светофоров

ваемые на специальных опорах. Нормально разъединители устанавливают по концам каждого перегона у входных светофоров (фиг. 52). На электрифицированных участках с интенсивным движением поездов разъединители

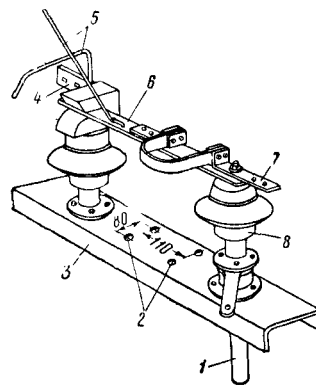
устанавливают у каждой силовой опоры (фиг. 53). Разъединители устанавливают также в местах сопряжения двух плеч силовой цепи.



Фиг. 53. Схема установки трёхполюсных разъединителей у силовой опоры

В настоящее время находят применение два типа секционных разъединителей:

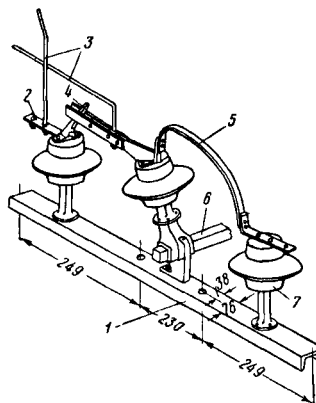
1) РЗН-Г<sub>2</sub>-10/600 (разъединители трёхфазные для наружной установки, горизонтально-поворотного типа, с двумя изоляторами на каждую фазу, 10 кВ, 600 а) — горизонтально-поворотный с двумя изоляторами на каждую фазу; разъединители выполняют в виде отдельных фаз (фиг. 54), соединяемых затем в



Фиг. 54. Трёхполюсный разъединитель типа РЗН-Г<sub>2</sub>-10/600 (одна фаза): 1—палец для включения и выключения фазы; 2—отверстие для крепления к брускам опоры; 3—основание из листовой стали или швеллера; 4—пластина медная контактная; 5—стержни дугогасительные; 6—нож из медной пластины; 7—пластина медная контактная; 8—изолятор типа ИШ-10

один общий трёхфазный агрегат, управляемый с земли; разъединители снабжают дугогасительными стержнями, один из которых неподвижный, а второй подвижный.

Электрические характеристики разъединителя приведены в табл. 36.



Фиг. 55. Трёхполюсный разъединитель типа ТВ-102 (одна фаза): 1—основание из швеллера; 2—пластина контактная; 3—стержни дугогасительные; 4—нож; 5—связь гибкая из тонких медных полос; 6—ось разъединителя; 7—изолятор

2) ТВ-102 — вертикально-поворотный с тремя изоляторами на каждую фазу (фиг. 55). Сухоразрядное напряжение 45 кВ, мокро-разрядное — 30 кВ.

Таблица 36

Электрические характеристики разъединителя  
типа РЗН-Г<sub>2</sub>-10/600

Напряжение в кВ			Разрядное напряжение в кВ	
номинальное	максимальное рабочее	испытательное в течение 1 мин.	сухо-разрядное	мокро-разрядное
10	11,5	43	60	33

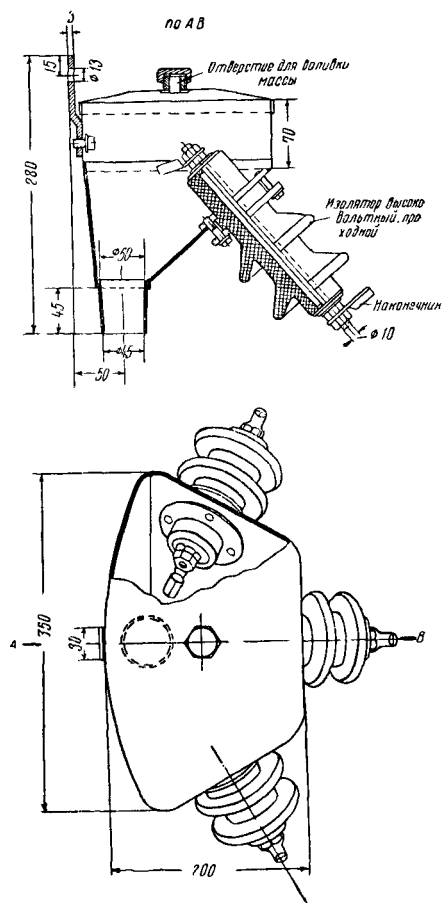
Таблица 37

Габариты и вес типовых металлических кабельных ящиков

Тип ящика	Ёмкость ящика	Размеры в мм		Вес с трубой в кг
		А	Б	
I	На 10 проводов	270	260	35
II	» 16 »	270	341	40
III	» 24 »	294	456	53
IV	» 32 »	294	563	60

### Кабельные муфты

Для перехода воздушных высоковольтных проводов в силовую кабель применяют оконечные кабельные муфты конструкции Фирсова (фиг. 56); их устанавливают непо-



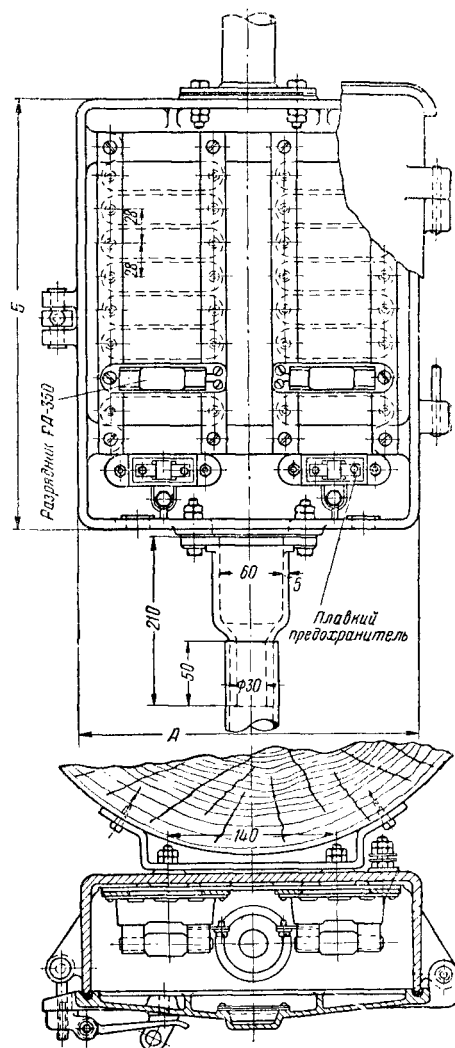
Фиг. 56. Оконечная муфта инж. Фирсова

средственно на переходных кабельных опорах. Эти муфты изготовляют из листовой стали толщиной 0,5 мм.

Смонтированная муфта заливается кабельной массой МК-45.

### Кабельные ящики

Кабельные ящики (фиг. 57, табл. 37) на линиях автоблокировки устанавливают на



Фиг. 57. Кабельный ящик

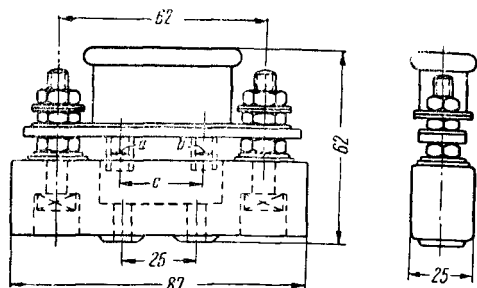
силовых, а также на разрезных промежуточных и переходных опорах.

В кабельных ящиках монтируют приборы защиты:

1) газонаполненные разрядники типа РА-650 (см. описание и электрические данные на стр. 159) для защиты кабеля и аппаратуры

автоблокировки от опасного и разрушающего действия грозовых разрядов;

2) плавкие предохранители штепсельного типа (фиг. 58, табл. 38) для отключения линий



Фиг. 58. Плавкий предохранитель штепсельного типа

ного силового трансформатора в случае возникновения короткого замыкания в цепи низкого напряжения.

Таблица 38

Основные данные предохранителей штепсельного типа

Тип	Величина тока в а		Размеры в мм		
	номинальная	плавления	a	b	c
1	5	10+15%	6	4	23
2	10	20+15%	6	6	23

Типовые схемы включения приборов защиты в кабельных ящиках приведены в табл. 39.

Таблица 39

Типовые схемы включения приборов защиты в кабельных ящиках

Схема включения	В каком случае применяется
	При разрезе сигнальных проводов на силовых и промежуточных разрезных опорах
	При включении сигнальных проводов в кабель на кабельной вставке в воздушную линию
	На всех силовых опорах

## КОНСТРУКЦИЯ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ И СЦБ

### Классификация кабелей

Применяемые в устройствах связи и СЦБ кабели различаются по своей конструкции и назначению.

Подробные характеристики кабелей различных марок приведены ниже, а маркировка кабелей с указанием области их применения дана в табл. 40.

### Телефонные кабели с воздушно-бумажной изоляцией

Телефонные кабели с воздушно-бумажной изоляцией изготавливают с медными жилами диаметром 0,5; 0,6 и 0,7 мм. Скрутка жил парная.

Конструкция и назначение изготавливаемых кабелей приведены в табл. 41.

Число пар в кабелях в зависимости от марки кабеля и диаметра жил соответствует данным табл. 42.

Наружный диаметр кабелей марки ТГ приведен в табл. 43.

Электрические характеристики кабелей связи с воздушно-бумажной изоляцией приведены в табл. 44.

### Кабели телефонные распределительные

Кабели ТРК изготавливают с медными жилами диаметром 0,5 мм, изолированными двойным слоем хлопчатобумажной пряжи с числом пар: 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 70, 80 и 100. Защитный покров кабелей ТРК — свинцовая оболочка.

Наряду с однопарным кабелем ТРК для прокладки абонентских линий применяют однопарный кабель ТРВК с полихлорвиниловой оболочкой.

Этот кабель изготавливают с жилами 0,5 мм. Максимальное сопротивление постоянному току одиночной жилы этого кабеля не превышает  $95 \frac{\text{ОМ}}{\text{км}}$ . Сопротивление изоляции между

жилами кабеля при 20° не менее  $50 \frac{\text{МГОМ}}{\text{км}}$ , а электрическая прочность такова, что он выдерживает, не пробиваясь, напряжение 500 в переменного тока.

Промышленностью также освоено изготовление многопарных распределительных кабелей с полихлорвиниловой изоляцией ёмкостью 5, 10, 20 и 30 пар.

Таблица 40

Марки и область применения кабелей

Наименование кабелей	Марка	Краткая характеристика кабеля	Преимущественная область применения
Телефонные	ТГ, ТБ, ТП, ТК, ТА и ТБГ	С парной скруткой жил с воздушно-бумажной изоляцией	Для линий местных телефонных сетей железнодорожных станций и узлов
Телефонные распределительные	ТРК	С парной скруткой жил с хлопчатобумажной изоляцией	Для распределительной сети местной телефонной связи
Комбинированные	ТРВК, ТРВКШ	С изоляцией из полихлорвинила	
	ТДСГ, ТДСБ, ТДСП и ТДСК	С кордельно-бумажной изоляцией с жилами, свитыми по способу парной, двойной парной скрутки или скрутки звездой	Для пригородной связи и для передачи программ радиовещания
	МКГ, МКБ, МКП и МКК	С кордельно-бумажной изоляцией с четвёрками, скрученными звездой и имеющими экранированные пары	Для междугородной телефонно-телеграфной связи на высокой частоте и для передачи вещания
	ТЗСГ, ТЗСБ, ТЗСП, ТЗСК	С кордельно-стирофлексной изоляцией жил, скрученных в четвёрки звездой	Для междугородной телефонно-телеграфной связи на высокой частоте
Вводные телефонно-телеграфные	КЖ	Комбинированные, содержащие четвёрки со звездной скруткой, с кордельно-бумажной и кордельно-стирофлексной изоляцией жил	Для кабелирования магистральных и внутридорожных линий связи МПС, а также для ввода воздушных линий связи в станции и узлы
	ТЗГ, ТЗБ, ТЗП, ТЗК, ТЗБГ и ТЗПГ ТЗЭГ, ТЗЭБ, ТЗЭП, ТЗЭК, ТЗЭБГ и ТЗЭПГ	С кордельно-бумажной изоляцией жил, скрученных в четвёрки звездой С кордельно-бумажной изоляцией жил, скрученных в четвёрки звездой. Четвёрки экранированные	Для кабелирования телефонно-телеграфных узлов, вводов и переходов воздушных линий через железные дороги и реки, а также для устройства соединительных линий между районными АТС и для кабельных магистралей дальней связи небольшого протяжения
Коаксиальные		Состоящие из внутреннего проводника, заключённого в трубу, являющуюся внешним проводником, с изоляцией между проводником и трубой из стирофлекса, фреквенты или полиэтилена	Для междугородной телефонно-телеграфной связи и телевизионных передач, а также для устройства питающих фидеров радиопередатчиков
Сигнальные	СОГ, СОА, СОБ, СОБГ, СОП, СОПГ и СОК	С простой кабельной скруткой жил Изоляция жил бумажно-масляная	Для сигнальных цепей в устройствах сигнализации, централизации и блокировки, а также для кабелирования телеграфных проводов в узлах и на переходах
Контрольные	КСГ, КСА, КСБ, КСВГ, КСП, КСПГ, КСК, КСРГ, КСРА, КСРБ, КСРБГ, КСРП, КСРПГ, КСРК, КРО, КРШ, КНРГ, КНРБГ, КНРПГ, КВРГ, КВРБГ, КВРПГ	С пропитанной бумажной изоляцией или с резиновой изоляцией жил	Для сигнальных цепей в устройствах сигнализации, централизации и блокировки в случаях, когда неэкономично увеличивать сечение проводов путём дублирования жил сигнальных кабелей
Педальные	КПБ	Двухжильные и трёхжильные с резиновой изоляцией жил. Каждая жила состоит из медных лужёных проволок	Для присоединения педаль и в других отдельных случаях, когда требуются кабели с небольшим количеством жил
Силовые	СГ, СА, СБ, СП, СК, СБГ, СПГ, СБВ и СБГВ	Высоковольтные, на напряжение от 1 до 10 кВ, одножильные, двух-, трёх- и четырёхжильные с бумажной изоляцией, пропитанной изолирующим составом	Для передачи и распределения электроэнергии, питающей устройства ССБ

Т а б л и ц а 41

Конструкция и назначение кабелей с воздушно-бумажной изоляцией

Марка кабеля	Конструкция кабеля	Назначение кабеля
ТГ	Освинцованный, голый	Для прокладки в канализации, по стенам зданий и для подвески на тросе по опорам воздушных линий
ТА	Освинцованный, асфальтированный	Для прокладки в местах с наличием паров, газов и кислот, разрушающе действующих на свинцовую оболочку, но не действующих на асфальтировку
ТБ	Освинцованный, бронированный двумя стальными лентами	Для непосредственной прокладки в земле
ТБГ	Освинцованный, бронированный двумя стальными лентами, покрытыми вязким компаундом или лаком	В тех же условиях, что и кабель марки ТА, а также для прокладки в тоннелях
ТП	Освинцованный, бронированный плоскими (сегментными) стальными оцинкованными проволоками	Для вертикальной прокладки в шахтах, в земле при уклоне, большем 45°, в почвах, подверженных смещениям, а также в малых несудоходных водных бассейнах
ТК	Освинцованный, бронированный круглыми стальными оцинкованными проволоками	Для подводной прокладки в судоходных реках, озёрах и морях

Т а б л и ц а 42

Число пар кабелей с воздушно-бумажной изоляцией

Марка кабеля	Диаметр жил в мм		
	0,5	0,6	0,7
	Количество пар		
ТГ	5—1 200	5—800	5—600
ТА, ТБ, ТБГ, ТП	5—600	5—600	5—600
ТК	20—600	20—600	20—600

Т а б л и ц а 44

Электрические характеристики кабелей с воздушно-бумажной изоляцией

Наименование характеристики	Единица измерения	Кабели с жилами диаметром в мм		
		0,5	0,6	0,7
Максимальное сопротивление постоянному току одиночной жилы при температуре 20°C	ом/км	95	65,8	48
Рабочая ёмкость между жилами пары при частоте 800 гц при числе пар до 50:	мкф/км			
средняя		0,050	0,041	0,042
наибольшая	Тоже	0,055	0,045	0,046
при числе пар более 50:				
средняя	»	0,050	0,039	0,040
наибольшая	»	0,055	0,043	0,044
Ёмкость отдельной жилы по отношению ко всем остальным, соединённым со свинцовой оболочкой, измеренная постоянным током при числе пар до 50:				
средняя	»	0,083	0,068	0,070
наибольшая	»	0,091	0,075	0,077
при числе пар более 50:				
средняя	»	0,083	0,065	0,067
наибольшая	»	0,091	0,072	0,073
Минимальное сопротивление изоляции каждой жилы по отношению ко всем остальным жилам, соединённым со свинцовой оболочкой, при температуре 20°C	мг ом/км	2 000		
Прочность изоляции жил кабеля такова, что он выдерживает в течение 2 мин. между жилами и между жилами и свинцовой оболочкой напряжение переменного тока частотой 50 гц	в	500		

Т а б л и ц а 43

Наружный диаметр кабелей марки ТГ

Номинальное количество пар	Диаметр жил в мм			Номинальное количество пар	Диаметр жил в мм		
	0,5	0,6	0,7		0,5	0,6	0,7
	Максимальный наружный диаметр кабеля в мм				Максимальный наружный диаметр кабеля в мм		
5	8	9	10	300	39	44	55
10	10	11	13	400	43	50	63
20	12	14	17	500	48	56	69
30	14	17	21	600	52	61	75
50	17	21	25	700	57	67	—
80	20	25	31	800	60	71	—
100	23	28	33	900	64	—	—
150	27	33	40	1 000	67	—	—
200	31	38	45	1 200	72	—	—

Эти кабели имеют марку ТРВКШ и содержат жилы диаметром 0,5 мм. Каждую жилу покрывают сплошным слоем полихлорвинилового пластика. Две изолированные жилы скручивают в пару, а пары между собой. Скрученные в кабель пары заключаются в шланг из полихлорвинилового пластика.

Электрические характеристики кабеля ТРК и ТРВКШ приведены в табл. 45.

Т а б л и ц а 45

Электрические характеристики кабелей  
ТРК и ТРВКШ

Наименование характеристики	Единица измерения	Значение характеристик для кабелей марок	
		ТРК	ТРВКШ
Максимальное сопротивление постоянному току одиночной жилы при 20°C	$\frac{\text{ОМ}}{\text{КМ}}$	95	95
Ёмкость электрическая одиночной жилы по отношению ко всем остальным, соединённым вместе и со свинцовой оболочкой (землёй) . . . . .	$\frac{\text{МКФ}}{\text{КМ}}$	0,2	0,25*
Ёмкость электрическая рабочая между жилами пары при частоте 800 гц	То же	0,1	—
Минимальная величина сопротивления изоляции отдельной жилы по отношению к остальным жилам, соединённым с оболочкой (землёй) при 20°C не менее . . . . .	$\frac{\text{МГОМ}}{\text{КМ}}$	200	40
Электрическая прочность изоляции кабеля такова, что выдерживает в течение 3 мин. напряжение: постоянного тока . . . переменного тока частотой 50 гц . . . . .	$\text{В}$	500	—
	»	300	300

\* Для 25% жил допускается повышение ёмкости до  $0,3 \frac{\text{МКФ}}{\text{КМ}}$ .

Комбинированные кабели с кордельно-бумажной изоляцией

Комбинированные кабели с кордельно-бумажной изоляцией разделяются по конструкции на однопровивные и двухпроводные и могут быть заказаны заводу с определённым

сочетанием экранированных и неэкранированных четвёрок и пар.

Однопроводные кабели представляют собой сочетание из экранированных пар с диаметром жил 1,2 и 1,4 мм в комбинации с равновеликими (по диаметру) усиленными шестёрками с жилами диаметром 0,8 мм или сочетание из экранированных пар с диаметром жил 0,9 мм в комбинации с равновеликими (по диаметру) усиленными четвёрками с диаметром жил 0,8 мм.

Двухпроводные кабели содержат в центральном проводнике экранированные пары с диаметром жил 0,9; 1,0; 1,2 или 1,4 мм, а во внешнем проводнике пары или четвёрки, скрученные звездой с диаметром жил 0,7; 0,8 или 0,9 мм.

Конструктивные комбинации, получившие практическое применение для однопровивных кабелей, приведены в табл. 46, а для двухпроводных кабелей — в табл. 47.

Т а б л и ц а 46

Типы однопровивных комбинированных кабелей

Тип кабеля	Конструкция кабеля
I	1×2 экр*×1,2+2×(3×2×0,8) 1×2 экр×1,4+2×(3×2×0,8)
II	2×2 экр×1,2+3×2×0,8 2×2 экр×1,4+3×2×0,8
III	2×2 экр×1,2+2×(3×2×0,8) 2×2 экр×1,4+2×(3×2×0,8)
IV	3×2 экр×1,2+3×2×0,8 3×2 экр×1,4+3×2×0,8
V	3×2 экр×1,2+4×(3×2×0,8) 3×2 экр×1,4+4×(3×2×0,8)
VI	4×2 экр×1,2+3×(3×2×0,8) 4×2 экр×1,4+3×(3×2×0,8)
VII	1×2 экр×0,9+2×4×0,8
VIII	2×2 экр×0,9+1×4×0,8
IX	2×2 экр×0,9+2×4×0,8
X	3×2 экр×0,9+1×4×0,8
XI	4×2 экр×0,9+3×4×0,8
XII	3×2 экр×0,9+4×4×0,8

\* экр — экранированная пара, четвёрка, шестёрка или восьмёрка жил.

Т а б л и ц а 47

Типы двухпроводных комбинированных кабелей

Число экранированных пар в центральном проводнике	Число элементов во внешнем проводнике комбинированного кабеля					
	1×4×0,7	1×4×0,8	1×4×0,9	1×2×0,7	1×2×0,8	1×2×0,9
1×2 экр*×0,9 . . . . .	8	7	7	9	9	9
1×2 экр×1,0 . . . . .	9	8	8	10	10	10
1×2 экр×1,2 . . . . .	9	9	9	11	11	11
1×2 экр×1,4 . . . . .	9	9	9	11	11	11
2×2 экр×0,9 . . . . .	12	11	11	11	13	13
2×2 экр×1,0 . . . . .	14	13	13	16	15	15
2×2 экр×1,2 . . . . .	15	14	14	17	16	16
2×2 экр×1,4 . . . . .	15	15	14	18	17	16
3×2 экр×0,9 . . . . .	12	12	12	14	14	13
3×2 экр×1,0 . . . . .	14	14	13	17	16	15
3×2 экр×1,2 . . . . .	15	15	14	17	17	16
3×2 экр×1,4 . . . . .	16	15	15	18	18	17
4×2 экр×0,9 . . . . .	12	12	12	17	16	15
4×2 экр×1,0 . . . . .	15	14	14	20	19	18
4×2 экр×1,2 . . . . .	16	15	15	21	20	19
4×2 экр×1,4 . . . . .	17	16	15	22	21	20

\* См. примечание к табл. 46.

Конструкция защитных покровов и назначение комбинированных кабелей приведены в табл. 48, а электрические характеристики— в табл. 49.

Предельные значения ёмкостной связи и ёмкостной асимметрии комбинированных кабелей для строительной длины 230 м не должны превышать величин, указанных в табл. 50.

**Кабели с кордельно-бумажной изоляцией для высокочастотной связи.** Кабели данного типа, предназначенные для высокочастотной связи, изготавливают ёмкостью в 3, 4, 7, 12 и 14 четвёрок, скрученных по способу звезды, с диаметром жил 1,2 мм. В зависимости от конструкции защитного покрова эти кабели обозначаются МКГ, МКБ, МКП и МКК (две первые буквы означают междугородный кабель, а последняя—вид защитного покрова).

Конструкция защитных покровов этих кабелей та же, что и у кабелей для передачи тональной частоты марок ТДСГ, ТДСБ и т. д. Электрические характеристики кабелей с кордельно-бумажной изоляцией для высокочастотной связи приведены в табл. 51, а предельные значения ёмкостной связи и ёмкостной асимметрии для строительных длин кабелей, равных 425 м, в табл. 52.

**Кабели с кордельно-стирофлексной изоляцией для высокочастотной связи.** Кабели данного типа, предназначенные для высокочастотной связи, изготавливают ёмкостью в 1, 3, 4 и 7 четвёрок, скрученных по способу звезды. Эти кабели имеют медные жилы диаметром 1,2 мм. Строительная длина кабелей 286 м.

В зависимости от конструкции защитного покрова эти кабели имеют марки ТЗСГ, ТЗСБ, ТЗСП и ТЗСК (первые три буквы означают—телефонные кабели со звёздной скруткой и изоляцией из стирофлекса, а последняя—вид защитного покрова).

Электрические характеристики кабелей с кордельно-стирофлексной изоляцией, предназначенных для высокочастотной телефонно-телеграфной связи, приведены в табл. 53.

Допускаемые значения коэффициентов ёмкостной связи не должны превышать величин, указанных в табл. 54.

### Комбинированные кабели типа КЖ

Для кабелирования линий железнодорожной связи разработаны специальные кабели типа КЖ (комбинированные железнодорожные). Эти кабели позволяют осуществлять

Т а б л и ц а 48

Конструкция защитных покровов и назначение комбинированных кабелей

Марка кабеля	Конструкция защитного покрова	Назначение кабеля
ТДСГ	Освинцованный, голый	Служит для прокладки в канализации, по стенам зданий и по опорам воздушных линий
ТДСБ	Освинцованный и бронированный двумя стальными лентами	Служит для непосредственной прокладки в земле
ТДСП	Освинцованный и бронированный плоскими (сегментными) стальными оцинкованными проволоками	Служит для прокладки в шахтах (вертикально), в земле при уклоне более 45°, в почвах, подверженных смещениям, а также для подводной прокладки в малых, несудоходных спокойных реках
ТДСК	Освинцованный и бронированный круглыми стальными оцинкованными проволоками	Служит для прокладки в судоходных реках, озёрах и морях

Т а б л и ц а 49

Электрические характеристики комбинированных кабелей с кордельно-бумажной изоляцией

Электрические характеристики	Единица измерения	Диаметр жил в мм				
		0,8	0,9	1,0	1,2	1,4
Сопротивление жилы постоянному току при 20°С не более	ом/км	36,1	23,5	23,5	16,4	11,9
Ёмкость рабочих основных пар в неэкранированных группах при 20°С не более	мкф/км	0,035	0,035	0,035	0,036	0,036
То же для экранированных основных пар	То же	0,036	0,036	0,036	0,038	0,038
То же для искусственных цепей при скрутке по способу звезды	»	0,093	0,093	0,093	0,101	0,101
То же для двойной парной скрутки	»	—	0,058	0,058	0,060	0,060
Сопротивление изоляции кабеля при температуре 20°С не менее	Мгом/км	10 000				

**Примечание.** Изоляция жил кабелей выдерживает в течение 2 сек. испытательное напряжение с частотой 50 гц, приложенное между пучком всех жил и свинцовой оболочкой: в 1 800 в (эффективных), если жилы имеют диаметр, равный 1; 1,2 и 1,4 мм, и в 1 000 в (эффективных), если жилы имеют диаметр 0,8 или 0,9 мм. Испытательное напряжение с частотой 50 гц между жилами пары составляет 700 эффективных вольт.

Т а б л и ц а 50

Коэффициенты ёмкостной связи и асимметрии комбинированных кабелей

Условные обозначения	Наименование коэффициентов ёмкостной связи и асимметрии	Допускаемые значения в мкмкф	
		средние	максимальные
$K_1$	Связь между основными цепями в одной четвёрке . .	$40\sqrt{\frac{l}{230}}$	$150\frac{l}{230}$
$K_1, K_2$	Связь между искусственной и основной цепью в одной четвёрке . . . . .	$75\frac{l}{230}$	$375\frac{l}{230}$
$e_1, e_2$	Асимметрия между основной цепью и землёй . . .	$150\frac{l}{230}$	$600\frac{l}{230}$
$e_3$	Асимметрия между искусственной цепью и землёй .	$300\frac{l}{230}$	$1\,200\frac{l}{230}$
$K_1-K_{12}$	Связь между основными цепями в разных четвёрках	$60\sqrt{\frac{l}{230}}$	$225\frac{l}{230}$
$K_2-K_4$	Связь между искусственной и основной цепью в разных четвёрках . . . . .	$60\sqrt{\frac{l}{230}}$	$225\frac{l}{230}$
$K_4$	Связь между искусственными цепями . . . . .	$60\sqrt{\frac{l}{230}}$	$225\frac{l}{230}$

П р и м е ч а н и е.  $l$ —строительная длина кабеля в м.

Т а б л и ц а 51

Электрические характеристики кабелей марок МКГ, МКБ, МКП и МКК

Наименование характеристики	Единица измерения	Значение характеристики
Сопротивление постоянному току кабельной основной двухпроводной цепи при 20°C . . . . .	ом/км	31,9
Ёмкость рабочая основной двухпроводной цепи при 20°C и частоте 800 гц . .	мкф/км	0,0265
Переходное затухание на дальнем конце для строительной длины кабеля 425 м при частоте 60 кгц, не менее:		
между парами одной и той же четвёрки . . .	неп	9,0
между парами разных четвёрок . . . . .	»	9,5
Сопротивление изоляции кабеля при постоянном токе и температуре 20°C не менее . . . . .	мг ом/км	10 000
Электрическая прочность изоляции . . . . .	—	См. примечание к табл. 49

Т а б л и ц а 52

Коэффициенты ёмкостной связи для строительной длины кабелей марок МКГ, МКБ, МКП и МКК, равной 425 м

Условное обозначение	Наименование коэффициентов ёмкостной связи и асимметрии	Допускаемые значения в мкмкф	
		средние	наибольшие
$K_1$	Между парами одной и той же четвёрки . . .	33	125
$K_1-K_{12}$	Между парами соседних четвёрок того же повива . . . . .	10	60
$K_2-K_{12}$	Между парами несоседних четвёрок того же повива . . . . .	—	20
$K_3-K_{12}$	Между парами, принадлежащими к четвёркам смежных повивов	10	60
$e_1, e_2$	Между любой парой и землёй . . . . .	100	400

частотной связи, имеет кордельно-стирофлексную изоляцию жил; четвёрки, предназначенные для низкочастотных связей и цепей сигнализации, имеют кордельно-бумажную изоляцию жил.

Кабели могут быть изготовлены ёмкостью 7÷19 четвёрок.

Разрез кабеля ёмкостью на 14 четвёрок показан на фиг. 59.

Электрические характеристики кабелей КЖ приведены в табл. 55.

по ним работу всех видов магистральной и внутридорожной связи, полуавтоматической блокировки и электрожелезнодорожной сигнализации.

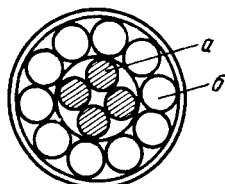
Кабели имеют медные жилы диаметром 1,2 мм, скрученные в четвёрки звездой. Часть четвёрок, предназначенных для высоко-



Таблица 53

Электрические характеристики кабелей марок ТЗСГ, ТЗСБ, ТЗСП и ТЗСК

Наименование характеристики	Единица измерения	Значение характеристики
Сопротивление постоянному току основной двухпроводной цепи при 20°C	ом/км	31,9
Ёмкость рабочей основной двухпроводной цепи при 20°C и при частоте 800 гц	мкф/км	0,0235
Переходное затухание на дальнем конце для строительной длины кабеля 286 м при частоте 60 кГц: между парами одной и той же четвёрки . . . . .	неп	9,1
между парами разных четвёрок . . . . .	»	9,6
Сопротивление изоляции кабеля при постоянном токе и температуре 20°C не менее . . . . .	мгом/км	10 000
Электрическая прочность изоляции . . . . .	—	См. примечание к табл. 49



Фиг. 59. Кабель типа КЖ (разрез): а—четвёрки с кордельно-стирофлексной изоляцией; б—четвёрки с кордельно-бумажной изоляцией

Комбинированные кабели имеют стандартные защитные покрытия и в зависимости от условий прокладки могут изготавливаться с

Таблица 54

Допускаемые значения коэффициентов ёмкостной связи и асимметрии для кабелей марок ТЗСГ, ТЗСБ, ТЗСП и ТЗСК

Обозначение коэффициента связи	Виды связи между цепями и по отношению к земле (оболочке кабеля)	Значения коэффициентов в мкмкф	
		средние	максимальные
$K_1$	Между основными цепями одной четвёрки . .	20	40
$K_2, K_3$	Между основной и фантомной цепями одной четвёрки . . . . .	100	200
$K_3-K_{12}$	Между основными цепями разных четвёрок .	—	20
$e_1-e_2$	Между основной цепью и землей . . . . .	—	300

ленточной или проволочной бронёй или голые оцинкованные.

Коэффициенты ёмкостной связи для строительной длины кабеля типа КЖ, равной 286 м, не должны превосходить величин, указанных в табл. 56.

#### Вводные телефонно-телеграфные кабели

Вводные телефонно-телеграфные кабели изготавливают с неэкранированными и экранированными четвёрками со скруткой жил звездой. Диаметр жил этих кабелей 0,8; 0,9; 1,0; 1,2 и 1,4 мм.

По роду защитных покрытий и наличию экранировки кабели разделяются на несколько типов, указанных в табл. 57.

Таблица 55

Электрические характеристики кабелей типа КЖ

Наименование характеристики	Единица измерения	Числовое значение характеристики		Наименование характеристики	Единица измерения	Числовое значение характеристики	
		четвёрки со стирофлексной изоляцией	четвёрки с бумажной изоляцией			четвёрки со стирофлексной изоляцией	четвёрки с бумажной изоляцией
Сопротивление постоянному току двухпроводной кабельной цепи длиной 1 км при 20°C не более . . . . .	ом/км	31,9	31,9	Сопротивление изоляции между любой жилой и прочими жилами, соединёнными между собой и со свинцовой оболочкой кабеля, при 20 С не менее	мгом/км	10 000	10 000
Ёмкость рабочей двухпроводной кабельной цепи при частоте 800 гц и температуре 20°C на 1 км кабеля не более . . . . .	мкф/км	0,0235	0,023—0,032	Переходное затухание между основными цепями на дальнем конце для строительной длины кабеля 286 м при частоте 60 кГц не менее:			
между парами одной и той же четвёрки . . . . .				между цепями одной и той же четвёрки . . . . .	неп	9,1	—
между парами разных четвёрок . . . . .	»	—	0,082	между цепями разных четвёрок . . . . .	»	9,6	—
Электрическая прочность изоляции (см. примечание к табл. 49)							

Таблица 56

Коэффициенты ёмкостной связи и асимметрии кабелей типа КЖ

Коэффициент связи	Вид связей между цепями и по отношению к земле (оболочка кабеля)	Среднее значение в мкмкф		Наибольшее значение в мкмкф	
		стирофлексная изоляция	бумажная изоляция	стирофлексная изоляция	бумажная изоляция
$K_1$	Между основными цепями одной четвёрки . . . . .	20	45	40	165
$K_2-K_3$	Между основной и фантомной цепями четвёрки . . . . .	—	—	200	420
$K_4-K_{12}$	Между основными цепями соседних четвёрок . . . . .	—	—	20	250
$e_1-e_2$	Между основной цепью и землёй	—	165	200	660
$e_3$	Между фантомной цепью и землёй	—	330	—	1 350

Таблица 57

Типы вводных телефонно-телеграфных кабелей

Тип кабеля	Характеристика кабеля
ТЗГ ТЗЭГ ТЗБ	Голый оцинкованный кабель То же, экранированный Кабель, бронированный двумя стальными лентами, с наружным покровом из кабельной пряжи
ТЗЭБ ТЗБГ	То же, экранированный Кабель, бронированный двумя стальными лентами, покрытыми вязким компаундом . . . . .
ТЗЭБГ ТЗП	То же, экранированный Кабель, бронированный стальными плоскими проволоками, с наружным покровом из кабельной пряжи
ТЗЭП ТЗПГ	То же, экранированный Кабель, бронированный стальными плоскими проволоками, без наружного покрова
ТЗЭПГ ТЗК	То же, экранированный Кабель, бронированный стальными круглыми проволоками, с наружным покровом из кабельной пряжи
ТЗЭК	То же, экранированный

Ёмкость изготавливаемых кабелей зависит от диаметра жил и соответствует данным табл. 58.

Электрические характеристики вводных телефонно-телеграфных кабелей приведены в табл. 59.

Коэффициенты ёмкостной связи для строительной длины вводных телефонно-теле-

графных кабелей не должны превосходить величин, указанных в табл. 60.

### Концентрические кабели

Концентрические кабели представляют собой гибкую трубу, внутри которой находится проводник, изолированный от трубы корделем или дисками из стирофлекса, фреквенты, полиэтилена и других изоляционных материалов.

Наружный проводник (труба) в этих кабелях состоит из медной или иной ленты, согнутой в трубку с одним или двумя продольными разрезами, имеющую внутренний диаметр от 6,7 до 18 мм. Внутренний проводник состоит из медной проволоки диаметром от 1,83 до 5 мм.

Сверху у наружного проводника делают экран, состоящий из двух стальных лент, для защиты концентрических пар от взаимного влияния, а также от влияния радиостанций.

Кабели данного типа позволяют осуществлять по ним телефонную связь с количеством каналов 200—600; эти кабели используются также для соединения между собой телевизионных центров.

### Сигнальные кабели

Сигнальные кабели изготавливают с числом жил 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 12, 16, 19, 21, 24, 27, 30, 33, 37, 42, 48 и 61. Жилы кабеля медные и имеют диаметр 1 мм и изоляцию из пропитанной кабельной бумаги.

Таблица 58

Ёмкость вводных телефонно-телеграфных кабелей

Марки кабелей	Диаметр жил кабеля в мм		
	0,8 и 0,9	1,0 и 1,2	1,4
	Число четвёрок		
ТЗГ и ТЗБ	3, 4, 7, 12, 14, 19, 24, 27, 30, 37, 44, 48, 52, 61, 75, 80, 91, 102, 103, 114	3, 4, 7, 12, 14, 19, 21, 27, 30, 37, 44, 48, 52, 61	3, 4, 7, 12, 14, 19, 24, 27, 30, 37
ТЗЭГ, ТЗЭБ, ТЗБГ, ТЗЭБГ, ТЗП, ТЗЭП, ТЗПГ, ТЗЭПГ	3, 4, 7, 12, 14, 19, 24, 27, 30, 37	3, 4, 7, 12, 14, 19, 24, 27, 30, 37	3, 4, 7, 12, 14
ТЗК и ТЗЭК	7, 12, 14, 19, 24, 27, 30, 37	3, 4, 7, 12, 14, 19, 21, 27, 30, 37	3, 4, 7, 12, 14

Т а б л и ц а 59

Электрические характеристики вводных телефонно-телеграфных кабелей

Наименование характеристик	Единица измерения	Числовые значения при диаметре жил в мм				
		0,8	0,9	1,0	1,2	1,4
Сопротивление электрическое постоянному току двухпроводной кабельной цепи при 20°C не более . . . . .	ом/км	72,2	57	47	32,8	23,8
Ёмкость рабочая двухпроводной кабельной цепи при частоте 800 гц не более:						
экранированные пары . . . . .	мкф					
неэкранированные пары . . . . .	км					
Сопротивление изоляции каждой жилы по отношению ко всем остальным жилам, соединённым со свинцовой оболочкой, при 20°C не менее . . . . .	мгом/км					
Электрическая прочность кабеля такова, что он выдерживает в течение 2 мин. испытание напряжением переменного тока частотой 50 гц:						
между жилами . . . . .	в		700		1 000	
между жилами и свинцовой оболочкой в неэкранированных кабелях . . . . .	»		1 800		1 800	
между жилами и экраном, соединённым со свинцовой оболочкой . . . . .	»		1 000		1 800	

Т а б л и ц а 60

Коэффициенты ёмкостной связи и асимметрии вводных телефонно-телеграфных кабелей

Коэффициент связи	Вид связи между цепями и по отношению к земле (оболочка кабеля)	Среднее значение в мкмкф	Максимальное значение в мкмкф
$K_1$	Между основными цепями каждой четвёрки . . . . .	$75\sqrt{\frac{l}{425}}$	$280\frac{l}{425}$
$K_0-K_{10}$	Между основными цепями рядом лежащих четвёрок:		
	неэкранированные кабели . . . . .	$110\sqrt{\frac{l}{425}}$	$420\frac{l}{425}$
	экранированные кабели . . . . .	$10\sqrt{\frac{l}{425}}$	$20\frac{l}{425}$
$K_2-K_4$	Между основными и искусственными цепями одной и той же четвёрки . . . . .	Устанавливается по соглашению при заказе	
$e_1-e_2$	Между основными цепями и землёй . . . . .	$280\frac{l}{425}$	$1\,100\frac{l}{425}$

П р и м е ч а н и е.  $l$ —строительная длина кабеля в м.

Скрутка жил сигнальных кабелей простая.

Конструктивные характеристики, классификация по роду защитных покровов и преимущественная область применения сигнальных кабелей приведены в табл. 61.

Электрические характеристики сигнальных кабелей приведены в табл. 62.

Наряду с оцинкованными сигнальными кабелями на сетях СЦБ в последнее время находят применение сигнальные кабели в резиновой и полихлорвиниловой оболочке (шланге).

Кабели в резиновой оболочке имеют марку СРШ (сигнальный, с резиновой изоляцией жил, в резиновом шланге). Эти кабели имеют жилы диаметром 1 мм и изготавливаются на напряжение 500 в ёмкостью 3, 5, 7, 9 и 12

жил и на напряжение 220 в — ёмкостью от 3 до 48 жил.

Кабели марки СРШ могут прокладываться взамен кабелей марки СОБ.

Кабели в полихлорвиниловой оболочке изготавливаются марок СШВБ и СШВБГ и соответственно предназначены для прокладки в тех же условиях, что и кабели марок СОБ и СОБГ.

Кабели марок СШВБ и СШВБГ состоят из медных жил диаметром 1 мм. Каждая жила имеет полихлорвиниловую изоляцию. Жилы, скрученные в кабель, заключены в общий полихлорвиниловый шланг, поверх которого у кабелей марки СШВБ наложена ленточная броня и обмотка из кабельной пряжи; кабели марки СШВБГ поверх ленточной брони не имеют обмотки из кабельной пряжи.

Таблица 61

## Характеристика сигнальных кабелей различных марок

Марка кабеля	Конструктивная характеристика	Преимущественное назначение
СОГ	Сигнальный, оцинкованный, голый	Для прокладки в канализации и внутри помещений
СОА	Сигнальный, оцинкованный и асфальтированный	Для прокладки в местах с наличием паров, газов и кислот, разрушающе действующих на свинцовую оболочку, но не действующих на асфальтировку
СОВ	Сигнальный, оцинкованный и бронированный двумя стальными лентами с наружной обмоткой из кабельной пряжи	Для непосредственной прокладки в земле
СОБГ	Сигнальный, оцинкованный и бронированный двумя стальными лентами, покрытый вязким компаундом или лаком	В тех же условиях, что и кабель марки СОА, а также для прокладки в шахтах и тоннелях и в пожароопасных помещениях
СОП	Сигнальный, оцинкованный и бронированный стальными плоскими проволоками с наружным покровом из кабельной пряжи	Для вертикальной прокладки в шахтах, в земле при уклоне больше 45° в почвах, подверженных смещениям, а также в малых несудоходных водных бассейнах
СОПГ	Сигнальный, оцинкованный и бронированный стальными плоскими проволоками без наружной обмотки из кабельной пряжи	Для вертикальной прокладки в шахтах, а также для вертикальной прокладки в пожароопасных помещениях
СОК	Сигнальный, оцинкованный и бронированный стальными круглыми проволоками с наружным покровом из кабельной пряжи	Для подводной прокладки в судоходных реках, озёрах и морях

Таблица 62

## Электрические характеристики сигнальных кабелей

Электрическая характеристика	Единица измерения	Значения
Сопротивление постоянному току жилы кабеля при температуре 20°C, не более . .	$\frac{\text{ом}}{\text{км}}$	23,5
Ёмкость электрическая каждой жилы кабеля по отношению ко всем другим жилам, соединённым вместе и со свинцовой оболочкой, не более .	$\frac{\text{мкф}}{\text{км}}$	0,2
Сопротивление изоляции каждой жилы по отношению ко всем остальным жилам, соединённым между собой и со свинцовой оболочкой, не менее . . . . .	$\frac{\text{Мгом}}{\text{км}}$	250
Изоляция жил кабеля должна выдерживать напряжение переменного тока частотой 50 гц в течение 5 мин. . . .	в	1 000*
Наибольшее рабочее напряжение кабеля . . . . .	»	250

\* Эффективных.

## Контрольные кабели

Контрольные кабели изготавливают с резиновой изоляцией жил сечением 0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 4; 6 и 10 мм<sup>2</sup>, а также с изоляцией из пропитанной кабельной бумаги с жилами сечением 1,0; 1,5; 2,5; 4; 6 и 10 мм<sup>2</sup>.

Марки контрольных кабелей указаны в табл. 63.

Число жил контрольных кабелей зависит от сечения жил и соответствует данным табл. 64.

Электрические характеристики контрольных кабелей приведены в табл. 65 и 66.

## Педальные кабели

Применяемые в устройствах СЦБ педальные кабели изготавливаются ёмкостью в две и три жилы сечением 1 мм<sup>2</sup> каждая и соответственно имеют обозначение КРБ-2×1 и КРБ-3×1.

Таблица 63

## Марки контрольных кабелей

Марка кабелей с резиновой изоляцией жил	Марка кабелей с изоляцией жил из пропитанной бумаги	Конструкция защитных покровов
КСРГ	КСГ	В свинцовой оболочке, голый
КСРА	КСА	То же асфальтированный
КСРБ	КСБ	» » бронированный стальными лентами с наружным покровом из кабельной пряжи
КСРБГ	КСБГ	В свинцовой оболочке, бронированный стальными лентами, покрытыми вязким компаундом
КСРП	КСП	В свинцовой оболочке, бронированный стальными или плоскими проволоками с наружным покровом из кабельной пряжи
КСРПГ	КСПГ	В свинцовой оболочке, бронированный стальными плоскими проволоками
КСРК	КСК	В свинцовой оболочке, бронированный круглыми стальными проволоками, с наружным покровом из кабельной пряжи

Продолжение табл. 63

Марка кабелей с резиновой изоляцией жил	Марка кабелей с изоляцией жил из пропитанной бумаги	Конструкция защитных покровов
КРО	—	В оплётке, пропитанной противогнилостным составом
КРШ	—	В резиновой шланговой оболочке
КНРГ	—	То же в негорючей оболочке, голый
КНРБГ	—	То же в негорючей оболочке, бронированный стальными лентами, покрытыми вязким компаундом
КНРПГ	—	В резиновой негорючей оболочке, бронированный стальными плоскими проволоками
КВРГ	—	В винилитовой оболочке, голый
КВРБГ	—	В винилитовой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, покрытыми вязким компаундом
КВРПГ	—	В винилитовой оболочке, бронированный стальными плоскими проволоками

Таблица 64

Количество жил в контрольных кабелях

Номинальное сечение жил в мм <sup>2</sup>	Число жил в кабеле
0,75÷2,5	4, 5, 6, 7, 8, 10, 12*, 14, 16*, 19, 24, 30 и 37
4÷10	4, 6, 7, 8, 10

Примечания. 1. Кабели марки КРШ изготавливают также с количеством жил 1, 2 и 3, а марки КРО — с количеством жил 2 и 3.  
2. По соглашению изготавливаются кабели с двумя различными сечениями жил.

\* Только в кабелях с изоляцией жил кабельной бумагой.

Таблица 65

Электрические характеристики контрольных кабелей

Электрическая характеристика	Единица измерения	Значения
Сопротивление постоянному току жилы кабеля при температуре 20°C, пересчитанное на 1 мм <sup>2</sup> номинального сечения, не более . . . . .	$\frac{\text{ОМ}}{\text{КМ}}$	18,4
Сопротивление изоляции каждой жилы с изоляцией из пропитанной кабельной бумаги по отношению ко всем остальным жилам, соединённым со свинцовой оболочкой при 20°C, не менее . . . . .	$\frac{\text{МГОМ}}{\text{КМ}}$	100
Напряжение номинальное рабочее:		
переменного тока . . . . .	В	500
постоянного тока . . . . .	»	1 000
В готовом виде кабель должен выдерживать в течение 5 мин. напряжение переменного тока частотой 50 гц . . . . .	»	2 000

Каждая жила педального кабеля состоит из семи медных лужёных проволок диаметром 0,43 мм. Сопротивление постоянному току жилы кабеля длиной 1 км при 20°C не превышает 18,4 ом.

Жилы кабеля имеют изоляцию из вулканизированной резины, радиальная толщина которой 1 мм. Жилы кабеля скручены вместе с наполнителем из джута или пеньки, обмотаны миткалевой лентой и заключены в свинцовую оболочку.

Поверх свинцовой оболочки наложены подушка из пропитанного волокнистого материала и затем броня из круглых проволок диаметром 1,4÷1,8 мм или броня из двух стальных лент толщиной 0,3 мм и шириной 15 мм. Сверху брони на кабель наложена защитная наружная пропитанная обмотка из кабельной пряжи.

Наружный диаметр кабеля марки КРБ-2×1 равен 20,3 мм, а кабеля марки КРБ-3×1 — 20,8 мм.

Таблица 66

Сопротивление 1 км жилы кабеля постоянному току при 20°C

Наименование жилы	Сечение жилы в мм <sup>2</sup>						
	0,75	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10,0
	Сопротивление в ом не более						
Медная . . . . .	24,52	18,4	12,3	7,36	4,6	3,07	1,84

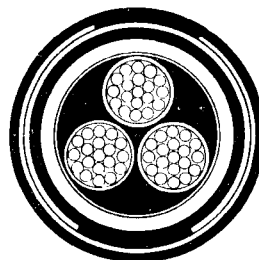
### Силовые кабели

Силовые кабели применяются в устройствах СЦБ в качестве вставок в воздушные высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки, а также для передачи и распределения электроэнергии постоянного и переменного тока в устройствах электрической централизации.

В устройствах СЦБ применяются силовые кабели на рабочее напряжение до 10 кВ.

Изготавливаются силовые кабели с одной, двумя или тремя жилами сечением от 1,5 до 800 мм<sup>2</sup>, изолированными пропитанной кабельной бумагой.

По конструкции и по роду защитных покровов силовые кабели подразделяются на марки, указанные в табл. 67.



Фиг. 60. Силовой кабель с круглыми жилами

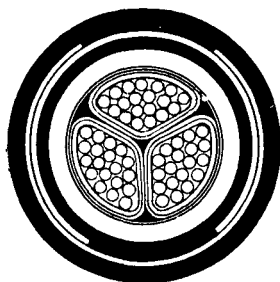
Сечение жил силовых кабелей в зависимости от числа жил и номинального напряжения, на передачу которого рассчитан кабель, приведено в табл. 68.

Жилы силовых кабелей сечением до 16 мм<sup>2</sup> выполняются круглой формы (фиг. 60),

Таблица 67

## Конструкция и назначение силовых кабелей

Марка кабеля	Конструктивная характеристика	Преимущественное назначение
СГ	Освинцованный, голый с поясной изоляцией	Для прокладки в канализации, внутри помещений, в тоннелях и т. п., при условии отсутствия возможности механических повреждений
СА	Освинцованный и асфальтированный с поясной изоляцией	Для прокладки при тех же условиях, что и для кабеля марки СГ, но при наличии газов и кислот, разрушающе действующих на свинцовую оболочку, но не действующих на защитный покров
СБ	Освинцованный и бронированный двумя стальными лентами с поясной изоляцией	Для прокладки в земле
СП	Освинцованный и бронированный плоскими стальными проволоками с поясной изоляцией	Для прокладки в земле, когда кабель подвергается значительным растягивающим усилиям
СК	Освинцованный и бронированный круглыми стальными проволоками с поясной изоляцией	Для подводной прокладки
СБГ и СПГ	Освинцованные и бронированные без верхнего покрова из кабельной пряжи	Для прокладки в помещениях, в том числе пожароопасных и тоннельных
СБВ и СБГВ	По типу марок СБ и СБГ, но с усиленной изоляцией	Для прокладки на вертикальных участках в соответствии с условиями прокладки кабелей марок СБ и СБГ при разности уровней до 50 м включительно, при условии промежуточных креплений кабеля



Фиг. 61. Силовой кабель с секторными жилами

а если сечение превышает 25 мм<sup>2</sup>, то применяют сегментные или секторные, жилы (фиг. 61).

Основные электрические характеристики силовых кабелей приведены в табл. 69.

Таблица 69

## Электрические характеристики силовых кабелей

Сечение жил силовых кабелей

Число жил	Марка	Номинальное напряжение в кВ			
		1	3	6	10
		Номинальное сечение жил в мм <sup>2</sup>			
1	СГ, СА, СБ, СБГ, СК, СП, СПГ	1,5—800	4—800	10—800	16—625
		4—800	4—800	10—800	16—625
		4—800	4—800	10—800	16—625
		4—800	4—800	—	—
2	СГ, СА, СБ, СБГ, СП, СПГ	1,5—150	4—120	10—95	—
		1,5—150	4—120	—	—
3	СГ, СА, СБ, СБГ, СП, СПГ, СК	1,5—240	4—240	10—240	10—240
		1,5—240	4—240	10—240	16—240
		10—240	10—240	16—240	16—240
		—	—	—	—
1, 2, 3	СБВ, СБГВ	4—120	4—120	—	—

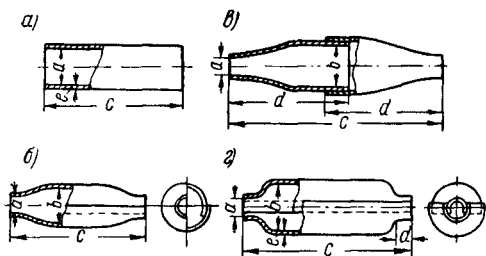
Наименование характеристики	Единица измерения	Числовые значения
Электрическое сопротивление постоянному току 1 м жилы кабеля сечением 1 мм <sup>2</sup> при 20°C не более . . . . . Сопротивление изоляции жилы кабеля постоянному току при 20°C не менее: для кабелей 1 и 3 кВ для кабелей 6 кВ и выше . . . . . Диэлектрическая прочность кабеля: одножильные кабели на номинальное напряжение до 1 кВ должны выдерживать испытательное напряжение однофазного тока частотой 50 гц . . . . . то же, одножильные кабели на номинальное напряжение 3, 6 и 10 кВ . . . . . многожильные кабели с поясной изоляцией	ом	0,0184
	$\frac{МгОМ}{КМ}$	50
	»	100
	кВ	3
	»	$U_{исп}=2,75 \times U_{ном}$
	»	$U_{исп}=2,2 \times U_{ном} + 1 кВ$

## МАТЕРИАЛЫ И АРМАТУРА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ И СЕТЕЙ

## ЛИНИИ И СЕТИ СВЯЗИ

## Свинцовые соединительные и разветвительные муфты

Свинцовые соединительные муфты, применяемые для соединения отдельных кусков кабеля, изготовляют четырёх типов: цилиндрические без разреза (фиг. 62, а), с продольным разрезом (фиг. 62, б), с поперечным разрезом (фиг. 62, в), с двумя продольными разрезами (фиг. 62, г).



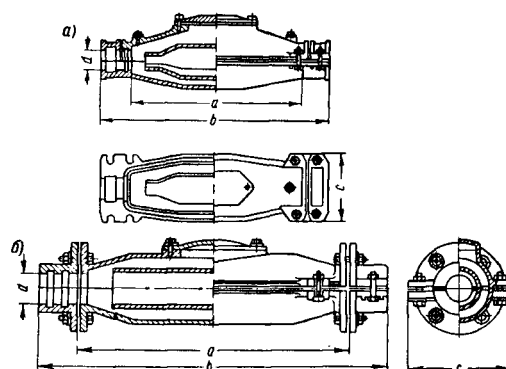
Фиг. 62. Соединительные свинцовые муфты: а—цилиндрическая, без разреза; б—с продольным разрезом; в—с поперечным разрезом; г—с двумя продольными разрезами

резом (фиг. 62, в) и с двумя продольными разрезами (фиг. 62, г).

Размеры и вес свинцовых соединительных муфт приведены в табл. 70.

## Чугунные соединительные муфты

Свинцовые соединительные муфты бронированных кабелей защищают от механических повреждений при помощи чугунных муфт. Размеры чугунных муфт старого (фиг. 63, а) и нового (фиг. 63, б) типов приведены в табл. 71. Размеры чугунных муфт



Фиг. 63. Чугунные соединительные муфты: а—старого типа; б—нового типа

старого (фиг. 64, а) и нового (фиг. 64, б) типов, применяемых для защиты конденсаторных свинцовых муфт, приведены в табл. 72.

Таблица 70

Размеры и вес соединительных свинцовых муфт для кабелей связи

Тип муфты	Размеры в мм					Вес в кг	Преимущественное назначение муфты
	a	b	c	d	e		
Цилиндрическая без разреза	50	—	250	—	2,5	1,1	Для соединения голых и бронированных кабелей
	60	—	300	—	3	2,1	
	70	—	400	—	3	3,3	
	95	—	500	—	3	5,7	
	115	—	600	—	3	8,1	
С продольным разрезом	20	55	240	—	—	1,3	Для соединения голых и бронированных кабелей
	30	64	290	—	—	1,8	
	40	75	350	—	—	2,7	
	50	95	380	—	—	3,7	
	60	105	440	—	—	5,5	
	70	115	500	—	—	6,1	
	80	130	560	—	—	8,3	
	90	145	590	—	—	11,6	
С поперечным разрезом	20	50	240	135	—	1,2	Для соединения голых кабелей
	30	59	320	175	—	1,5	
	40	73	370	200	—	2,5	
	50	88	420	230	—	4,4	
	60	103	470	255	—	5,7	
	70	118	520	280	—	6,1	
	80	132	570	305	—	9,7	
	90	146	620	330	—	12,6	
	100	161	670	355	—	16,0	
С двумя продольными разрезами	35	130	450	30	3	6,2	В слайках кабеля с включением симметрирующих конденсаторов (конденсаторные муфты)
	55	180	590	40	4	12,6	
	65	230	720	35	4	22,3	
	80	280	790	40	4	30	
	80	280	940	40	4	35,8	

Таблица 71  
Размеры и вес чугунных соединительных муфт

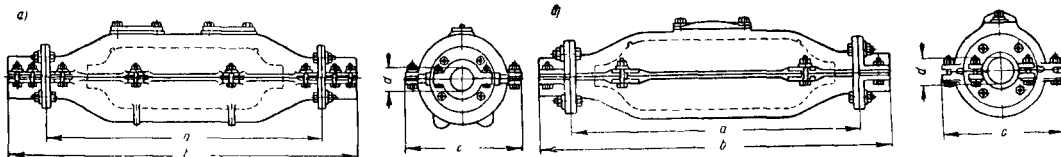
Размеры в мм				Вес в кг		Данная муфта соответствует типу свинцовой муфты по размеру $a$ на фиг. 62 в мм	
$a$	$b$	$c$	$d$	муфты	заливочной массы (ориентировочно)	с продольным разрезом (фиг. 62, б)	цилиндрическая без разреза (фиг. 62, а)
<b>Муфты старого типа (фиг. 63, а)</b>							
300	410	100	35	6,8	0,8	20	50
360	500	125	45	9,4	1,5	30	60
410	570	145	55	16,0	2,5	40	60
460	626	160	65	19,0	3,2	50	70
560	740	170	75	22,5	4,5	60	70
700	912	180	85	37,5	6,5	70	95
750	980	200	95	42,5	7,8	80—90	115
<b>Муфты нового типа (фиг. 63, б)</b>							
325	425	130	40	8,1	1,2	20	50
400	515	150	50	12,7	2,0	30	60
500	615	180	60	17,5	2,9	40—50	70
625	755	220	80	30,0	5,5	60—70	95
725	855	235	100	45,0	8,3	80—90	115

При прокладке подводных кабелей применяют стяжные защитные чугунные муфты с наружными (фиг. 65) и внутренними (фиг. 66) стяжными болтами.

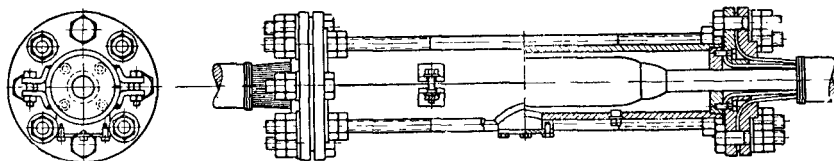
Таблица 72

Размеры и вес чугунных конденсаторных муфт

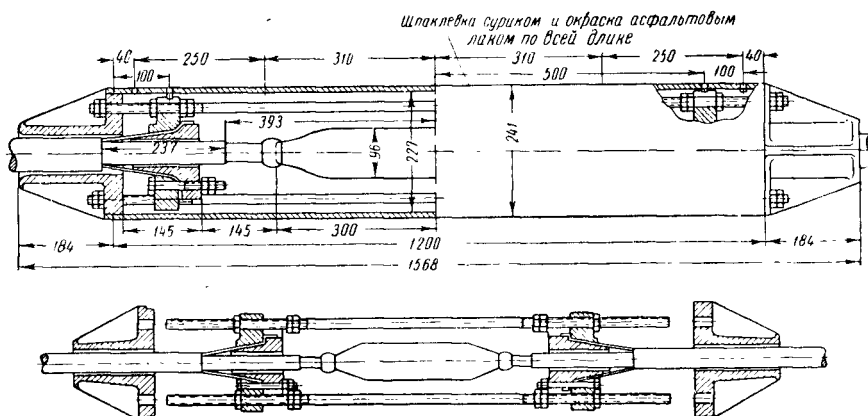
Размеры в мм				Вес в кг		Данная муфта соответствует типу свинцовой муфты по размеру $a$ на фиг. 62, г в мм
$a$	$b$	$c$	$d$	муфты	заливочной массы (ориентировочно)	
<b>Муфты старого типа (фиг. 64, а)</b>						
560	680	254	46	29,5	3,7	35
750	970	316	65	59,0	8,1	55
880	1 100	366	85	71,0	10,5	65
950	1 170	420	105	91,0	13,5	80
<b>Муфты нового типа (фиг. 64, б)</b>						
550	665	225	50	28,0	3,3	35
700	815	300	60	41,0	7,2	55
830	960	350	80	53,0	9,5	65
930	1 060	400	100	80,0	12,5	80



Фиг. 64. Чугунные конденсаторные муфты: а—старого типа; б—нового типа



Фиг. 65. Защитная стяжная чугунная муфта с наружными болтами



Фиг. 66. Защитная стяжная чугунная муфта с внутренними болтами



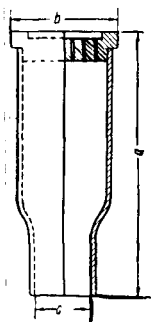
## Оконечные и разветвительные муфты

Оконечные свинцовые муфты применяют двух типов. Первый тип (фиг. 67) с одной крышкой применяется для разделки кабелей в сухих помещениях; размеры этих муфт приведены в табл. 73.

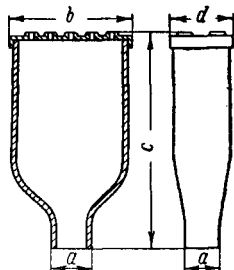
Таблица 73

Размеры свинцовых окончных муфт (фиг. 67)

№ муфт	Размеры в мм			№ муфт	Размеры в мм		
	a	b	c		a	b	c
1	150	40	10	6	200	70	25
2	150	40	15	7	200	70	28
3	185	50	19	8	250	102	25
4	185	50	22	9	250	102	30
5	200	60	21	10	250	102	36



Фиг. 67. Оконечная свинцовая муфта с одной крышкой



Фиг. 68. Прямоугольная разветвительная муфта

Второй тип окончных муфт с двумя крышками применяют для разделки кабелей в кабельных будках, а также в кабельных ящиках, устанавливаемых на кабельных опорах.

Распайку линейного кабеля на распределительные кабели производят в разветвительных муфтах круглой и прямоугольной формы. Прямоугольные муфты (фиг. 68) изготовляют свинцовые и стальные по размерам, указанным в табл. 74.

## Боксы и распределительные коробки

Кабельные боксы (фиг. 69) для окончной заделки кабелей с воздушно-бумажной изоля-

Таблица 74

Размеры и вес прямоугольных разветвительных муфт (фиг. 68)

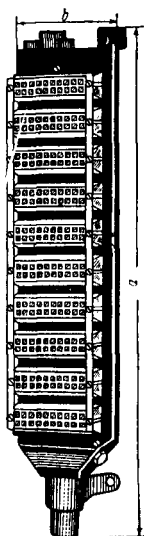
Материал муфт	Размеры в мм				Вес в кг
	a	b	c	d	
Свинец	55	280	475	95	16
	70	280	475	130	18
	80	370	475	130	23
Сталь	50	190	320	90	2,1
	55	280	410	130	3,9
	70	280	410	130	3,9
	85	370	480	130	5,0

цией на местных телефонных сетях изготовляются ёмкостью на 20, 30, 50 и 100 пар. Размеры и ориентировочный вес боксов этого типа приведены в табл. 75.

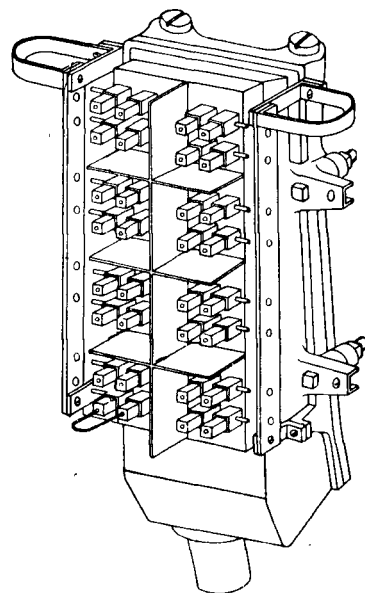
Таблица 75

Размеры боксов для кабелей с воздушно-бумажной изоляцией (фиг. 69)

Тип боксов	Ёмкость	Размеры в мм			Приблизительный вес в кг
		длина a	ширина b	внутренний диаметр втулки	
БК-20	20×2	148	118	15	2,5
БК-30	30×2	188	118	19	3,2
БК-50	50×2	268	118	22	4,5
БК-100	100×2	517	118	25	8,5



Фиг. 69. Бокс для кабелей с воздушно-бумажной изоляцией



Фиг. 70. Экранированный бокс

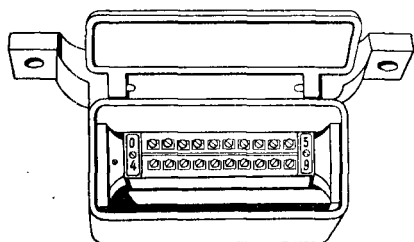
Для включения четвёрок, используемых для высокочастотных связей, а также для включения экранированных пар на междугородных линиях связи применяют восьмипарные экранированные боксы (фиг. 70). Для включения четвёрок, используемых для низкочастотных цепей, применяют боксы, аналогичные изображённому на фиг. 70, но без экранирующих перегородок (простые). В сырых помещениях устанавливают герметические боксы с наружной чугунной крышкой.

Ориентировочные размеры некоторых типов боксов для кордельных кабелей приведены в табл. 76.

Распределительные коробки (фиг. 71) предназначены для соединения десятипарного распределительного кабеля местных телефонных сетей с однопарными кабелями, отходящими к телефонным аппаратам. Изготавливают коробки из чугуна и в них для соединения жил

**Т а б л и ц а 76**  
**Ориентировочные размеры боксов для**  
**кордельных кабелей**

Тип бокса	Ёмкость	Размеры в мм	
		длина	ширина
Простой	10×2	235	170
	20×2	395	170
	30×2	495	138
Экранированный	8×2	235	170

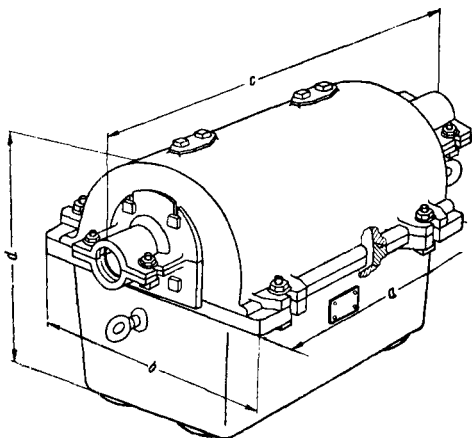


**Фиг. 71. Распределительная десятипарная коробка**

кабелей устанавливают стандартные десятипарные фарфоровые плиты. Размеры коробок 132 × 76 × 80 мм и вес около 0,5 кг.

#### Ящики с катушками индуктивности

Катушки индуктивности, применяемые для искусственного увеличения индуктивности кабельных цепей, состоят из замкнутого кольцеобразного сердечника, спрессованного из ферромагнитного материала; на сердечник намотана обмотка из медной проволоки.

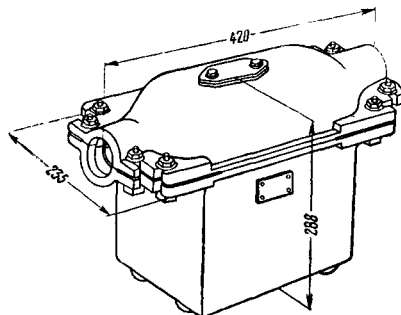


**Фиг. 72. Общий вид ящика с катушками индуктивности типа ЯИ и ЯИБГ**

Катушки индуктивности заключают в стальные коробки (экраны) и помещают в стальной герметизированный ящик, имеющий две горловины для ввода концов кабелей, жилы которых соединяют с проводниками

катушек индуктивности. Этот ящик в свою очередь заключают в наружный защитный ящик.

При установке ящиков с катушками индуктивности непосредственно в грунт защитный



**Фиг. 73. Общий вид высокочастотного ящика с катушками индуктивности типа К-8**

ящик изготовляют из чугуна; защитные ящики, устанавливаемые в колодцах кабельной канализации, изготовляют из листовой стали.

Основные электрические характеристики катушек и комплектов катушек индуктивности приведены в табл. 77, а основные размеры, назначение и типы наиболее употребительных ящиков с катушками индуктивности — в табл. 78.

На фиг. 72 приведен внешний вид ящиков с катушками индуктивности типа ЯИ и ЯИБГ, а на фиг. 73 — внешний вид высокочастотного ящика типа К-8.

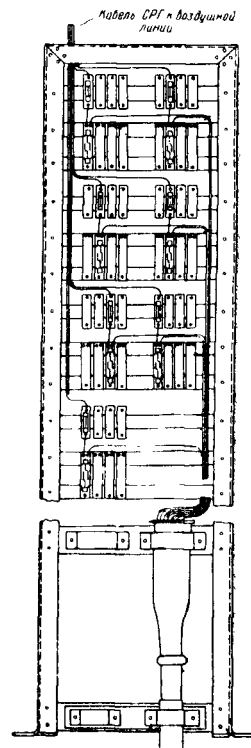
#### Кабельные щиты, стойки боксов и кабельные вводные столы

Кабельные щиты, стойки боксов и кабельные вводные столы применяют для оконечного включения междугородных и вводных кабелей в линейно-аппаратных залах и кабельных будках.

Кабельные щиты (фиг. 74) устанавливают в кабельных будках для соединения жил кабеля с проводами многопроводных воздушных линий, а также при вводе телеграфных кабелей в здания домов связи.

На щите монтируют предохранители и разрядники.

Подходящие к щиту кабели разделяют при помощи оконечных муфт.



**Фиг. 74. Кабельный щит**

Таблица 77

## Электрические характеристики катушек и комплектов индуктивности

Наименование электрических свойств	Измерительная частота в $\text{кГц}$	Единица измерения	Марка катушки или комплекта индуктивности				
			КИ-11483	КИ-11070	ВЧ-01754	ВЧ-0144	ВЧ-0123
			комплект из двух катушек индуктивностью 140 мГн и одной катушки индуктивностью 83 мГн	комплект из двух катушек индуктивностью 100 мГн и одной катушки индуктивностью 70 мГн	высокочастотная катушка индуктивностью 1,75 мГн	высокочастотная катушка индуктивностью 1,0 мГн	высокочастотная катушка индуктивностью 12 мГн
Индуктивность катушек или комплекта: номинальная . . . . .	0,8	мГн	140/83	100/70	1,75	1,0	12,0
допускаемое отклонение от номинала . . . . .	0,8	%	$\pm 2,0/1,5$	$\pm 2,0/1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$
Активное сопротивление обмоток катушки или комплекта не более:							
основной цепи . . . . .	0,6	ом	—	—	—	—	3,0
	0,8	»	15,0	10,0	—	—	—
	1,6	»	18,5	12,0	—	—	—
	5,0	»	—	—	—	—	4,5
	6,0	»	—	—	2,1	2,0	—
искусственной цепи . . . . .	0,8	»	7,5	5,0	—	—	—
	1,6	»	9,5	7,0	—	—	—
Рабочая ёмкость катушки или комплекта . . . . .	0,8	нанофарад	2,0/1,0	2,0/1,0	0,4	0,4	1,0
Ёмкостные связи между цепями катушки или комплекта не более: $K_1; K_2; K_3$ . . . . .	0,8	пикофарад	40	40	—	—	—
$e_1$ и $e_2$ . . . . .	0,8	»	60	60	40*	40*	60*
$e_3$ . . . . .	0,8	»	100	100	—	—	—
Переходное затухание на ближнем и дальнем концах не менее:							
между основными цепями } между основными цепями и искусственными и наоборот . . . . .	1,6 60	нп »	10,5 —	10,5 —	— 10,5**	— 10,5**	14 —
	1,6	»	9,0	10***	—	—	—
Сопротивление изоляции каждой цепи по отношению ко всем цепям, соединённым между собой и с заземлённым экраном, не менее . . . . .	постоянный ток	тыс. мгом	25	25	25	25	25

\* Норма только для  $e_1$ .

\*\* Только на ближнем конце.

\*\*\* Временно допускается 9,5 нп.

Таблица 78

Типы, назначение и основные размеры ящиков с катушками индуктивности

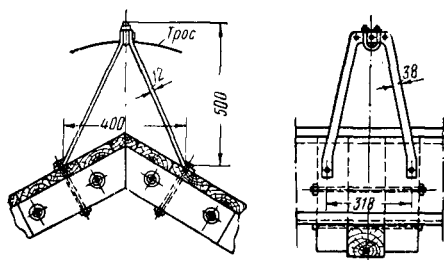
Марка ящика индуктивности	Ёмкость ящика в катушках или комплектах		Размеры ящика в мм				Назначение и область применения ящиков индуктивности
	марка катушек или комплектов	количество	a	b	c	d	
ЯИ-81483	КИ-11483	8	500	480	660	453	Для искусственного увеличения индуктивности низкочастотных цепей в кабелях с кордельно-бумажной изоляцией ёмкостью 12 или 14 четвёрок
ЯИ-121483	КИ-11483	12	500	480	660	453	То же, в кабелях ёмкостью 14—19 четвёрок
ЯИ-81070	КИ-11070	8	500	480	660	453	То же, в кабелях ёмкостью 12—14 четвёрок
ЯИ-121070	КИ-11070	12	500	480	660	453	То же, в кабелях ёмкостью 14—19 четвёрок
ЯИ-81483+ +8×1,75	КИ-11483+ +ВЧ-01754	8 8	500	480	660	453	Для искусственного увеличения индуктивности низкочастотных и высокочастотных кабельных цепей в кабелях типа КЖ
ЯИБГ-8	ВЧ-01754	8	440	310	600	338	Для искусственного увеличения индуктивности высокочастотных цепей в кабелях типа КЖ
К-8	ВЧ-01754	8	261	235	420	288	То же, в кабелях с кордельно-стирофлексной изоляцией жил ёмкостью 4 четвёрки
К-8	ВЧ-014	8	261	235	420	288	То же, в кабелях с кордельно-бумажной изоляцией жил ёмкостью 4 четвёрки

Стойки боксов устанавливают преимущественно в линейно-аппаратных залах с кабельным вводом междугородных цепей.

Кабельный вводный стол устанавливается в линейно-аппаратных залах и предназначен для оконечного включения и эксплуатационно-технического обслуживания кабелей. На кабельном вводном столе установлены боксы, измерительная аппаратура (мост постоянного тока, испытатель линий), а также сигнальные и переговорно-вызывные устройства.

#### Кабельные стойки и кронштейны

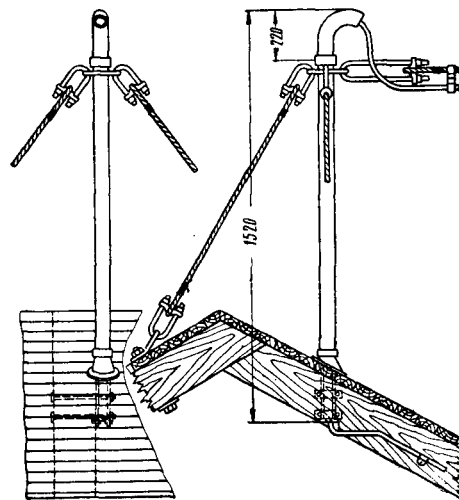
Кабельные стойки применяют при подвеске кабеля по крышам зданий. Промежу-



Фиг. 75. Промежуточная кабельная стойка

точная кабельная стойка приведена на фиг. 75, а вводная — на фиг. 76.

При прокладке кабелей по стенам тоннелей применяют кронштейны из углового



Фиг. 76. Вводная кабельная стойка

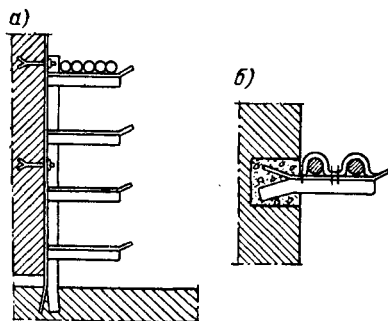
железа различной конструкции. Эскизы двух конструкций кронштейнов приведены на фиг. 77.

#### Крепёжные материалы

При подвеске кабеля на опорах воздушных линий и стойках по крышам зданий ка-

бель укрепляется на тросе при помощи подвесов из оцинкованного железа толщиной 1 мм.

Верхняя часть подвеса имеет диаметр, соответствующий диаметру троса, а нижняя — диаметру кабеля.



Фиг. 77. Кронштейны для укрепления кабеля на стенах

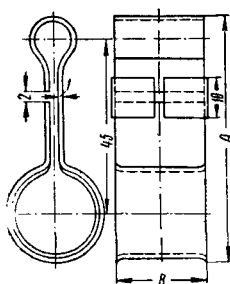
Основные размеры подвесов для кабеля приведены в табл. 79, а конструкция подвеса дана на фиг. 78.

Таблица 79

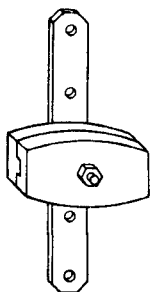
Размеры подвесов для кабеля

Размеры подвеса	Ёмкость кабеля (в парах жил)				
	10×2	20×2	30×2	50×2	100×2
Длина А в мм . . .	40	40	40	45	55
Ширина В в мм . .	17	17	17	25	30
Вес 100 шт. в кг . .	1,2	1,6	1,8	1,9	2,9

Трос на промежуточных опорах закрепляется при помощи чугунных клемм (консоль), приведённых на фиг. 79. Оконечное



Фиг. 78. Кабельный подвес



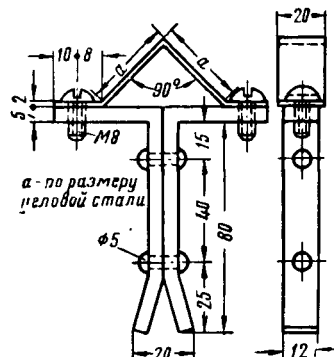
Фиг. 79. Чугунная клемма (консоль)

закрепление троса производится при помощи трубинок или при помощи трёхболтового зажима (фиг. 35).

При устройстве ввода подземного кабеля в здание выходящий из-под земли и поднимающийся по стене здания кабель защищается от механических повреждений на высоту

не менее 3 м от поверхности земли угловой сталью или газовой трубой.

Крепление угловой стали к каменной стене осуществляется при помощи накладок, устанавливаемых на ершах. Накладка с ершом приведена на фиг. 80



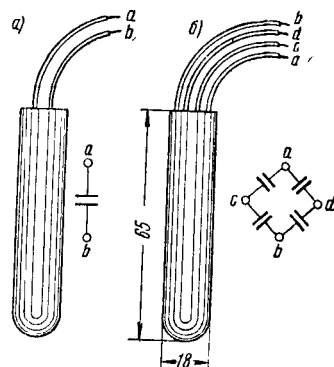
Фиг. 80. Накладка для углового железа

### Симметрирующие конденсаторы

Симметрирующие конденсаторы применяются для симметрирования кабельных цепей.

Для симметрирования кабельных цепей применяют симметрирующие конденсаторы ёмкостью от 10 до 1000 мккф.

Включение этих конденсаторов позволяет увеличить переходное затухание между цепями и уменьшить внешние влияния на кабельные цепи.



Фиг. 81. Симметрирующие конденсаторы

Симметрирующие конденсаторы для кабельных цепей по конструкции разделяются на однократные (фиг. 81, а) и четырёхкратные (фиг. 81, б).

### Кабельные массы

Кабельные массы различных марок применяют для заливки чугунных соединительных муфт, боксов, ящиков с катушками индуктивности, а также для прошпарки жил кабелей.

Применяемые кабельные массы с указанием их состава и назначения приведены в табл. 80, а физические и электрические свойства кабельных масс различных марок — в табл. 81.

Процентное содержание битума № 3 (по весу) в кабельных массах марки МБ-70 и МБ-90 зависит от температуры расплавления битума № 5 или рубракса (табл. 82).

Кабельные массы и их назначение

Таблица 80

Марка массы	Состав массы по весу	Назначение массы	Температура	
			нагрева массы перед употреблением не выше в °С	варки массы в °С
МТ-1	1) 60 частей светлого рафинированного парафина и 40 частей нейтрального очищенного технического вазелина 2) Парафина 30%, канифоли 30%, масла машинного марки Т 40%	Для прошпарки (промывки) разделанных концов кабелей с воздушно-бумажной и кордельной изоляцией жил. Для кордельных кабелей преимущественно применяется масса по первому рецепту	130	130—140
МТ-2	1) Парафина 30%, канифоли 60% и машинного масла марки Т 10% 2) Канифоли 88 %, церезина 6% и вазелина технического 6%	Для заливки свинцовых соединительных муфт кабелей с воздушно-бумажной и хлопчатобумажной изоляцией жил, а также для заливки оконечных боксов	140	130—140
			140	140—150
МТ-3	Битума № 4 75% и автола 6 или масла машинного марки Т 25%	Для заливки «корешков» боксов при разделке в них кабелей с воздушно-бумажной изоляцией	140	160—170
МБ-70 (МБ-80)	Смесь битума № 5 или рубракса с битумом № 3 (см. табл. 82)	Для заливки чугунных муфт и ящиков с катушками индуктивности, находящихся под землей или в холодных помещениях	160—170	160—185
МБ-90 (МБ-100)	Смесь битума № 5 или рубракса с битумом № 3 (см. табл. 82)	Для заливки чугунных муфт и ящиков с катушками индуктивности, находящихся над землей или в отапливаемых помещениях, а также для заливки шкафов досок	170—180	185—195
МК-45	1) Канифоли 75% и автола 10 25% 2) Канифоли 70% и минерального масла (брайсток) 30%	Для заливки кабельных муфт силовых кабелей напряжением от 3 до 35 кВ	130	130—140

Примечание. Если сваренная масса марок МБ-70, МБ-90 или МТ-3 окажется слишком вязкой, то перед её употреблением (когда она нагрета) в неё прибавляют 5% машинного или трансформаторного масла или до 10% автола 6. Это придаёт массе большую подвижность и повышает её морозостойкость.

Физические и электрические свойства кабельных масс

Таблица 81

Свойства массы	Марка массы					
	МТ-1	МТ-2	МТ-3	МБ-70	МБ-90	МК-45
Температура каплепадения по Убеллоде в °С	40—55	45—60	Не ниже 85	Не ниже 70	Не ниже 90	Не ниже 45
Вязкость по Энглеру не более	2 при 120°С	2 при 120°С	12 при 175°С	27 при 150°С	27 при 175°С	6 при 130°С
Температура вспышки в °С не ниже	180	180	200	230	230	185
Усадка в % не более	—	14	10	9	9	7
Пробивное напряжение при расстоянии между электродами 2,5 мм в кВ не менее	—	—	—	35	35	35
Удельное объёмное сопротивление при 20°С в Ом	10 <sup>11</sup> —10 <sup>14</sup>	10 <sup>11</sup> —10 <sup>14</sup>	10 <sup>11</sup> —10 <sup>14</sup>	—	—	—
Тангенс угла диэлектрических потерь (tg δ) при 20°С и при частоте 1 000 гц не более	0,06	0,06	0,06	—	—	—
Диэлектрическая постоянная ε при 20°С и частоте 1 000 гц не более	4	4	4	—	—	—

Таблица 82

Состав кабельных масс марки МБ-70 и МБ-90

Температура размягчения битума № 5 или рубракса по методу «кольцо и шар» в °С	Масса марки МБ-70		Масса марки МБ-90	
	битум № 5 или рубракс в %	битум № 3 в %	битум № 5 или рубракс в %	битум № 3 в %
90	70±5	30±5	90±5	10±5
100	60±5	40±5	90±5	10±5
110	50±5	50±5	80±5	20±5
125	40±5	60±5	70±5	30±5
135	30±5	70±5	60±5	40±5

## Бумажные гильзы

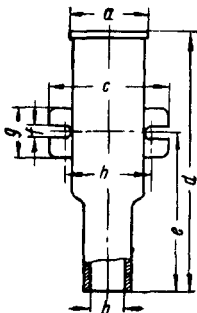
Бумажные гильзы применяют для изолирования мест спаек кабельных жил между собой в соединительных муфтах, а также для мест спаек жил кабелей с выводными проводниками в оконечных кабельных муфтах и в ящиках индуктивности.

Гильзы представляют собой бумажные цилиндрические трубочки, проваренные в парафине. Размер бумажных гильз зависит от диаметра жил кабеля. Обычно гильзы изготовляются длиной 40÷60 мм и имеют внутренний диаметр от 2,8 до 6÷7 мм.

## ЛИНИИ И СЕТИ СЦБ

## Оконечные и промежуточные кабельные муфты

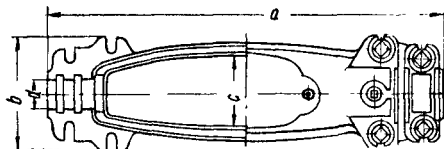
Для оконечной разделки кабелей типа СОВ в релейных шкафах, на постах и т. п. применяют оконечные чугунные муфты бутылочного типа (фиг. 82), основные размеры и вес которых приведены в табл. 83.



Фиг. 82. Муфта бутылочного типа

Сращивание отдельных кусков (строительных длин) кабелей осуществляют при помощи чугунных соединительных муфт (фиг. 83), размеры которых указаны в табл. 84.

Разветвление одного кабеля на два производят при помощи тройниковых чугунных муфт (фиг. 84), размеры которых приведены в табл. 85.



Фиг. 83. Муфта соединительная

Разветвление групповых кабелей на индивидуальные осуществляют в групповых

Таблица 83

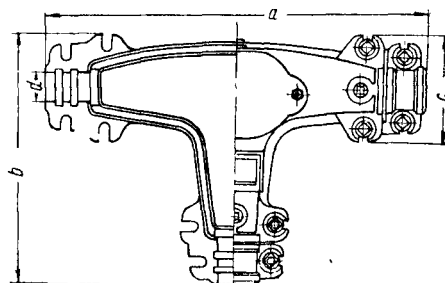
Размеры и вес оконечных муфт бутылочного типа

Тип	Максимальная жилность кабеля	Размеры в мм								Вес муфты в кг	
		a	b	c	d	e	f	g	h	Вес муфты в кг	Вес кабельной массы в кг
T-5	5	45	25	72	155	95	7	30	50	1	0,15
T-12	12	60	32	80	155	95	7	30	56	1,2	0,2
T-27	27	90	41	120	175	110	10	42	96	2,8	0,5
T-48	48	105	45	140	200	125	13	50	100	4,1	0,8

Таблица 84

Размеры чугунных соединительных муфт

Тип муфты	Максимальная жилность кабеля	Основные размеры в мм					Вес кабельной массы в кг
		a	b	c	d	высота	
C-35-M . . . .	19	395	112	75	35	104	1
C-50-M . . . .	42	500	124	95	50	124	2
C-65-M . . . .	72	626	157	115	65	147	3,5



Фиг. 84. Муфта тройниковая

Таблица 85

Размеры тройниковых чугунных муфт

Тип муфты	Максимальная жилность кабеля	Основные размеры в мм					Вес кабельной массы в кг
		a	b	c	d	высота	
T-35-M . . . .	19	395	264	112	35	125	1,7
T-50-M . . . .	42	500	352	124	50	162	3
T-65-M . . . .	72	626	412	157	65	200	5,6

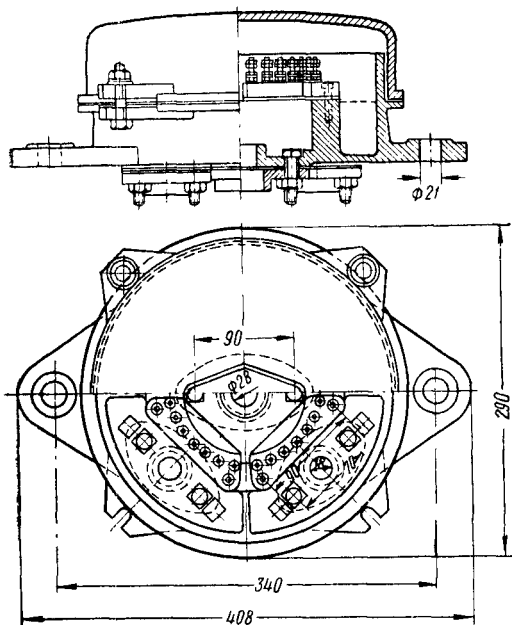
разветвительных муфтах, состоящих из чугунного корпуса, устанавливаемого на основании из полосовой и угловой стали.

Групповые разветвительные муфты применяют трёх типов: на четыре направления (фиг. 85), а также на семь и восемь направлений.

Таблица 86

## Групповые разветвительные муфты

Тип муфты	Количество		Максимальная ёмкость кабеля, раз- деляемого в муфте		Вес кабельной массы в кг
	плитов	зажимов	группо- вого	индиви- дуально- го	
На четыре на- правления . . .	4	28	48	21	4
На семь направ- лений . . . . .	7	49	64	21	6
На восемь на- правлений . . .	16	112	2 по 48	21	8



Фиг. 85. Групповая муфта на четыре направления

Таблица 87

## Сигнальные кабельные муфты

Тип муфты	Максимальная ёмкость кабеля, раз- деляемого в муфте	Вес ка- бельной массы в кг
Муфта на одно направ- ление для крепления на шкафу . . . . .	24	1
То же, на два направ- ления . . . . .	21+16	1,5
Муфта на одно направ- ление для крепления на фундаменте свето- фора . . . . .	24	0,4
То же, для крепления на фундаменте указа- теля . . . . .	33	0,6
Муфта на два направле- ния для крепления на фундаменте . . . . .	16+9	0,3

Данные о групповых разветвительных муфтах приведены в табл. 86.

Конструкция основания для муфты на четыре направления приведена на фиг. 86.

Для оконечной разделки кабелей у свето-  
форов применяются сигнальные кабельные  
муфты пяти типов  
(табл. 87); кон-  
струкция сигналь-  
ной муфты на одно  
направление (для  
крепления на шка-  
фу) приведена на  
фиг. 87.

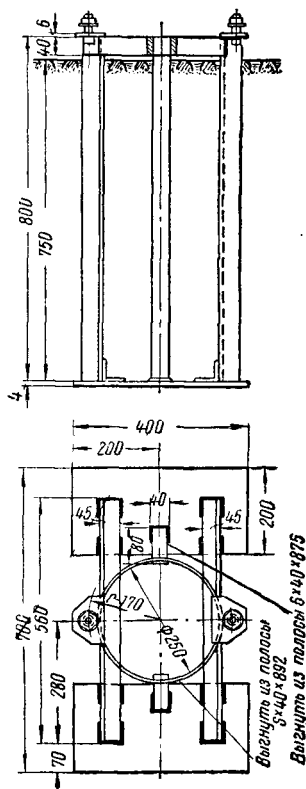
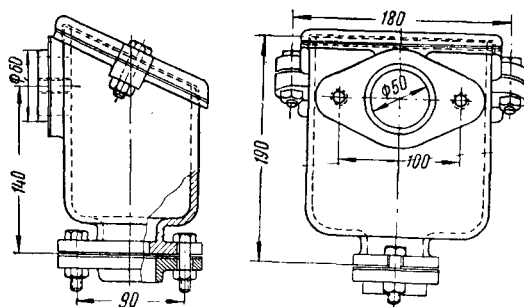
Для разделки  
кабеля у стрелоч-  
ного привода при-  
меняют стрелоч-  
ные муфты на 16  
(фиг. 88), а также  
на 28 и 32 зажима.

Устанавливают  
стрелочные муфты  
на основании, со-  
бранном из поло-  
совой стали. Ка-  
бель к муфте под-  
водится в брони-  
рованном шланге.

Назначение  
стрелочных муфт  
приведено в табл.  
88.

Соединение от-  
дельных кусков  
силовых кабелей  
при напряжении  
не выше 1 000 в  
производят непо-  
средственно в чу-  
гунных соедини-  
тельных муфтах.

Соединение си-  
ловых кабелей  
напряжением вы-  
ше 1 000 в, а также кабелей на 1 000 в, про-  
ложенных в сырых местах, производят в  
свинцовых соединительных муфтах.

Фиг. 86. Основание для груп-  
повой муфты на четыре  
направленияФиг. 87. Сигнальная муфта на одно направление  
для крепления на шкафу

Для соединения кабелей напряжением до  
10 кВ применяют цельнотянутые цилиндри-  
ческие свинцовые муфты со стенками толщи-  
ной 2,5 мм.



Выбор длины  $l$  муфты и внутреннего диаметра  $d$  муфты в зависимости от сечения жил кабелей и напряжения производится по табл. 89.

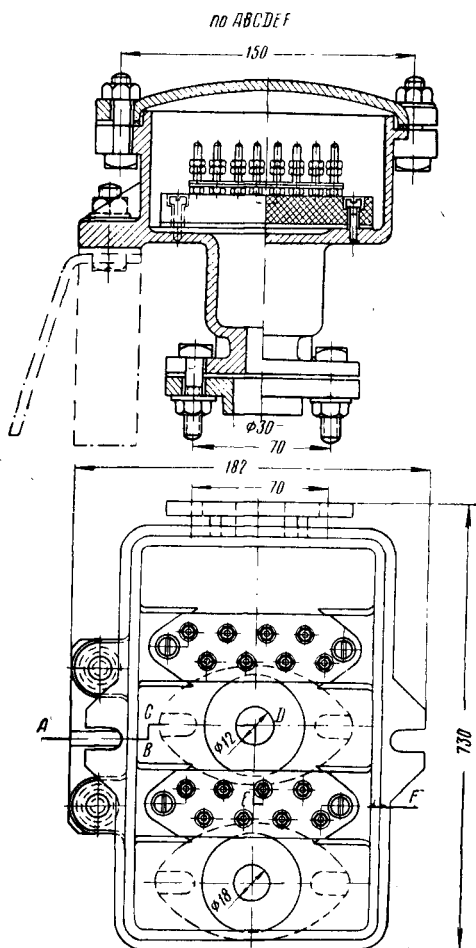
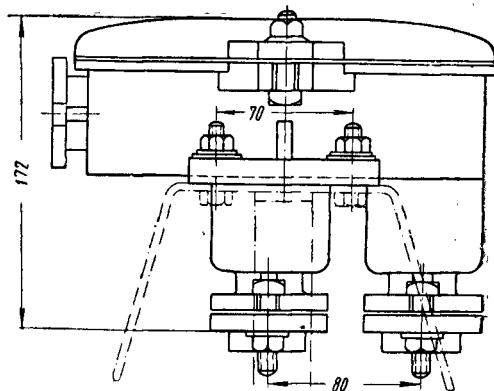


Таблица 88

Муфты стрелочные и их назначение

Тип муфты	Количество		Вес кабельной массы в кг	Место установки муфты и максимальная жильность кабеля, разделяемого в этой муфте
	плинтов	зажимов		
На 16 зажимов	12	16	0,3	У привода одиночной стрелки при кабеле не более 19 жил и у приводов спаренных стрелок при кабеле от поста до первой стрелки не более 16 жил
На 23 зажимов	4	23	0,6	У привода одиночных стрелок при кабеле более 19 жил
На 32 зажима	4	32	0,6	У привода спаренных стрелок при кабеле от поста до первой стрелки более 16 жил

Для защиты от механических повреждений свинцовые муфты помещаются в специальные сварные кожухи, а при отсутствии последних применяют нормальные чугунные соединительные муфты (фиг. 83) соответствующих размеров.



Фиг. 88. Стрелочная муфта на 16 зажимов

### Путевые ящики

В случае установки непосредственно около рельсовой цепи путевых трансформаторов, реле, реостатов и т. п. эти приборы размещают в путевых ящиках (больших или малых).

Тип ящиков, количество и схемы размещения устанавливаемых в них приборов, число клемм и другие данные приведены в табл. 90.

Путевые ящики устанавливают на основании, собранном из угловой и полосовой стали. Путевой ящик малого типа приведен на фиг. 89.

### Кабельные стойки

Оконечную разделку кабелей, подводимых к рельсовым цепям, осуществляют в специальных кабельных стойках (бутлегах).

По конструкции кабельные стойки разделяются на чугунные, стальные сварные и стальные штампованные, а по назначению — на оконечные и проходные.

Типы кабельных стоек и их характеристика указаны в табл. 91. Конструкция и размеры оконечной двухпроводной чугунной литой стойки приведены на фиг. 90.

### Гильзы и распорные шайбы

Соединение жил силовых кабелей между собой в соединительных муфтах производится при помощи медных соединительных гильз (фиг. 91). Размеры гильз различных типов приведены в табл. 92.

При сращивании жил силовых кабелей напряжением не более 1 кВ в чугунных соединительных муфтах применяют распорные фарфоровые шайбы, тип и размеры которых приведены в табл. 93.

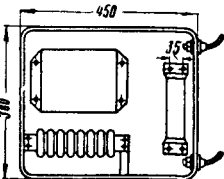
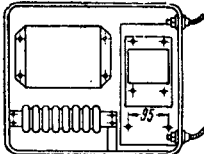
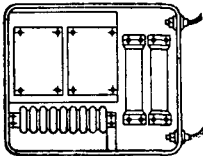
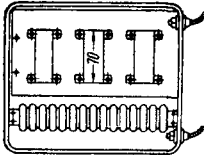
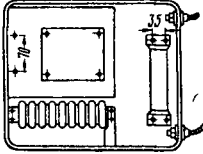
Таблица 89

## Свинцовые соединительные муфты для силовых кабелей

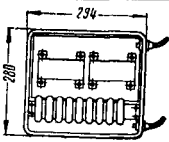
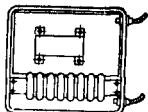
Сечение жил кабеля в мм²	Четырёхжильные кабели			Трёхжильные кабели								
	1 кв			1÷3 кв			6 кв			10 кв		
	Размеры муфт в мм		Вес в кг	Размеры муфт в мм		Вес в кг	Размеры муфт в мм		Вес в кг	Размеры муфт в мм		Вес в кг
	d	l		d	l		d	l		d	l	
19	50	400	1,9	50	400	1,9	50	400	1,9	70	450	3,0
16	60	420	2,4	50	400	1,9	60	420	2,4	70	500	3,3
25	60	420	2,4	50	400	1,9	60	420	2,4	70	500	3,3
35	60	420	2,4	60	420	2,4	70	500	3,3	80	520	3,9
50	70	450	3,0	60	420	2,4	70	500	3,3	80	520	3,9
70	70	450	3,0	70	450	3,0	70	500	3,3	90	550	4,6
95	80	470	3,5	70	450	3,0	80	520	3,9	90	550	4,6
120	80	470	3,5	80	470	3,5	90	550	4,6	90	550	4,6
150	90	500	4,2	80	470	3,5	90	550	4,6	100	600	5,5

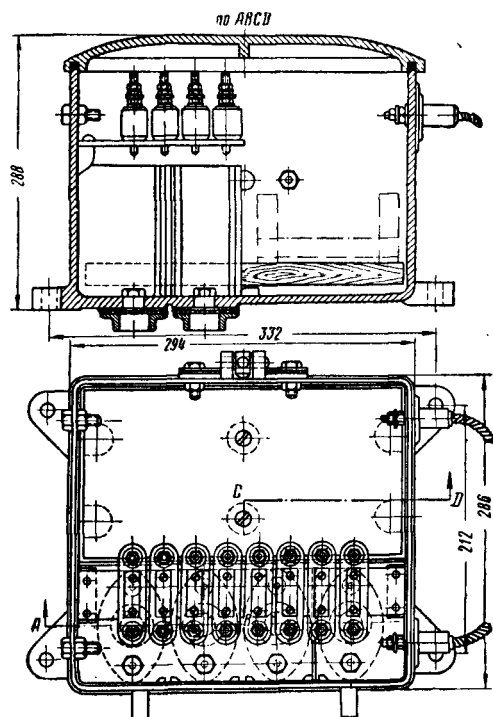
Таблица 90

## Путевые ящики и их назначение

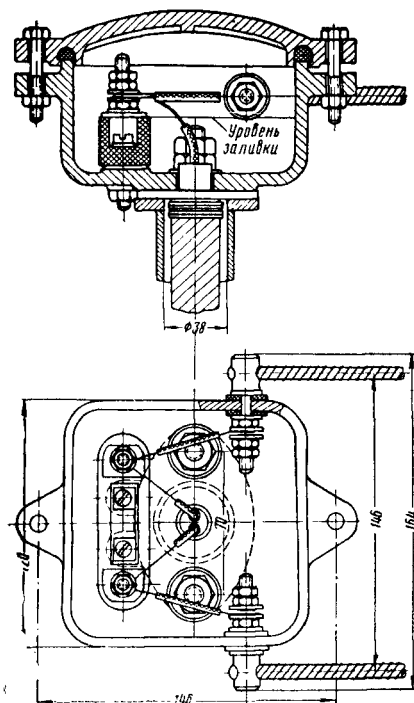
Тип ящика	Устанавливаемые приборы		Число клемм	Максималь- ная ёмкость кабеля, раз- деляемого в ящике	Вес ка- бельной массы в кг	Э с к и з	
	Наименование	Коли- чество					
Б о л ь ш о й	I	ПОВС . . . . .	1	8	30	3	
		Сопротивление . . .	1				
	II	ПОВС . . . . .	1	8	30	3	
		РОВС . . . . .	1				
	III	РТЭ . . . . .	2	9	30	3	
		Сопротивление . . .	2				
	IV	РТ . . . . .	3	15	30	3	
	V	РТЭ . . . . .	1	9	30	3	
		Сопротивление . . .	1				

Продолжение табл. 90

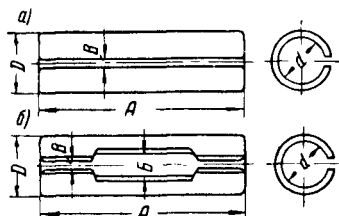
Тип ящика	Устанавливаемые приборы		Число клемм	Максималь- ная ёмкость кабеля, раз- деляемого в ящике	Вес ка- бельной массы в кг	Э с к и з
	Наименование	Коли- чество				
М а л ы й	I РТ . . . . .	2	9	30	3,2	
	II РТ . . . . .	1	8	30	3,2	



Фиг. 89. Путьевой ящик малого типа



Фиг. 90. Оконечная двухпроводная кабельная стойка (бутлэг)



Фиг. 91. Медные соединительные гильзы

Таблица 91

## Кабельные стойки

Тип стоек	Характеристика	Максимальная ёмкость кабеля, разделяемого в кабельной стойке	Вес кабельной массы в кг
БЛ-2 чугунные литые	Оконечная двухпроводная	9	0,25
БШ-2 стальные штампованные	То же	9	0,25
БС-2 стальные сварные	» »	9	0,25
БЛ-2 чугунные литые	Проходная трёхпроводная	К кабельной стойке может быть подведён кабель до 19 жил и выведен кабель до 7 жил	0,3
БС-2 стальные сварные	То же		0,3

Примечание. Проходная стойка может быть использована как оконечная и в этом случае в ней возможно разделить кабель до 21 жилы.

Таблица 92

## Размеры медных соединительных гильз

Наименование гильз	Сечение жил кабелей в мм <sup>2</sup> до	Тип гильз	Размеры в мм					Вес 100 шт. в кг	Наименование гильз	Сечение жил кабелей в мм <sup>2</sup> до	Тип гильз	Размеры в мм					Вес 100 шт. в кг
			А	Б	В	д	Д					А	Б	В	д	Д	
СГ-4	4	а	30	—	1,5	3	4	0,15	СГ-50	50	а	60	—	2	10	13	2,8
СГ-6	6	а	30	—	1,5	3,5	5	0,25			б	60	5	1,5	10	13,6	2,3
СГ-10	10	а	35	—	1,5	4,5	6	0,37	СГ-70	70	а	60	—	2	12	16	2,3
СГ-16	16	а	40	—	2	6	8	0,75			б	60	5	1,2	12	16	4,6
СГ-25	25	а	50	—	2	7	10	1,8	СГ-95	95	а	70	—	2	12	16	4,0
СГ-35	35	а	50	—	2	9	12	2,0			б	70	5	1,5	14	18	6,0
		б	50	4	1,5	9	12	1,9	СГ-120	120	б	70	5	1,5	16	21	8,6
									СГ-150	150	б	80	5	1,5	18	23	10,0

Таблица 93

## Распорные фарфоровые шайбы

Тип распорной шайбы	Число жил кабеля	Размеры шайбы в мм						Вес 1 шт. в кг	Эскиз
		А	Б	В	Г	Д	Д <sub>1</sub>		
РА-60	2	60	23	8	34	9	8	0,02	
РА-72	2	72	30	10	40	13	12	0,04	
РА-105	2	105	46	12	56	22	18	0,09	
РА-120	2	120	52	12	64	28	20	0,12	
РА-130	2	130	58	12	72	30	20	0,14	
РВ-65	3	65	21	8	21	9	—	0,019	
РВ-80	3	80	28	10	26	11	—	0,041	
РВ-115	3	115	36	12	38	16	—	0,09	
РВ-130	3	130	42	12	44	22	—	0,10	
РВ-170	3	170	60	12	55	28	—	0,20	
РВ-185	3	185	61	12	62	31	—	0,23	
РВ-80	4	80	20	10	20	9	—	0,03	
РВ-120	4	120	30	12	30	11	—	0,38	
РВ-140	4	140	38	12	34	16	—	0,11	
РВ-165	4	165	45	12	40	22	—	0,15	
РВ-190	4	190	52	12	46	28	—	0,19	

## КАБЕЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ СВЯЗИ

Кабельные сооружения состоят из устройств и приспособлений, предназначенных для прокладки и крепления кабеля, а также для установки и монтажа кабельной арматуры.

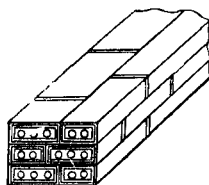
К кабельным сооружениям относятся: кабельные опоры (см. Конструкция опор воздушных линий связи и СЦБ), кабельная канализация, кабельные киоски, будки, распределительные шкафы, а также сигналы для ограждения кабельных переходов.

## Кабельная канализация

Кабельной канализацией называется система, состоящая из трубопроводов, смотровых колодцев и коробок и предназначенная для прокладки кабелей по территории железнодорожных станций и населённых пунктов, а также в местах пересечения кабелей с полотном железных дорог.

**Кабельные трубопроводы.** Кабельные трубопроводы состоят из бетонных, асбестоцементных или керамических труб.

Кабельные трубопроводы из бетонных труб прокладывают в сухих грунтах и в тех местах, где уровень грунтовых вод ниже 2 м. Наибольшее распространение получили прямоугольные бетонные трубы, основные размеры которых приведены в табл. 94.



Фиг. 92. Блок бетонных труб

Бетонные трубы изготавливают из бетона марки 110—170 с применением пуццоланового цемента активностью 200—300 кг/см<sup>2</sup>.

При необходимости изготовления трубопроводов ёмкостью более трёх каналов бетонные трубы собирают в блоки (фиг. 92).

Асбестоцементные трубы влагонепроницаемы и прокладываются в сырых грунтах,

содержащих не более 1% кислотности и не более 10% щелочных соединений. Прокладка их применяется также в местах пересечения кабельных линий связи с полотном электрифицированных железных дорог.

Изготавливают асбестоцементные трубы из смеси 80—85% портланд-цемента и 20—15% асбеста.

Основные размеры одноотверстных цилиндрических асбестоцементных труб приведены в табл. 95.

Таблица 95

Размеры и вес асбестоцементных труб

Размеры в мм			Вес 1 пог. м трубы в кг
внутренний диаметр	наружный диаметр	длина трубы	
44	53	2 000—3 000	2,3
69	83	2 000—3 000	4,3
93	109	2 000—3 000	5,1
119	135	2 000—3 000	6,5

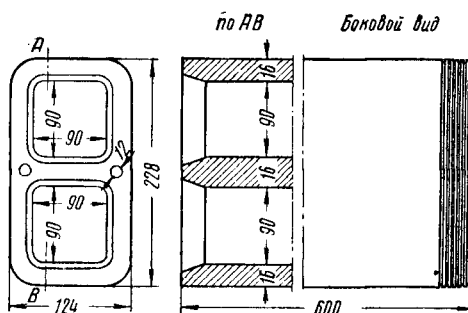
Временное сопротивление изгибу асбестоцементных труб 258—270 кг/см<sup>2</sup>.

Керамические трубы прокладывают в местах, где имеются агрессивные грунтовые воды с содержанием кислоты более 1% или щёлочи более 10%, и преимущественно там, где имеют место блуждающие токи.

Изготавливают керамические трубы прямоугольной формы с числом каналов от 1 до 9. Каналы имеют квадратную форму 90 × 90 мм. Длина труб 450—900 мм, толщина стенок 15—25 мм.

Временное сопротивление труб на раздавливание 250 кг/см<sup>2</sup>.

Основные размеры двухотверстной керамической трубы приведены на фиг. 93.



Фиг. 93. Двухотверстная керамическая труба

Таблица 94

Основные размеры бетонных прямоугольных труб

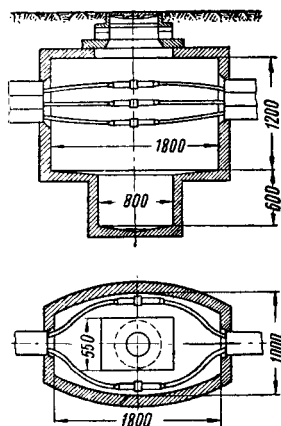
Тип бетонной трубы	Размеры в мм				Разрез бетонной прямо- угольной трубы
	длина	ширина	высота	диаметр канала	
Одноотверст- ная . . . . .	1 000	140	120	90	
Двухотверст- ная . . . . .	1 000	245	120	90	
Трёхотверст- ная . . . . .	1 000	350	120	90	
Одноотверст- ная облег- чённая . . . .	750	95	90	50	—

**Кабельные колодцы и коробки.** По своему назначению кабельные колодцы разделяются на проходные, угловые, разветвительные, станционные, шкафовые и вводные.

Типы кабельных колодцев, их назначение и основные размеры приведены в табл. 96.

На фиг. 94 и 95 приведены разрезы проходного и углового колодцев малого типа, которые преимущественно применяют на местных телефонных сетях небольшой ёмкости.

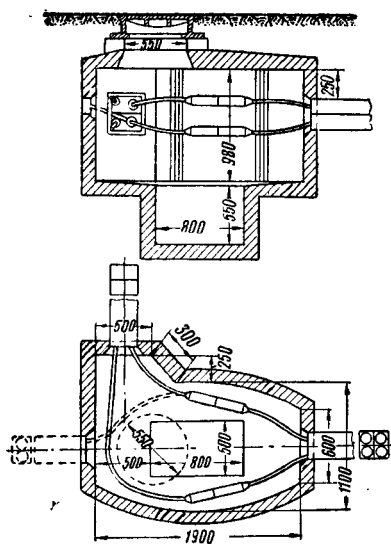
Изготавливают колодцы преимущественно цельнонабивные железобетонные. Кирпичные и сборные (из отдельных бетонных деталей) колодцы устанавливают только в сухих грунтах.



Фиг. 94. Проходной колодец малого типа

#### Распределительные шкафы

Распределительные шкафы применяют на сетях местной телефонной связи для установки боксов в местах перехода от магистральных кабелей на распределительные. Изготавливают распределительные шкафы ёмкостью 300, 600 и 1 200 пар.



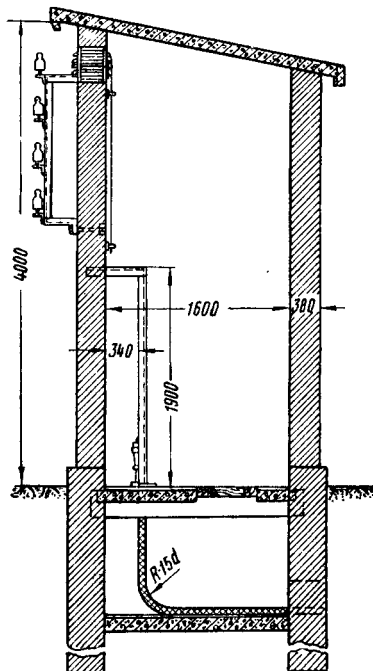
Фиг. 95. Угловой колодец малого типа

ных кабелей на распределительные. Изготавливают распределительные шкафы ёмкостью 300, 600 и 1 200 пар.

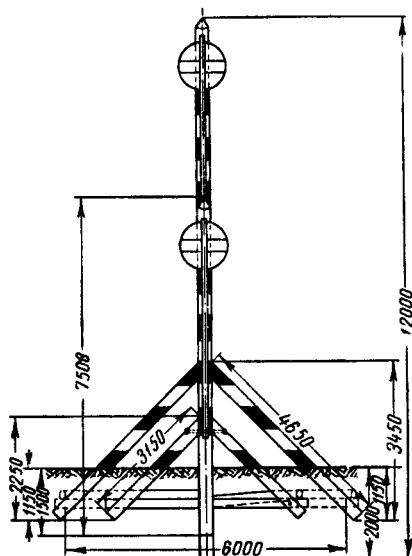
#### Кабельные будки и киоски

Кабельные будки (фиг. 96) устанавливают, так же как и кабельные опоры, в местах соединения проводов воздушных линий с жилами кабелей при устройстве кабельных вставок на воздушных линиях связи.

В кабельной будке кабельная вставка заканчивается оконечной муфтой или боксом.



Фиг. 96. Кабельная будка



Фиг. 97. Сигнальный столб

Если ёмкость кабеля превышает ёмкость бокса, установленного в кабельной будке, кабель предварительно разделяют в разветвительной муфте (фиг. 68) на несколько кабелей меньшей ёмкости.

Внутри кабельной будки, кроме кабельных боксов, устанавливают щит, оборудованный защитными устройствами, согласно действующему стандарту.

На крупных сетях местной телефонной связи, в тех местах, где в будущем предполагается строительство районной телефонной станции, устанавливают кабельные киоски.

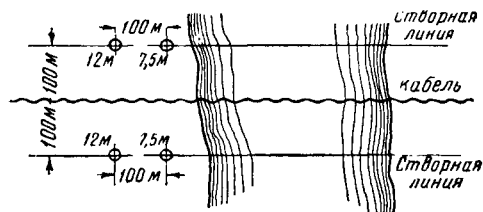
Внутри кабельного киоска, так же как и в распределительном шкафу, устанавливают боксы для включения магистральных и распределительных кабелей.

#### Сигналы для ограждения кабельных переходов

Направление подводных кабелей связи, проложенных через судоходные реки, обозначают сигнальными столбами высотой 7,5 м с укрепленными на их вершинах круглыми щитами (дисками) размером 1 м в диаметре,

окрашенными в красный цвет с горизонтальной белой полосой.

При ширине рек более 300 м ставятся створы из двух сигнальных столбов длиной 7,5 и 12 м.



Фиг. 98. Расположение оградительных сигналов на кабельном переходе

Внешний вид сигнальных столбов приведён на фиг. 97, а схема расположения оградительных сигналов при ширине реки более 300 м — на фиг. 98.

Таблица 96

Типы и основные размеры кабельных колодцев

Наименование колодцев	Назначение	Типы колодцев	Число каналов	Размеры колодцев в м			Эскиз колодца
				длина	ширина	высота	
Проходные	Для соединения кусков кабелей и протягивания их в трубопроводах на прямых участках кабельной канализации	Большой	13—21	2,8	1,6	1,8	
		Средний	7—12	2,6	1,3	1,8	
		Малый	2—6	1,8	1,1	1,2	
Угловые	То же в местах изменения направления кабельной канализации	Большой	13—24	3,2	1,65	1,8	
		Средний	7—12	2,8	1,45	1,8	
		Малый	2—6	2,0	1,0	1,2	
Разветвительные	В местах разветвлений кабельной канализации	Большой	18—24	3,2	1,6	1,8	
		Средний	7—12	3,15	1,5	1,8	
Станционные	В местах ввода кабельной канализации в здания телефонных станций большой ёмкости	На 10 000 номеров	30	5,0	3,0	1,8	
		На 5 000 номеров	24	4,3	2,6	1,8	
		На 2 400 номеров	12	2,5	2,0	1,8	
Шкафные (шкафная коробка)	Служат фундаментом для распределительных шкафов и связывают шкаф с канализацией	—	—	0,96	0,90	1,07	
Вводные (вводная коробка)	Устанавливаются в местах ввода кабелей в здания к абонентам местной телефонной сети	—	—	0,64	0,34	—	

Столбы и подкосы к ним окрашивают чередующимися полосами шириной 50 см желтого и чёрного цветов. В ночное время

на каждом сигнальном столбе зажигают фонарь с рефлектором, имеющий стекла жёлтого цвета и горелку не менее десяти линий.

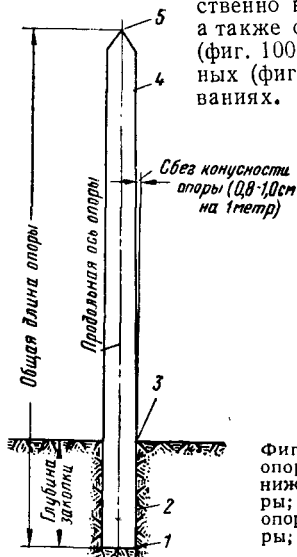
## КОНСТРУКЦИЯ ОПОР ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ И СЦБ

### ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ СВЯЗИ

#### Промежуточные опоры

Промежуточные (одинарные) опоры являются основным типом опор воздушных линий связи.

В качестве промежуточных опор на линиях связи применяют деревянные опоры, устанавливаемые непосредственно в грунт (фиг. 99), а также опоры в рельсовых (фиг. 100 и 101) и деревянных (фиг. 102 и 103) основаниях.



Фиг. 99. Промежуточная опора: 1—торец опоры нижний; 2—комель опоры; 3—опасное сечение опоры; 4—вершина опоры; 5—ребень опоры

Основные размеры промежуточных опор устанавливаемых непосредственно в грунт в зависимости от типа линии, профиля опор, числа подвешиваемых на опорах проводов и габарита линии приведены в табл. 97. Там же указана глубина заковки опор в грунт.

Основание из одного рельса или одной деревянной приставки применяют на линиях типов О и Н при числе проводов не более 8 и на линиях типов У и ОУ при числе проводов не более 6. При большем числе проводов опоры устанавливают в основаниях из двух рельсов или двух деревянных приставок.

Длина рельсов указана на фиг. 100 и 101; длину обрубка х выбирают по табл. 98 в зависимости от глубины заковки опоры.

Таблица 98

Длина обрубка х для опор в рельсовых основаниях в зависимости от глубины их заковки (фиг. 100 и 101)

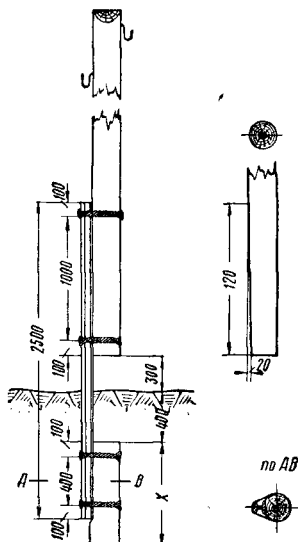
Глубина заковки опор в м	Длина обрубка х в м	Глубина заковки опор в м	Длина обрубка х в м
1,2	0,8	1,6	1,2
1,3	0,9	1,7	1,3
1,4	1,0	1,8	1,4
1,5	1,1		

Таблица 97

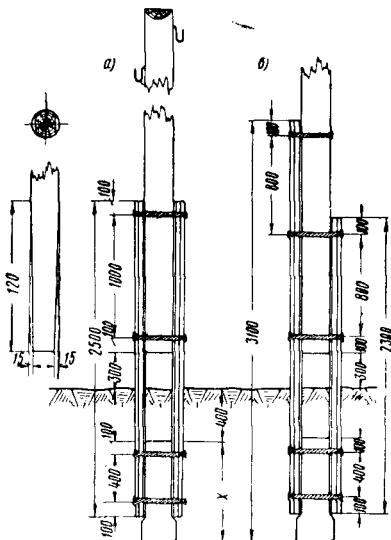
Основные размеры промежуточных опор и глубина их заковки

Количество проводов при габарите линии в м		Номер профиля (см. фиг. 1)	Общая длина опоры в м	Наименьший диаметр опоры в вершине в см при типе линий				Глубина заковки опор в м			
2,5	3,0			О	Н	У	ОУ	в твёрдом грунте	в мягком грунте, на склоне холмов больше 45° и угловых опор	в каменистом и скалистом грунтах	
Провода подвешены на крюках (шахмат 40 см)											
8	6	1	6,5	12	14	—	—	1,3	1,45	0,9	
12	10	1	7,5	12	15	—	—	1,5	1,65	1,1	
16	16	1	8,5	14	17	—	—	1,6	1,75	1,1	
Провода подвешены на крюках (шахмат 60 см) или траверсах											
6	4	1	6,5	—	—	12	13	1,2	1,35	0,9	
8	8	1	7,5	—	—	13	15	1,4	1,55	1,1	
10	10	1	8,5	—	—	15	16	1,5	1,65	1,1	
16	—	2	7,5	14	17	18	20	1,5	1,65	1,1	
—	16	2	8,5	14	17	18	20	1,6	1,75	1,1	
20	20	3	7,5	15	18	19	21	1,5	1,65	1,1	
24	24	4	6,5	16	18	19	22	1,5	1,65	0,9	
32	32	4	7,5	18	22	—	—	1,6	1,75	1,1	
40	—	4	7,5	20	25	—	—	1,7	1,85	1,1	
—	40	4	8,5	20	25	—	—	1,8	1,95	1,1	

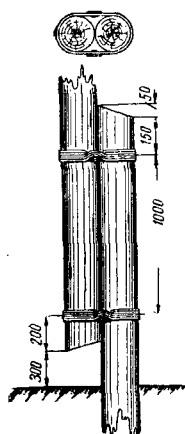




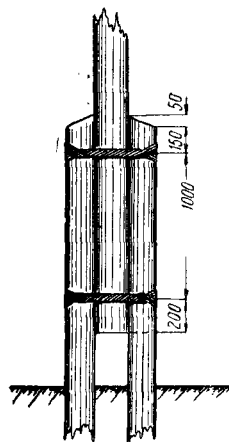
Фиг. 100. Опора в рельсовых основаниях  
из одного рельса



Фиг. 101. Опора в рельсовых основаниях из двух рельсов: а—для типов линий О и Н; б—для типов линий У и ОУ



Фиг. 102. Опора в  
деревянном основа-  
нии из одной при-  
ставки



Фиг. 103. Опора  
в деревянном ос-  
новании из двух  
приставок

## Угловые опоры

Угловые опоры устанавливают в местах изменения направления линии; они представляют собой промежуточную опору, укрепленную подпорой или оттяжкой.

На линиях связи, как правило, применяют два типа угловых опор (фиг. 104 и 105). Конструкцию угловой опоры, приведённую на фиг. 104, применяют при числе проводов от 12 до 24 и нормальном вылете угла 10 м и более и свыше 24 проводов при нормальном вылете угла более 7,5 м.

При меньшем числе проводов или при меньшем вылете угла применяют угловые опоры, показанные на фиг. 105.

Если по условиям местности укрепление промежуточной угловой опоры при помощи подпоры затруднительно, промежуточную опору укрепляют оттяжкой, которую свивают

из стальной линейной проволоки; в качестве  
оттяжки применяют также стальной трос  
(канат).

## Полуанкерные опоры

Полуанкерные опоры применяют для увеличения устойчивости линий типов Н, У и ОУ в качестве переходных опор через электрифицированные и неэлектрифицированные железные дороги, при устройстве удлиненных пролётов, а также в качестве вводных и кабельных опор.

Общий вид простой полуанкерной опоры приведён на фиг. 106, а полуанкерной опоры в рельсовых основаниях — на фиг. 107.

При расположении проводов на крюках (при числе проводов более шести) для увеличения устойчивости линий типов У и ОУ вместо полуанкерных опор применяют усиленные опоры (фиг. 108), представляющие собой промежуточную опору, укрепленную вдоль линии двумя подпорами.

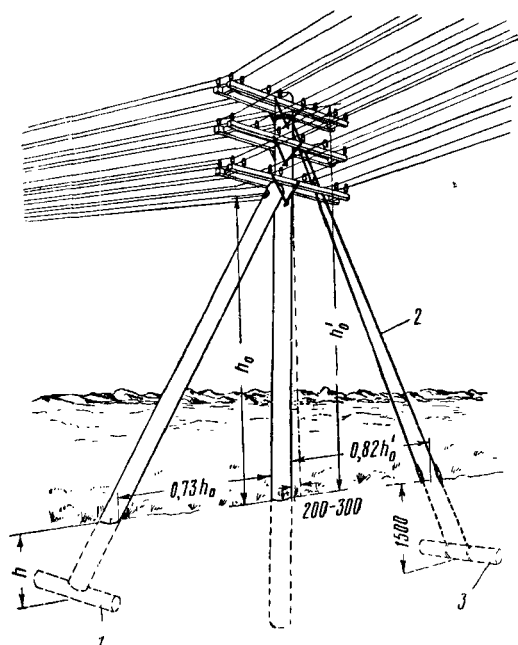
## Противоветровые опоры

Кроме полуанкерных и усиленных опор для увеличения устойчивости линий типов У и ОУ применяют противовеетровые опоры (фиг. 109), которые устанавливают в том случае, если на линии подвешено более шести проводов.

Устанавливают противоветровые опоры так, чтобы их подпоры были перпендикулярны к направлению линии. При этом подпоры делают по одну и по другую сторону линий поочерёдно.

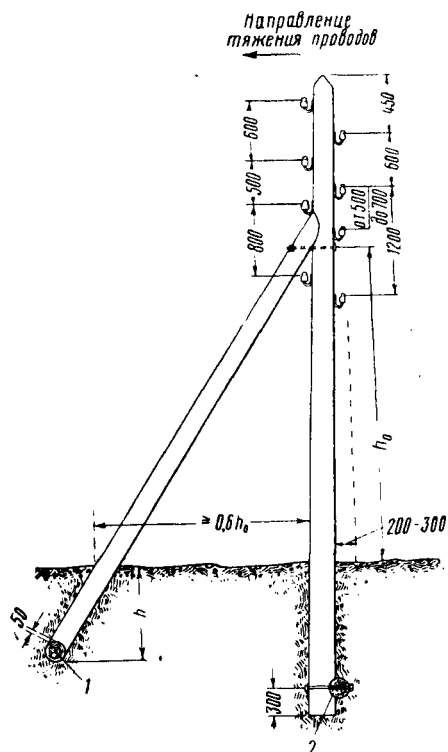
Схема размещения полуанкерных, усиленных и противветровых опор на линиях типов У и ОУ приведена на фиг. 110.

Если место установки этих опор приходится за два или три пролёта от угловой или сложной опоры, полуанкерную, усиленную или противовеетровую опоры не устанавливают.

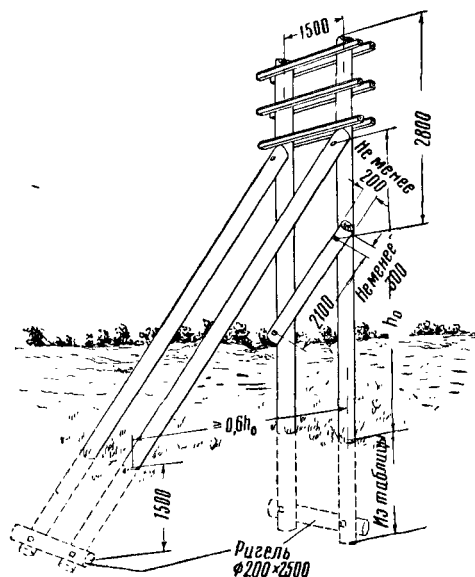


Фиг. 104. Угловая опора, укрепленная подпорой и оттяжкой: 1—лежень диаметром 200 мм, длиной 1300 мм до 12 проводов, 2000 мм более 12 проводов; 2—оттяжки, свитые из шести стальных проводов диаметром 5 мм; 3—якорный лежень диаметром 200 мм, длиной 2400 мм при двух оттяжках, 1200 мм — при одной оттяжке;  $h$  — для грунтов: I—II категорий — 1000 мм, III—IV—600 мм.

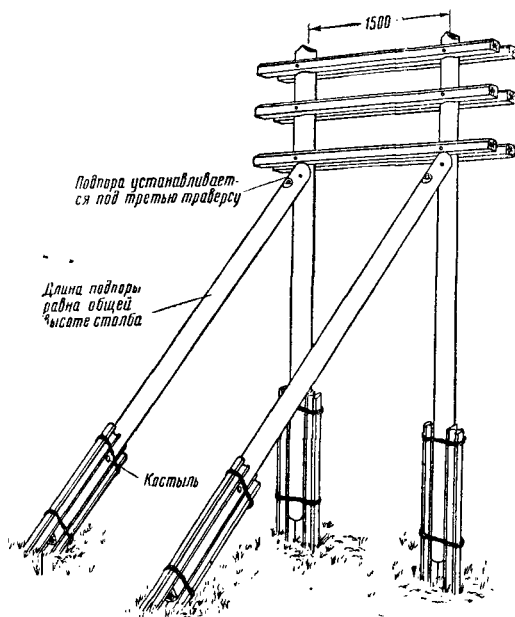
Для линий типа О до 32 проводов, для линий типов Н, У и ОУ до 16 проводов допускается устанавливать одну оттяжку



Фиг. 105. Угловая опора, укрепленная подпорой: 1 — лежень диаметром 200 мм,  $l = 1000$  мм для линий типов О и Н,  $l = 1250$  мм для линий типов У и ОУ; 2—врубки в столбе и ригеле на глубину 30 мм;  $h$  — для грунтов: I и II категорий — 1000 мм, III и IV—600 мм

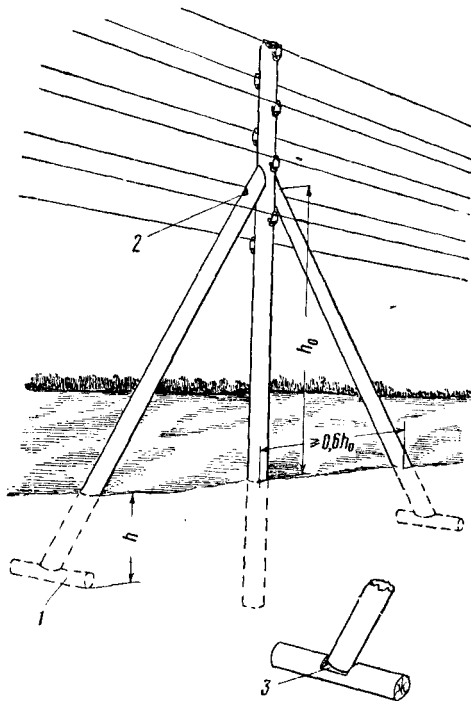


Фиг. 106. Полуанкерная опора



Фиг. 107. Полуанкерная опора в рельсовых основаниях

Если же это расстояние превышает три пролёта, то полуанкерную, усиленную или противветровую опору устанавливают на середине участка линии, между предыдущей полуанкерной, усиленной или противветровой опорой и угловой или сложной опорой.



Фиг. 108. Усиленная опора: 1—лежень диаметром 200×1 000 мм; 2—болт 20×700 мм; 3—врубка на глубину 50 мм;  $h$ —для грунтов: I и II категорий — 1 000 мм, III и IV категорий — 600 мм

На линиях типа Н при числе проводов 24 и более через 3 км устанавливают только полуанкерные опоры.

#### Опоры для болотистых грунтов

В болотистых грунтах промежуточные опоры на прямой линии укрепляют двумя подпорами (фиг. 111).

Укрепление угловых опор в болотистых грунтах производят в соответствии с фиг. 112.

#### Опоры для районов вечной мерзлоты

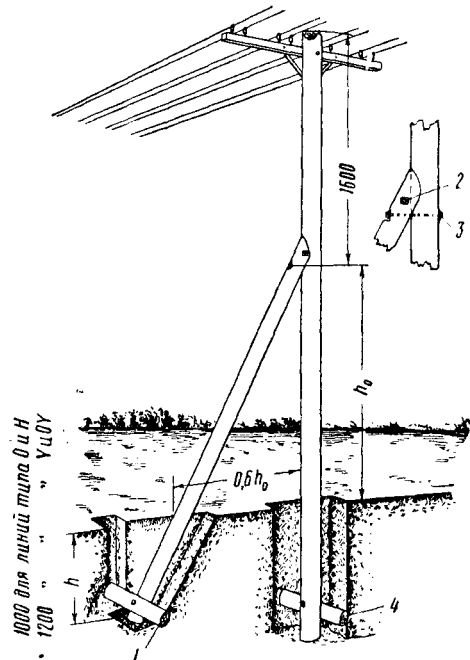
При постройке линий связи в районах вечной мерзлоты, где имеет место явление выпучивания (выпирания) опор из грунта, применяют опоры следующей конструкции:

1) в болотистых местах районов вечной мерзлоты применяется устройство ряжей (фиг. 113) — квадратных деревянных срубов высотой 4—5 брёвен. Срубы засыпаются землёй.

В заливаемых местах, где возможно всплытие ряжей, их укрепляют двумя колами, забиваемыми в землю. Колы забивают в землю на 1 м внутри углов ряжа, распо-

ложенных по диагонали, и связывают с брёвнами ряжа при помощи строительных скоб.

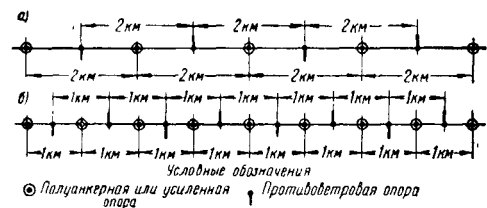
Вместо устройства квадратных деревянных срубов применяют также устройство ряжа



Фиг. 109. Противветровая опора: 1—ригель диаметром 200×1 000 мм; 2—болт 16×300 мм; 3—болт 16×450 мм; 4—ригель диаметром 200×1 000 мм, устанавливается только в мягких грунтах

путём забивки вокруг опоры 8—10 кольев с последующим переплетом их вняком или ветвями деревьев и засыпкой землёй.

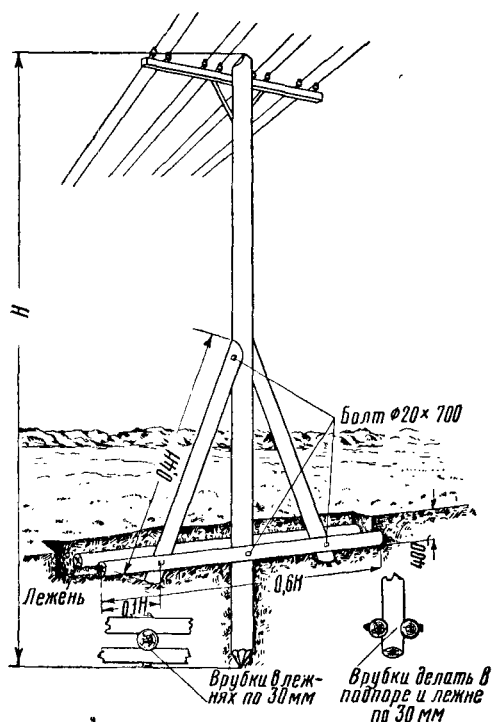
Высота кольев над поверхностью земли  $0,75 \div 0,8$  м, а глубина их забивки в землю  $0,5 \div 0,6$  м;



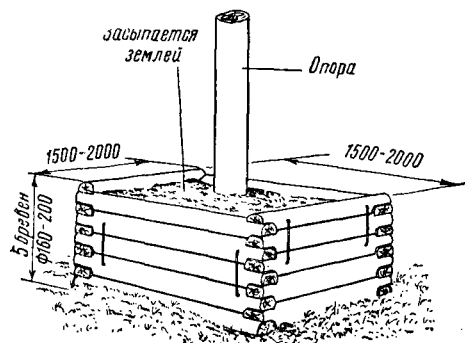
Фиг. 110. Схема размещения противветровых, а также полуанкерных или усиленных опор: а—для линий типа У, б—для линий типа ОУ

2) при большой глубине оттаивания грунта (свыше 1,5 м) применяют установку опор в рельсовых основаниях, закапываемых на нормальную глубину, но в отличие от фиг. 101 без установки обрубка;

3) при глубине оттаивания грунта до 1,5 м применяют установку опор в удлиненных рельсовых основаниях с применением лежня; лежнем следует укреплять также опоры в случае установки их без рельсовых оснований.



Фиг. 111. Промежуточная опора для болотистых грунтов



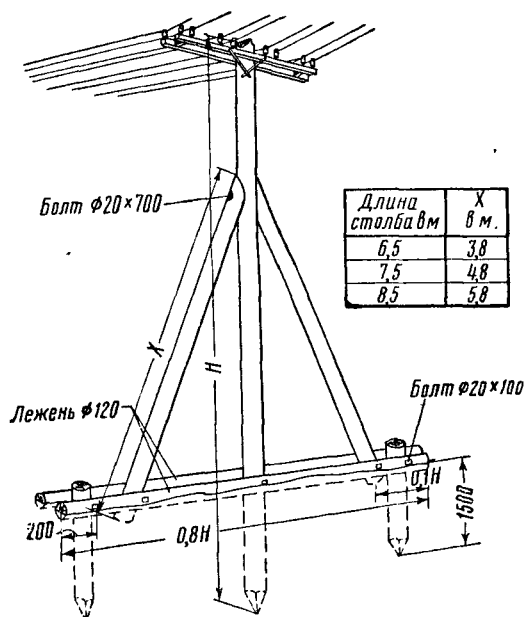
Фиг. 113. Устройство ржа

### Контрольные опоры

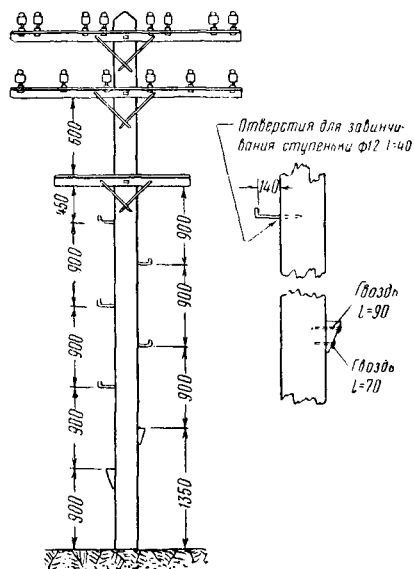
Для проведения испытаний и определения места повреждения проводов на линиях связи устанавливаются контрольные опоры (фиг. 114) на расстоянии примерно 15÷25 км одна от другой, а также на границах соседних железных дорог и на границах соседних дистанций сигнализации и связи.

Провода на контрольных опорах разрезаются и соединяются при помощи контрольных сжимов.

Контрольная опора оборудуется молниеотводом и ступеньками для влезания; кроме того, для удобства работ, ниже проводов устанавливают траверсы.



Фиг. 112. Угловая опора для болотистых грунтов



Фиг. 114. Контрольная опора

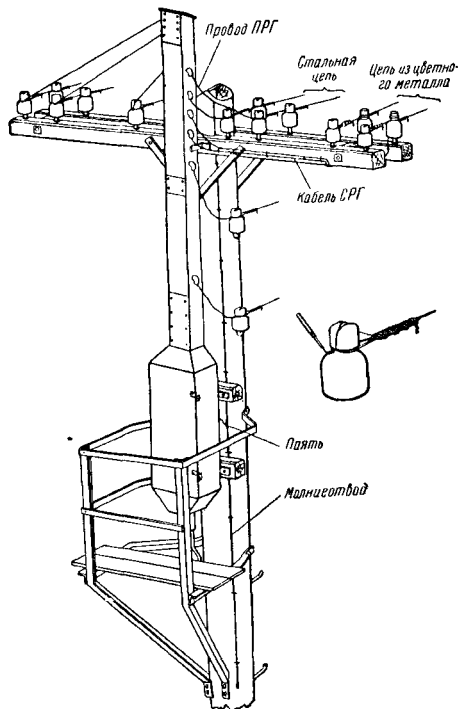
### Кабельные опоры

Кабельные опоры устанавливают для соединения проводов воздушной линии с жилами воздушных, подземных и подводных кабелей.

Эти опоры оборудуют кабельным ящиком, деревянным желобом для ввода проводов, площадкой для удобства работы, ступеньками для влезания и молниеотводом.

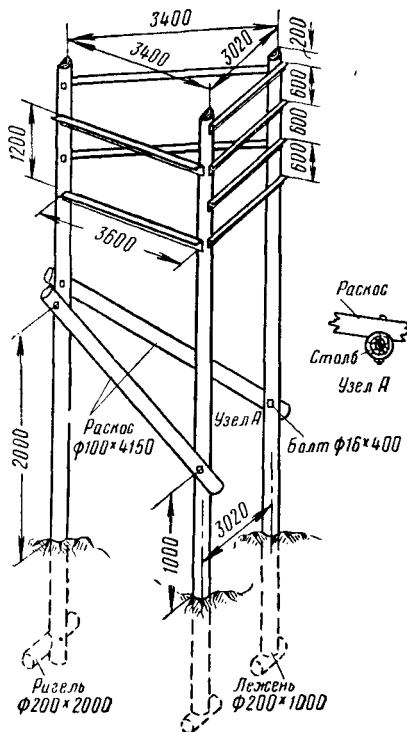
На воздушных линиях связи применяют следующие типы кабельных опор:

1) одинарная кабельная опора (фиг. 115), укрепленная подпорой или оттяжкой, на линиях типов О и Н при числе проводов не

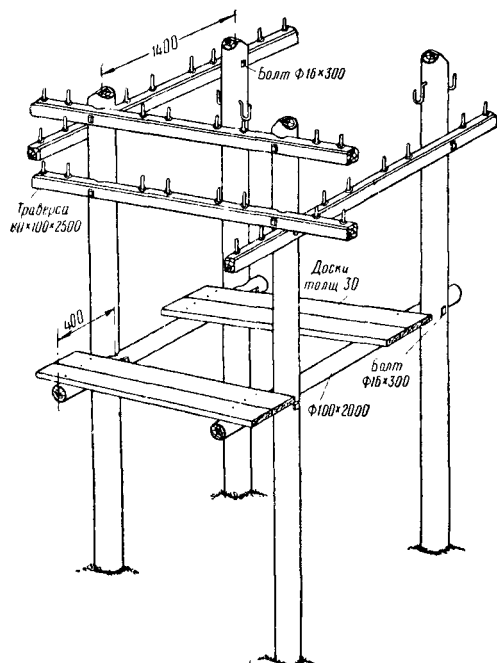


Фиг. 115. Кабельная опора одинарная

порой или оттяжкой при числе проводов, превышающем 16—для линий типов О и Н и 12—для линий типов У и ОУ.



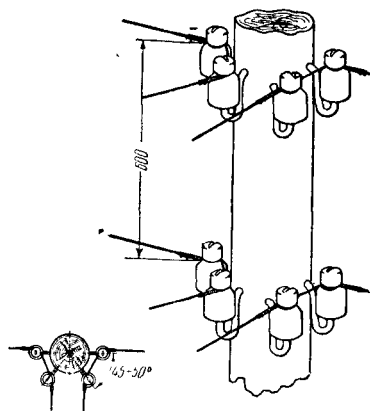
Фиг. 116. Конструкция тройника



Фиг. 117. Конструкция четверика

более 16, а на линиях типов У и ОУ при числе проводов не более 12;

2) полуанкерная кабельная опора или двоянная кабельная опора, укрепляемая под-



Фиг. 118. Разрезная опора для малопроводных линий

### Разрезные опоры

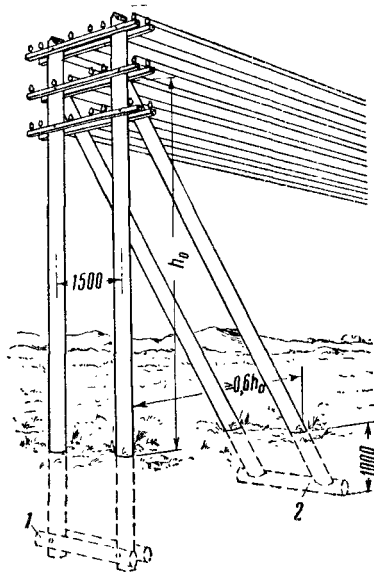
Разрезные опоры устанавливают в местах устройства шлейфов проводов в зданиях усиленных пунктов и крупных железнодорожных станций.

В качестве разрезных опор на линиях связи применяют тройники (фиг. 116) и четверики (фиг. 117). Если число проводов на шлейфе не превышает 10 и они подвешены на крюках, то разрезную опору оборудуют в соответствии с фиг. 118.

### Вводные опоры

Вводные опоры устанавливают в местах ввода проводов в здания.

В качестве вводной опоры на линиях типов О и Н—при числе проводов не более 16, а для линий типов У и ОУ—при числе прово-



Фиг. 119. Вводная опора полуанкерная: 1 — два ригеля диаметром  $200 \times 2\,500$  мм; 2 — лежень диаметром  $200 \times 3\,000$  мм. До 16 проводов для линий типов О и Н допускается устанавливать один ригель и лежень диаметром  $200 \times 2\,500$  мм

дов не более 12, устанавливают одинарную опору, укрепленную подпорой или оттяжкой.

При большом числе проводов в качестве вводной опоры применяют полуанкерную опору (фиг. 119) или сдвоенную опору.

Вводные опоры снабжают молниеотводом и ступеньками для влезания.

### ВОЗДУШНЫЕ ВЫСОКОВОЛЬТНО-СИГНАЛЬНЫЕ ЛИНИИ АВТОБЛОКИРОВКИ

На высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки применяют три основных вида опор:

I — одинарные промежуточные — для установки на прямолнейных участках (как на перегонах, так и на территории станций и населённых пунктов), для устройства транспозиции проводов трёхфазной силовой цепи, для установки трёхполюсных разъединителей, а также для устройства разреза сигнальных проводов в точках, не совпадающих с местом установки силовых опор;

II — А-образные — для установки в качестве угловых, силовых и переходных;

III — АП-образные — для установки на переходах воздушной линии в кабель, а также для устройства удлинённых пролётов.

Опоры каждого из трёх видов устанавливают или непосредственно в грунт или в рельсовые основания.

### Одинарные промежуточные опоры

Общий вид одинарной промежуточной опоры, устанавливаемой на перегоне непосредственно в грунт, изображён на фиг. 120. Провода силовой цепи располагают так, чтобы они образовали равнобедренный треугольник со стороной, равной 1 м; для этой цели верхний провод подвешивают на верхушечном штыре, а два нижних — на двухштырной траверсе. Сигнальные провода в зависимости от их количества подвешивают на четырёх-, шести- или восьмиштырных траверсах.

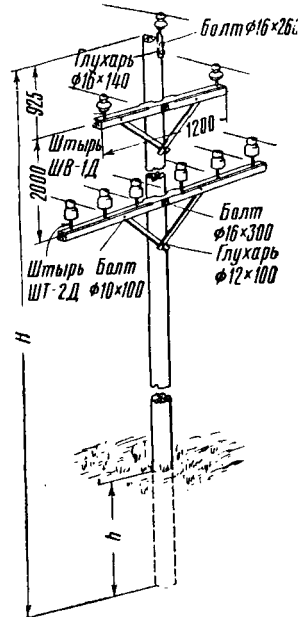
На территории станций и населённых пунктов устанавливают одинарные опоры, отличающиеся от перегонных опор, во-первых, увеличенной на 1 м длиной, обеспечивающей требуемый габарит высоковольтных проводов по отношению к земле (6 м вместо 5 м на перегоне), и, во-вторых, увеличенным диаметром для создания такого же запаса прочности линии, что и на перегонах. Кроме того, на территории станций и населённых пунктов осуществляют принцип двойного подвешивания высоковольтных проводов. Размеры одинарных промежуточных опор как для перегонов, так и для территории станций и населённых пунктов в зависимости от типа линии (Н, У и ОУ), а также глубина заделки этих опор приведены в табл. 99.

Установку одинарных промежуточных опор в рельсовые основания производят в соответствии с фиг. 121; рельсовые основания у этих опор располагают перпендикулярно оси линии. Верхняя часть опор, не показанная на чертеже, оснащается в соответствии с фиг. 120.

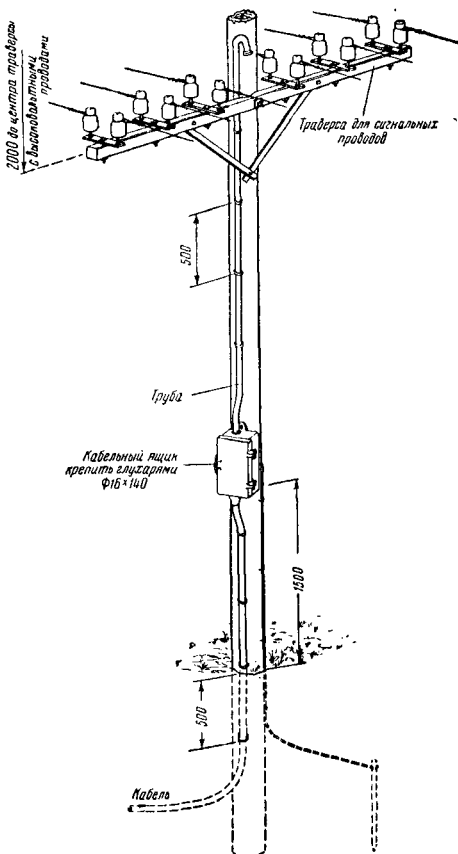
Размеры одинарных опор, глубина их заделки и длины рельсовых рубок приведены в табл. 100.

Транспозицию (перемену местами) высоковольтных проводов осуществляют на одинарных промежуточных опорах в соответствии с фиг. 122.

Ввиду того что на транспозиционных опорах высоковольтные провода отклоняются от прямолинейного направления, на этих опорах применяют угловую вязку. Размеры транс-

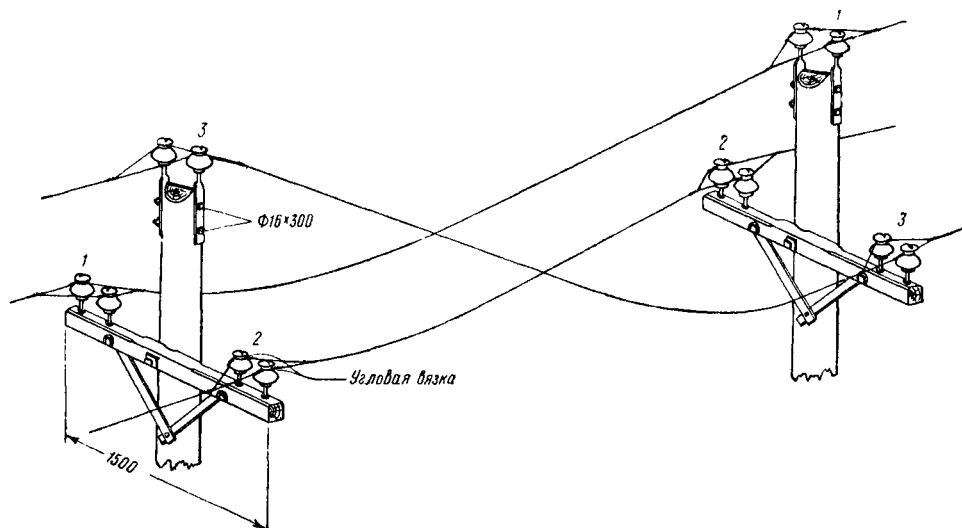


Фиг. 120. Одинарная промежуточная опора для установки на перегонах на прямолнейных участках



Фиг. 121. Одинарная промежуточная опора в рельсовых основаниях

Фиг. 123. Одинарная промежуточная опора для устройства разреза проводо в



Фиг. 122. Одинарные промежуточные опоры для устройства транспозиции проводов

Таблица 99

Размеры одинарных промежуточных опор, устанавливаемых непосредственно в грунт

Тип	Длина пролёта в м	H—общая длина опоры в м	Диаметр опоры в вершине в см	h—глубина заковки опор в грунтах в м			Тип	Длина пролёта в м	H—общая длина опоры в м	Диаметр опоры в вершине в см	h—глубина заковки опор в грунтах в м		
				мягком	твёрдом	камени- стом или скали- стом					мягком	твёрдом	камени- стом или скали- стом
На перегоне							На станции и в населённых пунктах						
Н У ОУ }	50	8,5	16	1,65	1,50	1,20	Н У ОУ }	50	9,5	17	1,75	1,60	1,30
	40	8,5	16	1,65	1,50	1,20		40	9,5	17	1,75	1,60	1,30
	35	8,5	16	1,65	1,50	1,20		35	9,5	18	1,75	1,60	1,30
	40	9,0	17	1,75	1,60	1,30		40	10,0	19	1,80	1,65	1,35

Таблица 100

Одинарные промежуточные опоры в рельсовых основаниях

Тип линии	Длина про- лёта в м	Диаметр опо- ры в вершине в см	Размеры в грунтах в м									Длина стол- ба l в м
			мягком			твёрдом			каменистом или скалистом			
			h	a	b	h	a	b	h	a	b	
На перегонах												
Н У ОУ }	50	16	1,65	3,25	1,0	1,5	3,25	1,15	1,2	2,75	0,95	6,5
	40	16	1,65	3,25	1,0	1,5	3,25	1,15	1,2	2,75	0,95	6,5
	35	16	1,65	3,25	1,0	1,5	3,25	1,15	1,2	2,75	0,95	6,5
	40	17	1,75	3,50	1,15	1,6	3,25	1,05	1,3	3,25	1,55	7,0
На станциях												
Н У ОУ }	50	17	1,75	3,50	1,15	1,6	3,50	1,30	1,3	3,25	1,35	7,5
	40	17	1,75	3,50	1,15	1,6	3,50	1,30	1,3	3,25	1,35	7,5
	35	18	1,75	3,50	1,15	1,6	3,50	1,30	1,3	3,25	1,35	7,5
	40	19	1,80	3,50	1,10	1,65	3,50	1,25	1,35	3,25	1,30	8,0

Таблица 101

Размеры одинарных промежуточных опор для установки трёхполосных разъединителей  
(опоры устанавливаются непосредственно в грунт)

Тип линии	Длина пролёта в м	Диаметр опоры в вершине в см	Н—общая длина опо- ры в м	h—глубина закопки опоры в грунтах в м			Длина штанги разъединителя в м	
				мягком	твёрдом	камени- стом или скалистом	РЗН-Г <sub>2</sub>	ТВ-102
На перегоне								
Н У ОУ }	50	18	8,0	1,65	1,50	1,20	5,0	5,1
	40	18	8,0	1,65	1,50	1,20	5,0	5,1
	35	18	8,0	1,65	1,50	1,20	5,0	5,1
	40	18	8,5	1,75	1,60	1,30	5,4	5,6
На станции								
Н У ОУ }	50	18	9,0	1,75	1,60	1,30	5,9	6,1
	40	18	9,0	1,75	1,60	1,30	5,9	6,1
	35	18	9,0	1,75	1,60	1,30	5,9	6,1
	40	18	9,5	1,80	1,65	1,35	6,35	6,6



Таблица 102

Размеры одинарных промежуточных опор для установки трёхполюсных разъединителей  
(опоры устанавливаются в рельсовые основания)

Тип линии	Длина пролёта в м	Диаметр опo- ры в вершине в см	Размеры в грунтах в см (Фиг. 121)									Длина столба в м
			мягком			твёрдом			каменистом или скалистом			
			a	h	b	h	a	b	h	a	b	
На перегоне												
Н У ОУ }	50	18	165	325	100	150	325	115	120	275	95	6,0
	40	18	165	325	100	150	325	115	120	275	95	6,0
	35	18	165	325	100	150	325	115	120	275	95	6,0
	40	18	175	350	115	160	325	105	130	325	135	6,0
На станции												
Н У ОУ }	50	18	175	350	115	160	350	130	130	325	135	7,0
	40	18	175	350	115	160	350	130	130	325	135	7,0
	35	18	175	350	115	160	350	130	130	325	135	7,0
	40	18	180	350	110	165	350	125	135	325	130	7,5

позиционных опор следует брать из табл. 99 и 100.

Укрепление промежуточных опор в болотистом грунте производят аналогично укреплению таких же опор на линиях связи. Размеры опор в этих случаях следует брать из табл. 99.

Для устройства разреза сигнальных проводов на отрезках линии между двумя силовыми опорами применяют опоры, оборудованные которых отличается от оборудования обычных одинарных промежуточных опор наличием кабельного ящика и накладок на тросы для разреза сигнальных проводов (фиг. 123).

Устанавливать разрезные опоры на углах не разрешается. Размеры таких опор берут из табл. 99, а оснастку верхней части делают в соответствии с фиг. 120; при установке разрезных опор в рельсовые основания размеры берут из табл. 100.

Для установки трёхполюсных секционных разъединителей типа РЗН-Г<sub>2</sub> применяются опоры, общий вид которых изображён на фиг. 124.

Размеры этих опор и глубина их заковки приведены в табл. 101 и 102.

#### А-образные опоры

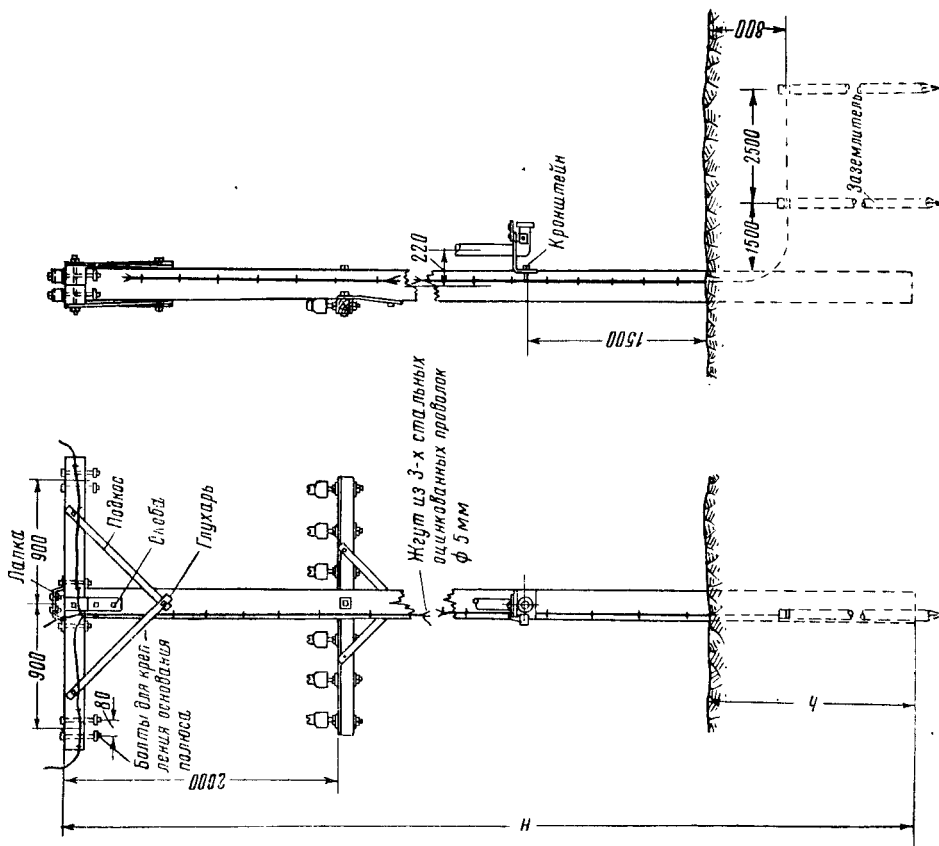
В точках изменения направления линии устанавливают А-образные угловые опоры (фиг. 125), состоящие из двух столбов, припасованных в вершине под углом 20°. На угловых опорах осуществляют двойное крепление проводов. Вертикальная плоскость, образуемая двумя столбами (ногами), должна совпадать с направлением равнодействующей тяги проводов и идти по биссектрисе внутреннего угла линии.

Размеры А-образных угловых опор приведены в табл. 103.

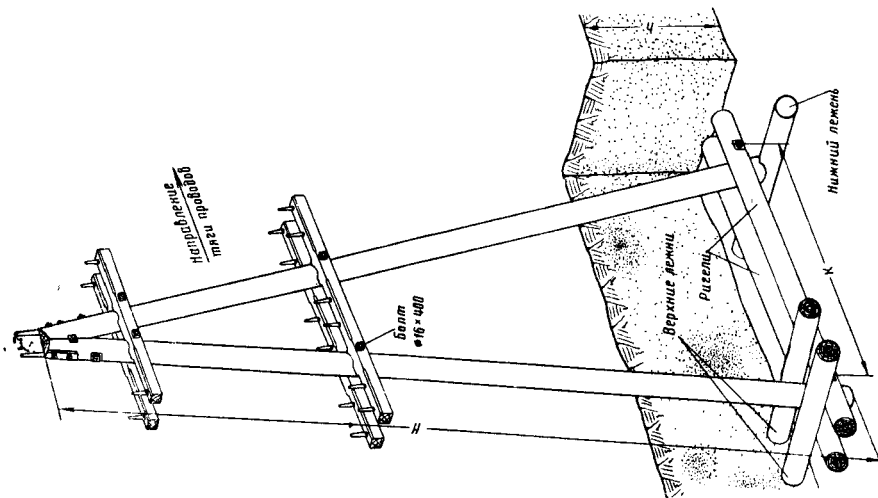
Таблица 103

Размеры А-образных угловых опор для установки непосредственно в грунт

Тип линии	Длина пролёта в м	Длина столба Н в м	Диаметр столба в вершине в см	Размер К в м	Глубина заковки опоры h в грунтах в м		
					мягком	твёрдом	каменистом или скалистом
На перегоне							
Н У ОУ }	50	8,5	16	2,85	1,65	1,50	1,20
	40	8,5	16	2,85	1,65	1,50	1,20
	35	8,5	16	2,85	1,65	1,50	1,20
	40	9,0	17	3,00	1,75	1,60	1,30
На станции							
Н У ОУ }	50	9,5	17	3,20	1,75	1,60	1,30
	40	9,5	17	3,20	1,75	1,60	1,30
	35	9,5	18	3,20	1,75	1,60	1,30
	40	10,0	19	3,35	1,80	1,65	1,35

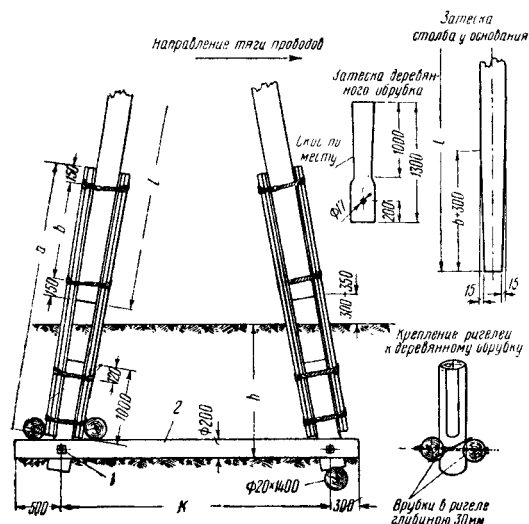


Фиг. 124. Одинарная промежуточная опора для установки разъединителя типа РЗН-І<sub>2</sub>



Фиг. 125. А-образная угловая опора для установки в грунт

При установке А-образных угловых опор в рельсовые основания конструкция нижней части опор берется в соответствии с фиг. 126, а размеры опор — по табл. 104.



Фиг. 126. А-образная угловая опора в рельсовых основаниях: 1—болт диаметром 16×700 мм; 2—ригель

Для установки линейных силовых трансформаторов и приборов защиты к ним применяют А-образные силовые опоры; различают силовые опоры на один и на два трансформатора.

Общий вид А-образной опоры с оснасткой верхней части применительно к установке

одного трансформатора типа ОМ приведен на фиг. 127. Нижняя (подземная) часть опоры одинакова как для варианта с одним, так и для варианта с двумя трансформаторами.

Размещение высоковольтного оборудования на силовых опорах с одним трансформатором дано на фиг. 128.

Размеры А-образных силовых опор соответствуют размерам А-образных угловых опор и поэтому они могут быть взяты из табл. 103 и 104.

Силовую опору устанавливают так, чтобы ее ноги были расположены вдоль линии.

Так как с точки зрения механической прочности линии силовые опоры выполняют те же функции, что и полуанкерные опоры на воздушных линиях связи, то на них должно быть осуществлено двойное крепление высоковольтных проводов.

### АП-образные опоры

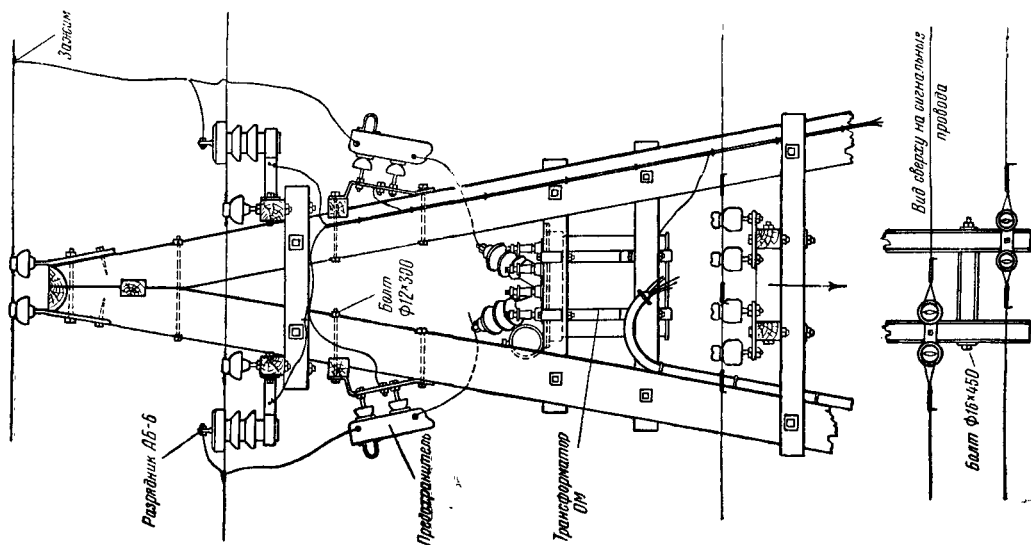
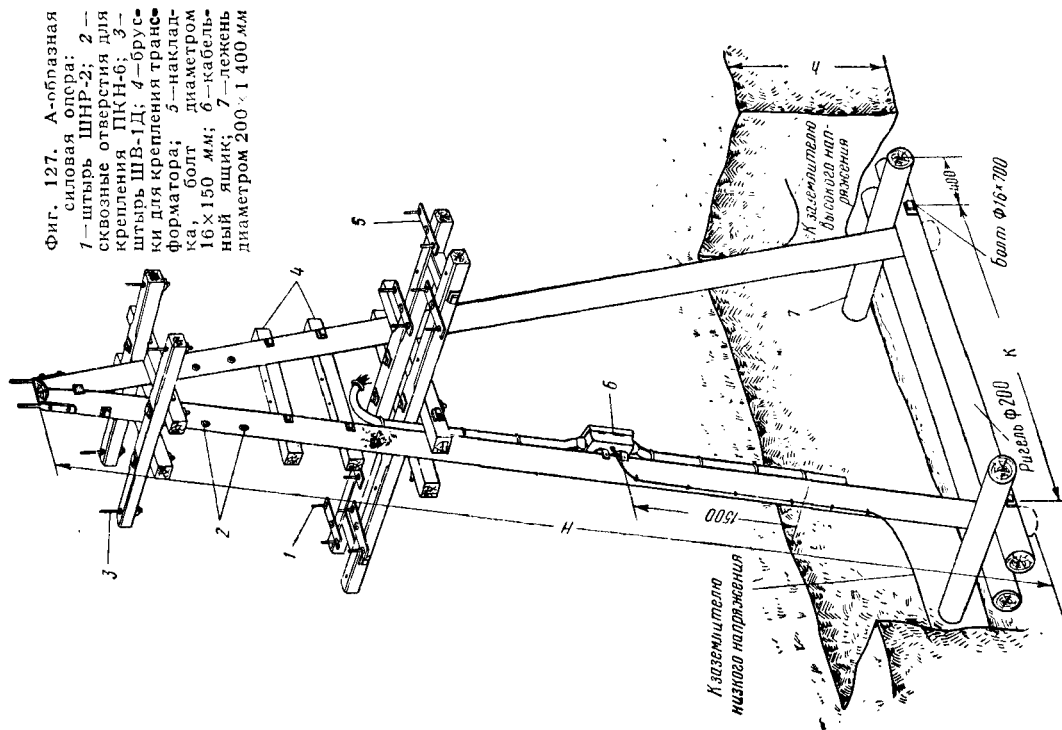
На переходе воздушных высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки в кабель применяют АП-образные опоры, общий вид которых при установке непосредственно в грунт приведен на фиг. 129. Расположение кабельной муфты (конструкции и.ж. Фирсова) и прочего оборудования на опоре изображено на фиг. 130. В случае установки АП-образных опор в рельсовые основания конструкция нижней части опоры должна соответствовать фиг. 131; крепление ригелей и положение лежней левой половины опоры такое же, как и опоры, устанавливаемой в грунт по фиг. 129.

Размеры АП-образных опор приведены в табл. 105.

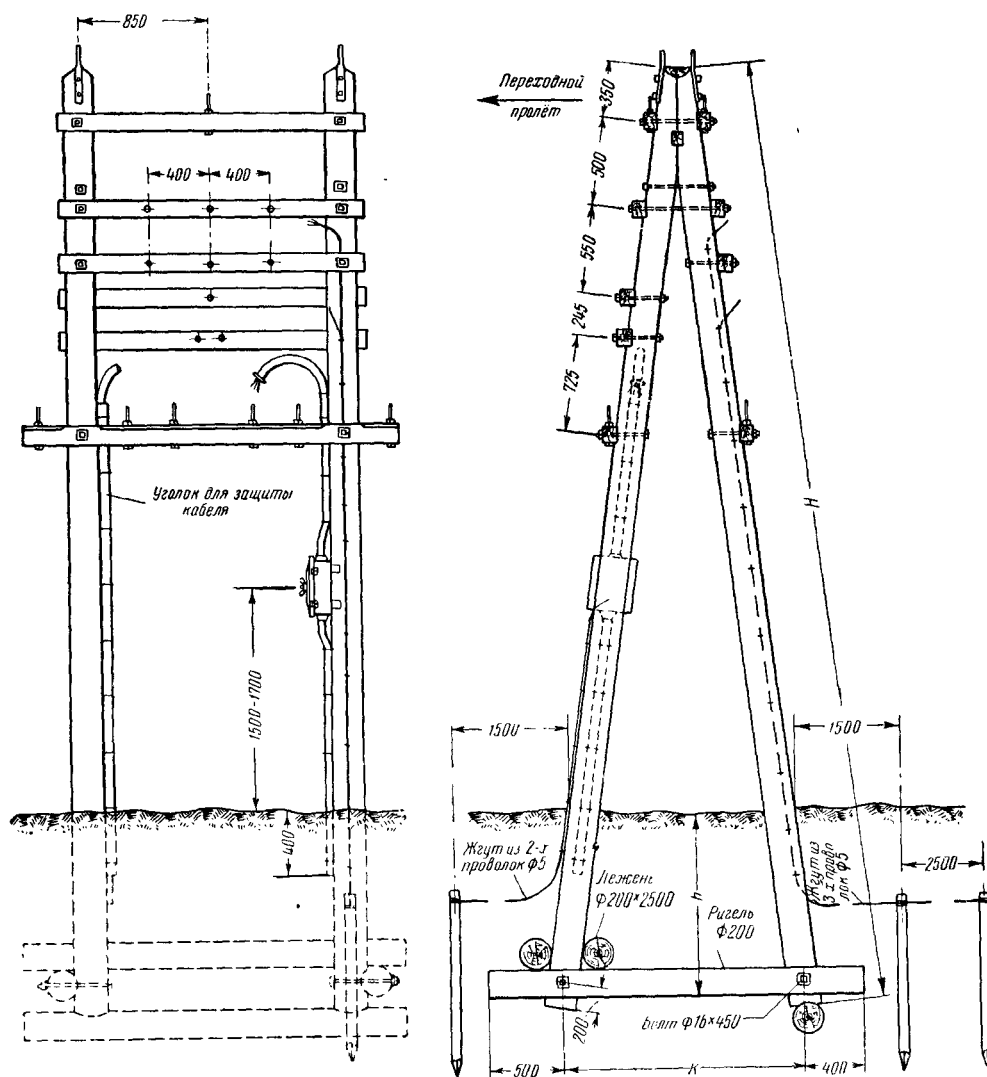
Таблица 104

Размеры А-образных угловых опор, устанавливаемых в рельсовые основания

Тип линии	Длина пролёта в м	Диаметр столба в вершине в см	l — длина столба в м	Размеры в м											
				в мягком грунте				в твёрдом грунте				в каменистых или ска- листых грунтах			
				h	a	b	к	h	a	b	к	h	a	b	к
На перегоне															
Н	50	16	6,5	1,80	3,25	1,00	2,95	1,65	3,25	1,15	2,90	1,35	2,75	0,95	2,80
У	40	16	6,5	1,80	3,25	1,00	2,95	1,65	3,25	1,15	2,90	1,35	2,75	0,95	2,80
ОУ }	35	16	6,5	1,80	3,25	1,00	2,95	1,65	3,25	1,15	2,90	1,35	2,75	0,95	2,80
	40	17	7,0	1,90	3,50	1,15	3,20	1,75	3,25	1,05	3,10	1,45	3,25	1,35	3,35
На станции															
Н	50	17	7,5	1,90	3,50	1,15	3,35	1,75	3,50	1,30	3,30	1,45	3,25	1,35	3,20
У	40	17	7,5	1,90	3,50	1,15	3,35	1,75	3,50	1,30	3,30	1,45	3,25	1,35	3,20
ОУ }	35	18	7,5	1,90	3,50	1,15	3,35	1,75	3,50	1,30	3,30	1,45	3,25	1,35	3,20
	40	19	8,0	1,95	3,50	1,10	3,55	1,80	3,50	1,25	3,50	1,50	3,25	1,30	3,40



Фиг. 128. Расположение высоковольтного оборудования на силовой опоре с одним трансформатором типа ОМ



Фиг. 129. АП-образная опора для перехода воздушной линии в кабель

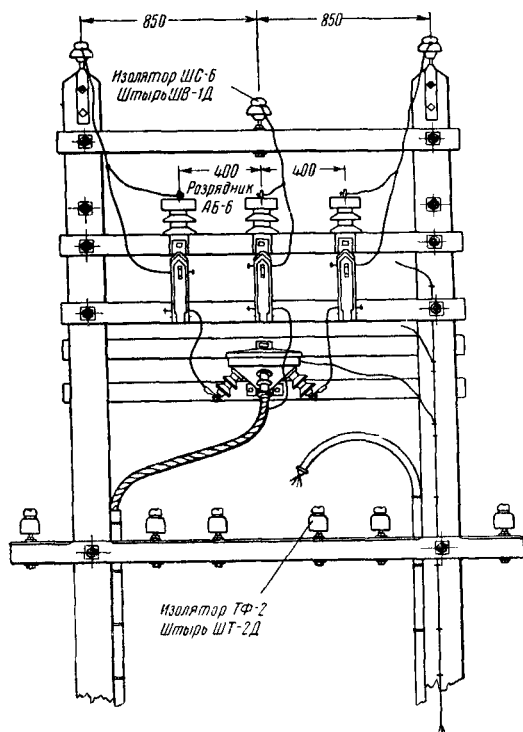
Таблица 105

Размеры АП-образных опор для перехода воздушной высоковольтно-сигнальной линии в кабель

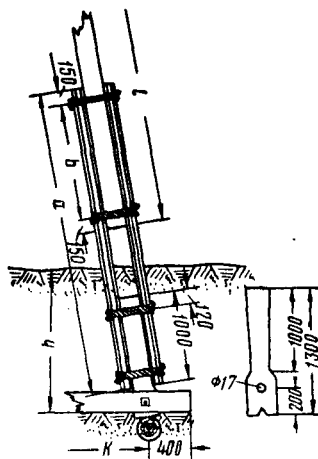
Тип линии	Длина пролёта в м	Диаметр столба в вершине в см	Размеры опор для установки в рельсовые основания в грунтах в см												Н—длина столба в м	Размеры опор для установки в грунт					
			мягком				твёрдом				каменистом и скалистом					h—глубина заковки столба в грунтах в см			Н—длина столба в м	размер к в см	
			h	a	b	к	h	a	b	к	h	a	b	к		мягком	твёрдом	камени- стом и скали- стом			
На перегоне																					
Н	50	16	180	325	100	225	165	325	115	220	135	275	95	210	6,5	165	150	120	8,5	215	
У	40	16	180	325	100	225	165	325	115	220	135	275	95	210	6,5	165	150	120	8,5	215	
ОУ	35	16	180	325	100	225	165	325	115	220	135	275	95	210	6,5	165	150	120	8,5	215	
	40	17	190	350	115	240	175	325	105	235	145	325	135	225	7,5	175	160	130	9,0	230	

Продолжение табл. 105

Тип линии	Длина пролёта в м	Диаметр столба в вершине в см	Размеры опор для установки в рельсовые основания в грунтах в см												Н—длина столба в м	Размеры опор для установки в грунт				
			мягком				твёрдом				каменистом и скалистом					h—глубина заковки столба в грунтах в см		Н—длина столба в м	размер к в см	
			h	a	b	к	h	a	b	к	h	a	b	к		мягком	твёрдом			камени- стом и скали- стом
На станции																				
Н	50	17	190	350	115	250	175	350	130	250	145	325	135	225	7,5	175	160	130	9,5	240
У	40	17	190	350	115	250	175	350	130	250	145	325	135	225	7,5	175	160	130	9,5	240
ОУ	35	18	190	350	115	250	175	350	130	250	145	325	135	225	7,5	175	160	130	9,5	240
	40	19	195	350	110	265	180	350	125	260	150	325	130	250	8,0	180	165	135	10,0	255



Фиг. 130. Расположение высоковольтного оборудования на АП-образной переходной опоре



Фиг. 131. Нижняя часть АП-образной переходной опоры в рельсовых основаниях

## РАСЧЁТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ И СЦБ

### Исходные данные для расчёта проводов и опор

Исходные данные для производства необходимых расчётов механической прочности элементов линейных сооружений должны соответствовать климатическим атмосферным условиям, свойственным той местности, где строится воздушная линия.

Согласно существующим правилам на постройку воздушных линий установлено четыре климатических района (I, II, III и

IV), для каждого из которых берут вполне определённые расчётные данные, приведённые в табл. 106.

Принятые для различных районов типы воздушных линий приведены в табл. 107.

### Расчёт проводов

Расчёт проводов позволяет находить соответствующие условия их подвески в различных климатических районах, а также определять величины растягивающего усилия в про-

Т а б л и ц а 106

Исходные данные для расчёта механической прочности линейных сооружений

Атмосферные условия	Климатические районы			
	I	II	III	IV
Гололёд: толщина стенки льда в см . . . . . удельный вес льда в г/см <sup>3</sup> . . . . .	0,5	1,0	1,5	2,0
Скорость ветра в м/сек: при гололёде . . . . . при отсутствии гололёда . . . . . при температуре +40 и -40°С . . . . .	10	25	15	0
Температура воздуха в °С: при гололёде . . . . . наивысшая . . . . . наинизшая . . . . .		- 5 +40 -40		

водах в зависимости от различных видов нагрузок (собственный вес провода, гололёд, ветер), температуры окружающего воздуха и т. д.

Расчёты проводов основаны на использовании зависимости между величиной растягивающего усилия (тяжения) в проводе и стрелой провеса провода (фиг. 132).

Расчёт производят по формулам табл. 108, выражая нагрузки на провода через удельные нагрузки, отнесённые к 1 м длины и 1 мм<sup>2</sup> поперечного сечения провода.

Допускаемые величины напряжения растяжения в проводах при проведении расчётов берут в соответствии с табл. 109.

#### Расчёт промежуточных опор

Основное воздействие на опоры оказывают горизонтальные силы, создаваемые давле-

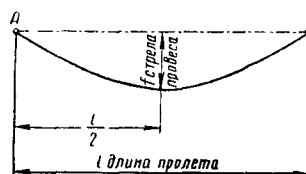
Т а б л и ц а 107

Типы воздушных линий для различных климатических районов

Линии	Климатические районы			
	I	II	III	IV
Связи . . . . .	О	Н	У	ОУ
Высоковольтно-сигнальные автоблокировки . . . . .		Н	У	ОУ

#### Условные обозначения типов линий:

О—облегчённый; Н—нормальный;  
У—усиленный; ОУ—особо усиленный.



Фиг. 132. Провес провода в пролёте

нием ветра на провода и опоры и особенно возрастающие во время гололёда. Незначительное воздействие оказывают также вертикальные силы, создаваемые весом проводов и арматуры, весом надземной части опоры, а также весом льда, образующегося на проводах во время гололёда.

Конструкцию опор выбирают и рассчитывают таким образом, чтобы при наиболее неблагоприятных для данного района атмосферных условиях напряжения, возникающие

Т а б л и ц а 108

Формулы для расчёта проводов

Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Удельная нагрузка провода от собственного веса	$\gamma_1 = \frac{\gamma_0}{1000}$	$\frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{мм}^2}$	$\gamma_0$ — удельный вес проволоки в $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
Удельная нагрузка провода от веса льда при гололеде	$\gamma_2 = \frac{\pi b (d + b) \delta_0}{1000q}$	$\frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{мм}^2}$	$b$ — толщина стенки льда на проводе в мм; $d$ — диаметр провода в мм; $\delta_0$ — удельный вес льда в $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ ; при расчётах принимают $\delta_0 = 0,9$ ; $q$ — поперечное сечение провода в мм <sup>2</sup>

Продолжение табл. 108

Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Удельная нагрузка провода от собственного веса и веса льда при гололёде	$\gamma_0 = \gamma_1 + \gamma_2$	$\frac{кг}{м \cdot мм^2}$	
Удельная нагрузка провода от давления ветра на него при отсутствии гололёда	$\gamma_4 = \frac{0,06v^2d}{1000q}$	$\frac{кг}{м \cdot мм^2}$	$v$ — скорость ветра в м/сек
Удельная нагрузка от давления ветра на провод при гололёде	$\gamma_5 = \frac{0,06v^2(d+2b)}{1000q}$	$\frac{кг}{м \cdot мм^2}$	
Удельная нагрузка провода от собственного веса и давления ветра на провод	$\gamma_6 = \sqrt{\gamma_1^2 + \gamma_4^2}$	$\frac{кг}{м \cdot мм^2}$	
Удельная нагрузка провода от собственного веса, веса льда и давления ветра на провод при гололёде	$\gamma_7 = \sqrt{\gamma_2^2 + \gamma_5^2}$	$\frac{кг}{м \cdot мм^2}$	
Растягивающее усилие (тяжение) в проводе	$T = \sigma q$	кг	$T$ — тяжение в кг; $\sigma$ — напряжение растяжения в проводе в $\frac{кг}{мм^2}$
Стрела провеса провода	$f = \frac{l^2 \gamma}{8\sigma}$	м	$l$ — длина пролёта в м
Напряжение растяжения в проводе при изменении температуры (гололёд отсутствует)	$\sigma_x = \frac{l^2 \gamma_1^2}{24\beta \sigma_x^2} = \sigma - \frac{l^2 \gamma_1^2}{24\beta \sigma^2} - \frac{\alpha}{\beta} (t_x - t)$	$\frac{кг}{мм^2}$	$\sigma_x$ — напряжение растяжения в проводе при температуре $t_x$ °С; $\sigma$ — напряжение растяжения в проводе при температуре $t$ °С; $\alpha$ — коэффициент температурного линейного расширения провода; $\beta$ — коэффициент упругого удлинения провода в $\frac{мм^2}{кг}$
Напряжение растяжения в проводе в зависимости от температуры и величины нагрузки	$\sigma_x = \frac{l^2 \gamma_x^2}{24\beta \sigma_x^2} = \sigma - \frac{l^2 \gamma_1^2}{24\beta \sigma^2} - \frac{\alpha}{\beta} (t_x - t)$	$\frac{кг}{мм^2}$	$\sigma_x$ — напряжение растяжения в проводе при удельной нагрузке $\gamma_x$ и температуре $t_x$ °С; $\sigma$ — напряжение растяжения в проводе при удельной нагрузке $\gamma_1$ и температуре $t$ °С; $\gamma_x$ — удельная нагрузка провода при заданных расчётных условиях (скорость ветра, гололёд) $\gamma_1$ — удельная нагрузка провода при отсутствии ветра и гололёда



Т а б л и ц а 109  
Допускаемые напряжения в проводах

Расчётные условия	Материал проводов	Максимально допускаемое напряжение растяжения в проводе в кг/мм <sup>2</sup>
<i>Провода связи и сигнальные</i>		
Температура — 40°C Гололёд и ветер отсутствуют	Сталь . .	16,50
	Биметалл . .	17,55
	Медь . .	18,80
Гололёд и ветер в сильно гололёдных районах (типы линий У и ОУ)	Сталь . .	Может быть повышено до 28
	Биметалл . .	
	Медь . .	
<i>Провода высоковольтных цепей автоблокировки</i>		
Температура — 5°C Гололёд и ветер	Сталь . .	Вычисляется из условий соблюдения запаса прочности $K=2,5$

в опасном сечении опор, не превосходили величин допускаемых напряжений. Опасным сечением для опор, установленных непосредственно в грунт, практически является сечение на уровне земли, а для опор, установленных в искусственные основания, — на уровне верхнего хомута. При расчёте определяют также глубину заковки опор, исходя из условия предупреждения опрокидывания их под воздействием горизонтальных сил, возникающих от давления ветра на провода и наземную часть опор.

Расчёт начинают с определения высоты надземной части опор (табл. 110), исходя из условия обеспечения требуемых габаритов проводов по отношению к земле при максимальном возможных стрелах провеса.

На высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки для высоты надземной части опор решающим является габарит нижних высоковольтных проводов по отношению к земле. На объединённых линиях связи и СЦБ высоту надземной части опор проверяют как по габариту нижнего провода связи, так и по габариту проводов силовой цепи по отношению к земле.

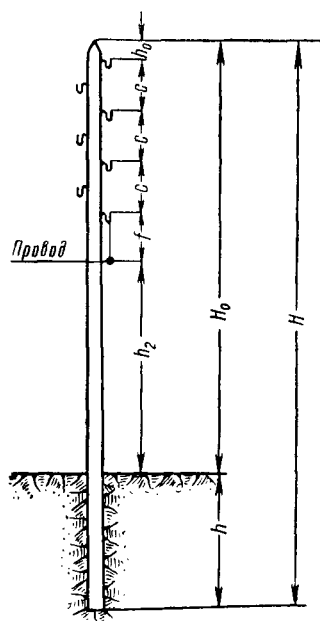
Формулы для расчёта промежуточных опор

Т а б л и ц а 110

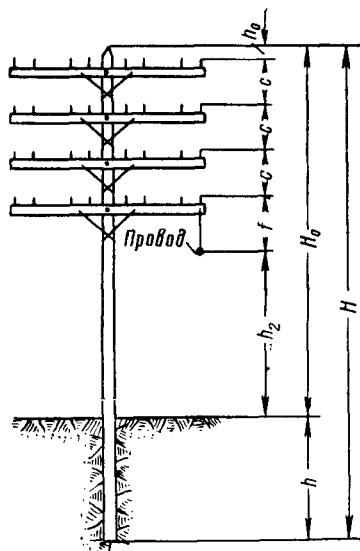
Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Общая длина опоры (столба)	$H = H_0 + h$	м	$H$ — общая длина опоры (столба) в м; $H_0$ — высота надземной части опоры в м; $h$ — глубина заковки опор в грунт в м
Высота надземной части опоры на линиях связи, оборудованных крюками (фиг. 133)	$H_0 = h_0 + (n - 1) c + f + h_2$	м	$h_0$ — расстояние от гребня опоры до верхней плоскости верхнего крюка в м; $n$ — число проводов на одной стороне опоры; $c$ — расстояние между крюками на одной стороне опоры в м; $f$ — максимальная стрела провеса проводов в м; $h_2$ — требуемый габарит нижнего провода по отношению к земле в м
Высота надземной части опоры на линиях связи, оборудованных траверсами (фиг. 134)	$H_0 = h_0 + (n - 1) c + f + h_2$	м	$h_0$ — расстояние от гребня опоры до верхней плоскости штырей на верхней траверсе в м; $n$ — число траверс на опоре; $c$ — расстояние между болтами, крепящими траверсы к опоре, в м
Высота надземной части опоры на объединённых линиях связи и СЦБ; провода силовой цепи подвешены на верхней траверсе (фиг. 134)	$H_0 = h_0 + f + h_2$	м	$f$ — максимальная стрела провеса проводов силовой цепи в м; $h_2$ — требуемый габарит проводов силовой цепи по отношению к земле в м
Высота надземной части опоры на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки (фиг. 135)	$H_0 = h_0 + f + h_2$	м	$h_0$ — расстояние от гребня опоры до верхней плоскости штырей на высоковольтной траверсе в м; $f$ — максимальная стрела провеса высоковольтных проводов в м; $h_2$ — требуемый габарит высоковольтных проводов по отношению к земле в м

Продолжение табл. 110

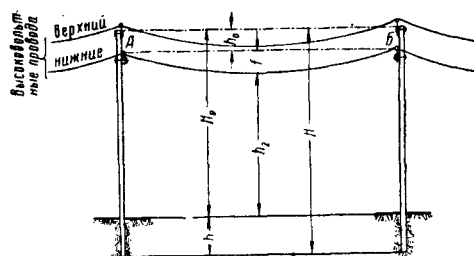
Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Напряжение изгиба в опасном сечении опоры	$\sigma = \frac{1,05M}{W}$	$\frac{кг}{см^2}$	1,05—коэффициент, учитывающий увеличение напряжения от действия вертикальных сил; M—изгибающий момент, создаваемый в опасном сечении опоры от действия горизонтальных сил, в $кг \cdot см$ ; W—момент сопротивления изгибу в опасном сечении опоры в $см^3$
Момент сопротивления изгибу в опасном сечении опоры	$W = 0,1D_0^3$	$см^3$	$D_0$ —диаметр опоры в опасном сечении в $см$
Изгибающий момент в опасном сечении опоры (точка O) от действия горизонтальных сил (фиг. 136 и 137)	$M = P_1 H_c + P_2 \frac{H_0}{2}$	$кг \cdot см$	$P_1$ —результатирующая сила давления ветра на провода в $кг$ ; $P_2$ —то же на поверхности опоры; $H_c$ —расстояние от точки приложения силы $P_1$ (точка C) до опасного сечения опоры (точка O) в $см$ ; $H_0$ —высота надземной части опоры в $см$
Сила давления ветра на одиночный провод	1) гололёд отсутствует: $P = 0,06v^3 d l 10^{-3}$ 2) провод покрыт слоем гололёда: $P = 0,06v^3 (d + 2b) l 10^{-3}$	$кг$ $кг$	$v$ —скорость ветра в $\frac{м}{сек}$ ; $d$ —диаметр провода в $мм$ ; $l$ —длина пролёта в $м$ ; $b$ —толщина стенки гололёда в $мм$
Сила давления ветра на провода, подвешенные на траверсе	1) гололёд отсутствует: $P = 0,06v^3 (n_1 d_1 + n_2 d_2) l \times 10^{-3}$ 2) провода покрыты слоем гололёда: $P = 0,06v^3 [n_1 (d_1 + 2b) + n_2 \times (d_2 + 2b)] K l 10^{-3}$	$кг$ $кг$	$n_1$ —число проводов на траверсе, имеющих диаметр $d_1$ , $мм$ ; $n_2$ —то же имеющих диаметр $d_2$ , $мм$ ; K—коэффициент, учитывающий защитный эффект проводов, расположенных в одной плоскости; $K = 0,7$ —учитывается только для гололёдных районов при скорости ветра более $15 \frac{м}{сек}$
Сила давления ветра на поверхность опоры	$P_2 = 0,06v^3 \left( \frac{D_b + D_0}{2} \right) H_0 \cdot 10^{-4}$	$кг$	$D_b$ —диаметр опоры в вершине в $см$ ; $D_0$ —то же в опасном сечении в $см$
Результатирующая сила давления ветра на все провода (фиг. 136 и 137)	$P_1 = P'_1 + P''_1 + P'''_1 + \dots$	$кг$	
Расстояние от точки приложения результирующей силы давления ветра на провода до опасного сечения опоры (фиг. 136 и 137)	$H_c = \frac{P'_1 H'_1 + P''_1 H''_1 + \dots}{P_1}$	$кг$	$P'_1, P''_1, P'''_1, \dots$ —силы давления ветра на одиночные провода (фиг. 136) или сумма сил давления ветра на провода, расположенные в одной плоскости (на одной траверсе, —фиг. 137) в $кг$ ; $H'_1, H''_1, H'''_1, \dots$ —расстояния от точек приложения горизонтальных сил до опасного сечения опоры в $см$
Глубина заковки опоры	а) в мягком грунте: $h_m = \sqrt{\frac{6 \cdot 1,05M}{0,7 \cdot D_0 \cdot \sigma_{2p}}}$ б) в твёрдом грунте: $h_m = h_M - 15 \text{ см}$ ; в) в каменистом грунте: $h_k = h_M - 45 \text{ см}$	$см$ $см$ $см$	$h_M$ —глубина заковки опоры в мягком грунте в $см$ ; M—изгибающий момент опоры у поверхности земли в $кг \cdot см$ ; $D_0$ —диаметр опоры у поверхности земли в $см$ ; $\sigma_{2p}$ —допускаемое напряжение грунта на сжатие, обычно принимаемое равным $2,5 \frac{кг}{см^2}$



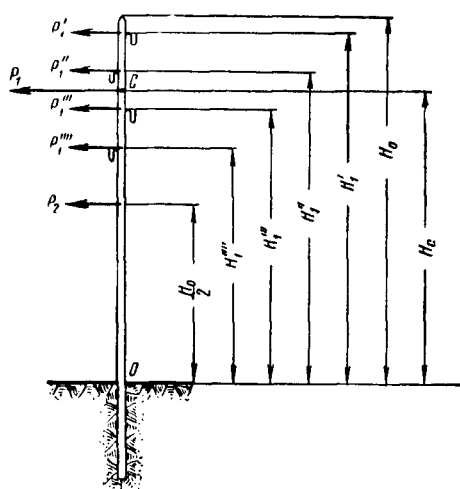
Фиг. 133. Размеры опор на линиях связи с крюками



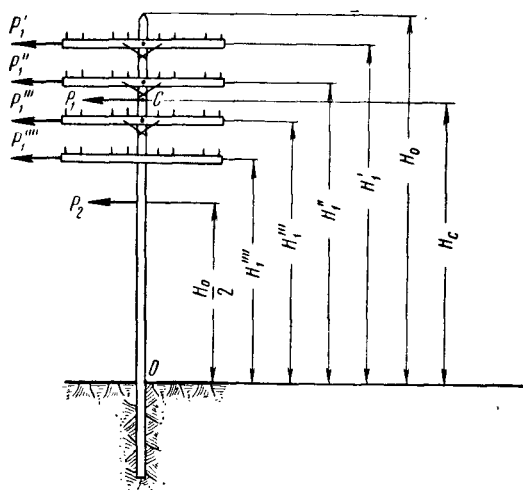
Фиг. 134. Размеры опор на линиях связи с траверсами



Фиг. 135. Размеры опор на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки



Фиг. 136. Схема действия сил на опору с крюками



Фиг. 137. Схема действия сил на опору с траверсами

В качестве основного лесоматериала для опор применяют сосну второго сорта с пределом прочности при изгибе:

$$\sigma_{пр} = 335 \div 400 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}.$$

Допускаемое сопротивление при изгибе для сосны, по существующим правилам, составляет:

$$\sigma_{доп. изг} = 140 \text{ кг/см}.$$

При таком соотношении между величинами предела прочности и допускаемого напряжения при работе на изгиб запас прочности опоры в опасном сечении будет равен:

$$K = \frac{\sigma_{пр}}{\sigma_{доп. изг}} = \frac{400}{140} \approx 2,85.$$

В случае применения других пород дерева, имеющих иные величины предела прочности, при расчётах в соответствии с табл. 111 вводят поправочные коэффициенты.

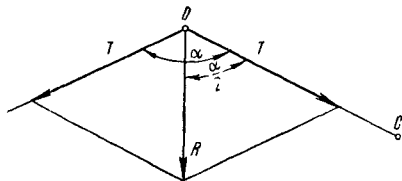
Таблица 111

Поправочные коэффициенты

Порода дерева	Величина поправочного коэффициента по отношению к сосновой древесине
Лиственница . . . . .	1,2
Ель . . . . .	0,9
Пихта . . . . .	0,8
Дуб . . . . .	1,3

#### Расчёт угловых опор с оттяжками

При расчёте угловых опор учитывают нагрузку, создаваемую тяжением проводов при наиболее неблагоприятных метеорологических условиях, наблюдаемых в данном районе (гололёд с ветром); давлением ветра на опору, а также весом арматуры и весом опоры обычно пренебрегают.



Фиг. 138. Диаграмма сложения сил, действующих на угловую опору

Каждый провод будет оказывать на опору воздействие с силой  $R$  — равнодействующей от тяжения в двух смежных с угловой опорой пролётах (фиг. 138):

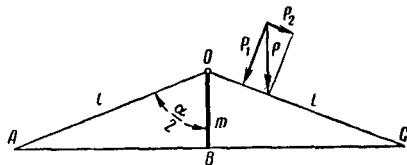
$$R_s = 2T \cos \frac{\alpha}{2}.$$

Зная величину вылета  $m$  (фиг. 139) и учитывая, что

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{m}{l},$$

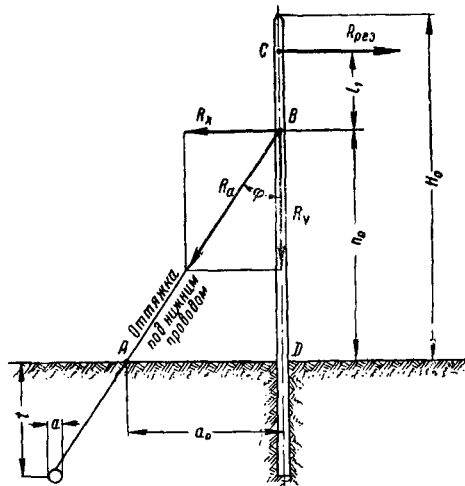
равнодействующую  $R$  можно определять из формулы:

$$R = 2T \frac{m}{l}.$$



Фиг. 139. Схема, поясняющая вылет угла

При вычислении величины  $T = \sigma q$  через посредство удельной нагрузки  $\gamma$ , считают, что ветер направлен по биссектрисе  $OB$  (фиг. 139) и поэтому давление ветра на провод будет несколько уменьшено ( $P_1 < P$  — фиг. 139);



Фиг. 140. Схема распределения сил, действующих на угловую опору с оттяжкой

Случай 1-й: оттяжка расположена под нижним проводом

учитывается это введением в расчёт уменьшенной удельной нагрузки:

$$\gamma'_s = \gamma_s \sin \frac{\alpha}{2}.$$

Таким образом,

$$\gamma_7 = \sqrt{\gamma_s^2 + \gamma'_s^2}.$$

Все подвешенные провода будут оказывать на угловую опору, укрепленную оттяжкой под нижним проводом (фиг. 140), давление  $R_{рез}$ , приложенное в точке  $C$ , на расстоянии  $l_1$  от места закрепления оттяжки (оттяжка располагается с внешней стороны угла в плоскости, совпадающей с равнодействующей тяжения проводов).

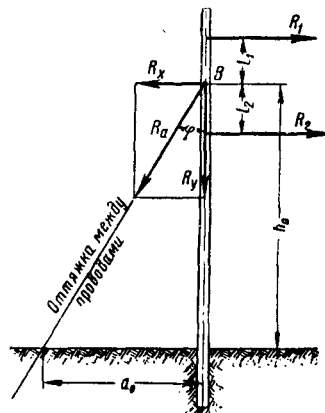
В результате расчётов определяют: требуемое число проволок в жгуте оттяжки и их диаметр, а также размеры лежня и глубину его заковки с таким условием, чтобы усилия, действующие в оттяжке, не могли вырвать лежень из земли. Кроме этого, вычисляют напряжение в опасном сечении опоры (в точке *B*).

Метод вычисления и формулы, приведённые в табл. 112 для определения веса выпираемого лежнем грунта, не могут быть применены для илистых и торфяных грунтов, так как в этих случаях требуется дополнительное укрепление опор.

При значительных горизонтальных нагрузках на угловые опоры (что обычно имеет место при больших вылетах углов) оказывается целесообразным закреплять оттяжку не под нижним проводом, а в точке приложения результирующей силы, т. е. между проводами; это позволяет уменьшить сечение оттяжки и снизить изгибающее напряжение в опасном сечении опоры.

В этом случае тяжения проводов, расположенных над оттяжкой, заменяют равнодействующей силой  $R_1$ , а тяжения проводов, расположенных под оттяжкой, — равнодействующей  $R_2$  (фиг. 141).

Опора, укрепленная оттяжкой, испытывает изгибающие усилия, при этом максимальное напряжение на изгиб тело опоры будет иметь в точке крепления оттяжки (точка *B*).



Фиг. 141. Схема распределения сил, действующих на угловую опору с оттяжкой  
Случай 2-й: оттяжка расположена между проводами

Таблица 112

Формулы для расчёта угловых опор с оттяжками

Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Равнодействующая тяжения проводов на угловой опоре	$R_{рез} = \frac{2m}{l} \sum_{i=1}^n \sigma q$	кг	$m$ —вылет угла в м; $l$ —длина пролёта, смежного с угловой опорой, в м; $\sigma$ —напряжение растяжения в отдельном проводе в кг/см <sup>2</sup> ; $q$ —площадь поперечного сечения отдельного провода в мм <sup>2</sup> ; $n$ —число проводов
Усилие в оттяжке при её закреплении под нижним проводом или нижней траверсой (фиг. 140)	$R_a = R_{рез} \left( 1 + \frac{3}{2} \frac{l_1}{h_0} \right) \times \sqrt{1 + \left( \frac{h_0}{a_0} \right)^2}$	кг	$l_1$ — расстояние между точкой приложения силы $R_{рез}$ и точкой закрепления оттяжки в м; $h_0$ — расстояние от точки закрепления оттяжки до уровня земли в м; $a_0$ — расстояние между опорой и точкой входа оттяжки в землю в м
Усилие в оттяжке при её закреплении между проводами (фиг. 141)	$R_a = R_x \sqrt{1 + \left( \frac{h_0}{a_0} \right)^2},$ где $R_x = R_1 \left( 1 + \frac{3}{2} \frac{l_1}{h_0} \right) + R_2 \left( 1 - \frac{3}{2} \frac{l_2}{h_0} \right)$	кг	$R_x$ —реакция опоры в точке крепления оттяжки в кг; $R_1$ —равнодействующая сил тяжения проводов, расположенных выше оттяжки, в кг; $R_2$ —равнодействующая сил тяжения проводов, расположенных ниже оттяжки, в кг; $l_1$ —расстояние от точки приложения силы $R_1$ до места закрепления оттяжки в м; $l_2$ —расстояние от точки приложения силы $R_2$ до места закрепления оттяжки в м

Продолжение табл. 112

Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Необходимое число проволок в оттяжке	$N = \frac{4R_a}{\pi d^2 \sigma_x}$	шт.	$R_a$ — усилие в оттяжке в кг; $d$ — диаметр отдельных проволок оттяжки в мм; $\sigma_x$ — допускаемое напряжение растяжения проволоки; при расчётах принимают $\sigma_x = 23 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$
Вес грунта, выпираемого лежнем оттяжки (фиг. 140)	$G = \gamma_2 t [ab + (a + b) 0,6t + 0,5t^2]$	кг	$\gamma_2$ — средний вес грунта, принимаемый при расчётах: $1600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ; $t$ — глубина заковки лежня в м; $a$ — диаметр лежня в м; $b$ — длина лежня в м
Запас устойчивости лежня в грунте	$K = \frac{G}{R_a}$		$K$ — запас устойчивости лежня; при расчётах принимают $K > 1,5$
Изгибающий момент в опасном сечении опоры (точка В) при закреплении оттяжки под нижним проводом (фиг. 140)	$M = R_{pez} l_1$	кг·см	$R_{pez}$ — равнодействующая тяжения проводов на угловой опоре в кг; $l_1$ — расстояние между точкой приложения силы $R_{pez}$ и точкой закрепления оттяжки в см
Вертикальная сила $R_y$ , сжимающая опору при закреплении оттяжки под нижним проводом (фиг. 140)	$R_y = R_a \cos \varphi$	кг	$R_a$ — растягивающее усилие в оттяжке в кг; $\varphi$ — угол, образованный направлением оттяжки и вертикальной плоскостью
Изгибающий момент в опасном сечении опоры (точка В) при закреплении оттяжки между проводами (фиг. 141)	$M = R_1 l_1 + R_2 l_2$	кг·см	$R_1, R_2, l_1$ и $l_2$ — те же величины, что и принимаемые при вычислении $R_a$
Вертикальная сила $R_y$ , сжимающая опору при закреплении оттяжки между проводами (фиг. 141)	$R_y = R_a \cos \varphi$	кг]	$R_a$ — растягивающее усилие в оттяжке в кг

Продолжение таблицы 112

Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Напряжение изгиба в опасном сечении опоры (точка В)	$\sigma = \frac{M}{W_B} + \frac{R_y}{F_B \psi}$	кг·см	<p><math>M</math>—изгибающий момент в кг·см;  <math>W_B</math>—момент сопротивления изгибу в опасном сечении опоры (точка В) в см<sup>3</sup>;  <math>W_B = 0,1 D_B^3</math>,  где <math>D_B</math>—диаметр опоры в точке В в см;  <math>R_y</math>—вертикальная сила в кг;  <math>F_B</math>—площадь поперечного сечения опоры в точке В в см<sup>2</sup>;  <math>\psi</math>—коэффициент уменьшения допускаемого напряжения на сжатие при учёте продольного изгиба, вычисляемый с достаточной для практики точностью по формуле</p> $\psi = 1 - 0,056 \frac{l_1}{D_B}$

Для опор с оттяжками расчёт производится с учётом одновременного воздействия вертикальной силы  $R_y$ , сжимающей опору.

Если вычисленное напряжение на изгиб  $\sigma$  в опасном сечении опоры превосходит допускаемое, то в зависимости от конкретных условий можно рекомендовать: увеличение диаметра опоры, уменьшение длины смежных с угловой опорой пролётов, перемещение вверх оттяжки или укрепление столба одновременно и оттяжкой и подпорой.

#### Расчёт угловых опор с подпорами

Подпору к угловой опоре располагают с внутренней стороны угла, в плоскости, совпадающей с равнодействующей силы тяжения проводов (фиг. 142). Диаметр подпоры обычно берут не менее 4,5 диаметра опоры, а её длину — с таким расчётом, чтобы основание подпоры ( $a_0$ ) было не менее 0,6 её высоты ( $h_0$ ). Расчёт угловых опор с подпорами ведётся по формулам табл. 113.

Таблица 113

#### Формулы для механического расчёта угловых опор с подпорами

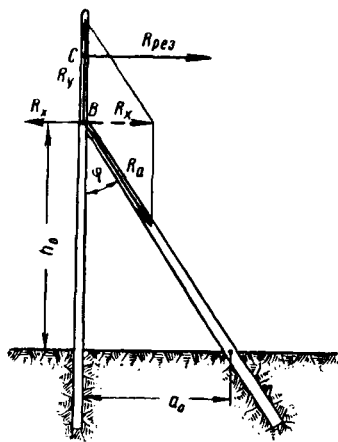
Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Напряжение сжатия подпоры с учётом продольного изгиба (фиг. 142)	$\sigma_{сж} = \frac{R_a}{F_{ср} \psi}$	кг/см <sup>2</sup>	<p><math>\sigma_{сж}</math>—напряжение сжатия для сосны не должно превосходить 120 кг/см<sup>2</sup> (допускаемое напряжение);  <math>R_a</math>—усилие в кг, действующее вдоль подпоры, подсчитывается по формулам, приведённым в табл. 112;  <math>F_{ср}</math>—площадь поперечного сечения подпоры в см<sup>2</sup> на расстоянии <math>\frac{l_0}{2}</math> от верхней части подпоры (точка В), где <math>l_0 = \sqrt{h_0^2 + a_0^2}</math>;  <math>\psi</math>—коэффициент уменьшения допускаемого напряжения на сжатие при учёте продольного изгиба, вычисляется с достаточной для практики точностью по формуле</p> $\psi = 1 - 0,028 \frac{l_0}{D_{ср}}$ <p>где <math>D_{ср}</math>—диаметр подпоры на расстоянии <math>\frac{l_0}{2}</math> от точки В</p>
Напряжение сжатия грунта под комлем подпоры	$\sigma_{зр} = \frac{R_a}{F_K}$	кг/см <sup>2</sup>	<p><math>\sigma_{зр}</math>—напряжение сжатия грунта не должно превосходить 2,5 кг/см<sup>2</sup>;  <math>F_K</math>—площадь поперечного сечения подпоры в её основании (в комле) в см<sup>2</sup></p>

Продолжение таблицы 113

Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Напряжение изгиба в опасном сечении опоры (точка В)	$\sigma = \frac{M}{W_B} - \frac{R_y}{F_B}$	кг/см <sup>2</sup>	<p><math>M</math>—изгибающий момент в кг·см в опасном сечении опоры (в точке В); вычисляется по формулам, приведённым в табл. 112;</p> <p><math>W_B</math>—момент сопротивления изгибу в опасном сечении опоры (точка В) в см<sup>3</sup>;</p> <p><math>W_B = 0,1 D_B^3</math>, где <math>D_B</math>—диаметр опоры в точке В в см;</p> <p><math>R_y</math>—вертикальная сила в кг, вычисляемая по формулам, приведённым в табл. 112;</p> <p><math>F_B</math>—площадь поперечного сечения опоры в точке В в см<sup>2</sup></p>

Верхняя часть угловой опоры при её укреплении подпорой подвергается поперечному изгибу, подпора же будет под воздействием силы  $R_a$  работать на сжатие с продольным изгибом.

Различие в работе опоры с подпорой по сравнению с работой опоры с оттяжкой состоит в том, что вертикальная составляющая  $R_y$  здесь направлена не вниз, а вверх и по-



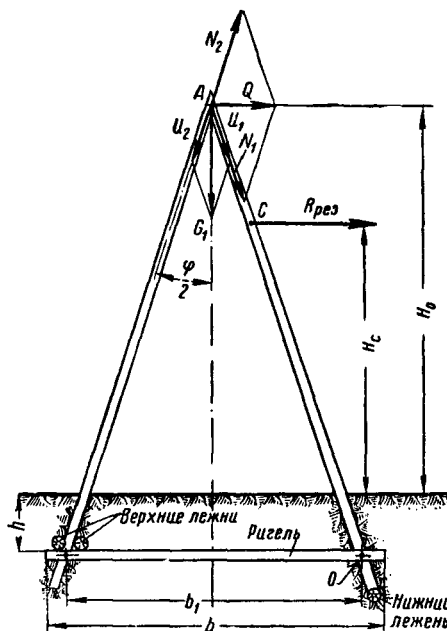
Фиг. 142. Схема распределения сил, действующих на опору с подпорой

этому она будет несколько разгружать опору, уменьшая тем самым напряжение изгиба в опасном сечении (формула для расчёта  $\sigma$  дана в табл. 113).

В случае, если напряжение сжатия грунта под комлем подпоры (вычисленное по формуле для расчёта  $\sigma_{gr}$  табл. 113) превысит допустимую величину, то это укажет на необходимость подложить под комель подпоры лежень соответствующих размеров.

#### Расчёт А-образных угловых опор

Как и любая опора, установленная в точке поворота линии, А-образная опора (фиг. 143) должна противостоять воздействию от тяже-



Фиг. 143. Схема распределения сил, действующих на А-образную опору

ния проводов при наиболее неблагоприятных метеорологических условиях (гололёд с ветром).

При расчёте (табл. 114) оказывается удобным перенести равнодействующую горизонтальных сил  $R_{рез}$  в вершину опоры, что легко произвести, используя уравнение моментов



Формулы для расчёта А-образных угловых опор

Т а б л и ц а 114

Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Равнодействующая тяжения проводов, перенесённая в вершину А-образной опоры (сила $Q$ , фиг. 143)	$Q = R_{рез} \frac{H_c}{H_0}$	кг	$R_{рез}$ — равнодействующая тяжения проводов в кг, подсчитывается по формуле табл. 112; $H_c$ — расстояние от точки приложения равнодействующей до поверхности земли в м; $H_0$ — высота надземной части А-образной опоры в м
Составляющие горизонтальной силы $Q$ , направленные вдоль ног А-образной опоры	$N_1 = N_2 = \frac{Q}{2 \sin \frac{\varphi}{2}}$	кг	$\frac{\varphi}{2}$ — угол между вертикальной плоскостью и любой из ног А-образной опоры
Составляющие вертикальной силы $G_1$ , направленные вдоль ног А-образной опоры	$U_1 = U_2 = \frac{G_1}{2 \cos \frac{\varphi}{2}}$	кг	$G_1$ — равнодействующая вертикальных сил в кг, создаваемая весом проводов с гололёдом, весом арматуры и тела самой опоры
Сила сжатия наиболее нагруженной (правой) ноги А-образной опоры	$E_{сж} = N_1 + U_1$	кг	
Напряжение сжатия наиболее нагруженной ноги	$\tau_{сж} = \frac{E_{сж}}{F_{ср}} \psi$	кг/см <sup>2</sup>	$F_{ср}$ — площадь поперечного сечения ноги А-образной опоры на середине её надземной части в см <sup>2</sup> ; $\psi$ — коэффициент уменьшения допускаемого напряжения на сжатие, вычисляется по формуле $\psi = 1 - 0,028 \frac{l_0}{D_{ср}}$ , где $l_0$ — длина надземной части ноги: $l_0 = \frac{H_0}{\cos \frac{\varphi}{2}}$ см; $D_{ср}$ — диаметр ноги на середине её надземной части
Напряжение сжатия грунта под козлом наиболее нагруженной (правой) ноги	$\tau_{гр} = \frac{E_{сж}}{F_K}$	кг/см <sup>2</sup>	$\tau_{гр}$ — не должно превосходить 2,5 кг/см <sup>2</sup> ; $F_K$ — площадь поперечного сечения ноги в её основании (в козле) в см <sup>2</sup>
Опрокидывающий момент, создаваемый силой $Q$ и стремящийся повернуть опору вокруг точки $O$ (фиг. 143)	$M_0 = Q (H_0 + h)$	кг·см	
Суммарный момент сопротивления опрокидыванию опоры	$M_c = M_1 + M_2$	кг·см	
Момент сопротивления $M_1$ , создаваемый вертикальной силой $G_1$ относительно точки $O$	$M_1 = G_1 \frac{b_1}{2}$	кг·см	$G_1$ — равнодействующая вертикальных сил (см. выше); $b_1$ — расстояние между осями болтов, скрепляющих ригели с ногами опоры, в см

Продолжение табл. 114

Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Момент сопротивления $M_2$ , создаваемый весом земли, нагруженной на подземные ригели	$M_2 = G \frac{b}{2}$	кг·см	$G$ — вес земли в кг вычисляется, как указано ниже, в данной таблице; $b$ — длина ригелей в см
Вес земли, поднимаемой подземными ригелями с учётом угла естественного откоса земли в $30^\circ$ (фиг. 144)	$G = \gamma_{2p} h[ab + (a + b)0,6h + 0,5h^2]$	кг	$\gamma_{2p}$ — средний вес грунта $1600 \text{ кг/м}^3$ ; $h$ — глубина закопки ригелей в м; $a$ — расстояние между внешними краями ригелей в м; $b$ — длина ригелей в м
Запас устойчивости опоры против опрокидывания	$K = \frac{M_c}{M_o}$		$K$ — коэффициент, представляющий запас устойчивости; при расчётах обычно принимают $K \geq 1,5$

Расчёт А-образных угловых опор должен определить:

1) напряжение сжатия наиболее нагруженной ноги опоры, расположенной на внутренней стороне угла (фиг. 143), с учётом одновременного продольного изгиба;

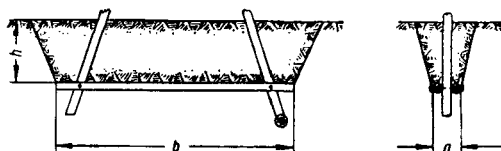
2) напряжение сжатия грунта под козлом нагруженной ноги;

3) способность опоры воспрепятствовать повороту опоры вокруг точки  $O$  и опрокидыванию (выдёргиванию из земли).

В том случае, если в результате расчётов окажется, что напряжение сжатия грунта превосходит допускаемую величину ( $2,5 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$ ),

то это указывает на необходимость подложить под ногу лежень, увеличивающий пло-

щадь грунта, на которую распространяется воздействие сжимающей силы.



Фиг. 144. Диаграмма, поясняющая выпирание грунта ригелями А-образной опоры

При недостаточном запасе устойчивости опоры к опрокидыванию может быть рекомендовано наложение на ригели одного-двух

Таблица 115

Формулы для расчёта проволоочных хомутов к опорам в искусственных основаниях

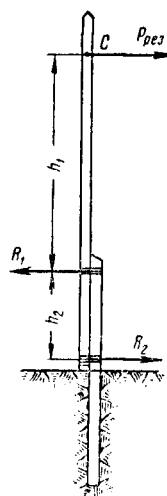
Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяющей величины	Значения величин, входящих в расчётную формулу
Усилия, воспринимаемые хомутами (фиг. 145)	Для верхнего хомута $R_1 = \frac{P_{рез} (h_1 + h_2)}{h_2}$  Для нижнего хомута $R_2 = P_{рез} \frac{h_1}{h_2}$	кг  »	$P_{рез}$ — результирующая сила давления ветра на провода и поверхность опоры в кг; вычисляется по соответствующим формулам табл. 110; $h_1$ — расстояние от точки приложения результирующей силы $P_{рез}$ до верхнего хомута в м; $h_2$ — расстояние между верхним и нижним хомутами в м
Число витков проволоки в хомуте	$n = \frac{R_1}{2 K q \sigma}$	шт.	$K$ — опытный коэффициент, в расчётах принимают $K=0,75$ ; $q$ — поперечное сечение проволоки в хомутах в $\text{мм}^2$ ; $\sigma$ — допускаемое напряжение в проволоке, в расчётах принимают $\sigma = 20 \text{ кг/мм}^2$

поперечных (верхних) лежней, создающих дополнительное увеличение момента сопротивления грунта.

#### Расчёт проволочных хомутов к опорам в искусственных основаниях

Для расчёта механической прочности проволочных хомутов, при помощи которых столб скрепляется с искусственным основанием (фиг. 145), необходимо определить результирующую силу давления ветра на провода с гололёдом и на поверхность опоры (табл. 110). Затем по формулам табл. 115 определяют усилия, воспринимаемые хомутами, и необходимое число витков в хомуте. В качестве расчётного для определения числа витков обычно принимают верхний хомут.

При определении числа витков и сечения проволоки исходят из условия равномерной нагрузки всех витков.



Фиг. 145. Схема распределения сил, действующих на опору в искусственных основаниях

## ШЛЕЙФЫ, ОТВЕТВЛЕНИЯ И ВВОДЫ ПРОВОДОВ

### Устройство шлейфов и ответвлений

Шлейфы и ответвления проводов воздушных линий связи устраивают при вводе проводов в оконечные и промежуточные усиленные пункты, а также в местах ввода проводов в здания железнодорожных станций, разездов, казарм службы пути и т. п.

При отсутствии уплотнённых цепей из цветного металла при вводе проводов допускается устройство шлейфов с подвеской на общих опорах проводов разных направлений. При наличии стальных уплотнённых цепей их располагают на опорах шлейфа на крайних местах первой, третьей и пятой траверс.

При наличии уплотнённых цепей из цветного металла для входа и выхода цепей различных направлений строят самостоятельные линии.

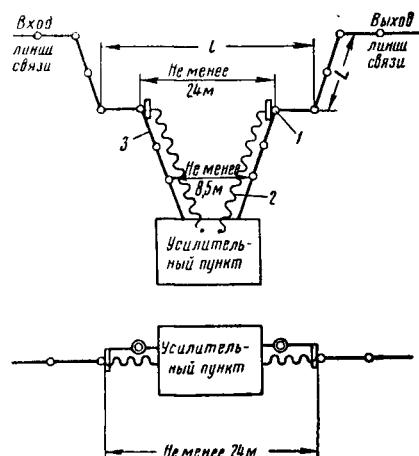
При уплотнении цепей из цветного металла до 65 кгц расстояние между опорами этих двух линий должно быть не менее 8,5 м; если цепи уплотняются до 150 кгц, то подход линий связи устраивается в соответствии с фиг. 146. В последнем случае воздушные линии оканчиваются кабельными опорами, расстояние между которыми должно быть не менее 24 м.

Ввод цепей, уплотнённых до 150 кгц, делается кабельным. Остальные провода с кабельной опоры также обязательно заводятся в усиленный пункт; при этом, если число проводов не превышает 24, ввод их делается воздушным или кабельным, а при числе проводов более 24 — только кабельным.

При наличии параллельного пробега линий, подходящих к усиленному пункту, расстояние  $l$  между ними в зависимости от длины  $L$  параллельного пробега не должно быть менее величин, указанных в табл. 116.

Если при устройстве шлейфа число проводов на нём не превышает 10, то разрезную

опору, на которой происходит объединение проводов линий различных направлений, оборудуют в соответствии с фиг. 118 и укрепляют подпорой или оттяжкой.



Фиг. 146. Схема подходов воздушной линии связи к усиленному пункту: 1—оконечная кабельная опора; 2—вводный кабель для цепей, уплотнённых 12-канальной аппаратурой в. ч.; 3—воздушный ввод цепей н. ч. и цепей, уплотнённых 3-канальной аппаратурой в. ч.

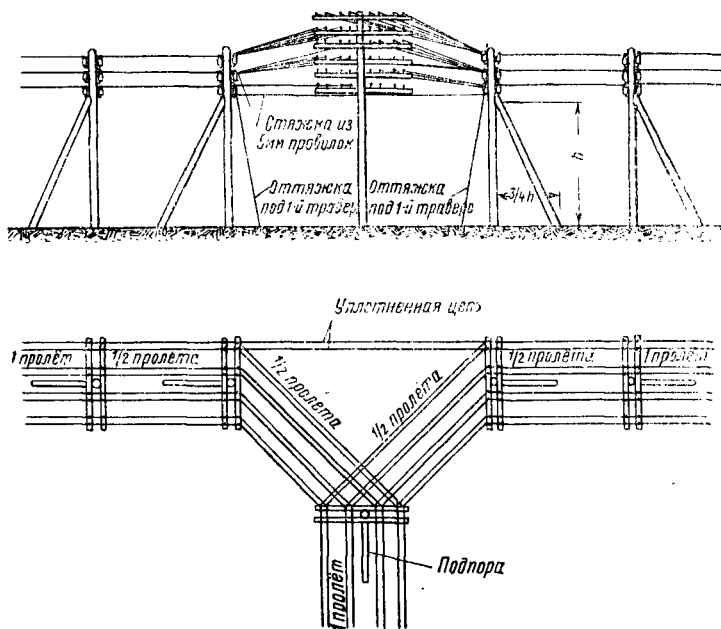
Таблица 116

Расстояние между линиями при параллельном пробеге

$L$	в км	0,05	0,1	0,8	1,6	3,2	6,4	12,8	>12,8
$l$	в м	70	100	120	220	330	460	600	1 000

При большом числе проводов и при подвеске их на траверсах шлейфы оборудуют в соответствии с фиг. 147; в качестве разрезной опоры применяют также тройники (фиг. 116) или четверики (фиг. 117).

Устройство ответвлений поездных телеграфных, избирательных и других цепей в промежуточные пункты (станции, разъезды и т. п.) или ввод этих цепей шлейфом производится в соответствии с фиг. 148—151. На фиг. 148 изображено устройство шлейфа для двух цепей при расположении проводов на траверсах, а на фиг. 149—при расположении проводов на крюках. При устройстве шлейфа для одной цепи вместо восьмиштырных траверс устанавливают четырёхштырные тра-



Фиг. 147. Схема устройства шлейфа

версы. На фиг. 150 и 151 изображено устройство ответвлений двух цепей.

При устройстве шлейфов и ответвлений все дополнительные опоры, устанавливаемые у опор основной линии, с которых делается ответвление проводов, укрепляются подпорами или оттяжками.

Соединение проводов основной линии с ответвляющимися проводами производят в соответствии с фиг. 152.

Ввод уплотнённых до 150 кГц цепей от кабельной опоры в здание станции производится кабелями марки ТЗГ, ТЗБ, ТДСГ, ТДСБ, ТЗСГ и ТЗСБ.

При вводе цепей, уплотнённых в диапазоне частот до 150 кГц обычным кабелем, на кабельной опоре устанавливают запирающую катушку и автотрансформатор, как это показано на фиг. 153.

Если применён вводный кабель с искусственно повышенной индуктивностью цепей, то на кабельной опоре устанавливаются запирающая катушка и ящик с катушками индуктивности; последний монтируют на опоре вместо автотрансформатора, указанного на фиг. 153.

Кабель с повышенной индуктивностью прокладывают по опоре отдельно от обычного кабеля и защищают угловой сталью (фиг. 154).

Запирающие катушки включают в провода цепей, уплотнённых аппаратурой в полосе частот до 150 кГц при вводе их как в оконечные, так и в промежуточные станции.

Если неуплотнённые цепи и цепи, уплотнённые до 30 кГц, с кабельной опоры вводят в здание усилительного пункта воздушным вводом, то их также оборудуют запирающими катушками в соответствии с фиг. 155 (при расположении цепи на траверсах) и с фиг. 156 (при расположении цепи на крюках).

Если неуплотнённые цепи и цепи, уплотнённые до 30 кГц, с кабельной опоры вводят в здание усилительного пункта вводным кабелем, то оборудование проводов этих цепей запирающими катушками производят в соответствии с фиг. 153.

Запирающие катушки включают также в цепи проводов междугородных линий, имеющих сближение с линиями, несущими цепи, уплотнённые аппаратурой в полосе до 150 кГц при расстоянии между линиями порядка 15—20 м. Катушки устанавливают на одной из опор соседней линии, причём эта опора должна быть выбрана в створе между кабельными опорами линии (фиг. 146), несущей цепи, уплотнённые до 150 кГц.

При расположении цепей соседней линии на траверсах установку катушек производят по фиг. 155, а при расположении цепей на крюках — по фиг. 156.

При устройстве кабельного ввода неуплотнённых

цепей или цепей, уплотнённых в полосе до 65 кГц, кабельные опоры оборудуют в соответствии с фиг. 115.

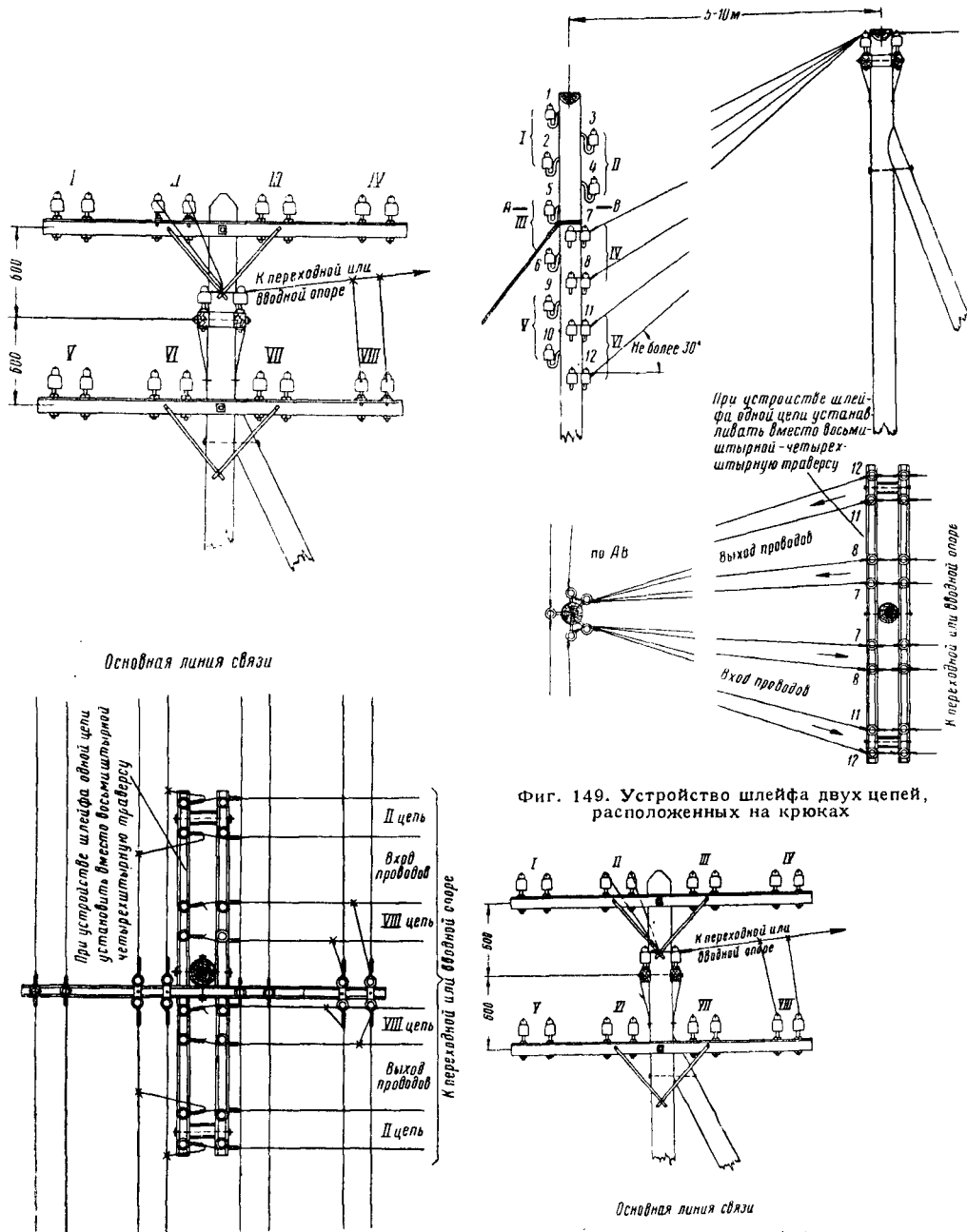
Кабельный ввод неуплотнённых цепей в здания станций производят в соответствии с указаниями, приведёнными ниже.

#### Вводы проводов в здания

При воздушном вводе проводов ввод их в здание осуществляют с вводной опоры, устанавливаемой на расстоянии от 2 м до 15 от здания.

Для цепей испытания проводов без участия станционной проводки провода на вводной опоре могут быть оборудованы контрольными сжимами.

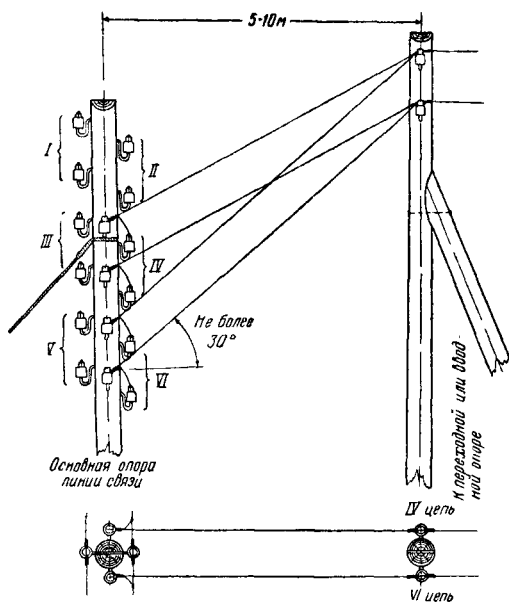
В этом случае при подвеске проводов на крюках опоры оборудуют контрольными кронштейнами и на каждом кронштейне устанавливают контрольные сжимы; при подвеске проводов на траверсах вводную опору оборудуют трёхштырными накладками, а на каждом проводе также устанавливают контрольные сжимы (фиг. 157).



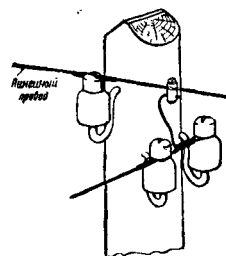
Фиг. 148. Устройство шлейфа двух цепей при подвеске проводов на траверсах

Фиг. 149. Устройство шлейфа двух цепей, расположенных на крюках

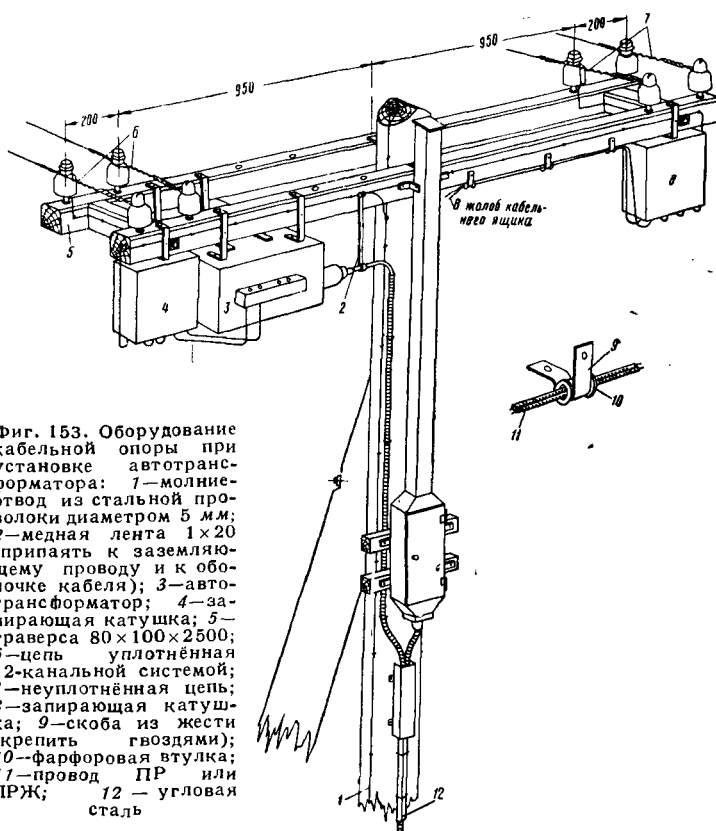
Фиг. 150. Устройство ответвления двух цепей, расположенных на траверсах



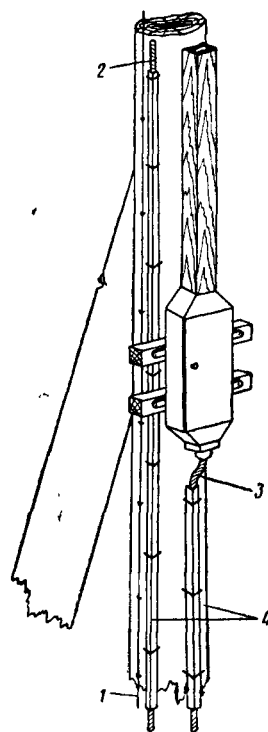
Фиг. 151. Устройство отвления двух цепей, расположенных на крюках



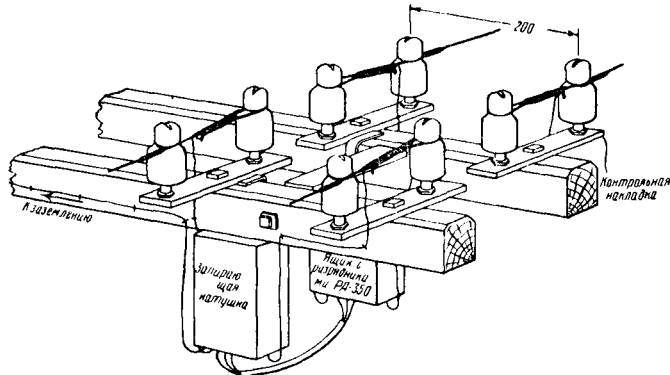
Фиг. 152. Присоединение провода при устройстве отвления



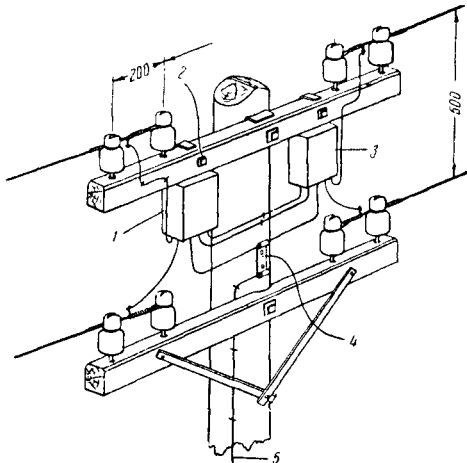
Фиг. 153. Оборудование кабельной опоры при установке автотрансформатора: 1—молниеотвод из стальной проволоки диаметром 5 мм; 2—медная лента 1×20 (припаять к заземляющему проводу и к оболочке кабеля); 3—автотрансформатор; 4—запирающая катушка; 5—траверса 80×100×2500; 6—цепь уплотнённая 12-канальной системой; 7—неуплотнённая цепь; 8—запирающая катушка; 9—скоба из жести (крепить гвоздями); 10—фарфоровая втулка; 11—провод ПР или ПРЖ; 12—угловая сталь



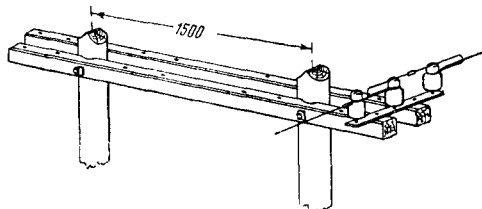
Фиг. 154. Расположение кабелей на опоре для случая применения кабеля с повышенной индуктивностью цепей; 1 — молниеотвод из стальной проволоки диаметром 5 мм; 2—кабель с повышенной индуктивностью; 3—обычный кабель; 4—угловая сталь



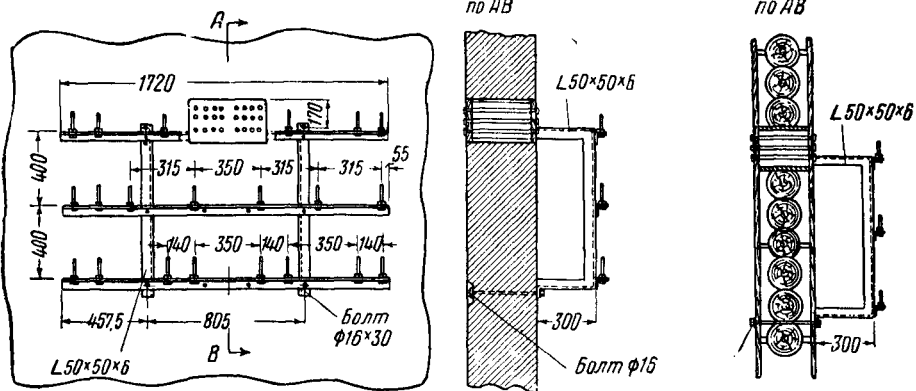
Фиг. 155. Установка защитных устройств на вводной кабельной опоре и на опоре Т/Т линии, проходящей параллельно линии, уплотнённо 12-канальной системой (цепь расположена на траверсах)



Фиг. 156. Установка защитных устройств на вводной кабельной опоре и на опоре Т/Т линии, проходящей параллельно линии, уплотнённо 12-канальной системой (цепь расположена на крюках): 1 — запирающая катушка; 2 — болт диаметром 10×100 мм; 3 — ящик с разрядниками RA-350; 4 — медная лента 20×150 мм (крепить к столбу винтами диаметром 5×35 мм); 5 — заземляющий провод (к ленте припаять)



Фиг. 157. Оборудование вводной опоры

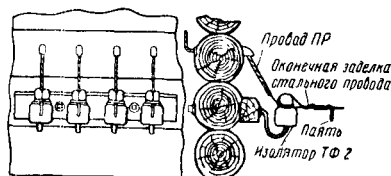


Фиг. 158. Вводный кронштейн

С вводных опор провода подают на вводные кронштейны (фиг. 158), устанавливаемые на стенах зданий.

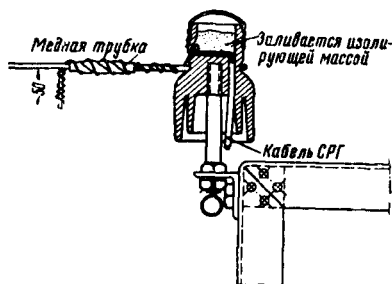
При оборудовании ввода цепей, уплотнённых до 65 кгс, вводные кронштейны (вход и выход) устанавливают так, чтобы расстояние между концами траверс было не менее 2 м.

Ввод небольшого числа проводов (не более 4) в деревянные здания осуществляют на крюках (фиг. 159).

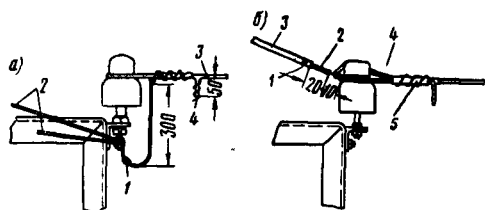


Фиг. 159. Устройство ввода при небольшом количестве проводов

На вводных кронштейнах устанавливают вводные изоляторы (фиг. 160), но допускается также установка изоляторов ТФ (фиг. 161).



Фиг. 160. Соединение кабеля СРГ с линейным проводом на вводном изоляторе



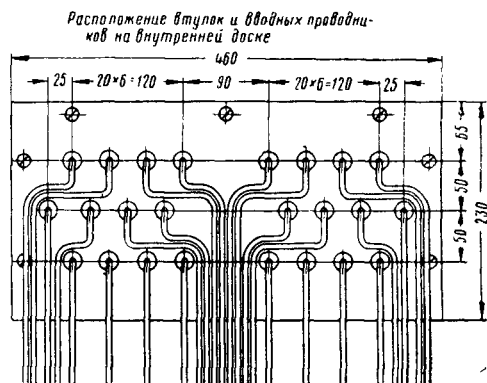
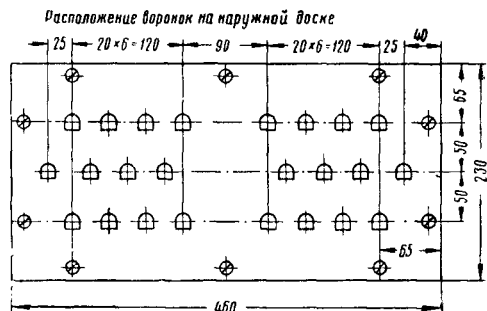
Фиг. 161. Соединение провода ПРГ или кабеля СРГ с линейным проводом на изоляторе ТФ: а—кабеля СРГ; 1—кабель СРГ; 2—концы кабеля, идущие к вводной коробке; 3—соединение жилы кабеля с линейным проводом; б—провода ПРГ: 1—провод ПРГ; 2—участок провода со снятой оплеткой; 3—конец провода, идущий к вводной коробке; 4—оконечная заделка стального провода; 5—соединение жилы провода с линейным проводом

Линейные провода на вводном изоляторе заделывают оконечной заделкой. Ввод уплотнённых цепей из цветного металла производят экранированным проводом или кабелем СРГ (фиг. 160 и 161, а), а ввод стальных цепей—проводом ПР, ПРГ или ПРЖ (фиг. 161, б).

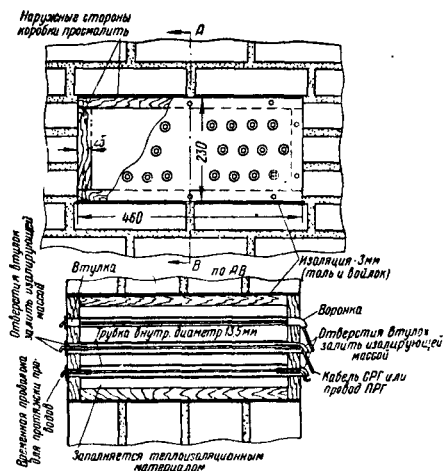
Ввод проводов ПР, ПРГ, экранированного провода или кабеля СРГ с кронштейна в задние станции производят через вводную коробку, изготовляемую из досок толщиной

25 мм. Размеры коробки, а также способ её крепления показаны на фиг. 162 и 163.

В стене помещения для коробки пробивают или прорезают сквозное отверстие.



Фиг. 162. Расположение втулок и воронок на вводной коробке



Фиг. 163. Крепление вводной коробки в каменной стене

Если стена каменная, то пробитое в стене отверстие штукатурят, просушивают, коробку обивают войлоком или толем и вмазывают в стену на алебастровом или известковом растворе.

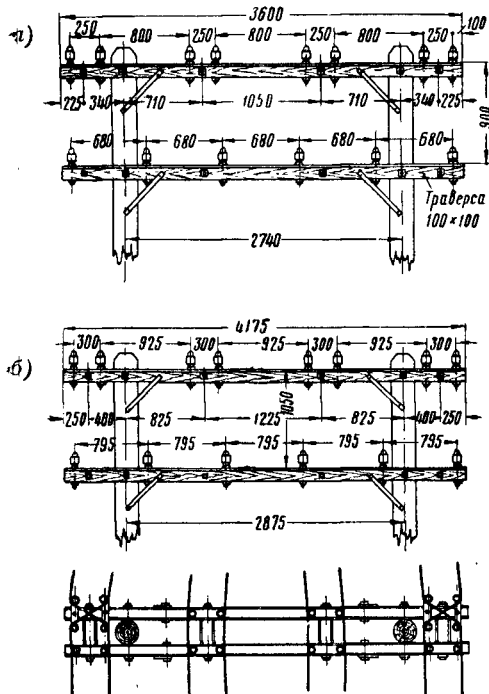
В деревянной стене после установки коробки пазы заделывают паклей.



## УСТРОЙСТВО УДЛИНЁННЫХ ПРОЛЁТОВ

## Удлиненные пролёты на линиях связи

При подвеске проводов на крюках в качестве переходных опор удлинённого пролёта применяют промежуточную опору, укреплённую подпорой, обращённой в сторону удлинённого пролёта.



Фиг. 164. Размеры траверс для удлинённого пролёта длиной: а—от 70 до 100 м; б—от 100 до 150 м

При подвеске проводов на траверсах в качестве опор удлинённых пролётов применяют полуанкерные опоры с двойными деревянными траверсами. Размеры траверс по длине пролёта от 70 до 100 м приведены на фиг. 164, а, а при длине пролёта от 100 до 150 м — на фиг. 164, б. Размеры столбов для переходных опор и подпор удлинённых пролётов приведены в табл. 117.

Таблица 117

**Ориентировочные размеры столбов для опор и  
подпор удлинённых пролётов**

Длина пролёта в м	Длина столба в м при числе подвешиваемых проводов						
	на крюках		на восьмиштыр- ных траверсах				
	до 8	от 9 до 12	8	16	24	32	
От 70 до 90	8,5	9,5	6,5	6,5	7,5	8,5	
» 90 » 100	8,5	11	6,5	7,5	8,5	9,5	
» 110 » 130	9,5	11	7,5	8,5	9,5	11	
» 130 » 150	11	11	7,5	8,5	11	11	

**Примечание.** При отсутствии столбов длиной 11 м допускается применять столбы, составленные из двух столбов, или устанавливать столбы в рельсовых основаниях.

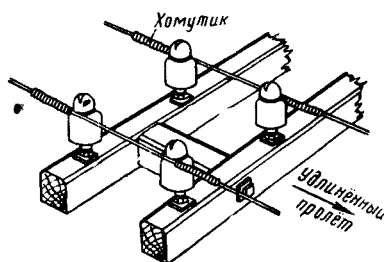
При длинах пролёта, не превышающих величин, приведённых в табл. 118, в удлинённом пролёте подвешивают линейные про-

Т а б л и ц а 118

Наибольшая длина пролёта

Тип линии	Диаметр провода в мм	Наибольшая длина пролёта в м, при кото- рой допускается под- веска линейных проводов
О	4 и 5	150
Н	4	100
Н	5	150
У	4	60
У	5	85
ОУ	4	45
ОУ	5	65

Если длина пролёта превышает величины пролётов, указанные в табл. 118, то в удлиненном пролёте подвешивают вместо стальных проводов стальной канатик  $1 \times 7 - 4,2$ ; вместо проводов из цветных металлов на линиях типов О, Н и У подвешивают провод ПАБО-10, а на линиях типа ОУ — ПАБО-25 или биметаллический канат соответствующего сечения.



Фиг. 165. Крепление провода на полуанкерной опоре удлинённого пролёта

Линейные провода на изоляторах переходных опор при подвеске на траверсах укрепляют хомутиками (фиг. 165), а при подвеске

проводов на крюках применяют двойное подвешивание проводов (фиг. 242).

Соединение каната с линейным проводом производят, как показано на фиг. 244.

Скрещивание проводов на переходных опорах линий типов О и Н производится на обычных накладках, а на линиях типов У и ОУ — на трёхштырных накладках типа, указанного на фиг. 21.

Стрелы провеса проводов и канатов в удлинённых пролётах выбирают по табл. 119.

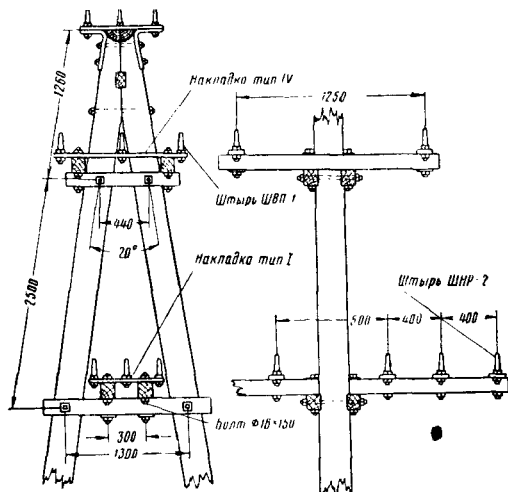
Таблица 119

Стрелы провеса проводов в удлинённых пролётах

Температура в °С	Стрела провеса в см при длине пролёта в м							
	60	70	80	90	100	120	130	150
-40	24	32	42	53	65	93	109	145
-30	27	36	47	60	74	104	121	158
-20	31	42	54	68	83	116	133	174
-10	36	49	62	77	93	123	147	191
0	43	58	71	88	105	142	163	209
+10	51	69	82	100	119	158	180	228
+20	60	82	94	113	132	174	197	246
+30	70	95	107	126	146	190	213	264
+40	81	110	121	139	160	206	230	282

Удлинённые пролёты на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки. В качестве переходных опор удлинённых пролётов на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки применяют следующие типы опор:

1) А-образные (фиг. 166) для удлинённых пролётов: до 75 м на линиях типа Н и до 60 м на линиях типов У и ОУ;



Фиг. 166. А-образная опора для удлинённых пролётов

2) АП-образные (фиг. 167) для удлинённых пролётов: от 76 до 200 м на линиях типа Н и от 61 до 150 м на линиях типов У и ОУ.

На переходах, превышающих по своей длине указанные пределы (200 и 150 м), высоковольтные и сигнальные цепи заключают соответственно в кабели типов СБ и СОБ.

Таблица 120

Размеры АП-образных опор для устройства удлинённых пролётов

Тип линии	Место установки опоры	Длина пролётов в м	Диаметр столба в вершине в см	Опоры для установки в рельсовые основания (фиг. 131)										Опоры для установки в грунт (фиг. 167)				Размеры общие для опор в грунте и в рельсовых основаниях в см			
				мягком			твёрдом			каменистом и скал.			камен. и скал. в фундаментах в см	глубина заделки столба в фундаментах в см	размер в м	H — длина столба в м	размер в см	q	S	c	p
				h	a	b	h	a	b	h	a	b									
Н	на переходах и станциях	76—100	16	180	325	110	245	165	325	120	246	135	275	100	235	7,5	9,5	200	40	170	250
		101—125	17	205	375	125	295	190	350	125	290	160	325	125	280	8,5*	11,5*	200	40	170	300
		126—150	18	195	350	120	280	180	325	110	265	150	325	130	265	8,5*	11,5*	200	50	200	300
		151—175	19	200	375	130	285	185	350	120	290	155	325	125	280	9	11	200	50	200	300
		176—200	20	210	375	130	320	195	350	120	315	165	325	125	310	10	12	200	50	200	300
У и ОУ	на переходах и станциях	61—75	16	195	350	120	230	180	325	100	265	150	325	130	265	8,5	10,5	200	40	170	250
		76—100	17	200	375	130	295	185	350	120	290	155	325	125	280	9	10,5	200	40	170	300
		101—125	18	220	400	135	325	205	375	125	320	175	350	130	315	10	12,5	200	50	200	300
		126—150	20	230	400	130	330	215	375	125	375	185	350	125	365	11	12,5	250	50	200	300

\* Уменьшение длины столбов объясняется уменьшенной стрелой провеса с переходом на трос большего диаметра.

При установке АП-образной опоры в рельсовые основания нижнюю часть её устраивают в соответствии с фиг. 129.

Размеры и глубина заделки АП-образных опор приведены в табл. 120.

Для монтажа высоковольтных и сигнальных проводов на АП-образных опорах применяют трёхштырные накладки типа II, укрепляемые на двойных траверсах.

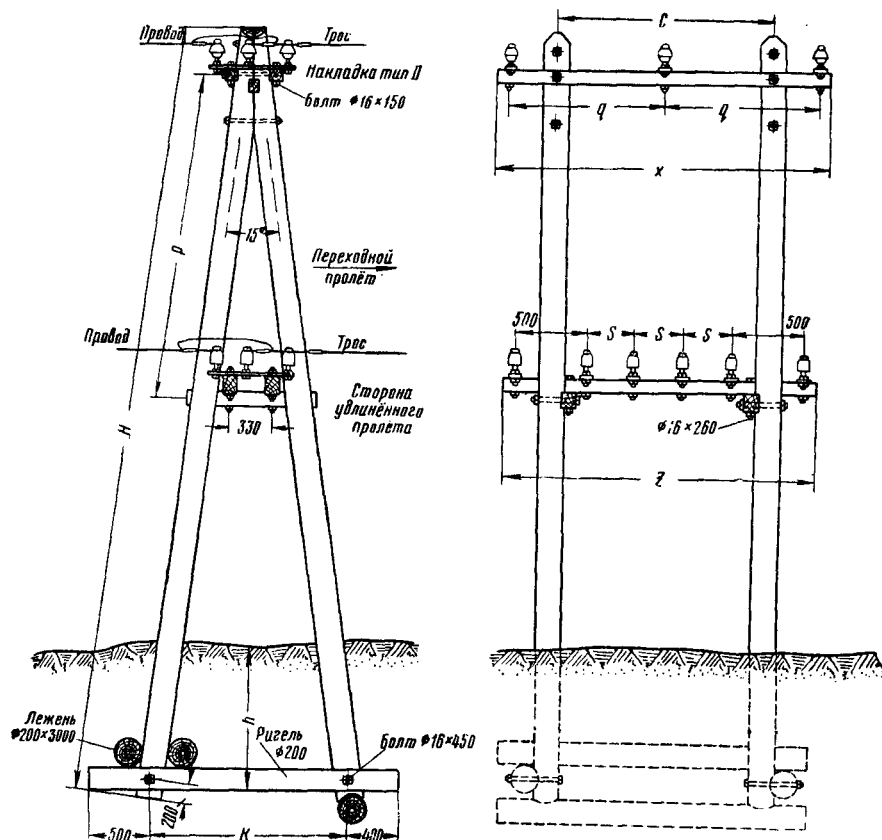
Специальные траверсы для оборудования АП-образных опор имеют стандартное сечение  $80 \times 100$  мм и отличаются от нормальных своей длиной и разметкой отверстий;

размеры этих траверс в зависимости от типа линии и длины пролёта пересечения приведены в табл. 121.

Соединение двух нижних проводов со стальным тросом осуществляют на трёхштырных накладках типа IV (фиг. 22).

Траверсы для подвески высоковольтных проводов крепят болтами непосредственно к опоре, а траверсы для сигнальных проводов укладывают на деревянные бруски.

При устройстве удлиненных пролётов на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки применяют стальные канаты (тросы),



Фиг. 167. АП-образная опора для удлиненных пролётов

Таблица 121

Размеры специальных траверс для оборудования АП-образных опор удлиненных пролётов (фиг. 167)

Тип линии	Длина пролётов в м	С — размер между осями столбов в мм	Размеры сигнальной траверсы в мм						Размеры высоко- вольтной траверсы в мм	
			четырёх- штырной		шестиштыр- ной		восьмиштыр- ной			
			S	Z	S	Z	S	Z	q	x
Н	76—125	1 700	400	1 630	400	2 400	400	3 200	2 000	4 200
	126—200	2 000	500	1 930	500	2 700	500	3 700	2 000	4 200
У	61—100	1 700	400	1 630	400	2 400	400	3 200	2 000	4 200
ОУ	101—125	2 000	500	1 930	500	2 700	500	3 700	2 000	4 200
	126—150	2 000	500	1 930	500	2 700	500	3 700	2 500	5 200

тип которых выбирают в зависимости от длины  $l$  удлинённого пролёта и типа линии по табл. 122. Стрелу провеса канатов при их подвесе выбирают в зависимости от длины пролёта и температуры воздуха из табл. 123

Таблица 122

Выбор каната в зависимости от типа линии и длины пролёта

Тип каната	$l$ — длина переходного пролёта в м	
	тип Н	тип У и ОУ
1×7—4,2 1×7—6,0	До 125 От 126 до 200	До 75 От 76 до 150

для линий типа Н и из табл. 124 для линий типов У и ОУ.

Соединение линейных проводов с канатом на опоре удлинённого пролёта осуществляют в соответствии с фиг. 244.

### УСТРОЙСТВО ПЕРЕХОДОВ ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯХ ШОССЕЙНЫХ И ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ, ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ И ЛИНИЙ СВЯЗИ

#### Устройство переходов воздушных линий связи

Пересечения линий связи с контактными проводами электрических железных дорог, трамвайными и троллейбусными проводами. Угол пересечения линий связи с проводами

Таблица 123

Стрелы провеса в см стального каната для воздушных высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки типа Н в зависимости от температуры и длины пролёта

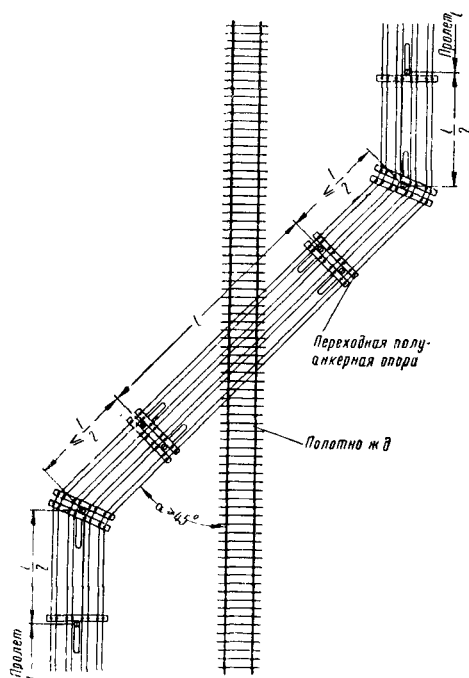
Температура в °С	Канат 1×7—4,2							Канат 1×7—6,0			
	Длина пролёта в м										
	50 и менее	60	75	90	100	110	125	126	150	175	200
+40	12	17	28	48	69	94	149	72,5	103	151,5	212
+30	11	16	26	44	63	86	137	67	96	141	199
+25	10,5	15,5	25	42	60	82	130	65	93	136,5	192
+20	10	15	24,5	40	57	78	125	62,5	90	132	186
+15	9,5	14,5	23,5	38	55	75	120	60,5	87	128	180
+10	9,5	14	23	36	52	71	114	58,5	84,5	124	174
+ 5	9	13,5	22,5	35	50	68	109	57	82	120	169
0	9	13	22	34	48	65	104	55	79,5	116,5	164
— 5	8,5	12,5	20,5	33	46	62	100	53,5	77	113	159
—10	8,5	12	20	32	44	60	96	52	75	109,5	154
—15	8	11,5	19	31	42	58	92	50,5	73	106	150
—20	8	11	18,5	30	41	55	88	49	71	103,5	145,5
—30	7,5	10,5	17,5	28	39	51	81	47	67	98	137
—40	7	10	17	26	36	48	74	44	63,5	93	130
—5 при ветре и гололёде	49	67	105	150	186	225	291	144	199	271	354

Таблица 124

Стрелы провеса в см стального каната для воздушных высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки типов У и ОУ в зависимости от температуры и длины пролёта

Температура в °С	Канат 1×7 — 4,2							Канат 1×7 — 6,0			
	Длина пролёта в м										
	40 и меее	50	60	70	75	76	90	100	110	125	150
+ 40	13,5	43	99	167	203	40	81	123	174	263	435
+30	12	37	92	160	196	36	72,5	111,5	163	252	424
+25	11	34	88	157	193	34	68,5	106,5	156	246	418
+20	10,5	31	84	154	190	32,5	65	102	151	239,5	412,5
+15	10,0	29	80	150	187	31	62	97,5	144	233,5	407
+10	9,5	27	76	147	184	30	58	93	138,5	227	401
+ 5	9	25	72	143	181	28,5	55,5	89	133	221	396
0	8,5	23	68	139	178	27	52,5	82,5	127	215	389,5
— 5	8	21	65	136	174	26	50	80	121,5	209	384,5
—10	8	20	61	132	171	25	48	76	116	202,5	379
—15	7,5	19	57	128	168	24	45,5	72	110	196	373
—20	7	17,5	53	125	164	23	43,5	67,5	105,5	189,5	366
—30	6,5	16	46	116	157	21,5	40	61	96	176,5	354
—40	6	14	40	108	149	20	36,5	56	87	163,5	341
—5 при ветре и гололёде	77,5	121	174	237	272	139	200	247	299	386	556

дорог, контактными троллейбусными и трамвайными проводами должен быть близок к  $90^\circ$  и в крайнем случае не менее  $45^\circ$ . Устройство переходных пролётов выполняется в соответствии с фиг. 168 и 169.



Фиг. 168. Схема перехода проводов связи через электрические железные дороги и контактные трамвайные и троллейбусные провода под углом  $\alpha > 45^\circ$

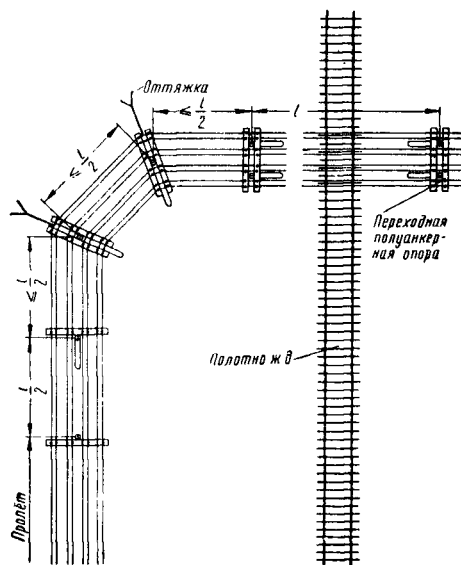
Воздушные переходы линий связи через полотно электрических железных дорог устраивают только между остановочными пунктами; переходы в пределах станции допускают в виде исключения.

В пересекающих пролётах подвешивают многопроволочные провода (канаты). Материал и диаметр подвешиваемых проводов выбирают по табл. 125.

Если при пересечении контактных проводов число проводов на линии связи типа О превышает 32, а на линиях типов II, У и ОУ—24, то вместо воздушного перехо-

да в месте пересечения устраивают кабельные вставки.

В пересекающем пролёте на линиях связи вместо подвески проводов, перечисленных в табл. 125, допускается подвеска изолированного провода с противостоящей атмосферным



Фиг. 169. Схема перехода проводов связи через электрические железные дороги и контактные провода трамвая и троллейбуса под прямым углом

влияниям изоляцией, пробивное напряжение которой должно быть не менее удвоенного рабочего напряжения пересекаемых проводов сильного тока.

Коэффициент запаса механической прочности этого провода при наиболее неблагоприятных метеорологических условиях должен быть не менее 1,5.

В качестве переходных опор на линиях связи при числе проводов не более восьми применяют одинарные опоры, укрепленные подпорой и оборудованные двойными траверсами (фиг. 170). При числе проводов более восьми устанавливают переходные опоры полуанкерного типа, оборудованные двойными траверсами (фиг. 171).

Выбор проводов для пересекающих пролётов

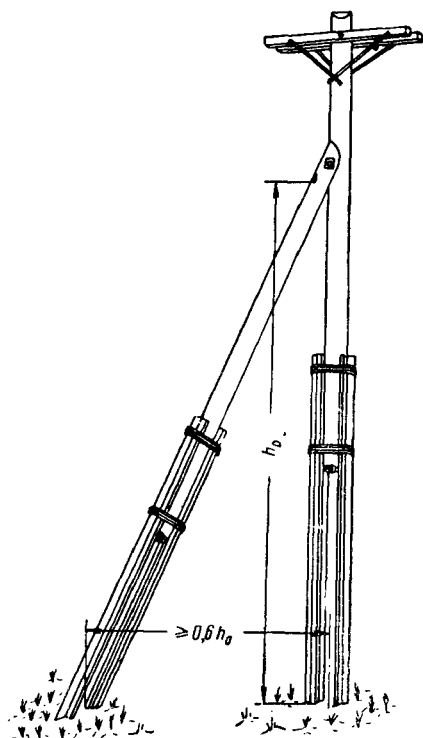
Таблица 125

Наименование пересекаемых сооружений	Тип линии	Наибольшая длина пролёта в м	Тип проводов в пересекающем пролёте
Контактные провода электрических железных дорог	О Н У ОУ	100 75 60 40	Для всех проводов линий связи провод антенный бронзовый марки ПАБО-10 или биметаллический канат сечением 10 мм <sup>2</sup> То же марки ПАБО-25 или биметаллический канат сечением 25 мм <sup>2</sup>
Трамвайные и троллейбусные провода	О Н У ОУ	100 75 60 40	Для всех проводов линий связи типов О, Н, У и ОУ—провод антенный бронзовый марки ПАБО-10 или биметаллический провод диаметром 4 мм

При пересечении линий связи с трамвайными или троллейбусными контактными проводами в районе города допускают установку сдвоенных опор или переходы на стойках по крышам зданий.

Конструктивные данные переходных опор приведены в табл. 126.

При устройстве перехода через трамвайные и троллейбусные провода общая длина переходных опор, указанная в табл. 126, может быть уменьшена на 2 м.



Фиг. 170. Общий вид переходной опоры в рельсовых основаниях

При переходах через электрические железные дороги на линиях типов У и ОУ переходные опоры общей длиной 11,5 м и выше укрепляют двумя дополнительными оттяжками, направленными перпендикулярно к линии в разные стороны от неё; на линиях типов О и Н дополнительными оттяжками укрепляют

Таблица 126

Конструктивные данные переходных опор

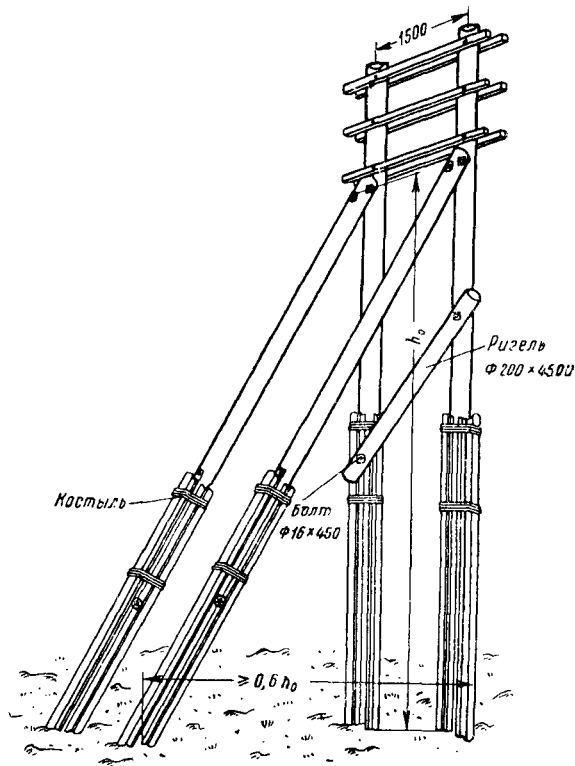
Количество проводов (с учетом развития на ближайшие 5 лет)	Высота опоры от головки рельса в м	Диаметр опоры в вершине в см	Глубина заделки опор в м	Общая длина переходных опор в м	Общая длина подпор в м	Минимальный диаметр подпоры в см
До 8	11,9	22	1,8	12,8	12,8	20
9—16	11,6	22	1,9	13,5	13,5	20
17—24	12,5	22	2,0	14,5	14,5	20
25—32	13,0	22	2,0	15,0	15,0	20

переходные опоры общей длиной 13,5 м и выше.

Соединение многопроволочных проводов с линейными проводами производят, как показано на фиг. 244.

Стрелы провеса многопроволочных проводов в пересекающем пролёте выбирают по табл. 127.

При выборе высоты переходных опор, кроме соблюдения установленного габарита



Фиг. 171. Общий вид переходной полуанкерной опоры в рельсовых основаниях

между проводами связи и контактными проводами при максимальной температуре воздуха (табл. 127), принимают во внимание величину стрелы провеса проводов связи при гололёде, указанную в табл. 128.

**Переходы линий связи через неэлектрифицированные железные дороги.** Переходы линий связи через неэлектрифицированные железные дороги осуществляют в соответствии со схемами, приведёнными на фиг. 168 и 169.

Конструкцию переходных опор берут такую же, как и конструкцию опор при пересечении электрифицированных железных дорог (фиг. 170 и 171).

При числе проводов от четырёх до восьми одинарную переходную опору, кроме подпоры (фиг. 170), укрепляют двумя боковыми оттяжками по одной в каждую сторону, связываемыми из четырёх стальных проволок диаметром 4 мм.

Высоту переходных опор выбирают с учетом требований, предъявляемых к габаритам.

Таблица 127

Стрелы провеса проводов в переходном пролёте

Температура в °С	Стрела провеса в см при длине пролёта в м							
	25	30	40	50	60	62,5	80	100
-30	5	9	15	22	32	35	57	92
-25	6	10	16	24	35	39	62	98
-20	7	11	17	27	38	42	67	104
-15	8	12	19	30	42	46	72	110
-10	10	14	22	33	46	51	77	116
-5	11	16	24	36	50	55	82	122
0	13	19	27	40	54	60	87	129
+5	15	21	30	43	58	65	93	135
+10	18	24	34	47	63	69	98	141
+15	20	27	37	51	67	74	103	147
+20	23	30	40	55	71	78	100	154
+25	25	33	44	59	76	83	114	160
+30	28	36	47	63	81	87	120	166
+35	30	38	50	67	85	91	125	170
+40	32	41	53	70	88	95	131	178

Таблица 128

Примерные стрелы провеса проводов связи при гололёде

Тип линии связи	Стрела провеса в см при длине пролёта в м			
	62,5	50	40	30
О и Н	90	70	50	30
У	130	100	70	45
ОУ	160	130	90	60

проводов связи по отношению к головке рельса (см. ниже табл. 137), а также с учётом стрелы провеса проводов при максимальной температуре воздуха и при гололёде.

Пересекающий пролёт на линиях типов О и Н не должен превышать 60 м, а на линиях типов У и ОУ — 40 м.

На пересечениях железных дорог при числе проводов более 32 на линиях типов О и Н и более 24 на линиях типов У и ОУ устраивают кабельные вставки.

Переходы линий связи через железную дорогу осуществляют проводами того же диаметра (для стальных проводов не менее 4 мм), что и линейные, причём в переходном пролёте не допускают устройства спаяк, сварок или каких-либо стыков.

Крепление проводов на переходных опорах осуществляют при их подвеске на крюках в соответствии с фиг. 242, а при подвеске на траверсах — в соответствии с фиг. 243.

Стрелы провеса проводов в пересекающем пролёте устанавливают по табл. 153.

Переходы через автостреды, шоссе и дороги магистрального значения. Переходы через автостреды, шоссе и дороги магистрального значения производят в соответствии с установленными габаритами (табл. 137). В качестве переходных опор устанавливают одинарные опоры с подпорами в сторону дороги. Пересечение осуществляют проводами того же материала и диаметра, что и линейные провода. Крепление проводов на переходных опорах производят в соответствии с фиг. 242 и 243.

Пересечения линий связи с линиями сильного тока. Пересечение линий связи с линиями сильного тока осуществляют в соответствии с установленными габаритами табл. 137.

Угол пересечения должен быть равен 90° и в крайнем случае — не менее 45°.

В качестве переходных опор применяют нормальные промежуточные опоры. Расстояние от места пересечения проводов до ближайшей опоры линии сильного тока должно быть не менее 7 м.

При пересечении линий сильного тока высокого напряжения крепление проводов на переходных опорах производят в соответствии с фиг. 242 и 243; при пересечении линий сильного тока низкого напряжения применяют обычную промежуточную вязку проводов.

В пролёте пересечения провода и канаты линии сильного тока и провода линии связи не должны иметь сrostков, сварок и спаяк

#### Устройство переходов высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки

Пересечения проводов высоковольтно-сигнальной линии автоблокировки с контактными проводами электрических железных дорог, трамвая и троллейбуса, проводами линий связи, а также с полотном неэлектрифицированных железных дорог, автостред и автогужевых дорог делают так же, как и пересечения проводов связи в соответствии с фиг. 169.

Отличие перехода высоковольтно-сигнальных проводов от перехода проводов связи заключается лишь в том, что в качестве переходных опор в этом случае устанавливают не полуанкерные, а А-образные опоры; угловые опоры, смежные с переходными, выполняют в виде А-образных угловых опор.

А-образные переходные опоры устанавливают или непосредственно в грунт (фиг. 125, 166, 172, 173) или в рельсовые основания (фиг. 126).

Типовые случаи применения А-образных переходных опор приведены в табл. 129.

Основные размеры и глубина заковки всех перечисленных конструкций А-образных переходных опор приведены в табл. 130.

Ноги А-образной опоры устанавливают в плоскости, совпадающей с направлением перехода.

Для опор высотой  $H$ , равной или большей 13 м (последнее относится к опорам в рельсовых основаниях), ноги опоры скрепляют раскосом.

Высоту опор  $H$  (или длину столбов  $l$ ) на переходе выбирают по табл. 130 с расчётом обеспечения требуемых габаритов при максимальных стрелах провеса канатов, соответствующих наивысшей для данной местности температуре воздуха; при пересечении полотна железных дорог учитывают также максимальную стрелу провеса канатов при гололёде.

Стрелу провеса канатов при их подвеске следует брать в зависимости от длины переходного пролёта и температуры воздуха из табл. 123 для линий типа Н и из табл. 124 — для линий типов У и ОУ.

Таблица 129

Типовые случаи применения переходных А-образных опор

Наименование пересекаемых объектов	Тип высоковольтно-сигнальной линии	Длина переходного пролёта в м	Способ осуществления перехода цепи		Расстояние в мм на траверсах между проводами цепи		Номер фигуры, на которой приведён чертёж опоры, применяемой на переходе
			высоковольтной	сигнальной	высоковольтной	сигнальной	
Полотно железных дорог с паровой тягой, автострады, авто-гужевые дороги I класса, линии связи I и II классов	Н	До 50	Стальной канат 1×7—4,2	Стальная проволока диаметром 4 мм	1 000	300	Фиг. 172
	У ОУ	До 40					
	Н	51—75	Стальной канат 1×7—4,2		1 250	400	Фиг. 166
	У ОУ	41—60					
Полотно железных дорог с электротягой, контактные провода трамвая и троллейбуса	Н	До 50	Стальной канат 1×7—4,2		1 000	300	—
	У ОУ	До 40					
	Н	52—75	Стальной канат 1×7—4,2	Подземный кабель марки СОБ	1 250	300	Фиг. 173
	У ОУ	41—60					

Таблица 130

Размеры А-образных переходных опор, устанавливаемых как непосредственно в грунт, так и в рельсовые основания

l — длина столба в м	Опоры для установки в рельсовые основания; размеры в грунтах в см												Опоры для уста- новки в грунт				Размер к в см	Диаметр столба в вершине в см	
	в мягком				в твёрдом				в каменистом и скалистом				Н — длина столба в м	h — глубина за- ковки столба в грунтах в см				Тип линии	
	h	a	b	κ	h	a	b	κ	h	a	b	κ		мяг- ком	твёр- дом	скали- стом		Н	У и ОУ
7,0	180	350	130	315	165	325	120	315	135	300	120	300	9	165	150	120	305	16	17
9,0	200	375	130	390	185	350	125	385	155	325	120	375	11	185	170	140	375	17	18
10,5	220	400	135	450	205	375	130	445	175	350	125	435	13	205	190	160	445	18	19
12,5	240	425	135	530	225	400	130	520	195	375	130	510	—	—	—	—	—	19	20

Способ крепления проводов на переходных опорах и конструкция соединения линейных проводов с канатом переходного пролёта показаны на фиг. 243 и 244.

#### Переходы воздушных линий связи по мостам и устройство ледорезов

Воздушный переход линий связи по железнодорожным мостам осуществляют при помощи кронштейнов, укрепляемых к фермам без ослабления прочности моста.

Если провода линий связи расположены на восьмиштырных траверсах, то применяют мостовые кронштейны, эскизы которых приведены на фиг. 174 и 175.

В том случае, если проектируется установка более двух траверс, то вместо вертикальных деревянных брусьев в конструкции кронштейна, приведённого на фиг. 175, применяют угловую сталь 60×60×6 мм.

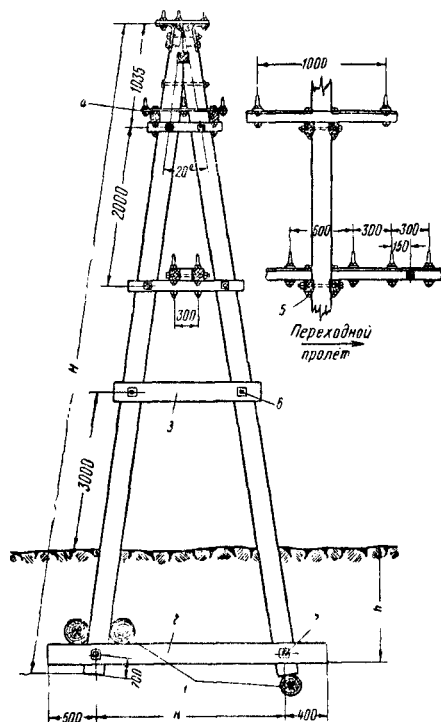
При малом числе проводов и при расположении их на крюках применяют кронштейн, эскиз которого приведён на фиг. 176.

Если подход линии связи к мосту осуществляют по заливаемой местности и возможно повреждение опор во время ледохода, то их защищают при помощи ледорезов.

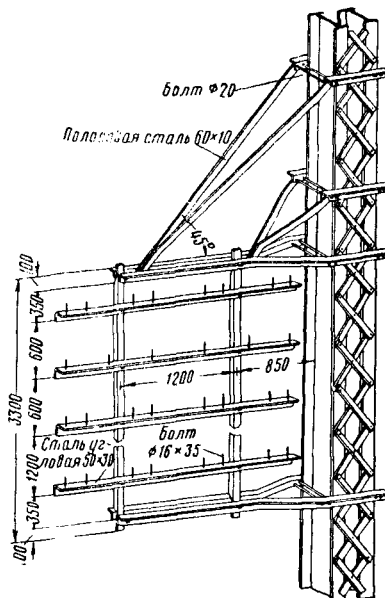
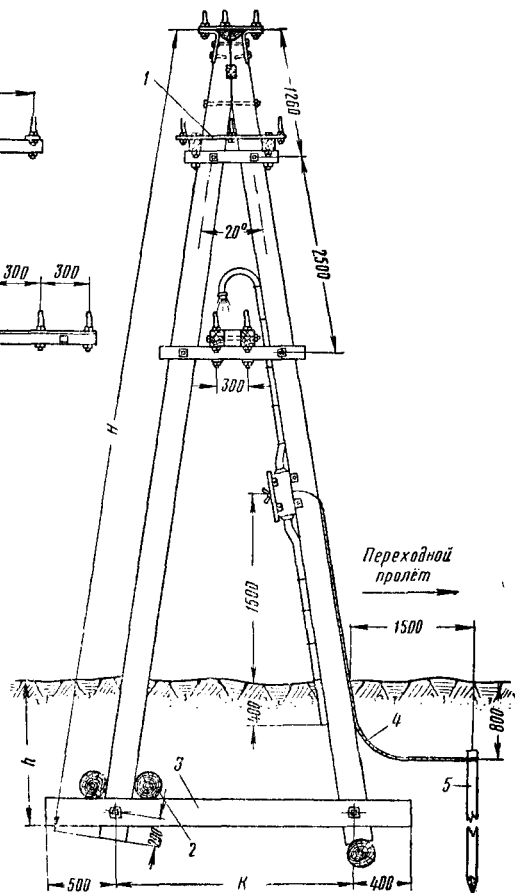
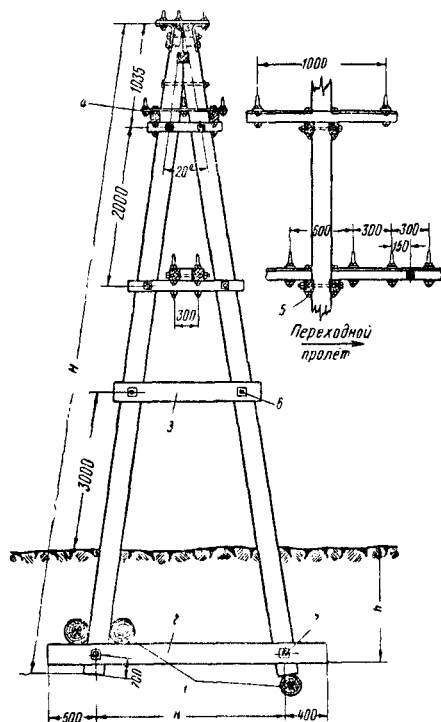
Ледорез располагают в 2—3 м от защищаемой им конструкции, считая вверх против течения.



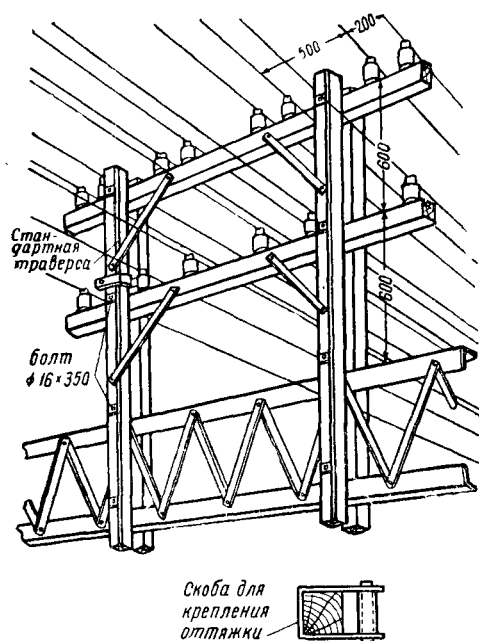
Фиг. 172. А-образная опора для переходов через полотно электрифицированных железных дорог при длине пролёта: от 51 до 75 м на линиях типа Н; от 40 до 60 м на линиях типов У и ОУ: 1—накладка типа IV; 2—лежень диаметром 200 мм; 3—ригель диаметром 200 мм; 4—жгут из двух проволок диаметром 5 мм; 5—заземлитель



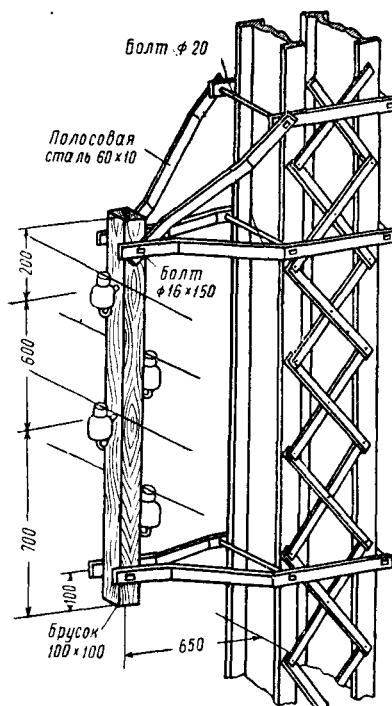
Фиг. 173. А-образная опора для переходов через полотно железной дороги с паровой тягой, авто-страды, авто-гужевого дороги I класса и линии связи при длине пролёта: до 50 м на линиях типа Н; до 40 м на линиях типов У и ОУ: 1—лежень диаметром 200×1400 мм; 2—ригель диаметром 200 мм; 3—раскос диаметром 200 мм (ставить для опор Н=13 м и более); 4—накладка типа III; 5—болт диаметром 16×260 мм; 6—болт диаметром 16×450 мм; 7—болт диаметром 16×700 мм



Фиг. 174. Эскиз мостового кронштейна для мостов без верхнего перекрытия



Фиг. 175. Эскиз мостового кронштейна для мостов с верхним перекрытием



Фиг. 176. Эскиз мостового кронштейна для малого числа проводов, расположенных на крюках

## ЗАЗЕМЛЕНИЯ И ИХ УСТРОЙСТВО

Различают два вида заземлений:

1) рабочие, предназначенные для использования земли в качестве обратного провода, и

2) защитные, предназначенные для заземления приборов защиты установок связи и СЦБ от опасных напряжений и уменьшения помех, возникающих в цепях связи и СЦБ.

### Нормы сопротивлений заземлений

Сопротивление заземлений, устраиваемых на линиях связи и высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки, не должно превышать величин, указанных в табл. 131.

Сопротивление заземления мощных разрядников должно быть таким, чтобы падение напряжения на заземлении при срабатывании всех разрядников не превышало:

100—150 в при установке разрядников на станции или на кабельной вставке;

300 в при установке разрядников на опорах воздушной линии.

### Типы заземлителей

Для устройства заземлений применяют два основных типа заземлителей: из стальных труб и стержней и из стальной проволоки.

Ориентировочные величины сопротивления заземлений, устроенных из одной стальной трубы, в зависимости от её длины, диаметра и характера грунта приведены в табл. 132.

Таблица 131

Сопротивление заземлений на линиях связи и СЦБ

Назначение заземлений	Сопротивление заземлений в ом (не более)
Для линейных молниеотводов . . . . .	100
То же, в пролёте пересечения с высоковольтной линией . . . . .	25
Для разрядников в кабельных ящиках на линиях связи при числе входящих проводов:	
до 20 . . . . .	10
более 20 . . . . .	5
Для разрядников в месте соединения воздушной линии с морским или речным кабелем независимо от числа проводов . . . . .	5
Для опор на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки в сети высокого напряжения . . . . .	10
То же в сети низкого напряжения у кабельных ящиков при числе входящих сигнальных проводов:	
до 10 . . . . .	20
» 20 . . . . .	10

При устройстве заземлений с малой величиной сопротивления целесообразно произвести предварительное измерение удельного сопротивления грунта. Для этого в грунт забивают стальную трубу длиной 1—3 м и измеряют величину сопротивления заземления.

Таблица 132

Величины сопротивлений заземлений в ом из одной стальной трубы

Характер грунта	Средние величины удельного сопротив- ления грунта в <i>ом·см</i>	Длина трубы в м					
		2			2,5		
		Диаметр трубы в см					
		2	2,5	3	2	2,5	3
Болото . . . . .	2·10 <sup>3</sup>	9,5	9,2	8,75	8	7,6	7,4
Чернозём . . . . .	5·10 <sup>3</sup>	24	23	21,8	20	19	18,5
Глина . . . . .	6·10 <sup>3</sup>	28,7	27,5	26,2	24	22,3	22,2
Суглинок . . . . .	8·10 <sup>3</sup>	38,3	36,6	35	32	30,2	29,7
Супесок . . . . .	30·10 <sup>3</sup>	143	137	131	120	114	111
Песок мокрый . . . . .	40·10 <sup>3</sup>	191	183	174	160	152	148
» средней влажности	44·10 <sup>3</sup>	210	202	192	176	167	163

После этого производят подсчёт величины удельного сопротивления грунта  $\rho$  по формуле

$$\rho = \frac{2\pi R_0 l}{1 \pi \frac{d}{d}}$$

где  $R_0$  — измеренное сопротивление заземления в ом;

$l$  — длина трубы в см;

$d$  — внешний диаметр трубы в см.

Тогда число труб, необходимое для устройства заземления, можно ориентировочно определять из формулы

$$n = \frac{R_0}{0,8R}$$

где  $n$  — число труб;

$R_0$  — сопротивление заземления из одной трубы в ом;

$R$  — требуемая величина сопротивления заземления в ом.

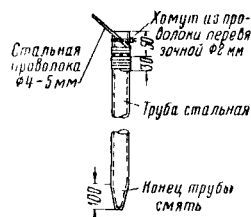
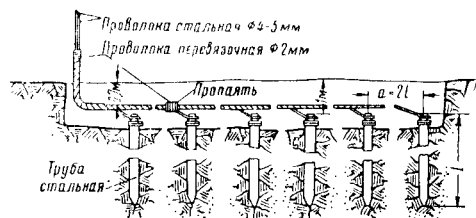
#### Устройство защитных заземлений для разрядников в кабельных киосках, ящиках и будках

Заземления устраивают при помощи стальных труб, к каждой из которых приваривают или припаивают стальную проволоку так, как указано на фиг. 177.

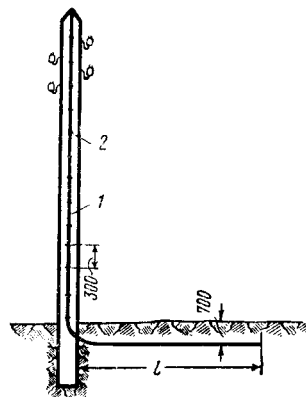
#### Устройство заземлений у опор на линиях связи

Линейные молниеотводы для защиты опор от расщепления их молнией устраивают на вводных, кабельных, разрезных, контрольных, угловых, переходных и мачтовых опорах, а также на тех промежуточных опорах, которые в процессе эксплуатации были повреждены молнией.

Конструктивные разновидности заземлений из стальной проволоки применительно к перечисленным типам опор изображены на фиг. 178 и 179. При пересечении линий связи с линиями электропередач напряжением 3 кВ и более на переходных опорах должны быть установлены молниеотводы с воздушным промежутком так, как это указано на фиг. 180.



Фиг. 177. Заземлитель из нескольких стальных труб


 Фиг. 178. Устройство молниеотвода на вводных, кабельных, контрольных, разрезных и переходных опорах: 1 — стальная проволока диаметром  $4 \pm 5$  мм; 2 — скоба из стальной проволоки диаметром 5 мм

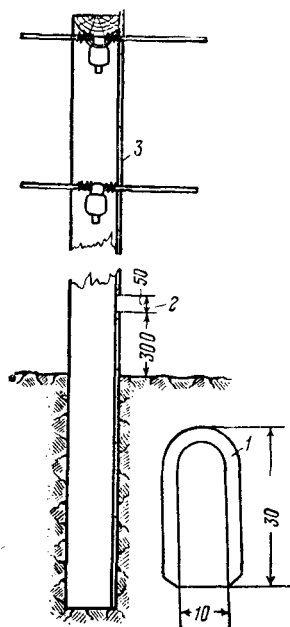

Фиг. 179. Устройство молниеотвода на опоре в рельсовых основаниях

Заземления для молниеотводов опор линий связи устраивают из стальной проволоки диаметром 4—5 мм, длину которой в зависимости от характера грунта берут из табл. 133.

Таблица 133

Длина проволоки для заземления молниеотводов

Характер грунта	На вводных, кабельных, контрольных, разрезных и переходных опорах в м	На опорах в пролёте пересечения с высоковольтными линиями в м
Болото . . . . .	1	2
Чернозём . . . . .	1	3
Глина . . . . .	1,5	4
Суглинок . . . . .	2	5
Супесок . . . . .	5	9
Песок мокрый . . . . .	6	15
» средней влажности . . . . .	7	25
Каменистый . . . . .	8	—



Фиг. 180. Устройство молниеотвода на переходных опорах при пересечении линии электропередач напряжением 3 кВ и более: 1 — скоба из стальной 4- или 5-мм проволоки; 2 — искровой промежуток; 3 — молниеотвод из стальной 4- или 5-мм проволоки

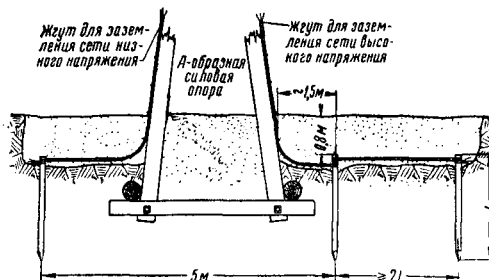
#### Устройство заземлений у опор на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки

Заземления на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки устраивают у силовых, оконечных, кабельных и разрезных опор, а также у опор с секционными разъединителями и статическими конденсаторами.

На опорах с высоковольтным оборудованием должны быть заземлены все доступные для прикосновения металлические части, которые нормально не находятся, но могут оказаться под напряжением вследствие повреждения изоляции, а именно: кожухи силовых трансформаторов, цоколи предохранителей, цоколи и приводы разъединителей, разрядники, корпуса кабельных муфт, броня и свинцовая оболочка высоковольтных кабелей, кожухи статических конденсаторов.

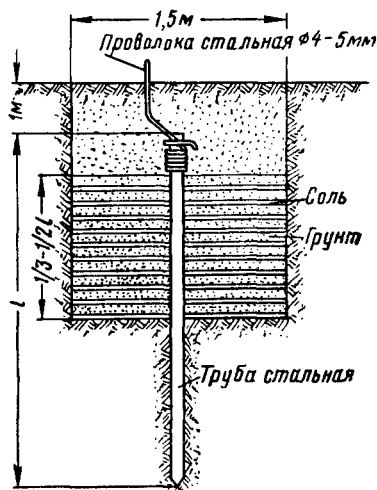
Заземлитель для высоковольтного оборудования должен состоять не менее чем из двух стальных труб, причём первую трубу

забивают на расстоянии 1,5 м от опоры. Трубы соединяют между собой жгутом заземляющей магистрали, который должен состоять не менее чем из двух свитых вместе стальных проволок диаметром 5 мм. Жгут укладывают на дно траншеи на одном уровне с верхними концами труб; присоединение жгута к заземлителям осуществляют посредством сварки.



Фиг. 181. Расположение заземлителей сети низкого и высокого напряжений у А-образной опоры (силовой) на высоковольтно-сигнальной линии

Уложенный от ближайшей к опоре трубы проволоочный жгут должен состоять из трёх свитых вместе стальных проволок диаметром 5 мм; жгут крепят к опоре через каждые 0,5 м стальными скобками.



Фиг. 182. Заземление с искусственной обработкой грунта солью

От каждого заземляемого элемента на опоре к жгуту подводят самостоятельное ответвление из стальной проволоки диаметром 5 мм; концы проволок надёжно приваривают или приболочивают к жгуту, а у заземляемых элементов зажимают под соответствующие клеммы.

В кабельном ящике, в который вводят сигнальные провода (сеть низкого напряжения), заземлению подлежат разрядники РА-350.

При условии соблюдения норм сопротивления (см. табл. 131) заземлитель в сети низ-

кого напряжения допускается делать из одной трубы. Заземляющую проводку осуществляют двумя стальными проволоками диаметром 5 мм, свитыми в общий жгут. На опорах, имеющих как сеть высокого, так и сеть низкого напряжения, заземления для каждой сети должны быть выполнены самостоятельно.

Заземлители обеих систем располагают на расстоянии не менее 5 м друг от друга, как указано на фиг. 181.

### Искусственная обработка грунта

При наличии грунтов с высоким удельным сопротивлением или низким уровнем грунто-

вых вод рекомендуется устраивать заземления с искусственной обработкой грунта поваренной солью (фиг. 182).

Количество слоёв соли должно быть не менее 10; расход соли для каждой трубы составляет 30—40 кг. Каждый слой соли и грунта поливают водой из расчёта 1—2 л на 1 кг соли.

Срок действия обработки грунта солью исчисляется 1—2 годами, после чего требуется повторная обработка.

Расстояние между заземлением с искусственной обработкой грунта и металлическими подземными сооружениями должно быть не менее 10 м.

## ПОСТРОЙКА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ И СЦБ

### Трасса и габариты

Для создания наиболее благоприятных условий при эксплуатационном обслуживании воздушных линий связи и СЦБ их трассу следует выбирать с таким расчётом, чтобы линии возможно лучше просматривались с движущегося поезда или дрезины.

С целью экономии кабелей, соединяющих высоковольтно-сигнальную линию автоблокировки с сигнальными устройствами, трассу этой линии следует прокладывать как можно ближе к полотну железной дороги при условии соблюдения требуемых габаритов и норм сближения с линиями связи. На участках со снежными заносами трассу линий связи и СЦБ следует прокладывать на той стороне полотна железной дороги, где подверженность заносам будет наименьшей; при этом трассу необходимо координировать со снегозащитными сооружениями.

Трасса линий связи и СЦБ должна иметь как можно меньше пересечений с другими линиями, а также с полотном железных и шоссейных дорог; следует также избегать параллельного пробега с линиями электропередачи высокого напряжения, трамвайными и троллейбусными контактными проводами и линиями связи.

Удаление воздушных линий связи от высоковольтных линий электропередач определяется «Правилами ограждения сооружений связи и сигнализации от вредного действия установок сильного тока», а удаление от полотна электрифицированных железных дорог — «Правилами защиты устройств проводной связи от мешающего действия контактной сети электрических железных дорог постоянного тока».

Т а б л и ц а 134

Расстояние  $a_1$  между высоковольтно-сигнальными линиями автоблокировки и телеграфными линиями

$l$ в км	100	150	200	300	400	500
$a_1$ в м	10,5	12	13,5	15,5	17	18

Расстояние между линиями связи и высоковольтно-сигнальными линиями автоблокировки с точки зрения мешающего влияния последних определяют по табл. 134 и 135.

Т а б л и ц а 135

Расстояние  $a_2$  между высоковольтно-сигнальными линиями автоблокировки и телефонными линиями

$n$	1	2	3	4	5	6	7
$a_2$ в м	8	8	8,5	9,5	11	11,5	12

Условные обозначения, принятые в табл. 134 и 135:

$a_1$  и  $a_2$  — минимальные расстояния между высоковольтно-сигнальной линией и линиями связи на всей длине сближения в м;

$l$  — длина телеграфной однопроводной цепи между двумя оконечными телеграфными аппаратами или длина участка между соседними телеграфными трансляциями на данном участке сближения в км;

$n$  — число усилительных участков в двухпроводной телефонной цепи низкой частоты, подверженной влиянию со стороны высоковольтно-сигнальной линии автоблокировки.

Для линий связи, имеющих как телеграфные, так и телефонные цепи, расстояние между этими линиями и высоковольтно-сигнальными линиями автоблокировки определяют по табл. 134 и 135, причём из двух полученных величин  $a_1$  и  $a_2$  берётся наибольшая.

При параллельном сближении с линиями связи и высоковольтно-сигнальными линиями автоблокировки других высоковольтных линий расстояние между осями опор не должно быть менее высоты наиболее высокой опоры.

На участках стеснённой трассы расстояние между крайними проводами двух высоковольтных линий не должно быть менее:

Для линий с напряжением в кВ	Расстояние в м
От 1 до 20 . . . . .	2,5
35 . . . . .	4,0
110 . . . . .	5,0
154 . . . . .	6,0
220 . . . . .	7,0

Расстояние между осями опор линий связи и прочих высоковольтных линий определяется, кроме того, расчётами влияния последних на цепи связи.

Прокладывать воздушные линии связи и СЦБ запрещается ближе чем на расстоянии 0,5 км от границ аэродромов. Если расстояние до границ аэродрома заключается в пределах от 0,5 км до 1 км для линий связи и до 4 км для высоковольтно-сигнальных линий, то прокладку трассы следует производить только после согласования её с теми ведомствами, в ведении которых находятся аэродромы.

Линии связи и СЦБ не должны мешать движению транспорта, в связи с чем опоры следует размещать за канавами (обочинами) дорог с учётом предполагаемого в будущем расширения полотна шоссе или железной дороги.

При выборе трассы линий необходимо учитывать также топографические условия местности, как-то: горы, овраги, реки, стараясь избегать появления удлинённых пролётов и резких изгибов проводов в вертикальной плоскости, а также излишнего количества угловых опор и поворотов линии с большими вылетами углов.

Следует избегать установки опор вблизи древесных насаждений, в особенности там, где имеется угроза разрушения линии от падения деревьев; без особой необходимости не следует пересекать сады, парки, спортивные и другие площадки.

При прохождении линий в лесных массивах ширина просек определяется в зависимости от высоты леса согласно данным табл. 136.

Таблица 136

## Ширина просеки (между кронами растительности)

Высота леса или насаждений	Ширина просеки в м	
	для линий связи	для высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки
Не выше 4 м . . . . .	$a + 4$	$a + 6$
Выше 4 м . . . . .	$a + 6$	$a + H$

В табл. 136 приняты следующие условные обозначения:

$a$  — расстояние между крайними проводами в м;

$H$  — наибольшая высота деревьев на границе просеки в м.

В случае прохождения линий по паркам, садам и заповедникам, по особой договорённости с соответствующими организациями, допускается меньшая ширина просек.

Прокладка просек через степные, водохранимые и защитные леса должна произво-

диться с наименьшим ущербом состоянию насаждений и с предотвращением утраты ими их защитных свойств. Необходимо избегать прокладки просек в насаждениях, расположенных узкими полосами вдоль линий связи и СЦБ, проводя последние вне таких насаждений.

При прокладке трассы линий по поймам рек и озёр необходимо располагать опоры в таких местах, где исключена возможность возникновения ледяных заторов, а в тех местах, где опоры могут подвергаться ударам льда при ледоходах, необходимо устраивать защитные приспособления.

Трассу высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки воспрещается прокладывать: над складами огнеопасных и взрывчатых веществ, над деревянными зданиями при любом материале кровли, над любыми зданиями, имеющими кровлю из сгораемых материалов, над цехами, выделяющими газы, разрушительно действующие на провода.

Таблица 137

## Габариты проводов и опор линий связи

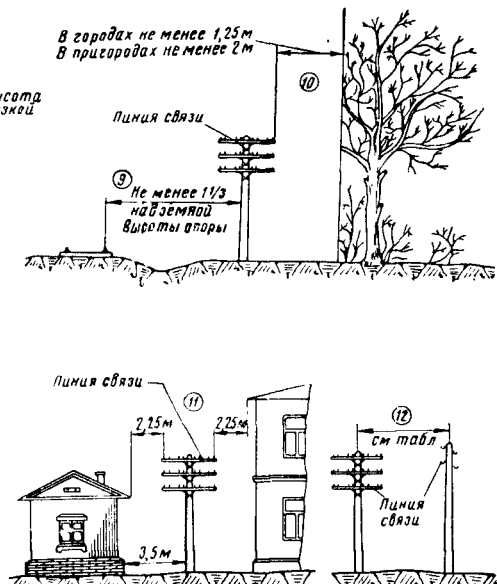
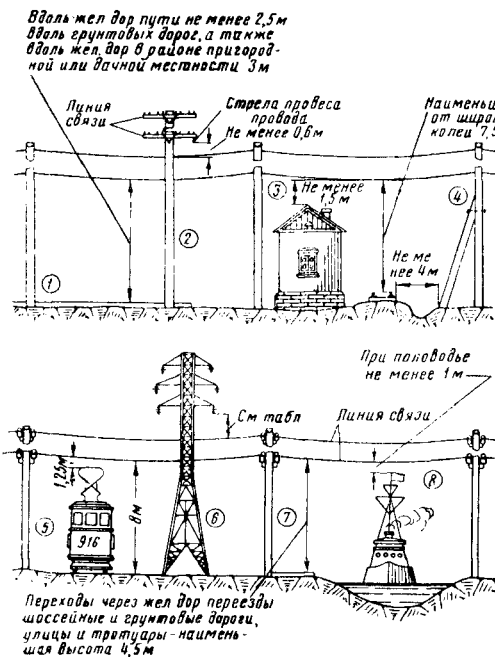
Характеристика габарита	Наименьшая величина габарита в м
Расстояние от земли до нижнего провода для линий, идущих вдоль железных дорог, вне пригородных и дачных местностей (фиг. 183, 1) . . . . .	2,5
То же для линий, идущих вдоль шоссе или грунтовых дорог, а также вдоль железных дорог в районе пригородных и дачных местностей (фиг. 183, 2) . . . . .	3,0
Расстояние между нижним проводом одной и верхним проводом другой линии связи при их пересечении при наименьшей и наивысшей температуре (фиг. 183, 2) . . . . .	0,6
Расстояние между наименьшей точкой нижнего провода линии связи и коньком крыши (фиг. 183, 3) . . . . .	1,5
Расстояние между нижним проводом линии связи и головкой рельса при переходе этой линии через железнодорожное полотно нормальной и узкой колеи (фиг. 183, 4) . . . . .	7,5
Расстояние между нижним проводом линии связи и тросом, несущим контактный провод электрифицированной железной дороги . . . . .	2,0
Расстояние от нижнего провода линии связи при пересечении с контактными проводами трамвая и троллейбуса: до головки рельса для трамвая и до поверхности дорожного полотна для троллейбуса (фиг. 183, 5) . . . . .	8,0
Расстояние по вертикали между пересекающимися проводами линий связи и линий сильного тока низкого напряжения: при пересечении в пролёте . . . . .	1,25
при пересечении на опоре . . . . .	0,6
Расстояние по вертикали между пересекающимися проводами линий связи и проводами линий сильного тока высокого напряжения (фиг. 183, 6): при напряжении на линиях сильного тока не более 1 кВ . . . . .	1,25
то же выше 1 кВ до 10 кВ . . . . .	2,0 (4,0)
» » 20, 35 и 110 кВ . . . . .	3,0 (5,0)
» » 154 и 220 кВ . . . . .	4,0 (6,0)

Продолжение табл. 137

Характеристика габарита	Наименьшая величина габарита в м
Расстояние от места пересечения проводов линии связи и линии сильного тока высокого напряжения до ближайшей опоры линии сильного тока . . . . .	7,0
Расстояние по горизонтали от опоры кабелированного пролёта линии связи до ближайшего провода сильного тока . .	10,0
Расстояние от земли до нижнего провода линии связи при переходах через железнодорожные проезды, шоссе, грунтовые, полевые (степные) дороги . .	5,5
Расстояние от земли до нижнего провода линии связи при переходах через улицы и тротуары, а также для линий, проходящих в черте населённых пунктов (фиг. 183, 7) . . . . .	4,5
Расстояние от наиболее высоких мачт судов, проходящих по данному водному пути во время наибольшего половодья, до нижнего провода линии связи при переходе её через реки и каналы (фиг. 183, 3) . . . . .	1,0
Расстояние от опор линии связи до головки ближайшего рельса при расположении линии вдоль железнодорожного полотна (фиг. 183, 9 и 184) . . . . .	$1\frac{1}{2}$ высоты надземной части опоры
Расстояние от ветвей деревьев до проводов линии связи (фиг. 183, 10):	
в городах . . . . .	1,25
в пригородных местностях . . . . .	2,0
Расстояние от строений до центра опор линии связи, проходящей мимо домов, будок, казарм и прочих сооружений (фиг. 183, 11) . . . . .	3,5

Продолжение табл. 137

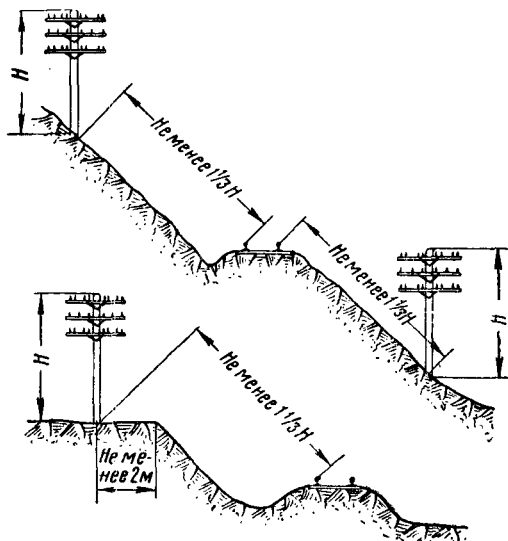
Характеристика габарита	Наименьшая величина габарита в м
Расстояние между осями опор линий связи, идущих параллельно друг другу (фиг. 183, 12):	
при наличии на линии только стальных цепей . . . . .	8,5
при наличии на одной или обеих линиях цепей из цветного металла, уплотнённых аппаратурой трёхканальной системы высокой частоты, а также при наличии на одной из них цепи из цветного металла, уплотнённой аппаратурой двенадцатиканальной системы высот частоты . . . . .	8,5
при наличии на обеих линиях цепей из цветного металла, уплотнённых аппаратурой двенадцатиканальной системы высокой частоты . . . . .	20
при наличии на обеих линиях цепей из цветного металла, уплотнённых аппаратурой двенадцатиканальной системы высокой частоты, работающей с разным направлением частот . . . .	800
<p>Примечание. Цифры без скобок представляют собой допускаемые минимальные габаритные расстояния при оборудовании опор, ограничивающих пролет пересечения, защитными промежутками с сопротивлением заземления не более 25 ом, в соответствии с руководящими указаниями по защите от перенапряжений установок переменного тока с напряжением до 220 кв. Цифры в скобках представляют собой такие габаритные расстояния, при которых не требуется применения мер защиты от грозных разрядов.</p>	



Фиг. 183. Габариты опор и проводов на линиях связи

Под проводами высоковольтно-сигнальных линий не разрешается складывать штабели дров и скирды, создавать склады угля и торфа и т. п.

Трассы линий связи и СЦБ железнодорожного транспорта должны быть нанесены на



Фиг. 184. Габариты опор, устанавливаемых в выемках и на насыпи

чертеж, на котором показывается их расположение относительно полотна железной дороги и воздушных линий других ведомств.

При постройке линий связи и СЦБ необходимо руководствоваться габаритными величинами, приведёнными в табл. 137 и 138.

Таблица 138

Габариты проводов и опор высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки

Характеристика габарита	Наименьшая величина габарита в м
Расстояние от земли до наинизшей точки нижнего провода для линий, идущих вдоль полотна железной дороги, в населённых местах, вне пригородных и дачных местностей (на перегоне): » высоковольтных проводов . . . . . » сигнальных проводов . . . . .	5,0 2,5
Расстояние от земли до наинизшей точки нижнего провода для линий, идущих в районе населённых пунктов, железнодорожных станций, пригородных и дачных местностей, а также по территории промышленных предприятий: » высоковольтных проводов . . . . . » сигнальных проводов . . . . .	6,0 3,0
Расстояние в точках подвеса между нижним высоковольтным проводом и верхним сигнальным проводом, размещёнными на одних опорах . . . . .	2,0
Расстояние между наинизшей точкой нижнего провода линии автоблокировки и головкой рельса при переходе линии через полотно железных дорог с паровой тягой . . . . .	7,5

Продолжение табл. 138

Характеристика габарита	Наименьшая величина габарита в м
Расстояние от нижнего высоковольтного провода линии автоблокировки (без сигнальных проводов) до полотна дороги при пересечении авто-гужевых дорог . . . . .	7,0
Расстояние от земли до наинизшей точки нижнего сигнального провода линии автоблокировки при переходах её через железнодорожные переезды, авто-гужевые дороги всех классов и авто-страды . . . . .	5,5
Расстояние между нижним проводом линии автоблокировки и несущим тросом электрифицированной железной дороги при их пересечении . . . . .	2,0
Расстояние между нижним проводом линии автоблокировки и контактным трамвайным или троллейбусным проводом при их пересечении: » для сигнальных проводов . . . . . » высоковольтных проводов . . . . .	1,25 2,0
Расстояние от наиболее высоких мачт судов, проходящих по данному водному пути во время наибольшего половодья, до наинизшей точки нижнего провода линии автоблокировки при переходе её через реки и каналы: » для линии с одними высоковольтными проводами . . . . . » для линии с сигнальными проводами . . . . .	1,5 1,0
Расстояние провода до любой части строений и зданий (крыш, желобов, слуховых окон, труб и пр.) при их пересечении: » для линии с одними высоковольтными проводами . . . . . » для линии с сигнальными проводами . . . . .	3,0 1,5
Расстояние от любой части трубопровода до проводов линий автоблокировки при их пересечении: » при прохождении линии над трубопроводом . . . . . » при прохождении линии под трубопроводом . . . . .	3,0 3,0
Расстояние между нижним проводом линии автоблокировки и верхним проводом линии связи при их пересечении: » для линии с одними высоковольтными проводами . . . . . » для линии с сигнальными проводами . . . . .	2,0 0,6
Расстояние между проводами линии автоблокировки и высоковольтными проводами другой линии при их пересечении при напряжении на проводах пересекающей линии: » 10 кв и ниже . . . . . » 20, 35 и 110 кв . . . . . » 154 и 220 кв . . . . .	2,0 (4,0)* 3,0 (5,0)* 4,0 (6,0)*
Расстояние от ветвей деревьев в парках, садах, заповедниках, а также вблизи снегозащитных и водоохраных насаждений и т. п. до проводов автоблокировки . . . . .	2,0
Сближение по горизонтали крайнего провода линии автоблокировки до строения (независимо от высоты строения) . . . . .	3,0
Расстояние между ближайшим к канатной дороге высоковольтным проводом при максимально возможном отклонении его под действием ветра и любым элементом канатной дороги . . . . .	4,0

\* См. примечание к табл. 137.

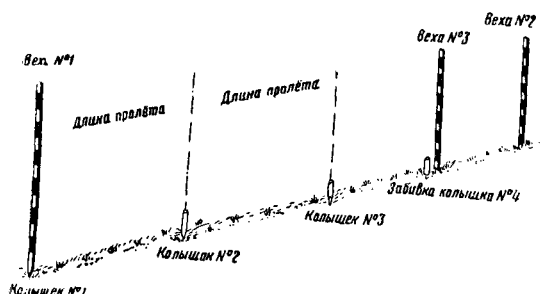


В тех случаях, когда не представляется возможным выдержать все требуемые габариты опор и проводов, а также нормы сближения с прочими линиями или при наличии других местных условий, препятствующих постройке воздушной линии, следует осуществлять перевод воздушных проводов в кабель. Число кабельных вставок и их длина при этом должны быть минимальными.

### Разбивка и нивелировка линий

Разбивку производят от начала линии до первого поворота и далее участками между точками изменения направления линии.

В пределах каждого прямолинейного участка разбивку ведут с помощью вех, как показано на фиг. 185 и 186.



Фиг. 185. Разбивка линии на прямых участках

Величина угла поворота линии определяется вылетом угла, т. е. расстоянием от вершины угла до прямой линии, соединяющей две опоры, смежные с угловой (фиг. 187). Вылеты углов при длинах пролётов 50 м называют нормальными.

При определении места установки угловой опоры не допускают поворота линии с нормальным вылетом угла более 15 м, что соответствует углу поворота в  $145^\circ$ .

Если по местным условиям вылет угла всё же получается более 15 м, то разбивают угол на два угла.

При длинах пролётов, отличных от 50 м, величины вылета углов, соответствующих нормальным, берут по табл. 139.

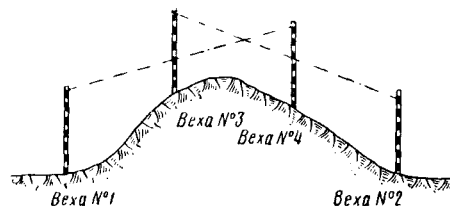
На линиях типов О и Н при вылете угла до 10 м включительно, а на линиях типов У и ОУ при вылете до 7,5 м включительно длины пролётов, смежных с угловой опорой, берут нормальными (соответствующими данному типу линии); при больших вылетах

углов длины смежных пролётов берут равными половине нормальных.

Опоры, смежные с угловой, укрепляют подпорами при вылетах углов более 10 м и при числе подвешенных проводов:

На линиях типа О . . . . . 32 и более  
 » » » Н . . . . . 24 » »  
 » » типов У и ОУ . . . . 12 » »

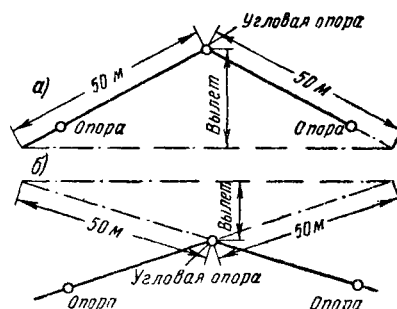
Если при разбивке линии от поворота до поворота последний пролёт отличается от нормального на  $\pm 10\%$ , то с этим можно не считаться; в противном случае необходимо переместить угловую опору так, как это позволяют условия местности. В крайнем случае следует произвести переразбивку ли-



Фиг. 186. Разбивка линии напересечённой местности

нии в обратном направлении для разгонки полученной разницы на 4—5 пролётов.

Вылет угла можно определять при помощи измерителя вылетов (фиг. 188) конструкции П. А. Фролова.



Фиг. 187. Схема определения вылета углов

Работа с измерителем вылетов состоит в том, что короткую рейку на высоте 1,5 м от земли вдавливают в вежу: с внутренней стороны, если опора укреплена подпорой, и с внешней, если опора укреплена оттяжкой.

Затем рейку № 1 визируют в направлении линии ОА (фиг. 189) и закрепляют барашком, а рейку № 2 визируют в направлении линии ОВ.

После этого по указателю рейки № 3 определяют величину вылета угла в метрах и величину угла в градусах.

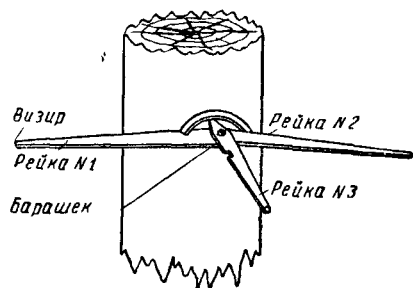
Изменение уклона линии на пересечённой местности определяется уклоном проводов

Таблица 139

Вылеты углов

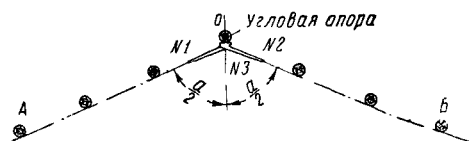
Нормальный вылет угла в м при длине пролёта, равной 50 м	Приведённые к нормальным вылеты углов в м при длинах пролётов		
	60 м	40 м	35 м
3	3,6	2,4	2,1
5	6,0	4,0	3,5
7,5	9,0	6,0	5,25
10	12,0	8,0	7,0
15	18,0	12,0	10,5

в вертикальной плоскости «вниз», когда промежуточная опора находится выше, и «вверх», когда эта опора находится ниже двух смежных опор.



Фиг. 188. Общий вид измерителя вылета углов

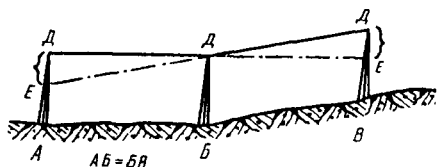
Допустимое изменение уклона зависит от типа линии и способа крепления проводов на той опоре, где происходит это изменение.



Фиг. 189. Способ измерения вылета угла измерителем вылета углов

В этих случаях различают конструктивные способы крепления проводов:

- 1) нормальный — одинарная траверса, один штырь, нормальная промежуточная вязка;
- 2) усиленный — двойные траверсы, два штыря;
- 3) особо усиленный — двойные траверсы, специальные накладки (фиг. 23), оконечные вязки.



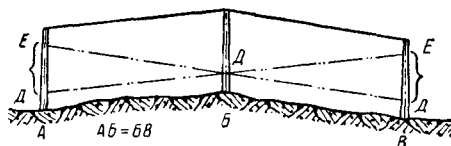
Фиг. 190. Определение величины уклона линии при тяге проводов вверх

Для случая тяги проводов вверх (фиг. 190) величину уклона линии на опоре  $B$  определяют визированием через вершины (точки  $D$ ) опор  $A$  и  $B$  или  $B$  и  $B$  и измерением расстояния  $DE$  на опоре  $A$  или  $B$ , которое и является величиной изменения уклона на опоре  $B$  при условии, что  $AB = BB$ .

Если опоры ещё не установлены, то величину уклона определяют при помощи шестов, точки  $D$  которых должны быть на одинаковой высоте от поверхности земли.

Для случая тяги проводов вниз (фиг. 191) величина уклона на опоре  $B$  может быть опре-

делена путём отметки на опорах  $A$ ,  $B$  и  $B$  точек  $D$  на одинаковом расстоянии от земли с последующим визированием от опоры  $A$  или  $B$  через точку  $D$  на опору  $B$  и измерением расстояния  $DE$ , которое и является величиной уклона линии на опоре  $B$ .

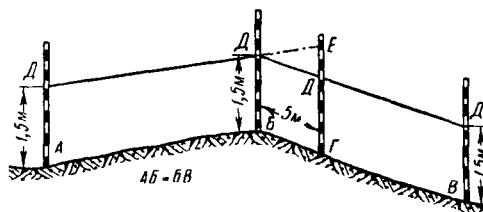


Фиг. 191. Определение величины уклона линии при тяге проводов вниз

В случае резкого уклона линии применяют четыре вехи (фиг. 192), причём на трёх из них в точках  $A$ ,  $B$  и  $B$  делают отметки  $D$  примерно на расстоянии 1,5 м от земли.

На расстоянии 5 м от вехи  $B$  по направлению к вехе  $B$  ставят четвёртую веху  $\Gamma$  (все четыре вехи в одной вертикальной плоскости).

Визируя через точки  $D$  на вехах  $A$  и  $B$ , находят точку  $E$  на вехе  $\Gamma$ , а через точки  $D$  на вехах  $B$  и  $B$  находят точку  $D$  на вехе  $\Gamma$ .



Фиг. 192. Определение величины уклона линии при резком снижении её

Расстояние  $DE$  на вехе  $\Gamma$  и будет величиной уклона линии.

Допустимая величина уклона линии при различных длинах пролётов для случаев измерения в соответствии с фиг. 190 и 191 приведена в табл. 140; при этом допустимую величину уклона линии  $DE$  следует выбирать по более длинному пролёту.

Таблица 140

Допустимая величина уклона линии

Способ крепления проводов	Допустимая величина уклона $DE$ в м	
	при тяге вверх	при тяге вниз
Нормальный . . . .	$\frac{1}{30} l$	$\frac{1}{15} l$
Усиленный . . . . .	$\frac{1}{10} l$	$\frac{2}{10} l$
Особо усиленный . .	$\frac{3}{10} l$	$\frac{3}{10} l$

Примечание.  $l$  — длина пролёта.

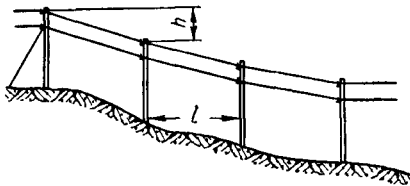
Для случаев с резким уклоном, определяемым в соответствии с фиг. 192, допустимую величину уклона находят по табл. 141.

Таблица 141

Допустимая величина уклона линии при резком уклоне

Способ крепления проводов	Допустимая величина уклона $DE$ в м	
	$BГ = 5 \text{ м}$	$BГ = x \text{ м}$
Нормальный . . . . .	0,34	$\frac{1}{10}x$
Усиленный . . . . .	1,0	$\frac{2}{10}x$
Особо усиленный . . . . .	1,5	$\frac{3}{10}x$

На крутых подъёмах, когда разница высот  $h$  закрепления проводов на смежных опорах составляет  $0,2l$  ( $l$  — длина пролёта) и более, на линиях, несущих 16 проводов и более, опоры укрепляют продольными оттяжками в сторону вершины уклона или подпорами с обратной стороны. При числе опор на уклоне до пяти укреплению подлежит одна опора на вершине уклона (фиг. 193), а при числе опор

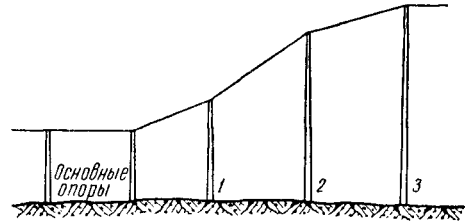


Фиг. 193. Укрепление опоры на вершине уклона (при числе опор на уклоне не более пяти)

на уклоне более пяти укрепляется каждая пятая опора и, кроме того, две опоры на вершине.

При переходе линии с опор нормальной высоты на более высокие опоры (на пересечениях, на удлинённых пролётах) следует применять так называемый ломаный уклон (фиг. 194), который изменяется у каждой опоры.

Высоту опор на ломаных уклонах определяют по табл. 142.

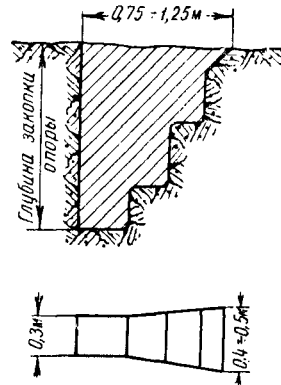


Фиг. 194. Переход линии с нормальных опор на более высокие

### Рытьё ям для установки опор

По своей форме ямы должны быть удобны для установки опор (в особенности сложных), а объём вырытой земли должен быть минимальным.

Глубину ям в зависимости от типа линии, категории грунта (см. ТСЖ, т. 5, стр. 555) и типа опор берут по табл. 97—105.



Фиг. 195. Форма ямы для промежуточных опор

Ямы для одинарных опор, вырытые буровой машиной, ручным буром или ковшом-лопатой, имеют цилиндрическую форму, а при выкапывании ручным способом обычной штыковой лопатой — форму, приведённую на фиг. 195.

Ямы для одинарных промежуточных опор, вырытые штыковой лопатой, располагают так, чтобы их продольные оси совпа-

Таблица 142

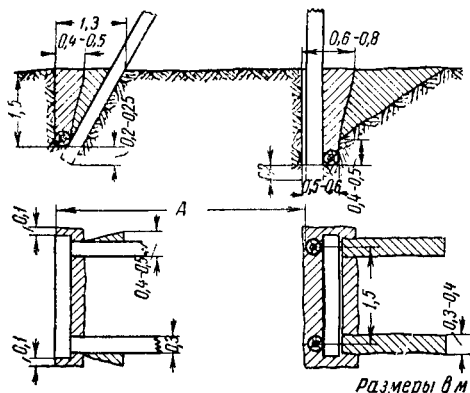
### Высота опор на ломаном уклоне

Длина переход- ных опор в м	Д л и н а   о п о р   в   м														
	основ-  ных	промежуточных				основ-  ных	промежуточных				основ-  ных	промежуточных			
		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
11	6,5	8,5	11	—	—	7,5	8,5	11	—	—	8,5	11	—	—	—
13	6,5	8,5	10	13	—	7,5	9,5	11	13	—	8,5	10	13	—	—
15	6,5	8,5	11	15	—	7,5	9,5	11	15	—	8,5	10	13	15	—
17	6,5	8,5	10	13	17	7,5	9,5	11	15	17	8,5	11	13	17	—
19	6,5	8,5	11	15	19	7,5	9,5	11	15	19	8,5	11	13	15	19

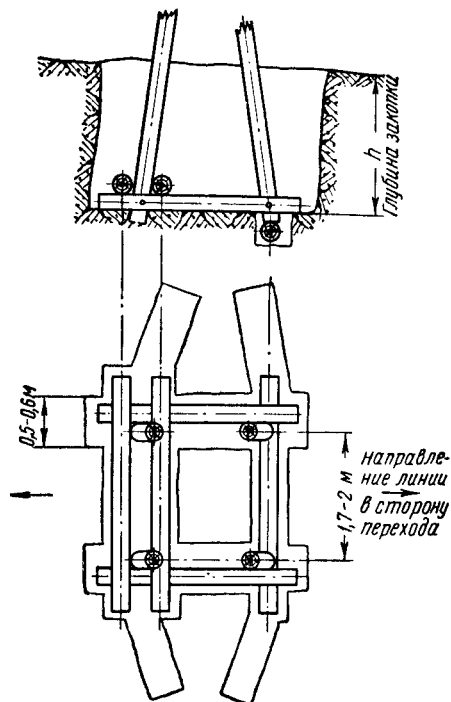
дали с направлением линии, а отвесные стенки ям были направлены в разные стороны.

Для одинарных опор, смежных с угловыми и оконечными, ямы роют так, чтобы широкие части их были обращены в сторону угловых или оконечных опор.

Ямы для угловых опор с подпорами и оттяжками роют так, чтобы отвесная часть ямы была направлена в сторону тяжения проводов.



Пропитка столбов под давлением с применением масляных антисептиков находит наиболее широкое применение. Столбы должны быть перед загрузкой очищены от коры и луба и иметь влажность не более 20%. Подробно об этом способе см. ТСЖ, т. 5, раздел «Шпалопропиточные заводы».



Фиг. 200. Форма ямы для АП-образной опоры

По способу горяче-холодных ванн пропитывают только сосновую и кедровую древесину, влажность которой не превышает 30%; в качестве антисептика применяют креозотовое или антраценовое масло.

Траверы пропитывают этим способом по всей длине, а столбы и приставки — только в комлевой части на глубину закопки плюс 0,3 м.

Пропитку производят в двух или в одной ванне.

Во избежание всплывания траверс их закрепляют сверху прижимными брусками.

Уровень антисептика должен быть на 10 см выше верхнего ряда траверс или подлежащей пропитке комлевой части столбов.

Температура антисептика в горячей ванне должна быть  $90 \div 105^\circ \text{C}$ , а в холодной  $40 \div 50^\circ \text{C}$ ; при контроле температуры ртутный шарик термометра помещают в ванне на 15 см ниже уровня антисептика.

Опоры и приставки выдерживают в горячей ванне не менее 4 час., а траверы — не менее 2 час.; в холодной ванне древесину выдерживают не менее 2 час.

При пропитке в одной ванне с последующим охлаждением антисептика в ней же, в течение первых 2—3 час., поддерживают температуру  $90 \div 105^\circ \text{C}$ , затем подогрев прекращают, а древесину оставляют в ванне до

следующего дня; вся операция в этом случае длится  $16 \div 20$  час.

После слива антисептика древесину держат в ванне ещё  $20 \div 30$  мин., а затем укладывают в штабель.

Пропитку водными антисептиками производят таким же порядком; отличие состоит лишь в температурных режимах; для горячей ванны поддерживают  $90 \div 95^\circ \text{C}$ , а для холодной  $15 \div 30^\circ \text{C}$ .

Растворы водных антисептиков должны иметь крепость: для фтористого натрия 3% и для хлористого цинка 4%.

Комель опоры или приставки, пропитанный водным антисептиком, обмазывают битумом (раствор битума в керосине, сольвент-нафте, полихлорид-бензоле) или смолой на глубину закопки плюс 0,3 м.

Расход антисептика на  $1 \text{ м}^3$  древесины составляет: креозотового или антраценового масла 90 кг, фтористого натрия 4 кг, хлористого цинка 5 кг.

Бандажный способ пропитки применяют для защиты наиболее подверженной гниению комлевой части опоры. Этим способом пропитывают опоры и приставки всех пород, кроме дуба, лиственницы и арчи, причём влажность поверхностного слоя древесины в зоне наложения бандажа должна быть не менее 50%.

Опоры защищают антисептической пастой с последующим нанесением на неё гидроизоляции.

На комель опоры накладывают один или два бандажа (последнее делается в тех районах, где происходит гниение комля на всю глубину закопки). При наложении двух бандажей антисептиком защищают и торец опоры.

В качестве антисептика применяют уралит, триолит, фтористый натрий или плав фтористого натрия. Основой для гидроизоляции служат бумага, толь или руберойд. Состав пасты приведён в табл. 144.

Размеры бандажа и расход антисептика приведены в табл. 145.

Таблица 144

Состав антисептической пасты

Наименование составляющих	Содержание в %
Уралит, триолит, фтористый натрий . . . . .	50
Нефтебитум марки 3 или 4 . . . . .	16
Керосин или другой растворитель . . . . .	16
Вода . . . . .	18

Расход антисептика на торцевую подкладку  $20 \div 25$  г.

В качестве клеящих веществ при изготовлении пасты применяют нефтебитум, растворённый в керосине, зелёном масле, сольвент-нафте и т. п., а также жирную глину с добавкой блаклака или других связующих.

Гидроизоляционный состав для бандажей изготовляют из битума (60% по весу) и его растворителя (40%).

**Т а б л и ц а 145**  
**Размеры бандажей и расход антисептика**

Размеры бандаж в см		Расход антисептика в г		
по высоте опоры	по длине окружности опоры	уралит или триолит	фтористый натрий	плав фтористого натрия
60	До 50	150	180	450
60	65	200	240	600
60	80	250	300	750
60	100	300	360	900

Паста, изготовленная из уралита, триолита и фтористого натрия, может быть нанесена на защищаемую часть столба обмазыванием кистью. Пасту, изготовленную из плава фтористого натрия, трудно наносить непосредственно на столб (из-за большого объема пасты), поэтому её наносят на гидроизоляционный материал, которым затем и обёртывают столб.

Наложенные на опору бандажи (бандаж) плотно обжимают и прибивают толевыми гвоздями, а края притягивают стальной проволокой диаметром 1—1,5 мм. Торцевую подкладку также прибивают толевыми гвоздями.

Бандажи должны быть расположены на комле опоры так, чтобы край верхнего выступал над поверхностью земли на 10 см; между бандажами оставляют свободное расстояние 10 см (фиг. 201).

В болотистых местах, где опоры гниют только над поверхностью земли, накладывают один бандаж, располагая его в надземной части опоры так, чтобы нижний край бандаж находился над поверхностью земли на 0,1 м.

Пропитку опор по способу битумной суперобмазки производят, нанося пасту на комлевую часть опоры на расстоянии 1,2 м, с таким расчётом, чтобы после установки опоры в грунт обмазка выступала над поверхностью земли на 10 см. Торцы опоры также подлежат обмазыванию.

Для суперобмазки применяют битумные или глиняные пасты; в качестве гидроизоляции применяют раствор битума или расплавленный битум.

Примерные данные по расходу пасты из фтористого натрия приведены в табл. 146.

**Т а б л и ц а 146**

**Расход пасты из фтористого натрия для обмазки одного столба**

Диаметр комля столба на уровне заковки в см	Состав пасты			Примерный объём пасты в см³
	фтористого натрия в г	битума в г	растворителя в см³	
До 22	450	150	150	500
23—27	600	200	200	700
Более 27	750	250	250	800

Уралита или триолита берётся на 20% меньше, чем фтористого натрия; соответственно этому уменьшают количество битума и растворителя.

Для гидроизоляции на одну опору расходуется: раствора битума 800 г, расплавленного битума 1 кг.

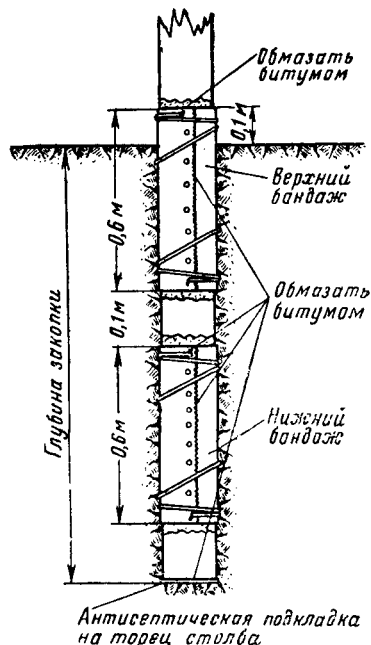
Для нанесения суперобмазки на опору последнюю накатывают на подкладки толщиной около 10 см так, чтобы обрабатываемая часть опоры не соприкасалась с ними и с грунтом.

Границы обмазки отмечают по шаблону.

Пасту наносят при помощи кисти.

Последующее нанесение гидроизоляционного слоя производят после затвердевания пасты, т. е. примерно через 8—12 час.

Если необходимо наносить гидроизоляцию, не ожидая затвердевания пасты, то это можно допустить при условии плотного обёртывания обработанной пастой части опоры бумагой (обёрточной) и её укрепления шпагатом. На бумагу немедленно наносят слой гидроизоляции.



**Фиг. 201. Опора с двумя бандажами**

Вершину опоры и её торцы также покрывают пастой и гидроизоляционным составом.

После нанесения гидроизоляции поверхность опоры присыпают сухим песком.

Обработанные таким способом опоры укладывают в штабели и выдерживают около двух месяцев с тем, чтобы антисептик проник в древесину на требуемую глубину; в течение срока выдержки обработанные комли и вершины следует предохранять от нагревания солнцем и высыхания, прикрывая их горбылём, опилками или листвою.

При перевозке опор к местам их установки следует соблюдать осторожность, не допуская повреждений обработанных частей.

Защиту от гниения вершин опор, врубков, затёсов и отверстий для болтов и штырей осуществляют двукратным обмазыванием указанных мест креозотовым или антраценовым маслом или смолами (каменноугольной, фенольной, газогенераторной, древесной или пековой).

В тех районах, где вершины опор подвержены особенно интенсивному загниванию, их защищают бандажным способом, вырезая бандаж по размерам вершины. Бандаж прокладывают примерно в десяти местах и, наложив на вершину, прибивают толевыми гвоздями.

При наличии небольшого количества опор, подлежащих пропитке и имеющих влажность не более 30%, можно осуществлять их антисептирование по способу вымачивания в растворе водорастворимых антисептиков.

Крепость растворов должна быть: для фтористого натрия 3%, для хлористого цинка 4%.

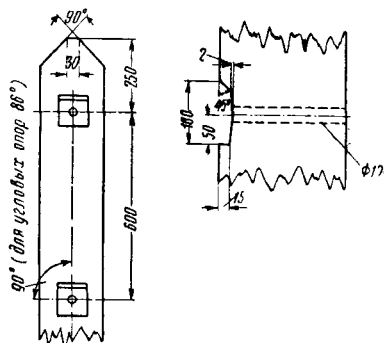
Выдержка древесины в растворе должна продолжаться до поглощения ею требуемой нормы антисептика.

### Оснастка опор

Подготовленные к установке столбы должны быть очищены от остатков коры и луба.

Перед установкой опор производят их оснастку; работы по оснастке состоят в затёске вершин, разметке и сверлении отверстий для крюков и траверсных болтов, устройстве врубков под траверсы и верхушечные штыри, ввёртывании крюков, пришивке траверс и их монтаже, установке кронштейнов и накладок в местах скрещивания цепей.

а) **Оснастка опор на линиях связи.** Вершины опор затёсывают на два ската (фиг. 202 и 203) с таким расчётом, чтобы гребни были направлены вдоль линий.

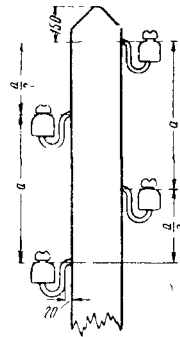


Фиг. 202. Затёска вершины столба и врубки для траверс

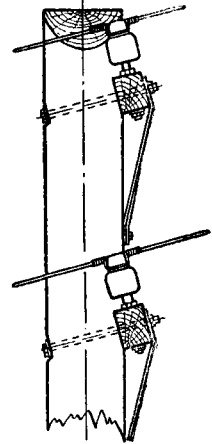
Опоры, имеющие одностороннюю кривизну, затёсывают так, чтобы кривизна была направлена вдоль линии.

На линиях с крюками последние располагают в шахматном порядке, при этом для линий типов О и Н величина шахмата  $a = 400$  мм, а для линий типов У и ОУ  $a = 600$  мм.

Глубина отверстия для ввёртывания крюка должна быть на 10 мм меньше длины нарезки крюка; после ввёртывания крюка расстояние между крюком и опорой должно быть равно 20 мм. На угловых опорах, а также на всех опорах линий типов У и ОУ, крюки ввёртывают вплотную к опоре. При необходимости установки на угловых опорах для каждого провода по два крюка их располагают радиально на расстоянии 100 мм друг от друга.



Фиг. 203. Затёска вершины и расположение крюков на опоре

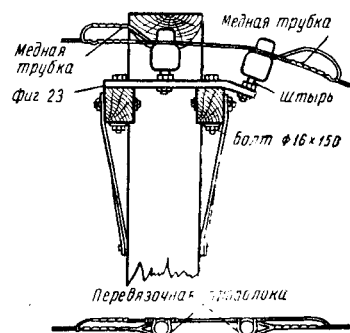


Фиг. 204. Расположение траверс на опоре на уклонах в  $20^\circ$  и более

Врубки под траверсы обмазывают креозотовым маслом.

Установленные траверсы должны быть параллельны между собой и перпендикулярны к оси опор.

На уклонах в  $20^\circ$  и более отверстие для болта и врубки делают под углом к оси опоры равным углу подъёма линии (фиг. 204).



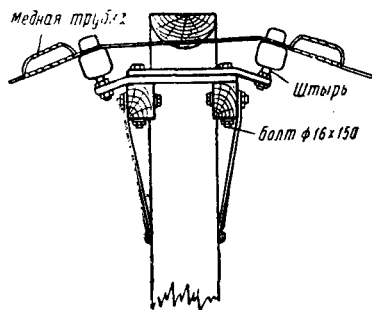
Фиг. 205. Особо усиленная конструкция крепления провода при односторонней тяге вниз

На участках линии с резкими уклонами крепление проводов на опорах следует осуществлять тремя способами: нормальным, усиленным и особо усиленным. Применение того или иного способа зависит от величины уклона линии (см. табл. 141). Нормальный способ ничем не отличается от способа крепления проводов на одинарных промежуточных опорах. Усиленный способ состоит в при-

менении двойных траверс, укрепляемых четырьмя подкосами.

Особо усиленный способ отличается от усиленного тем, что, кроме двойных траверс, применяют ещё специальные накладки (см. фиг. 23).

При односторонней тяге проводов вниз накладку устанавливают так, как это показано на фиг. 205. При односторонней

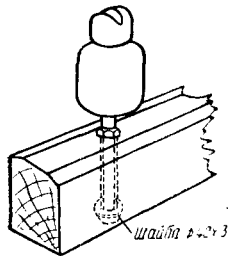


Фиг. 206. Особо усиленная конструкция крепления провода при двусторонней тяге вниз

тяге вверх специальную накладку поворачивают обратной стороной. При двусторонней тяге проводов вниз устанавливают две накладки (фиг. 206).

При двусторонней тяге вверх накладки крепят так, чтобы концы их были направлены вверх.

Крепление штырей в траверсах на промежуточных и полуанкерных опорах, а также на угловых опорах с нормальным вылетом до 5 м производят в соответствии с фиг. 207. На угловых опорах при вылетах более указанного, а также на опорах, оборудуемых двойными траверсами (кроме полуанкерных), и на опорах удлиненных пролётов, превышающих нормальные пролёты от 20 до 50%, штыри крепят, подкладывая по обеим сторонам траверсы по одной квадратной шайбе.



Фиг. 207. Крепление штыря на промежуточной опоре

ного, и на контрольных опорах устанавливают одинарные траверсы с четырьмя подкосами.

Двойные траверсы (фиг. 209) устанавливают в следующих случаях:

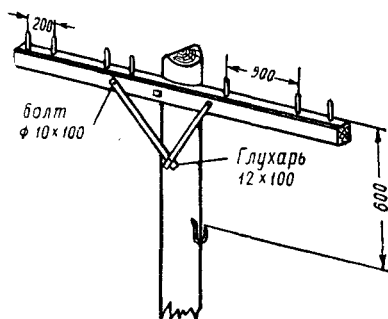
- 1) на угловых опорах при нормальном вылете в 7,5 м и более;
- 2) на вводных опорах и смежных с вводными;

3) на опорах удлиненных пролётов, превышающих нормальные пролёты более чем на 50%;

4) на переходных опорах при пересечении электрифицированных железных дорог, железных дорог с паровой тягой, шоссе и автострад;

5) на кабельных и других специальных опорах.

На городских участках, где из-за наличия узких тротуаров нельзя соблюсти габарит

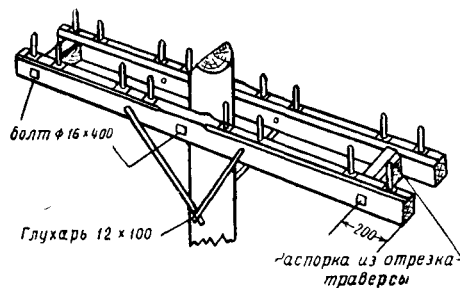


Фиг. 208. Крепление деревянных траверс на промежуточной опоре

между зданиями и траверсами, следует применять неравноплечие траверсы.

б) **Оснастка и монтаж опор на высоковольтно-сигнальных линиях.** Оснастка верхней части силовых А-образных опор на один линейный трансформатор изображена на фиг. 210.

Оснастка и оборудование разрезных опор отличаются от оснастки обычных промежуточных опор наличием кабельного ящика и



Фиг. 209. Крепление двойной траверсы на одинарной опоре

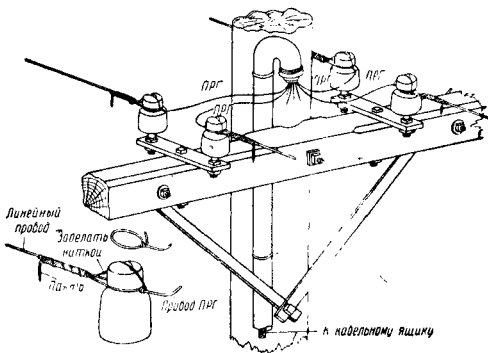
накладок на сигнальной траверсе для разреза сигнальных проводов. Устанавливать разрезные опоры на углах не разрешается.

Сигнальные провода, подлежащие разрезу, разделяются так, как показано на фиг. 211.

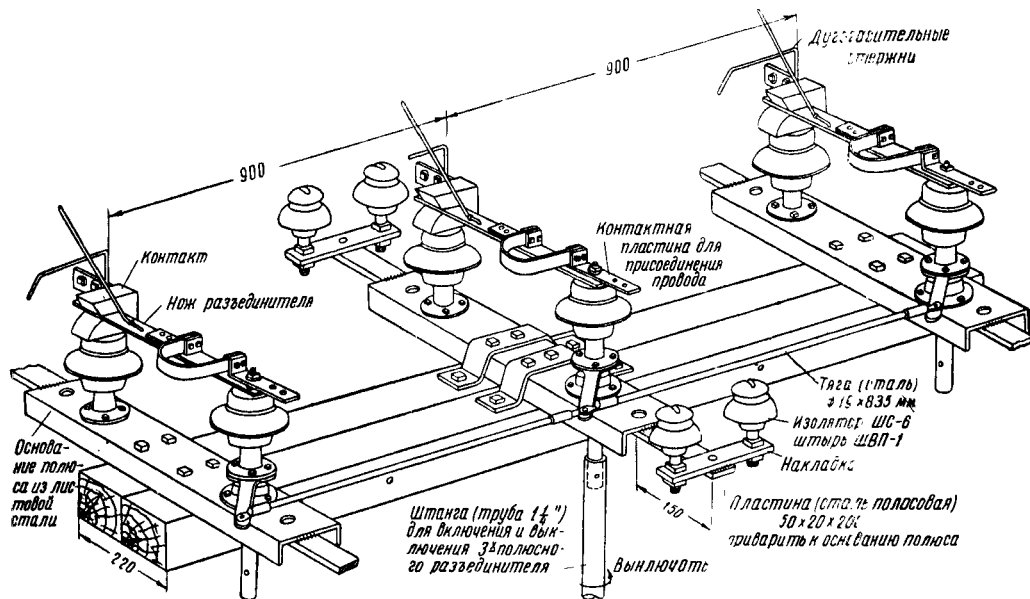
Часть сигнальных проводов, проходящих на прямую, монтируют не на накладках, а на штырях ШТ-2Д.

Трёхполюсный секционный разъединитель типа РЗН-Г<sub>2</sub>-10/600 укрепляют на вершине одинарной опоры на двух брусках (фиг. 212); основание каждой фазы крепят к брускам четырьмя болтами.



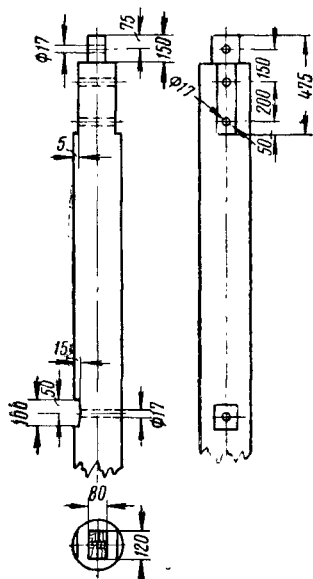


Фиг. 210. Оснастка верхней части А-образной силовой опоры с высоковольтным оборудованием на один трансформатор типа ОМ

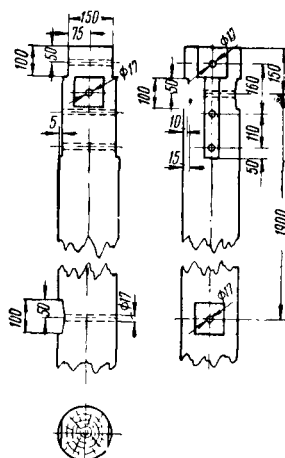


Фиг. 212. Общий вид трёхполюсного разъединителя типа РЗН-Г-10/600, смонтированного на одинарной промежуточной опоре

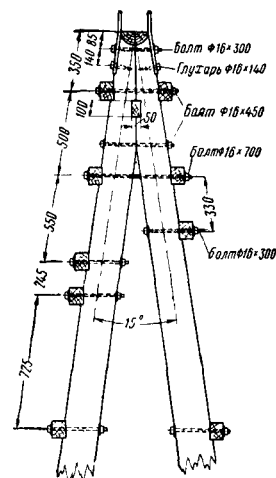
Для установки брусков вершину опоры затёсывают, как показано на фиг. 213; в середине брусков по размерам шипа вырезают отверстие. Оба бруса прошивают насквозь болтом вместе со связывающими скобами;



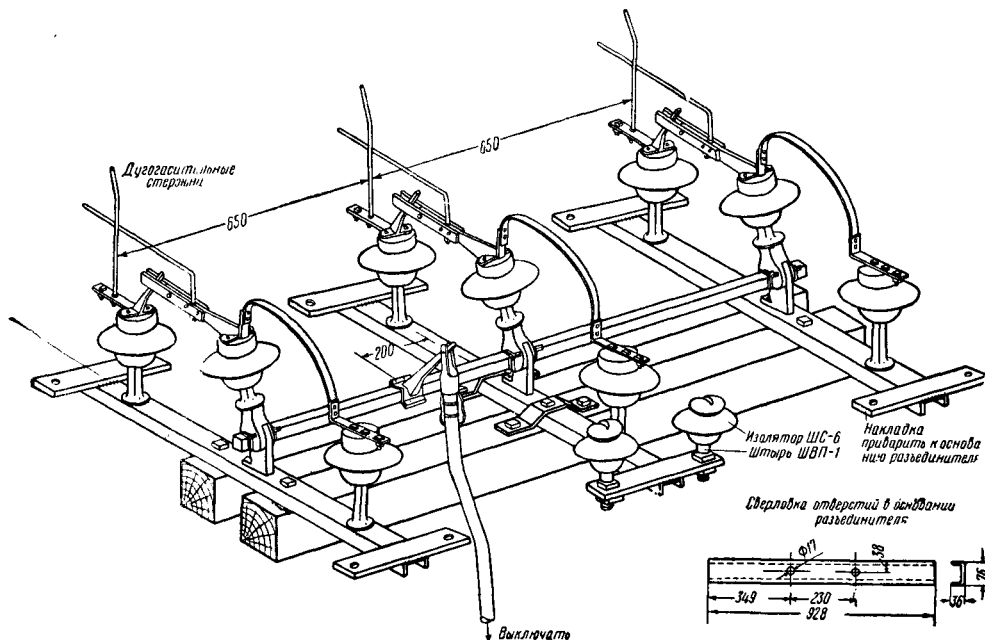
Фиг. 213. Затёска вершины опоры для установки разъединителя типа РЗН-Г<sub>1</sub>-10/600



Фиг. 214. Затёска вершины опоры для установки разъединителя типа ТВ-102



Фиг. 216. Оснастка верхней части АП-образной опоры для перехода воздушной линии в кабель



Фиг. 215. Общий вид смонтированного разъединителя типа ТВ-102

нижние части скоб крепят к опоре ещё двумя болтами.

Разъединитель типа ТВ-102 крепят на двух брусках, которые в свою очередь покоятся на двух поддерживающих брусках.

Затёску вершины опоры и врубки выполняют с расчётом плотной подгонки основных и поддерживающих брусков (фиг. 214).

Подкосы применяют нормального типа. Общий вид смонтированного разъединителя ТВ-102 изображён на фиг. 215.

Оснастка верхней части АП-образной опоры для перехода воздушной линии в кабель изображена на фиг. 216.

Высоковольтное оборудование этой опоры укрепляют на деревянных брусках.

Как высоковольтные, так и сигнальные провода на переходной опоре должны иметь окончательную заделку.

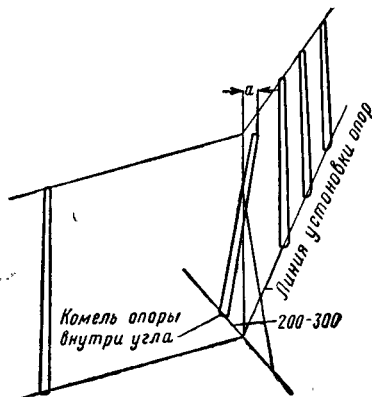
### Установка и укрепление опор

Работа по установке опор является одной из наиболее трудоёмких, и поэтому при её выполнении особенно эффективным является использование различных машин и приспособлений, начиная от таких совершенных агрегатов, как краны-столбоставы, и кончая более простыми механизмами типа падающей стрелы (см. ниже «Механизация линейных работ»). Однако в ряде случаев оказывается необходимым устанавливать опоры ручным способом, используя при этом рога, или багры.

После подъёма опоры её кантуют с таким расчётом, чтобы крюки и траверсы были расположены перпендикулярно направлению линии.

Засыпку ямы производят слоями по 15—20 см, плотно утрамбовывая грунт; излишек грунта насыпают вокруг опоры в виде конусообразного возвышения и также утрамбовывают его. В болотистых грунтах, где невозможно вырыть яму, установку опор производят по способу закачивания.

Установку угловой опоры производят тем же порядком, какой принят для промежуточных опор, но с той лишь разницей, что угловой опоре дают наклон в сторону, противоположную направлению равнодействующей натяжения проводов (фиг. 217). Для этого комель угловой опоры устанавливают внутри угла на расстоянии 200—300 мм от вершины угла.



Фиг. 217. Установка угловой опоры

При укреплении угловых опор оттяжками величину  $a$  (фиг. 217) берут равной диаметру опоры в вершине; при укреплении опор подпорами, а также при установке опор в каменистых и скалистых грунтах наклон опоры не делают.

Определение отношения основания оттяжки (или подпоры) к её высоте для различных случаев установки угловых опор производят в соответствии с фиг. 218.

Оттяжки делают из стальной линейной проволоки диаметром 4 и 5 мм.

Число проволок в оттяжке можно определить по формуле

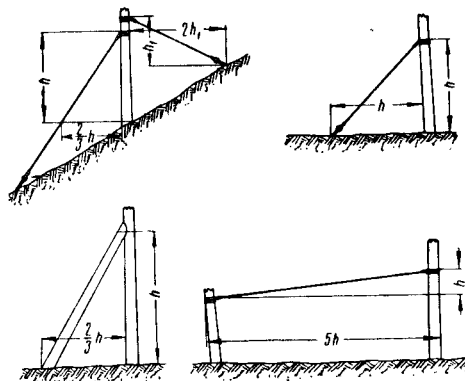
$$n = \frac{Fm}{k},$$

где  $n$  — число проволок в оттяжке;

$F$  — сумма площадей сечений всех проводов, подвешенных на укрепляемой опоре, в мм<sup>2</sup>;

$m$  — вылет угла в м;

$k$  — коэффициент, зависящий от типа линии и определяемый по табл. 147.



Фиг. 218. Определение отношения основания оттяжки (или подпоры) к высоте её

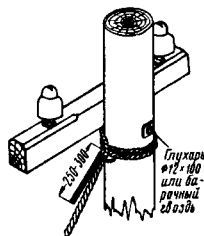
Таблица 147

Значения коэффициента  $k$

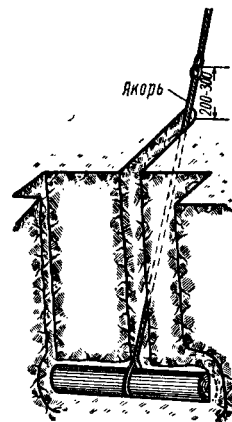
Тип линии	Оттяжка из стальной линейной проволоки диаметром в мм	
	4	5
О и Н . . .	350	550
У . . . . .	200	310
ОУ . . . . .	160	240

Если по расчёту будет получено число проволок в оттяжке меньше двух, то оттяжку изготовляют из двух проволок. Применяют также оттяжки из стальных канатов (тросов).

Способ заделки оттяжки на опоре показан на фиг. 219.



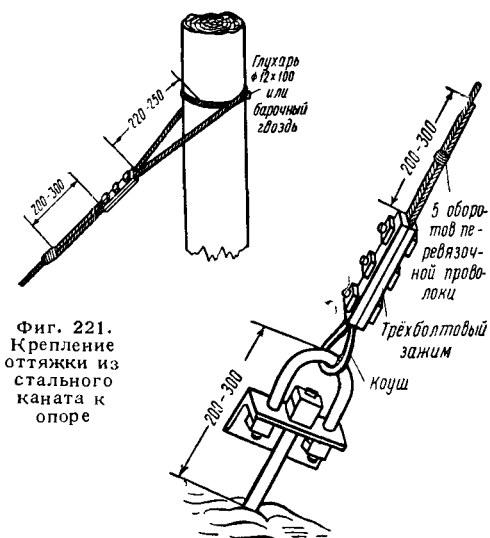
Фиг. 219. Заделка оттяжки на опоре



Фиг. 220. Заделка оттяжки за якорь

При числе проводов до шести оттяжку можно укреплять скобами из линейной проволоки. Крепление нижнего конца проволоочной оттяжки к якорю производят так, как указано на фиг. 220.

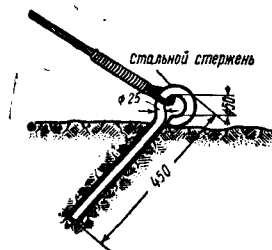
В случае устройства оттяжки из стального каната её заделку на опоре осуществляют, как указано на фиг. 221, а прикрепление к якорному стержню, — как указано на фиг. 222.



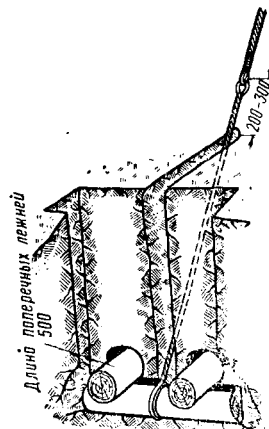
Фиг. 221. Крепление оттяжки из стального каната к опоре

Фиг. 222. Крепление оттяжки из стального каната к якорному стержню

В тех случаях, когда невозможно уложить лежень перпендикулярно к оттяжке, его укладывают вдоль.



Фиг. 223. Крепление якоря в скалистом грунте



Фиг. 224. Заделка якоря в слабых грунтах

Якорный жгут свивают из таких же стальных проволок, из которых делают оттяжку, причём число проволок в жгуте берут на две-три больше числа проволок в оттяжке.

Размеры лежней и глубину их заделки берут из табл. 148.

В скалистых грунтах оттяжки прикрепляют к стальным стержням, заложенным в выбитое для них отверстие (фиг. 223). Свободное пространство в отверстии заделывается цементным раствором с соотношением цемента к песку 1:3.

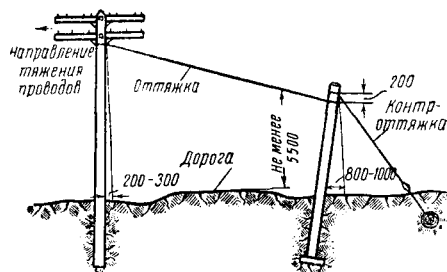
В слабых грунтах для закрепления оттяжки применяют систему из трёх лежней (фиг. 224).

Таблица 148

Размеры лежней и глубина их заделки

Количество оттяжек	Суммарное количество проволок в оттяжке		Размеры якорного стержня		Размеры лежня в м		
	диаметр проволок в мм		диаметр в мм	длина в м	Длина лежня в м	Наименьший диаметр лежня в см	Глубина заделки лежня в м
	4	5					
1	3	2	10	1,8	1,2	15	1,1
					1,0	15	1,2
1	6	4	15	2,1	1,2	18	1,2
					1,0	18	1,3
1	—	6	15	2,1	1,5	20	1,3
					1,2	20	1,4
2	6	4	15	2,1	1,5	20	1,4
					1,3	20	1,5

В случае необходимости поднять оттяжку над дорогой или каким-либо сооружением применяют оттяжные столбы (фиг. 225).



Фиг. 225. Устройство оттяжного столба

### Подвеска и регулировка проводов

Перед подвеской проводов производят размотку проволоки при помощи тамбуров (см. ТСЖ, т. 3, стр. 707); при одновременной подвеске двух проводов их размотку следует вести сразу с двух тамбуров.

Стальную проволоку перед подвеской вытягивают (вытягивание проволоки из цветных металлов не допускается; неровные места и изгибы её выравнивают деревянным молотком на доске).

При вытягивании стальной проволоки концы её зажимают в блочные лапки (фиг. 226)

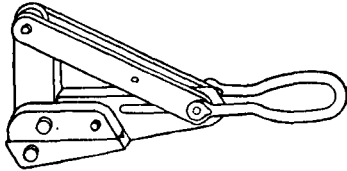
Усилия, возникающие в проволоке при её вытягивании, контролируют при помощи

динамометра. Величины усилий не должны превосходить данных, приведённых в табл. 149.

Таблица 149

Допускаемые усилия при вытягивании проволоки

Диаметр проволоки в мм	Допускаемое усилие в кг
5	350
4	230
3	130



Фиг. 226. Лапка для натяжки проводов

Соединение концов стальных проводов производят при помощи электросварки или термитно-муфельной сварки.

Для электросварки применяют агрегат типа ОСП-2, основными элементами которого являются:

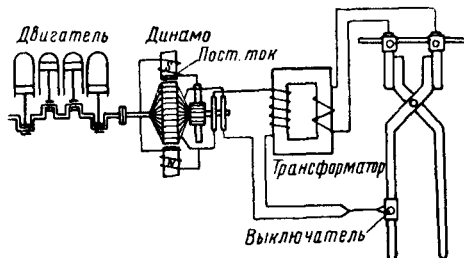
1) одноцилиндровый четырёхтактный вертикальный двигатель внутреннего сгорания типа Л-3 или Б-3 мощностью 3 л. с.; расход на 1 л. с. в час составляет 350 г бензина и 15—20 г автола;

2) генератор постоянно-переменного тока мощностью 2 квт, напряжением переменного тока 115 в, 300 гц, 3 000 об/мин.;

3) трансформатор, соединённый со стороны первичной обмотки панцирным проводом (4 мм<sup>2</sup>) с генератором, а со стороны вторичной обмотки проводом сечением 100 мм<sup>2</sup> — с тисками;

4) электросварочные тиски.

Схема соединения элементов агрегата изображена на фиг. 227; вес агрегата около 80 кг.



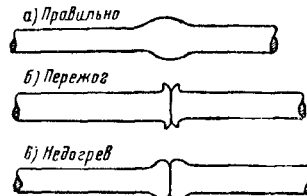
Фиг. 227. Схема электросварочного агрегата ОСП-2

Электросварку при помощи агрегата ОСП-2 можно производить как на земле, так и на лестницах.

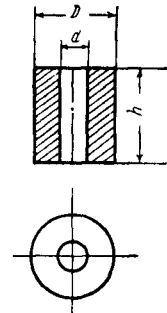
Перед сваркой торцы проводов тщательно подравнивают напильником до получения ровных поверхностей под прямым углом.

Тиски накладывают с таким расчётом, чтобы каждый конец провода выступал из тисков на величину диаметра провода.

Сварка продолжается 4—10 сек.; после её окончания двигатель выключают. В месте стыка должно получиться надёжное соединение металла с равномерным и без трещин утолщением в виде ободка с ровной поверхностью (фиг. 228, а). Если на ободке получаются выступы в виде зубчатки (фиг. 228, б), то это служит признаком пережога, а если появляется полоса впадин (фиг. 228, в) — признаком недогрева; в обоих последних случаях сварки переделывают.



Фиг. 228. Внешние признаки качества электросварки



Фиг. 229. Термитно-муфельная шашка

Термитно-муфельную сварку по способу, разработанному ЦНИИ МПС в 1944 г., осуществляют при помощи термитно-муфельных шашек (фиг. 229), размеры и вес которых приведены в табл. 150.

Таблица 150

Размеры и вес термитно-муфельных шашек

диаметр свариваемого провода	Размеры в мм			Вес в г
	$D$	$h$	$d$	
5	21,5	23,5	5,2	16
4	17,5	20	4,2	9
3	12,5	17	3,2	3,5

Воспламенение шашек производят при помощи специальных термитных спичек. Самую сварку осуществляют при помощи специальных клещей (фиг. 230).

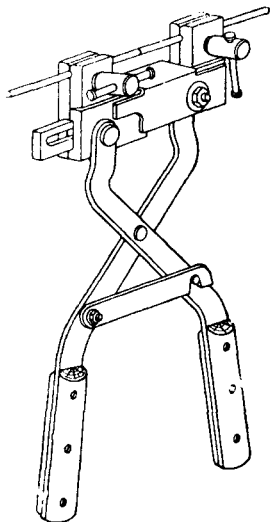
Соединение проводов при этом способе получается за счёт нагрева места стыка горячей шашкой, которая при сгорании не плавится и не разбрызгивается, а, оставаясь на проводе в виде раскалённой массы, сохраняет свою первоначальную форму, образуя своеобразную печь-муфель (фиг. 231).

Внешний вид сварок приведён на фиг. 232; неправильная сварка получается при недостаточном сжатии клещей (фиг. 232, б) или в результате преждевременного сжатия клещей (фиг. 232, в).

Качество сварки подвешенных проводов проверяют резким отпусканием блоков, а при сварке на земле — вытягиванием провода.

Концы стальных высоковольтных проводов принято соединять простой спайкой (фиг. 233).

Соединение концов медных и биметаллических проводов производят при помощи медных овальных трубок с использованием



Фиг. 230. Клещи для термитно-муфельной сварки проводов

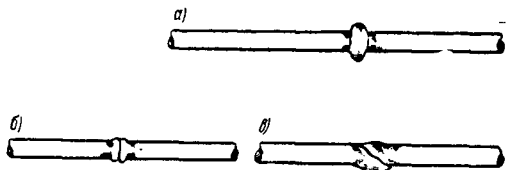
виличчатого клупа и ключа, как показано на фиг. 234.

При помощи ключа, установленного на середине трубки, делают полтора оборота. Размеры и вес трубок указаны в табл. 151



Фиг. 231. Разрез муфеля и сваренного провода

Подвеску провода начинают с того, что провод закрепляют оконечной вязкой на начальной опоре и затем уклады-

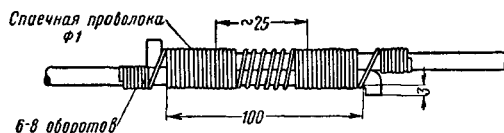


Фиг. 232. Внешние признаки качества термитно-муфельной сварки проводов: а—правильно; б и в—неправильно

вают его в желобки изоляторов следующих опор. Одновременно с этим проверяют прочность насадки изоляторов и готовят вязки проводов. Запрещается класть провода (особенно цветные) на крюки и стальные траверсы.

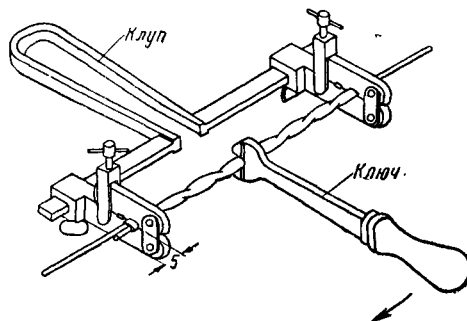
Когда провод будет на протяжении 6—8 пролётов уложен на изоляторы, его натя-

гивают и регулируют при помощи блоков до требуемой стрелы провеса.



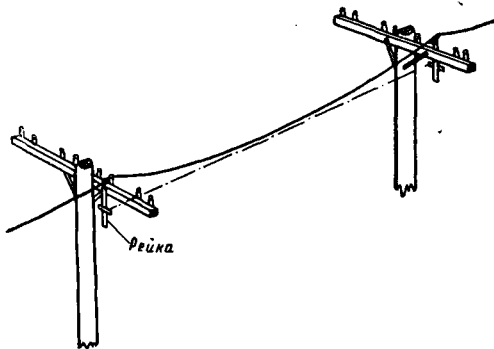
Фиг. 233. Спайка проводов

При регулировании стрелы провеса проводов применяют рейки, как показано на фиг. 235.



Фиг. 234. Клуп и ключ для соединения проводов при помощи медных трубок

Уточнение стрелы провеса провода после его регулировки может быть произведено подсчётом числа его колебаний. Для этого про-



Фиг. 235. Регулирование провода

Таблица 151

Размеры и вес медных трубок

Размеры в мм				Вес в г
диаметр линейного провода	внутрен- нее отвер- стие	толщина стенок	длина трубок	
4	4,4×9,3	0,75	150	27
3,5	3,8×8,1	0,75	150	23
3	3,3×7,0	0,60	150	12

воду в одном из пролётов сообщают при помощи шеста колебательное движение в горизонтальной плоскости; в момент, когда провод займёт одно из крайних положений, включают секундомер (или замечают положение секундной стрелки на часах) и начинают отсчёт числа колебаний.

Одно колебание считается, если провод из крайнего положения пройдёт в другое крайнее положение и снова возвратится в начальное положение.

Узнав число колебаний  $n$  в одну минуту, по табл. 152 определяют стрелу провеса провода.

Таблица 152

Величина стрелы провеса в зависимости от числа колебаний провода

Число полных колебаний $n$ в минуту	Стрела провеса $f$ в см	$n$	$f_{см}$	$n$	$f_{см}$	$n$	$f_{см}$
25	176	51	42	77	18,6	106	9,8
26	163	52	41	78	18,1	108	9,4
27	151	53	39	79	17,7	110	9,1
28	140	54	37,7	80	17,2	112	8,8
29	131	55	36,4	81	16,8	114	8,5
30	122	56	36,1	82	16,4	116	8,2
31	114	57	34	83	16	118	7,9
32	107	58	32,7	84	15,6	120	7,6
33	101	59	31,6	85	15,2	125	7,0
34	96	60	30,5	86	14,9	—	—
35	90	61	29,6	87	14,5	—	—
36	85	62	28,6	88	14,2	—	—
37	80	63	27,7	89	13,9	—	—
38	76	64	26,9	90	13,5	—	—
39	72	65	26	91	13,3	—	—
40	69	66	25,3	92	13	—	—
41	65,5	67	24,5	93	12,7	—	—
42	64	68	23,6	94	12,5	—	—
43	59,4	69	23,1	95	12,2	—	—
44	57	70	22,4	96	12	—	—
45	54	71	21,8	97	11,7	—	—
46	52	72	21,2	98	11,5	—	—
47	50	73	20,6	99	11,2	—	—
48	48	74	20,1	100	11	—	—
49	46	75	19,1	102	10,6	—	—
50	44	76	29	104	10,2	—	—

По способу колебаний удобно определять стрелы провеса проводов на неровной местности с уклоном линии, превышающим 20°.

После того как один провод (при подвеске на траверсах) или два провода (при подвеске на крюках) будут отрегулированы и закреплены, остальные провода регулируют по ним с таким расчётом, чтобы все они были параллельны друг другу (разность в стрелах не должна превышать 3 см), за исключением тех пролётов, где отдельные провода имеют скрещивания на Г-образных кронштейнах или по способу штырь-крюк.

Последнюю опору, на которой закрепляют провода до снятия блоков, необходимо укреплять временной оттяжкой, снимаемой после натяжения проводов в следующих пролётах.

При подвеске проводов с одной стороны траверсы та сторона её, на которой они подвешиваются, укрепляется на последней опоре временной оттяжкой.

Монтажные стрелы провеса проводов на линиях связи в зависимости от температуры и длины пролёта должны соответствовать данным табл. 153.

Таблица 153

Монтажные стрелы провеса проводов на линиях связи

$t^{\circ}\text{C}$	Стрела провеса в см при длине пролёта в м							
	35	40	41,67	45	50	55	60	62,5
—40	7,5	10,0	11,0	12	15	17	23	25
—35	8,0	10,5	11,5	13	16	19	25	27
—30	8,5	11,5	12,5	14	17,5	21	27	29
—25	9,0	12,5	13,5	15	18,5	22,5	29	31
—20	10	13,5	14,5	16	20	24	31	33
—15	11	14,5	15,5	17,5	21,5	26	33	35
—10	12	15,5	17	19	23,5	28	36	39
—5	13	17	18,5	20,5	25,5	30	39	42
0	14,5	19	20,5	22,5	28	34	43	46
+5	16	21	23	24,5	30,5	37	47	50
+10	17,5	23	25	27	33,5	40,5	51	55
+15	20	26	28	30	37	45	55	60
+20	22	29	31,5	33	41	49,5	60	65
+25	25	32,5	35	36,5	45	55	65	70
+30	27,5	36	39	40	49	59,5	70	76
+35	30,5	40	43	44	54	65,5	76	81
+40	33,5	44	47,5	48,5	58	70	81	87

Ввиду того что запас прочности проводов силовой цепи автоблокировки, подвешиваемых на объединённых линиях связи и СЦБ, должен быть несколько выше, чем у проводов связи, соответственно должны быть увеличены монтажные стрелы провеса проводов силовой цепи, которые следует брать по табл. 154.

Таблица 154

Монтажные стрелы провеса медных проводов силовой цепи автоблокировки на объединённых линиях связи и СЦБ

Длина пролёта в м	Стрела провеса в см при температуре в $^{\circ}\text{C}$							
	—40	—30	—20	—10	0	+10	+20	+30
35	11,5	13,5	17,0	21,5	27,5	34,5	41,5	48,5
40	15	18	22	27,5	34	42	50	57
50	23	27,5	33,5	40,5	49	57,5	67	76

Стрелы провеса высоковольтных и сигнальных проводов, подвешиваемых на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки, следует брать из табл. 155, 156 и 157.

Вязки и крепления проводов на изоляторах

Вязку проводов на изоляторах производят перевязочной проволокой (табл. 11); вязка должна быть прочной во избежание перехода проводов из одного пролёта в другой или срыва проводов с изоляторов.

Вязку проводов на линиях связи и высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки на прямых участках линий выполняют двумя кусками перевязочной проволоки, как показано на фиг. 236.

Таблица 155

Стрелы провеса проводов на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки, тип линии Н

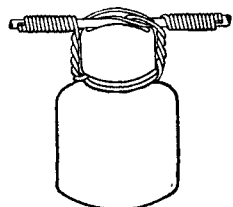
t°C	Стрела провеса в см при длине пролёта в м						
	25	30	35	40	45	50	60
-40	4	5,5	7,5	10	12,5	19,5	33
-30	4,5	6	9	11,5	15	23,5	39
-20	6	7,5	10,5	14	17,5	29	45
-15	6,5	8,5	11,5	15,5	19	32	49
-10	7	9,5	13	17	21	35	54
-5	8	10,5	14,5	19	24	38,5	58
0	9,5	12	16	21	26	42	63
+5	11,5	14	18,5	24	29	46	67
+10	13	16	21	27	32	50	71
+15	15	19	23,5	30	36	53	75
+20	18	22	26,5	33	39	57	80
+25	20	24	29,5	36,5	43,5	61	84
+30	22,5	27	33	40	46	65	88
+40	27	32	38	46	53	71,5	95

Таблица 156

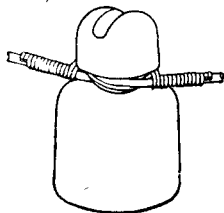
Стрелы провеса проводов на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки, тип линии У

t°C	Стрела провеса в см при длине пролёта в м						
	20	25	30	35	40	45	50
-40	2,5	4,5	6	9	18	32	53
-30	3	5	7	11	22	39	61
-20	3,5	6	8,5	13	28	46	63
-15	4	6,5	9	15	31	49	71
-10	4,5	7	10	17	34	53	75
-5	5	8	12	19	37	56	78
0	6	9,5	14	22	41	59	81
+5	7,5	11,5	16	24	44	63	84
+10	8,5	13	18	27	47	66	87
+15	10	15	21	30	50	69	90
+20	11,5	18	23	33	53	72	93
+25	14	20	26	36	56	75	96
+30	16	22,5	29	39	59	77	99
+40	20	27	35	45	64	83	103

Вязку проводов на линиях связи на угловых опорах выполняют при помощи двух кусков перевязочной проволоки, как показано на фиг. 237.



Фиг. 236. Вязка проводов на промежуточной опоре



Фиг. 237. Вязка проводов на угловой опоре

Оконечную заделку стальных проводов связи на одном штыре или крюке на окончных и контрольных опорах, а также сигнальных проводов на разрезных опорах производят, как указано на фиг. 238.

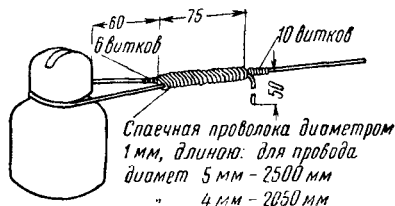
Таблица 157

Стрелы провеса высоковольтных<sup>1</sup> проводов на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки, тип линии ОУ

t°C	Стрела провеса в см при длине пролёта в м						
	20	25	30	35	40	45	50
-40	3	6	19	37	69	101	131
-30	3,5	8	24	42	74	105	135
-20	4	11	29	47	78	103	139
-15	4,5	13	32	50	81	111	141
-10	5	15	35	52	83	113	143
-5	6	17	37	55	85	115	145
0	7,5	20	39	57	87	117	147
+5	8,5	22	42	59	89	119	149
+10	10	24	44	61	91	120	150
+15	12	27	46	63	92	122	152
+20	14	29	48	65	94	124	154
+25	16	31	50	67	96	126	156
+30	18	33	52	69	99	128	158
+40	22	36	55	74	102	131	161

<sup>1</sup> Стрелы провеса сигнальных проводов, подвешиваемых на линиях типа ОУ, берут из табл. 156.

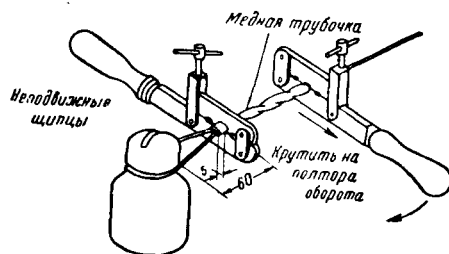
Оконечную заделку проводов из цветного металла на одном штыре или крюке на линиях связи производят при помощи мед-



Фиг. 238. Оконечная заделка стальных проводов на одном крюке или штыре

ных трубочек (фиг. 239).

В случае отсутствия медных трубочек провод заделывают с применением медной или биметаллической перевязочной проволоки, как указано на фиг. 238.

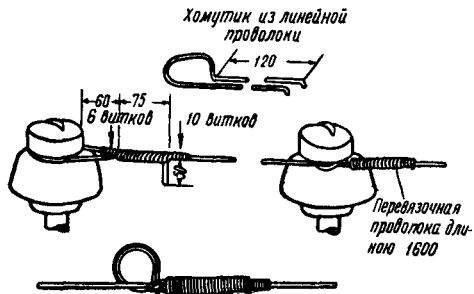


Фиг. 239. Оконечная заделка проводов из цветного металла на одном крюке или штыре

Оконечную заделку стальных проводов на двойных траверсах на линиях связи и высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки

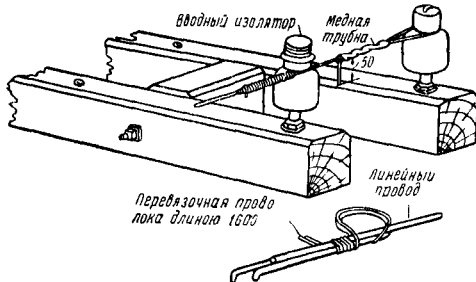


производится так, как указано на фиг. 240 с применением хомутка из линейной проволоки.



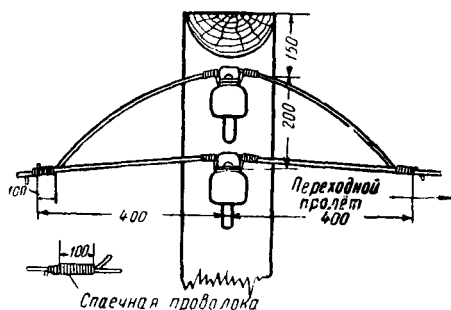
Фиг. 240. Оконечная заделка стальных проводов на двойных траверсах

Оконечную заделку проводов из цветного металла на линиях связи на двойных траверсах производят в соответствии с фиг. 241.



Фиг. 241. Оконечная заделка проводов из цветного металла на двойных траверсах

Крепление проводов на переходных опорах и опорах удлиненных пролетов на линиях связи производят по способу двойного подвешивания для линий с крюками (фиг. 242) и на двой-



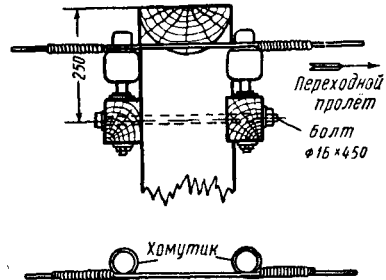
Фиг. 242. Крепление провода на крюках способом двойного подвешивания

ных траверсах при помощи хомутов — для линий с траверсами (фиг. 243).

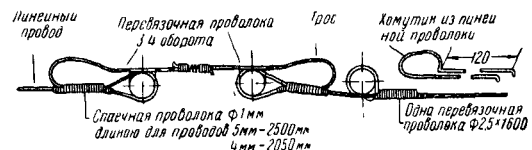
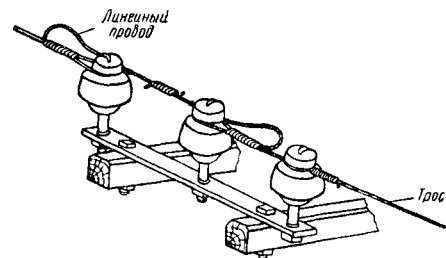
Соединение линейных проводов с тросом при переходе через полотно электрифицированных железных дорог, а также на опорах удлиненных пролетов производят в соответ-

ствии с фиг. 244 при помощи трёхштырных накладок.

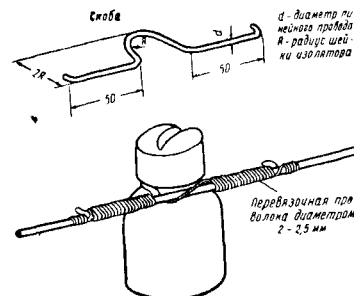
В тех районах, где имеет место вибрация проводов, следует применять специальную рессорную вязку.



Фиг. 243. Крепление провода на двойных траверсах при помощи хомутиков



Фиг. 244. Соединение линейных проводов с тросом



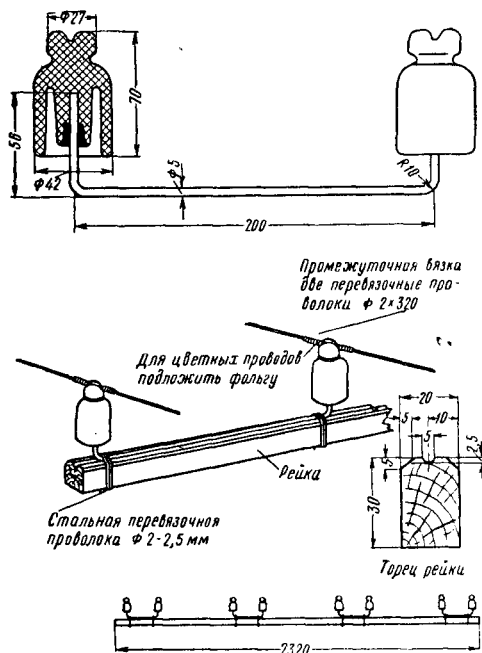
Фиг. 245. Специальная вязка проводов по способу Котлярова

На вновь строящихся линиях следует применять вязку проводов по способу Котлярова (фиг. 245) с применением специальной скобы, изготовляемой из проволоки того же материала и диаметра, что и линейный провод.

Наряду с вязкой Котлярова можно применять аналогичную ей вязку проводов по способу Толоконникова.

На тех участках линий связи с траверсами, где наблюдаются случаи касания и сближения проводов, может быть применено приспособление типа УСП (устраняющее сближение проводов), показанное на фиг. 246; это приспособление подвешивают в середине пролёта путём прикрепления изоляторов к проводам при помощи перевязочной проволоки.

Вязку высоковольтных проводов на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки на одинарных промежуточных опорах, устанавливаемых на территории станций, в пригородных и других населённых местах осуществляют по способу двойного подвешивания (фиг. 247).



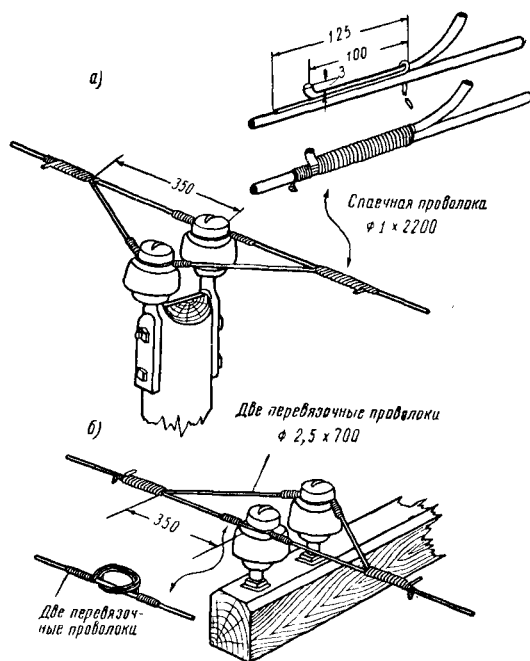
Фиг. 246. Изоляторы типа УСП и их крепление

На тех же опорах, но в районах, где наблюдается вибрация проводов, применяют рессорную вязку (фиг. 248).

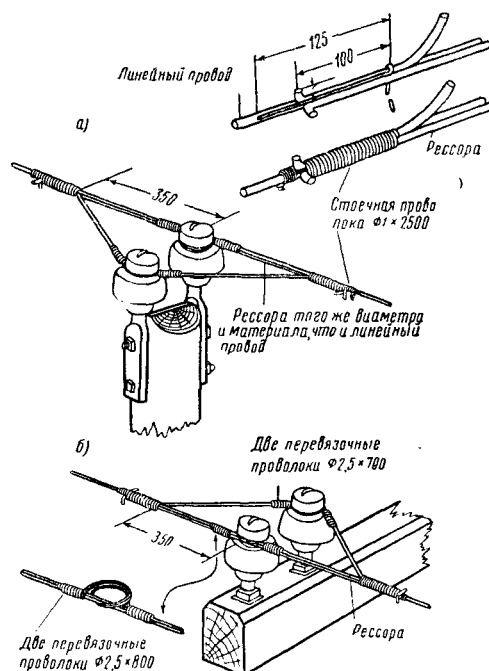
Вязку высоковольтного верхушечного провода на А-образных угловых опорах выполняют так же, как указано на фиг. 247, а и 248, а, с той лишь разницей, что основной линейный провод при этом располагают с внешней стороны угла (на стороне, противоположной направлению тяжения проводов).

Вязку высоковольтных (только на перегонах) и сигнальных проводов на двойных траверсах А-образных угловых опор производят в соответствии с фиг. 249; для высоковольтных проводов на опорах этого же типа, но при их установке на территории станций и населённых пунктов, вязку следует производить так, как указано на фиг. 250.

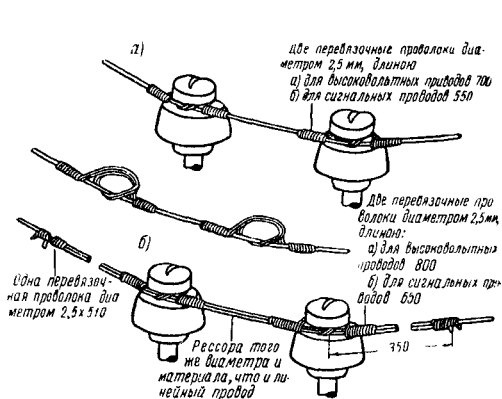
Вязку высоковольтных проводов на транспозиционных опорах выполняют в соответствии с фиг. 251. При этом как основной линейный провод, так и хомут располагают



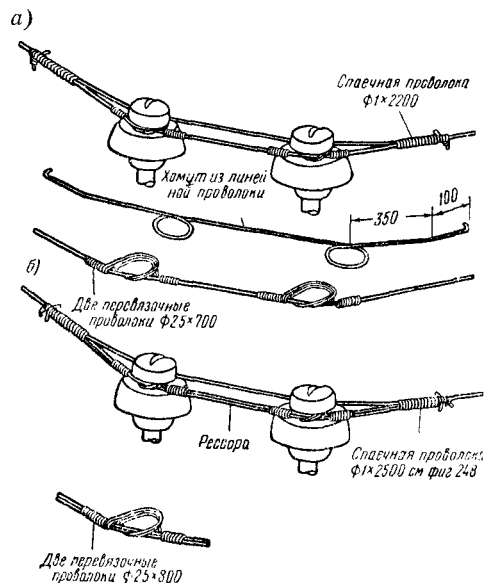
Фиг. 247. Вязка высоковольтных проводов на одинарных промежуточных опорах, устанавливаемых на станциях и в населённых местах: а—верхушечного провода; б—провода, расположенного на траверсе



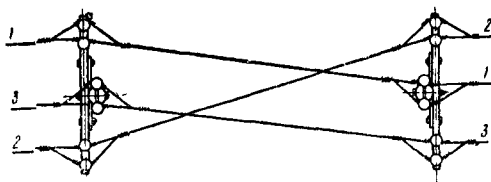
Фиг. 248. Рессорная вязка высоковольтных проводов на одинарных промежуточных опорах, устанавливаемых на станциях и в населённых местах: а—вязка верхушечного провода; б—вязка провода, расположенного на траверсе



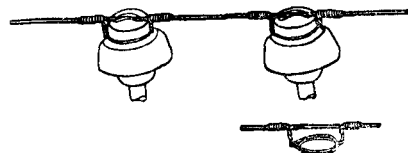
Фиг. 249. Вязка проводов на двойных траверсах А-образных угловых опор, применяемая для высоковольтных проводов, при установке опор на перегонах, а также для сигнальных проводов, при установке опор на перегонах, станциях и в населённых местах: а—для районов, где нет вибрации проводов, б—для районов, где наблюдается вибрация проводов



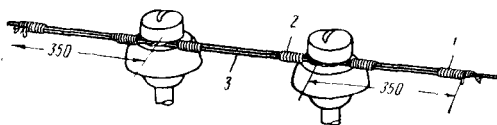
Фиг. 250. Вязка высоковольтных проводов на двойных траверсах А-образных угловых опор, устанавливаемых на станциях и в населённых местах: а—для районов, где нет вибрации проводов; б—для районов, где наблюдается вибрация проводов



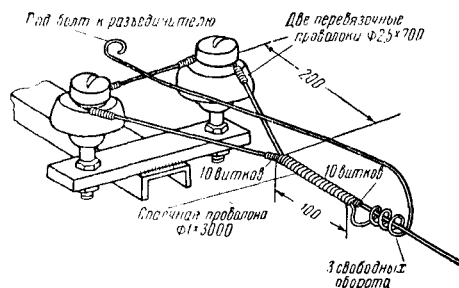
Фиг. 251. Вязка высоковольтных проводов на транспозиционных опорах



Фиг. 252. Вязка высоковольтных проводов (верхушечного и расположенного на траверсах) на А-образных опорах. Две перевязочные проволоки диаметром 2,5 мм, длиной: для высоковольтных проводов 650 мм, для сигнальных проводов 550 мм



Фиг. 253. Рессорная вязка высоковольтных проводов (верхушечного и расположенного на траверсах) на А-образных силовых опорах: 1—перевязочная проволока диаметром 2,5x510 мм; 2—две перевязочные проволоки диаметром 2,5 мм, длиной: для высоковольтных проводов 700 мм и для сигнальных проводов 550 мм; 3—рессора того же диаметра, что и линейный провод



Фиг. 254. Вязка высоковольтных проводов на опорах с трёхполюсным разъединителем

на шейках изоляторов с внешней стороны угла.

Вязку высоковольтных проводов на А-образных силовых опорах производят в соответствии с фиг. 252, а на территории станций и населённых мест — согласно фиг. 250, а.

На тех же опорах, но в районах, где наблюдается вибрация проводов, на перегонах вязку выполняют в соответствии с фиг. 253, а на территории станций и населённых мест — в соответствии с фиг. 250, б.

Вязку высоковольтных проводов на опорах с трёхполюсными разъединителями производят так, как указано на фиг. 254.

### Нумерация опор

Все опоры на линиях связи и высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки должны иметь нумерацию.

На приставках и подпорах ставится только год установки. Номера должны быть обращены в сторону железнодорожного полотна или шоссе.

**Нумерация опор на линиях связи.** Самостоятельную нумерацию опор производят по участкам между оконечными или усилительными пунктами (применительно к расстановке усилителей на стальных цепях), начиная от вводной опоры и ведя счёт опор от крупного пункта к более мелкому.

Шлейфы нумеруют самостоятельно, начиная от разрезной опоры к зданию станции.

На всех опорах наносят две последние цифры года установки опоры, а под ними, по вертикали, номер опоры.

В месте соединения секций скрещивания телефонных цепей на опорах наносится ещё буква С.

Если на участке имеется более тысячи опор, то цифра, обозначающая тысячу, пишется только на опорах, оканчивающихся нулём; на остальных опорах оставляется свободное место.

Нумерацию на опорах наносят на 100 мм ниже центра клейма (для секционных опор на 50 мм), а если клеймо отсутствует, то на расстоянии 2 м от земли до верхнего края цифр года установки опоры.

Нумерацию опор наносят чёрной масляной краской на жёлтом или белом фоне при помощи цифрового трафарета.

На опорах, пропитанных заводским способом, нумерацию наносят также чёрной масляной краской, но на железном листе, окрашенном в светложёлтый или белый цвет; лист прибивают к опоре на 50 мм выше центра клейма или на расстоянии 2 м от земли до нижнего края цифр года установки опоры. Мостовые кронштейны нумеруют, сохраняя принятую последовательность нумерации опор и нанося номера на верхней поперечной планке.

**Нумерация опор на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки.** Нумеруются все опоры, причём счёт номеров ведут по перегонам, по ходу километров железнодорожного пути.

Таблички для нумерации изготовляют из кровельного железа толщиной 0,5 мм и красят так же, как это делается на линиях связи. Расстояние от поверхности земли до нижнего края таблички должно быть 1,75 м.

Наряду с нумерацией на опорах должны быть предупредительные плакаты с надписью: «Не трогать — смертельно». Наличие плакатов обязательно на всех опорах в населённых местах. В местах ненаселённых плакатами снабжают все силовые, оконечные и переходные опоры, а также опоры с трёхполюсными разъединителями; на остальных опорах плакаты устанавливают не реже чем через две опоры.

Порядок, принятый для установки предупредительных плакатов на высоковольтно-сигнальных линиях, распространяется и на объединённые линии связи и СЦБ, несущие на своих опорах провода силовой цепи автоблокировки.

## ПОСТРОЙКА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ И СЦБ

### Трасса кабельных линий

При выборе трассы подземной кабельной линии необходимо учитывать следующие основные положения:

- 1) трасса кабеля должна иметь наименьшую длину между данными точками;
- 2) не проходить по месту скопления кислот (конные базары, бойни, сточные канавы и т. п.) и в почвах с большим содержанием извести (мергельные грунты), а также в болотистых и тонких местах и в местах шлаковых навалов;

- 3) при выборе трассы следует обходить участки с сильно пересечённой местностью (овраги, крутые подъёмы);

- 4) трасса должна проходить по возможности вдали от крупных заводов, фабрик, электростанций и т. п.;

- 5) иметь наименьшее число пересечений с железнодорожным полотном и трамвайными путями и не пересекать их в тех местах,

где установлены стрелки, глухие пересечения, а также под стыками рельсов;

- 6) трассу кабеля следует по возможности удалять от рельсов электрических железных дорог и трамваев;

- 7) при прокладке кабелей связи вдоль железной дороги расстояние между ближайшим рельсом и кабелем связи должно быть не менее 2 м и только в исключительных случаях это расстояние может быть снижено до 1 м, но с обязательным применением изолирующей канализация или изолирующих покрытий кабеля;

- 8) трасса кабелей СЦБ может проходить как сбоку железнодорожного полотна, так и в междупутье, если оно имеет ширину не менее 4,5 м между осями путей.

Расстояние между ближайшим рельсом и кабелем СЦБ должно быть не менее 1,6 м в междупутье и 2 м при прокладке кабелей сбоку путей.

При выборе трассы для прокладки кабельной канализации:

- 1) как правило, целесообразно намечать её под тротуарами или газонами;
- 2) удалённость трассы канализации от трамвайных путей и электрифицированных железных дорог должна быть по возможности максимальная и в крайнем случае не ближе 2 м от них.

При выборе трассы подводного кабеля при пересечении рек следует выбирать места, где река имеет наименьшую ширину, где дно реки по возможности ровное и где берега имеют отлогие подходы к воде.

Трасса подводного кабеля не должна проходить:

- 1) в районах зимней стоянки судов на якорях;
- 2) в районах стоянки весной и летом плотов;
- 3) в местах, где река имеет дно каменистое и уступами или нагромождение камня и обрывистые берега;
- 4) в местах, где бывает затор льда;
- 5) в местах, где река часто меняет своё русло или протекает перекатами;
- 6) в местах водопоя или купания скота.

Вблизи железнодорожных и шоссейных мостов прокладка кабеля допускается только на расстоянии не ближе чем 300 м ниже моста по течению реки, а вблизи пристаней на расстоянии, исключающем возможность повреждения кабеля якорями судов.

#### Рытьё траншей для кабелей

Рытьё траншей для кабелей производят ручным или механизированным (см. ниже) способом.

Размеры траншей для прокладки кабелей связи должны соответствовать данным табл. 158.

Таблица 158

Размеры траншей для прокладки одного кабеля

Место прохождения трассы кабеля	Глубина траншеи в м	Ширина траншеи в м	
		вверху	по дну
В поле . . . . .	0,9—1,0	До 0,5	До 0,3
В населённых пунктах . . .	1—1,2	» 0,55	» 0,4
По обочине шоссейных дорог .	До 1,4	» 0,6	» 0,5

**Примечание.** В скалистых грунтах глубина и ширина траншей определяются техническим проектом, причём глубина траншеи должна быть не менее 0,4 м.

При укладке двух кабелей и более ширина траншей соответственно увеличивается.

Размеры траншей для прокладки кабелей СЦБ приведены в табл. 159.

Дно траншей выравнивают, очищают от камней и щебня, а на участках, где дно состоит из скалистого грунта или валунов, а также где из-за неровностей дна траншей могут произойти механические повреждения кабеля, устраивают постель из разрыхлённого грунта или песка толщиной до 10 см.

Повороты траншей делают так, чтобы радиус изгиба кабеля был не менее внут-

Таблица 159

Размеры траншей для прокладки кабелей СЦБ

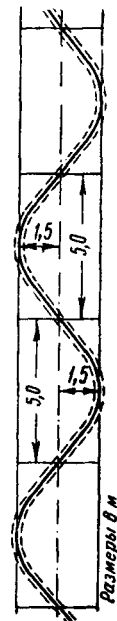
Количество прокладываемых кабелей	Ширина траншеи в м			
	по дну траншеи при её глубине		по верху при глубине траншеи	
	0,8—1,0	1,2	0,8—1,0	1,2
1—3	0,4—0,5	0,5	0,5	0,6
4	0,5	0,6	0,6	0,7
5	0,6	0,7	0,7	0,8

реннего радиуса барабана и, во всяком случае, не менее 15-кратного диаметра кабеля.

На склонах оврагов (на подъёмах и спусках) траншею роют зигзагообразно (фиг. 255) на протяжении всего подъёма или спуска с величиной отклонения изгибов от прямой линии на 1,5 м. Длину отклонений берут равной примерно 5 м.

При прохождении кабельной трассы под железнодорожными путями глубина заделки кабеля должна быть не менее 1 м и, следовательно, глубина траншеи не менее 1,1 м.

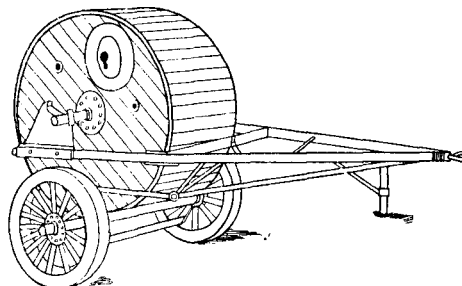
Для укладки трубопроводов кабельной канализации траншею роют такой глубины, чтобы расстояние между верхней частью трубопровода и поверхностью грунта под тротуаром было не менее 0,5 м и под мостовой — не менее 0,7 м. Ширина траншеи зависит от типа трубопровода и его ёмкости. Траншею для кабельной канализации роют с уклоном по направлению к колодцам. Величина уклона должна составлять 3—4 мм на 1 пог. м.



Фиг. 255. Зигзагообразная траншея на подъёмах и спусках при уклоне 30—45°

#### Прокладка кабеля

**Разводка кабеля по трассе.** Разводку кабеля по трассе производят на автомашинах,



Фиг. 256. Прицеп для перевозки барабанов

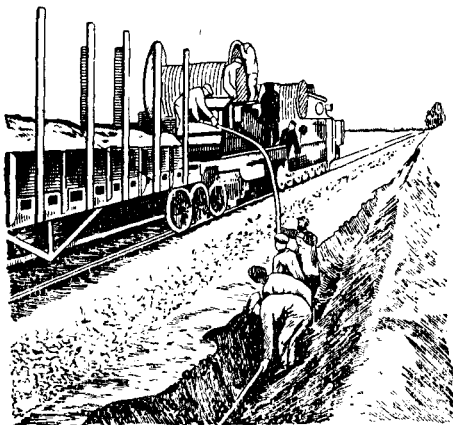
железнодорожных платформах или на специальных прицепах (фиг. 256).

Погрузку барабанов на автомашины и платформы и разгрузку барабанов производят при помощи лебёдки и рельсов или брёвен, под которые подставляют козлы, или при помощи передвижных мостков.

При погрузке барабанов, а также при перекатывании их по земле необходимо следить за тем, чтобы направление вращения барабана совпадало с направлением стрелки на щеке барабана.

**Размотка и укладка кабеля в траншею.** Размотку кабеля и его укладку в траншею производят ручным или механизированным способом.

Вдоль железной дороги размотку кабеля и его укладку в траншею целесообразно делать с платформы, прицепленной к мотовозу или дрезине (фиг. 257).



Фиг. 257. Укладка кабеля с платформы

При ручной размотке и прокладке кабеля барабан устанавливают на стальные или деревянные козлы, располагаемые у одного из концов траншеи.

В процессе ручной размотки кабель сначала укладывают на бровке траншеи, а затем постепенно опускают на дно траншеи.

При размотке кабеля с автомашины или платформы рабочие подносят кабель на ру-

в траншею непосредственно с барабана, который перемещается вдоль траншеи на специальных колёсах (фиг. 258).

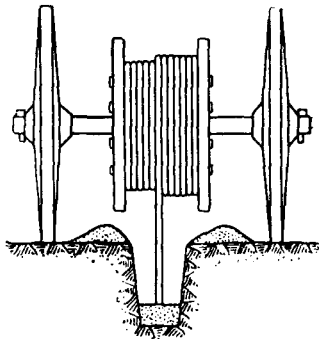
При наличии большого числа пересечений трассы кабеля с железнодорожным полотном и различными подземными сооружениями применяют протаскивание кабеля по специальным роликам при помощи стального троса и ручной лебёдки, тягача или трактора.

На фиг. 259 приведена схема протягивания кабеля при помощи троса. По мере продвижения троса и размотки кабеля они соединяются друг с другом через каждые 2—3 м зажимными тяговыми муфтами.

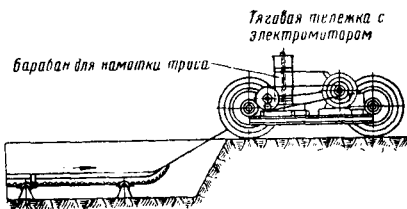
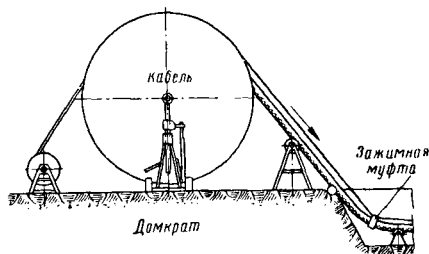
В исключительных случаях разрешается сматывать кабель с барабана небольшими участками и раскладывать его по земле петлями или восьмёрками, а затем укладывать в траншею.

В местах пересечения кабеля связи с полотном электрифицированных железных дорог и трамвая под полотном на глубине не менее 1 м прокладывают асбестоцементные или керамиковые трубы, в которые прокладывается кабель. При пересечении железных дорог с паровой тягой, грунтовых и шоссейных дорог применяют также стальные трубы.

При пересечении электрифицированных железных дорог и трамвая допускается также защита кабеля изолирующими покрытиями, оканчивающимися по обе стороны пересечения на расстоянии 2 м от крайних нитей рельсовых путей. В качестве изолирующего покрытия применяется, например, покрытие



Фиг. 258. Размотка кабеля с барабана на колёсах



Фиг. 259. Схема протягивания кабеля при помощи троса

как к траншее, а укладку его производят рабочие, стоящие в траншее.

При переноске и укладке размотанного кабеля количество рабочих берётся таким, чтобы вес кабеля, приходящийся на одного рабочего, не превышал 35 кг.

При отсутствии препятствий вдоль вырытой траншеи можно прокладывать кабель

кабеля двумя слоями пеньковой ткани, пропитанной битумом и поверх защищённый слоем асбестоцемента, или деревянные желоба, залитые битумом.

При пересечении трассы силового кабеля СЦБ с железной или авто-гужевой дорогой кабель укладывают в трубы на глубине не менее 1 м от подошвы рельса или верхнего

покрытия дороги и не менее 0,5 м от дна водоотводной канавы.

Трубы выводят за водоотводную канаву на длину не менее 1 м.

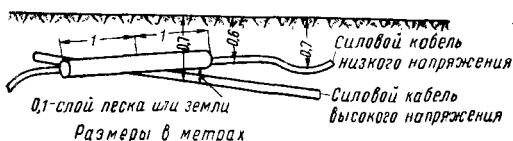
Если в траншею укладывают два кабеля связи и СЦБ или более, то их размещают параллельно (без перекрещивания).

Если при прокладке кабелей СЦБ пересечений их между собой избежать нельзя, то между пересекающимися кабелями устраивается постель из песка толщиной не менее 100 мм.

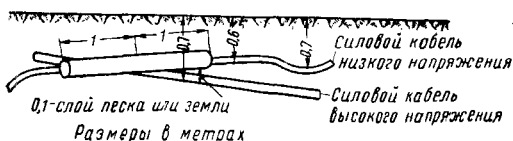
При укладке в одном жёлобе большого количества сигнальных кабелей допускается размещение их в несколько рядов с прокладкой между рядами через каждые 3 м просмоленных фанерных планок или деревянных реек толщиной 10 мм и шириной 50 мм.

При укладке в одной траншее сигнального и силового кабеля для напряжения более 500 в траншею роют глубиной 1,25 м. Силовой кабель укладывают на глубине 1,15 м, а сигнальный—над ним на расстоянии 0,45 м со сдвигом в сторону на 0,15 м (фиг. 260).

В местах пересечения кабеля высокого напряжения с силовым кабелем низкого напряжения последний следует располагать сверху на расстоянии не менее 0,35 м. Если по местным условиям это расстояние выдержать нельзя, то кабель низкого напряжения заключают в керамическую или бетонную трубу (фиг. 261).



Фиг. 260. Расположение в траншее сигнального и силового кабелей



Фиг. 261. Пересечения силовых кабелей

В местах пересечения кабелей связи между собой или с кабелями СЦБ их следует прокладывать на расстоянии по вертикали не менее 0,5 м друг от друга или в изолирующей канализации или иметь изолирующие покрытия на протяжении 1 м в обе стороны от пересечения.

Концы строительных длин проложенных в траншее кабелей должны перекрывать друг друга, что необходимо для монтажа и установки соединительных муфт.

**Засыпка траншей.** Кабели после укладки в траншею покрывают сверху слоем песка или разрыхленной земли толщиной около 10 см.

В крупных населённых пунктах и на территории крупных железнодорожных станций кабели связи защищают слоем кирпича, который укладывают поверх слоя песка или земли.

Сигнальные кабели СЦБ на территориях участковых и сортировочных станций также защищают слоем кирпича. Исключение допускается только для индивидуальных кабелей, идущих к одному сигналу, путевой коробке и т. п.

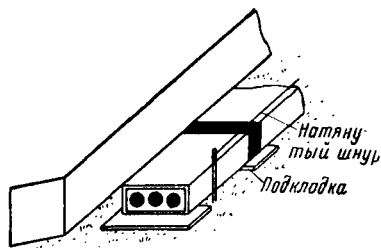
На промежуточных станциях и перегонах защита сигнальных кабелей кирпичом производится лишь в тех местах, где кабель проходит под путями или пересекает подземные сооружения.

Силовые кабели СЦБ во всех случаях защищают слоем кирпича независимо от места укладки.

После засыпки кабеля слоем песка и в случае надобности защиты его кирпичом траншею засыпают землёй с плотной утрамбовкой по слоям толщиной 150—200 мм.

#### Устройство канализации и протягивание кабеля

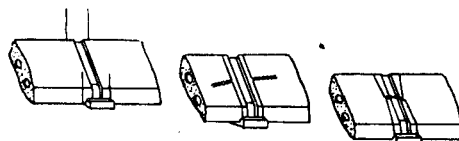
**Укладка бетонных трубопроводов.** Укладку труб бетонной канализации в траншею производят по натянутому шишу (фиг. 262).



Фиг. 262. Укладка бетонных труб

Предварительно дно траншеи выравнивают и хорошо утрамбовывают, а если грунт каменистый, то дно траншеи засыпают слоем просеянной земли или песка толщиной до 10 см.

Для соединения двух бетонных прямоугольных труб концы их обильно смачивают водой и кладут на цементную подкладку, которая должна быть плотно, всей своей поверхностью прижата к дну траншеи. На подкладку наносят жирный раствор цемента,



Фиг. 263. Заделка стыков бетонных труб

затем в раструб одной трубы вводят выступ другой, а подкладку при помощи укреплённой на ней стальной проволоки плотно прижимают к стыку труб и завязывают (фиг. 263). Места стыка тщательно заделывают со всех сторон цементным раствором.

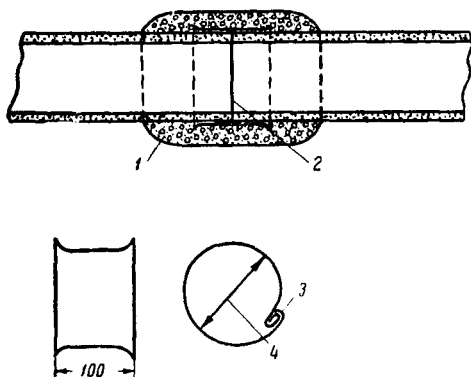
При прокладке трубопровода в виде многотверстного блока (фиг. 92) верхнюю поверхность каждого горизонтального ряда для сцепления труб между собой покрывают раствором цемента. Укладку труб в этом случае производят так, чтобы стыки труб в смежных горизонтальных рядах располагались не в одной вертикальной плоскости, а имели вид кирпичной кладки.

**Укладка асбестоцементных и керамических труб.** Укладку асбестоцементных и керамических труб производят аналогично укладке бетонных труб.

Место стыка керамических труб обматывают миткалевой лентой, пропитанной специальным составом, и заделывают цементным раствором. Если керамические трубы имеют два канала и более, то место стыка их, кроме того, скрепляют при помощи стальных шпилек, вставляемых в предназначенные для этого отверстия в стенках труб (фиг. 93).

Заделку стыков асбестоцементных труб в сырых грунтах производят при помощи муфт, сделанных из асбестоцемента, с установкой резиновых колец и заделкой промежутка между муфтой и трубой просмоленным канатом и цементом.

В сухих грунтах заделку стыка можно производить при помощи манжет из кровельного железа с заделкой цементным раствором (фиг. 264).



Фиг. 264. Заделка стыка асбестоцементных труб в сухих грунтах: 1—бетонный слой; 2—манжета из кровельного железа; 3—соединительный шов; 4—внутренний диаметр манжеты—должен быть равен наружному диаметру трубы для плотной посадки

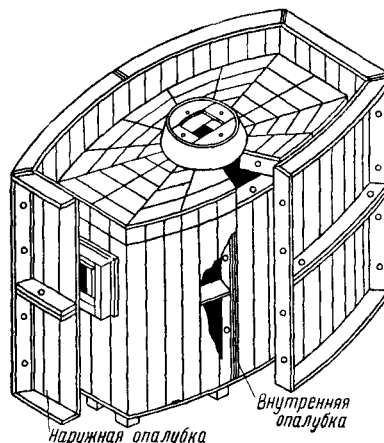
**Устройство колодцев.** Колодцы телефонной канализации, как правило, устанавливают под пешеходной частью улиц так, чтобы они не располагались против ворот или входа в дом.

Котлован для колодца роют с таким расчетом, чтобы между стенками колодца и стенками котлована было свободное пространство в 40—50 см.

При устройстве железобетонного колодца на дно вырытого котлована устанавливают внутреннюю опалубку. По внутренней опалубке производят вязку арматуры, заготавливаемой ранее по рабочим чертежам; затем устанавливают внешнюю опалубку и про-

изводят бетонирование. Подготовленная для железобетонного колодца опалубка приведена на фиг. 265.

При установке сборных колодцев отдельные их детали устанавливают на раствор цемента, причём стыки деталей предварительно обильно смачивают водой.



Фиг. 265. Опалубка для железобетонного колодца

Кладку кирпичных колодцев производят в соответствии с рабочими чертежами. Перекрытия этих колодцев делают железобетонные.

Дно больших колодцев делают с уклоном к середине и в центре дна устраивают углубление для вычерпывания воды, попадающей в колодец. В колодцах малого типа для этой цели служит стакан.

При устройстве колодцев в местах с высоким уровнем грунтовых вод осуществляют гидроизоляцию колодцев при помощи раствора церезита, церолита или гидрозита в воде в пропорции 1:10 или 1:9 (по весу). Этот раствор наносят слоями толщиной около 2 см на внутренние и наружные поверхности стен и на дно колодца. После оштукатуривания производят железнение изолированной поверхности, т. е. затирку её стальными кельмами с подсыпкой сухого цемента.

**Протягивание кабеля в канализации.** Перед протягиванием кабеля в канализации предварительно проверяется её состояние. Для этой цели от одного колодца до другого через каналы протягивают контрольный цилиндр и при необходимости прочищают каналы протягиванием стальной щётки.

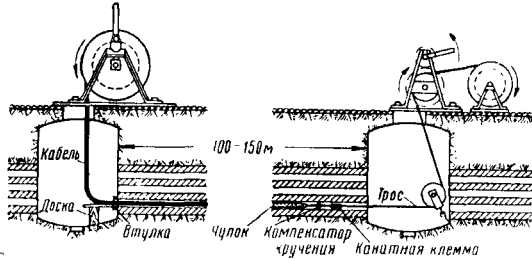
Кабель перед протягиванием подвергают электрическим измерениям, а также проверяют герметичность его оболочки. Затем барабан с кабелем устанавливают над колодцем на козлы (фиг. 266) и протягивают кабель при помощи ручной или моторной лебёдки, установленной у соседнего колодца, предварительно вставив в отверстие канала втулку для предохранения кабеля от повреждений в месте его входа в канал. Перед протягиванием кабеля его свинцовую оболочку смазывают техническим вазелином.

По окончании протягивания кабель вновь испытывают на герметичность свинцовой обо-



лодки, концы кабеля запаивают и укладывают в колодцах на консоли.

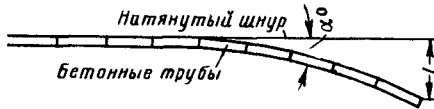
Длина канализации между двумя колодцами на прямых участках линии не должна превышать 150 м; на криволинейных участках длину канализации сокращают с таким



Фиг. 266. Схема протягивания кабеля в канализации

расчётом, чтобы тяговые усилия при протягивании кабеля на криволинейном участке не превосходили тяговых усилий на прямолинейном участке длиной 150 м.

Эквивалентная длина пролёта на криволинейных участках в зависимости от величины отклонения от прямой линии (фиг. 267) приведена в табл. 160.



Фиг. 267. Отклонение труб от прямой линии

Величину тягового усилия при протягивании кабеля определяют по формулам: на прямолинейном участке

$$T = p f L;$$

на криволинейном участке

$$T = p R / \varphi \left[ 1 + \frac{f^2 \varphi^2}{6} + \frac{f^4 \varphi^4}{120} \right],$$

где  $T$  — тяговое усилие в кгс;

$p$  — вес 1 пог. м кабеля в кгс;

$f$  — коэффициент трения (для бетонной канализации равный 0,8);

$R$  — радиус изгиба канализации в м;

$L$  — длина прямолинейного участка или на криволинейном участке длина дуги в м;

$$\varphi = \frac{L}{R}.$$

#### Прокладка подводного кабеля

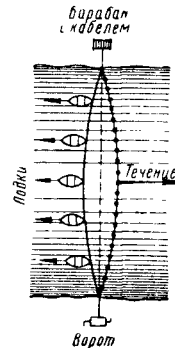
Прокладка кабеля с лодок. При прокладке подводного кабеля с лодок через 15—30 м одна от другой устанавливаются на якорь лодки, как показано на фиг. 268. Конец кабеля привязывают к крепкому канату, который на другом берегу наматывают на ворот. По мере наматывания кабель по-

Таблица 160  
Эквивалентная длина пролёта в зависимости от величины отклонений  $\alpha$  или  $l$  (фиг. 267)

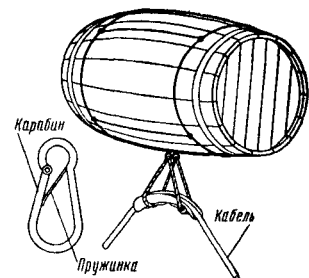
Количество обычных прямоугонных труб, уложенных с отклонением от прямой		Величина отклонения от прямой		Длина пролёта, эквивалентная пролёту в 150 м на прямом участке в м
		$\alpha^\circ$	$l$ в м	
Одноотверстных	1	1	0,017	146
	2	2	0,164	143
	3	3	0,156	138
	4	4	0,28	131
	5	5	0,40	129
	10	10	1,70	122
	15	15	3,70	99
	20	20	6,20	86
	25	25	9,00	74
	30	30	12,60	65
Двухотверстных	2	1	0,034	146
	4	2	0,13	143
	10	5	0,80	129
	20	10	3,40	113

даётся на лодки, и когда он достигнет другого берега, его с лодок опускают на дно.

Прокладку с лодок применяют на несудоходных реках небольшой ширины при скорости течения воды около 0,5 км в час.



Фиг. 268. Схема прокладки кабеля с лодок

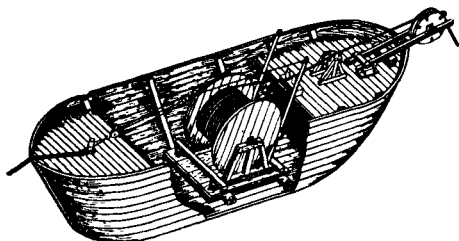


Фиг. 269. Крепление кабеля к бочке

Прокладка кабеля при помощи бочек. Прокладку кабеля при помощи бочек применяют на несудоходных реках со скоростью течения воды не более 0,5 км в час. При этом способе на одном берегу устанавливают барабан с кабелем, а на другом лебедку или ворот. Через реку протягивают трос. Затем при помощи лебедки или ворота тянут трос с кабелем, сматывая последний с барабана. По мере сматывания кабеля его укладывают на желоба из листовой стали, прикрепленные к деревянным или железным бочкам (фиг. 269). На этих бочках он плывёт к противоположному берегу. Бочки размещаются на таком расстоянии друг от друга, чтобы под воздействием веса кабеля они погружались в воду не более чем на  $\frac{2}{3}$  своего диаметра. Кабель подвешивают к бочке на верёвке или тонком тросе, прикрепляемым к бочке при помощи карабина.

Прокладка кабеля с барж. Прокладку кабеля с барж, паромов или судов произ-

водят на судоходных реках. Для этого на барже или судне устанавливают барабан с кабелем (фиг. 270) или кабель предварительно разматывают и укладывают на палубе (фиг. 271). Один конец кабеля укрепляют на берегу, и с движущейся баржи или судна кабель постепенно опускают в воду.



Фиг. 270. Баржа для прокладки кабеля с барабана

**Прокладка кабеля со льда.** При прокладке со льда кабель разматывают и кладут на лёд с запасом в виде дуги у берега, от которого начинается прокладка. Во льду вдоль кабеля пробивают прорубь шириной 10—15 см. Со стороны, лежащей ниже по течению, в прорубь на расстоянии 3—4 м друг от друга вертикально устанавливают до дна 5—6 прутьев из сортовой стали, по которым кабель опускают на дно. После опускания 10—15 м кабеля прутья переставляют дальше по трассе прокладки и опускают на дно следующий участок кабеля. Схема прокладки приведена на фиг. 272.

Если лёд имеет толщину более 0,8 м, то во льду вырубают клетки, каждая длиной

вырубают, а кабель прокладывают так, как было указано выше.

**Прокладка и укрепление кабеля на берегах.** Глубина заковки подводного кабеля на берегах должна быть не менее 1 м, а в местах выхода кабеля на берег он должен быть углублён в дно реки на глубину не менее 0,5 м, считая от самого низкого уровня воды, с таким расчётом, чтобы он не вмерзал в лёд при ледоставе самого низкого уровня.

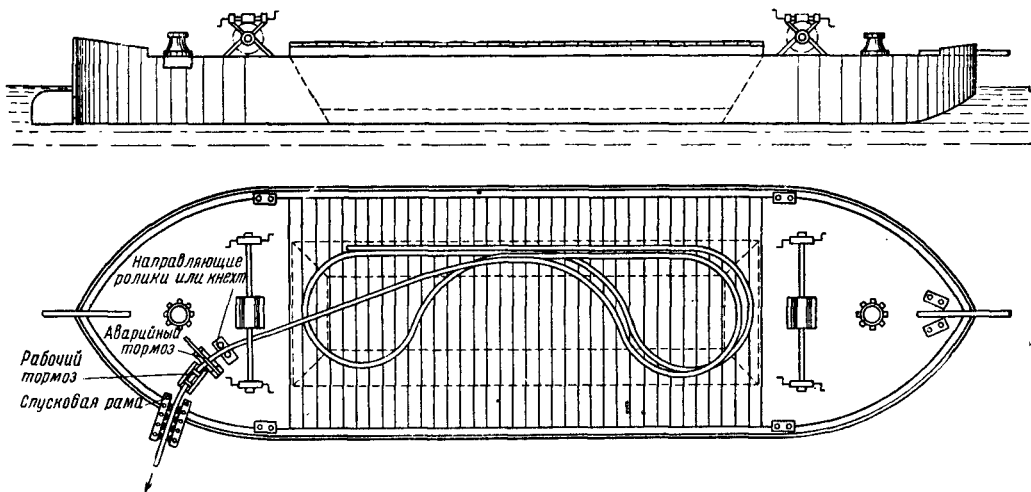
Если кабель прокладывают по дну реки без углубления в дно, то его закрепляют на берегах при помощи зигзагообразной траншеи (фиг. 274) или «восьмёрки» (фиг. 275).

На стыке подводного кабеля с подземным устанавливают чугунную муфту для подводного кабеля; если стык их расположен на расстоянии более 30 м от берега, то допускается установка чугунной муфты для подземного кабеля.

### Прокладка кабеля по мостам

Прокладку кабеля по мосту производят, как правило, под пешеходной его частью в бетонных или асбестоцементных трубах (фиг. 276), или в стальных трубах, укладываемых на брусья (фиг. 277) из пропитанного дерева, а также в специальных желобах (фиг. 278).

При наличии сильной вибрации моста для предохранения свинцовой оболочки кабеля от разрушения применяют кабель с проволоочной бронёй или с легированной свинцовой оболочкой, укладывают кабель со слабиной или с применением специальных пружинных амортизаторов, смягчающих сотрясения кабеля при вибрации моста.



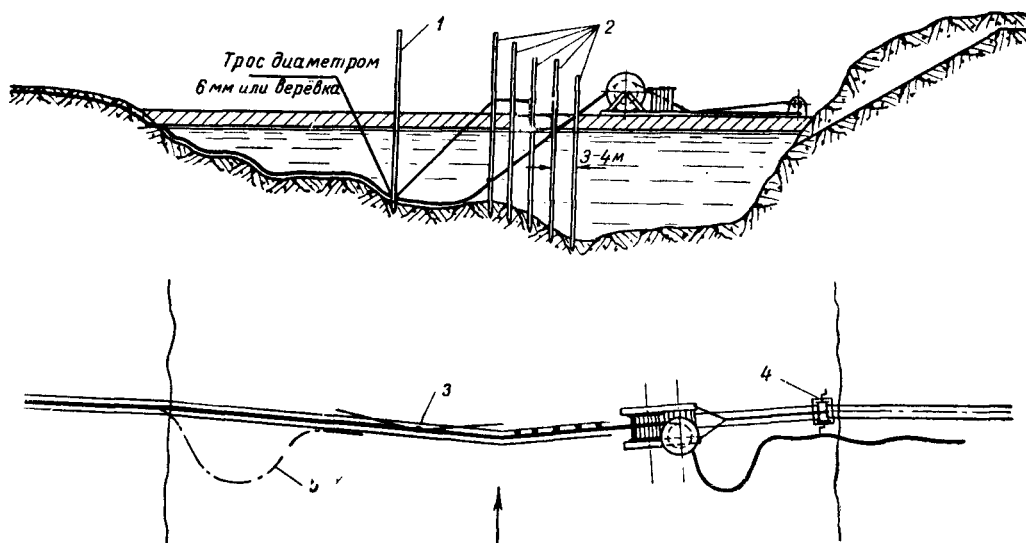
Фиг. 271. Укладка кабеля на палубе

10 м и шириной 30—40 см. Глубину клеток делают такой, чтобы в клетке оставался лёд толщиной 5—10 см; между клетками оставляют перегородки (фиг. 273).

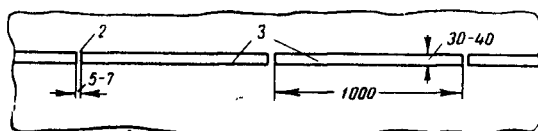
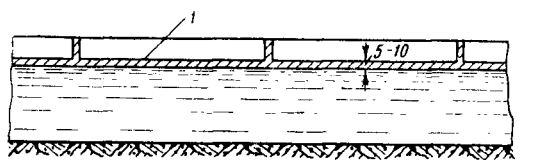
После заготовки всех клеток в них пробивают дно; перегородки из льда также

### Подвеска кабеля на тросе

Подвеску кабеля на тросе по опорам воздушных линий и по крышам зданий на стойках в основном применяют на местных телефонных сетях при ёмкости кабеля до 30 пар.

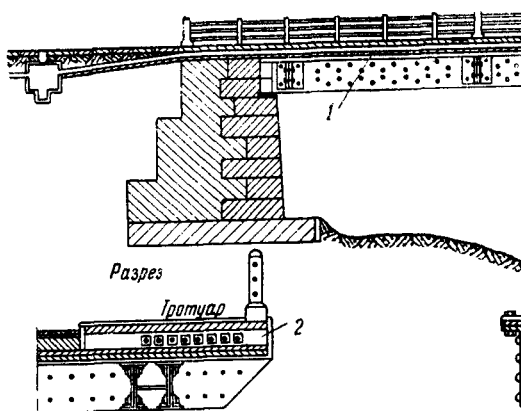


Фиг. 272. Схема прокладки кабеля со льда: 1—контрольный шест; 2—прутья из сортовой стали; 3—приспособление для спуска кабеля в воду; 4—лебёдка; 5—начальное положение петли кабеля

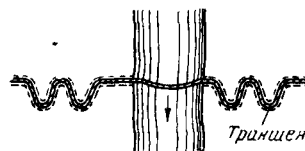


Размеры в см

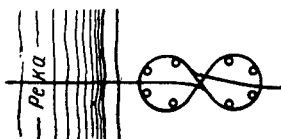
Фиг. 273. Схема прокладки кабеля со льда при толщине льда более 0,8 м: 1—лёд; 2—перегородка; 3—клетка



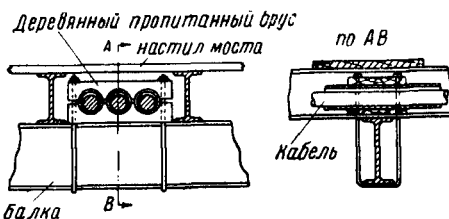
Фиг. 276. Прокладка кабеля по мосту в трубопроводе: 1—телефонный трубопровод; 2—разрез телефонного трубопровода из бетонных или асбестоцементных труб



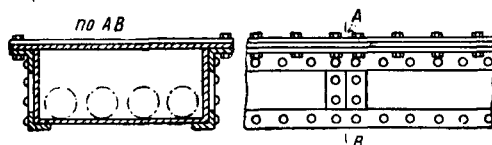
Фиг. 274. Укрепление кабеля зигзагообразной траншеей



Фиг. 275. Укрепление кабеля «восьмёркой»



Фиг. 277. Прокладка кабеля по мосту в стальных трубах



Фиг. 278. Прокладка кабеля по мосту в желобе

Кабель подвешивают на тросе, который на промежуточных опорах закрепляют при помощи консолей (фиг. 79), а на оконечных опорах — при помощи трёхболтовых зажимов (фиг. 35) или струбцинок.

Трос подвешивают с таким напряжением, чтобы стрела провеса его с подвешенным к нему кабелем при температуре окружающего воздуха, равной — 30°C, составляла бы 2% от длины пролёта.

В табл. 161 приведены типы тросов и их стрелы провеса при разной температуре окружающего воздуха в зависимости от длины пролёта и ёмкости подвешиваемого кабеля марки ТГ, применяемого на местных телефонных сетях.

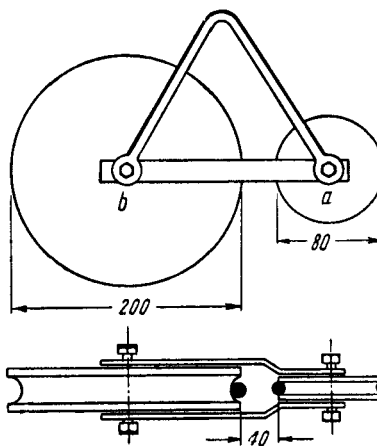
На линиях типа О кабели ёмкостью до 40 пар, а на линиях типа Н кабели ёмкостью до 30 пар допускается подвешивать на стальной оцинкованной линейной проволоке диаметром 5 мм.

При устройстве воздушно-кабельного ввода междугородной воздушной линии кабелем марки ТЗГ тип троса и его стрелу провеса в зависимости от ёмкости подвешиваемого кабеля, длины пролёта и типа линии выбирают по табл. 162.

Напряжения в тросе с подвешенным кабелем определяют по формулам, приведённым в табл. 163.

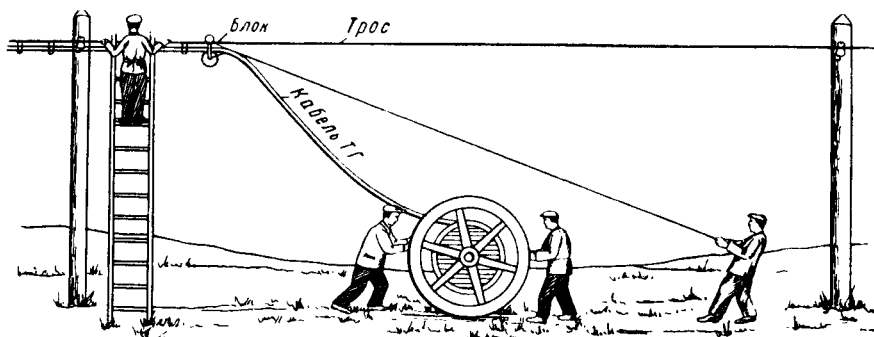
Подвеску кабеля на тросе можно осуществлять двумя способами.

При первом способе применяют комбинированный блок (фиг. 279), состоящий из сталь-



Фиг. 279. Комбинированный блок

ного блока *a* и деревянного *b*. При подвеске стальной блок накладывают на трос, а на



Фиг. 280. Подвеска кабеля при помощи комбинированного блока

Таблица 161

Типы тросов и стрелы их провеса для подвески кабелей марки ТГ

Ёмкость кабеля			Тип линии	Тип троса	Стрела провеса троса в см до подвески кабеля при температуре в °С											
диаметр жил в мм					в пролёте 40 м						в пролёте 50 м					
0,5	0,6	0,7			-20	-10	0	+10	+20	+30	-20	-10	0	+10	+20	+30
10×2	—	—	О, Н и У	1×7—4,2—140—1	62	67	72	77	80	84	70	82	88	94	99	103
—	10×2	—	О, Н и У	1×7—4,2—140—1	60	64	70	74	78	82	67	74	80	86	92	97
20×2	—	10×2	О, Н и У	1×7—4,2—140—1	55	60	65	70	74	78	58	65	71	78	84	90
30×2	20×2	—	О и Н	1×7—4,2—140—1	48	53	59	64	69	74	64	71	77	83	89	95
30×2	20×2	—	У	1×7—6—140—1	65	70	74	78	82	86	76	82	88	94	99	103
—	30×2	20×2	О, Н и У	1×7—6—140—1	63	68	72	76	80	84	70	76	82	88	94	99
50×2	—	—	О и Н	1×7—6—140—1	59	64	69	73	77	81	65	72	78	84	90	96
50×2	—	—	У	1×7—6—140—1	59	64	69	73	77	81	78	84	90	95	100	105
80×2	50×2	30×2	О и Н	1×7—6—140—1	45	51	57	62	67	72	43	51	58	65	71	77
80×2	50×2	30×2	У	1×7—6,6—140—1	58	63	67	72	76	80	59	66	73	79	85	91
100×2	70×2	40×2 и 50×2	О, Н и У	1×7—6,6—140—1	53	58	63	68	73	77	52	59	66	73	79	85
Стрела провеса троса с подве- шенным кабелем					83	86	89	92	95	98	104	108	111	114	117	120

Таблица 162

Типы тросов и стрелы их провеса для подвески кабелей марки ТЗГ

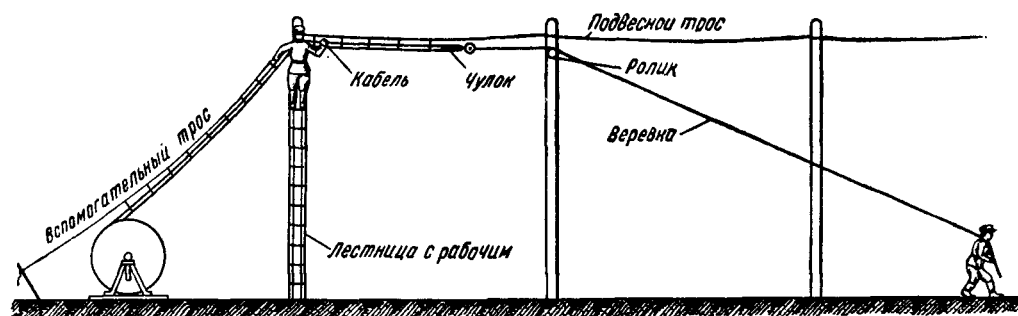
Вместимость кабеля ТЗГ	Тип линии	Тип троса	Температура в °С						
			-30	-20	-10	0	+10	+20	+40
Трос в пролёте 40 м									
12×4×0,9	О, Н, У	1×7-6,6-120-1	47	53	59	64	69	74	78
12×4×0,9	ОУ	1×7-7,8-120-1	57	62	67	72	77	82	86
7×4×0,9	О, Н, У	1×7-6,0-120-1	57	62	67	72	77	82	86
7×4×0,9	ОУ	1×7-7,8-120-1	66	71	76	80	84	88	92
Стрелы провеса троса с подвешенным кабелем			80	84	87	90	94	97	100
Трос в пролёте 50 м									
12×4×0,9	О, Н, У	1×7-7,8-120-1	64	71	77	83	89	95	100
12×4×0,9	ОУ	1×7-9,0-120-1	74	80	86	92	97	102	107
7×4×0,9	О, Н, У	1×7-6,0-120-1	64	70	76	82	88	94	99
7×4×0,9	ОУ	1×7-7,8-120-1	79	85	91	97	102	106	110
Стрела провеса троса с подвешенным кабелем			100	105	109	113	117	121	125

деревянный блок кладут кабель (фиг. 280), который тянет за верёвку рабочий.

Рабочий, находящийся на лестнице, представленной к тросу, по мере подачи кабеля прикрепляет его к тросу подвесками (на

1 пог. м кабеля устанавливают 3—4 подвески).

При втором способе подвески барабан с кабелем устанавливают на козлах в начале линии (фиг. 281). Кабель сматывают с бара-



Фиг. 281. Укладка кабеля с перестановкой подвесок

Таблица 163

Формулы для расчёта троса при подвеске кабеля

Наименование формулы	Расчётная формула	Единица измерения	Условные обозначения и числовые значения некоторых величин
Удельная нагрузка троса от веса кабеля и подвесок	$\gamma_a = \frac{g_1 + g_2}{q}$	$\frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{мм}}$	$g_1$ —вес 1 пог. м кабеля в кг; $g_2$ —вес подвесок на 1 м длины кабеля в кг; $q$ —сечение троса в мм <sup>2</sup>
Удельная нагрузка троса от веса льда на нём и на кабеле	$\gamma_z = \frac{\pi [(d+2b)^2 - d^2] \gamma_0}{4 \cdot 1000 q} + \frac{\pi [(d_1+2b)^2 - d_1^2] \gamma_0}{4 \cdot 1000 q}$	$\frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{мм}}$	$d$ —диаметр троса в мм; $d_1$ —диаметр кабеля в мм; $\gamma_0$ —удельный вес льда, равный 0,9; $b$ —толщина стенки льда в мм

Продолжение табл. 163

Наименование формулы	Расчётная формула	Единица измерения	Условные обозначения и числовые значения некоторых величин
Удельная нагрузка троса от собственного веса, веса кабеля с подвесками и веса льда на тросе и кабеле	$\gamma_s = \gamma_1 + \gamma_2' + \gamma_2''$	$\frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{мм}}$	$\gamma_1 = 0,0078$
Удельная нагрузка от давления ветра на трос	$\gamma_4 = \frac{pd}{1000 q}$	$\frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{мм}}$	$p = 0,06 v^2$ ; $v$ — скорость ветра в м/сек
Удельная нагрузка троса от давления ветра на него и кабель, покрытые льдом	$\gamma_5 = \frac{p(d+d_1+4b)}{1000 q}$	$\frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{мм}}$	
Удельная нагрузка троса от собственного веса троса и давления ветра на него	$\gamma_6 = \sqrt{\gamma_1^2 + \gamma_4^2}$	$\frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{мм}}$	
Удельная нагрузка троса от собственного веса, веса кабеля с подвесками, веса льда на тросе и кабеле и давления ветра на трос и кабель, покрытые льдом	$\gamma_7 = \sqrt{\gamma_6^2 + \gamma_5^2}$	$\frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{мм}}$	
Напряжение в тросе от собственного веса и веса кабеля с подвесками при $t = -30^\circ\text{C}$	$\sigma_{-30} = \frac{l^2(\gamma_1 + \gamma_2')}{8 f_{-30}}$	$\frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$	$l$ — длина пролёта в м, $f_{-30} = 0,02 l$
Напряжение в тросе с подвешенным кабелем при гололёде и ветре	$\sigma_1 - \frac{l^2 \gamma_7^2}{24 \beta \sigma_1^2} = \sigma_{-30} - \frac{l^2(\gamma_1 + \gamma_2')^2}{24 \beta \sigma_{-30}^2} - \frac{\alpha}{\beta}(t_1 - t_{-30})$	$\frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$	$\beta = 50 \cdot 10^{-6}$ ; $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$
Напряжение в тросе, нагруженном кабелем, при отсутствии гололёда для $t_x = 0^\circ\text{C}$ и $t_x = t_{\max}$	$\sigma_x - \frac{l^2(\gamma_1 + \gamma_2')^2}{24 \beta \sigma_x^2} = \sigma_{-30} - \frac{l^2(\gamma_1 + \gamma_2')^2}{24 \beta \sigma_{-30}^2} - \frac{\alpha}{\beta}(t_x - t_{-30})$	$\frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$	$\sigma$ — напряжение при $t_x = 0^\circ\text{C}$ и $t_x = t_{\max}$
Стрелы провеса троса, нагруженного кабелем, для $t_x = 0^\circ\text{C}$ , $t_x = -30^\circ\text{C}$ и $t_x = t_{\max}$	$f = \frac{l^2(\gamma_1 + \gamma_2')}{8 \sigma}$	м	$\sigma$ — напряжение при $t_x = 0^\circ$ , $t_x = -30^\circ$ и $t_x = t_{\max}$
Напряжение в тросе без нагрузки его кабелем при $t_{\max}$ , $t = 0^\circ$ и $t_{\min}$	$\sigma_x - \frac{l^2 \gamma_1^2}{24 \beta \sigma_x^2} = \sigma_{-30} - \frac{l^2(\gamma_1 + \gamma_2')^2}{24 \beta \sigma_{-30}^2} - \frac{\alpha}{\beta}(t_x - t_{-30})$	$\frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$	$\sigma_x$ — напряжение при $t_x = t_{\min}$ , $t_x = 0^\circ$ и $t_x = t_{\max}$
Стрелы провеса троса, не нагруженного кабелем, для $t_x = t_{\min}$ , $t_x = 0^\circ$ и $t_x = t_{\max}$	$f' = \frac{l^2 \gamma_1}{8 \sigma_x}$	м	

бана и протягивают по тросу при помощи надетаго на конец кабеля чулка и верёвки. По мере продвижения кабеля рабочий на первой опоре надевает на него подвесы, не закрепляя их окончательно. Рабочие, находящиеся на следующих за первой опорах, пере-

дают кабель через клеммы, переставляя через них подвесы.

Для уменьшения трения кабеля о трос последний смазывают тавотом. Подвесы закрепляют окончательно после того, как будет окончена протяжка кабеля.

## МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ И СЦБ

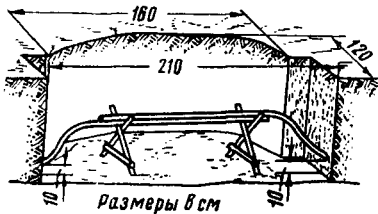
### МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ

В состав работ по монтажу кабелей связи входят следующие работы:

- 1) монтаж соединительных (прямых, симметрирующих и конденсаторных) муфт;
- 2) монтаж ящиков с катушками индуктивности;
- 3) монтаж оконечных устройств (оконечные и разветвительные муфты, боксы, кабельные ящики и т. п.).

#### Монтаж соединительных муфт

**Разделка концов кабелей.** Перед монтажом подземной соединительной муфты производят очистку котлована и концы соединяемых кабелей укладывают на козлы (фиг. 282), а над котлованом устанавливают палатку.



Фиг. 282. Укладка кабеля на козлы

После проверки герметичности оболочки соединяемых кабелей приступают к разделке их концов.

Данные по разделке кабелей с ленточной и проволоочной броней при монтаже подземных прямых и симметрирующих соединительных муфт приведены в табл. 164. Размер  $a$ , указанный на фиг. 283 и в табл. 164 для



Фиг. 283. Разметка концов кабеля

чугунных муфт без фланцев с торцевыми зажимами, равен внутренней длине чугунной муфты; для чугунных муфт с фланцами при разделке кабелей с проволоочной броней

расстояние  $a$  берут равным расстоянию между прорезами фланцев.

При монтаже конденсаторных соединительных муфт размеры  $a$  и  $b$  (фиг. 283) выбирают в соответствии с табл. 165.

Таблица 164

Данные по разделке кабелей при монтаже прямых и симметрирующих соединительных муфт

Расстояние в мм		Внутренний диаметр горловины свинцовой муфты в мм (размер $a$ на фиг. 62)		Внутренний диаметр горловины чугунной муфты в мм (размер $D$ на фиг. 63)	
между обрезами брони (размер $a$ на фиг. 283)	между обрезами свинцовой оболочки (размер $b$ на фиг. 283)	муфта с одним продольным разрезом	цилиндрическая муфта без разреза	старого типа	нового типа
300	160	20	40	35	40
360	210	30	60	45	50
410	250	50	60	55	60
460	290	50	70	65	60
560	340	60	70	75	80
700	400	70	95	85	80
700	420	80	115	95	100
750	460	90	115	95	100

Таблица 165

Размеры разделки кабелей при монтаже конденсаторных соединительных муфт

Расстояние в мм		Внутренний диаметр горловины свинцовой муфты (размер $a$ на фиг. 62)	Внутренний диаметр горловины чугунной муфты в мм (размер $d$ на фиг. 64)	
между обрезами брони (размер $a$ на фиг. 283)	между обрезами свинцовой оболочки (размер $b$ на фиг. 283)		старого типа	нового типа
560	360	35	46	50
750	450	55	65	60
880	560	65	85	80
950	630	80	105	100

Процесс разделки концов подземных бронированных кабелей (фиг. 284) состоит из следующих операций:

1) устройство бандажей *р* (фиг. 284, *а*) из нескольких витков мягкой проволоки на наружной оплётке кабеля у отметок *а* (фиг. 283) и бандажей *к* на броне кабеля;

2) удаление наружной оплётки кабеля, зачистка верхней брони у кабелей с ленточной

их друг с другом, осуществить электрическое соединение брони обоих кусков кабеля;

4) устройство отметок *м* (фиг. 284, *г*) на свинцовой оболочке кабеля по длине свинцовой муфты, зачистка и залуживание оболочки по обе стороны отметок. На расстоянии 40 мм от отметок в сторону концов кабелей делаются круговые надрезы в оболочке и два продольных надреза на расстоянии 5—7 мм друг от друга;

5) удаление свинцовой полоски (фиг. 284, *д*), снятие свинцовой оболочки (фиг. 284, *е*), обмотка оголённого кабеля у обреза свинцовой оболочки двумя слоями миткалевой ленты (фиг. 284, *ж*) и проталкивание ленты на 5—10 мм под свинцовую оболочку;

6) снятие с верхнего повива кабельной бумаги, отгибание четвёрок или пар верхнего повива, перевязка прошпаренной ниткой следующего повива и т. д.;

7) прошпарка жил кабеля с воздушно-бумажной или кордельно-бумажной изоляцией жил массой марки МТ-1;

8) отгибание и нумерация четвёрок (пар) кабеля при помощи бумажного кольца с номером, надеваемого на каждую четвёрку. Счёт четвёрок (пар) при нумерации производят в соответствии с фиг. 285.

**Соединение (сращивание) жил кабеля.** При сращивании жил кордельных кабелей группы пар и четвёрок кабеля отделяют друг от друга и отдельные группы стороны *А* присоединяют к соответствующим группам стороны *Б*. В кабелях, имеющих более двух повивов, сращивание жил центрального повива при наличии в нём эмалированных жил производят в последнюю очередь; во всех остальных случаях сращивание начинают с центрального повива.

В прямых соединительных муфтах две пары одной четвёрки соединяют с двумя парами другой четвёрки таким образом, чтобы жилы одной пары соединялись с соответствующими жилами другой пары.

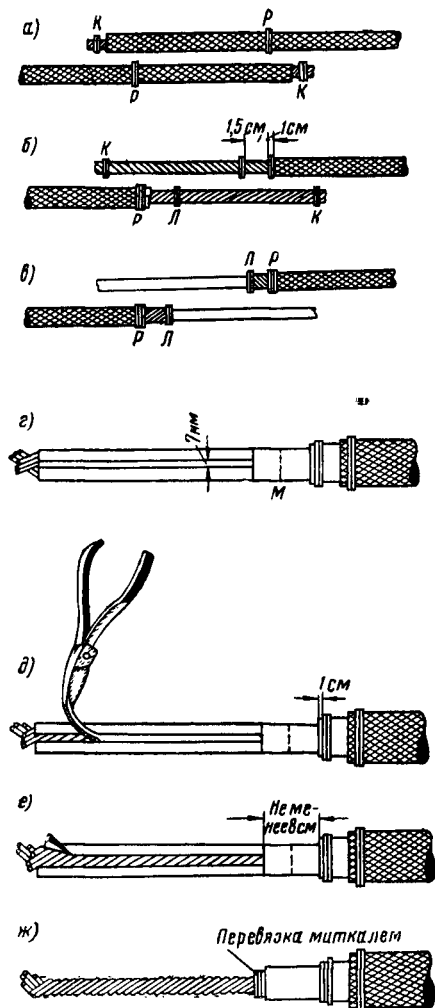
В симметрирующих и конденсаторных муфтах соединение жил двух четвёрок производят в соответствии с ведомостью соединения жил, составленной на основании измерений коэффициентов ёмкостной связи и асимметрии. Эти измерения проводят после разделки концов кабелей перед сращиванием жил.

При диаметре жил кабелей до 1,4 мм их сращивают при помощи скрутки, а жилы диаметром 1,4 мм и больше — при помощи медных соединительных гильз.

Процесс соединения медных жил при помощи скрутки показан на фиг. 286. Пропайку жил производят припоем при помощи паяльника на длине 10 мм от конца скрутки. После пропайки сращиваемые жилы изолируют бумажными гильзами.

При сращивании четвёрок, используемых для высокочастотной связи, между сращиваемыми жилами каждой четвёрки вставляют крестовину (фиг. 287) из пластмассы, на которую затем надвигают общую бумажную гильзу (фиг. 288), а жилы у крестовины скрепляют суровой ниткой.

При сращивании жил со стиролфлексной изоляцией последнюю удаляют с жил в месте спайки при помощи нагретого ножа. Стирофлексная изоляция при температуре более



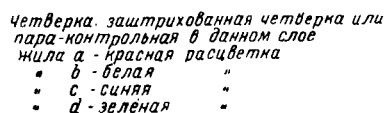
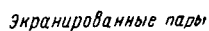
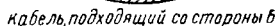
Фиг. 284. Разделка концов кабеля

броней и бронепроволок у кабелей с проволоочной броней, залуживание ленты или проволоки, установка бандажей *л* из медной проволоки и пропайка их (фиг. 284, *б*);

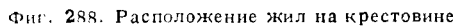
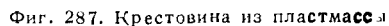
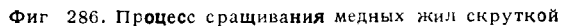
3) надпиливание ленточной и проволоочной брони, удаление её и находящихся под броней слоя кабельной пряжи и кабельной бумаги (фиг. 284, *в*) и очистка свинцовой оболочки тряпкой, пропитанной бензином.

При применении чугунных муфт без торцевых зажимов две проволоки проволоочной брони на каждом из концов соединяемых кабелей не обрезают для того, чтобы, спаяв





Фиг. 285. Порядок нумерации четвёрок (пар) по повивам

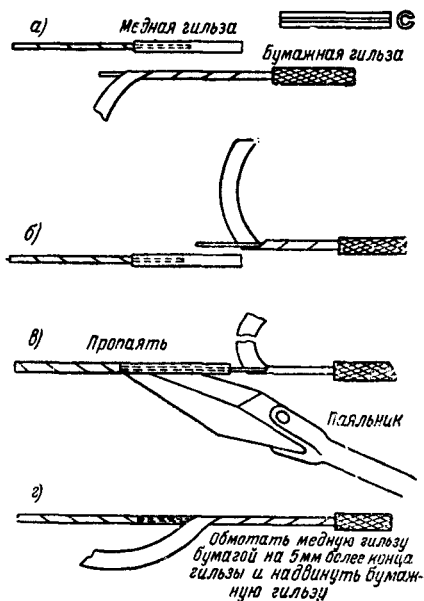


70—80° становится хрупкой. Поэтому длину сростка жил берут равной 45 мм, а спайку жил производят быстро, чтобы тепло не распространилось по жилам до стирофлексной изоляции.

Сращивание жил при помощи медных гильз производят так, как это показано на фиг. 289, при этом медную гильзу вместе со вставленными в неё жилами пропаивают припоем при помощи паяльника.

Сращивание между собой алюминиевых жил производят при помощи сварки или залуживания с последующей спайкой.

Залуживание жил производят, например, припоем, состоящим из 30% олова и 70% цинка.



Фиг. 289. Сращивание жил при помощи медных гильз

В качестве флюса при пайке и облуживании алюминиевых жил рекомендуется применять раствор из 20 г канифоли в 100 г денатурированного спирта.

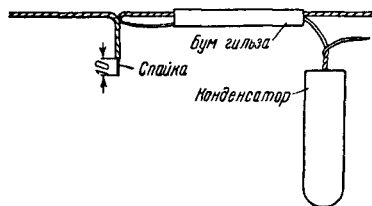
После залуживания алюминиевые жилы сращивают, так же как и медные, при помощи спайки их припоем.

При соединении отдельных четвёрок сростки распределяются так, чтобы получилось равномерное размещение их по всей длине муфты.

При монтаже конденсаторных муфт в соответствии с составленной схемой симметрирования кабеля к некоторым жилам соединяемых четвёрок присоединяют симметрирующие конденсаторы. Присоединение конденсаторов осуществляют при спайке жил кабеля так, как это показано на фиг. 290.

После того как все конденсаторы подключены к соответствующим жилам и все скрутки жил запаяны, место спайки обёртывают кабельной бумагой, а конденсаторы укладывают сверху по окружности спайки (фиг. 291) и плотно перевязывают суровой ниткой.

При выравнивании частных ёмкостей между жилами оба проводника каждого конденсатора присоединяют к жилам. Если частичные ёмкости выравниваются между жила-



Фиг. 290. Присоединение конденсатора к жилам кабеля

ми и землёй (оболочкой кабеля), то вторые концы от конденсаторов присоединяют к гибкому изолированному проводнику, соединяющему свинцовые оболочки сращиваемых кабелей (фиг. 291).



Фиг. 291. Укладка конденсаторов и присоединение их к свинцовой оболочке

**Запайка свинцовой муфты.** После сращивания всех жил соединяемых кабелей, а в конденсаторных муфтах после укладки конденсаторов сросток обматывают миткалевой лентой, которую заделывают петлёй.

При устройстве прямой соединительной спайки бронированных кабелей применяют муфты с продольным разрезом (фиг. 62, а) или цилиндрические муфты без разреза (фиг. 62, б).

Муфты с двумя продольными разрезами (фиг. 62, в) применяют в качестве конденсаторных муфт; при соединении голых свинцованных кабелей применяют муфты с поперечным разрезом (фиг. 62, г).

Края всех муфт перед установкой залуживают.

Запайку свинцовых муфт производят припоем марки ПОС-30. После окончания запайки муфты производят измерение изоляции кабеля для того, чтобы быть уверенным, что спайка выполнена хорошо.

**Монтаж и заливка чугунных муфт.** Перед монтажом чугунной муфты производят соединение свинцовой оболочки каждого из концов соединённых кабелей с их бронёй. Это соединение осуществляют несколькими витками медной проволоки, припаяваемой к свинцовой оболочке и броне.

Кроме соединения брони каждого кабеля с его свинцовой оболочкой, броню одного конца кабеля электрически соединяют с бронёй другого конца кабеля. После этого производят монтаж чугунной муфты с заливкой её кабельной массой марки МБ-100, нагретой до 130—140°C. Затем кабель и муфту засыпают слоем земли или песка толщиной 10 см, поверх этого слоя укладывают слой кирпичей и затем котлован засыпают окончательно слоями грунта толщиной 15—20 см с последующей трамбовкой каждого слоя.

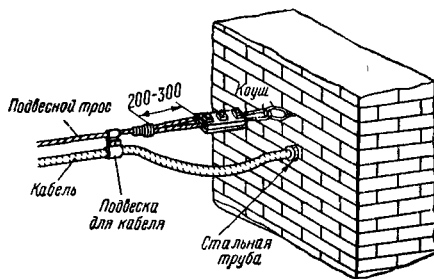
### Оборудование вводов и монтаж оконечных устройств

**Оборудование вводов.** При подземном вводе кабели, как правило, вводят в шахту, размещаемую в подвальном помещении станции. Кабели большой ёмкости распайку в шахте на распределительные кабели ёмкостью до 10 четвёрок. Распайку кабелей производят в распределительных муфтах (фиг. 68).

Если в станцию вводят кабели, проложенные в канализации, то против здания станции оборудуют стационарный колодец, соединяемый с шахтой блоком из труб или тоннелем.

При вводе в здание станции одного-двух кабелей допускается их ввод через отверстие в фундаменте, пробиваемое на уровне дна траншеи, в которое закладывают стальную или керамическую трубу.

Воздушный ввод кабеля в здание осуществляют в соответствии с фиг. 292.



Фиг. 292. Воздушный ввод кабеля в здание

Монтаж оконечных устройств заключается в разделке кабелей в оконечных муфтах, боксах и кабельных ящиках.

**Разделка кабеля в оконечных муфтах.** Разделку конца кабеля в оконечной муфте с двумя крышками (фиг. 293, б), устанавливаемой в сырых помещениях, и разделку кабелей в кабельных ящиках производят так же, как и при монтаже соединительной муфты. Жилы кабеля в этом случае соединяют с выводными проводниками марки ПРГ, если четвёрки кабеля предназначены для связи в полосе тональных частот; жилы четвёрок, предназначенные для высокочастотной связи, соединяют с жилами кабеля марки СРГ или с экранированными проводниками.

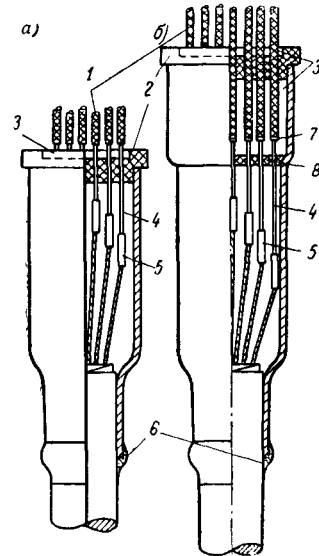
После сращивания жил место спайки защищают свинцовой муфтой, припавиваемой к свинцовой оболочке кабеля, а затем устанавливают и заделывают нижнюю эбонитовую крышку.

После этого муфту укрепляют на стене, стойке или в кабельном ящике и заливают её верхнюю часть кабельной массой, а затем, когда масса остынет, заделывают верхнюю крышку.

При установке оконечной муфты с одной эбонитовой крышкой монтаж её выполняют в соответствии с фиг. 293, а. Эти муфты предназначены для установки в сухих помещениях.

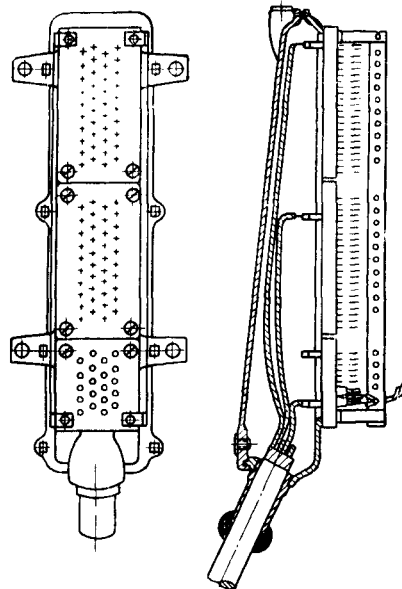
**Разделка кабеля в боксах.** Разделку кабелей с кордельно-бумажной изоляцией производят следующим образом: разделанный ко-

нец кабеля вводят в патрубок бокса и припавивают жилы кабеля к соответствующим штифтам бокса (фиг. 294).



Фиг. 293. Монтаж оконечной муфты: 1—провод марки ПРГ; 2—эбонитовая крышка; 3—кабельная масса; 4—резиновая изоляция; 5—бумажная гильза; 6—припой; 7—заделка оплётки; 8—внутренняя эбонитовая крышка

Затем припавивают свинцовую оболочку кабеля к патрубку бокса и заливают последний кабельной массой марки МТ-2, нагретой до температуры 120°C.



Фиг. 294. Монтаж (зарядка) бокса для кабелей с кордельно-бумажной изоляцией

Для оконечной заделки экранированных пар и высокочастотных цепей применяют экранированные боксы (фиг. 70).

При заделке в боксах кабелей с кордельно-стирофлексной изоляцией жил заливку боксов производят кабельной массой марки МТ-2, изготовляемой по второму рецепту (табл. 95).

Температура массы при заливке бокса должна быть не более 65—70°C.

Зарядка боксов, применяемых на местных телефонных сетях и устанавливаемых в здании телефонной станции или в распределительных шкафах, состоит из следующих основных операций.

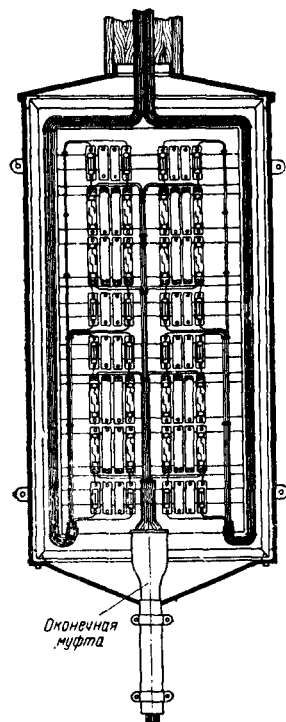
Разделяют конец кабеля длиной, равной внутренней длине бокса (фиг. 69) плюс две длины плинта при зарядке 100- и 50-парных боксов или 1,5 длины плинта при зарядке 30- и 20-парных боксов.

Прошпарку жил производят кабельной массой марки МТ-1. Затем вводят конец кабеля в бокс и припаивают его свинцовую оболочку к наружному краю втулки бокса. После этого производят разбивку повивов кабеля, укладку и спайку жил в соответствующие перья плинтос бокса с заливкой головок винтов с задней стороны плинтос кабельной массой марки МТ-3.

Затем производят электрические испытания зачянного кабеля, заливку бокса массой марки МТ-2 и заделку верхней крышки.

**Монтаж и установка кабельных ящиков.** Заделка кабеля в боксах кабельных ящиков, применяемых на сетях местной телефонной связи (фиг. 37), производится аналогично описанной заделке боксов.

Оконечная заделка кордельных кабелей и телеграфных кабелей с бумажно-масляной изоляцией жил в кабельном ящике для междугородных линий (фиг. 36) осуществляется при помощи оконечных муфт с двумя эбонитовыми крышками, заделываемых, как указано выше. Перед установкой кабельного ящика на кабельной опоре к верхним клеммам цоколей разрядников подключают провода марки ПР, которые собираются в общий жгут, идущий к оконечной муфте (фиг. 295).



Фиг. 295. Монтаж кабельного ящика

От верхних клемм цоколей разрядников к нижним клеммам соответствующих цоколей предохранителей прокладывают перемычки из того же провода. К нижним

клеммам цоколей разрядников подводят общий земляной провод.

Затем кабельный ящик устанавливают на кабельной опоре и производят заземление его корпуса.

Для ввода в кабельный ящик воздушных проводов на верхнее отверстие кабельного ящика надставляют деревянный желоб с отверстиями для фарфоровых воронок, через которые внутрь желоба вводят воздушные провода. Воздушный ввод осуществляют проводами ПРГ или СРГ, которые в кабельном ящике подключают к верхним клеммам соответствующих цоколей плавких предохранителей.

Затем ранее подготовленные провода ПРГ сращивают с жилами кабеля в оконечной муфте. Кабель прикрепляют к опоре при помощи скоб и от механических повреждений защищают угловой сталью.

## МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ СЦБ

При монтаже кабелей СЦБ выполняют работы по разделке кабеля СОБ в разного рода муфтах, на кабельной стойке и в путевых ящиках, а также работы по разделке силового кабеля в муфтах различных типов и в концевой воронке.

**Разделка кабеля СОБ в концевой муфте.** Процесс разделки кабелей СОБ в концевых муфтах бутылочного типа (фиг. 83) состоит из операций, показанных на фиг. 296, а—ж. Для заливки муфты применяют кабельную массу марки МБ-90.

Если кабель укладывают на участках с электротягой, то свинцовую оболочку соединяют с броней проволокой, которую припаивают к броне и оболочке.

Допускается также соединение жил с проводом ПРГ при помощи скрутки с последующей спайкой припоем ПОС-40, как это показано на фиг. 297.

На электрифицированных участках крепление концевой муфты в релейных шкафах, будках и постовых зданиях производят к деревянным брускам или к металлическим основаниям, изолированным от земли при помощи фибровых втулок и шайб.

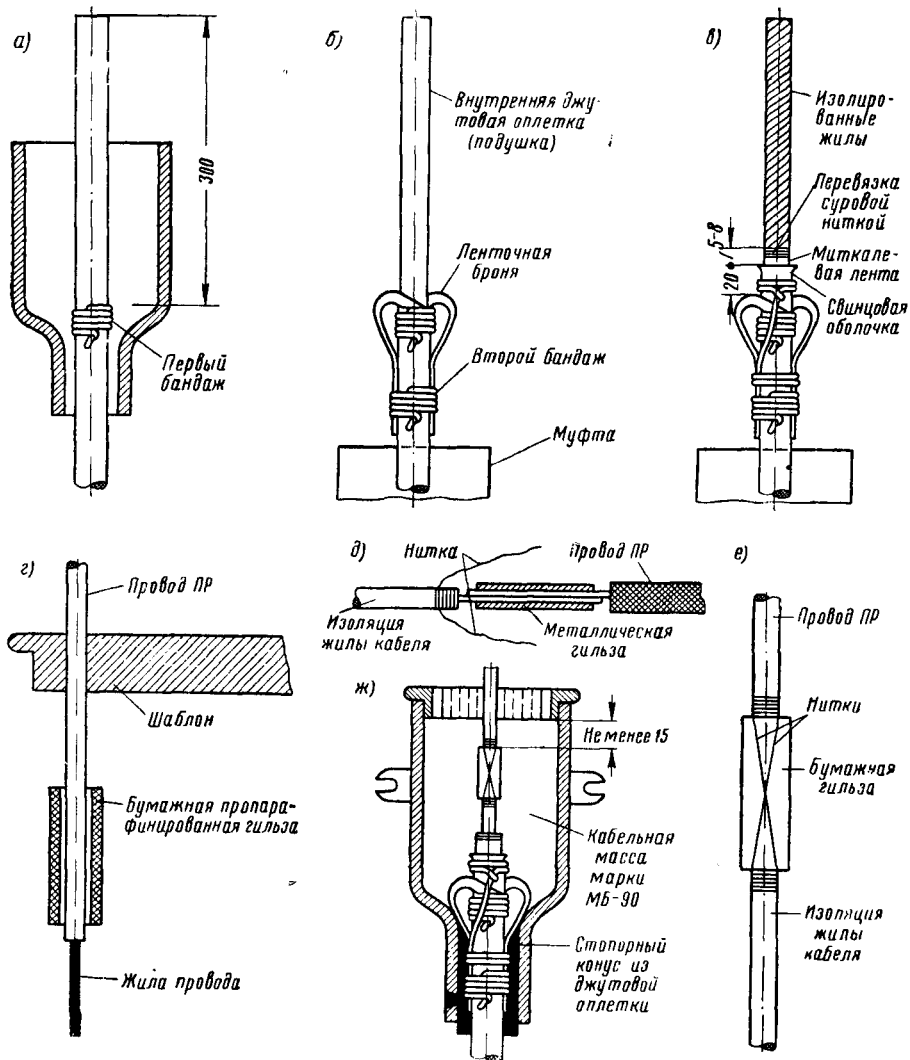
**Разделка кабеля СОБ в стрелочной муфте.** При разделке кабеля СОБ в стрелочной муфте на разделяемый конец кабеля надевают предохранительную стальную трубу и нижний фланец стрелочной муфты. Затем производят разделку кабеля так, как показано на фиг. 298.

При укладке кабеля на электрифицированных участках железных дорог производят соединение свинцовой оболочки с броней, которое выполняют при помощи припайки медной проволоки сечением 2,5 мм<sup>2</sup> к свинцовой оболочке и выходящей из фланца броне кабеля (фиг. 298, г).

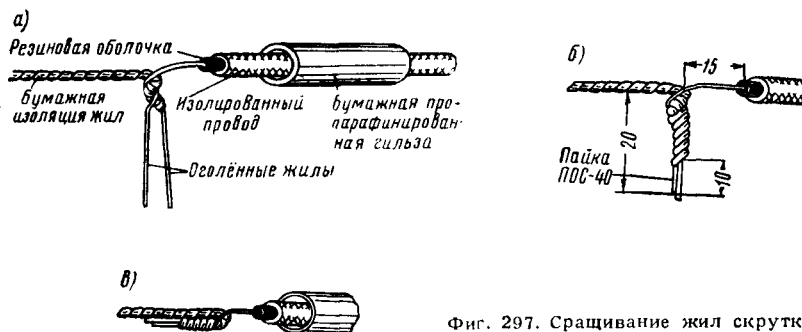
Муфту заливают кабельной массой до уровня, показанного на фиг. 299.

После того как масса остынет, производят подключение жил к плинтам, причём на каждой жиле оставляют запас в виде 2—3 витков диаметром 10—12 мм.

На неэлектрифицированных участках под одну из клемм включают заготовленную ра-



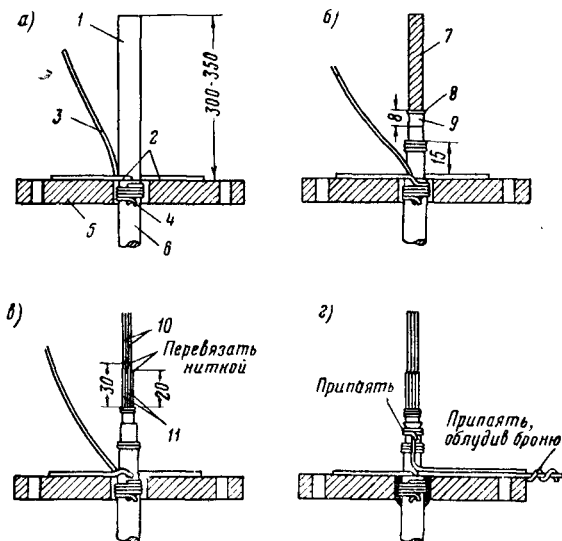
Фиг. 296. Разделка кабеля СОБ в концевой муфте и сращивание жил при помощи гильз



Фиг. 297. Сращивание жил скруткой

нее полосу брони или две свитые броневые проволоки.

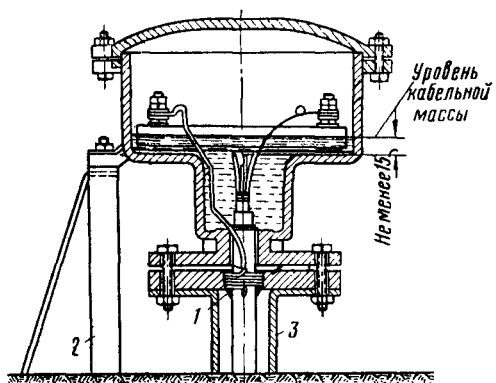
На электрифицированных участках изолируют корпус муфты от заземлённого основания и от фланцев бронированного шланга путём замены крепящих болтов на более



Фиг. 298. Разделка кабеля СОБ в стрелочной муфте: 7—внутренняя джутовая оплётка; 2—ленточная броня; 3—полоска из ленточной брони; 4—бандаж; 5—нижний фланец муфты; 6—наружная джутовая оплётка; 7—изолированные жилы; 8—перевязка суровой ниткой; 9—миткалевая лента; 10—токопроводящие жилы; 11—изоляция жил

тонкие и установки фибровых втулок, шайб и прокладок (фиг. 300).

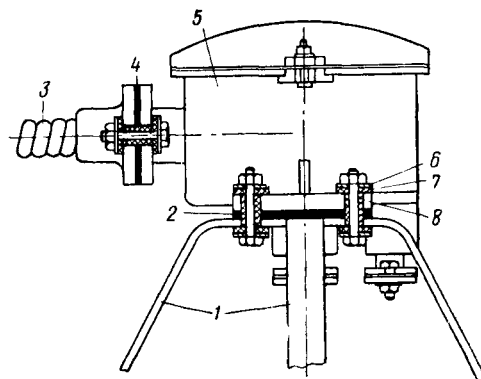
Для изоляции ушек муфты от основания между их плоскостями также прокладывают фибровую прокладку.



Фиг. 299. Смонтированная стрелочная муфта: 1—стопорный конус; 2—основание; 3—предохранительная труба

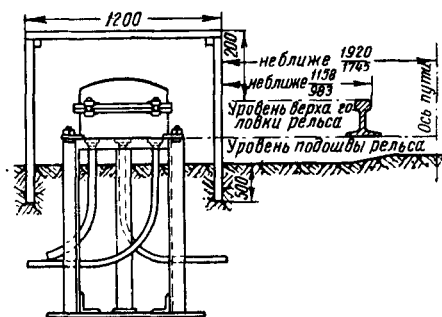
**Разделка кабеля СОБ в групповой муфте.** Групповые муфты устанавливают на основании, для которого роют в земле котлован с таким расчётом, чтобы дно муфты было расположено на уровне подошвы ближайшего рельса (фиг. 301).

Если муфты устанавливают на электрифицированном участке железной дороги, то корпус муфты изолируют от основания, как показано на фиг. 302.



Фиг. 300. Способ изолирования стрелочной муфты на электрифицированных участках железных дорог: 7—основание; 2—фибровая прокладка; 3—шланг; 4—прокладка из фибры, резины или прорезиненной парусины; 5—муфта; 6—металлическая шайба; 7—фибровая шайба; 8—фибровая втулка

При разделке кабелей в групповой муфте сначала разделяют групповой кабель, а затем индивидуальные. Разделка кабелей в групповой муфте производится так же, как и в стрелочной муфте, но на неэлектрифици-



Фиг. 301. Установка групповой муфты

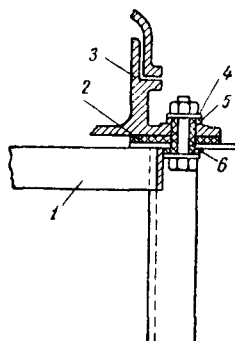
рованных железных дорогах полосу брони в групповую муфту не вводят. На электрифицированных железных дорогах, так же как и в стрелочных муфтах, производят соединение свинцовых оболочек кабелей с броней; как на электрифицированных, так и на неэлектрифицированных железных дорогах в групповых муфтах производят соединение брони группового кабеля с броней всех индивидуальных кабелей при помощи медного провода сечением  $2,5 \text{ мм}^2$ .

После ввода и укрепления кабелей фланцами разделяют жилы кабелей и затем заливают ячейки групповой муфты кабельной массой так, чтобы её уровень был на 15—20 мм выше обреза бумажной изоляции жил (фиг. 303).

Когда кабельная масса остынет, жилы кабелей включают в соответствующие клеммы.

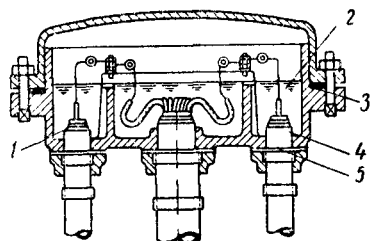
**Разделка кабеля СОБ в сигнальных муфтах.** Сигнальные муфты укрепляют к фланцу

трубы, выходящей из боковой наружной части светорезного фундамента или к боковой стенке светорезного шкафа. Идущий к сигнальной муфте кабель защищают стальной предохранительной трубой.



Фиг. 302. Изолирование корпуса муфты от основания: 1—основание; 2—фибровая прокладка; 3—муфта; 4—металлическая шайба; 5—фибровая шайба; 6—фибровая втулка

Разделка кабеля в сигнальных муфтах на неэлектрифицированных железных дорогах производится так же, как и в стрелочных муфтах, но без ввода полоски брони в муфту. На электрифицированных участках железных дорог при разделке кабеля в сигнальной муфте производят металлическое соединение свинцовой оболочки кабеля с броней.



Фиг. 303. Разделка и монтаж кабеля СОБ в групповой муфте: 1—свинцовая оболочка; 2—кабельная масса; 3—резиновая прокладка; 4—смоляная лента; 5—проволочная броня

Корпус муфты изолируется от светорезного основания или шкафа.

**Разделка кабеля СОБ в кабельных стойках (бутлегах).** Разделка кабеля СОБ в кабельных стойках производится аналогично разделке кабеля в стрелочной муфте, но без ввода полоски брони в кабельную стойку. На электрифицированных участках железных дорог при длине бутлежного кабеля более 50 м производят соединение его свинцовой оболочки с броней.

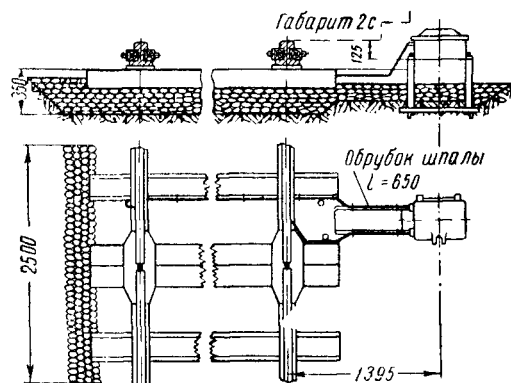
Специальная изоляция свинцовой оболочки и брони бутлежного кабеля от корпуса и трубы кабельной стойки при помощи фибровых прокладок и втулок не производится, но трубу стойки снаружи и внутри обмазывают гудроном, смолой или кабельной массой.

**Разделка кабеля СОБ в путевых ящиках.** Путевые ящики устанавливаются в соответствии с фиг. 304 и 305. Входящие в путевые ящики кабели для защиты от механических повреждений прокладывают в стальных трубах.

Разделка кабеля марки СОБ в путевых ящиках на участках с паровой тягой произ-

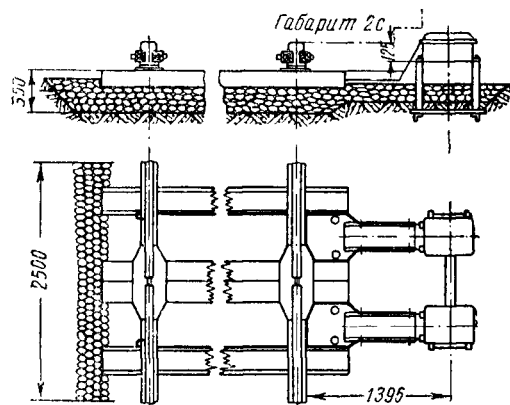
водится так же, как в концевых муфтах, т. е. с наращиванием жил гибким изолированным проводом марки ПРГ сечением 1 мм<sup>2</sup>. Соединение жил с проводом производится как при помощи медных гильз, так и скруткой-спайкой.

Разделка брони производится так же, как в стрелочных муфтах, но без вывода полоски брони в ящик.



Фиг. 304. Установка путевого ящика с одним трансформатором

В трансформаторных ящиках для трансформаторов РТЭ-1 и РТ-1 соединение жил идущего с поста кабеля с кабельной перемычкой следующего ящика производится на зажимах клемм этого ящика.



Фиг. 305. Установка спаренных ящиков для трансформаторов

В трансформаторном ящике для реле ДСР соединение жил идущего с поста кабеля с кабельной перемычкой следующего ящика производится в самом ящике при помощи медных гильз без наращивания проводов. Жилы кабеля, предназначенные для включения местной обмотки и контактов реле ДСР, наращивают проводом и подключают под зажимы клемм ящика.

При разделке кабеля марки СОБ в путевых ящиках на электрифицированных участках производят металлическое соединение свинцовой оболочки с броней кабеля так же,

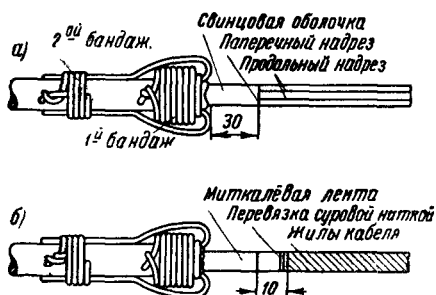
как при разделке кабеля в стрелочной муфте.

Кроме того, корпус путевого ящика изолируют от заземлённого основания аналогично тому, как это показано на фиг. 302.

**Разделка кабеля СОБ в чугунных соединительных и тройниковых муфтах.** В месте установки соединительной или тройниковой муфты траншея расширяется для укладки запаса кабеля.

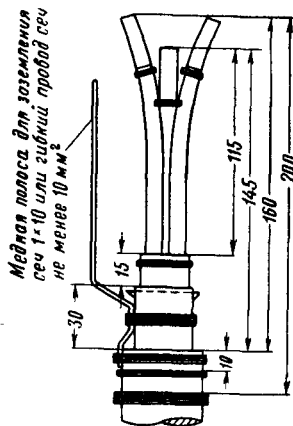
Разделку концов кабеля производят, как показано на фиг. 306.

При этом производят соединение между собой брони кабелей путём спайки внутри муфты гибких голых проводов сечением  $2,5 \text{ мм}^2$ , припаянных к броне соединяемых кабелей.



Фиг. 306. Разделка кабеля СОБ в соединительной муфте

На электрифицированных участках железных дорог, кроме соединения между собой брони сращиваемых кусков кабеля, соединяют свинцовую оболочку кабеля с его бройей.



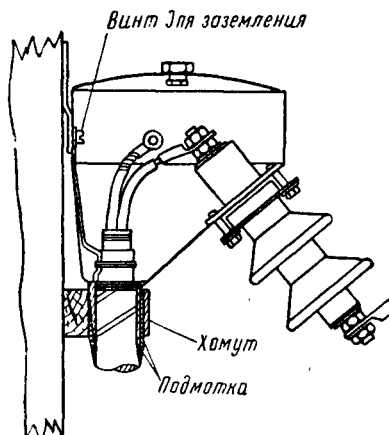
Фиг. 307. Разделка конца силового кабеля

Соединение жил кабелей в муфте производят при помощи медных гильз или скруток жил с последующей их спайкой.

**Разделка силового кабеля в концевой мачтовой муфте.** При устройстве кабельных вставок в трёхфазную высоковольтную цепь автоблокировки оконечную разделку силового кабеля производят в устанавливаемых на опорах линии автоблокировки концевых мачтовых муфтах системы инж. Фирсова (фиг. 56).

Разделку кабеля в этой муфте производят, как показано на фиг. 307.

В процессе разделки кабеля к его броне и к свинцовой оболочке припаивают медную ленту или провод сечением  $10 \text{ мм}^2$ , второй конец которого после окончания монтажа муфты присоединяют при помощи винта к её корпусу.

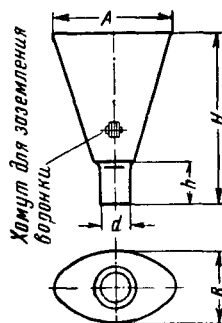


Фиг. 308. Внешний вид кабельной воронки

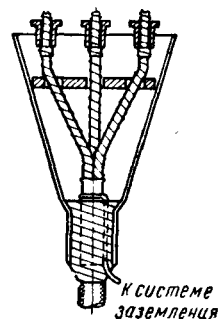
На концы жил припаивают наконечники, которые закрепляются при помощи гаек на стержнях проходных изоляторов.

Жилы кабеля проплавляют массой марки МТ-1, а муфту заливают кабельной массой марки МК-45.

После окончания монтажа муфту укрепляют на опоре специальным хомутом (фиг. 308).



Фиг. 309. Концевая воронка



Фиг. 310. Концевая воронка с разделанным кабелем

**Разделка силового кабеля в концевой воронке.** Оконечную разделку силовых кабелей напряжением до  $10 \text{ кВ}$  в закрытых помещениях производят в концевых воронках (фиг. 309) из кровельного железа, размеры которых в зависимости от числа жил кабеля и напряжения выбирают по табл. 166.

Смонтированная концевая воронка имеет вид, показанный на фиг. 310. При монтаже её круговые надрезы на свинцовой оболочке делают в соответствии с табл. 167.

К оболочке и броне кабеля припаивают провод сечением  $10 \text{ мм}^2$  и длиной  $250 \text{ мм}$ .



Таблица 166

Размеры концевых воронок

Тип воронки	Сечение кабеля в мм <sup>2</sup> при указанном числе жил и напряжении					Размеры в мм (фиг. 309)				
	двухжильные		трёхжильные		четырёхжильные	d	A	B	H	h
	1 кв	1 кв	2—6 кв	10 кв	1 кв					
B-115 . . . . .	До 10	До 6	—	—	—	20	80	43	115	35
B-145 . . . . .	16—25	10—16	—	—	До 6	25	100	60	145	40
B-205 . . . . .	35—70	25—50	До 16	—	10—16	35	150	91	205	50
B-235 . . . . .	95—150	70—120	25—50	До 16	25—50	45	167	101	235	50
B-270 . . . . .	185—240	150—185	70—120	25—50	70—120	55	200	121	270	55
B-310 . . . . .	—	240—300	150—185	70—120	150—185	65	217	171	310	65

После установки муфты конец этого провода присоединяют к заземлению. На жилы кабеля напаявают наконечники.

При установке воронки в сыром помещении на жилах кабеля выше распорной шайбы на расстоянии 50—60 мм от верхнего края воронки снимают изоляцию на длине 30—40 мм (делают «замок»).

Воронку закрепляют на месте установки при помощи кронштейна или П-образной скобы и затем заливают кабельной массой марки МБ-90 (отопливаемые помещения) или МБ-70 (неотопливаемые помещения).

**Монтаж силовых кабелей в чугунных соединительных муфтах.** Монтаж силовых кабелей напряжением до 1 кв производят в чугунных соединительных муфтах.

Тип муфт для соединения трёхжильных кабелей выбирают по табл. 168 в зависимости от сечения жил кабелей.

Концы жил кабелей соединяют при помощи спайки в медных гильзах. Свинцовые оболочки и броню обоих концов кабелей соединяют при помощи гибкого медного провода сечением не менее 10 мм<sup>2</sup>.

Таблица 167

Разметка надразов свинцовой оболочки

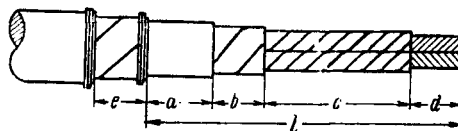
Напряжение в кв	Расстояние в мм		Примечание
	от обреза брони до первого над- реза оболочки С	между надреза- ми оболочки П	
1	15—25	10—15	Для воронок В-115, С=15 и П=10
6 10	25 30	25 30	Для воронок В-145, С=20 и П=10

Муфты для соединения трёхжильных кабелей

Тип муфты	Сечение жил кабеля в мм	Расстояние от конца ка- беля до бан- дажа в мм
С-35-М . . . . .	До 10	245
С-50-М . . . . .	16—35	300
С-65-М . . . . .	50—95	365
С-75-М . . . . .	120—185	420

При установке муфты в земле или неотопливаемом помещении её заливают кабельной массой марки МБ-70, а в отопливаемом помещении — массой марки МБ-90.

**Разделка силовых кабелей в свинцовых соединительных муфтах.** Сращивание силовых кабелей на напряжение выше 1 кв, а также кабелей на напряжение 1 кв, прокладываемых в сырых местах, производят в свинцовых соединительных муфтах, которые в свою очередь заключают в стальные сварные кожухи или в защитные чугунные муфты.



Фиг. 311. Разделка силового кабеля для свинцовой соединительной муфты

При монтаже кабелей в свинцовых соединительных муфтах концы соединяемых кабелей разделяют в соответствии с данными табл. 169 и фиг. 311.

Размер  $e$  на фиг. 311 определяется по формуле  $e = 50 \text{ мм} + \text{ширина хомута шейки защитного кожуха}$ .

Жилы кабелей соединяют при помощи спайки в медных гильзах. Для пропайки

Таблица 169

Разделка концов соединяемых кабелей

Сечение жил кабеля в мм <sup>2</sup>	3—6 кв			3 кв		6 кв		10 кв			
	a	b	d	c	l	c	l	b	c	d	l
6	75	25	25	120	245	—	—	—	—	—	—
10	75	25	30	115	245	115	245	30	160	30	295
16	75	25	30	115	245	115	245	30	180	35	320
25	75	25	35	135	270	135	270	30	180	35	320
35	75	25	35	135	270	135	270	30	180	35	320
50	75	25	35	135	270	135	270	30	180	35	320
70	80	25	35	160	300	155	295	30	200	35	345
95	80	25	40	155	300	150	295	30	195	40	345
120	80	25	40	155	300	175	320	30	195	40	345

применяют кабельную массу марки МТ-1. Жилы в месте соединения изолируют несколькими слоями бумажной пропитанной ленты. Толщину бумажной изоляции в месте соединения жил берут в зависимости от напряжения кабеля, с таким расчётом, чтобы она была не менее 3 мм при 3 кв, 5 мм — при 6 кв и 7 мм — при 10 кв.

После изолировки отдельных жил на них накладывают общую изоляцию из нескольких слоёв бумажной ленты так, чтобы толщина изоляции была равна 3 мм.

Запаянную свинцовую муфту заливают кабельной массой МК-45 через прорубленные в стенке муфты треугольные отверстия.

Заливочные отверстия запавают после остывания массы.

Заземление свинцовой муфты производят путём соединения её свинцовой оболочки с броней кабеля и с защитным кожухом при помощи гибкого медного проводника сечением не менее 10 мм<sup>2</sup>.

Запаянную свинцовую муфту помещают в защитный кожух, который после этого также заливают кабельной массой марки МБ-70.

## МЕХАНИЗАЦИЯ ЛИНЕЙНЫХ РАБОТ

### Рытьё ям под опоры

Наибольшую производительность труда по рытью ям под опоры можно обеспечить, применяя комбинированный бур-столбостав типа БКГМ-АН, смонтированный на автомашине марки ГАЗ-67.

Этот агрегат роет ямы цилиндрической формы глубиной до 1,5 м с диаметром отверстия 0,35—0,50 м. Время бурения одной ямы в грунтах мягких и твёрдых составляет от 40 сек. до 1 мин.; в грунтах, замёрзших на глубине 0,6—0,8 м, затрачивается до 2—2,5 мин.

Бригада, работающая с бурмашиной, состоит из двух человек — водителя и бурильщика.

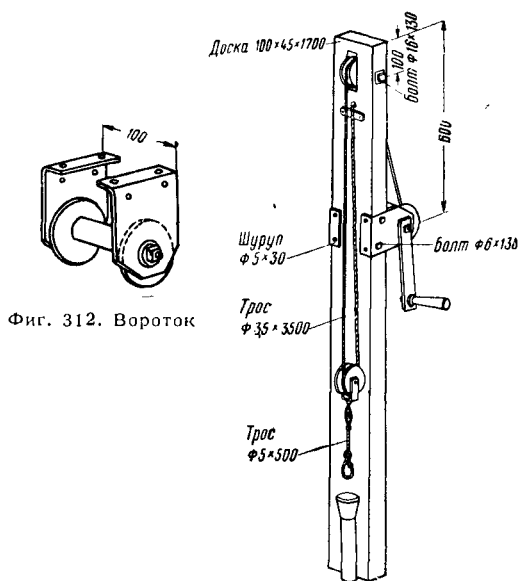
Производительность бурмашины в течение восьмичасового рабочего дня с учётом времени на передвижение по трассе составляет в среднем 65—80 ям в зависимости от твёрдости грунта.

Полный вес бурильной машины (с весом заправленного автомобиля ГАЗ-67) составляет 1 900 кг; высота машины в походном положении 2 170 мм, а в рабочем положении с поднятой стрелой 4 300 мм; высота нижней части машины над поверхностью земли 235 мм; наибольшая скорость автомашины 90 км в час; грузоподъёмность 0,4 т; расход горючего на 100 км пробега машины 15 л. Примерно столько же горючего расходуется и за время работы по рытью ям в течение восьмичасового рабочего дня.

На трассе, трудно проходимой для бурильных машин, может быть применён взрывной способ рытья ям. В состав работы при рытье ям этим способом входят: заготовка отверстия (глубиной, на 10—15 см меньшей глубины будущей ямы) для закладывания взрывчатого вещества (в. в.), заполнение отверстия в. в., производство взрыва и подчистка ямы от осыпавшегося грунта.

Работа выполняется бригадой из четырёх

человек (в составе бригады должен быть обязательно специалист взрывного дела, имеющий право на производство взрывных работ).



Фиг. 312. Вороток

Фиг. 313. Стойка ручного воротка

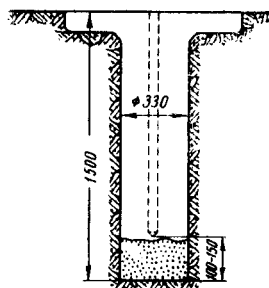
Заготовка отверстия под в. в. осуществляется путём забивки в землю лома.

Вытаскивание лома из земли осуществляется при помощи ручного воротка (фиг. 312) с двумя блоками, смонтированными на деревянной стойке (фиг. 313).

В качестве взрывчатого вещества применяют порошкообразный аммонит или аммонал. В отверстие вставляется капсуль с заделанным концом бикфордова шнура длиной

около 1 м. После поджигания бикфордова шнура взрывник должен удалиться не менее чем на 40 м от места взрыва.

Яма, получающаяся после взрыва, имеет цилиндрическую форму (фиг. 314). Остаток



Фиг. 314. Форма ямы, полученной взрывным способом в мягком и твердом грунтах

грунта удаляется из ямы при помощи ковша-лопаты. Используя взрывной способ, бригада может в течение рабочего дня заготовить 50—60 ям. Расход в. в. на одну яму составляет около 0,6 кг.

Хранение в. в. и капсулей осуществляется в соответствии со специальными инструкциями.

В зимнее время отверстие для закладки взрывчатого вещества заготавливается при помощи нагретых ломов.

Формы ям, получающиеся при взрывах в мерзлом грунте, изображены на фиг. 315.

Обработку горловин таких ям с целью расширения отверстия производят или вручную при помощи лома-пешни и ковша-лопаты или же путём дополнительного взрывания.

В течение рабочего дня таким способом бригада из четырёх человек может заготовить около 30 ям. Расход в. в. на одну яму около 0,75 кг.

Расход угля составляет 8 кг на 4 часа работы.

При наличии скалистого грунта заготовку отверстий для закладки в. в. можно выпол-

электростанцию, например типа ЖЭС-2 (железнодорожная передвижная электростанция мощностью 2 квт).

При работе электробуром его снабжают спиральным буром с пластинкой из твёрдого сплава (фиг. 316).

При бурении в отверстие следует подливать воду.

После того как отверстие будет высверлено на глубину 0,5—0,6 м, его заполняют примерно на  $\frac{3}{4}$  в. в. и закладывают капсулю с бикфордовым шнуром. Оставшуюся свободной часть отверстия засыпают землёй и утрамбовывают её.

После взрыва яму очищают от обломков породы. Дальнейшее углубление ямы осуществляют повторением тех же операций.

Производительность бригады из трёх человек в течение рабочего дня составляет в среднем 4 ямы.

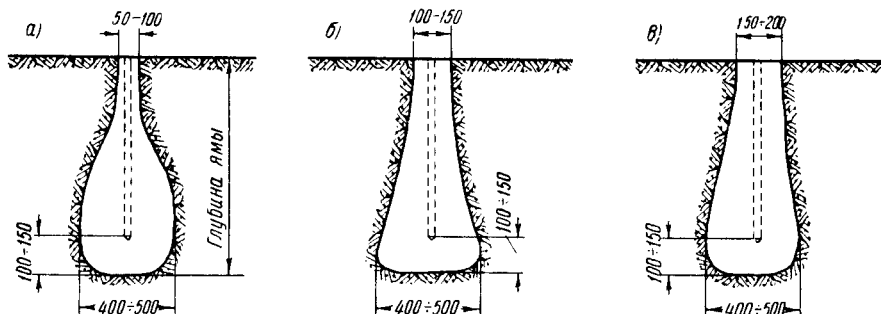
Расход в. в. на одну яму равен около 1 кг.

При строительстве и ремонте линий связи для рытья ям не всегда оказывается возможным и целесообразным применение бурильных машин и взрывного способа (труднопроходимая трасса, малый фронт работ, выборочный характер работ и т. п.).

В этих случаях для рытья ям могут быть рекомендованы более простые инструменты и приспособления, к числу которых относятся ковш-лопата, ручной бур и лопата-подборка.

Ковш-лопата конструкции В. М. Нефёдова состоит из двух совков *а* (фиг. 317), насаженных на деревянные ручки *б* и связанных между собой шарниром *в*. Совки изготовляют из листовой стали марки Ст. 5 толщиной 2 мм.

В болотистом грунте яму легко рыть одной ковш-лопатой без каких-либо дополнительных инструментов; при рытье ям в мягком грунте рабочий должен в комплекте с ковш-лопатой иметь ещё обычную штыковую лопату для снятия верхнего слоя земли, а при рытье ям в твёрдом грунте, кроме того, ещё лом-пешню для рыхления грунта



Фиг. 315. Формы ям, полученные взрывным способом в промёрзшем грунте: а—в сильно промёрзшем суглинистом грунте; б—в промёрзшем суглинистом грунте; в—в слабо промёрзшем грунте

нить при помощи электробюра типа ЭР-5; трёхфазный электромотор этого электробюра работает при напряжении 120—220 в и потребляет мощность 1,7 квт.

Для питания электробюра в полевых условиях удобно использовать передвижную

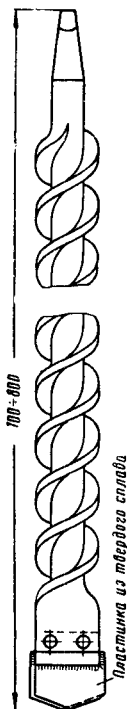
Время, затрачиваемое на рытьё ямы ковш-лопатой, составляет от 15 до 25 мин. в зависимости от характера грунта.

Для рытья ям может быть рекомендован также ручной винтовой бур (фиг. 318), состоящий из трубчатой штанги *а* с наконеч-

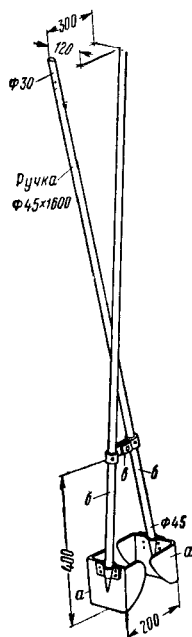
ником б, рукояткой д, направляющей спирали в и режущего диска г.

Диск диаметром 350 мм имеет режущую кромку и может быть изготовлен из листовой стали Ст. 7 толщиной 4—4,5 мм.

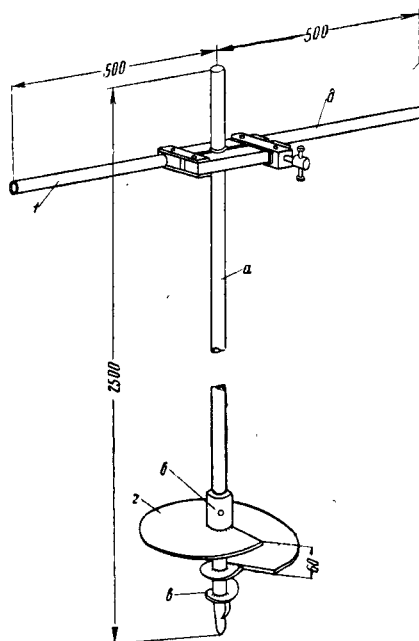
Работа с буром выполняется двумя рабочими. Яма, вырытая ручным буром, имеет форму цилиндра диаметром около 400 мм.



Фиг. 316. Бур с пластиной из твёрдого сплава



Фиг. 317. Ковш-лопата



Фиг. 318. Общий вид ручного бура

Время, затрачиваемое на бурение одной ямы глубиной 1,5—1,7 м, в грунтах мягких и средней твёрдости составляет 10—15 мин.

При выборочной замене опор для рытья ям может быть рекомендован также комплект инструмента, состоящий из обычной штыковой лопаты, лома-пешни и лопаты-подборки (фиг. 319).

Ямы, вырытые таким комплектом инструмента, имеют одну ступеньку, за счёт чего несколько уменьшается объём выбрасываемого грунта. Благодаря выгнутой нижней части лопаты она позволяет легко захватывать и удалять из ямы предварительно разрыхлённый грунт.

#### Установка, замена и ремонт опор

Перед развозкой столбов и арматуры по трассе линии целесообразно произвести ряд подготовительных работ, сосредоточив их на строительной площадке. К числу таких работ относятся: очистка и опиловка столбов, заготовка врубок для траверс, сверление отверстий для крюков и болтов, сборка траверс и др.

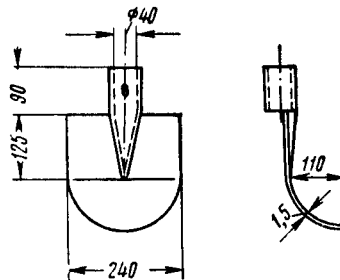
Значительное ускорение этих работ на стройплощадках может быть получено при

помощи высокопроизводительных электроинструментов (электропил и электросверлилок).

Для приведения в действие электроинструментов к стройплощадке подаётся электроэнергия от местной сети переменного тока; при отсутствии местной электроэнергии на стройплощадке могут быть использованы передвижные электростанции типа ЖЭС-2 или

ЖЭС-4,5 (мощностью 4,5 кВа) с напряжением 230/130 в.

Для сверления отверстий в столбах можно применить электросверлилку типа ЭСД-26 с бурами диаметром 16—14 мм. Характеристику электросверлилки см. ТСЖ, т. 5, стр. 456.



Фиг. 319. Лопата-подборка

Для очистки столбов целесообразно применять различного рода струги.

Для опиловки столбов может быть применена цепная электропила, например типа ЭПЦ-1.

Работа этой пилой производится двумя рабочими. На стройплощадке может быть применена и другая электропила типа ЦНИЛ-13-К-5, более лёгкая (весом 9,5 кг) и более удобная в работе, так как она обслуживается одним рабочим. Однако известным затруднением к её использованию является необходимость иметь для её питания генератор переменного тока частотой 200 гц.

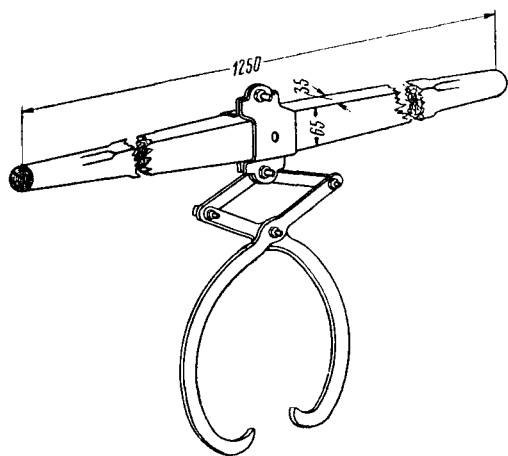
**Техническая характеристика цепной электропилы ЭПЦ-1**

Электромотор трёхфазного переменного тока мощностью	1,5 квт
Частота переменного тока	50 гц
Напряжение	220 в
Ширина пропила	9 мм
Наибольший диаметр реза	480 мм
Скорость резания	6,7 м/сек
Вес электропилы	35 кг

При постройке линий с траверсным профилем на стройплощадке производится также работа по оснастке траверс штырями и подкосами.

При закреплении штырей и подкосов довёртывание гаек до упора можно производить, применяя электросверлилку типа ЭСД-26 с торцевым гаечным ключом.

При переноске столбов и особенно пропитанных в пределах стройплощадки целесообразно применять очень простое шарнирное приспособление для переноски столбов (фиг. 320).



Фиг. 320. Приспособление для переноски столбов

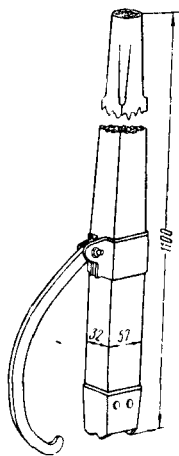
Для удержания столбов в определённом положении, например при сверлении отверстий или при навёртывании крюков, а также для кантовки столбов применяют рычажное приспособление (фиг. 321).

Перевозка столбов со строительных площадок или со складских пунктов на трассу линии осуществляется на автомашинах с прицепами, на дрезинах с прицепами и на железнодорожных платформах.

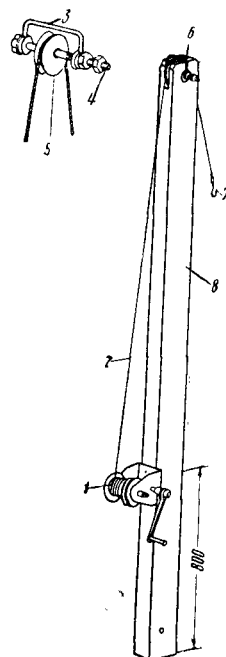
Для облегчения и ускорения процесса погрузки столбов может быть применена ручная лебёдка грузоподъёмностью до 300 кг. Способ крепления лебёдки к деревянной стойке показан на фиг. 322.

Способ погрузки столбов на автомашину с прицепом при помощи ручной лебёдки изображён на фиг. 323.

Для установки опор в заранее подготовленные ямы наиболее целесообразно применять упомянутый выше комбинированный бур-столбостав типа БКГМ-АН. При наличии широкого фронта работ и удобопроездной трассы этим агрегатом водитель и ра-



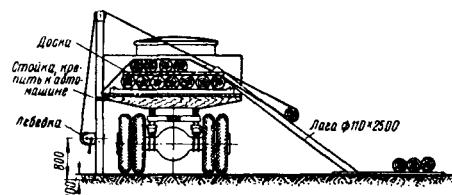
Фиг. 321. Рычажное приспособление для кантовки столбов



Фиг. 322. Стойка с ручной лебёдкой: 1 — лебёдка; 2 — стальной трос диаметром 3,5 мм, длина троса 30 м; 3 — скоба из стальной проволоки диаметром 4 мм; 4 — болт диаметром 16×110 мм; 5 — 6 — блок; диаметром 120×10 мм; 7 — крючок; 8 — стойка 100×45×2 350 мм

бочий могут обеспечить установку 120 опор в течение 8 час.

Грузоподъёмность крана-столбостава 300 кг, длина устанавливаемых опор может достигать 8,5 м.



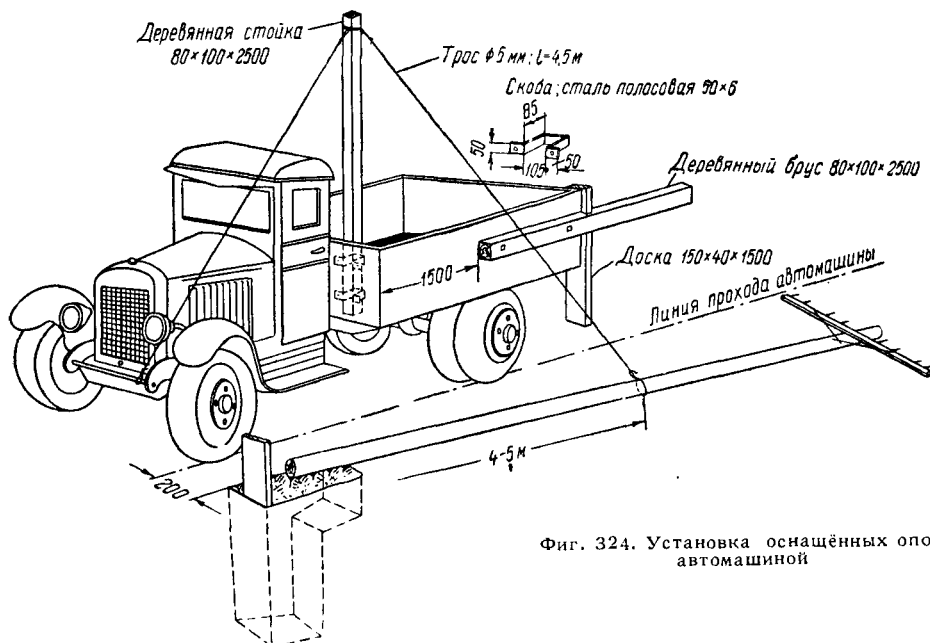
Фиг. 323. Погрузка столбов на автомашину с прицепом

Выправка опоры, засыпка ямы и утрамбовка земли производится отдельной бригадой рабочих из трёх человек.

Установку опор можно производить при помощи обычной грузовой автомашины, используя при этом её тяговое усилие по способу, предложенному Коншиным Н. Н. Спо-

соб оснащения автомашины и установки опоры показан на фиг. 324.

Продвижение автомашины при подъёме опоры происходит на первой скорости.



Фиг. 324. Установка оснащённых опор автомашиной

В положении, близком к вертикальному, опора под действием собственной тяжести опускается в яму, и в этот момент шофёр останавливает автомашину.

При установке и замене опор выборочным способом, а также при работах на трассе, трудно проходимой для автомашины, для установки опор применяют способ «падающей стрелы» (подробно см. ТСЖ, т. 3, стр. 706).

При необходимости устанавливать непосредственно в грунт неоснащённые опоры выполнять эту работу очень быстро и легко можно при помощи грузовой автомашины по способу, предложенному В. М. Нефёдовым. При этом способе погруженные на автомашину с прицепом столбы при развозке по трассе линии не сбрасываются возле ям, а сразу опускаются в ямы за счёт использования мощности движущейся автомашины (фиг. 325).

Работа выполняется шофёром и двумя рабочими.

Вслед за автомашиной идёт второе звено рабочих, которое занимается кантовкой столбов, засыпкой ямы и утрамбовкой земли.

Замену опор при ремонте линии очень удобно производить при помощи ручной лебёдки по способу, предложенному Старцевым И. А. (фиг. 326).

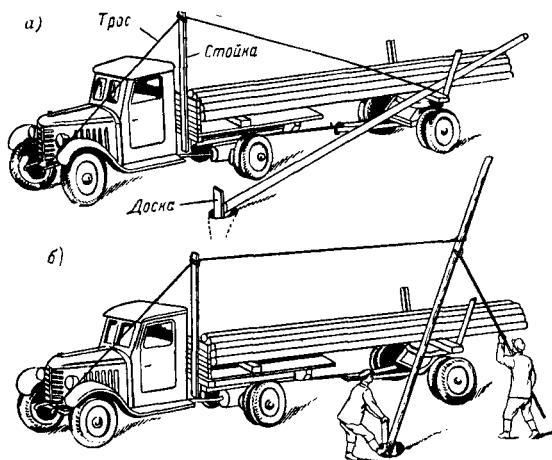
Работа по замене опоры, установленной в рельсовые основания, выполняется бригадой, состоящей из двух звеньев, в первое из которых входят один верховой и один низовой рабочий, во второе — два низовых рабочих.

Замену подгнивших деревянных оснований, а также подведение виаов рельсовых или деревянных оснований к подгнившей опоре очень удобно производить, не прибегая к раз-

вязке проводов, при помощи треноги, как показано на фиг. 327.

Подъём осевших в искусственных основаниях опор может быть осуществлён одним

рабочим при помощи винтового домкрата, например такого, которым пользуются для подъёма легковых автомашин ЗИС-110.



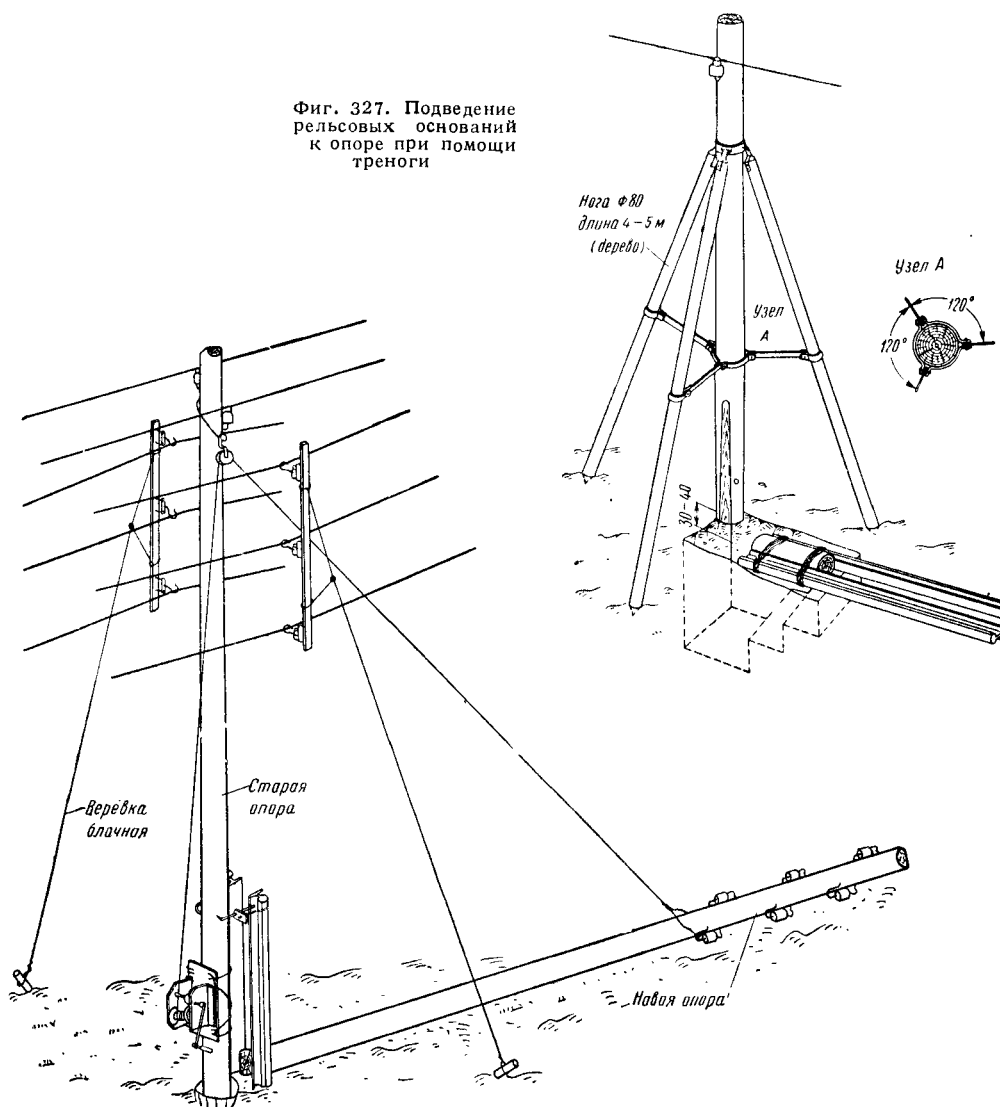
Фиг. 325. Установка неоснащённых опор автомашиной

### Работа с проводами и изоляторами

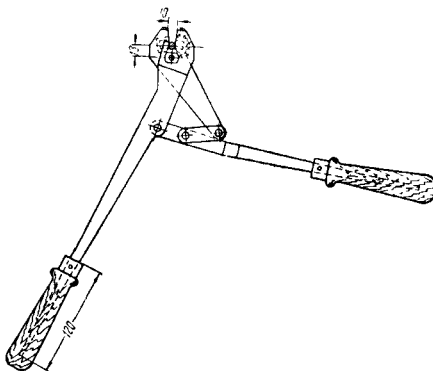
Погрузка мотков проволоки на автомашины (или железнодорожные платформы) легко производится силами двух рабочих при помощи стойки с укрепленной на ней ручной лебёдкой.

Для подготовки стальных проводов к сварке полезно применять специальный проводорез конструкции Рейника (фиг. 328).

Фиг. 327. Подведение рельсовых оснований к опоре при помощи треноги



Фиг. 326. Замена опоры в рельсовых основаниях



Фиг. 328. Проводорез

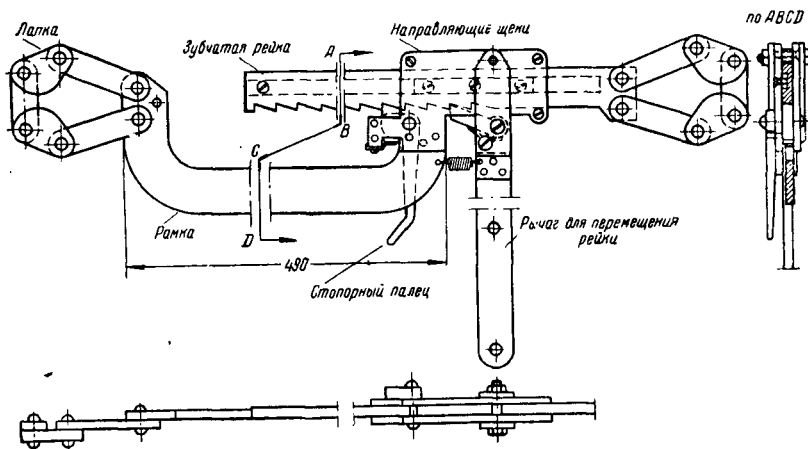
обеспечивающий срезающее усилие на ножах в 250—700 кг при сжатии ручек с силой 5—15 кг.

Стягивание проводов при их сварке и испытание прочности сварного шва может быть произведено при помощи прибора Кунцевича (фиг. 329).

ного колпачка очищает внутренние стенки изолятора.

Время чистки составляет 1 ÷ 2 мин.

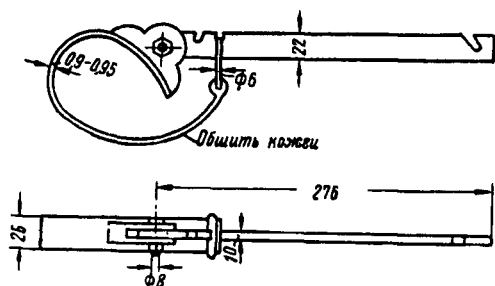
Приспособление, предложенное Н. Н. Коншиным (фиг. 332), позволяет одновременно чистить как внутренние, так и внешние поверхности изоляторов. Чистка осуществляется



Фиг. 329. Прибор конструкции Кунцевича для стягивания стальных проводов и контроля качества сварки

Для облегчения труда на работах по свинчиванию с крюков и штырей туго насаженных изоляторов целесообразно применять специальный ключ конструкции Калашникова (фиг. 330).

Работа ключом состоит в том, что изолятор обхватывают лентой, а рукояткой действуют, как рычагом, свёртывая изолятор с крюка.



Фиг. 330. Ключ конструкции Калашникова для свинчивания крюков

Чистка изоляторов является одной из весьма трудоёмких работ, проводимых в порядке текущего содержания и ремонта воздушных линий.

Приспособление, предложенное Горбачёвым (фиг. 331), позволяет производить чистку внутренних поверхностей изолятора.

Перед чисткой изоляторов на пластинку *a* надевают суконный колпачок, сшитый по форме и размерам самой пластинки.

При чистке рукоятку водят вперёд и назад; при этих движениях пластинка вращается вокруг оси (заклёпки) и поверхностью сукон-

при помощи войлочных чехлов *a* и войлока, которым обшиты полуцилиндры *b* из оцинкованной листовой стали. Перед началом чистки изолятор смачивается и посыпается мраморной мукой. Время чистки составляет 1—2 мин.

Для выполнения нормальной вязки проводов на изоляторах промежуточных и угловых опор целесообразно применять приспособление, предложенное А. В. Ивановым и состоящее из деревянной колодки *1* (фиг. 333) с прорезом *2* и двумя отверстиями *3*, в которые вставляется шпилька *4* из медной проволоки диаметром 4 мм.

К одной стороне колодки прикреплена латунная пластинка *5*, на которой имеются четыре выступа, а к другой стороне — пластинка *6* с одним выступом.

Вязка проводов производится вращением колодки, находящейся в положении, указанном на фиг. 333.

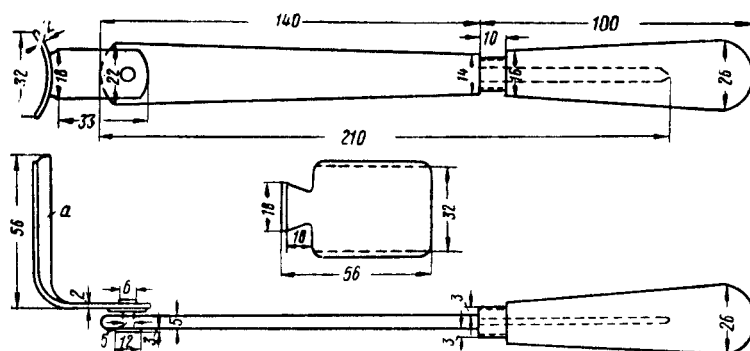
Одиночный выступ, расположенный на другой стороне приспособления, предназначен для развязывания вязки при её замене.

В этом случае приспособление закрепляют на проводе выступом к изолятору, концы вязочной проволоки зацепляют за выступ и приспособление вращают вокруг провода.

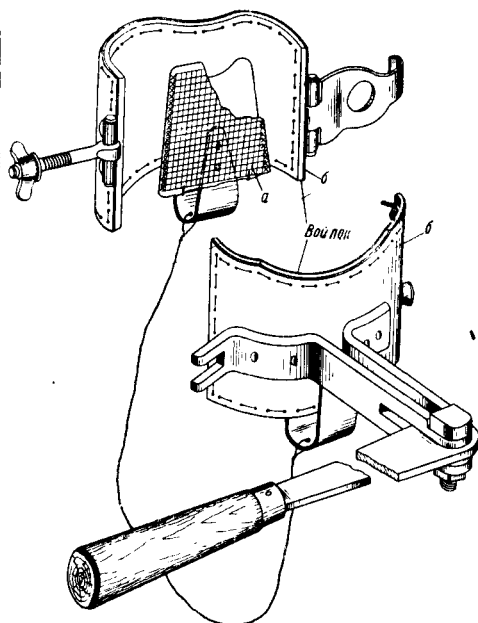
### Работы по прокладке кабеля

Кабелеукладчик предназначен для прокладки подземного бронированного кабеля без предварительного рытья траншеи. Он представляет собой тележку на гусеничном ходу, сзади которой установлен полый клинообразный нож (фиг. 334). На тележке имеется ось на шариковых подшипниках, на которую устанавливают барабан с кабелем. Конец кабеля пропускают в пустотелый клинообраз-

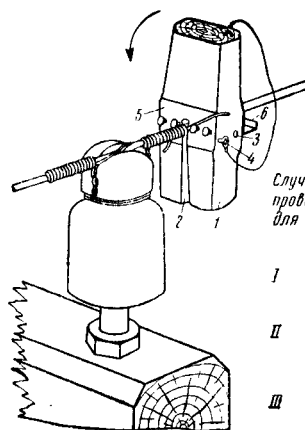




Фиг. 331. Приспособление, предложенное Горбачёвым для чистки изоляторов



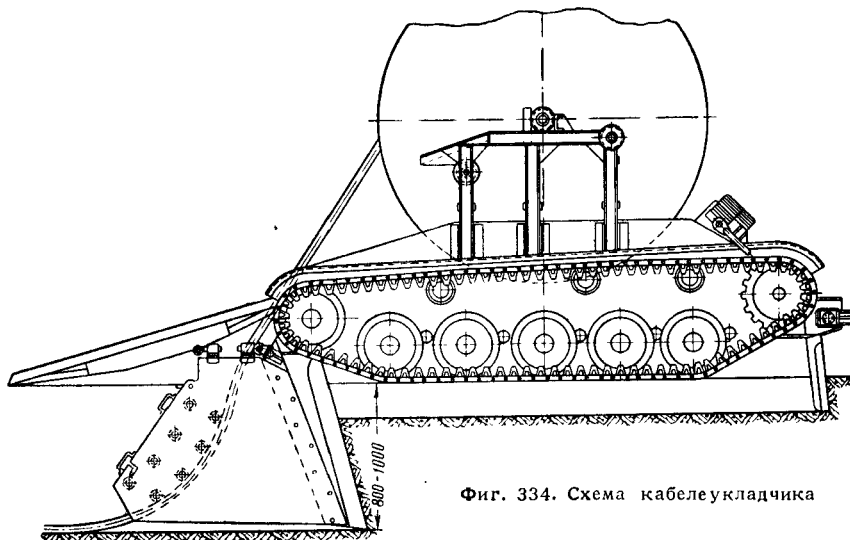
Фиг. 332. Машинка конструкции Коншина для чистки изоляторов



Случаи закладки перемычной проволоки в приспособление для вязки проводов

- Перемычная проволока
- Жесткая
- Средней жесткости
- Мягкая

Фиг. 333. Приспособление, предложенное А. В. Ивановым для вязки проводов



Фиг. 334. Схема кабелеукладчика

ный нож, внутри которого установлены направляющие ролики.

Вначале углубление ножа в грунт производят вручную, для чего выкапывают котлован глубиной 1 м. Выходящий из ножа конец кабеля закрепляют в котловане.

При движении тележки нож расклинивает грунт, образуя щель глубиной 0,8 м. По мере продвижения ножа кабель разматывают с барабана; в результате кабель постепенно укладывается на дно щели.

Тележка в зависимости от категории грунта передвигается одним или двумя тягачами.

Производительность кабелеукладчика составляет до 5 км уложенного кабеля в смену.

Кабелеукладчик может быть применен и для прокладки кабеля через ручьи и небольшие реки.

В последнем случае тягач устанавливают на одном берегу реки, а кабелеукладчик с кабелем на другом. Тросом лебёдки тягача кабелеукладчик постепенно протягивается через реку.

В тех местах, где применение кабелеукладчика затруднительно (поселенные пункты, территории железнодорожных станций и т. п.), применяют траншейные экскаваторы, плужные траншеекопатели и механизмы для засыпки траншей после укладки кабеля.

Траншейные экскаваторы (траншеекопатели) различаются по своему рабочему оборудованию и бывают цепные и роторные. В цепных экскаваторах имеются две бесконечные цепи, на которых закреп-

щены механизмы. Основную рабочую часть ТКС составляют нож-лемех, подрезающий грунт в плоскости, параллельной поверхности, и два ножа, подрезающие грунт с боков.

Этот траншеекопатель работает в прицепе с тракторами. При тяжёлых грунтах необходимое тяговое усилие обеспечивается двумя тракторами типа С-80.

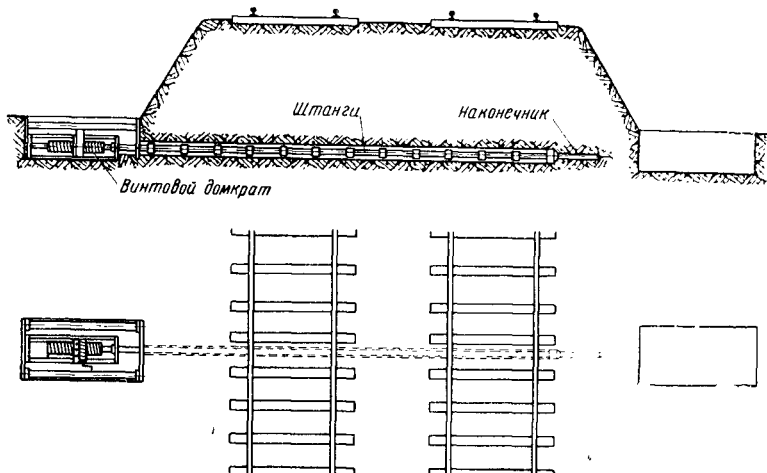
Техническая скорость рытья траншей достигает 1,5 пог. км в час. Размеры траншей следующие: ширина сверху 0,4 м, ширина внизу 0,25 м, глубина 0,8 ÷ 0,9 м.

При отсутствии траншеекопателя ТКС можно применять траншеекопатель КВ, предназначенный для дорожных работ. Траншеекопатель КВ роет траншею глубиной 0,5—0,6 м, получаемую за два хода плуга. Ширина её сверху 0,8 м. Малая глубина траншей приводит к необходимости подчистки и доковки её вручную.

Для засыпки траншей применяют траншеезасыпатель марки ТЗ, рабочей частью которого являются два отвала, установленные под углом.

Передвигается траншеезасыпатель трактором, который устанавливается над траншеей с таким расчётом, чтобы она находилась между его гусеницами. При движении трактора вперёд отвалы траншеезасыпателя сгребают грунт, находящийся по обе стороны траншей, и засыпают её.

При прокладке кабеля под насыпью железнодорожного полотна или шоссе целесо-



Фиг. 335. Механизм для прокалывания грунта

лены ковши открытого типа. У роторных экскаваторов ковши укрепляют на периферии рабочего колеса.

В настоящее время выпущен опытный образец многоковшового роторного траншеекопателя на базе трактора С-80. Этот копатель обеспечивает ширину траншей 0,6 м, глубину траншей до 1,5 м и скорость копания до 500 пог. м в час.

Плужные траншеекопатели ТКС наиболее производительны и спе-

образно вместо производства раскопок производить бурение или прокалывание грунта.

Для этой цели применяются механизмы для прокалывания грунта с механическим или ручным (фиг. 335) приводом и механизмы для горизонтального бурения с механическим приводом.

Принцип работы механизма для прокалывания грунта заключается в следующем. Стержень диаметром 45 мм с остриём на конце зажимается конусами и прокалывает грунт.

Поступательное движение стержня создаётся червячной парой и винтовым домкратом. Стержни соединяются друг с другом свинчиванием. Одновременно с вывинчиванием стержней протягивается трос, а затем пропускаются уширители. После протягивания уширителей в отверстие вставляют трубы, в которых будет проложен кабель.

К другим устройствам механизации прокладки кабеля относятся механизмы, указанные в разделе «Постройка кабельных линий связи и СЦБ» данной главы: принцип для перевозки барабанов, приспособления для погрузки и разгрузки кабелей, колёса для размотки кабеля, моторная или ручная лебёдка для протягивания кабеля и другие приспособления.

## ЗАЩИТА ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

### ЗАЩИТА ОТ ГРОВОВЫХ РАЗРЯДОВ И ОТ АВАРИЙ ПРИ КАСАНИИ ПРОВОДОВ СВЯЗИ И ЛИНИЙ СИЛЬНОГО ТОКА

Таблица 170

Электрические характеристики предохранителей

Наименование предохранителя	Тип и обозначение	Номинальный ток предохранителя в а
Предохранитель с плавкой спиральной вставкой с пожевными наконечниками	$\left\{ \begin{array}{l} \text{СН-0,15} \\ \text{СН-0,5} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,15 \\ 0,5 \end{array} \right.$
Предохранитель с плавкой спиральной вставкой с коническими наконечниками	$\left\{ \begin{array}{l} \text{СК-0,15} \\ \text{СК-0,5} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,15 \\ 0,5 \end{array} \right.$
Термическая катушка . . .	ТК-0,15	0,15

#### Общие сведения

Аварии устройств связи могут быть вызваны:

а) прямым попаданием молнии в провода и опоры линий связи, а также индуктивным влиянием грозовых разрядов, создающим перенапряжения в проводах связи;

б) непосредственным касанием проводов связи с проводами сильного тока низкого и высокого напряжения;

в) индуктивным влиянием линий сильного тока высокого напряжения.

Защиту опор линий связи от прямых ударов молнии осуществляют при помощи линейных молниеотводов (см. стр. 103).

Возможность непосредственного касания проводов связи и сигнализации с проводами сильного тока ограничивается соблюдением установленных габаритов между проводами линий связи и сигнализации и проводами линий сильного тока, а также соблюдением правил устройства взаимных пересечений этих линий.

Защиту устройств связи, а также лиц, обслуживающих аппаратуру связи и пользующихся этой аппаратурой, от опасных напряжений и токов, возникающих в проводах связи во время грозы и при непосредственном касании проводов связи с проводами сильного тока, осуществляют при помощи устройств, включаемых в провода связи.

#### Конструкция и электрические данные защитных устройств

К защитным устройствам относятся плавкие предохранители, термические катушки, разрядники и ограничители акустических ударов.

Конструкция и электрические свойства плавких предохранителей приведены в табл. 170.

В табл. 171 приведены типы газонаполненных и угольных разрядников и их электрические и конструктивные характеристики.

#### Схемы защиты устройств проводной связи

Схемы защиты устройств связи зависят от типа линии связи (воздушная, кабельная и т. п.), а также от наличия пересечений и сближений с линиями сильного тока.

Таблица 171

Электрические характеристики разрядников

Наименование разрядника	Тип и обозначение	Разрядное напряжение в амплитудных в
Газонаполненный двухэлектродный с искровым разрядником на 1 000 в, расположенным на цоколе .	РА-350	$350 \pm 40$
Газонаполненный барьерный двухэлектродный . . . .	РБ-280	$280 \pm 30$
Газонаполненный барьерный трехэлектродный . . . .	ЗРБ-280	$280 \pm 30$
Угольный с воздушным зазором от 0,065 до 0,07 мм	УР-500	Не более 500
То же, с воздушным зазором от 0,12 до 0,13 мм .	УР-800	Не более 800

В табл. 172 приведены различные схемы защиты в соответствии с требованиями ГОСТ 5238-50 «Защита установок проводной связи от опасных напряжений и токов, возникающих на линиях связи».

В соответствии с приведёнными в табл. 172 схемами защищают установки связи на междугородных телефонно-телеграфных сетях и на сетях местной железнодорожной связи.

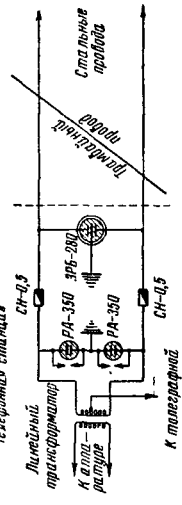
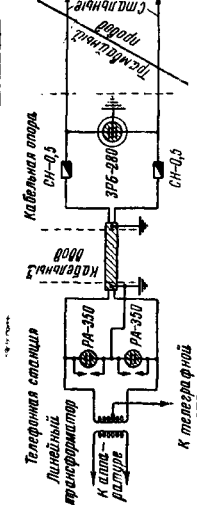
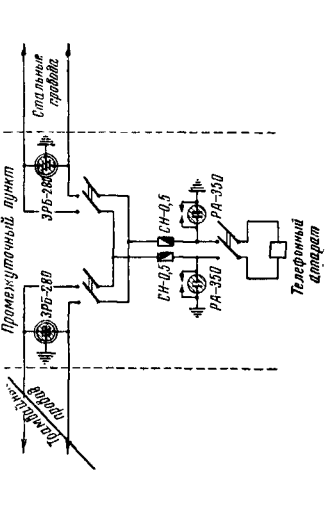
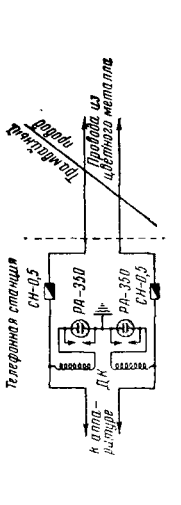
Эти схемы не распространяются на сети вещания, на устройства связи энергосистем, линии которых обслуживаются как высоковольтные, на цепи СЦБ, а также на устройства связи, расположенные внутри защитного заземляющего контура устройств сильного

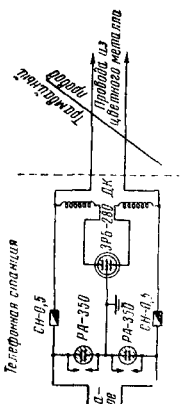
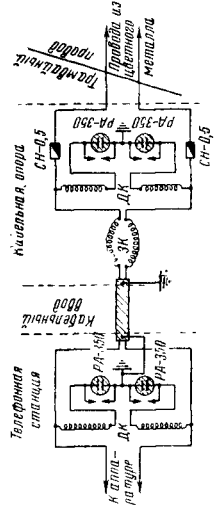
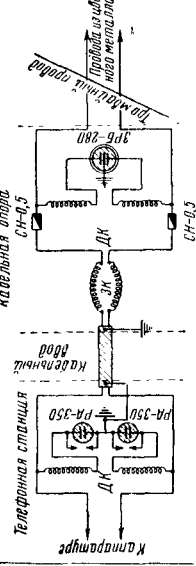
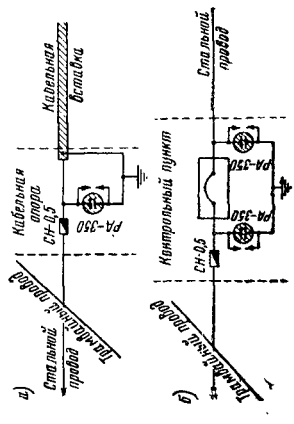
Таблица 172

## Схемы защиты устройств проводной связи

№ схемы	Назначение схемы защиты	Схема размещения защитных элементов	Примечания
Защита установок связи на междугородных телефонно-телеграфных сетях			
1	Защита телеграфных станций, расположенных в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом и работающих по телеграфным проводам при воздушном вводе		<p>При отсутствии трамвая и троллейбуса предохранители СН-0,5 не устанавливаются</p>
2	Защита телеграфных станций, расположенных в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом и работающих по телеграфным проводам при кабельном вводе воздушного телеграфного провода		<p>1. Разрядники на станционной стороне кабельного ввода можно не устанавливать при условии, что сопротивление заземления для разрядников, включённых на кабельной опоре, не превышает 2 Ом.</p> <p>2. См. примечание к схеме 1</p>
3	Защита телеграфной станции при опасном влиянии линий электропередач (воздушный ввод телеграфного провода)		
4	Защита телеграфной станции при опасном влиянии линий электропередач (кабельный ввод воздушного телеграфного провода)		См. примечание 1 к схеме 2

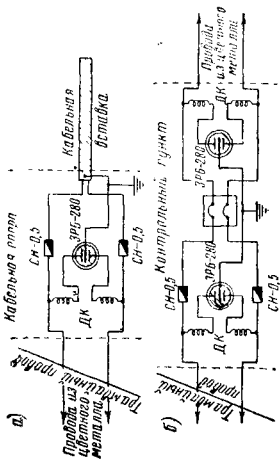
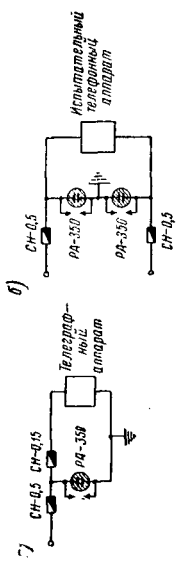
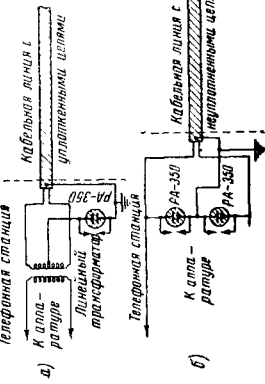
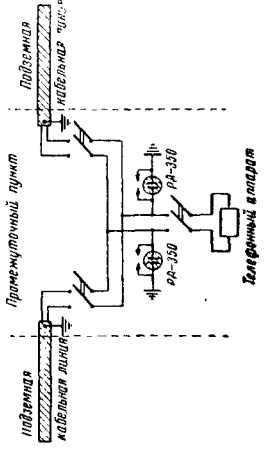
<p>5</p> <p>Защита телеграфного аппарата, присоединенного к средней точке линейного трансформатора или проселки двухпроводной воздушной телефонной цепи (аппарат установлен в здании телефонной станции)</p>		<p>См. примечание к схеме 1</p>
<p>6</p> <p>Защита телеграфных и телефонных станций со стороны воздушной соединительной линии, если эти станции расположены в разных зданиях и находятся в населенном пункте с трамваем или троллейбусом</p>		<p>См. примечание к схеме 1</p>
<p>7</p> <p>Защита телеграфных и телефонных станций со стороны воздушной соединительной линии, если эти станции расположены в разных зданиях и находятся в населенном пункте с трамваем или троллейбусом, а воздушная соединительная линия имеет кабельные вводы здания</p>		<p>См. примечание 1 к схеме 2 и примечание к схеме 1</p>
<p>8</p> <p>Защита телеграфных и телефонных станций со стороны кабельной соединительной линии, если эти станции находятся в разных зданиях какого-либо населенного пункта (при подземном кабеле)</p>		<p>Трос, на котором подвешен кабель с металлической защитной оболочкой, должен быть заземлен по концам и на промежуточных опорах с таким расчетом, чтобы расстояние между заземлениями было не более 250 м. Сопротивление каждого заземления для троса не должно превышать 25 ом</p>
<p>9</p> <p>Защита телеграфных и телефонных станций со стороны кабельной соединительной линии, если эти станции находятся в разных зданиях какого-либо пункта, а кабельная соединительная линия осуществлена воздушным кабелем</p>		<p>Трос, на котором подвешен кабель с металлической защитной оболочкой, должен быть заземлен по концам и на промежуточных опорах с таким расчетом, чтобы расстояние между заземлениями было не более 250 м. Сопротивление каждого заземления для троса не должно превышать 25 ом</p>

№ схемы	Назначение схемы защиты	Схема размещения защитных элементов	П р и м е ч а н и я
10	Защита телефонных станций, усилительных пунктов и оконечных пунктов избирательной связи, расположенных в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом и находящихся в зоне опасного влияния линий электропередачи (воздушный ввод проводов)		<p>1. Разрядники типа ЗРБ-280 устанавливаются только в зоне опасного влияния линий электропередачи.</p> <p>2. При отсутствии трамвая и троллейбуса предохранители СН-0,5 не устанавливаются, а если при этом линия связи проходит в зоне опасного влияния линий электропередачи (установлены разрядники типа ЗРБ-280), то не устанавливаются также и разрядники типа РА-350.</p>
11	Защита телефонных станций, усилительных пунктов и оконечных пунктов избирательной связи, расположенных в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом и находящихся в зоне опасного влияния линий электропередачи, если воздушная линия имеет кабельный ввод		<p>1. При отсутствии зоны опасного влияния линий электропередачи разрядник ЗРБ-280 не устанавливается, но на кабельной опоре до предохранителей СН-0,5 со стороны станций устанавливаются разрядники типа РА-350.</p> <p>2. См. примечание к схеме 1.</p> <p>3. См. примечание 1 к схеме 2.</p>
12	Защита промежуточных пунктов избирательной связи по концам участка стальных проводов, если линия связи в пределах этого участка проходит через населённые пункты с трамваем или троллейбусом в зоне опасного влияния линий электропередачи		<p>1. При отсутствии зоны опасного влияния линий электропередачи разрядники типа ЗРБ-280 не устанавливаются, а показанные на схеме предохранители СН-0,5 включают в линейные провода, пересекающиеся с трамвайными или троллейбусными проводами.</p> <p>2. См. примечание 2 к схеме 10.</p>
13	Защита телефонных станций, расположенных в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом и работающих по проводам из цветного металла (воздушный ввод проводов)		<p>1. При отсутствии трамвая и троллейбуса предохранители СН-0,5 не устанавливаются.</p> <p>2. ДК — дренажная катушка, служащая для снижения помех в каналах уплотнённой цепи.</p> <p>3. Для установок работающих по проводам из цветного металла, но вступивших в эксплуатацию до введения ГОСТ 5238-50, включение дренажных катушек обязательно в тех случаях, когда по этим проводам осуществляются частотное телеграфирование, фотосвязь или передача вещания.</p>

14	Защита телефонных станций, расположенных в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом и работающих по проводам из цветного металла при наличии зоны опасного влияния линии электропередачи (воздушный ввод проводов)		<p>См. примечания к схеме 13</p>
15	Защита телефонных станций, расположенных в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом и работающих по проводам из цветного металла (воздушная цепь с кабельным вводом)		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ЭК—запирающая катушка, служащая для снижения помех в каналах уплотнённой цепи.</li> <li>2. При защите установок, работающих по стальным проводам, используемым для частотного телеграфирования, применяют эту же схему, но запирающие катушки не устанавливают.</li> <li>3. Для установок связи, работающих по проводам из цветного металла, включение запирающих катушек обязательно только в случае уплотнения цепи 12-канальной системой.</li> <li>4. См. примечание 1 к схеме 2.</li> <li>5. См. примечания к схеме 13.</li> </ol>
16	Защита телефонных станций, расположенных в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом и работающих по проводам из цветного металла при наличии зоны опасного влияния линии электропередачи (воздушная цепь с кабельным вводом)		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. См. примечание 1 к схеме 2.</li> <li>2. См. примечания к схеме 13.</li> <li>3. См. примечания к схеме 15</li> </ol>
17	Защита кабельной вставки а и контрольного пункта б, если воздушная линия проходит через населённый пункт с трамваем или троллейбусом (при стальных проводах)		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. При отсутствии трамвая или троллейбуса на участке воздушной линии предохранители СН-0.5 не устанавливаются.</li> <li>2. Если стальная цепь используется для частотного телеграфирования, то кабельная вставка и контрольный пункт защищаются по схеме 18.</li> <li>3. Допускается защита контрольных пунктов на стальных неуплотнённых цепях только искровыми разрядниками на 1 000 в, расположенными на цоколе РА-350; при этом предохранители СН-0.5 и разрядники РА-350 в схеме б не устанавливаются. В этом случае испытательные телефонные и телеграфные аппараты защищаются по схеме 21.</li> <li>4. См. примечание 3 к схеме 13</li> </ol>



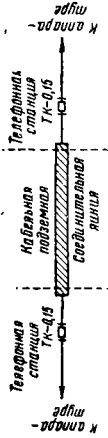
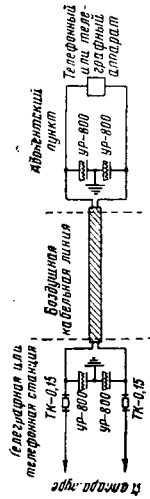
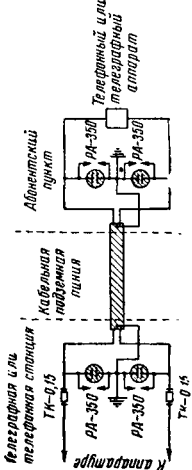


20	<p>Защита кабельной вставки а и контрольного пункта б, если воздушная линия проходит через населенный пункт с трамваем или троллейбусом и находится в зоне опасного влияния линии электропередачи (при проходах из цветного металла)</p>		<p>1. См. примечания 1 и 3 к схеме 13. 2. Стальные цепи, используемые для частотного телеграфирования, защищаются также по схеме 20. Схема б применяется при защите контрольных пунктов на стальных цепях только искровыми разрядниками на 1 000 в (см. примечание 3 к схеме 17)</p>
21	<p>Схема защиты испытательных телеграфного а и телефонного б аппаратов</p>		
22	<p>Схема защиты телефонных станций а и усиленных пунктов б на кабельных междугородных линиях</p>		<p>1. Схемы 22 и 23 применяются, если удельное сопротивление земли в районе прокладки кабеля (на прилегающих усиленных участках) превышает 40 000 ом·см; при меньшей величине удельного сопротивления защита не производится, т. е. разрядники РА-350 не устанавливаются.</p> <p>2. Если при наличии зоны опасного влияния линий электропередачи в качестве защитного мероприятия, определяемого расчетом, окажется необходимым установить разрядники типа РБ-280, то в схемах 22 и 23 разрядники РА-350 заменяются разрядниками РБ-280</p>
23	<p>Схема защиты промежуточных пунктов изби- рательной связи на кабельных междугородных линиях</p>		



28	<p>Схема защиты телефонных станций МБ и абонентских пунктов, работающих по однопроводным цепям (воздушная линия имеет кабельный ввод)</p>		<p>См. примечание 1 к схеме 2</p>
29	<p>Защита кабельных вставок на сетях местной железнодорожной связи и на городских телефонных сетях, работающих по однопроводным цепям (воздушная линия имеет кабельный ввод)</p>		<p>При отсутствии трамвая и троллейбуса кабельные вставки на городских и внутрирайонных сетях, а также на сетях местной железнодорожной связи защищают по схеме 29, но в этом случае предохранители СК-0,5 не устанавливаются, а вместо разрядники УР-500 устанавливают разрядники УР-800.</p> <p>Если имеет место опасное влияние линии электропередачи, то схема защиты ЗРБ-280 дополняется включением разрядников ЗРБ-280 до предохранителей СК-0,5. Если в последнем случае трамвай и троллейбус отсутствуют, то защита каждой цепи осуществляется только включением разрядников РБ-280 или ЗРБ-280 по концам кабельной вставки</p>
30	<p>Схема защиты телефонных и телеграфных станций и абонентских пунктов на воздушных сетях местной железнодорожной связи и городских сетях в случае установки разрядников ЗРБ-280 при наличии зоны влияния линий электропередачи (в населенных пунктах без трамвая и троллейбуса)</p>		<p>1. Телефонные и телеграфные станции и абонентские пункты на воздушных сетях местной железнодорожной связи в населенных пунктах с трамваем или троллейбусом защищают по схемам 26 и 27 с дополнительным включением до предохранителей СК-0,5 со стороны воздушной линии разрядника ЗРБ-280.</p> <p>2. См. примечание 1 к схеме 2</p>
31	<p>Защита городских телефонных и телеграфных станций и станций местной железнодорожной связи, работающих по кабельным подземным линиям</p>		<p>1. Абонентские и переговорные пункты защиты не требуют.</p> <p>2. На смешанных линиях (подземные кабельные, соединенные с воздушными проводами или кабелями) телеграфные или телефонные станции на каждой смешанной цепи защищают по схеме 26. При этом если длина подземного кабеля (прилегающего к станции) в смешанной цепи превышает 3 км, разрядники УР-500 на телефонной станции не устанавливают</p>

Продолжение табл. 172

№ схемы	Назначение схемы защиты	Схема размещения защитных элементов	П р и м е ч а н и я
32	Защита телефонных станций на городских сетях и на сетях местной железнодорожной связи, а также коммутаторных установок в учреждениях со стороны кабельных соединительных линий		
33	Схема защиты телефонных и телеграфных станций и абонентских пунктов на сетях местной железнодорожной связи и городских сетях с воздушными кабельными линиями (оболочка кабеля металлическая)		<p>1. По этой схеме защищаются также подземные кабельные линии с кабелями без металлических оболочек.</p> <p>2. Тросы, на которых подвешиваются воздушные кабели с металлической оболочкой, должны заземляться в соответствии с примечанием к схеме 9</p>
34	Защита телеграфных и телефонных станций систем ЦБ и абонентских пунктов на кабельных местных сетях железнодорожной связи, а также на городских и внутрирайонных сетях при наличии зоны опасного влияния линии электропередачи		По этой же схеме защищают телефонные станции системы МБ, но предохранители ТК-0,15 не устанавливаются

тока или вне этого контура в зоне 15 м, если напряжение на контуре при аварии может превысить 500 в.

### Защита от акустических ударов

Для защиты обслуживающего устройства связи технического персонала и абонентов от акустических ударов параллельно телефонной трубке включают ограничитель акустических ударов. Этот ограничитель не должен вносить в телефонную цепь затухание, большее 0,15 нп в полосе частот от 250 до 2 500 гц.

Ограничители включают:

а) в гарнитуры телефонисток коммутаторов междугородных и местных телефонных станций;

б) в служебные телефоны, установленные в помещениях телефонных и телеграфных станций;

в) в телефонные аппараты с избирательным вызовом на линиях, расположенных в непосредственной близости к полотну электрической железной дороги и к линиям электропередач;

г) в телефонные аппараты на контрольных и переговорных пунктах междугородных телефонных станций.

## ЗАЩИТА УСТРОЙСТВ СВЯЗИ ОТ ИНДУКТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ЛИНИЙ СИЛЬНОГО ТОКА

### Общие сведения

К линиям сильного тока относятся линии электропередачи высокого и низкого напряжений и в том числе высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки, а также контактные сети электрических железных дорог.

На участках сближения с линиями связи линии сильного тока оказывают индуктивное влияние на линии связи.

Различают опасное влияние и мешающее влияние линий сильного тока на цепи и устройства связи.

Опасным влиянием линий сильного тока называется такое, при котором индуцированные в цепях связи напряжения и токи достигают величин, опасной как для аппаратуры, включённой в провода связи, так и для жизни лиц, обслуживающих устройства связи и пользующихся ими.

Мешающим влиянием линий сильного тока называется такое, при котором индуцированные в цепях связи напряжения и токи могут нарушить нормальную работу устройств связи (создавать шумы в телефонных цепях, ухудшающие качество связи, искажать работу телеграфных аппаратов и т. п.).

Опасное напряжение на линиях связи может возникнуть в случаях:

а) заземления одной фазы линии электропередачи в системе с заземлённой нейтралью;

б) заземления в различных точках двух фаз линий электропередачи в системе с изолированной нейтралью;

в) заземления одного из проводов в несимметричной системе линии электропере-

дачи (система «два провода — земля»), а также при нормальной работе этой системы.

Мешающие влияния в цепях связи создаются и при нормальной работе линий электропередачи всех систем.

### Нормы допускаемых влияний

Величина допускаемых опасных и мешающих влияний линий электропередачи на устройства связи ограничена установленными нормами.

Электродвижущая сила, индуцируемая в проводах связи и сигнализации при опасном влиянии линий электропередачи, не должна превосходить величин, приведённых в табл. 173.

Таблица 173

Допускаемые величины электродвижущих сил и напряжений в проводах связи и сигнализации при опасном влиянии линий электропередачи

Характер влияния	Допускаемая величина электродвижущей силы или напряжения
Индуктивное электромагнитное влияние при коротком замыкании на линии электропередачи	<p>Для всех цепей связи и сигнализации (исключая однопроводные цепи полуавтоматической блокировки) продольная электродвижущая сила, индуцированная между двумя любыми точками провода, должна быть не более 750 действующих в. В однопроводных цепях полуавтоматической блокировки индуцированное продольное напряжение должно быть не более 60 действующих в.</p> <p>Для кабельных линий связи, не имеющих разрядников между жилами кабеля и землёй, напряжение между любой жилой кабеля и землёй не должно быть более 60% от испытательного напряжения кабеля.</p> <p>В жилах кабелей марок ТГ, ТБ, ТП и ТК продольная электродвижущая сила не должна быть более 300 действующих в.</p> <p>В рельсовых нитях автоблокировки переменного тока с дроссельными стыками продольная электродвижущая сила не должна превышать 300 действующих в.</p> <p>Напряжение прикосновения к рельсам железнодорожного полотна не должно превышать 150 действующих в.</p>
Индуктивное электромагнитное влияние при нормальной работе электрических систем электропередачи	<p>Для всех цепей связи и сигнализации (исключая однопроводные цепи полуавтоматической блокировки) продольная электродвижущая сила не должна быть более:</p> <p>а) в проводах воздушных линий 60 действующих в;</p> <p>б) в жилах кабельных линий 100 действующих в.</p> <p>В однопроводных цепях полуавтоматической блокировки продольное напряжение должно быть не более 30 действующих в.</p>

\* При этом напряжение относительно земли ни в одной точке провода не должно превышать 500 действующих в.

Величина мешающего влияния в телефонных цепях характеризуется величиной психометрического напряжения шума (далее — напряжения шума) в этой цепи.

Псофометрическое напряжение шума в какой-либо точке телефонной цепи

$$U_s = \frac{1}{P_{800}} \sqrt{\Sigma (P_f U_f)^2}, \quad (1)$$

где  $U_f$  — значение высшей составляющей (гармоники) при частоте  $f$  в кривой мешающего напряжения в телефонной цепи;

$P_f$  — коэффициент акустического воздействия гармоники при частоте  $f$ ;

$P_{800}$  — коэффициент акустического воздействия гармоники частотой 800 гц.

Измерения напряжения шума производят псофометром на коммутаторных клеммах телефонной цепи, причём последняя должна быть замкнута (фиг. 336) на обоих концах на



Фиг. 336. Измерение напряжения шума при помощи псофометра

активные сопротивления, равные модулю волнового сопротивления этой цепи.

Электродвижущая сила шума в телефонной цепи при этом будет равна удвоенному показанию псофометра.

Действующими нормами установлено, что общая электродвижущая сила шума в телефонных цепях тональной частоты, создаваемая всеми источниками помех (линиями сильного тока, соседними телефонными и телеграфными цепями, источниками питания, питающими установки связи, и т. п.), не должна превышать величин, указанных в табл. 174.

Таблица 174

Допускаемая электродвижущая сила шума в телефонных цепях тональной частоты

Наименование телефонных цепей	Допускаемая электродвижущая сила шума в мв
Двухпроводные, используемые для дальней связи . . . . .	5
Двухпроводные, не используемые для дальней связи и не имеющие промежуточных усилителей . . . . .	10
Однопроводные . . . . .	20

Допускаемая электродвижущая сила шума, создаваемая линиями сильного тока в двухпроводных телефонных цепях, используемых для дальней связи, не должна превышать 4,5 мв. При этом если телефонная цепь имеет одновременно сближение с линиями электропередачи Министерства электростанций, высоковольтно-сигнальными линиями автоблокировки и контактной сетью электрических железных дорог, то электродвижущая сила шума, индуцируемая каждым из перечисленных источников помех, не

должна превышать величин, указанных в табл. 175.

Нормы, приведённые в табл. 175, установлены в предположении квадратичного закона

Таблица 175

Допускаемая электродвижущая сила шума в телефонных цепях дальней связи, индуцируемая линиями сильного тока на длине усилительного участка

Влияющая линия	Допускаемая электродвижущая сила в мв
Линии электропередачи Министертства электростанций . . . . .	$\frac{2,85}{\sqrt{N_1}}$
Контактная сеть электрических железных дорог . . . . .	$\frac{3,1}{\sqrt{N_2}}$
Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки . . . . .	$\frac{1,6}{\sqrt{N_3}}$

Примечание.  $N_1$ ,  $N_2$  и  $N_3$  — число усилительных участков, на которых возможно сближение телефонной цепи с линиями электропередачи Министерства электростанций, автоблокировки и контактной сети электрических железных дорог.

сложения электродвижущих сил шума, создаваемых отдельными источниками помех. При отсутствии какого-либо типа влияющей линии допускаемая электродвижущая сила шума от других влияющих линий может быть увеличена. Если электрификация железной дороги не предполагается, то допускаемая электродвижущая сила шума от высоковольтной линии автоблокировки может быть увеличена до 3,5 мв.

Если линия связи идёт вдали от полотна железной дороги, то допускаемая электродвижущая сила шума от линий электропередачи Министерства электростанций может быть увеличена до 4,5 мв.

В однопроводных телеграфных цепях при сближении их с линиями сильного тока возникают токи помех. При влиянии симметричных линий электропередачи токи помех создаются, главным образом, вследствие электростатической индукции этих линий. Несимметричные линии переменного тока создают помехи вследствие электростатической и электромагнитной индукции, а электрические железные дороги постоянного тока — только через гальваническое влияние.

Допускаемые величины мешающего тока, индуцируемого линиями сильного тока в однопроводных телеграфных цепях на длине трансляционного участка, приведены в табл. 176.

**Требования к устройствам прозодной связи, электрическим железным дорогам и установкам сильного тока**

Для обеспечения минимальной величины мешающего влияния на устройства проводной связи последние, а также установки силь-

Таблица 176

Допускаемая величина мешающего тока в телеграфных проводах на длине трансляционного участка

Влияющая линия	Допускаемая величина тока в ма для цепей с	
	быстродействующими аппаратами	аппаратами Морзе
Линии электропередачи Министерт-ва электростанций	0,63	1,9
Контактные сети электрических железных дорог . . .	1,0	3,0

ного тока и электрические железные дороги должны удовлетворять указанным ниже требованиям.

Требования к устройствам проводной связи указаны в табл. 177.

Таблица 177

Требования к устройствам проводной связи

Характер требований	Установленные требования
Разница в сопротивлении проводов двухпроводной телефонной цепи, измеренных постоянным током, не должна превышать на длине усилительного участка:	
для медных и биметаллических проводов . . . . .	2 ом
для стальных проводов диаметром 4 и 5 мм . . . . .	5 »
для стальных проводов диаметром 3 мм . . . . .	10 »
для кабельных пар с диаметром жил более 1 мм . . . . .	2 »
для кабельных пар с диаметром жил до 1 мм . . . . .	3 »
Разница в сопротивлениях предохранителей, включаемых в провода телефонной цепи в одном и том же пункте, не должна превышать . . .	0,1 »
Разница в сопротивлениях изоляции проводов телефонной цепи воздушных линий по отношению к земле, измеренных постоянным током, не должна превышать от меньшего значения на длине усилительного участка . . . . .	30%
При наложении телеграфной работы на телефонные цепи асимметрия обеих половин линейной обмотки переходного трансформатора или обмоток дифференциального дросселя, измеренная на частоте 800 гц, не должна превышать . . . . .	0,1%

Кроме того, двухпроводные телефонные цепи в воздушных линиях (как основные, так и искусственные) должны быть скрещены на всём протяжении в соответствии с требованиями действующей инструкции по скрешиванию телефонных цепей.

Телефонные междугородные коммутаторы и станционные устройства, содержащие заземления, через которые могут проходить токи, индуктированные в линейных телефонных

проводах, должны подключаться к последним через переходные трансформаторы.

Схемы соединительных линий между телефонными коммутаторами, из которых хотя бы один находится на расстоянии менее 0,5 км от электрической железной дороги, не должны иметь более одного заземления линейных проводов.

Использование рельсов электрических железных дорог для заземления устройств связи не допускается.

**Требования к электрическим железным дорогам.** На тяговых подстанциях с ртутными выпрямителями должны быть установлены сглаживающие устройства с коэффициентом сглаживания не менее 25.

Нагрузочный реостат для формовки ртутных выпрямителей и шины, к которым присоединены отсасывающие фидеры на тяговых подстанциях, должны быть изолированы от земли.

Устройства тяговых подстанций и контактной сети должны иметь надёжно действующую защиту от токов короткого замыкания.

Стыки рельсов каждой нити и стыки путей частей стрелочных переводов должны быть соединены между собой специальными стыковыми соединителями, приваренными к рельсам. Рекомендуется вместо установки стыковых соединителей стыки рельсов сваривать.

Электрическое сопротивление каждого неизолированного рельсового стыка не должно превышать сопротивления 3 м сплошного рельса данного типа.

На двухпутных и многопутных электрифицированных участках с двухниточными рельсовыми цепями автоблокировки изолированные секции соседних путей должны быть соединены между собой через средние точки путевых дросселей. Соединения должны производиться через одну изолированную секцию.

На станциях с однопутными рельсовыми цепями СЦБ рельсовые нити соседних путей, предназначенные для тяговых токов, должны быть соединены между собой через каждые 400 м, а также во всех отсасывающих пунктах.

В тех случаях, когда рельсовые нити электрической железной дороги не используются для цепей СЦБ, они должны быть соединены между собой межрельсовыми соединителями через каждые 300 м. Кроме того, на двухпутных или многопутных участках соседние пути должны быть соединены между собой через каждые 600 м.

Падение напряжения в дроссельном стыке при среднесуточной нагрузке не должно превышать 0,2 в.

**Требования к установкам сильного тока.** Телефонный коэффициент кривой напряжения или тока в линиях сильного тока не должен превышать величин, указанных в табл. 178.

Симметричные линии электропередачи трёхфазного и однофазного тока длиной более 20 км, а также высоковольтные линии автоблокировки должны на всём протяжении иметь транспозицию проводов. Длины полного цикла транспозиции приведены в табл. 179.

**Т а б л и ц а 178**  
**Допускаемые величины формфактора напряжения и тока**

Характеристика линии сильного тока	Допускаемая величина формфактора в %
Трёхфазные и однофазные симметричные линии электропередачи преимущественно с осветительной и моторной нагрузкой . . . . .	0,7*
То же, но преимущественно питающие подстанции с ртутными выпрямителями . . . . .	2,0*
Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки . . . . .	1,0*
Несимметричные линии электропередачи . . . . .	1,0**

\* Требования к формфактору кривой напряжения.

\*\* Требования к формфактору кривой напряжения и тока.

Трёхфазные симметричные линии сильного тока должны иметь по возможности равномерную нагрузку фазовых проводов.

На высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки сопротивление изоляции высоковольтных проводов по отношению к земле, из-

**Т а б л и ц а 179**  
**Циклы транспозиции проводов линий электропередачи**

Характеристика линии электропередачи	Длина полного цикла транспозиции не более км
С треугольным расположением проводов . . . . .	48
С любым (не треугольным) расположением проводов . . . . .	24
Двухцепные (шестипроводные) . . . . .	48
Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки . . . . .	9*

\* Остаток менее 9 км, но более 3 км также подлежит транспозиции.

меренное постоянным током при включённых линейных трансформаторах, не должно быть менее 0,7 мго.м на 1 км; сопротивление изоляции каждого из высоковольтных проводов по отношению к земле при отключённых

трансформаторах не должно быть менее 2 мго.м на 1 км.

Сопротивление изоляции каждого из трёх высоковольтных проводов линии автоблокировки не должно отличаться друг от друга более чем на 25%.

Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки должны быть оборудованы земляной защитой, автоматически прекращающей питание высоковольтной линии, если асимметрия фазовых напряжений по отношению к земле, превысит 40%.

### Проектирование защиты устройств связи

При наличии сближения линий связи с линиями сильного тока для обеспечения нормальной работы устройств связи необходимо, чтобы опасные и мешающие влияния не превосходили допускаемых величин.

Величины опасных и мешающих влияний линий сильного тока на устройства связи определяют расчётом по формулам, приведённым в настоящем разделе.

Основные обозначения, принятые в формулах, а также числовые значения некоторых величин и коэффициентов, входящих в эти формулы, приведены в табл. 180 и 181.

**Влияние контактной сети электрических железных дорог.** При сближении линий связи с контактной сетью электрических железных дорог постоянного тока считаются только с мешающим влиянием, создаваемым электромагнитной индукцией высших гармоник тока в контактной сети, а также с гальваническим влиянием тяговых токов на однопроводные телеграфные цепи. Возможность электромагнитного опасного влияния электрических железных дорог постоянного тока устраняется путём защиты телефонов ограничителями акустических ударов.

Формулы для расчёта мешающего влияния контактной сети электрических железных дорог постоянного тока на цепи связи приведены в табл. 182.

**Опасное влияние линий электропередачи.** При сближении линий связи с симметричными и несимметричными линиями электропередачи при подсчёте опасного индуктивного влияния считаются только с электромагнитным влиянием этих линий.

При этом считают, что опасные воздействия электростатической индукции устраняются на воздушных линиях связи разрядниками и защитой телефонов ограничителями акустических ударов.

**Т а б л и ц а 180**  
**Зависимость коэффициента чувствительности телефонных цепей к помехам от системы скрещивания цепей на воздушных линиях**

Расстояние между соседними скрещиваниями в км	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1
Цепи на крюках . . . . .	0,01	0,009	0,008	0,007	0,006	0,005
Цепи на траверсах . . . . .	0,006	0,0054	0,0048	0,0042	0,0036	0,003

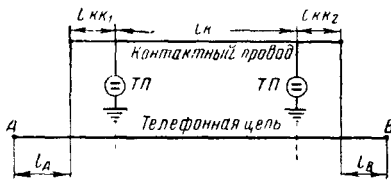
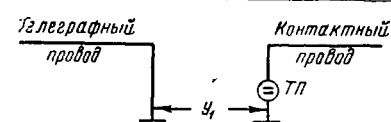

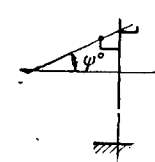
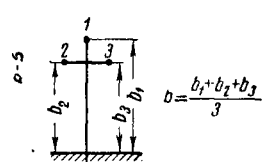
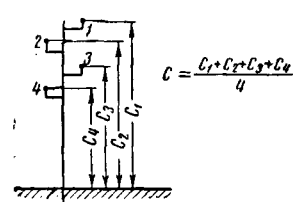
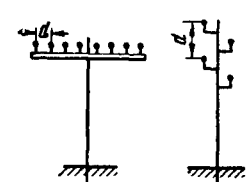


Таблица 181

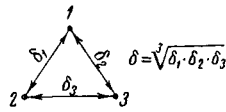
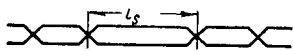
Основные условные обозначения, принятые в расчётных формулах, и числовые значения некоторых величин

№ по пор.	Наименование	Принятое обозначение	Размерность	Числовые значения некоторых величин и пояснения
1	Эквивалентная ширина сближения линии связи с линией передачи	$a_3$	м	<p> <math>a_3 = \sqrt{a_1 a_2}</math> </p>
2	Расстояние между ближайшим проводом (продольным) контактной сети и осью телефонной цепи, для которой подсчитывается электродвижущая сила шума на данном участке контактной сети	$a$	»	
3	Длина рассматриваемого участка сближения линии связи с линией передачи	$l_p$	км	
4	Число участков сближения	$N$	—	
5	Длина линии связи	$l$	км	
6	Длина участка контактной сети, питаемого параллельно работающими тяговыми подстанциями (ТП)	$l_k$	»	
7	Длина участка контактной сети, питаемого с одной стороны, т. е. длина консольного участка	$l_{кк}$	»	
8	Длина i-го участка сближения линии связи с контактной сетью электрической железной дороги	$l_i$	»	

Продолжение табл. 181

№ по пор.	Наименование	Принятое обозначение	Размерность	Числовые значения некоторых величин и пояснения
9	Длина участка телефонной цепи от концов её до сближения с электрической железной дорогой	$l_A, l_B$	км	
10	Расстояние между заземлением телеграфной цепи, для которой определяется мешающий ток, и ближайшей тяговой подстанцией электрической железной дороги	$Y$	м	
11	Угол пересечения линии связи с линией передачи	$\varphi$	Градус	
12	Угол наклона плоскости, в которой расположены провода телефонной цепи, к горизонтальной плоскости	$\psi$	»	
13	Средняя высота подвеса проводов линии передачи	$b$	м	
14	Средняя высота подвеса проводов линии связи	$c$	»	
15	Расстояние между проводами двухпроводной телефонной цепи	$d$	»	

Продолжение табл. 181

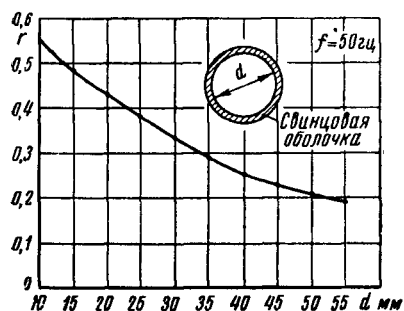
№ по пор.	Наименование	Принятое обозначение	Размерность	Числовые значения некоторых величин и пояснения
16	Среднегеометрическое расстояние между фазовыми проводами линии передачи	$\delta$	м	 $\delta = \sqrt{\delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \delta_3}$
17	Длина максимального расстояния между соседними скрещиваниями на какой-либо двухпроводной телефонной цепи	$l_s$	км	
18	Расчётная (условная) длина шага скрещивания цепей, выбираемая в том месте участка сближения, где расстояние между линиями сильного тока и линией связи является наименьшим	$l'_s$	»	$l'_s = 1/2 l_s$ — при влиянии линий передачи с изолированной нейтралью; $l'_s = 1/3 l_s$ — при влиянии линий передач с заземлённой нейтралью; $l'_s = l_s$ — при влиянии электрических железных дорог
19	Число заземлённых проводов связи на участке сближения	$n$	—	
20	Номинальное линейное напряжение линии передачи в действующих вольтах	$U_L$	в	
21	Номинальное напряжение выпрямленного тока в контактной сети электрических железных дорог	$U_d$	»	На магистральных железных дорогах $U_d = 3\ 300$ в. На некоторых пригородных железных дорогах $U_d = 1\ 650$ в
22	Телефонный формфактор напряжения линии передачи или контактной сети	$F_e$	%	Телефонный формфактор линий передачи см. табл. 178. В контактной сети $F_e = 0,15$ при 25-кратном сглаживании пульсаций выпрямленного напряжения и $F_e = 0,11$ при 50-кратном сглаживании
23	Телефонный формфактор тока в линии передачи	$F_I$	%	См. табл. 178
24	Неуравновешенный (влияющий) ток короткого замыкания на землю линии электропередачи	$I_K$	а	$I_K$ берётся равным 0,7 от действующего значения переменной составляющей тока в начальный момент короткого замыкания. При подсчёте влияния на кабельные линии полуавтоматической блокировки $I_K$ берётся равным 0,85 от того же значения
25	Номинальный ток в трёхфазной несимметричной системе «два провода—земля»	$I_H$	»	

Продолжение табл. 181

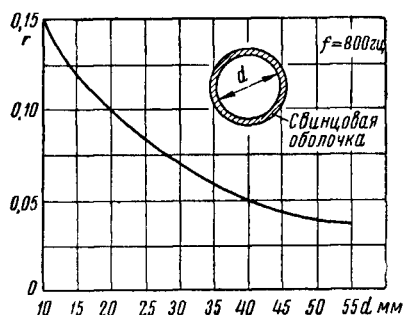
№ по пор.	Наименование	Принятое обозначение	Размерность	Числовые значения некоторых величин и пояснения			
26	Максимальный ток нагрузки тяговой подстанции, ближайшей к заземлению телеграфной цепи, для которой определяется мешающий ток	$I$	$a$				
27	Средняя удельная проводимость земли	$\sigma$	$cgsm$	$\sigma$ для частоты 50 гц определяют по карте удельной проводимости земли в «Правилах ограждения сооружений связи и сигнализации от вредного действия установок силового тока», изд. 1943 г.; для частоты 800 гц величину $\sigma$ определяют измерениями			
28	Удельная проводимость земли при постоянном токе	$\sigma_3$	$cgsm$				
29	Удельная проводимость рельса	$\sigma_p$	$cgsm$	Берётся равной $6 \cdot 10^{-5}$			
30	Радиус круга с площадью, равной площади поперечного сечения рельса	$r_p$	$m$	Определяют в зависимости от типа рельса			
31	Индуктивность электротяговых моторов электровозов	$L_3$	$гн$	$U_d = 1650 \text{ в}$		$U_d = 3300 \text{ в}$	
					однопут- ные ж. д.	двухпут- ные ж. д.	однопут- ные ж. д.
				$L_3$	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$
32	Индуктивность контактного провода	$L$	$гн/км$	При $\sigma < 5 \cdot 10^{-14}$		При $\sigma > 5 \cdot 10^{-14}$	
					однопут- ные ж. д.	двухпут- ные ж. д.	однопут- ные ж. д.
				$L$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
33	Взаимоиндукция между контактной сетью и проводом связи на $i$ -ом участке сближения	$M_i$	»	Определяют по номограмме на фиг. 339 или по формулам (14) — (16) в табл. 182			
34	Взаимоиндукция между несимметричной линией электропередачи и проводом связи при частоте 800 гц	$M_e$	»	То же			
35	Взаимоиндукция между несимметричной линией электропередачи и проводом связи при частоте 50 гц	$M$	»	Определяют по номограмме на фиг. 340 или по формулам (14) — (16) в табл. 182			
36	Километрическое затухание телефонной цепи	$\beta$	$неп/км$	Определяют по соответствующим таблицам справочника для частоты 800 гц			
37	Постоянная распространения телефонной цепи	$\gamma$	—				

Продолжение табл. 181

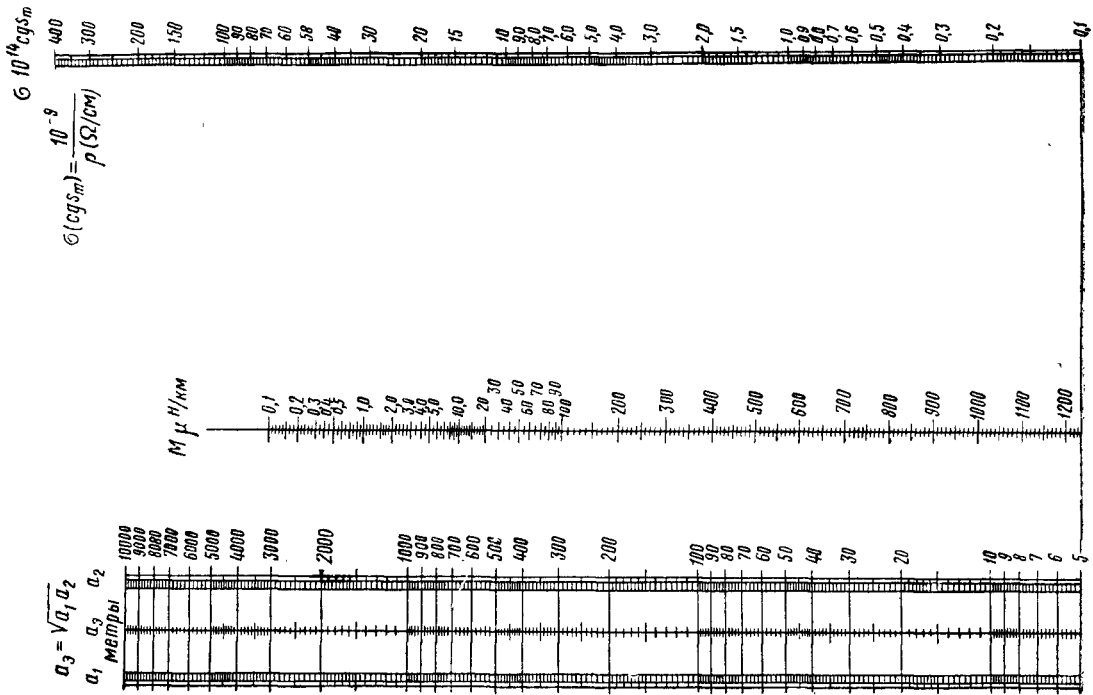
№ по пор.	Наименование	Принятое обозначение	Размерность	Числовые значения некоторых величин и пояснения
38	Сопротивление телефонного аппарата	$Z_a$	ом	Определяется для частоты 800 гц
39	Сопротивление телеграфной цепи (аппаратура, провод, заземления) при постоянном токе	$R_m$	»	
40	Полное сопротивление телеграфного аппарата при частоте 50 гц	$Z'_a$	»	
41	Коэффициент чувствительности телефонных цепей к помехам при $f=800$ гц	$\gamma$	мв/в	а) для цепей воздушных линий (см. табл. 180), б) для кабельных цепей $\gamma=0,001$
42	Коэффициент экранирования рельсов железной дороги при частоте 800 гц	$\lambda$	—	Для однопутной железной дороги $\lambda=0,45$ Для двухпутной железной дороги $\lambda=0,3$
43	Коэффициент защитного действия оболочки кабеля связи со стальной броней	$r$	—	Значения $r$ для кабелей со стальной ленточной броней при частотах 50 и 800 гц даны на фиг. 337 и 338
44	Коэффициент защитного действия оболочки кабеля линии электропередачи	$s$	—	среднее значение $s = 0,4$
45	Коэффициент защитного действия заземленного троса от электростатического влияния линии электропередачи	$p$	—	Среднее значение $p = 0,75$
46	То же от электромагнитного влияния линии электропередачи	$t$	—	Величину коэффициента $t$ определяют по формулам (2) в табл. 183
47	Коэффициент защитного действия деревьев от электростатического влияния линий электропередачи	$q$	—	$q=0,7$ . Учитывается, если имеется сплошной ряд деревьев на расстоянии не более 3 м от линии связи или если линия связи и линия электропередачи идут через лес по отдельным просекам



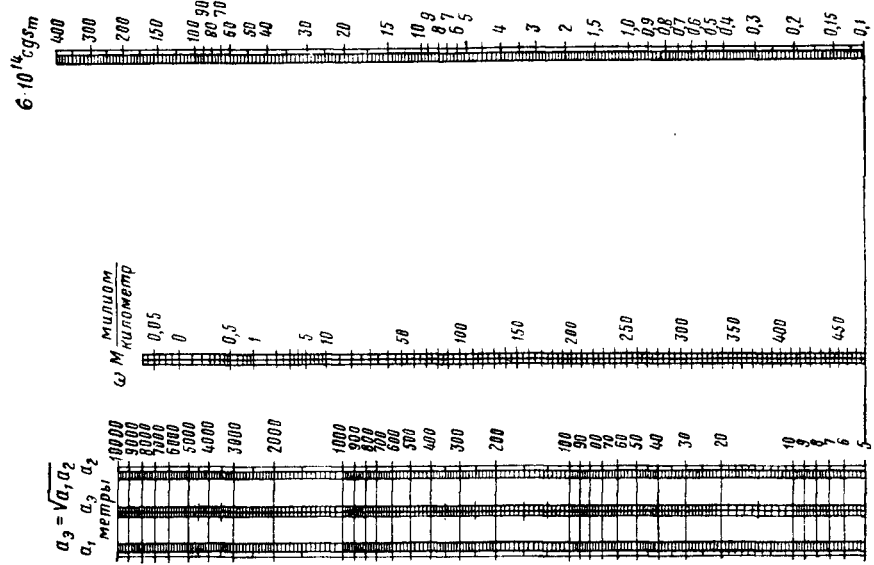
Фиг. 337. Среднее значение коэффициента защитного действия оболочек кабелей связи при частоте 50 гц



Фиг. 338. Среднее значение коэффициента защитного действия оболочек кабелей связи при частоте 800 гц



Фиг. 339. Номограмма для определения коэффициента взаимной индукции



Фиг. 340. Номограмма для определения коэффициента взаимной индукции при частоте 50 Гц

Таблица 182  
Формулы для расчёта мешающего влияния контактной сети электрических железных дорог постоянного тока на цепи связи

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размерность	Примечание
<i>Мешающее влияние на участке между крайними подстанциями с одинаковым напряжением, параллельно питающим контактную сеть</i>				
1	Э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи воздушной линии, обусловленная поперечной асимметрией	$U'_{b_1} = 1,8 \cdot 10^{-3} U_d \cdot F_e \frac{d}{a} \frac{I_s}{L l_K} \lambda$	мв	
2	Э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи воздушной линии, обусловленная продольной асимметрией	$U'_{b_1} = 9 U_d F_e \lambda \eta \frac{\sum M_l l_l}{L l_K}$	»	
3	Общая э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи воздушной линии	$U_{b_1} = \sqrt{(U'_{b_1})^2 + (U'_{b_2})^2}$	»	
4	Общая э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи кабельной линии	$U_{b_1} = 9 U_d F_e \lambda \eta \frac{\sum M_l \text{th} l_l}{\gamma L l_K}$	»	
<i>Мешающее влияние на длине консольного участка контактной сети</i>				
5	Э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи воздушной линии, обусловленная поперечной асимметрией	$U'_{b_2} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot U_d F_e \frac{d}{a} \frac{I_s \lambda}{L l_{KK} + L_2}$	мв	
6	Э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи воздушной линии, обусловленная продольной асимметрией	$U'_{b_2} = 10 U_d F_e \lambda \eta \frac{\sum M_l l_l}{L l_{KK} + L_2}$	»	
7	Общая э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи воздушной линии	$U_{b_2} = \sqrt{(U'_{b_1})^2 + (U'_{b_2})^2}$	»	

Продолжение табл. 182

№ форм-улы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размерность	Примечание
8	Общая э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи кабельной линии	$U_{b_2} = 10 \cdot U_d F_e \lambda \gamma \cdot \frac{\sum M_i \text{th} \gamma l_i}{\gamma(L_{1kk} + L_2)}$	мв	
<i>Мешающее влияние при наличии участка с параллельным питанием контактной сети и консольных участков</i>				
9	Общая э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи воздушной или кабельной линии, действующая на конце А усилительного участка (см. п. 9 табл. 181)	$U_{bA} = [U_{b_21}^2 e^{-2\beta l_A} + U_{b1}^2 e^{-2\beta(l_A + l_{kk1})} + U_{b_211}^2 e^{-2\beta(l_A + l_{kk1} + l_k)}] \frac{1}{2}$	мв	
10	То же на конце В усилительного участка (см. п. 9 табл. 181)	$U_{bB} = [U_{b_21}^2 e^{-2\beta(l_B + l_{kk2} + l_k)} + U_{b1}^2 e^{-2\beta(l_B + l_{kk2})} + U_{b_211}^2 e^{-2\beta l_B}] \frac{1}{2}$	»	
<i>Мешающее влияние на телеграфные цепи</i>				
11	Мешающий ток в однопроводной телеграфной цепи воздушной линии от гальванического влияния тяговых токов	$i = 75 \cdot 10^{-11} \frac{I}{RT\sqrt{\sigma_p \sigma_a}} \cdot \frac{1}{y_1} \cdot \left( \ln \frac{y_1}{r_p} + 12 \right)$	ма	
<i>Мешающее влияние на телефонные цепи электрической железной дороги, имеющей два различных номинальных напряжения контактной сети</i>				
12	Э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи, действующая на конце А усилительного участка	$U_{bA} = \sqrt{U_{bA1}^2 + U_{bA11}^2}$	мв	$U_{bA1}$ и $U_{bA11}$ , составляющие э. д. с. шума, обусловленные влиянием тяговых токов на участках I и II электрических железных дорог, имеющих различные номинальные напряжения, определяют по формуле (9) данной таблицы



Продолжение табл. 182

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размерность	Примечание
13	Э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи, действующая на конце В усиительного участка	$U_{bB} = \sqrt{U_{bB1}^2 + U_{bB11}^2}$	мв	$U_{bB1}$ и $U_{bB11}$ подсчитывают по формуле (10) данной таблицы
<i>Вспомогательные формулы для расчёта влияния</i>				
14	Коэффициент взаимной индукции между воздушным проводом сильного тока и воздушным проводом связи, заземлённым по концам при малых расстояниях между линиями	$10^9 M = 2\pi n \frac{1,78  k  \sqrt{a^2 + (c-b)^2}}{+ 1 - j \frac{\pi}{2} - \frac{4jk(c+b)}{3}} +$ $k = e^{-j \frac{3}{4} \pi} \sqrt{\frac{3}{4\pi\omega\epsilon}}$	гн/км	Формула достаточно точна, если $ k  \sqrt{a^2 + (c+b)^2} < \frac{1}{2}$ и $a, b$ и $c \geq 0$
15	То же, для средних расстояний между линиями	$10^9 M = -\frac{4}{k^2 a^3} + 2j\pi \frac{H_1( ka )}{ ka } =$ $= -\frac{4}{k^2 a^3} + 4 \frac{kei'( ka ) - jker'( ka )}{ ka }$	*	$H_1( ka )$ — цилиндрическая функция от $( ka )$ . Формула достаточно точна, если $ ka  < 3$ ; $\frac{c+b}{a} < 0,05$ ; $a, b$ и $c \geq 0$
16	То же, для больших расстояний между линиями	$10^9 M = 2\pi n \sqrt{\frac{a^2 + (c+b)^2}{a^2 + (c-b)^2} - \frac{4}{k^2} \frac{a^2 - (c+b)^2}{[a^2 + (c+b)^2]^2} +$ $+ 4jk(c+b) \left\{ \frac{1}{k^2 [a^2 + (c+b)^2]} + \frac{3a^2 - (c+b)^2}{k^4 [a^2 + (c+b)^2]^3} \right\}}$	*	Формула достаточно точна, если $ k  \sqrt{a^2 + (b+c)^2} > 3,5$

Примечание. Э. д. с. — электродвижущая сила.

Т а б л и ц а 183  
Формулы для расчёта опасного электромагнитного влияния линий электропередачи на цепи связи

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размерность	Примечание
1	Продольная электродвижущая сила при частоте 50 гц, индуцируемая в проводе связи при коротком замыкании на линии электропередачи	$E = \sum_{i=1}^N \omega M_i I_p r s_i$	в	<p>Величины <math>\omega</math>, <math>M</math>, <math>r</math>, <math>s</math> и <math>t</math> определяются для частоты 50 гц.</p> <p><math>M</math> определяется по номограмме фиг. 340 или по формулам (14) — (16) табл. 182</p> <p><math>t</math> определяется по формуле (2)</p>
2	Коэффициент защитного действия тросов:	$t = 1 - j \frac{\omega M_t}{Z_t}$ $M_t = \left( 2 \ln \frac{2}{1,78  k  a} + 1 \right) 10^{-4}$ $Z_t = \frac{2R_g}{l_t} + R_t + j\omega \left( \ln \frac{2}{1,78  k  s_t} + 1 \right) 10^{-4}$ $Z_t = \frac{2R_g}{l_t} + \frac{1}{2} R_t + j\omega \left( 2 \ln \frac{2}{1,78  k  \sqrt{s_t r_t}} + 1 \right) 10^{-4}$ $ k  = \sqrt{4 \pi \omega \sigma}$ <p>а) <math>Z_t</math> при наличии одного троса равно</p> <p>б) <math>Z_t</math> при наличии двух (одинаковых) тросов равно</p>	<p>гн/км</p> <p>ом/км</p> <p>»</p>	<p><math>a</math> — расстояние от влияющего провода до троса в см, а при двух тросах среднее геометрическое из расстояний от влияющего провода до каждого из тросов;</p> <p><math>s_t</math> — радиус троса в см; <math>R_t</math> — активное сопротивление троса в ом/км; <math>r_t</math> — расстояние между тросами в см; <math>R_g</math> — сопротивление заземления троса в ом; <math>l_t</math> — длина троса в км</p>
3	Продольная электродвижущая сила, индуцируемая в проводах связи и сигнализации при электромагнитном влиянии системы «два провода — земля» при исправном её состоянии	$E = \sum_{i=1}^N \omega M_i I_p r s_i$ $I_H = \frac{P}{\sqrt{3} U_d \cos \varphi}$	<p>в</p> <p>а</p>	<p>Значения <math>\omega</math>, <math>M</math>, <math>r</math>, <math>s</math> и <math>t</math> см. в первой графе данной таблицы.</p> <p><math>I_H</math> — максимальный рабочий ток в линии передачи, определяемый из формулы мощности для трёхфазного тока</p>

Таблица 184

Формулы для расчёта мешающего влияния линий электропередачи на цепи связи

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размерность	Примечание
<i>Электростатическое мешающее влияние симметричных линий передачи при их исправном состоянии</i>				
1	Э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи	$U_s = \sqrt{U_{s1}^2 + U_{s2}^2}$	мВ	$U_{s1}$ — составляющая Э. д. с. шума, обусловленная асимметрией линии связи по отношению к линии передачи. $U_{s2}$ — составляющая Э. д. с. шума, обусловленная асимметрией линии связи по отношению к земле
2	Значения составляющей $U_{s1}$ : а) при вертикальном расположении проводов линии электропередачи: 1) провода линии связи расположены на траверсах; 2) провода линии связи расположены на крюках; б) при горизонтальном расположении проводов линии передачи: 1) провода линий связи расположены на траверсах; 2) провода линий связи расположены на крюках; в) при треугольном расположении проводов линии электропередачи: 1) провода линии связи расположены на траверсах; 2) провода линии связи расположены на крюках	$U_{s1} = 24 \cdot 10^{-3} Z_a F_e U_n + 2 \frac{l'_s}{a c d \delta} (a^2 + c^2 - 3b^2) \frac{a c d \delta}{(a^2 + b^2 + c^2)^2}$ $U_{s1} = 12 \cdot 10^{-3} Z_a F_e U_n + 2 \frac{l'_s}{a^2} \frac{d \delta [a^4 + 4b^2 c^2 - (b^2 - c^2)^2]}{(a^2 + b^2 + c^2)^2}$ $U_{s1} = 24 \cdot 10^{-3} Z_a F_e U_n + 2 \frac{l'_s}{n+2} \frac{b c d \delta (3a^2 - b^2 - c^2)}{(a^2 + b^2 + c^2)^2}$ $U_{s1} = 24 \cdot 10^{-3} Z_a F_e U_n + 2 \frac{l'_s}{n+2} \frac{a b d \delta (a^2 + b^2 - 3c^2)}{(a^2 + b^2 + c^2)^2}$ $U_{s1} = 15 \cdot 10^{-3} Z_a F_e U_n + 2 \frac{l'_s}{n+2} \frac{a c d \delta}{(a^2 + b^2 + c^2)^2}$ $U_{s1} = 7,5 \cdot 10^{-3} Z_a F_e U_n + 2 \frac{l'_s}{n+2} \frac{d \delta (a^2 + b^2 - c^2)}{(a^2 + b^2 + c^2)^2}$	мВ » » » » »	

Продолжение табл. 184

№ форм- улы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размер- ность	Примечание
3	Значения составляющей $U_{S_3}$ : а) при вертикальном расположении проводов линии передачи; б) при горизонтальном расположении проводов линии передачи; в) то же при треугольном расположении	$U_{S_3} = 12 \cdot 10^{-3} \gamma Z_a F_e U_a \left[ \sum_{n=1}^N \frac{l_p}{n+2} \frac{cd(a^2 - b^2 + c^2)}{(a^2 + b^2 + c^2)^2} B \right]$ $U_{S_3} = 24 \cdot 10^{-3} \gamma Z_a F_e U_a \left[ \sum_{n=1}^N \frac{l_p}{n+2} \frac{abc\delta}{(a^2 + b^2 + c^2)^2} B \right]$ $U_{S_3} = 7,5 \cdot 10^{-3} \gamma Z_a F_e U_a \left[ \sum_{n=1}^N \frac{l_p}{n+2} \frac{c\delta}{a^2 + b^2 + c^2} B \right]$	ме » »	Значения — $B$ см. формулу (4) данной таблицы
4	Вектор $B$ на шаге транспозиции: первом втором третьем $i$ -ом	$B_1 = 1$ $B_2 = e^{-j\frac{2\pi}{3}(2-1)} e^{-j\varphi(2-1)}$ $B_3 = e^{-j\frac{2\pi}{3}(3-1)} e^{-j\varphi(3-1)}$ $B_i = e^{-j\frac{2\pi}{3}(i-1)} e^{-j\varphi(i-1)}$		$-j\frac{2\pi}{3}$ — множитель, учитывающий поворот результирующего вектора на $120^\circ$ вследствие транспозиции линии передачи; $e^{-j\varphi}$ — множитель, учитывающий скорость распространения электромагнитной волны по проводам. Вектор $B$ учитывается в том случае, если ширина сближения $a$ на каждом шаге транспозиции отличается от другой не больше чем в 2 раза
5	Э. д. с. шума в однопроводной телефонной цепи: а) при вертикальном расположении проводов линии передачи; б) при горизонтальном расположении проводов линии передачи; в) при треугольном расположении проводов линии передачи	$U_{S_0} = 24 \cdot 10^{-3} Z_a F_e U_a \left[ \sum_{n=1}^N \frac{l_p}{n+2} \frac{cd(a^2 + c^2 - b^2)}{(a^2 + b^2 + c^2)^2} B \right]$ $U_{S_0} = 48 \cdot 10^{-3} Z_a F_e U_a \left[ \sum_{n=1}^N \frac{l_p}{n+2} \frac{abc\delta}{(a^2 + b^2 + c^2)^2} B \right]$ $U_{S_0} = 15 \cdot 10^{-3} Z_a F_e U_a \left[ \sum_{n=1}^N \frac{l_p}{n+2} \frac{c\delta}{a^2 + b^2 + c^2} B \right]$	ме » »	Значения $B$ — см. формулу (4) данной таблицы

Продолжение табл. 184

№ форм-улы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размерность	Примечание
6	Мешающий ток в телеграфном проводе: а) при вертикальном расположении проводов линии передачи;	$I_a = 0,75 \cdot 10^{-3} U_L \left[ \sum_{i=1}^N \frac{I_p}{n+2} \frac{cd(a^2 + c^2 - b^2)}{(a^2 + b^2 + c^2)^2} B \right]$	мА	Значения $B$ — см. формулу (4) данной таблицы
	б) при горизонтальном расположении проводов линии передачи;	$I_a = 1,5 \cdot 10^{-3} U_L \left[ \sum_{i=1}^N \frac{I_p}{n+2} \frac{abc\delta}{(a^2 + b^2 + c^2)^2} B \right]$	»	
	в) при треугольном расположении проводов линии передачи	$I_a = 0,47 \cdot 10^{-3} U_L \left[ \sum_{i=1}^N \frac{I_p}{n+2} \frac{c\delta}{a^2 + b^2 + c^2} B \right]$	»	
7	Э. д. с. шума, индуцируемая в однопроводных телефонных цепях, в местах пересечения линий связи с линиями передачи: а) при треугольном расположении проводов линии передачи;	$U'_{\Sigma_0} = 3,2 \cdot 10^{-6} Z_a F_e U_L \frac{\delta}{b} \frac{c}{(n+2)} \sin \varphi$	мВ	
	б) при любом (нетреугольном) их расположении	$U'_{\Sigma_0} = 3,2 \cdot 10^{-6} Z_a F_e U_L \frac{c}{(n+2)} \sin \varphi$	»	
8	Мешающий ток, протекающий через телеграфный аппарат, включённый в однопроводную линию, обусловленный наличием пересечения линии связи с линейной передачей: а) при треугольном расположении проводов линии передачи;	$I'_a = 0,1 \cdot 10^{-6} U_L \frac{\delta}{b} \frac{c}{(n+2)} \sin \varphi$	мА	
	б) при ином (нетреугольном) их расположении	$I'_a = 0,1 \cdot 10^{-6} U_L \frac{c}{(n+2)} \sin \varphi$	»	

Продолжение табл. 8

№ форм-улы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размер-ность	Примечание															
Электростатическое мешающее влияние симметричных линий передачи при несправном их состоянии и несимметричных линий передачи при их нормальной работе																			
9	Средний потенциал на изолированном от земли проводе связи и сигнализации, обусловленный электро-статической индукцией линии передачи с изолированной нейтралью	$U_d = k_1 U_n \frac{\sum_1^N I_p \frac{bc}{n+2 a^2 + b^2 + c^2}}{\sum_1^N \frac{l}{n+2}} pq$	в	Значение коэффициентов $k_1$ и $k_2$ в формулах (9) — (15): <table><tr><th colspan="3">Линия передачи</th><th rowspan="2">Коэффициен-ты</th><th colspan="3">Значение коэффициентов <math>k_1</math> и <math>k_2</math> в формулах (9) — (15):</th></tr><tr><th>трёхфаз-ная</th><th>однофаз-ная</th><th>система «два про-вода —земля»</th><th>однопро-водная</th></tr><tr><td>0,25 0,7</td><td>0,2 0,55</td><td>0,32 0,9</td><td>0,24 0,68</td></tr></table>	Линия передачи			Коэффициен-ты	Значение коэффициентов $k_1$ и $k_2$ в формулах (9) — (15):			трёхфаз-ная	однофаз-ная	система «два про-вода —земля»	однопро-водная	0,25 0,7	0,2 0,55	0,32 0,9	0,24 0,68
Линия передачи			Коэффициен-ты		Значение коэффициентов $k_1$ и $k_2$ в формулах (9) — (15):														
трёхфаз-ная	однофаз-ная	система «два про-вода —земля»		однопро-водная															
0,25 0,7	0,2 0,55	0,32 0,9	0,24 0,68																
10	Мешающий ток, протекающий через телеграфный аппарат, включённый в однопроводную цепь связи	$I_d = k_2 \cdot 10^{-3} U_n \sum_1^N I_p \frac{bc}{n+2 a^2 + b^2 + c^2} pq$	мА																
11	Э. д. с. шума в однопроводной телефонной цепи	$U_{S_0} = 32 \cdot 10^{-3} k_2 Z_a F_e U_n \sum_1^N I_p \frac{bc}{n+2 a^2 + b^2 + c^2} pq$	мВ																
12	Э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи:	$U_S = \sqrt{U_{S_1}^2 + U_{S_2}^2}$	мВ																
	а) при расположении проводов связи на траверсах;	$U_{S_2} = 16 \cdot 10^{-3} k_2 Z_a F_e U_n \sum_1^N I_p \frac{bc}{n+2 a^2 + b^2 + c^2} pq$	»																
	б) при расположении проводов связи на крюках	$U_{S_1} = 90 \cdot 10^{-3} k_1 Z_a F_e U_n \sum_1^N I_s' \frac{abcd}{n+2 (a^2 + b^2 + c^2)^2}$ $U_{S_1} = 45 \cdot 10^{-3} k_1 Z_a F_e U_n \sum_1^N I_s' \frac{bd (a^2 + b^2 - c^2)}{n+2 (a^2 + b^2 + c^2)^2}$	»																

Продолжение табл. 184

№ форм-улы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размерность	Примечание
13	Мешающий ток, протекающий через телеграфный аппарат, включённый в однопроводную линию, обусловленный наличием пересечения линий связи с линией передачи	$I_d' = 2,8 \cdot 10^{-6} k_1 U_d \frac{c}{(n+2) \sin \varphi}$	мА	При подсчёте значений по формулам (13) — (16) участок пересечения ограничивается точками, удалёнными от линии передачи на 50 м
14	Э. д. с. шума в однопроводной телефонной цепи, обусловленная наличием пересечения линий связи с линией сильного тока	$U_{S_0}' = 90 \cdot 10^{-6} k_2 Z_d F_e U_d \frac{c}{(n+2) \sin \varphi}$	мВ	
15	Э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи, обусловленная наличием пересечения линий связи с линией сильного тока	$U_S' = \sqrt{U_{S_1}'^2 + U_{S_2}'^2}$ $U_{S_1}' = 45 \cdot 10^{-6} k_2 Z_d F_e U_v \frac{d \sin \psi}{(n+2) \sin \varphi}$ $U_{S_2}' = 90 \cdot 10^{-6} k_2 Z_d F_e U_d \frac{c}{(n+2) \sin \varphi}$	мВ » »	
16	Суммарная э. д. с. шума, обусловленная наличием сближения с линией передачи и пересечения линий связи с линией передачи	$U_S = \sqrt{U_{S_1}'^2 + U_{S_2}'^2 + U_{S_1}'^2 + U_{S_2}'^2}$	мВ	
17	Величина энергии, определяющая опасность возникновения акустического удара в телефонных цепях при отсутствии ограничителей	$A = 4 \cdot 10^{-5} k_1 U_d \frac{\left( \sum_{i=1}^N \frac{l_i p}{n + 2 a^2 + b^2 + c^2} \right)^2}{\sum_{i=1}^N \frac{l_i}{n + 2}}$	мДж	$k_1 = 0,2$ для трёхфазных и однофазных линий передачи; $k_1 = 0,32$ для линий передачи «два провода — земля» Расчёт производится только в том случае, если $a \leq 0,43 \sqrt{U_d V l} \text{ м}$

Продолжение табл. 184

№ форм- улы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размер- ность	Примечание
<i>Электромагнитное мешающее влияние несимметричных линий электропередачи (система «два провода — земля»)</i>				
18	Э. д. с. шума, индуцируемая в однопроводной телефонной цепи	$U_{m_0} = 10^7 \frac{Z_a}{Z_e} F l' I_H \sum_{i=1}^N M_e l' r s$	мв	$Z_e$ — см. следующую формулу (19) $I_H$ — см. формулу (3) табл. 183
19	Полное сопротивление однопроводной цепи (телефонной) при частоте 800 гц ( $\omega = 5000$ )	$Z_e = R + j\omega \left( 2\pi \frac{2}{1,78  k  \rho} + 1 \right) 10^{-4}$	ом/км	$\rho$ — радиус провода связи в см
20	Мешающий ток, протекающий через телеграфный аппарат	$I_{ma} = 3,14 \cdot 10^5 \frac{I_H}{2Z_a + Zl} \sum_{i=1}^N M l' r s$	мА	$Z$ — полное сопротивление 1 км телеграфного провода при $f = 50$ гц $I_H$ — см. формулу (3) табл. 183
21	Э. д. с. шума, индуцируемая в двухпроводной телефонной цепи воздушной линии	$U_m = \sqrt{U_{m_1}^2 + U_{m_2}^2}$ $U_{m_1} = 10^3 \frac{d}{a} F l' I_H l'_s$ $U_{m_2} = 5 \cdot 10^6 \gamma F l' I_H \sum_{i=1}^N M_e l' p s$	мв » »	$I_H$ — см. формулу (3) табл. 183
22	Э. д. с. шума, индуцируемая в двухпроводной телефонной цепи кабельных линий	$U_m = \frac{\gamma' s t \omega I_H F e}{\gamma} \sum_{i=1}^N M_e t h l' p$	мв	$I_H$ — см. формулу (3) табл. 183
23	Суммарная величина мешающего влияния, обуславливаемая электростатической и электромагнитной индукцией несимметричной линией передачи	$U_{sm} = \sqrt{U_s^2 + U_m^2}$		$U_s$ определяется по формулам (11) — (12), а $U_m$ — по формулам (18) — (21) данной таблицы



Опасное влияние симметричных линий электропередачи в системе с заземленной нейтралью определяется в предположении заземления одного из фазовых проводов этой линии. С опасным влиянием симметричных линий электропередачи в системе с изолированной нейтралью считаются только при определении влияния на цепи полуавтоматической железнодорожной блокировки. В этом случае расчёт производится в предположении заземления двух фазовых проводов линии электропередачи в двух не совпадающих по месту положения точках, для которых электродвижущая сила электромагнитной индукции имеет наибольшее значение.

Опасное электромагнитное влияние линий электропередачи характеризуется продольной электродвижущей силой, индуцируемой в проводах связи, величина которой определяется из формул (1) и (2), приведённых в табл. 183.

Опасное электромагнитное влияние несимметричной линии электропередачи, работающей по системе «два провода — земля» при коротком замыкании одного из фазовых проводов, определяют так же, как и для симметричных линий электропередачи, по формулам (1) и (2) табл. 183, а при нормальной работе несимметричных линий по формуле (3) той же таблицы.

**Мешающее влияние линий электропередачи.** При определении мешающего влияния симметричных линий электропередачи считаются только с электростатической индукцией этих линий на цепи связи.

Величину электростатического мешающего влияния при нормальной работе этих линий рассчитывают по формулам (1)—(8) табл. 184.

Электростатическое мешающее влияние симметричных линий электропередачи при их неисправном состоянии (заземление одного из фазовых проводов), а также несимметричных линий передачи при их нормальной работе рассчитывают по формулам (9) — (16) табл. 184.

При заземлении одного из фазовых проводов симметричной линии электропередачи с изолированной нейтралью возможно возникновение акустического удара. С опасностью акустического удара можно не считаться, если величина энергии, возникающей при этом в проводах связи, меньше 20 миллиджоулей. Величина энергии подсчитывается по формуле (17) табл. 184.

При нормальной работе несимметричной линии электропередачи, работающей по системе «два провода — земля», наряду с электростатическим мешающим влиянием на цепи связи имеет место и электромагнитное мешающее влияние. Расчёт величины электромагнитного мешающего влияния производят по формулам (18)—(22) табл. 184.

Если одновременно имеет место электромагнитное и электростатическое мешающее влияние, то суммарную величину электродвижущей силы шума определяют по формуле (23) табл. 184.

#### Меры защиты сооружений связи и сигнализации от опасного и мешающего влияния линий сильного тока

Для снижения затрат на мероприятия по защите устройств связи от влияния стремятся так расположить линии связи и линии силь-

Таблица 185  
Меры защиты устройств связи и сигнализации от опасных влияний линий сильного тока

Степень влияния	Меры защиты	Примечание
<p>Индуктируемая продольная э. д. с. в двухпроводных и однопроводных цепях связи и сигнализации (за исключением однопроводных цепей полуавтоматической блокировки) при коротком замыкании на линии электропередачи превосходит 750 действующих в.</p> <p>Индуктируемая продольная э. д. с. в двухпроводных и однопроводных цепях связи и сигнализации (за исключением однопроводных цепей полуавтоматической блокировки) при нормальной работе несимметричной линии передачи превышает 60 действующих в.</p> <p>Индуктированное продольное напряжение в двухпроводных цепях полуавтоматической блокировки при коротком замыкании линии электропередачи превосходит 750 действующих в, а в однопроводных цепях полуавтоматической блокировки 60 действующих в.</p> <p>Индуктированное продольное напряжение в однопроводных цепях полуавтоматической блокировки при нормальной работе линии электропередачи по системе «два провода — земля» превышает 30 действующих в.</p>	<p>а) Установка на проводах связи и сигнализации мощных разрядников типа РВ-280;</p> <p>б) подвеска на линии электропередачи хорошо проводящих тросов, заземлённых на каждой опоре;</p> <p>в) каблирование линии передачи или её откос;</p> <p>г) каблирование цепей полуавтоматической блокировки, а также всех цепей связи и сигнализации;</p> <p>д) ограничение неуравновешенного тока при заземлении фазовых проводов в системе с заземленной нейтралью;</p> <p>е) установка на двухпроводных телефонных цепях изолирующих трансформаторов в целях разделения цепи на отдельные изолированные участки</p>	<p>Защита мощными разрядниками цепей полуавтоматической блокировки не допускается</p> <p>Достигается уменьшением общего числа заземлённых нейтралей или заземлением нейтралей через активные и реактивные сопротивления</p> <p>Допускается для неуплотнённых цепей и для цепей, на которые не наложена телеграфная работа</p>

Продолжение табл. 185

Степень влияния	Меры защиты	Примечание
	ж) переустройство однопроводных цепей на двухпроводные	
Индуктируемая продольная э.д.с. в одной нитке рельсовой цепи блок-участка автоблокировки переменного тока при однофазном замыкании на землю линии электропередачи превосходит 300 действующих в	Включение в схему дополнительных реле, замедляющих переключение сигнальных огней с красного на разрешительный и тем самым устраняющих возможность ложного срабатывания автоблокировки при аварии на линии передачи	
Напряжение прикосновения к рельсовым цепям автоблокировки при однофазном заземлении линии электропередачи с заземленной нейтралью превосходит 150 действующих в	а) Разделение рельсовой цепи на отдельные цепи; б) откос или кабелирование линии передачи; в) подвеска защитного троса на линии передачи и др.	

ного тока, чтобы индуктируемые в цепях связи и сигнализации напряжения и токи не превосходили установленных норм.

Это взаимное расположение определяют расчётом при выборе трассы линии связи или линии сильного тока.

Если требования расчёта по каким-либо соображениям (техническим, экономическим или эксплуатационным) выполнить нецелесообразно или затруднительно, то применяют специальные меры защиты.

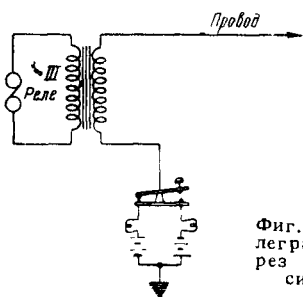
В табл. 185 перечислены мероприятия по защите устройств связи и сигнализации от опасных влияний при коротком замыкании на землю фазовых проводов линии сильного тока.

В табл. 186 перечислены мероприятия по защите устройств связи и сигнализации от мешающего действия контактной сети электрических железных дорог, линий электропередачи и в том числе высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки.

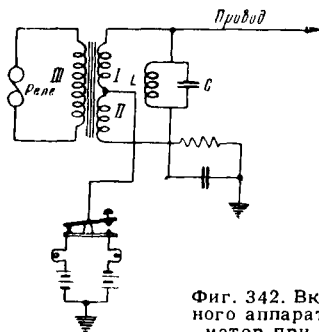
Таблица 186

Меры по защите устройств связи от мешающего действия линий сильного тока и контактной сети электрических железных дорог

Характер влияния	Меры защиты	Примечание
Индуктивное мешающее влияние контактной сети электрических железных дорог на телефонные цепи	а) Повышение коэффициента сглаживания сглаживающих устройств на тяговых подстанциях с 25 до 50; б) перекладка на траверсы проводов, подвешенных на крюках; в) скрещивание телефонных цепей по специальному проекту; г) частичная отсоска линии связи в местах наибольшего её приближения к влияющей линии; д) сплошная отсоска воздушной линии связи; е) кабелирование линии связи ж) переустройство однопроводных телефонных цепей на двухпроводные	При коэффициенте сглаживания, равном 25, форм-фактор кривой напряжения равен 0,15, а при коэффициенте сглаживания, равном 50, — 0,11
Гальваническое мешающее влияние тяговых токов электрических железных дорог	а) Включение телеграфных аппаратов через трансформаторы; б) выноска заземлений телеграфных станций из зоны блуждающих токов электротяги; в) переустройство однопроводных телеграфных цепей на двухпроводные	Схема включения телеграфных аппаратов через трансформаторы при симплексной связи (фиг. 341) и дуплексной связи (фиг. 342)
Индуктивное мешающее влияние линий электропередачи	а) Меры, перечисленные в пп. «б — ж», рекомендуемые для защиты от индуктивного мешающего влияния контактной сети электрических железных дорог; б) уменьшение полного цикла трансформации строящихся линий передачи; в) установка на телеграфных цепях резонансных контуров, настроенных на основную частоту тока линии передачи (50 гц).	Применяется на телеграфных цепях, работающих со скоростью не более 60 в/ч



Фиг. 341. Включение телеграфного аппарата через трансформатор при симплексной связи



Фиг. 342. Включение телеграфного аппарата через трансформатор при дуплексной связи

### ЗАЩИТА ТЕЛЕФОННЫХ ЦЕПЕЙ ОТ ВЗАИМНЫХ ВЛИЯНИЙ СКРЕЩИВАНИЕ ТЕЛЕФОННЫХ ЦЕПЕЙ

При наличии нескольких телефонных цепей на опорах одной и той же воздушной линии обнаруживается взаимное индуктивное влияние между цепями.

Это влияние проявляется в виде внятного или невнятного (неразборчивого) переходного разговора. Внятный переходный разговор наблюдается в том случае, когда переход тока из влияющей цепи в цепь, подверженную влиянию, не сопровождается преобразованием частот его отдельных составляющих и когда частотные полосы, передаваемые по обеим цепям, совпадают. Если же частотные полосы сдвинуты или при переходе тока происходит преобразование частот, его составляющих (например вследствие инверсии несущих частот), то переходный разговор становится невнятным.

Невнятный переходный разговор в виде «несвязного бормотания» возникает также и при отсутствии преобразования частот или сдвига частотных полос в тех случаях, когда в цепь, подверженную влиянию, одновременно переходят токи из нескольких соседних телефонных цепей.

Защищенность телефонной цепи или телефонного канала от переходного разговора определяется разностью между уровнем полезного сигнала  $P_c$  и уровнем переходного тока  $P_n$  в рассматриваемой точке цепи, подверженной влиянию, т. е. величиной  $\zeta = P_c - P_n$ .

Защищенность от переходного разговора при согласованных нагрузках цепей связана с переходным затуханием между цепями соотношением

$$\zeta = \ln \left| \frac{E_2}{E_1} \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} \right| + B - b_{l_2},$$

где  $E_1$  — электродвижущая сила источника тока, включенного на одном конце влияющей цепи;

$E_2$  — электродвижущая сила источника тока, включенного на том же или противоположном конце цепи, подверженной влиянию; место включения источника определяется видом переходного разговора;

$Z_1$  и  $Z_2$  — волновые сопротивления цепей, влияющей и подверженной влиянию;

$B$  — результирующая величина переходного затухания между рассматриваемыми цепями и

$b_{l_2}$  — затухание цепи, подверженной влиянию.

Виды и определения переходного затухания, от величины которого зависит защищенность от переходного разговора, приведены в табл. 187.

Увеличение переходного затухания, а следовательно, и защищенности от переходного разговора на воздушных линиях достигается путём скрещивания двухпроводных телефонных цепей. Скрещивание цепей также позволяет уменьшить помехи со стороны соседних телефонных цепей, высоковольтных линий, контактных проводов электрифицированных железных дорог и т. п.

Скрещиваниями двухпроводной цепи называют такие изменения положений, занимае-

Таблица 187

Виды переходного затухания и основные определения

Расчётная схема	Вид переходного затухания	Определение переходного затухания
	Переходное затухание на ближнем конце	$B_0 = \ln \left  \frac{I_{10}}{I_{20}} \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} \right  \text{ nep}$
	Встречное переходное затухание	$B_g = \ln \left  \frac{I_{10}}{I_{2l}} \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} \right  \text{ nep}$
	Переходное затухание на дальнем конце	$B_l = \ln \left  \frac{I_{1l}}{I_{2l}} \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} \right  = B_g - \theta_l \text{ nep}$

Примечание. Виды и определения переходного затухания, приведённые в настоящем разделе, в целях увязки с действующей «Инструкцией по скрещиванию телефонных цепей» сохранены такими же как они даны в указанной инструкции. В настоящем разделе встречное переходное затухание называют переходным затуханием на дальнем конце; см. также примечание к табл. 213.

мых проводами цепи на опоре, при которых один провод цепи периодически занимает место другого.

При наличии на воздушной линии нескольких цепей скрещивания их производят по различным схемам, образующим в совокупности схему скрещивания цепей воздушной линии. При размещении скрещиваний вдоль линии применяют секции скрещивания. Секцией скрещивания называется такой участок линии, в пределах которого влияние между телефонными цепями скомпенсировано до определённой величины при помощи скрещивания цепей по определённой схеме.

Элементом скрещивания называется наименьшее расстояние между двумя соседними скрещиваниями, принятое для данной секции скрещивания.

Секции скрещивания, применяемые в СССР, состояются из числа элементов  $n = 2^m$ , где  $m = 3, 4, 5, 6$  или 7. Нормальная длина элемента принята равной двум пролётам. Место соединения концов секций называется стыком секций.

Число элементов между двумя соседними скрещиваниями одной и той же телефонной цепи называется индексом скрещивания этой цепи. Индексы 1, 2, 4, 8, 16, 32 и 64 обозначают, что цепь скрещивается равномерно соответственно через 1, 2, 4, 8, 16, 32 и 64 элемента. Сочетание нескольких индексов скрещивания, например 1—2—4, называется комбинацией индексов скрещивания. Комбинация индексов скрещивания получается в результате наложения друг на друга соответствующего числа простых схем скрещивания, определяющихся одинарными индексами.

Так, комбинация 1—2—4 представляет собой результат трёхкратного скрещивания последовательно по индексам 1, 2 и 4. При этом надо иметь в виду, что при наложении на одну и ту же точку цепи чётного числа скрещиваний их следует считать взаимно компенсирующими друг друга.

Формулой взаимной защищённости двух телефонных цепей называется сочетание индексов защищённости, равное разности комбинаций индексов защищённости двух рассматриваемых цепей. Например, если одна цепь скрещена по комбинации индексов 1—4—8, а другая цепь — по комбинации индексов 2—8, то формула взаимной защищённости будет иметь вид 1—2—4 (т. е. при составлении формулы взаимной защищённости опускают одинаковые индексы: в данном случае опускают индекс 8). Формула взаимной защищённости определяет эффект, вносимый скрещиваниями.

Эффект, вносимый скрещиваниями, уменьшается влиянием конструктивных неоднородностей. Различают неоднородности длин элементов и профильные неоднородности. Первые обусловлены практическим неравенством длин элементов, а вторые — отклонением расстояний между проводами от их номинальных значений.

Переходное затухание на дальнем конце и встречное переходное затухание уменьшаются вследствие влияния через третьи цепи и через пучок проводов. Кроме того, при наличии отражений у концов цепей возникают дополнительные пути переходного разговора на дальний конец.

Все эти явления учитывают при расчёте переходных затуханий.

Для условного обозначения различных профилей опор приняты следующие обозначения:

NT-*c-a-b* (например 5T-60-20-50),

*nK-a* (например 60K-60),

где *T* и *K* — обозначают способ подвески проводов на траверсах и на крюках соответственно;

*N* — число траверс;

*n* — число цепей;

*a* — расстояние между проводами в см;

*b* — расстояние между цепями в см;

*c* — расстояние между траверсами в см.

#### Основные положения инструкции по скрещиванию телефонных цепей 1947 г.

1. Установленные типовые профили с указанием нумерации цепей указаны на фиг. 343.

2. Цепи из цветного металла размещаются на опорах согласно табл. 188.

3. Уплотнение цепей в полосе частот от 30 до 65 кГц может производиться только при отсутствии цепей, уплотнённых в полосе частот до 150 кГц. При наличии цепей, уплотнённых в полосе частот до 150 кГц, остальные цветные цепи могут быть уплотнены только в полосе частот до 30 кГц.

4. Неуплотнённые стальные цепи могут занимать любое место на опоре, а уплотнённые стальные цепи должны размещаться на ней особым образом, указанным в инструкции по скрещиваниям телефонных цепей 1947 г. (п. 1, 22).

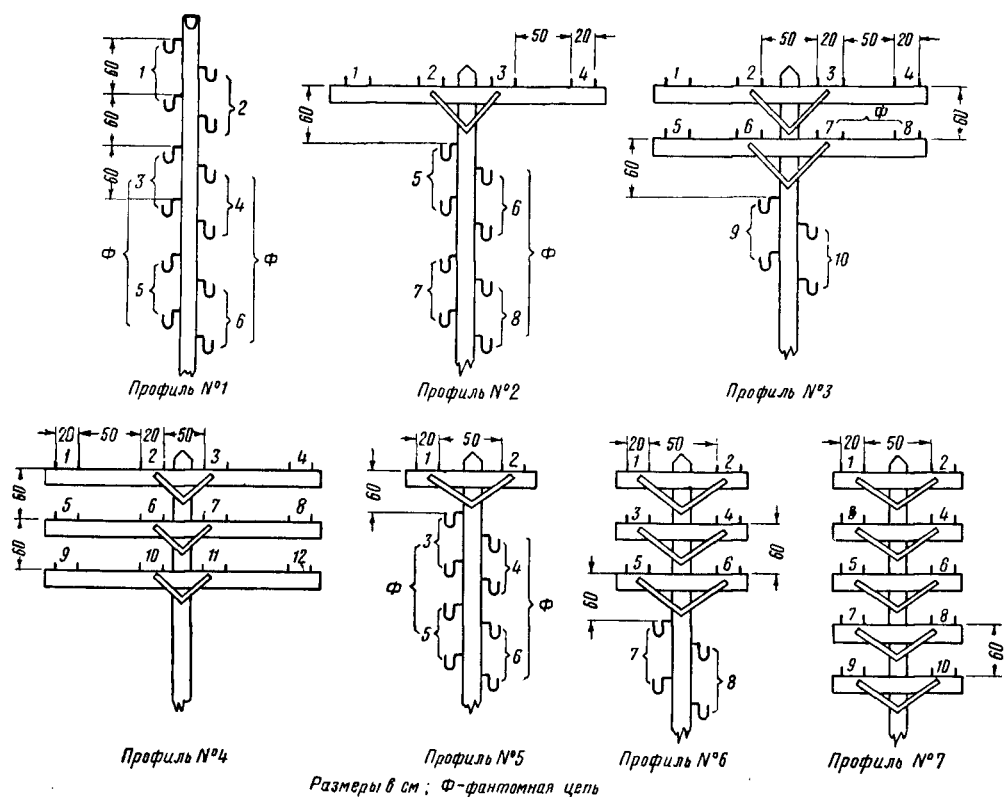
5. Цепи и провода Министерства путей сообщения рекомендуется размещать на опорах в зависимости от их назначения в соответствии с табл. 189.

6. Индексы скрещивания для различных профилей опор приведены на фиг. 344—350.

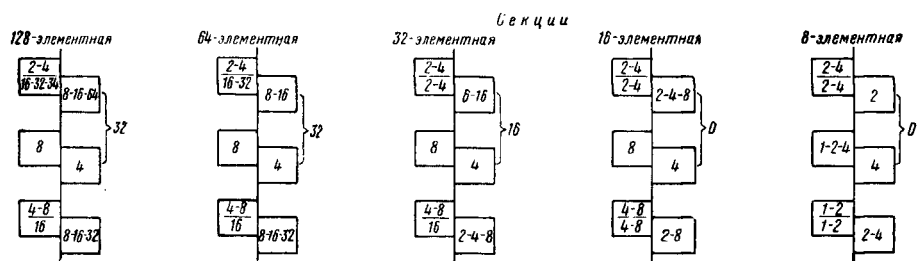
Таблица 188

Размещение цветных цепей на опорах

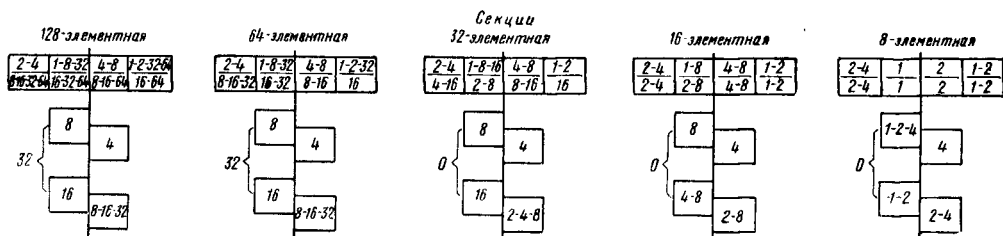
Диапазон частот уплотнения в кГц	Номер профиля						
	1	2	3	4	5	6	7
До 65	1 и 5	1, 2, 3 и 4	1, 2, 3 и 4	1, 2, 3, 4, 9 и 12	1 и 2	1, 2 и 6	1, 2, 6 и 9
» 150	1	1 и 4	1 и 4	1, 4, 9 и 12	1	1 и 6	1 и 6



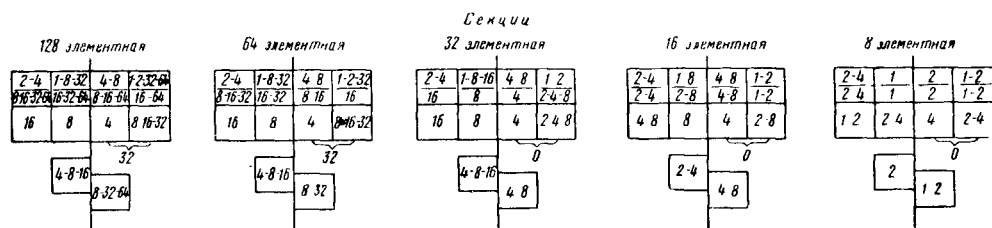
Фиг. 343. Профили опор воздушных линий связи



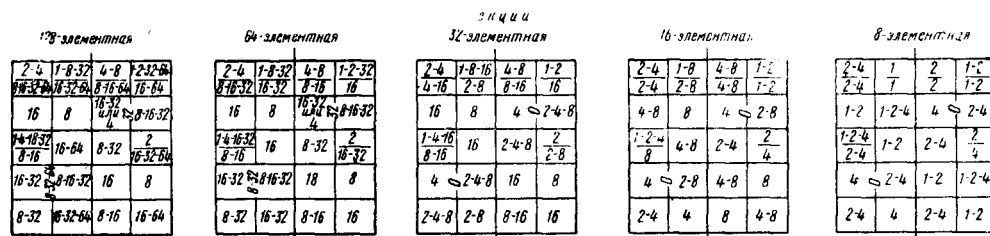
Фиг. 344. Индексы скрещивания телефонных цепей. Профиль № 1



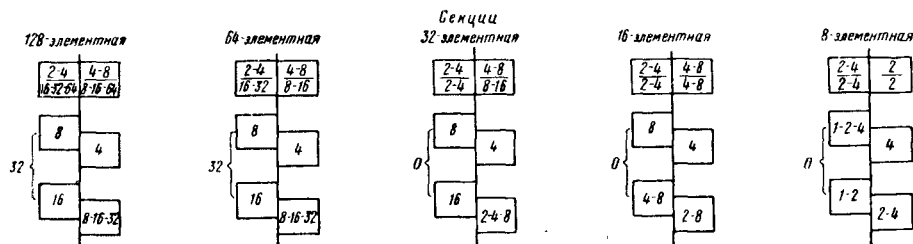
Фиг. 345. Индексы скрещивания телефонных цепей. Профиль № 2



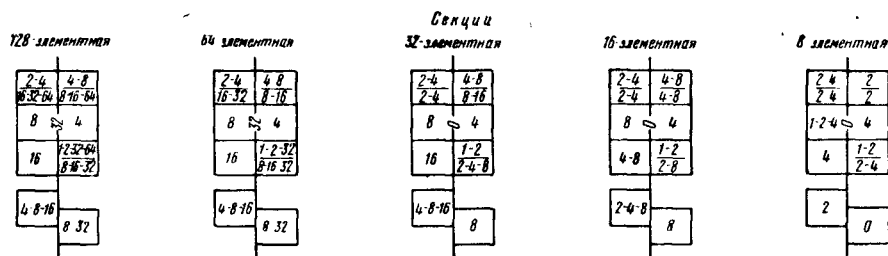
Фиг. 346. Индексы скрещивания телефонных цепей. Профиль № 3



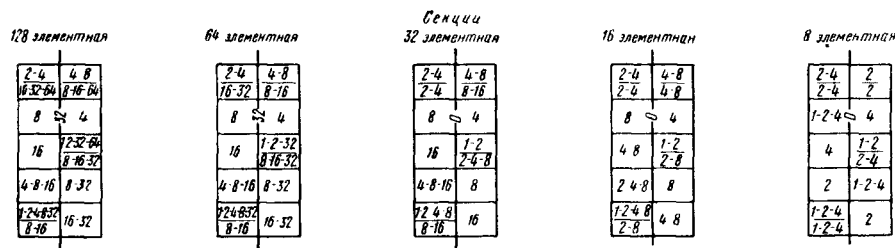
Фиг. 347. Индексы скрещивания телефонных цепей. Профиль № 4



Фиг. 348. Индексы скрещивания телефонных цепей. Профиль № 5



Фиг. 349. Индексы скрещивания телефонных цепей. Профиль № 6



Фиг. 350. Индексы скрещивания телефонных цепей. Профиль № 7

Таблица 189

## Размещение цепей и проводов Министерства путей сообщения на опорах линий связи

Наименование цепей связи и сигнализации МПС	Номер профиля						
	1	2	3	4	5	6	7
	Номера мест на опоре						
Цветная цепь магистральной телефонной связи и стальная цепь дальней телефонной связи . . . . .	1	1	1		1	1	
Цепь дальней телефонной связи . . . . .	3 и 5	2 и 5	2, 6 и 10		3 и 5	3 и 5	
Цепь дорожной телефонной связи (ДГП) . . . . .	—	4	4		—	—	
Цепь постанционной телефонной связи . . . . .	6	8	7		6	6	
Цепь поездной диспетчерской телефонной связи . . . . .	4	6	5 и 8		4	4	
Цепь линейно-путевой телефонной связи . . . . .	—	7	9		—	—	
Телеграфный провод . . . . .	2	3	3		2	2	
Провод жезловой сигнализации или межстанционной телефонной связи . . . . .	2	3	3		2	2	
Искусственная (фантомная) цепь дальней телефонной связи . . . . .	3—5 или 4—6	6—8	7—8	По индивидуальному проекту	3—5 или 4—6	3—5 или 4—6	По индивидуальному проекту

Примечание. Не допускается уплотнять стальные цепи, из которых составлена искусственная цепь, и составлять искусственную цепь из уплотнённых цепей.

Таблица 190

## Допускаемые отклонения длин элементов

Средняя длина элемента секции в м	35	40	50	60	70	80	100	125
Допускаемое отклонение от средней длины элемента секции в м . . . . .	±6,0	±6,5	±7,0	±8,0	±8,5	±9,0	±10,0	±11,0

Индексы, указанные в числителе, относятся к цветным цепям, а в знаменателе — к стальным цепям; все остальные индексы относятся только к стальным цепям.

7. Вся длина усилительного участка должна быть разделена на секции, причём если при данной длине участка не укладывается целое число основных 128-элементных секций с длиной элемента в два пролёта, то применяются укороченные секции. Укороченных секций должно быть возможно меньше и выбирать их следует с наибольшим числом элементов.

Разбивка линии на секции производится по усилительным участкам цепей, уплотнённых аппаратурой 3-канальной и 12-канальной систем. При отсутствии цветных цепей разбивка линии на секции производится по усилительным участкам стальных цепей.

На линиях I и II классов разбивка на секции производится от концов усилительного участка так, чтобы укороченные секции размещались примерно на его середине. На линиях III класса разбивка на секции выполняется от стелеческого узла связи, причём укороченные секции с числом элементов менее 32 не применяются. Если целое число секций на длине линии не укладывается, то последнюю секцию в 32 элемента можно оставить незаконченной.

При практической невозможности соблюдения одинаковых длин элементов на всём протяжении усилительного участка могут допускаться секции с различными средними длинами элементов. В пределах секций отклонения длин элементов от средней длины не должны превышать величин, указанных в табл. 190.

Если по условиям местности невозможно обеспечить отклонения, не превышающие указанных в табл. 190, то допускаются большие отклонения, но с тем, чтобы число их не превышало указанного в табл. 191.

Таблица 191

## Допускаемые отклонения длин отдельных элементов при устройстве переходов

Отклонение от средней длины элементов в м . . . . .	200	100	50	25
Число отклонений . . . . .	1	2	6	16

8. При соединении секций между собой необходимо соблюдать следующие правила: цепи, скрещиваемые по схеме, содержащей нечётное число индексов, например: 2, 4, 8, 16, 32 и т. п., на стыках секций должны иметь скрещивание;

цепи, скрещиваемые по схеме, содержащей чётное число индексов, например: 2—4, 8—16, 32—64 и т. п., на стыках секций не должны скрещиваться.

9. Устройство шлейфов для ввода цветных цепей в усилительные пункты не допускается. Также не допускается ввод цветных цепей в контрольные пункты; у контрольных пунктов для испытания цепей устанавливают контрольные опоры.

Ввод цепей, уплотнённых в полосе частот до 150 кГц, устраивают по особым правилам, указанным в инструкции по скрещиванию телефонных цепей 1947 г. (раздел 1.5).

Допускается устройство шлейфов для стальных цепей и телеграфных проводов.

Скрещивание цепей на шлейфах производится самостоятельно по индексам укороченных секций соответствующих профилей.

10. При наличии на данной линии двух и большего числа цветных цепей ответвление одной из этих цепей рекомендуется делать в конце секции. Если это вызывает дополнительные затраты, то допускается ответвление цветной цепи от конца любого восьмого элемента.

Ответвление стальных телефонных и селекторных цепей, а также телеграфных, жезловых и блокировочных проводов рекомендуется делать в следующих пунктах:

Для секции	В конце элемента
128-элементной	32, 64, 96 и 128
64 »	32, 48 и 64
32 »	8, 16, 24 и 32
16 »	8 и 16
8 »	4 и 8

Если выполнение этого указания требует дополнительных затрат, то допускается устройство ответвления стальных уплотнённых цепей и телеграфных проводов в любом месте секции. Ответвление стальных уплотнённых цепей в любом месте секции не допускается.

11. Телеграфные провода можно располагать на любых местах профилей 1—7, за исключением мест, предназначенных для цветных цепей. Подвеска проводов трансляционных сетей вещания на одних опорах с проводами связи не допускается.

#### Порядок расчёта переходных затуханий между скрещенными цепями

1. Нормы переходного затухания между телефонными цепями приведены в табл. 192.

2. Основные расчётные формулы указаны в табл. 193—195.

Т а б л и ц а 192

Нормы переходного затухания между телефонными цепями

Наименование норм	Допустимая величина в неп	Примечание
Результирующая величина переходного затухания на ближнем конце при частоте 800 гц на каждом усилительном участке:		
между телефонными цепями . . . . .	$B_{op} > 7,5 + \frac{1}{2} \ln N$	$N$ — число усилительных участков на длине параллельного пробега цепей
между селекторными цепями, а также между селекторными и телефонными цепями . . . . .	$B_{op} > 8,5$	
Результирующая величина переходного затухания между двумя уплотнёнными цепями на усилительном участке в пределах полосы частот, передаваемой по обоим цепям:		
на ближнем конце . . . . .	$B_{op} > 5,8 + \frac{1}{2} \ln N + \ln 2p$	$p$ — коэффициент отражения вследствие несогласованности волновых сопротивлений линий и вводных проводов или вводного кабеля:
на дальнем конце . . . . .	$B_{lp} > 5,8 + \frac{1}{2} \ln N$	$p = 0,4$ в полосе частот до 30 кГц
	При уплотнении цепей системами со сдвинутыми спектрами частот допустимые величины $B_{op}$ и $B_{lp}$ могут быть уменьшены на 1 неп	$p = 0,1$ в полосе частот 30 — 150 кГц
Результирующая величина переходного затухания на дальнем конце на усилительный участок между цветными и стальными цепями в полосе частот, передаваемой по обоим цепям при их расположении:		
на крюках . . . . .	$B_{lp} \geq 11,3$	
на траверсах . . . . .	$B_{lp} \geq 11,8$	При снижении уровня передачи по цветной цепи до +0,5 неп указанные значения могут быть снижены на 1,5 неп
на крюках и траверсах . . . . .	$B_{lp} \geq 11,5$	
Допустимая отрицательная величина добавочного переходного затухания, обусловленная индексами скрещивания цветной цепи, при расположении цепей:		
на крюках . . . . .	Не больше 1,2	
на траверсах . . . . .	Не больше 2,0	
Переходное затухание на ближнем конце между цветными цепями, из которых одна уплотнена до 30 кГц, а другая до 150 кГц в полосе частот от 30 до 150 кГц	$B_{op} > 2,0$	
Переходное затухание между уплотнённой цветной и каждой стальной цепями в полосе частот, передаваемой по цветной цепи . . . . .	$B_{op} \geq 2,7$	
Переходное затухание между цветными цепями, уплотнёнными до 150 кГц, при вводе их в усилительные пункты:		
между выходом и входом одной и той же уплотнённой цепи . . . . .	Не меньше 12,0	
между выходом одной уплотнённой цепи и входом другой . . . . .	Не меньше 16,0	



Таблица 193

Основные формулы для расчёта переходного затухания на ближнем конце

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Значения величин												
1	Переходное затухание на ближнем конце между нескрещенными цепями	$B_0 = \ln \left  \frac{2(\gamma_1 + \gamma_2)}{\omega K_0 \sqrt{Z_1 Z_2}} \cdot \frac{1}{1 - e^{-(\gamma_1 + \gamma_2)l}} \right $ <p>Если <math>(\beta_1 + \beta_2)l \gg 3 \text{ nep}</math>, то</p> $B_0 = \ln \left  \frac{2(\gamma_1 + \gamma_2)}{\omega K_0 \sqrt{Z_1 Z_2}} \right $ <p>при одинаковых цепях и <math>\beta l \approx 1,5 \text{ nep}</math></p> $B_0 = \ln \left  \frac{1C}{K_0} \right $	$\omega = 2\pi f$ — угловая частота; $Z$ — волновое сопротивление; $\gamma = \beta + j\alpha$ — постоянная распространения; $K_0$ — коэффициент электромагнитной связи для ближнего конца; $l$ — длина параллельного пробега цепей; $C$ — ёмкость двухпроводной цепи в ф/км												
2	Коэффициент электромагнитной связи	$K_0 = C_{12} + \frac{m_{12}}{Z_1 Z_2},$ <p>где</p> $C_{12} = 13,900 \frac{\ln \frac{r_{22} r_{14}}{r_{12} r_{24}}}{\left( \ln \frac{a}{r} \right)^2} \cdot 10^{-12} \text{ ф/км}$ <p>и</p> $m_{12} = 200 \ln \frac{r_{22} r_{11}}{r_{12} r_{21}} \cdot 10^{-6} \text{ см/км}$	$C_{12}$ — коэффициент ёмкостной связи; $\frac{m_{12}}{Z_1 Z_2}$ — коэффициент магнитной связи; $r_{ik}$ — расстояние между проводами $i$ и $k$ двух рассматриваемых цепей в см; $a$ — расстояние между осями проводов цепи в см; $r$ — радиус провода в см												
3	Добавочное переходное затухание на ближнем конце, обусловленное скрещиванием по индексу $n^*$	$B_n = \ln \sqrt{\frac{\text{ch} 2\beta' n s + \cos 2\alpha' n s}{\text{ch} 2\beta n s - \cos 2\alpha n s}},$ <p>где</p> $\beta' = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2}$ <p>и</p> $\alpha' = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$	$\gamma_1$ и $\beta_2$ — постоянные затухания 1-й и 2-й цепей; $\gamma_1$ и $\alpha_2$ — фазовые постоянные 1-й и 2-й цепей; $n$ — индекс скрещивания; $s$ — средняя длина элемента												
4	Затухание, характеризующее влияние неодинаковых длин элементов	$B_{0\Delta l} = \ln \left  \frac{\sqrt{s}}{\Delta s} \cdot \frac{1,41 \sqrt{\beta_1 + \beta_2}}{\gamma_1 + \gamma_2} \right $ <p>при одинаковых цепях</p> $B_{0\Delta l} = \ln \frac{\sqrt{s}}{\Delta s} \cdot \frac{\sqrt{\beta}}{\alpha}$	$\Delta s$ — наибольшее отклонение от средней длины элемента $s$ ; $\Delta s$ — не должно превышать величин:												
			<table><tr><td><math>s_M</math></td><td>70</td><td>80</td><td>90</td><td>100</td><td>125</td></tr><tr><td><math>\Delta s_M</math></td><td><math>\pm 8,5</math></td><td><math>\pm 9,0</math></td><td><math>\pm 9,5</math></td><td><math>\pm 10</math></td><td><math>\pm 11</math></td></tr></table>	$s_M$	70	80	90	100	125	$\Delta s_M$	$\pm 8,5$	$\pm 9,0$	$\pm 9,5$	$\pm 10$	$\pm 11$
$s_M$	70	80	90	100	125										
$\Delta s_M$	$\pm 8,5$	$\pm 9,0$	$\pm 9,5$	$\pm 10$	$\pm 11$										
5	Затухание, характеризующее влияние профилейных неоднородностей	$B_{onp} = \ln \left  \frac{K_0}{\Delta K_0} \cdot \frac{1,41 \sqrt{\beta_1 + \beta_2}}{\sqrt{l_{np} (\gamma_1 + \gamma_2)}} \right $ <p>при одинаковых цепях</p> $B_{onp} = \ln \left  \frac{K_0}{\Delta K_0} \cdot \frac{\sqrt{\beta}}{\sqrt{l_{np} \gamma}} \right $	$l_{np}$ — длина пролёта в км; $\frac{\Delta K_0}{K_0}$ — отклонение коэффициента электромагнитной связи для ближнего конца												

\* Если схема взаимной защищённости двух цепей характеризуется сочетанием нескольких различных индексов, то результирующая величина добавочного переходного затухания, обусловленного скрещиваниями,

$$B_{np} = \sum_1^{r*} B_n.$$

Знак \* напоминает о том, что в сумму выписываются только те  $B_n$ , которые соответствуют индексам скрещивания, входящим в формулу взаимной защищённости цепей.

Пример. 1-я цепь скрещена по индексам 4—16—32; 2-я цепь — по индексам 4—8—16, тогда взаимная защищённость определяется сочетанием индексов 8—32 и

$$B_{np} = B_8 + B_{32}.$$

Продолжение табл. 193

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Значения величин
6	Отклонение коэффициента электромагнитной связи для ближнего конца	$\frac{\Delta K_0}{K_0} = 0,55 \cdot \frac{\sqrt{A_x \Delta x_m^2 + A_y \Delta y_m^2}}{\ln N},$ <p>где</p> $A_x = \left[ \left( \frac{x_{13}^2}{r_{13}^4} + \frac{x_{14}^2}{r_{14}^4} + \frac{x_{23}^2}{r_{23}^4} + \frac{x_{24}^2}{r_{24}^4} \right) - \left( \frac{x_{13} x_{14}}{r_{13}^2 r_{14}^2} + \frac{x_{23} x_{24}}{r_{23}^2 r_{24}^2} + \frac{x_{13} x_{23}}{r_{13}^2 r_{23}^2} + \frac{x_{14} x_{24}}{r_{14}^2 r_{24}^2} \right) \right]$ <p><math>A_y</math> определяется по формуле для <math>A_x</math> при условии замены в этой формуле коэффициентов <math>x</math> на <math>y</math> с теми же индексами:</p> $N = \frac{r_{14} r_{23}}{r_{13} r_{24}}$	$x_{mn}$ — проекция нормального расстояния $r_{mn}$ между проводами $m$ и $n$ на горизонтальную ось $x$ ; $y_{mn}$ — то же, на ось $y$ ; $\Delta x_m$ — допустимое отклонение величины $x_m$ по горизонтали; при расположении проводов: на траверсах — 1,5 см, на крюках — 5 см и на комбинированном профиле (траверсы — крюки) — 2,5 см; $\Delta y_m = 3$ см — допустимое отклонение величины $y_m$ по вертикали
7	Затухание, определяющее влияние конструктивных неоднородностей	$B_{ок} = -\frac{1}{2} \ln \left( e^{-2B_{оэ.1}} + e^{-2B_{онр}} \right)$	
8	Результирующая величина переходного затухания на ближнем конце	$B_{ор} = B_0 - \frac{1}{2} \ln \left( e^{-2B_{нр}} + e^{-2B_{ок}} \right)$	

Таблица 194

Формулы для определения результирующей величины переходного затухания на ближнем конце при наличии участков с различными профилями линии и схемами скрещивания

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Значения величин
1	Результирующая величина переходного затухания на ближнем конце при наличии участков с различными профилями линии и схемами скрещивания	$B_{ор} = -\frac{1}{2} \ln \left( e^{-2B'_{ор}} + e^{-2(B''_{ор} + 2\beta l_1)} + e^{-2[B'''_{ор} + 2\beta(l_1 + l_2)]} + \dots \right)$	$B'_{ор}$ — результирующее переходное затухание для 1-го участка; $B''_{ор}$ — то же для 2-го участка; $B'''_{ор}$ — то же для 3-го участка; $l_1, l_2, \dots$ — длины участков $\beta = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2}$
2	То же, но при различных схемах скрещивания по участкам (профиль опор на всём протяжении одинаков)	$B_{ор} = B_0 - \frac{1}{2} \ln \left( e^{-(B_{ом} - B_0)} + e^{-2B_{ок}} \right),$ <p>где</p> $B_{ом} = B_0 - \ln \left[ T_{1н}(1 - e^{-2\gamma l_1}) + T_{2н}(1 - e^{-2\gamma l_2}) e^{-2\gamma l_1} + T_{3н}(1 - e^{-2\gamma l_3}) e^{-2\gamma(l_1 + l_2)} + \dots \right]$	$B_{ом}$ — теоретическое значение переходного затухания; $T_{1н}$ — произведение гиперболических тангенсов в формуле взаимной защищённости двух цепей для 1-го участка; $T_{2н}$ — то же, но для 2-го участка; $T_{3н}$ — то же для 3-го участка; $\gamma = \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2}$

Таблица 195

## Формулы для расчёта переходного затухания на дальнем конце

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Значения величин
1	Затухание, определяющее влияние вследствие отражения	$B_{l0} = -\ln p (e^{-B_{op1}} + e^{-B_{op2}}).$ Если $B_{op1} = B_{op2} = B_{op}$ , то $B_{l0} = B_{op} - \ln 2p$ Если определяется $B_{l0}$ при параллельном пробеге цветной и стальной цепей, то $B_{l0} = B_{op} + \beta_{ц} l_{ц} - \ln p - \frac{1}{2} \ln \frac{1 - e^{-2\beta_{ц} l_{ц}}}{1 - e^{-0,5\beta_{ц} l_{ц}}}$	$B_{op1}$ — результирующее переходное затухание на ближнем конце, рассчитанное с одной стороны усилительного участка; $B_{op2}$ — то же, но с другой стороны; $p$ — коэффициент отражения вследствие несогласованности волновых сопротивлений воздушной цепи и вводных проводов или вводного кабеля. Для расчётов принимают: $p = 0,4$ в полосе частот до 30 кГц; $p = 0,1$ то же от 30 до 150 кГц; $\beta_{ц}$ — постоянная затухания цветной цепи; $l_{ц}$ — длина усилительного участка цветной цепи
2	Затухание, определяющее влияние неодинаковых длин элементов	$B_{l\Delta l} = \ln \left  \frac{2}{\omega K_l \sqrt{Z_1 Z_2} \Delta s} \times \frac{\sqrt{2(\beta_{cm} - \beta_{ц})s}}{e^{-\beta_{ц} ns}} \right $ при одинаковых цепях $B_{l\Delta l} = \ln \left  \frac{2}{\omega K_l Z \Delta s \sqrt{n}} \right $	$K_l$ — коэффициент электромагнитной связи для дальнего конца; $\Delta s$ — максимальное отклонение от средней длины элемента в км; $\beta_{cm}$ — постоянная затухания стальной цепи; $\beta_{ц}$ — то же, цветной цепи; $n$ — число элементов на усилительном участке
3	Затухание, определяющее влияние профилей неоднородностей	$B_{lnp} = \ln \left  \frac{2}{\omega \Delta K_l l_{np}} \sqrt{\frac{2(\beta_{cm} - \beta_{ц}) l_{np}}{Z_{cm} Z_{ц}}} \right $ при одинаковых цепях $B_{lnp} = \ln \left  \frac{2}{\omega \Delta K_l Z l_{np} \sqrt{m}} \right $	$\Delta K_l$ — изменение коэффициента электромагнитной связи для дальнего конца; $Z_{cm}$ — волновое сопротивление стальной цепи; $Z_{ц}$ — волновое сопротивление цветной цепи; $l_{np}$ — длина пролёта в км; $m$ — число пролётов на участке параллельного пробега цепей
4	Изменение коэффициента электромагнитной связи для дальнего конца	$\Delta K_l = \frac{\Delta K_0}{K_0} K_l$ При этом величина $K_l$ определяется по формулам: а) между цветными цепями $ K_l  = \sqrt{K_g^2 + K_m^2},$ где $K_g = C_{12} - \frac{m_{12}}{Z^2}$ , $K_m = \frac{m_{12}}{Z^2} \cdot \frac{1}{\omega} \left( \frac{R}{L} - \frac{G}{C} \right);$ б) между цветной и стальной цепями или между стальными цепями $K_l = C_{12} - \frac{m_{12}}{Z_1 Z_2}$	$\Delta K_0$ — изменение коэффициента электромагнитной связи для ближнего конца; $K_0$ — коэффициент электромагнитной связи для ближнего конца; $K_l$ — то же для дальнего конца; $C_{12}$ — коэффициент ёмкостной связи; $\frac{m_{12}}{Z_1 Z_2}$ — коэффициент магнитной связи; $\omega = 2\pi f$ — угловая частота; $Z$ — волновое сопротивление; $R, L, C$ и $G$ — первичные параметры цветной цепи

Продолжение табл. 195

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Значения величин
5	Затухание, определяющее влияние конструктивных неоднородностей	$B_{lk} = -\frac{1}{2} \ln(e^{-2B_{lzl}} + e^{-2B_{lnp}})$	
6	Затухание, определяющее влияние через третьи цепи	$B_{l_{12}Tp} = B_{012} + B_{032} - \ln  M $ Для расчёта величины $-\ln  M $ служат формулы: а) при отсутствии в схемах взаимной защищённости цепей 1—3 и 3—2 повторяющихся наибольших индексов $-\ln  M  = B_{n_{12}} + B_{n_{32}};$ б) с одним наибольшим повторяющимся индексом $-\ln  M  = B'_{n_{12}} + B'_{n_{32}} - \ln \frac{2l}{s} + \ln k + B_k;$ в) с двумя и более наибольшими повторяющимися индексами $-\ln  M  = B'_{n_{12}} + B'_{n_{32}} - \ln \frac{2l}{s} + A.$ Если в схемах взаимной защищённости имеются два одинаковых наибольших индекса $k$ и $m$ , причём $m = 2k$ , то $-\ln  M  = B'_{n_{12}} + B'_{n_{32}} - \ln \frac{2l}{s} + \ln m + B_m$	$B_{012}$ и $B_{032}$ — переходное затухание между нескрещенными цепями 1 и 3 и соответственно 3 и 2; $B_{n_{12}}$ и $B_{n_{32}}$ — добавочное переходное затухание, обусловленное схемой взаимной защищённости цепей 1 и 3 и соответственно 3 и 2; $B'_{n_{12}}$ и $B'_{n_{32}}$ — добавочное переходное затухание, обусловленное схемой взаимной защищённости цепей 1 и 3 и соответственно 3 и 2 без учёта наибольших повторяющихся индексов; $l$ — длина параллельного пробега цепей в км; $s$ — длина элемента скрещивания; $B_k$ — добавочное переходное затухание, соответствующее наибольшему одинаковому индексу; $k$ — численное значение наибольшего одинакового индекса; $A$ — величина, учитывающая влияние наибольших повторяющихся индексов (берётся из табл. 205 и 206)
7	Результирующая величина затухания, определяющего влияние через третьи скрещенные цепи	$B_{l_{12}Tp} = -\frac{1}{2} \ln \left( e^{-2B'_{l_{12}Tp}} + e^{-2B''_{l_{12}Tp}} + e^{-2B'''_{l_{12}Tp}} + \dots \right)$	$B'_{l_{12}Tp}, B''_{l_{12}Tp}, B'''_{l_{12}Tp}, \dots$ — затухания, определяющие влияние через каждую третью скрещенную цепь
8	Затухание, характеризующее влияние между цветными цепями через пучок проводов	$B_{l_{12}пуч} = B_{132} - \ln  M $	$B_{132}$ — переходное затухание между рассматриваемыми нескрещенными цепями через пучок проводов (определяется по табл. 207); $\ln  M $ — рассчитывают по формулам, определяющим влияние через третьи цепи, в зависимости от схем скрещивания двух рассматриваемых цепей
9	Результирующая величина переходного затухания на дальнем конце	$B_{lp} = -\frac{1}{2} \ln(e^{-2B_{l_0}} + e^{-2B_{lk}} + e^{-2B_{l_{12}Tp}} + e^{-2B_{l_{12}пуч}})$	

Таблица 196

Величины переходного затухания на ближнем конце  $B_{ост}$  в неперах между нескрещенными стальными цепями при частоте 800 гц

Затуха- ние меж- ду цепя- ми	Профиль линии							Затуха- ние меж- ду цепя- ми	Профиль линии						
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7
1-2	4,1	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	4-3	6,5	8,1	5,8	5,8	—	8,7	7,2
1-3	5,0	7,4	7,4	7,4	6,5	5,8	5,8	4-9	—	—	7,1	9,2	—	—	8,4
1-4	5,7	8,2	8,2	8,2	6,6	8,6	8,6	4-10	—	—	7,4	10,0	—	—	8,0
1-5	6,5	6,2	5,8	5,8	9,0	7,2	7,2	4-11	—	—	—	9,1	—	—	—
1-6	6,8	6,9	8,6	8,6	8,4	8,1	8,1	4-12	—	—	—	7,2	—	—	—
1-7	7,3	7,8	8,0	8,0	—	9,0	8,0	5-6	4,1	4,1	6,0	6,0	4,1	6,0	6,0
1-8	7,5	8,0	8,5	8,5	—	8,4	8,4	5-7	5,0	5,0	7,4	7,4	—	6,5	5,8
1-9	—	—	7,0	7,2	—	—	8,5	5-8	5,7	5,7	8,2	8,2	—	6,5	8,6
1-10	—	—	7,4	8,1	—	—	8,3	5-9	—	—	6,2	5,8	—	—	7,2
1-11	—	—	—	10,0	—	—	—	5-10	—	—	6,9	8,6	—	—	8,1
1-12	—	—	—	9,2	—	—	—	5-11	—	—	—	8,0	—	—	—
2-3	5,2	6,0	6,0	6,0	5,9	8,6	8,6	5-12	—	—	—	8,5	—	—	—
2-4	5,0	7,4	7,4	7,4	7,4	5,8	5,8	6-7	5,2	5,2	6,0	6,0	—	5,9	8,6
2-5	6,3	6,5	8,6	8,6	8,0	8,1	8,1	6-8	5,0	5,0	7,4	7,4	—	7,4	5,8
2-6	6,5	6,6	5,8	5,8	9,6	7,2	7,2	6-9	—	—	6,5	8,6	—	—	8,1
2-7	7,2	9,0	8,6	8,6	—	8,0	8,4	6-10	—	—	6,6	5,8	—	—	7,2
2-8	7,1	8,4	8,0	8,0	—	9,6	8,0	6-11	—	—	—	8,6	—	—	—
2-9	—	—	8,1	8,1	—	—	8,8	6-12	—	—	—	8,0	—	—	—
2-10	—	—	7,6	7,2	—	—	8,5	7-8	4,1	4,1	6,0	6,0	—	4,1	6,0
2-11	—	—	—	8,1	—	—	—	7-9	—	—	5,9	8,0	—	—	5,8
2-12	—	—	—	10,0	—	—	—	7-10	—	—	7,4	8,7	—	—	8,6
3-4	4,1	6,0	6,0	6,0	4,1	6,0	6,0	7-11	—	—	—	5,8	—	—	—
3-5	5,0	5,9	8,0	8,0	5,0	5,8	5,8	7-12	—	—	—	8,6	—	—	—
3-6	5,7	7,4	8,6	8,6	5,7	8,6	8,6	8-9	—	—	6,7	8,5	—	—	8,6
3-7	6,5	8,0	5,8	5,8	—	8,1	7,2	8-10	—	—	6,6	8,0	—	—	5,8
3-8	6,8	9,6	8,6	8,6	—	7,6	8,1	8-11	—	—	—	8,6	—	—	—
3-9	—	—	7,1	10,0	—	—	8,0	8-12	—	—	—	5,8	—	—	—
3-10	—	—	8,7	8,1	—	—	8,1	9-10	—	—	4,1	6,0	—	—	6,0
3-11	—	—	—	7,2	—	—	—	9-11	—	—	—	7,4	—	—	—
3-12	—	—	—	8,1	—	—	—	9-12	—	—	—	8,2	—	—	—
4-5	5,2	6,7	8,5	8,5	5,2	8,6	8,6	10-11	—	—	—	6,0	—	—	—
4-6	5,0	6,6	8,0	8,0	5,0	5,8	5,8	10-12	—	—	—	7,4	—	—	—
4-7	6,3	7,4	8,6	8,6	—	7,1	8,1	11-12	—	—	—	6,0	—	—	—

3. Переходное затухание между телефонными цепями при тональных частотах определяют для ближнего конца при частоте 800 гц по формулам табл. 192.

Значения  $B_0$  — переходного затухания между нескрещенными электрически длинными стальными цепями — даны в табл. 196 для частоты 800 гц. Если необходимо определить значение  $B_0$  при других частотах или между цветными цепями или цветными и стальными цепями, то в значения  $B_0$ , найденные по табл. 196, должна быть введена поправка согласно формуле

$$B_0 = B_{ост} - \Delta B_0,$$

где  $B_{ост}$  — значение  $B_0$  между нескрещенными стальными цепями, взятое из табл. 196;

$\Delta B_0$  — поправка к величине  $B_{ост}$ , определяемая из табл. 197.

Таблица 197

Поправка  $\Delta B_0$  для определения значения  $B_0$  в зависимости от материала проводов и частоты тока

Частота в кгц	$\Delta B_0$ в неп между цепями		
	стальными	цветными	стальными и цветными
0,8	0	0,6	0,1
3,0	0,1	0,6	0,2
5,0	0,2	0,6	0,3
10,0	0,2	0,6	0,4
40,0	—	0,6	0,5
150,0	—	0,6	0,6

Значения  $B_{ок}$  — величины, характеризующей уменьшение переходного затухания между скрещенными цепями вследствие влияния конструктивных неоднородностей, — приведены в табл. 198.

Значения  $B_n$  — величины, учитывающей увеличение переходного затухания в зависимости от индексов взаимной защищенности двух рассматриваемых цепей, — указаны в табл. 199 и 200. Значения  $B_n$  в этих таблицах даны для отдельных индексов взаимной защищенности.

Если взаимная защищенность двух цепей определяется сочетанием индексов защищенности (например, 2—8—16), то искомое значение  $B_n$  определяется как сумма значений  $B_n$ , соответствующих индексам, входящим в формулу взаимной защищенности, при заданной частоте.

Искомую результирующую величину переходного затухания на ближнем конце между скрещенными цепями определяют по формуле (8) табл. 193.

При этом, если

$$B_n \geq B_{ок} + 2,$$

то

$$B_{ор} = B_0 + B_{ок};$$

если же

$$B_{ок} \geq B_n + 2,0,$$

то

$$B_{ор} = B_0 + B_n.$$

Таблица 198

Значения величины  $B_{ок}$  в неперах, учитывающей влияние конструктивных неоднородностей на переходное затухание на ближнем конце между стальными цепями при частоте 800 гц (длина элемента 80—150 м)

Затуха- ние меж- ду цепя- ми	Профиль линии							Затуха- ние меж- ду цепя- ми	Профиль линии						
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7
1—2	4,6	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4—8	4,6	4,3	4,5	4,5	—	3,2	4,5
1—3	4,6	4,5	4,5	4,5	3,8	4,5	4,5	4—9	—	—	4,4	4,0	—	—	4,3
1—4	4,6	4,5	4,5	4,5	4,3	2,7	2,7	4—10	—	—	4,6	2,9	—	—	4,5
1—5	4,6	4,4	4,5	4,5	2,7	4,5	4,5	4—11	—	—	—	4,0	—	—	—
1—6	4,6	4,4	2,7	2,7	4,0	4,0	4,0	4—12	—	—	—	4,5	—	—	—
1—7	—	4,4	4,2	4,2	—	2,7	4,5	5—6	4,6	4,6	4,5	4,5	4,6	4,5	4,5
1—8	—	4,4	4,4	4,4	—	4,0	4,3	5—7	4,6	4,6	4,5	4,5	—	3,8	4,5
1—9	—	—	4,4	4,5	—	—	4,5	5—8	4,6	4,6	4,5	4,5	—	4,3	2,7
1—10	—	—	4,4	4,0	—	—	4,4	5—9	—	—	4,4	4,5	—	—	4,5
1—11	—	—	—	2,9	—	—	—	5—10	—	—	4,4	2,7	—	—	4,0
1—12	—	—	—	4,0	—	—	—	5—11	—	—	—	4,2	—	—	—
2—3	4,2	4,5	4,5	4,5	4,4	2,7	2,7	5—12	—	—	—	4,4	—	—	—
2—4	4,6	4,5	4,5	4,5	3,6	4,5	4,5	6—7	4,2	4,2	4,5	4,5	—	4,4	2,7
2—5	4,5	3,8	2,7	2,7	4,0	4,0	4,0	6—8	4,6	4,6	4,5	4,5	—	3,6	4,5
2—6	4,6	4,3	4,5	4,5	2,9	4,5	4,5	6—9	—	—	3,8	2,7	—	—	4,0
2—7	4,5	2,7	2,7	2,7	—	4,0	4,3	6—10	—	—	4,3	4,5	—	—	4,5
2—8	4,6	4,0	4,2	4,2	—	2,9	4,5	6—11	—	—	—	2,7	—	—	—
2—9	—	—	3,9	4,0	—	—	4,4	6—12	—	—	—	4,2	—	—	—
2—10	—	—	4,2	4,5	—	—	4,5	7—8	4,6	4,6	4,5	4,5	—	4,6	4,5
2—11	—	—	—	4,0	—	—	—	7—9	—	—	4,4	4,2	—	—	4,5
2—12	—	—	—	2,9	—	—	—	7—10	—	—	3,6	2,7	—	—	2,7
3—4	4,6	4,5	4,5	4,5	4,6	4,5	4,5	7—11	—	—	—	4,5	—	—	—
3—5	4,6	4,4	4,2	4,2	4,6	4,5	4,5	7—12	—	—	—	2,7	—	—	—
3—6	4,6	3,6	2,7	2,7	4,6	2,7	2,7	8—9	—	—	4,4	4,4	—	—	2,7
3—7	4,6	4,0	4,5	4,5	—	3,4	4,5	8—10	—	—	4,4	4,2	—	—	4,5
3—8	4,6	2,9	2,7	2,7	—	4,2	4,0	8—11	—	—	—	2,7	—	—	—
3—9	—	—	4,2	2,9	—	—	4,5	8—12	—	—	—	4,5	—	—	—
3—10	—	—	3,2	4,0	—	—	4,3	9—10	—	—	4,6	4,5	—	—	4,5
3—11	—	—	—	4,5	—	—	—	9—11	—	—	—	4,5	—	—	—
3—12	—	—	—	4,0	—	—	—	9—12	—	—	—	4,5	—	—	—
4—5	4,2	4,4	4,4	4,4	4,2	2,7	2,7	10—11	—	—	—	4,5	—	—	—
4—6	4,6	4,4	4,2	4,2	4,6	4,5	4,5	10—12	—	—	—	4,5	—	—	—
4—7	4,5	4,4	2,7	2,7	—	4,2	4,0	11—12	—	—	—	4,5	—	—	—

Примечания. 1. При определении влияния между цветными и стальными цепями при частоте 800 гц значения  $B_{ок}$ , приведённые в данной таблице, надо увеличить на 0,1 неп.

2. При определении влияния на частоте 10 кГц значения  $B_{ок}$ , приведённые в данной таблице, надо уменьшать на 1,3 неп для случая между стальными цепями и на 1,5 неп для случая между цветными цепями.

4. При наличии на линии только одной цветной цепи, кроме определения переходного затухания, на ближнем конце между всеми цепями при частоте 800 гц производят ещё проверку на абсорбцию в пучок проводов и в каждую двухпроводную скрещенную цепь по формуле

$$B_{ор} = B_0 + B_n \geq 2 \text{ неп.}$$

При этом величину  $B_n$  для случая проверки абсорбции в стальные скрещенные цепи берут по табл. 201.

Если переходное затухание  $B_0$  между цветной и стальной цепями больше 6,2 неп, то проверку на абсорбцию в эту стальную цепь можно не производить.

Таблица 199

Величина добавочного переходного затухания  $B_n$  в неперах между скрещенными стальными цепями

Индексы взаимной скрещенности	$f = 0,8 \text{ кГц}$				$f = 10 \text{ кГц}$			
	Длина элемента в м				Длина элемента в м			
	80	100	125	150	80	100	125	150
1	5,70	5,50	5,20	5,10	3,70	3,40	3,20	3,00
2	5,00	4,80	4,60	4,40	3,00	2,70	2,50	2,30
4	4,30	4,10	3,90	3,70	2,30	2,00	1,80	1,60
8	3,60	3,40	3,20	3,00	1,60	1,30	1,10	0,90
16	2,90	2,70	2,50	2,30	0,80	0,60	0,40	0,20
32	2,20	2,00	1,80	1,60	0,00	-0,20	-0,80	-1,00
64	1,50	1,30	1,10	0,90	-1,00	-0,50	0,10	0,40

Таблица 200

Величина добавочного переходного затухания  $B_n$  в неперах между скрещенными цветными цепями и между скрещенными цветными и стальными цепями (длина элемента 100 м)

Индексы взаимной за- сеченности	Затухание между цветными цепями		Затухание между цветными и сталь- ными цепями	
	Частота тока в кГц			
	0,8	10,0	0,8	10,0
1	6,4	3,9	5,8	3,6
2	5,7	3,2	5,1	2,9
4	5,0	2,5	4,4	2,2
8	4,3	1,8	3,7	1,5
16	3,6	1,1	3,0	0,7
32	2,9	0,2	2,3	-0,2
64	2,2	-1,8	1,6	-0,1
128	1,5	1,3	0,9	0,5

5. При наличии на линии двух и большего числа цветных уплотнённых цепей производят расчёт переходного затухания между всеми цепями при частоте 800 гц, проверку на абсорбцию для каждой цветной цепи, как указано выше, и расчёт переходного затухания на ближнем и дальнем концах в диапазоне высоких частот; этот расчёт производится для полосы частот до 150 кГц при критических частотах, значения которых указаны в табл. 201 и 202.

Значения величины  $B_n$ , учитывающей влияние скрещиваний на переходное затухание на ближнем конце между цветными цепями, берут по табл. 202.

Значения величин  $B_{ок}$  и  $B_{лк}$ , учитывающих влияние конструктивных неоднородностей на ближнем и дальнем концах между цветными цепями, приведены соответственно в табл. 203 и 204.

При расчёте влияния через третьи цепи значения величины  $A$  берут из табл. 205 и 206, а результирующее значение  $B_{12Tr}$  определяют по формуле (7) табл. 195.

Величина  $B_{132}$ , используемая при расчёте влияния через пучок проводов, приведена в табл. 207.

6. При уплотнении стальных цепей каналами высокочастотного телефонирования в полосе частот до 10 кГц производят расчёт переходного затухания на дальнем конце при частоте 10 кГц как между каждой цветной и стальной уплотнённой цепями, так и между стальными уплотнёнными цепями.

При этом расчёте значения величины  $B_{ок}$  берут из табл. 198, величины  $B_n$  — из табл. 199, 200 и также 201 и величины  $B_{лк}$  — из табл. 208.

В случае, если участок параллельного пробега цепей нельзя считать электрически длинным  $[(\beta_1 + \beta_2)l < 3\pi]$ , то при определении  $B_0$  следует вводить поправку, равную

$$- \ln |1 - e^{-(\gamma_1 + \gamma_2)l}|.$$

### Конструкции скрещиваний

1. Скрещивания цветных телефонных цепей, расположенных на траверсах, следует производить в точках при помощи накладок для скрещивания. Стальные цепи, расположенные на траверсах, должны скрещиваться в пролёте при помощи подвесных крюков.

2. Скрещивание стальных и цветных цепей, расположенных на крюках, должно производиться в пролётах на Г-образных кронштейнах.

3. Соблюдение неизменности направления вращения проводов при точечных скрещиваниях необязательно.

При устройстве скрещиваний в пролётах необходимо на всех цепях соблюдать неизменность направления вращения проводов (по часовой стрелке).

Более подробно об устройстве накладок, подвесных крюков, Г-образных кронштейнов и кронштейнов для скрещивания искусственных цепей см. на стр. 17—20 данного тома.

Таблица 201

Величина добавочного переходного затухания  $B_n$  в непарах между скрещенными цветными и стальными цепями

Длина элемента в м				Индексы взаимной защищённости							
80	100	125	150	1	2	4	8	16	32	64	128
Частота в кГц											
5,6	4,2	3,0	2,6	4,4	3,7	3,0	2,3	1,6	-0,9	0,0	-1,2
11,5	9,0	7,0	5,8	3,7	3,0	2,3	1,6	0,8	0,0	-1,4	0,8
18,0	14,1	11,0	9,0	3,3	2,6	1,9	1,2	0,4	-0,8	0,0	-0,6
24,4	19,2	15,0	12,3	3,0	2,3	1,6	0,9	0,0	1,6	1,0	0,4
31,0	24,4	19,2	15,7	2,8	2,1	1,4	0,6	-0,4	0,8	0,0	-0,3
37,4	29,7	23,6	19,2	2,6	1,9	1,2	0,4	-0,8	0,0	-0,7	0,3
44,0	35,0	27,3	22,6	2,5	1,7	1,0	0,2	-1,4	0,7	0,0	-0,2
50,2	40,3	31,8	26,2	2,3	1,6	0,9	0,0	-1,8	1,2	0,6	0,2
57,2	45,6	36,0	29,8	2,2	1,5	0,8	-0,2	-1,4	-0,7	0,0	-0,1
63,8	51,0	40,3	33,2	2,1	1,4	0,7	-0,4	-0,8	0,0	-0,5	0,1
70,1	56,3	44,5	36,6	2,0	1,3	0,5	-0,6	-0,4	-0,6	0,0	-0,1
76,3	60,6	49,0	40,2	1,9	1,2	0,4	-0,9	0,0	0,9	0,4	0,1
83,0	66,0	52,8	43,4	1,8	1,1	0,3	-1,1	0,4	0,6	0,0	-0,1
90,0	71,3	57,0	47,0	1,8	1,0	0,2	-1,5	0,3	0,0	-0,3	0,0
96,6	76,6	61,0	50,6	1,7	0,9	0,1	-1,9	1,2	0,5	0,0	0,0
103,4	82,0	65,3	55,0	1,6	0,9	0,0	-2,1	1,4	0,8	0,3	0,0
110,0	87,3	69,5	57,6	1,6	0,8	-0,1	-1,8	1,2	-0,5	0,0	0,0
116,8	92,7	73,5	61,0	1,5	0,8	-0,2	-1,4	0,7	0,0	-0,2	0,0
123,6	98,0	77,4	64,4	1,4	0,7	-0,3	-1,2	0,3	-0,5	0,0	0,0
131,0	103,4	81,6	68,0	1,4	0,6	-0,4	-0,8	0,0	0,7	0,2	0,0
137,0	108,7	86,2	71,4	1,3	0,6	-0,5	-0,6	-0,3	0,4	0,0	0,0
143,8	114,1	90,4	75,0	1,3	0,5	-0,6	-0,4	-0,7	0,0	-0,2	0,0
150,6	119,5	94,2	78,2	1,2	0,5	-0,7	-0,2	-1,0	0,4	0,0	0,0
—	124,9	93,8	81,8	1,2	0,4	-0,9	0,0	-1,2	0,6	0,2	0,0

Продолжение табл. 201

Длина элемента в м				Индексы взаимной защищённости							
80	100	125	150	1	2	4	8	16	32	64	128
Частота в кГц											
—	130,3	103,4	85,2	1,2	0,4	-1,0	0,2	-1,0	0,4	0,0	0,0
—	135,7	107,8	88,6	1,1	0,3	-1,2	0,4	-0,6	0,0	-0,2	0,0
—	141,1	112,4	92,2	1,1	0,3	-1,4	0,6	-0,3	-0,4	0,0	0,0
—	146,5	116,8	96,2	1,0	0,2	-1,5	0,8	0,0	-0,5	0,1	0,0
—	152,0	121,2	99,6	1,0	0,2	-1,8	1,0	0,3	-0,3	0,0	0,0
—	—	125,0	104,4	1,0	0,1	-2,0	1,2	0,6	0,0	-0,1	0,0
—	—	129,5	107,4	0,9	0,0	-2,2	1,5	0,8	0,2	0,0	0,0
—	—	133,8	110,0	0,9	0,0	-2,3	1,6	0,9	0,4	0,1	0,0
—	—	138,2	114,6	0,8	0,0	-2,2	1,5	0,8	0,2	0,0	0,0
—	—	142,2	118,0	0,8	-0,1	-1,9	1,2	0,6	0,0	-0,1	0,0
—	—	146,5	121,6	0,8	-0,1	-1,7	1,0	0,3	-0,2	0,0	0,0
—	—	150,8	125,0	0,8	-0,2	-1,5	0,8	0,0	-0,3	0,0	0,0
—	—	—	123,2	0,7	-0,2	-1,3	0,6	-0,3	-0,2	0,0	0,0
—	—	—	132,0	0,7	-0,3	-1,1	0,4	-0,5	0,0	0,0	0,0
—	—	—	136,0	0,7	-0,4	-1,0	0,2	-0,7	0,2	0,0	0,0
—	—	—	139,8	0,6	-0,4	-0,8	0,0	-0,8	0,3	0,0	0,0
—	—	—	143,0	0,6	-0,4	-0,7	-0,2	-0,6	0,2	0,0	0,0
—	—	—	143,6	0,6	-0,5	-0,6	-0,2	-0,5	0,0	0,0	0,0
—	—	—	150,0	0,5	-0,6	-0,5	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0

Таблица 202

Величины добавочного переходного затухания  $B_n$  в неперах между скрещенными цветными цепями

Длина элемента в м				Индексы взаимной защищённости							
80	100	125	150	1	2	4	8	16	32	64	128
Частота в кГц											
7	5,65	4,5	3,3	4,4	3,7	3,0	2,3	1,6	0,9	0,0	-3,0
14	11,30	9,0	7,6	3,7	3,0	2,3	1,6	0,9	0,0	-3,3	2,6
21	16,95	13,5	11,4	3,3	2,6	1,9	1,2	0,4	-0,9	0,0	-2,4
28	22,60	18,0	15,2	3,0	2,3	1,6	0,9	0,0	-3,8	3,0	2,3
35	28,25	22,5	19,0	2,8	2,1	1,4	0,6	-0,4	-0,9	0,0	-2,2
42	33,90	27,0	22,8	2,6	1,9	1,2	0,4	-0,9	0,0	-2,7	2,0
49	39,55	31,5	26,6	2,5	1,8	1,0	0,2	-1,5	0,9	0,0	-2,0
56	45,20	36,0	30,4	2,3	1,6	0,9	0,0	-3,9	3,2	2,5	1,8
63	50,85	40,5	34,2	2,2	1,5	0,8	-0,2	-1,6	0,9	0,0	-1,8
70	56,50	45,0	38,0	2,1	1,4	0,6	-0,4	-0,9	0,0	-2,4	1,7
77	62,15	49,5	41,8	2,0	1,3	0,5	0,6	-0,4	-0,9	0,0	-1,6
84	67,80	54,0	45,6	1,9	1,2	0,4	-0,9	0,0	-3,0	2,3	1,6
91	73,45	58,5	49,4	1,8	1,1	0,3	-1,2	0,4	-0,9	0,0	-1,6
98	79,10	63,0	53,2	1,8	1,0	0,2	-1,5	0,9	0,0	-2,2	1,5
105	84,75	67,5	57,0	1,7	1,0	0,1	-2,3	1,9	0,9	0,0	-1,5
112	90,40	72,0	60,8	1,6	0,9	0,0	-4,2	3,5	2,8	2,1	1,4
119	96,05	76,5	64,6	1,6	0,8	-0,1	-2,4	1,6	0,9	0,0	-1,4
126	101,70	81,0	68,4	1,5	0,8	-0,2	-1,6	0,9	0,0	-2,0	1,4
133	107,35	85,5	72,2	1,4	0,7	-0,3	-1,2	0,4	-0,9	0,0	-1,3
140	113,00	90,0	76,0	1,4	0,6	-0,4	-0,9	0,0	-2,7	2,0	1,3
147	118,65	94,5	79,8	1,3	0,6	-0,5	-0,6	-0,4	-0,9	0,0	-1,3
154	124,30	99,0	83,6	1,3	0,5	-0,6	-0,4	-0,8	0,0	-1,9	1,3
—	129,95	103,5	87,4	1,2	0,5	-0,7	-0,2	-1,5	0,9	0,0	-1,2
—	135,60	108,0	91,2	1,2	0,4	-0,8	0,0	-3,2	2,6	1,9	1,2
—	141,25	112,5	95,0	1,2	0,4	-1,0	0,2	-1,7	0,9	0,0	-1,2
—	146,90	117,0	98,8	1,1	0,3	-1,2	0,4	-0,9	0,0	-1,8	1,2
—	152,55	121,5	102,6	1,1	0,2	-1,4	0,6	-0,4	-0,9	0,0	-1,2
—	—	126,0	106,4	1,0	0,2	-1,4	0,7	0,0	-2,4	1,6	1,1
—	—	130,5	110,2	1,0	0,2	-1,7	1,0	0,3	-0,9	0,0	-1,0
—	—	135,0	114,0	1,0	0,1	-2,0	1,3	0,6	0,0	-1,6	0,9
—	—	139,5	117,8	0,9	0,1	-2,5	1,8	1,2	0,6	0,0	-0,9
—	—	144,0	121,6	0,9	0,0	-4,5	3,6	2,9	2,2	1,5	0,9
—	—	148,5	125,4	0,9	0,0	-3,5	2,8	1,7	0,9	0,0	-0,9
—	—	153,0	129,2	0,8	-0,1	-2,8	2,1	1,0	0,0	-1,5	0,9
—	—	—	133,0	0,8	-0,1	-2,2	1,5	0,5	-0,5	0,0	-0,8
—	—	—	136,8	0,8	-0,2	-1,9	1,1	0,0	-2,2	1,4	0,8
—	—	—	140,6	0,7	-0,2	-1,6	0,8	-0,2	-0,8	0,0	-0,8
—	—	—	144,4	0,7	-0,2	-1,4	0,6	-0,5	0,0	-1,4	0,8
—	—	—	148,2	0,7	-0,3	-1,2	0,4	-1,0	0,8	0,0	-0,8
—	—	—	152,0	0,6	-0,4	-1,1	0,0	-2,8	2,0	1,4	0,8



Таблица 203

Значения величины  $B_{ок}$  в неперлах, учитывающей влияние конструктивных неоднородностей на переходное затухание на ближнем конце между цветными цепями (длина элемента 80—150 м)

Частота в кГц	Профиль 1			Профиль 4						Профиль 7			
	Затухание между цепями												
	1—2; 1—3	2—3	1—2	1—6	1—7	1—8	1—10	1—11	1—2	1—4	1—6	1—8	
	1—4; 1—5	—	1—3	—	—	—	1—12	—	1—3	—	—	1—10	
	1—6; 1—7	—	1—4	—	—	—	—	—	1—5	—	—		
	1—8; 2—6	—	1—5	—	—	—	—	—	1—7	—	—		
	2—7; 2—8	—	1—9	—	—	—	—	—	1—9	—	—		
0,8	4,4	4,0	4,5	2,6	4,1	4,3	3,9	2,8	4,5	2,6	3,9	4,3	
5,65	2,7	2,3	2,8	0,9	2,4	2,6	2,2	1,1	2,8	0,9	2,2	2,6	
11,30	2,2	1,8	2,3	0,4	1,9	2,1	1,7	0,6	2,3	0,4	1,7	2,1	
16,95	1,9	1,5	2,0	0,1	1,6	1,8	1,4	0,3	2,0	0,1	1,4	1,8	
22,60	1,7	1,3	1,8	-0,1	1,4	1,6	1,2	0,1	1,8	-0,1	1,2	1,6	
28,25	1,5	1,1	1,6	-0,3	1,2	1,4	1,0	-0,1	1,6	-0,3	1,0	1,4	
33,90	1,3	0,9	1,4	-0,5	1,0	1,2	0,8	-0,3	1,4	-0,5	0,8	1,2	
39,55	1,2	0,8	1,3	-0,6	0,9	1,1	0,7	-0,4	1,3	-0,6	0,7	1,1	
45,20	1,1	0,7	1,2	-0,7	0,8	1,0	0,6	-0,5	1,2	-0,7	0,6	1,0	
50,85	1,0	0,6	1,1	-0,8	0,7	0,9	0,5	-0,6	1,1	-0,8	0,5	0,9	
56,50	1,0	0,6	1,1	-0,8	0,7	0,9	0,5	-0,6	1,1	-0,8	0,5	0,9	
62,15	0,9	0,5	1,0	-0,9	0,6	0,8	0,4	-0,7	1,0	-0,9	0,4	0,8	
67,80	0,9	0,5	1,0	-0,9	0,6	0,8	0,4	-0,7	1,0	-0,9	0,4	0,8	
73,45	0,8	0,4	0,9	-1,0	0,5	0,7	0,3	-0,8	0,9	-1,0	0,3	0,7	
79,10	0,8	0,4	0,9	-1,0	0,5	0,7	0,3	-0,8	0,9	-1,0	0,3	0,7	
84,75	0,7	0,3	0,8	-1,1	0,4	0,6	0,2	-0,9	0,8	-1,1	0,2	0,6	
90,40	0,7	0,3	0,8	-1,1	0,4	0,6	0,2	-0,9	0,8	-1,1	0,2	0,6	
96,05	0,6	0,2	0,7	-1,2	0,3	0,5	0,1	-1,0	0,7	-1,2	0,1	0,5	
101,70	0,6	0,2	0,7	-1,2	0,3	0,5	0,1	-1,0	0,7	-1,2	0,1	0,5	
107,35	0,5	0,1	0,6	-1,3	0,2	0,4	0,0	-1,1	0,6	-1,3	0,0	0,4	
113,00	0,5	0,1	0,6	-1,3	0,2	0,4	0,0	-1,1	0,6	-1,3	0,0	0,4	
118,65	0,4	0,0	0,5	-1,4	0,1	0,3	-0,1	-1,2	0,5	-1,4	-0,1	0,3	
124,30	0,4	0,0	0,5	-1,4	0,1	0,3	-0,1	-1,2	0,5	-1,4	-0,1	0,3	
129,95	0,3	-0,1	0,4	-1,5	0,0	0,2	-0,2	-1,3	0,4	-1,5	-0,2	0,2	
135,60	0,3	-0,1	0,4	-1,5	0,0	0,2	-0,2	-1,3	0,4	-1,5	-0,2	0,2	
141,25	0,3	-0,1	0,4	-1,5	0,0	0,2	-0,2	-1,3	0,4	-1,5	-0,2	0,2	
146,90	0,3	-0,1	0,4	-1,5	0,0	0,2	-0,2	-1,3	0,4	-1,5	-0,2	0,2	
152,55	0,3	-0,1	0,4	-1,5	0,0	0,2	-0,2	-1,3	0,4	-1,5	-0,2	0,2	

Таблица 204

Значения величины  $B_{лк}$  в неперлах, учитывающей влияние конструктивных неоднородностей на переходное затухание на дальнем конце между цветными цепями (длина элемента 80—150 м)

Частота в кГц	Профиль 1							Профиль 4							Профиль 7						
	Затухание между цепями																				
	1-2	1-3 2-3 2-4	1-4	1-5 2-5 2-6	1-6	1-7 1-8 2-8	2-7	1-2	1-3 1-10	1-4 1-8 1-11	1-5	1-6	1-7 1-12	1-9	1-2	1-6	1-9 2-9	2-6			
5,65	9,4	10,2	11,0	11,7	12,0	12,7	12,3	11,0	12,5	13,3	10,8	11,8	12,8	12,2	11,0	11,8	13,6	12,2			
11,30	8,9	9,7	10,5	11,2	11,5	12,2	11,8	10,5	12,0	12,8	10,3	11,3	12,3	11,7	10,5	11,3	13,1	11,7			
16,95	8,5	9,3	10,1	10,8	11,1	11,8	11,4	10,1	11,6	12,4	9,9	10,9	11,9	11,3	10,1	10,9	12,7	11,3			
22,60	8,2	9,0	9,8	10,5	10,8	11,5	11,1	9,8	11,3	12,1	9,6	10,6	11,6	11,0	9,8	10,6	12,4	11,0			
28,25	7,9	8,7	9,5	10,2	10,5	11,2	10,8	9,5	11,0	11,8	9,3	10,3	11,3	10,7	9,5	10,3	12,1	10,7			
33,90	7,7	8,5	9,3	10,0	10,3	11,0	10,6	9,3	10,8	11,6	9,1	10,1	11,1	10,5	9,3	10,1	11,9	10,5			
39,55	7,5	8,3	9,1	9,8	10,1	10,8	10,4	9,1	10,6	11,4	8,9	9,9	10,9	10,3	9,1	9,9	11,7	10,3			
45,20	7,3	8,1	8,9	9,6	9,9	10,6	10,2	8,9	10,4	11,2	8,7	9,7	10,7	10,1	8,9	9,7	11,5	10,1			
50,85	7,5	8,3	9,1	9,8	10,1	10,8	10,4	9,1	10,6	11,4	8,9	9,9	10,9	10,3	9,1	9,9	11,7	10,3			
56,50	7,4	8,2	9,0	9,7	10,0	10,7	10,3	9,0	10,5	11,3	8,8	9,8	10,8	10,2	9,0	9,8	11,6	10,2			
62,15	7,3	8,1	8,9	9,6	9,9	10,6	10,2	8,9	10,4	11,2	8,7	9,7	10,7	10,1	8,9	9,7	11,5	10,1			
67,80	7,2	8,0	8,8	9,5	9,8	10,5	10,1	8,8	10,3	11,1	8,6	9,6	10,6	10,0	8,8	9,6	11,4	10,0			
73,45	7,1	7,9	8,7	9,4	9,7	10,4	10,0	8,7	10,2	11,0	8,5	9,5	10,5	9,9	8,7	9,5	11,3	9,9			
79,10	7,0	7,8	8,6	9,3	9,6	10,3	9,9	8,6	10,1	10,9	8,4	9,4	10,4	9,8	8,6	9,4	11,2	9,8			
84,75	6,9	7,7	8,5	9,2	9,5	10,2	9,8	8,5	10,0	10,8	8,3	9,3	10,3	9,7	8,5	9,3	11,1	9,7			
90,40	6,9	7,7	8,5	9,2	9,5	10,2	9,8	8,5	10,0	10,8	8,3	9,3	10,3	9,7	8,5	9,3	11,1	9,7			
96,05	6,8	7,6	8,4	9,1	9,4	10,1	9,7	8,4	9,9	10,7	8,2	9,2	10,2	9,6	8,4	9,2	11,0	9,6			
101,70	6,8	7,6	8,4	9,1	9,4	10,1	9,7	8,4	9,9	10,7	8,2	9,2	10,2	9,6	8,4	9,2	11,0	9,6			
107,35	6,7	7,5	8,3	9,0	9,3	10,0	9,6	8,3	9,8	10,6	8,1	9,1	10,1	9,5	8,3	9,1	10,9	9,5			
113,00	6,7	7,5	8,3	9,0	9,3	10,0	9,6	8,3	9,8	10,6	8,1	9,1	10,1	9,5	8,3	9,1	10,9	9,5			
118,65	6,6	7,4	8,2	8,9	9,2	9,9	9,5	8,2	9,7	10,5	8,0	9,0	10,0	9,4	8,2	9,0	10,8	9,4			
124,30	6,6	7,4	8,2	8,9	9,2	9,9	9,5	8,2	9,7	10,5	8,0	9,0	10,0	9,4	8,2	9,0	10,8	9,4			
129,95	6,5	7,3	8,1	8,8	9,1	9,8	9,4	8,1	9,6	10,4	7,9	8,9	9,9	9,3	8,1	8,9	10,7	9,3			
135,60	6,5	7,3	8,1	8,8	9,1	9,8	9,4	8,1	9,6	10,4	7,9	8,9	9,9	9,3	8,1	8,9	10,7	9,3			
141,25	6,4	7,2	8,0	8,7	9,0	9,7	9,3	8,0	9,5	10,3	7,8	8,8	9,8	9,2	8,0	8,8	10,6	9,2			
146,90	6,3	7,1	7,9	8,6	8,9	9,6	9,2	8,0	9,5	10,3	7,8	8,8	9,8	9,2	8,0	8,8	10,6	9,2			
152,55	6,2	7,0	7,8	8,5	8,8	9,5	9,1	8,0	9,5	10,3	7,8	8,8	9,8	9,2	8,0	8,8	10,6	9,2			

Т а б л и ц а 205

Значения величины  $A$  в иеперах, характеризующей влияние на дальний конец  
через третьи цветные цепи

Длина элемента в м				Наибольшие одинаковые индексы										
80	100	125	150	8-32; 8-16-32	8-64; 8-32-64	16-64; 16-32-64	8-16-64; 8-16-32-64	8-128; 8-64-128	16-128; 16-64-128	32-128; 32-64-128	8-16-128; 8-16-64-128	8-32-128; 8-32-64-128	16-32-128; 16-32-64-128	8-16-128-128
Частота в кГц														
7	5,65	4,5	3,8	4,4	4,4	4,3	4,4	4,4	4,3	0,6	4,4	4,4	4,4	4,4
14	11,30	9,0	7,6	3,7	3,5	2,6	3,7	3,7	3,7	3,5	3,7	3,7	3,5	3,7
21	16,95	13,5	11,4	3,1	3,3	3,4	3,2	3,2	2,8	0,6	3,2	2,8	1,4	3,1
28	22,60	18,0	15,2	1,5	3,0	2,8	2,8	3,0	2,8	4,2	2,8	3,0	2,7	2,8
35	28,25	22,5	19,0	3,1	2,6	2,0	2,2	2,7	1,7	0,9	2,3	2,0	0,7	1,3
42	33,90	27,0	22,8	2,7	2,0	-0,4	0,4	2,5	1,9	3,5	1,9	2,7	3,4	2,7
49	39,55	31,5	26,6	2,4	2,4	3,0	2,8	2,2	-0,2	4,2	0,2	2,3	1,6	1,8
56	45,20	36,0	30,4	2,1	2,1	3,7	2,1	2,1	3,6	6,7	2,1	2,1	5,1	2,1
63	50,85	40,5	34,2	1,8	1,7	2,5	1,2	1,7	-0,2	4,3	-0,6	1,8	1,6	1,1
70	56,50	45,0	38,0	1,3	0,8	0,3	-0,9	1,6	1,9	3,5	1,9	1,3	3,4	1,3
77	62,15	49,5	41,8	0,7	0,2	2,0	1,5	1,3	2,0	1,4	1,1	0,1	0,6	-0,7
84	67,80	54,0	45,6	-1,1	1,2	2,8	2,8	1,2	2,8	4,2	2,8	1,2	2,8	2,6
91	73,45	58,5	49,4	0,9	0,6	3,4	3,3	0,6	3,1	1,5	1,7	-0,9	2,2	-0,1
98	79,10	63,0	53,2	2,4	-1,1	3,4	0,7	0,6	3,7	3,5	3,7	2,2	3,5	2,4
105	84,75	67,5	57,0	3,0	1,4	4,3	2,6	-1,1	4,4	4,3	2,0	0,6	4,4	2,7
112	90,40	72,0	60,8	2,2	3,7	6,3	4,7	2,5	6,3	6,3	4,7	2,5	6,2	2,2
119	96,05	76,5	64,6	2,1	0,7	4,3	2,4	1,3	4,4	4,4	1,8	0,5	4,4	2,1
126	101,70	81,0	68,4	1,8	-1,1	3,5	0,7	0,5	3,7	3,5	3,6	1,8	3,5	1,8
133	107,35	85,5	72,2	0,8	0,5	2,9	3,3	0,6	3,2	1,8	2,0	-0,7	2,5	0,2
140	113,00	90,0	76,0	-1,0	0,9	2,8	2,6	1,2	2,8	4,3	2,6	-1,7	2,8	2,2
147	118,65	94,5	79,8	0,7	1,7	2,1	1,5	1,4	2,2	1,8	1,4	0,6	1,0	2,0
154	124,30	99,0	83,6	1,4	1,2	0,5	-0,3	1,7	2,0	3,5	1,9	1,4	3,6	1,4
—	129,95	103,5	87,4	1,8	1,7	5,3	1,5	1,8	-0,2	4,3	0,2	1,8	1,0	1,6
—	135,60	108,0	91,2	2,1	2,1	4,3	2,1	2,1	2,6	6,2	-0,4	2,1	4,7	2,1
—	141,25	112,5	95,0	2,3	2,4	2,0	5,0	2,3	0,3	4,3	0,6	2,3	2,0	2,2
—	146,90	117,0	98,8	2,7	2,4	0,5	2,3	2,5	1,9	3,5	2,3	2,6	3,2	2,7
—	152,55	121,5	102,6	3,1	2,6	2,1	2,3	2,7	2,3	2,0	2,4	3,1	1,2	2,1
—	—	126,0	106,4	2,6	2,8	2,8	2,6	2,8	2,8	4,7	2,6	2,8	2,6	2,6
—	—	130,5	110,2	3,0	3,1	3,2	2,9	3,1	3,0	2,2	2,9	3,2	2,5	2,9
—	—	135,0	114,0	3,3	3,4	3,3	3,4	3,3	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,3
—	—	139,5	117,8	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,9	4,0	3,8	3,9	3,7	3,8
—	—	144,0	121,6	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
—	—	148,5	125,4	4,8	4,8	4,5	4,9	4,9	4,5	4,3	4,9	4,8	4,4	4,9
—	—	153,0	129,2	4,2	4,2	3,9	4,1	4,2	3,8	3,4	4,1	4,2	3,6	4,1
—	—	—	133,0	3,5	3,6	3,2	3,7	3,6	3,3	2,8	3,7	3,5	3,2	3,5
—	—	—	136,8	3,3	3,2	2,7	3,1	3,2	2,8	3,8	3,1	3,2	2,8	3,1
—	—	—	140,6	2,9	2,8	2,3	2,6	2,9	2,6	2,4	2,6	2,9	2,4	2,7
—	—	—	144,4	2,8	2,7	1,8	2,3	2,7	2,2	3,5	2,3	2,8	1,7	2,3
—	—	—	148,2	2,5	2,5	2,4	1,8	2,5	1,7	4,3	1,8	2,5	2,7	1,8
—	—	—	152,0	2,1	2,1	3,9	2,1	2,1	2,3	5,6	2,1	2,1	4,5	2,1

Т а б л и ц а 206

Значения величины  $A$  в иеперах, применяемой при расчёте влияния на дальний конец через третьи  
стальные цепи

Длина элемента в м				Наибольшие одинаковые индексы																							
80	100	125	150	8-32; 8-16-32		8-64; 8-32-64		16-64; 16-32-64		8-16-64; 8-16-32-64		8-128; 8-64-128		16-128; 16-64-128		32-128; 32-64-128		8-16-128; 8-16-64-128		8-32-128; 8-32-64-128		16-32-128; 16-32-64-128		8-16-32-128			
Частота тока в кГц																											
5,6	4,2	3,0	2,6	4,4	4,4	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4	4,7	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,3	4,4	4,4	4,3	4,4		
11,5	9,0	7,0	5,8	3,6	3,7	3,6	3,7	3,7	3,7	3,6	3,5	3,6	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6		
18,0	14,1	11,0	9,0	3,1	3,3	3,3	3,2	3,3	3,3	3,2	2,6	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	2,9	3,2	3,2	3,2	3,2		
24,4	19,2	15,0	12,3	2,9	3,0	2,8	2,8	3,0	2,8	3,0	2,8	3,6	2,8	3,0	3,3	2,8	3,0	3,3	3,3	3,3	2,9	3,3	2,8	3,3	2,8		
31,0	24,4	19,2	15,7	3,0	2,7	2,2	2,4	2,7	2,4	2,7	2,4	2,9	2,4	2,7	2,2	2,6	2,4	2,7	2,2	2,2	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6		
37,4	29,7	23,6	19,2	2,6	2,5	1,7	2,2	2,5	2,0	3,6	2,0	3,6	2,0	2,6	3,0	2,6	3,0	3,0	2,6	3,0	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6		
44,0	35,0	27,8	22,6	2,4	2,3	1,5	2,6	2,3	1,6	4,2	1,7	2,3	3,1	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4		
50,2	40,3	31,8	26,2	2,1	2,1	3,1	2,1	2,1	2,0	4,7	1,8	2,1	3,3	2,1	3,3	2,1	3,3	3,3	2,1	3,3	2,1	3,3	2,1	3,3	2,1		
57,2	45,6	36,0	29,8	1,9	1,8	2,6	1,5	1,9	1,7	4,4	1,4	1,8	2,1	2,0	3,4	1,5	2,1	2,1	2,0	3,4	1,5	2,1	2,0	3,4	1,5		
63,8	51,0	40,3	33,2	1,5	1,7	1,9	1,2	1,7	2,0	3,6	1,9	1,5	3,4	1,5	3,4	1,5	3,4	3,4	1,5	3,4	1,5	3,4	1,5	3,4	1,5		
70,1	56,3	44,5	36,6	1,1	1,6	2,3	1,8	1,5	2,5	2,9	2,2	1,3	2,1	1,3	2,1	1,3	2,1	2,1	1,3	2,1	1,3	2,1	1,3	2,1	1,3		
76,3	60,6	49,0	40,2	0,8	1,2	2,8	2,4	1,2	2,8	3,4	2,5	1,2	2,6	1,2	2,6	1,6	2,6	2,6	1,2	2,6	1,6	2,6	1,6	2,6	1,6		
83,0	66,0	52,8	43,4	1,2	0,8	3,3	2,5	1,0	3,2	3,3	2,7	1,0	3,2	1,0	3,2	1,6	3,2	3,2	1,0	3,2	1,6	3,2	1,6	3,2	1,6		
90,0	71,3	57,0	47,0	1,0	0,7	3,7	2,2	0,7	3,6	3,6	3,0	1,2	3,6	2,0	3,6	2,0	3,6	3,6	1,2	3,6	2,0	3,6	2,0	3,6	2,0		
96,6	76,6	61,0	50,6	2,7	1,2	4,0	2,6	0,4	4,0	4,1	3,2	2,1	4,0	3,8	4,0	3,8	4,0	4,0	2,1	4,0	3,8	4,0	3,8	4,0	3,8		
103,4	82,0	65,3	55,0	2,6	1,5	4,3	2,7	0,6	4,2	4,4	3,0	1,8	4,3	2,7	4,3	2,7	4,3	4,3	1,8	4,3	2,7	4,3	2,7	4,3	2,7		

Продолжение табл. 206

Длина элемента в м				Наибольшие одинаковые индексы										
80	100	125	150	8-32; 8-10-32	8-64; 8-32-64	16-64; 16-32-64	8-16-64; 8-16-32-64	8-128; 8-64-128	16-128; 16-64-128	32-128; 32-64-128	8-16-128; 8-16-64-128	8-32-128; 8-32-64-128	16-32-128; 16-32-64-128	8-16-32-128
Частота тока в кГц														
110,0	87,3	69,5	57,6	2,3	1,1	4,0	2,5	0,6	4,0	4,1	2,9	1,6	4,0	2,4
116,8	92,7	73,5	61,0	1,8	0,8	3,6	2,3	0,8	3,5	3,6	2,9	1,4	3,5	2,0
123,6	93,0	77,4	64,4	1,3	1,0	3,2	2,4	1,0	3,2	3,4	2,6	1,2	3,2	1,7
131,0	103,4	81,6	68,0	1,0	1,3	2,8	2,3	1,3	2,8	3,4	2,5	1,3	2,9	1,6
137,0	103,7	86,2	71,4	2,4	1,6	2,5	1,9	1,5	2,5	3,4	2,2	2,9	2,8	1,5
143,8	114,1	90,4	75,0	1,6	1,7	2,3	1,6	1,7	2,2	3,7	4,3	1,6	2,9	2,1
150,6	119,5	94,8	78,2	1,8	1,9	2,6	1,2	1,9	2,1	4,1	1,8	1,9	3,1	1,9
—	124,9	93,8	81,8	2,1	2,1	2,8	2,7	2,1	2,1	4,2	2,9	2,1	3,1	2,3
—	130,3	103,4	85,2	2,4	2,5	2,6	2,4	2,3	2,1	4,0	2,3	2,4	3,2	3,2
—	135,7	107,8	88,6	2,7	2,5	2,4	2,4	2,5	2,2	3,7	2,2	2,5	3,1	2,5
—	141,1	112,4	92,2	2,8	2,7	2,6	2,6	2,8	2,6	3,5	2,5	2,3	2,8	2,5
—	146,5	116,8	96,2	2,9	2,9	2,9	2,8	3,0	2,8	3,5	2,8	2,9	3,0	2,6
—	152,0	121,2	99,6	3,1	3,2	3,2	3,1	3,1	3,2	3,5	3,1	3,2	3,2	3,1
—	—	125,0	104,4	3,4	3,4	3,5	3,3	3,3	3,4	3,7	3,3	3,4	3,3	3,3
—	—	129,5	107,4	3,5	3,6	3,7	3,7	3,6	3,7	3,9	3,7	3,5	3,7	3,7
—	—	133,8	111,0	4,1	3,7	3,8	3,7	3,7	3,7	4,0	3,7	4,1	3,9	3,9
—	—	138,2	114,6	3,6	3,6	3,7	3,8	3,5	3,6	3,9	3,8	3,6	3,7	3,7
—	—	142,2	118,0	3,3	3,3	3,5	3,4	3,3	3,4	3,8	3,4	3,3	3,3	3,3
—	—	146,5	121,6	3,1	3,0	3,2	3,1	3,0	3,1	3,3	3,1	3,1	3,2	3,2
—	—	150,8	125,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,9	2,9	3,5	2,9	2,9	3,1	2,9
—	—	—	123,2	2,8	2,8	2,8	2,6	2,6	2,6	3,3	2,7	2,7	3,0	2,8
—	—	—	132,0	2,6	2,6	2,6	2,6	2,4	2,3	3,7	3,1	2,6	3,0	2,6
—	—	—	136,0	2,4	2,5	2,7	2,3	2,3	2,3	3,9	2,3	2,4	3,0	2,3
—	—	—	139,8	2,2	2,1	2,8	2,2	2,2	2,3	3,9	2,2	2,2	3,1	2,2
—	—	—	143,0	2,0	2,0	2,7	2,0	2,0	2,4	3,9	2,0	2,0	3,0	2,0
—	—	—	146,6	1,9	2,0	2,6	2,2	2,0	2,4	3,7	2,2	1,9	3,8	2,0
—	—	—	150,0	1,6	1,6	2,3	2,1	1,6	2,6	3,3	2,1	1,6	3,0	1,8

Таблица 207

 Значения  $B_{132}$  в неперах переходного затухания между нескрещенными цветными цепями через пучок проводов

Затухание между цепями	Номер профиля линии							Затухание между цепями	Номер профиля линии						
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7
1-2	7,2	9,3	8,2	8,7	9,7	9,4	8,8	4-8	—	8,2	8,3	8,7	—	7,7	8,2
1-3	8,1	7,8	7,5	7,9	7,2	8,6	7,8	4-9	—	—	7,8	9,2	—	—	8,1
1-4	7,5	8,7	8,5	9,0	7,2	8,6	8,0	4-10	—	—	8,4	9,0	—	—	8,2
1-5	7,3	6,8	8,4	8,7	7,5	9,2	8,2	4-11	—	—	—	8,5	—	—	—
1-6	7,3	7,1	8,3	8,3	7,7	8,2	7,9	4-12	—	—	—	9,0	—	—	—
1-7	—	8,1	7,7	8,4	—	8,1	8,1	5-6	7,2	5,8	8,2	8,4	6,7	7,9	8,4
1-8	—	8,3	8,8	9,1	—	8,5	8,0	5-7	—	6,4	7,5	7,9	—	6,5	7,8
1-9	—	—	7,8	9,0	—	—	8,4	5-8	—	7,2	8,5	8,9	—	7,8	7,9
1-10	—	—	8,6	8,5	—	—	8,2	5-9	—	—	7,7	8,7	—	—	8,5
1-11	—	—	—	9,0	—	—	—	5-10	—	—	8,2	8,4	—	—	8,2
1-12	—	—	—	9,2	—	—	—	5-11	—	—	—	8,5	—	—	—
2-3	7,1	7,8	7,2	8,1	7,7	8,6	8,0	5-12	—	—	—	9,1	—	—	—
2-4	7,1	7,8	7,6	7,9	7,4	8,6	7,8	6-7	—	6,1	6,9	7,9	—	7,1	7,9
2-5	6,9	6,5	7,8	8,0	7,6	8,6	7,9	6-8	—	7,4	7,3	7,9	—	8,2	7,8
2-6	7,3	6,7	6,8	7,2	7,4	8,6	8,2	6-9	—	—	7,8	8,3	—	—	8,2
2-7	—	8,2	7,1	7,3	—	8,1	8,0	6-10	—	—	7,9	7,6	—	—	8,5
2-8	—	8,4	7,8	8,4	—	8,5	8,1	6-11	—	—	—	7,9	—	—	—
2-9	—	—	8,2	8,4	—	—	8,2	6-12	—	—	—	8,4	—	—	—
2-10	—	—	8,1	7,9	—	—	8,4	7-8	—	7,0	8,1	8,4	—	7,3	8,2
2-11	—	—	—	8,3	—	—	—	7-9	—	—	7,3	8,4	—	—	7,9
2-12	—	—	—	8,9	—	—	—	7-10	—	—	8,4	7,9	—	—	8,1
3-4	6,0	9,2	8,3	8,7	6,1	9,1	8,3	7-11	—	—	—	7,6	—	—	—
3-5	7,1	6,5	7,8	8,4	6,3	8,5	7,9	7-12	—	—	—	8,3	—	—	—
3-6	7,5	6,7	6,8	7,3	5,6	8,1	8,0	8-9	—	—	7,6	9,1	—	—	8,1
3-7	—	7,8	6,5	7,2	—	8,0	8,2	8-10	—	—	8,1	8,5	—	—	7,9
3-8	—	8,4	7,9	8,0	—	8,3	7,8	8-11	—	—	—	8,4	—	—	—
3-9	—	—	7,8	9,0	—	—	8,9	8-12	—	—	—	8,7	—	—	—
3-10	—	—	8,3	8,3	—	—	8,1	9-10	—	—	7,6	8,7	—	—	8,9
3-11	—	—	—	7,9	—	—	—	9-11	—	—	—	7,9	—	—	—
3-12	—	—	—	8,4	—	—	—	9-12	—	—	—	9,0	—	—	—
4-5	7,2	6,8	8,8	9,1	5,9	8,5	7,9	10-11	—	—	—	8,1	—	—	—
4-6	8,1	6,9	7,8	8,4	6,9	8,5	7,9	10-12	—	—	—	7,9	—	—	—
4-7	—	7,5	8,2	8,3	—	7,7	7,8	11-12	—	—	—	8,7	—	—	—

Таблица 208

Значения величины  $B_{jk}$  в непарах, учитывающей влияние конструктивных неоднородностей на переходное затухание на дальнем конце между стальными цепями при частоте 10 кГц (длина элемента 80–150 м)

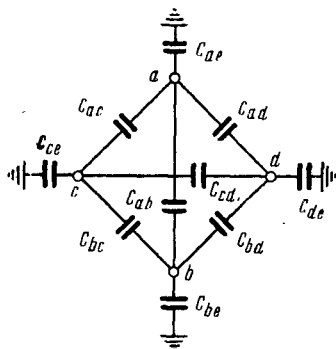
Затухание между цепями	Профиль линии							Затухание между цепями	Профиль линии						
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7
1–2	6,6	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	4–8	8,9	9,9	7,9	7,9	—	9,6	9,3
1–3	7,4	9,6	9,6	9,6	8,8	7,9	7,9	4–9	—	—	9,3	10,8	—	—	10,4
1–4	8,1	10,4	10,4	10,4	9,6	8,5	8,5	4–10	—	—	9,7	11,3	—	—	10,1
1–5	8,9	9,2	7,9	7,9	8,4	9,3	9,3	4–11	—	—	—	8,8	—	—	—
1–6	9,2	9,1	8,5	8,5	12,0	—	—	4–12	—	—	—	9,3	—	—	—
1–7	9,7	9,8	9,5	9,5	—	8,4	10,1	5–6	6,6	6,6	8,2	8,2	5,6	8,2	8,2
1–8	9,9	10,4	10,3	10,3	—	12,0	10,4	5–7	7,4	7,4	9,6	9,6	—	8,8	7,9
1–9	—	—	9,4	9,3	—	—	10,7	5–8	8,1	8,1	10,4	10,4	—	9,6	8,5
1–10	—	—	9,8	8,8	—	—	10,8	5–9	—	—	9,2	7,9	—	—	9,3
1–11	—	—	—	11,3	—	—	—	5–10	—	—	9,1	8,5	—	—	8,8
1–12	—	—	—	10,8	—	—	—	5–11	—	—	—	9,5	—	—	—
2–3	7,3	8,2	8,2	8,2	9,0	8,5	8,5	5–12	—	—	—	10,3	—	—	—
2–4	7,4	9,6	9,6	9,6	8,1	7,9	7,9	6–7	7,3	7,3	8,2	8,2	—	9,0	8,5
2–5	8,7	8,8	8,5	8,5	11,3	8,8	8,8	6–8	7,4	7,4	9,6	9,6	—	8,1	7,9
2–6	8,9	9,5	7,9	7,9	8,9	9,3	9,3	6–9	—	—	8,8	8,5	—	—	8,8
2–7	9,4	8,4	8,5	8,5	—	11,3	10,4	6–10	—	—	9,5	7,9	—	—	9,3
2–8	9,7	12,0	9,5	9,5	—	8,9	10,1	6–11	—	—	—	8,5	—	—	—
2–9	—	—	9,2	8,8	—	—	10,8	6–12	—	—	—	9,5	—	—	—
2–10	—	—	9,6	9,5	—	—	10,7	7–8	6,6	6,6	8,2	8,2	—	6,6	8,2
2–11	—	—	—	8,8	—	—	—	7–9	—	—	9,0	9,5	—	—	7,9
2–12	—	—	—	11,3	—	—	—	7–10	—	—	8,1	8,5	—	—	8,5
3–4	6,6	8,2	8,2	8,2	6,6	8,2	8,2	7–11	—	—	—	7,9	—	—	—
3–5	7,4	9,0	9,5	9,5	7,4	7,9	7,9	7–12	—	—	—	8,5	—	—	—
3–6	8,1	8,1	8,5	8,5	8,1	8,5	8,5	8–9	—	—	9,0	10,3	—	—	8,5
3–7	8,9	11,3	7,9	7,9	—	9,2	9,3	8–10	—	—	9,3	9,5	—	—	7,9
3–8	9,2	8,9	8,5	8,5	—	9,6	8,8	8–11	—	—	—	8,5	—	—	—
3–9	—	—	9,2	11,3	—	—	10,1	8–12	—	—	—	7,9	—	—	—
3–10	—	—	9,6	8,8	—	—	10,4	9–10	—	—	6,6	8,2	—	—	8,2
3–11	—	—	—	9,3	—	—	—	9–11	—	—	—	9,6	—	—	—
3–12	—	—	—	8,8	—	—	—	9–12	—	—	—	10,4	—	—	—
4–5	7,3	8,7	10,3	10,3	7,3	8,5	8,5	10–11	—	—	—	8,2	—	—	—
4–6	7,4	9,3	9,5	9,5	7,4	7,9	7,9	10–12	—	—	—	9,6	—	—	—
4–7	8,7	10,2	8,5	8,5	—	9,2	8,8	11–12	—	—	—	8,2	—	—	—

Примечание. При определении влияния между цветными и стальными цепями значения  $B_{jk}$ , указанные в данной таблице, следует увеличить на 2,1 неп.

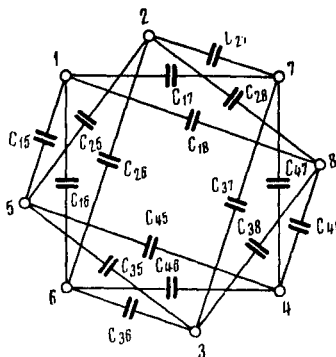
## СИММЕТРИРОВАНИЕ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ

### Общие сведения

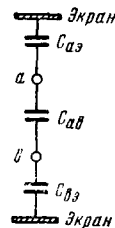
Взаимное влияние между кабельными цепями (переходные шумы и переходные разговоры), а также влияние на кабельные цепи



Фиг. 351. Частичные ёмкости в четвёрке



Фиг. 352. Частичные ёмкости между соседними четвёрками



Фиг. 353. Частичные ёмкости в экранированной паре

посторонних источников помех (линий электропередачи и т. п.), обуславливается наличием в кабеле: ёмкостной связи между цепями, ёмкостной асимметрии цепей относительно земли, отклонений рабочих ёмкостей в кабеле от средней (номинальной величины) и асимметрии сопротивлений жил.

При передаче по кабелям токов высокой частоты (в полосе до 60 кГц) взаимное влияние между цепями обуславливается также наличием в кабеле: прямой магнитной связи между цепями; косвенной связи, вызываемой связью через смежные цепи; связи, вызываемой

его отражением внутри кабеля и на концах его из-за несоответствия нагрузок волновому сопротивлению кабеля.

Для снижения взаимного влияния между кабельными цепями, а также для уменьшения влияния на кабельные цепи посторонних источников помех в кабеле при его монтаже

Таблица 20

Формулы для определения коэффициентов ёмкостной связи и ёмкостной асимметрии

Наименование коэффициента связи или асимметрии	Условное обозначение	Расчётная формула
Ёмкостная связь между основными цепями в одной четвёрке	$K_1$	$K_1 = (C_{ac} + C_{bd}) - (C_{ad} + C_{bc})$
То же, между первой основной и искусственной (фантомной) цепями в одной четвёрке	$K_2$	$K_2 = (C_{ac} + C_{ad}) - (C_{bc} + C_{bd}) + \frac{e_1}{2}$
То же, между второй основной и искусственной цепями	$K_3$	$K_3 = (C_{ac} + C_{bc}) - (C_{ad} + C_{bd}) + \frac{e_2}{2}$
Ёмкостная асимметрия первой основной цепи	$e_1$	$e_1 = C_{ae} - C_{be}$
То же, второй основной цепи	$e_2$	$e_2 = C_{ce} - C_{de}$
Ёмкостная асимметрия искусственной цепи	$e_3$	$e_3 = (C_{ae} + C_{be}) - (C_{ce} + C_{de})$
Ёмкостная связь между искусственными цепями разных четвёрок	$K_4$	$K_4 = (C_{15} + C_{16} + C_{25} + C_{26} + C_{37} + C_{38} + C_{47} + C_{48}) - (C_{17} + C_{18} + C_{27} + C_{28} + C_{35} + C_{36} + C_{45} + C_{46})$
То же, между первой основной цепью четвёрки I и искусственной цепью четвёрки II	$K_5$	$K_5 = (C_{15} + C_{16} + C_{27} + C_{28}) - (C_{17} + C_{18} + C_{25} + C_{26})$
То же, между второй основной цепью четвёрки I и искусственной цепью четвёрки II	$K_6$	$K_6 = (C_{35} + C_{36} + C_{47} + C_{48}) - (C_{37} + C_{38} + C_{45} + C_{46})$
То же, между искусственной цепью четвёрки I и первой основной цепью четвёрки II	$K_7$	$K_7 = (C_{15} + C_{25} + C_{36} + C_{46}) - (C_{16} + C_{26} + C_{35} + C_{45})$
То же, между искусственной цепью четвёрки I и второй основной цепью четвёрки II	$K_8$	$K_8 = (C_{17} + C_{27} + C_{38} + C_{48}) - (C_{18} + C_{28} + C_{37} + C_{47})$
То же, между первой основной цепью четвёрки I и первой основной цепью четвёрки II	$K_9$	$K_9 = (C_{15} + C_{26}) - (C_{16} + C_{25})$
То же, между первой основной цепью четвёрки I и второй основной цепью четвёрки II	$K_{10}$	$K_{10} = (C_{17} + C_{28}) - (C_{18} + C_{27})$
То же, между второй основной цепью четвёрки I и первой основной цепью четвёрки II	$K_{11}$	$K_{11} = (C_{35} + C_{46}) - (C_{36} + C_{45})$
То же, между второй основной цепью четвёрки I и второй основной цепью четвёрки II	$K_{12}$	$K_{12} = (C_{37} + C_{48}) - (C_{38} + C_{47})$
Ёмкостная асимметрия экранированных пар	$e_1$	$e_1 = C_{a3} - C_{b3}$

Примечание. Значения частичных ёмкостей показаны на фиг. 351—353.

Т а б л и ц а 210

## Формулы для определения отклонений рабочей ёмкости и асимметрии сопротивления жил

Наименование вида [отклонений и асимметрии]	Расчётная формула		Условное обозначение в формулах
	абсолютное значение отклонений и асимметрии	отклонение и асимметрия в %	
Отклонение рабочей ёмкости первой основной цепи в четвёрке	$\Delta C_1 = C_{a-b} - C_0$	$\delta_1 = \frac{\Delta C_1 \cdot 100}{C_0}$	$C_{a-b}$ — измеренная рабочая ёмкость между жилами $a$ и $b$ ; $C_0$ — средняя рабочая ёмкость всех основных цепей одной однородной группы
Отклонение рабочей ёмкости второй основной цепи в четвёрке	$\Delta C_2 = C_{c-d} - C_0$	$\delta_2 = \frac{\Delta C_2 \cdot 100}{C_0}$	$C_{c-d}$ — измеренная рабочая ёмкость между жилами $c$ и $d$
Отклонение рабочей ёмкости искусственной цепи	$\Delta C_3 = C_{ab-cd} - C_\phi$	$\delta_3 = \frac{\Delta C_3 \cdot 100}{C_\phi}$	$C_{ab-cd}$ — измеренная рабочая ёмкость между парами $ab$ и $cd$ искусственной цепи; $C_\phi$ — средняя рабочая ёмкость всех искусственных цепей той же группы
Асимметрия сопротивления жил первой пары в четвёрке	$r_1 = R_a - R_b$	$E_1 = \frac{2r_1 \cdot 100}{R_a + R_b}$	$R_a, R_b, R_c$ и $R_d$ — сопротивления жил $a, b, c$ и $d$ постоянному току; $R_{ab}$ — сопротивление запараллеленных жил $a$ и $b$ ; $R_{cd}$ — сопротивление запараллеленных жил $c$ и $d$
Асимметрия сопротивления жил второй пары в четвёрке	$r_2 = R_c - R_d$	$E_2 = \frac{2r_2 \cdot 100}{R_c + R_d}$	
Асимметрия сопротивления искусственной цепи	$r_3 = R_{ab} - R_{cd}$	$E_3 = \frac{2r_3 \cdot 100}{R_{ab} + R_{cd}}$	

Т а б л и ц а 211

## Значения ёмкостной связи и ёмкостной асимметрии в смонтированном кабеле

Наименование связей и асимметрии	Значение на один шаг симметрирования в мккф	
	среднее	максимальное
$K_1, K_2, K_3$	10	20
$K_4$	30	80
$K_3 - K_4$	20	60
$K_1 - K_2$	20	60
$e_1 - e_2$	100	300
$e_3$	130	400

Т а б л и ц а 212

## Предельные значения асимметрии сопротивления жил постоянному току

Номинальный диаметр жил	Значения асимметрии в ом	
	на шаг симметрирования не более	на усилительный участок не более
До 1 мм . . . . .	0,1	3
Более 1 мм . . . . .	0,1	2

производят симметрирование цепей, выравнивание рабочих ёмкостей этих цепей и асимметрии сопротивлений жил.

Величины, характеризующие ёмкостную связь между кабельными цепями и ёмкостную асимметрию цепей относительно земли, зависят от величин частичных ёмкостей в кабеле и определяют по формулам, приведённым в табл. 209.

Величины отклонений рабочей ёмкости между жилами в паре и между парами в четвёрке, а также величины асимметрии сопротивлений жил определяют по формулам, приведённым в табл. 210.

## Нормы и требования

Предельные значения ёмкости связи и ёмкостной асимметрии для строительных длин кабелей различных марок приведены на стр. 31—39 данного тома.

В смонтированном низкочастотном кабеле ёмкостные связи и ёмкостные асимметрии, приходящиеся на шаг симметрирования, не должны превышать при частоте 800 гц величины, приведённых в табл. 211.

Величины допускаемой асимметрии сопротивления жил постоянному току приведены в табл. 212.

Отклонение волнового сопротивления низкочастотных кабельных цепей от номинального значения на длине усилительного участка в диапазоне передаваемых частот должно быть не более 7,5% для 90% цепей и 9% для остальных цепей кабеля; для высокочастотных кабельных цепей с повышенной индуктивно-

Таблица 213

Нормы переходного затухания между кабельными цепями в пределах усилительного участка

Наименование цепей и видов связи	Переходное затухание в <i>нел</i>	
	на ближнем конце	на дальнем конце
Между двухпроводными цепями тональной частоты (при частоте 800 <i>гц</i> ) . . . . .	9,0	9,0
Между двухпроводной и четырёхпроводной цепями тональной частоты (при частоте 800 <i>гц</i> ) . . . . .	9,6	9,6
Между четырёхпроводными цепями тональной частоты (при частоте 800 <i>гц</i> ):		
различного направления передачи . . . . .	9,4	—
одинакового » . . . . .	7,5	9,4
Между высокочастотными кабельными цепями, уплотнёнными до 60 или 108 <i>кгу</i> (во всём диапазоне частот) . . . . .	7,5	8+ $\beta l$ *
Между высокочастотными кабельными цепями с искусственно повышенной индуктивностью по системам:		
$L_s = 1,75$ <i>мгн</i> , $s = 0,284$ <i>км</i> и $L_s = 1,0$ <i>мгн</i> , $s = 0,425$ <i>км</i> (во всём диапазоне частот) . . . . .	6,5	7+ $\beta l$ *
Между радиовещательными цепями (при частоте 800 <i>гц</i> ) . . . . .	13,0	13,0
Между радиовещательной цепью и двухпроводной цепью тональной частоты (при частоте 800 <i>гц</i> ) . . . . .	11,2	11,2
Между радиовещательной цепью и четырёхпроводной цепью тональной частоты (при частоте 800 <i>гц</i> ) . . . . .	11,8	11,8

Примечание. Под переходным затуханием на дальнем конце между кабельными цепями понимают натуральный логарифм отношения тока  $I_{10}$  к току  $I_{1l}$  (см. табл. 187), т. е. встречное переходное затухание.

\*  $\beta l$  — затухание цепи на усилительном участке.

стью отклонение волнового сопротивления не должно превышать 10%, а для обычных высокочастотных цепей — 7%.

Отклонение рабочих ёмкостей в смонтированном кабеле не должно превышать на шаг симметрирования 1,5%.

В процессе монтажа кабелей наряду с симметрированием производят измерения переходного затухания между цепями при монтаже соединительных муфт или ящиков с катушками индуктивности.

Нормы переходного затухания между цепями, нагруженными на сопротивления, равные волновому сопротивлению этих цепей в смонтированном кабеле для длины усилительного участка, приведены в табл. 213.

#### Симметрирование низкочастотных кабелей

Симметрирование кабелей производится по участкам, называемым шагом симметрирования.

Длину шага симметрирования низкочастотных кабелей с повышенной индуктивностью принимают равной 1,7 *км*, т. е. равной шагу включения катушек индуктивности.

Рекомендуемые схемы симметрирования низкочастотного кабеля внутри шага симметрирования длиной 1,7 *км* приведены на фиг. 354.

Преимущественное применение приведённых на фиг. 354 схем симметрирования и порядок симметрирования указаны в табл. 214.

Муфта С (конденсаторная) располагается в середине шага симметрирования с допустимым отклонением не более 200 *м*.

В муфтах, обозначенных буквами А и В, производят симметрирование каждой четвёрки или пары кабеля методом скрещивания.

В конденсаторных муфтах С симметрирование кабеля также производят методом скрещивания и, кроме того, ёмкостные связи и

асимметрии дополнительно компенсируют включением конденсаторов.

В муфтах, обозначенных на фиг. 354 буквами а, б, в, . . . к, л, жилы кабеля соединяются напрямую без симметрирования.

Наряду с симметрированием кабельных цепей внутри соединяемых четвёрок производят симметрирование смежных четвёрок.

Симметрирование смежных четвёрок выполняют при помощи систематического смешивания четвёрок при соединении между собой отдельных отрезков кабелей или при помощи включения симметрирующих конденсаторов. Это симметрирование имеет целью уменьшение взаимного влияния между соседними четвёрками в кабеле.

После окончания симметрирования низкочастотного кабеля внутри шага симметрирования производят соединение отдельных шагов кабеля.

Соединение двух шагов низкочастотного кабеля с повышенной индуктивностью производят в ящике с катушками индуктивности; при этом одновременно с монтажом кабеля в ящиках индуктивности выполняют следующие работы по симметрированию кабеля:

- выравнивание рабочих ёмкостей в парах, предназначенных для связи по двухпроводной системе;
- выравнивание сопротивления жил в парах при помощи включения дополнительных сопротивлений;
- контрольные измерения ёмкостных связей и асимметрии;
- симметрирование четвёрок по результатам измерений переходного затухания на ближнем и на дальнем концах.

Ниже даны краткие указания о выполнении отдельных работ по симметрированию низкочастотных кабелей связи в пределах шагов симметрирования и при соединении отдельных шагов между собой.

Таблица 214

Область применения различных схем симметрирования и порядок симметрирования

Схема симметрирования	Порядок симметрирования	Преимущественная область применения схемы
Фиг. 354, а	Симметрирование скрещиванием в муфтах А-1; А-2; В-3; А-4; А-5; В-6 и С-7	При симметрировании без конденсаторов и при средних значениях коэффициентов асимметрии и связи в строительных длинах кабеля, удовлетворяющих предельным значениям
Фиг. 354, б	Порядок тот же, что и при схеме а	Область применения та же, что и в схеме а, но при любых строительных длинах кабеля
Фиг. 354, в и 354, г	а) Симметрирование скрещиванием в муфтах В-1 и В-2 б) Симметрирование скрещиванием и при помощи дополнительных конденсаторов в муфте С-3	При применении симметрирующих конденсаторов и если средние значения коэффициентов асимметрии и связи в строительных длинах кабеля удовлетворяют предельным значениям, установленным для этих коэффициентов
Фиг. 354, д	Симметрирование скрещиванием и при помощи дополнительных конденсаторов в муфте С	При применении симметрирующих конденсаторов и если значения коэффициентов ёмкостной связи и асимметрии в строительных длинах кабеля примерно в 2 раза меньше установленных предельных значений

**Симметрирование четвёрок.** Перед началом симметрирования кабеля составляется его схематический чертёж (фиг. 355) с указанием нумерации четвёрок: в сторону А (на-

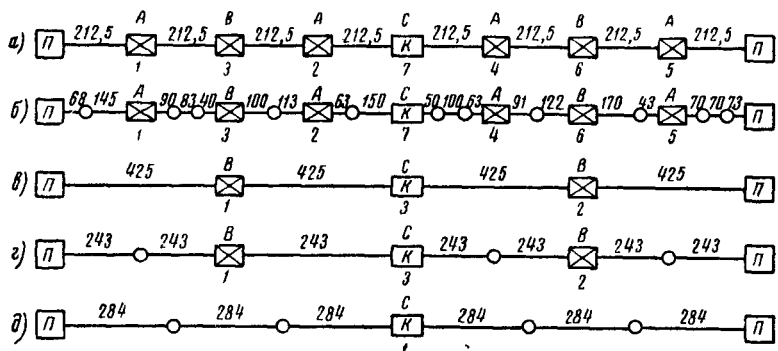
В табл. 215 даны также условные обозначения схем скрещивания (операторы). Первый знак оператора (левый) обозначает состояние первой основной цепи, второй знак (средний) — состояние второй основной цепи и третий (правый) — состояние искусственной цепи.

Точка в операторе обозначает, что жилы в данной цепи (основной или искусственной) соединяются напрямсе; крест в операторе обозначает, что жилы данной цепи скрещиваются.

Для каждой пары соединяемых четвёрок при симметрировании кабелей скрещиванием заполняется отдельная ведомость (табл. 216), в которую записываются величины асимметрии и связи скрещиваемых четвёрок кабеля, выбранные схемы скрещивания и результаты контрольных измерений, полученные после симметрирования.

В табл. 216 приведён пример выбора наиболее выгоднейшего оператора при симметрировании двух соединяемых четвёрок на основании данных измерений коэффициентов связи и асимметрии.

Результаты измерений коэффициентов связи и асимметрии в четвёрке кабеля, приходящего со стороны А, записывают в столбцы 1 и 8, а кабеля, приходящего со стороны В, — в столбцы 2 и 9.



Условные обозначения:

- П Ящик индуктивности      ☒ Муфты, в которых симметрируют скрещиванием  
 К Конденсаторные муфты      ○ Муфты, монтируемые без симметрирования

Фиг. 354. Схемы симметрирования кабеля

чальной станции) против часовой стрелки и в сторону В (оконечной станции) по часовой стрелке.

Затем у обоих соединяемых отрезков кабелей измеряют коэффициенты ёмкостной связи и асимметрии во всех четвёрах. Измерения производят на частоте 800 гц.

При симметрировании четвёрок скрещиванием применяются восемь схем скрещивания, которые приведены в табл. 215. В этой таблице указано, какое изменение претерпевает знак у коэффициентов связи и асимметрии четвёрки со стороны В в зависимости от применённой схемы скрещивания.

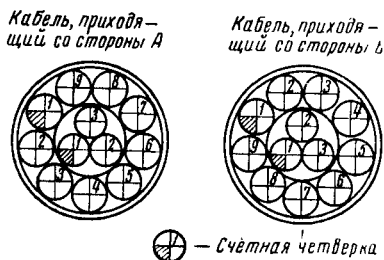


Схемы скрещивания жил в четвёрках

Таблица 215

№ схемы	Оператор		$K_1$	$K_2$	$K_3$	$e_1$	$e_2$	$e_3$
	обозначение	схема						
		сторона А      сторона Б						
1	...		$K'_1 + K''_1$	$K'_2 + K''_2$	$K'_3 + K''_3$	$e'_1 + e''_1$	$e'_2 + e''_2$	$e'_3 + e''_3$
2	X...		$K'_1 - K''_1$	$K'_2 - K''_2$	$K'_3 + K''_3$	$e'_1 - e''_1$	$e'_2 + e''_2$	$e'_3 + e''_3$
3	.X.		$K'_1 - K''_1$	$K'_2 + K''_2$	$K'_3 - K''_3$	$e'_1 + e''_1$	$e'_2 - e''_2$	$e'_3 + e''_3$
4	XX.		$K'_1 + K''_1$	$K'_2 - K''_2$	$K'_3 - K''_3$	$e'_1 - e''_1$	$e'_2 - e''_2$	$e'_3 + e''_3$
5	..X		$K'_1 + K''_1$	$K'_2 + K''_2$	$K'_3 + K''_3$	$e'_1 + e''_2$	$e'_2 + e''_1$	$e'_3 - e''_3$
6	X.X		$K'_1 - K''_1$	$K'_2 - K''_2$	$K'_3 + K''_2$	$e'_1 - e''_2$	$e'_2 + e''_1$	$e'_3 - e''_3$
7	.XX		$K'_1 - K''_1$	$K'_2 + K''_3$	$K'_3 - K''_2$	$e'_1 + e''_2$	$e'_2 - e''_1$	$e'_3 - e''_3$
8	XXX		$K'_1 + K''_1$	$K'_2 - K''_3$	$K'_3 - K''_2$	$e'_1 - e''_2$	$e'_2 - e''_1$	$e'_3 - e''_3$

Абсолютные значения коэффициентов складывают и записывают в свободные незашированные клетки.



Фиг. 355. Нумерация четвѐрок по повивам перед симметрированием

Если коэффициенты кабелей А и Б имеют разные знаки, то пользуются строчкой «—», а если одинаковые, — строчкой «+».

Коэффициенты асимметрии ( $e_1$ ,  $e_2$  и  $e_3$ ) записывают в столбцах 4 — 7 и 11 — 14 условно уменьшенными в 10 раз.

Затем для каждого оператора в нижней строчке таблицы выводится максимальное

значение суммы. Наивыгоднейший оператор выбирают по минимальной из сумм. В данном примере таким оператором является «X».

После выбора наивыгоднейшего оператора производят временное соединение жил и осуществляют контрольные измерения коэффициентов, результаты которых заносят в столбец 15 табл. 216.

В табл. 216 приведѐн пример выравнивания шести частичных ёмкостей, что применяют при симметрировании четвѐрок, в которых предполагается использование искусственных цепей.

Выравнивание частичных ёмкостей внутри четвѐрок без использования искусственных цепей значительно упрощается, так как связи  $K_2$ ,  $K_3$  и асимметрию  $e_3$  в этом случае не измеряют.

В конденсаторных муфтах после симметрирования скрещиванием производят окончательную компенсацию ёмкостных асимметрий и связей включением симметрирующих конденсаторов.

Как правило, ёмкостная асимметрия выравнивается только в четвѐрках, которые расположены в верхнем повиве кабеля, т. е. рядом со свинцовой оболочкой.

Т а б л и ц а 216

Ведомость симметрирования четвёрок скрещиванием

Кабель, приходящий со стороны		Знак	Оператор				Кабель, приходящий со стороны		Знак	Оператор				Результаты контрольных измерений	Наивыгоднейший оператор
А	Б		·	×	·	×	А	Б		·	×	·	×		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$K_1 = -20$	$K_1 = -30$	—	×	×	×	×	$K_1 = 20$	$K_1 = -30$	—	×	×	×	×	+10	
		+	50	×	×	50			+	50	×	×	50		
$K_2 = +30$	$K_2 = -20$	—	×	50	×	50	$K_2 = +30$	$K_2 = +20$	—	×	×	×	×	+10	
		+	×	×	×	×			+	50	×	50	×		
$K_3 = -10$	$K_3 = +20$	—	×	×	30	30	$K_3 = -10$	$K_3 = -20$	—	×	×	×	×	-30	
		+	×	×	×	×			+	60	60	×	×		
$e_1 = -400$	$e_1 = +300$	—	×	70	×	70	$e_1 = -100$	$e_2 = -100$	—	×	×	×	×	-100	· × ·
		+	×	×	×	×			+	50	×	50	×		
$e_2 = -200$	$e_2 = -100$	—	×	×	×	×	$e_2 = -200$	$e_1 = +300$	—	×	×	50	50	-100	
		+	×	30	×	×			+	×	×	×	×		
$e_3 = +300$	$e_3 = -10$	—	×	×	×	×	$e_3 = +300$	$e_3 = -100$	—	40	40	40	40	+200	
		+	×	×	×	×			+	×	×	×	×		
Максимальное значение суммы			50	70	30	70	Максимальное значение суммы			60	60	50	50		

Примечание. «+» — одинаковые знаки у коэффициентов А и Б. «-» — разные знаки у коэффициентов А и Б.

Необходимую ёмкость симметрирующих конденсаторов для компенсации связей определяют в соответствии с примером, приведённым в табл. 217.

Результаты измерений ёмкостной связи заносят в столбец 4 против того знака, который имеет измеренная величина связи. Измеренные величины связи делят пополам и заносят в соответствующие столбцы 5, 6, 7 и 8. Затем складывают записанные абсолютные значения по вертикали. Из полученных сумм вычитают наименьшую и таким образом получают необходимую величину ёмкости симметрирующих конденсаторов, которую записывают в нижней строке.

Аналогичным образом производится выбор ёмкости симметрирующих конденсаторов для компенсации коэффициентов асимметрии  $e_1$ ,  $e_2$  и  $e_3$ .

Если при симметрировании кабеля производят симметрирование смежных четвёрок, то на кабелях малой ёмкости (до пяти четвёрок включительно) симметрирование выполняют способом включения симметрирующих конденсаторов, а при кабелях большей ёмкости — способом смешивания четвёрок.

Способ смешивания четвёрок состоит в следующем. Если четвёрки в повиве одного отрезка кабеля расположены рядом, то на протяжении соседнего отрезка кабеля они должны быть удалены друг от друга на одну четвёрку. Так, 1-я четвёрка в верхнем повиве (фиг. 355) первого отрезка кабеля соединяется с 1-й четвёркой в верхнем повиве второго отрезка кабеля, 2-я четвёрка — с 3-й, 3-я — с 5-й, . . . , 6-я четвёрка с 4-й и 7-я четвёрка с 6-й.

Таким же образом производится смешивание четвёрок в кабелях большей ёмкости.

В кабеле, состоящем из четвёрок, предназначенных для различных систем связи (двух- и четырёхпроводной), смешивать четвёрки различных групп не разрешается. Смешивание четвёрок допустимо только внутри группы, предназначенной для какой-либо одной системы связи. Переход четвёрки из одного повива в другой не допускается.

Т а б л и ц а 217  
Ведомость симметрирования четвёрок конденсаторами

№ четвёрки	Обозначение коэффициента связи	Знак	Измеренные значения	Значения дополнительных емкостей, которые необходимо подключить к жилам			
				a-c	a-d	b-c	b-d
1	2	3	4	5	6	7	8
1	K <sub>1</sub>	-			×	×	
		+	80	×	40	40	×
	K <sub>2</sub>	-	50	25	25	×	×
		+		×	×		
	K <sub>3</sub>	-			×		×
		+	60	×	30	×	30
Сумма . . . . .				25	95	40	30
Наименьшее значение				25	25	25	25
Емкости симметрирующих конденсаторов				0	70	15	5

При симметрировании смежных четвѐрок способом включения симметрирующих конденсаторов предварительно производят измерение коэффициентов ёмкостной связи  $K_4—K_{12}$ .

При симметрировании по этому способу четвѐрки соединяемых отрезков кабеля соединяют по порядку номеров, т. е. первую четвѐрку с первой, вторую со второй и т. д.

Симметрирование производят сначала между первой и второй четвѐрками, затем между второй и третьей четвѐрками и т. д., т. е. замкнутым кругом по всему повиву.

Процесс симметрирования заключается в том, что связи, выходящие за пределы допускаемых норм, компенсируют симметрирующими конденсаторами. Для определения ёмкости конденсаторов пользуются типовыми ведомостями, аналогичными ведомости, приведѐнной в табл. 217.

**Симметрирование экранированных и неэкранированных пар.** Экранированные пары симметрируются только относительно экрана. Для этого измеренный коэффициент ёмкостной асимметрии  $e_1$  компенсируют скрещиванием жил в паре и, если необходимо, включением симметрирующего конденсатора.

При симметрировании скрещиванием нескольких экранированных пар последние подбирают по принципу, изложенному для симметрирования четвѐрок.

Для экранированных пар за допускаемую величину коэффициента ёмкостной асимметрии  $e_1$  принята величина, равная 20 мкмкф.

Неэкранированные пары симметрируются относительно земли (если они расположены в повиве, прилегающем к свинцовой оболочке) и относительно друг друга.

Пары соединяются между собой по порядку номеров: первая с первой, вторая со второй и т. д., и снижение асимметрии относительно земли производится путѐм скрещивания жил в парах. Снижение связи между парами производится включением симметрирующих конденсаторов.

**Выравнивание рабочих ёмкостей кабельных цепей и выравнивание сопротивлений жил.** Выравнивание рабочих ёмкостей и устранение асимметрии сопротивления жил постоянному току производят для повышения переходного затухания между кабельными цепями и снижения волнообразности входного сопротивления цепей.

Выравнивание рабочих ёмкостей производят в два этапа. Сначала строительные длины кабелей разбивают на 4—8 групп с таким расчётом, чтобы средняя рабочая ёмкость любой группы отличалась от средней рабочей ёмкости всех строительных длин кабелей на усилительном участке не более чем на  $\pm 2\%$ .

Прокладку кабеля производят с таким расчётом, чтобы рядом были уложены строительные длины кабелей одной группы и затем другой смежной группы по возрастающим или убывающим номерам групп.

Вторым этапом является выравнивание рабочих ёмкостей в парах соединяемых четвѐрок. Это выравнивание производится при монтаже ящиков индуктивности, т. е. в стыках соединяемых шагов симметрирования.

Выравнивание рабочих ёмкостей в ящиках индуктивности производят только в це-

пях, используемых для двухпроводной связи, в том случае, если отклонение их рабочей ёмкости от средней величины превышает 1,5%.

Выравнивание сопротивлений жил постоянному току производят только в нечѐтных ящиках индуктивности. Сопротивления выравнивают в тех парах кабеля, которые не удовлетворяют норме асимметрии (табл. 212).

Если асимметрия сопротивлений жил превышает установленную норму, производится выравнивание сопротивления жил при помощи включения дополнительных сопротивлений в ящике индуктивности. В качестве дополнительного сопротивления применяется изолированная высокоомная проволока, например константановая диаметром 0,8 мм.

**Симметрирование кабелей по результатам измерений переходного затухания.** Симметрирование кабелей по результатам измерений переходного затухания производят при монтаже ящиков с катушками индуктивности.

Измерения переходных затуханий производят по порядку наращивания шагов симметрирования, ступенями по два шага одновременно, от станции к середине усилительного участка.

Симметрирование по результатам измерений переходного затухания на ближнем конце производится при соединении 12 шагов симметрирования, прилегающих к усилительным пунктам или к оконечным станциям.

Остальные шаги симметрирования последовательно наращиваются с обеих сторон усилительного участка к его середине по результатам измерения переходного затухания на дальнем конце.

Симметрирование кабелей по результатам переходного затухания производят только в чѐтных ящиках индуктивности при помощи скрещивания жил в соединяемых четвѐрках; в нечѐтных ящиках индуктивности жилы кабеля соединяют напрямую.

Ящик индуктивности, расположенный в середине усилительного участка, монтируют в последнюю очередь; при этом соединение жил в четвѐрках производят по результатам измерений переходного затухания на дальнем конце.

В четвѐрках, не удовлетворяющих нормам переходного затухания (табл. 213), в дополнение к скрещиванию жил производят включение компенсирующих контуров, состоящих из сопротивления и ёмкости, соединѐнных последовательно.

#### Симметрирование высокочастотных кабелей

Симметрирование высокочастотных кабелей с повышенной индуктивностью, а также однородных высокочастотных кабелей производят следующим образом.

Шаг симметрирования однородных кабелей, т. е. кабелей без катушек индуктивности, берут равным 1,7 км.

В средней муфте шага симметрирования производят симметрирование цепей в четвѐрках по коэффициентам  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  и  $e_1$ ,  $e_2$ , причѐм предпочтение отдают коэффициентам  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $e_1$  и  $e_2$ .

Симметрирование производят только скрещиванием жил, без применения симметрирующих конденсаторов. В этой же муфте производят смешивание четвѐрок.

Пять прилегающих к усилительным пунктам шагов симметрируют в стыковых муфтах по результатам измерения переходного затухания на ближайшем конце. Если между какими-либо цепями переходное затухание получится меньше 7,5 *дБ*, то в ближайшей к усилительному пункту стыковой муфте производят концентрированное симметрирование этих цепей (включение между ними компенсирующих контуров).

Остальные шаги симметрирования, наращивая от концов к середине усилительного участка, симметрируют по результатам измерения переходного затухания на дальнем конце.

Муфту, расположенную в середине усилительного участка, монтируют в последнюю очередь, симметрируя четвёрки по результатам измерения переходного затухания на дальнем конце. Если переходное затухание между какими-либо цепями окажется меньше нормы, производят концентрированное симметрирование.

Симметрирование высокочастотных кабелей с повышенной индуктивностью производят двумя способами.

При первом способе симметрирование 30 прилегающих к усилительным пунктам шагов (шаг равен 285 м) выполняют по результатам измерения переходного затухания на ближнем конце.

Наращивание производят по три шага; при этом в нечётных ящиках индуктивности осуществляют симметрирование скрещиванием жил в четвёрках, а в чётных ящиках соединяют жилы напрямую и производят смешивание четвёрок.

При втором способе в нечётных ящиках индуктивности измеряют коэффициент  $K_1$ , и если он больше 10 *мкмкф*, цепь симметрируют конденсаторами; в чётных ящиках соединяют жилы напрямую и смешивают четвёрки (в 10-м и 20-м ящиках четвёрки не смешивают).

Симметрирование остальных шагов в пределах усилительного участка при обоих способах выполняется одинаково. Остальные шаги соединяют в секции по 10 шагов, производя в чётных муфтах смешивание четвёрок. Три такие секции соединяют одновременно в направлении к середине усилительного участка по результатам измерения переходного затухания на дальнем конце. Измерение переходного затухания производят во всех трёх ящиках индуктивности.

После соединения всех секций монтируют ящик, расположенный в середине участка, и, при необходимости, в этом ящике производят концентрированное симметрирование.

## ЗАЩИТА КАБЕЛЕЙ ОТ КОРРОЗИИ

### Общие сведения

Коррозия металлических оболочек (свинцовая оболочка, стальная броня) проложенных в земле кабелей происходит под воздействием блуждающих токов электрических установок постоянного тока, а также в результате воздействия на оболочки кабелей щелочи, органических кислот и солей, находящихся в почве (почвенная коррозия).

К электрическим установкам постоянного тока, создающим в земле блуждающие токи,

относятся электрические железные дороги постоянного тока, трамвайные линии, троллейбусные линии, в которых один из троллейбусных проводов имеет заземление или металлическое соединение с рельсами трамвайных линий, а также электрические сети постоянного тока, пользующиеся частично или полностью землёй в качестве проводника тока.

Основными мероприятиями по борьбе с коррозией оболочек кабеля являются рациональный выбор трассы кабеля при его прокладке и снижение величины блуждающих токов, ответвляющихся с рельсов электрических железных дорог и трамвая в землю.

Снижения величины блуждающих токов достигают уменьшением падения напряжения в рельсовой сети, увеличением проводимости рельсовых линий и уменьшением электропроводности между рельсами и землёй.

Снижения величины блуждающих токов в оболочках кабелей достигают также изоляцией оболочки и брони кабелей от металлических конструкций, прокладкой кабелей в местах пересечения их с рельсами электрических железных дорог и трамваев в изолирующей канализации и другими мероприятиями.

Наряду с этим при обнаружении опасных в смысле наличия блуждающих токов зон на действующих и вновь проложенных кабелях применяют специальные меры защиты, как-то: электрические дренажи, катодную защиту и т. п.

Защиту подземных кабелей от коррозии блуждающими токами производят в соответствии с «Правилами защиты подземных металлических сооружений от коррозии блуждающими токами» (Трансжелдориздат, 1948 г.).

### Основные определения и понятия

Основные определения и понятия, установленные правилами по защите кабелей от коррозии, приведены в табл. 218.

### Меры по защите кабелей от коррозии блуждающими токами

Увеличение переходного сопротивления между рельсами электрических железных дорог и землёй достигают применением щебёночного балласта и пропитанных креозотом шпал, а также прочисткой просвета между подошвой рельса и балластом. Между рельсами трамвая и землёй переходное сопротивление повышают отводом воды с поверхности пути и его основания, применением электроизолирующего основания, а также применением шпал, пропитанных креозотом.

На металлических и железобетонных мостах рельсы изолируют от ферм моста, чтобы они не имели металлического контакта с фермами моста или арматурой железобетона. При этом между фермами мостов и тяговыми рельсами электрических железных дорог оборудуют искровые промежутки; присоединение к тяговым рельсам металлических опор контактной сети, сигнальных мостиков и т. п. выполняют изолированными от земли проводом.

Отвод обратных токов из рельсовой сети производится при помощи отсасывающих фидеров.

Отсасывающие фидеры по всей длине и в концевых муфтах изолируют от земли.

Т а б л и ц а 218

## Основные определения и понятия

Определение	Пояснения к определению
Средняя разность потенциалов, или среднее падение напряжения в рельсах	Среднюю разность потенциалов, или среднее падение напряжения в рельсах определяют расчетным путем. При этом среднюю величину тока в рельсах находят делением годового количества ампер-часов, подаваемых в контактный провод, на число часов в году, т. е. на 8760
Анодная зона	Зона подземного кабеля, в которой блуждающие токи выходят из его оболочки в окружающую электролитическую среду (земля, вода и т. п.)
Катодная зона	Зона подземного кабеля, в которой блуждающие токи входят в оболочку и броню кабеля из окружающей электролитической среды
Потенциал по отношению к земле	Потенциал оболочки кабеля в данной точке его по отношению к окружающей электролитической среде
Питающие фидеры	Фидеры, присоединяемые к контактному проводу
Отсасывающие фидеры	Фидеры, присоединяемые к рельсам
Отсасывающие пункты	Места присоединения к рельсам отсасывающих фидеров
Температурные стыки	Рельсовые стыки, оставляемые при сплошной сварке несваренными для свободного изменения рельсами их длины при колебаниях температуры
Изолирующий стык	Механическое соединение двух рельсов, препятствующее прохождению тока из одного рельса в другой
Изолирующая муфта	Изолирующий стык в металлической оболочке кабеля
Дроссельный стык	Стыковое соединение двух двухниточных цепей на электрифицированном участке железной дороги, служащее для пропуска тягового тока в обход изолирующих стыков и осуществляемое посредством двух путевых дросселей (реактивных катушек)
Путевой дроссель	Реактивная катушка значительного реактивного и малого активного сопротивления, включаемая в рельсовые цепи автоблокировки на электрифицированных участках для пропуска тягового тока
Электрические стыковые соединители	Проводники, привариваемые к концам рельсов в их стыке для шунтировки несваренных стыков
Обходные соединители	Присоединяемые к рельсам проводники, шунтирующие сборные стрелки, а также сборные крестовины на стрелках и на пересечениях путей
Погеречный соединитель	Проводник, соединяющий между собой нити одной или нескольких рельсовых цепей
Пункт дренирования	Место присоединения к оболочкам защищаемых кабелей дренажного проводника, отводящего блуждающие токи к обратному полюсу их источника

Увеличения проводимости рельсовых нитей достигают сваркой их в стыках, которая обязательна для трамвайных рельсов и желательна для рельсов электрических железных дорог. Несваренные температурные стыки и стыки специальных путевых частей (стрелок, крестовин и т. п.) оборудуют стыковыми и обходными соединителями.

Нормы падения напряжения в рельсах и нормы сопротивления несваренных рельсовых стыков с приваренными стыковыми соединителями приведены в табл. 219.

Кроме стыковых и обходных соединителей на рельсовых путях устанавливаются междурельсовые соединители.

Обходные и стыковые соединители железных дорог делают из медных проволок сечением не менее 70 мм<sup>2</sup>. Применяют также стальные или биметаллические соединители с эквивалентным по проводимости сечением и с поверхностью контакта в местах приварки к рельсам не менее 250 мм<sup>2</sup>.

Стыковые и обходные соединители трамваев делают из медных проволок или пластин общим сечением не менее 80 мм<sup>2</sup>. Применяют также стальные или биметаллические с эквивалентным по проводимости сечением и с поверхностью контакта в местах приварки к рельсам не менее 500 мм<sup>2</sup>.

Междурельсовые и междупутевые соединители электрических железных дорог делают из медной проволоки сечением не менее 40 мм<sup>2</sup> или стальные с эквивалентным по проводимости сечением. Если рельсовые нити не используются для целей блокировки и сигнализации, междурельсовые соединители выполняют через каждые 300 м, а междупутевые через каждые 600 м.

На станциях с односторонними рельсовыми цепями соединение между собой предназначенных для тягового тока рельсовых нитей различных путей производят через каждые 400 м.

При наличии автоблокировки с рельсовыми цепями соединение между собой обеих нитей пути выполняется только у изолирующих стыков при помощи путевых дросселей. Нити отдельных путей соединяют посредством соединения средних точек путевых дросселей. Расстояние между этими соединениями рассчитывают так, чтобы наличие соединителей не отражалось на контроле состояния рельсовых нитей сигнальным током.

Междурельсовые соединители трамваев делают из медной проволоки сечением не менее 10 мм<sup>2</sup> или из стальной и биметаллической проволоки с эквивалентным по проводимости сечением.

Междурельсовые соединители устанавливают:

- а) через 150 м между обеими нитями каждого пути;
- б) через 300 м между всеми нитями путей данной линии;
- в) по обе стороны стрелок и крестовин;
- г) между всеми нитями путей в пунктах присоединения обратных фидеров.

Кабели следует по возможности удалять от рельсов электрических железных дорог и трамваев, избегая резких приближений к рельсам и пересечений с ними. Наименьшие расстояния между кабелями и рельсами электри-

Т а б л и ц а 219

## Нормы падения напряжения в рельсах и сопротивления рельсовых стыков

Наименование требований	Н о р м ы	
	для электрических железных дорог	для сетей трамвая
Средняя величина падения напряжения в рельсах, вычисленная для среднесуточной нагрузки при составлении проекта электрической железной дороги или новой трамвайной сети или при расширении и переустройстве существующей	Между двумя любыми точками пути $\leq 3$ в на 1 км	а) Между двумя любыми точками рельсовой сети в черте города $\leq 2,5$ в; б) на любом участке городской трамвайной сети $\leq 0,35$ в на 100 м пути; в) между двумя любыми точками пригородной сети на прямой линии $\leq 2$ в на 1 км; г) на вылетной линии протяжением менее 1,25 км (по прямой линии, между началом и концом линии) $\leq 2,5$ в
Величина увеличения сопротивления участка рельсового пути за счёт рельсовых стыков	20%	20%
Сопротивление постоянному току каждого рельсового стыка с приваренным стыковым соединителем	$\leq$ сопротивления 3,0 м сплошного рельса	$\leq$ сопротивления 2,5 м сплошного рельса
Падение напряжения при среднесуточной нагрузке в дроссельном стыке	$\leq 0,2$ в	
Сопротивление рельсовых стыков в разводной части мостов (при обязательном условии шунтировки разводной части, осуществляемой при помощи проводов, соединяющих размыкаемые части пути как во время разрыва последних, так и во время сомкнутого состояния)	$\leq$ сопротивления 4,5 м сплошного рельса	Шунтировка необязательна, если на мосту имеется раздел питания между двумя отдельными станциями или подстанциями
Падение напряжения при средней нагрузке во время разводки моста	$\leq 0,01$ в на 1 м шунтируемого участка пути	

Т а б л и ц а 220

## Взаимное расположение рельсов электрических железных дорог, трамвая и подземных металлических сооружений

Наименование приближений и пересечений	Наименьшее расстояние в м	П р и м е ч а н и е
Расстояние между ближайшим рельсом и подземным кабелем, а также теми частями сооружений, которые располагаются на поверхности земли и которые соединены металлически с ними	2	а) Это расстояние в исключительных случаях может быть снижено до 1 м при условии применения на кабелях изолирующих покрытий или изолирующих канализаций; б) для кабельных сетей на территории железнодорожных станций по местным условиям допускаются отступления
Пересечение подземных кабелей с рельсами	1	Расстояние берётся от подошвы рельса до проложенного под ним кабеля
Расстояние места пересечения рельсов подземным кабелем или канализацией от отсасывающего пункта или от голых медных проводов, проложенных в земле и присоединённых к рельсам	3	Пересечение рельсов кабелями или канализацией под стрелками или крестовинами не допускается

Продолжение табл. 220

Наименование приближений и пересечений	Наименьшее расстояние в м	П р и м е ч а н и е
Расстояние между кабелями различных организаций или между кабелями и другими подземными сооружениями (водопровод, газопровод и т. д.)	0,5	
Расстояние между пересекающимися кабелями или между кабелями и другими подземными сооружениями в месте пересечения по вертикали	0,5	Указанное расстояние может быть уменьшено, если кабели проложены в изолирующей канализации или имеют изолирующее покрытие не менее 1 м в обе стороны от пересечения

ческих железных дорог и трамвая приведены в табл. 220.

При строительстве подземных кабельных сетей в районах, где может возникнуть коррозия оболочек кабелей блуждающими токами, применяется ряд защитных мероприятий. К числу основных мероприятий относятся мероприятия, перечисленные в табл. 221.

Проложенный в земле кабель в том случае считается защищенным от коррозии блуждающими токами, если во всех точках потенциал оболочки кабеля по отношению к земле является отрицательным.

Для голых оцинкованных кабелей опасными в отношении коррозии считаются анодные зоны (места с положительным потенциалом оболочки кабеля по отношению к земле) независимо от плотности блуждающих токов, сходящих с них в землю. Для бронированных кабелей опасными являются те

анодные зоны, где среднесуточная плотность тока, сходящего в землю, достигает  $0,15 \text{ ма/дм}^2$ .

Если обследованием кабельной сети обнаружены опасные для кабеля анодные зоны, то применяют дополнительные меры защиты как на источниках блуждающих токов, так и на проложенных под землей кабелях.

Потенциал ярко выраженной анодной зоны на всех подземных канализациях в соседстве с отсасывающим пунктом трамвайной рельсовой сети может быть снижен перерегулировкой пунктов отсасывания рельсовой сети и разгрузкой фидера в районе опасной зоны.

Меры защиты, применяемые на проложенных в земле кабелях, в значительной степени зависят от соседства с ними других подземных сооружений, от способов питания электрической железной дороги или трамвая и

Таблица 221

## Основные мероприятия, применяемые при строительстве подземных кабельных линий

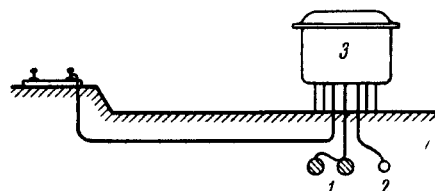
Наименование мероприятий	Дополнительные указания
Голые оцинкованные кабели прокладываются только в канализации	В местах, где уровень грунтовых вод находится выше подземных сооружений, канализацию делают изолирующей
Оболочка и броня кабелей изолируются от всех металлических конструкций, заземленных на рельсы электрических железных дорог	
При прокладке кабелей по мостам кабели изолируются от стальных ферм моста и арматуры железобетонных мостов	Если кабели прокладывают в стальных трубах, то последние изолируют по всей длине от металлических частей моста
В местах пересечения кабелей с рельсами электрических железных дорог и трамваев кабели или прокладывают в изолирующей канализации или защищают изолирующими покрытиями.	В качестве изолирующей канализации применяют канализацию из керамиковых, асбестоцементных труб или цементных труб, покрытых гидроизоляцией
В населенных пунктах, как правило, кабели прокладывают под тротуаром	
Кабели располагают по возможности дальше от магистральных водопроводных труб	

Продолжение табл. 221

Наименование мероприятий	Дополнительные указания
При прокладке кабелей в местах с сосредоточенной влажностью по возможности рекомендуется осушать эти места	
При строительстве и эксплуатации кабельной канализации предусматриваются меры, обеспечивающие возможность удаления воды из канализации	
Устройство металлического соединения между свинцовой оболочкой и броней кабеля в стыках строительных длин прокладываемого бронированного кабеля связи	
Устройство металлического соединения свинцовых оболочек и брони, прокладываемых рядом в одной траншее всех кабелей связи, в местах установки соединительных муфт	Соединение производят медным изолированным проводом сечением не менее 3 мм <sup>2</sup>
При прокладке бронированного кабеля связи рядом с телефонной канализацией производится соединение свинцовой оболочки и брони его со свинцовыми оболочками всех кабелей, находящихся в канализации	Соединение производят в колодцах или подземных коробках изолированным медным проводом сечением не менее 4 мм <sup>2</sup>
При пересечении бронированным междугородным кабелем других кабелей, проложенных в телефонной канализации, производится соединение его оболочки и брони со свинцовыми оболочками кабелей в канализации	Соединение производят в ближайшем колодце или коробке специальным бронированным кабелем сечением жил не менее 4 мм <sup>2</sup>
При параллельной прокладке бронированного кабеля с рельсами трамвая и электрической железной дороги, в случае пересечения им других подземных кабелей, в местах пересечения на расстоянии 1 м предусматриваются устройства для контроля за состоянием кабеля	К контрольным устройствам относятся: подземные овальные коробки, кабельные колодцы или подземные коробки с наружным люком, а также оборудование измерительного пункта
При параллельном следовании нескольких кабелей для них рекомендуется строить коллекторы	
Запрещается использовать рельсы электрических железных дорог в качестве заземлений для аппаратов централизации и устройств связи	
Проведение систематического контроля за блуждающими токами в кабеле, осуществляемого при помощи устройства измерительных контрольных пунктов: дренажных (фиг. 356), шкафных (фиг. 357), наружных (фиг. 358) и бутлежных (фиг. 359), а также дополнительных измерительных пунктов	Контрольные пункты оборудуют: а) на вводах кабелей в здание, релейные или телефонные шкафы; б) в местах установки разветвительных муфт на кабелях СЦБ; в) в местах, где один или несколько кабелей уходят в другую траншею; г) на остальных участках кабельной сети, через каждые 150—200 м
Устройство спайки брони кабелей с оболочкой на концах кабеля и поперечное соединение оболочек и брони всех кабелей, идущих в общей канализации или в одной траншее	Поперечное соединение (спайки) оболочек и брони проложенных кабелей производят, как правило: а) во всех контрольных измерительных пунктах; б) на каждом конце кабелей; в) во всех соединительных и тройниковых муфтах; г) во всех местах присоединения дренажных кабелей от дренажных и катодных установок; д) в местах ответвления одного из кабелей от группы кабелей в траншее и т. п.



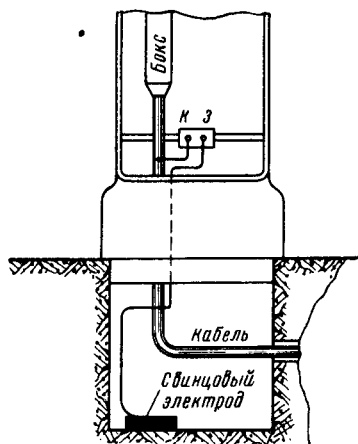
других факторов. Наиболее действенными методами защиты от электрокоррозии являются



Фиг. 356. Дренажный контрольный пункт:  
1—кабели; 2—измерительный заземлитель;  
3—дренажный шкаф

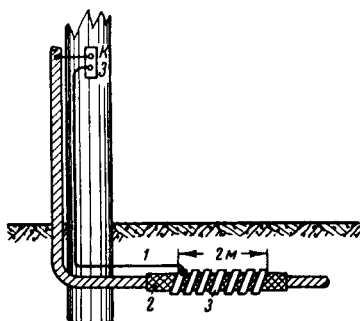
электрические методы, перечисленные в табл. 222.

Кроме перечисленных методов защиты, применяют протекторную защиту, при кото-



Фиг. 357. Шкафной контрольный пункт

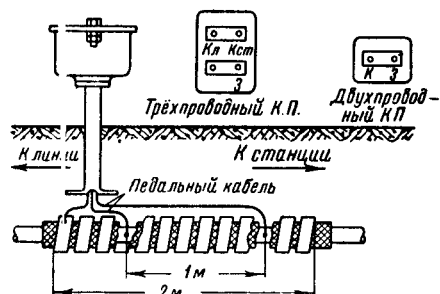
рой к защищаемому объекту присоединяется пластина металла, обладающего в данной среде более низким электрическим потенциа-



Фиг. 358. Наружный контрольный пункт:  
1—педаальный кабель; 2—гидроизоляция;  
3—бронелента

лом, а также защита при помощи электронного фильтра — покрытия, состоящего из токопроводящего коррозионностойкого вещества (резины или гудрона с примесью к ним

графита или перекиси свинца), которое не пропускает через себя ионы электролита к оболочке кабеля.



Фиг. 359. Бутлежный контрольный пункт

### Меры по защите кабелей от почвенной коррозии

Почвенная коррозия свинцовых оболочек и брони кабелей возникает под воздействием находящихся в почве солей, щелочей и органических кислот.

Для свинцовых оболочек кабеля наиболее опасным является наличие в почве уксусной кислоты, извести, нитратов (азотнокислых солей) и пергоя от органических веществ. Грунт с большим содержанием известняка (мергельный грунт), а также насыпные грунты с содержанием в них каменноугольной смолы и доменных шлаков, представляющие собой сильные щёлочи, также вредно действуют на свинцовую оболочку кабелей.

Для стальной брони кабелей наиболее опасными являются хлористые, серные и сернокислые соединения, находящиеся в почве.

К основным мероприятиям по защите кабелей от почвенной коррозии относятся:

1. Выбор трассы кабеля с таким расчётом, чтобы она не проходила в грунтах с большим содержанием извести (мергельные грунты), а также в болотистых и топких местах.

2. Избежание мест скопления кислот (конные базары, бойни, сточные канавы и т. п.).

3. Обход мест с насыпными грунтами, содержащими каменноугольные смолы и доменные шлаки.

4. Применение асбестоцементных трубопроводов при устройстве кабельной канализации в сырых грунтах или в грунтах, содержащих кислоту с концентрацией её до 1% или при содержании щелочей до 10%.

5. Применение керамиковых трубопроводов при устройстве кабельной канализации в сырых грунтах, где имеются агрессивные грунтовые воды с содержанием кислот более 1% и щелочей более 10%.

6. Устройство в мокрых грунтах только железобетонных колодцев с железнением и добавлением в раствор перезита.

7. Удаление воды, скопляющейся в колодцах кабельной канализации.

8. Смазывание кабелей вазелином при их протягивании в канализации.

9. Применение протекторов и электрических методов защиты (см. табл. 222) в тех случаях, когда потенциал проложенного кабеля выше потенциала окружающей кабель почвы.

Схемы электрической защиты кабелей от коррозии блуждающими токами

Наименование схемы защиты	Принципиальная схема защиты	Условное обозначение в схеме	Предпочтительная область применения
Простой электрический дренаж		Р—клемма для присоединения дренажного кабеля, идущего к рельсам; К—клемма для присоединения дренажного кабеля, идущего к защищаемому кабелю; 1—предохранитель; 2—рубильник; 3—реостат; 4—клеммы для включения контрольного амперметра	Применяется в тех случаях, когда потенциал оболочки кабеля неизменно выше потенциала той части обратной сети, куда отводятся блуждающие токи
Поляризованный электрический дренаж ПДЗ-39		1 — соленоидный контактор; 2—контрольное реле; 3—балластная лампа	Поляризованные электрические дренажи (ПДЗ-39, РПД-ЦНИИ-42 и вентильный) применяются в тех случаях, когда в процессе эксплуатации возможно изменение полярности кабеля, т. е. когда потенциал рельса может стать выше потенциала оболочки кабеля
Поляризованный дренаж РПД-ЦНИИ-42		1—поляризованное реле; 2—контрольное реле; 3—балластная лампа	
Вентильный поляризованный дренаж		1—вентиль; 2—реостат	

Продолжение табл. 222

Наименование схемы защиты	Принципиальная схема защиты	Условное обозначение в схеме	Предпочтительная область применения
Усиленный дренаж с купроксным вы- прямителем		1 — купроксный вы- прямитель типа КТВ-1; 2 — рубиль- ник	Усиленный дренаж с купроксным или газотронным выпря- мителем применяет- ся в тех случаях, когда, например, при наличии устой- чивых положительных потенциалов оболочки кабелей по отношению к земле одновременно наблю- даются знакопере- менные потенциалы оболочки кабелей по отношению к рель- сам
Усиленный дренаж с газотронным вы- прямителем		1 — трансформатор; 2 — газотронная лам- па; 3 — реостат нака- ла	
Схема катодной за- щиты с выпрямите- лем КТВ-1		1 — купроксный вы- прямитель типа КТВ-1 (может быть применён выпрями- тель СТВ, газотроны и т. п.); 2 — защи- щаемые кабели; 3 — аноды	Применяется глав- ным образом в ме- стах с явно выра- женными анодными зонами

## ТЕКУЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ И РЕМОНТ ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

### ТЕКУЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

Исходя из установленных норм времени на текущее содержание устройств связи, линейный электромеханик совместно со старшим электромехаником разрабатывает план-график технологического процесса по текущему содержанию устройств линейного околотка связи. Этот план-график утверждает начальник дистанции сигнализации и связи.

Техническое содержание линейных сооружений проводят линейные электромеханики в течение всего года; при этом они немедленно устраняют повреждения линии, а также выполняют следующие основные работы:

- выправку отдельных опор;
- подрезку ветвей деревьев, вырубку кустарников и отдельных деревьев, угрожающих падением на провода;

в) укрепление подгнивших опор приставками или рельсами;

г) устранение неисправностей в линейных молниеотводах;

д) замену лопнувших и подтягивание ослабших хомутов искусственных оснований;

е) проверку, выправку и частичную замену неисправной арматуры;

ж) чистку изоляторов и замену негодных изоляторов;

з) регулирование провисших проводов;

и) удаление набросов с проводов;

к) устранение недоброкачественных и временных соединений проводов;

л) замену повреждённых вязок;

м) упорядочение проводов на вводах;

н) осмотр и приведение к норме габаритов проводов на переходах и пересечениях;

о) осмотр заземлений и их ремонт.

Наряду с текущим содержанием линий связи весной и осенью производят контрольные осмотры линий связи для определения объёма и характера ремонтных работ.

Если при этом необходим более сложный ремонт, то последний либо выполняет бригада по текущему содержанию по особому плану-графику, составляемому электромехаником, либо этот ремонт проводится одновременно со средним и капитальным ремонтом.

### ТЕКУЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ МЕСТНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

Раз в три месяца электромеханик и монтажники проверяют состояние кабельной сети.

Проверке подлежат: трассы подземных кабелей, оболочки воздушных кабелей и крепление кабелей, защитные устройства, кабельная арматура, ящики, боксы, плинты и их детали, предохранители, разрядники, кроссировки и т. п. Все выявленные дефекты устраняют по плану-графику, составленному электромехаником.

Раз в год электромеханик производит контрольный осмотр сети и определяет объём ремонтных работ и их характер (текущий, капитальный). Один раз в год производят контрольные измерения сопротивления и изоляции жил кабеля, по которым определяют электрическое состояние кабеля и устраняют дефекты для приведения электрического состояния кабеля к нормам.

### ТЕКУЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ КАБЕЛЕЙ ДАЛЬНЕЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

Два раза в месяц электромеханик и монтажники обязаны осматривать трассу кабеля и состояние арматуры кабеля, защитных и коммутационных устройств и т. п.

При осмотре трассы кабеля необходимо особое внимание обращать на нарушение грунта над кабелем (осадка и размывка траншей, образование котлованов, оползни в берегах рек и оврагов и т. д.), на состояние кабеля в местах пересечений с дорогами и на крепление кабеля по мостам.

Для предупреждения размывов грунта на трассе кабеля необходимо систематически делать отвод от трассы ливневых, весенних

и других вод, производить подсыпку размывных участков трассы кабеля с восстановлением одерновки и мощения, укреплять траншеи в берегах рек, ручьёв и оврагов.

Нельзя допускать на трассе кабеля рытья канав, ям, котлованов, пахоты, посевов, посадок, устройства свалок, складывания строительных материалов и т. п.

Все обнаруженные дефекты нужно немедленно устранять.

Раз в год производят электрические измерения жил кабеля для устранения недостатков и приведения кабеля к электрическим нормам как по сопротивлению изоляции кабельных цепей, так и по затуханию этих цепей.

### СРЕДНИЙ РЕМОНТ ЛИНИЙ СВЯЗИ

Средний ремонт производят один раз в 3—5 лет.

В состав работ по среднему ремонту входят:

а) приведение опор и проводов в габарит; расчистка просек от кустарника, подрезка ветвей деревьев и удаление деревьев, угрожающих падением;

б) замена опор и подпор (в среднем до 20%), не обеспечивающих нормальной механической прочности линии; подведение искусственных оснований к опорам, стоящим в грунте и имеющим здоровую надземную часть;

в) возобновление нумерации опор;

г) смена повреждённых хомутов искусственных оснований и подтягивание ослабших хомутов;

д) выправка опор;

е) корректирование схемы скрещиваний цепей (упразднение или устройство небольшого числа скрещиваний); ремонт, укрепление и замену негодной арматуры, ремонт контрольных сжимов;

ж) ремонт ступеней и площадок на контрольных и кабельных опорах; ремонт существующих и установка недостающих линейных молниеотводов на оконечных, разрезных, контрольных, угловых, переходных и мачтовых опорах;

з) сплошная чистка изоляторов, чистка с промывкой изоляторов при замене вязок, а также на заменяемых опорах; замена дефектных изоляторов и не поддающихся чистке;

и) регулирование стрел провеса проводов, замена негодных вязок и устройство специальных вязок в районах, где наблюдается вибрация проводов;

к) выборочная замена проводов, имеющих большой износ;

л) сварка стальных проводов и замена недоброкачественных соединений на цепях из цветного металла;

м) ремонт вводов, замена на вводах изношенных изолированных проводов; установка вводов изоляторов;

н) проверка заземлений и переустройства их с целью доведения сопротивления заземлений до нормы;

о) окучивание опор;

п) проверка соответствия паспортизации фактическому состоянию линий связи;

р) ремонт кабельных опор и кабельных вставок.

### КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ЛИНИЙ СВЯЗИ

Капитальный ремонт производят один раз в 12—15 лет.

При капитальном ремонте выполняют следующие основные работы:

а) замену опор и подпор, не обеспечивающих нормальной механической прочности линии; частичную установку, при надобности, противоветровых, полуанкерных и других сложных опор для укрепления линии; частичную установку и перестановку опор для доведения длины пролётов до нормы; спрямление трассы линии и доведение числа угловых опор до минимума; переход с крюков на траверсы там, где это требуется по условиям габарита, и приведение расположения проводов к единому профилю;

б) проверку состояния контрольных опор с заменой всех нетиповых и неисправных контрольных сжимов, сплошную проверку состояния изоляторов и замену всех дефектных изоляторов, а также необходимую замену изоляторов для унификации их типа;

в) сплошное регулирование проводов;

г) сплошную замену изношенных проводов, не удовлетворяющих требованиям механической прочности;

д) полное переустройство схем скрещивания проводов;

е) сплошную проверку состояния вводов с заменой, в необходимых случаях, воздушных вводов кабельными; переустройство и ремонт воздушных вводов.

Одновременно производят все работы, входящие в состав среднего ремонта линий связи.

### КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ СЕТИ МЕСТНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

При капитальном ремонте сети местной телефонной связи производят:

а) ремонт воздушных линий местной связи в соответствии с классификацией ремонта линий I и II классов;

б) ремонт кабельных линий, во время которого исправляются или заменяются повреждённые кабели, ремонт кабельных шкафов и коробок (замену плитов, перезаделку, кабеля, замену негодных кроссировок и т. п.); замену негодного троса, на котором подвешен кабель; регулировку стрелы провеса кабеля; замену и укрепление опор, не обеспечивающих нормальной механической прочности кабельных линий; ремонт кабельной канализации и кабельных колодцев;

в) ремонт внутренней проводки, замену проводки, выполненной некачественными проводами и не удовлетворяющими техническим нормам.

### ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РЕМОНТЕ ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ И СЦБ

#### Разгрузка и переноска столбов

1. Воспрещается разгрузка столбов с железнодорожной платформы до полной остановки поезда.

2. Со стороны разгрузки столбов необходимо стойки спиливать постепенно и не ниже одного верхнего ряда уложенных столбов.

3. Воспрещается при разгрузке железнодорожных платформ сбрасывать столбы непосредственно на землю, разгружать их следует путём скатывания по двум прочно уложенным под верхний ряд столбов накатам.

4. Переноску столбов следует производить из расчёта не более 50 кг на одного рабочего. Переносят столбы на одноимённых плечах. Поднимать и сбрасывать столбы надлежит одновременно всем рабочим по команде одного.

#### Рытьё ям и установка опор

1. При рытьё ям в слабых и мягких грунтах во избежание обвалов земли необходимо устанавливать крепящие распорки.

2. Всякие работы в ямах во время подъёма опор воспрещаются.

3. При подъёме опоры должны поддерживаться ухватом и баграми.

4. Во время прохождения поезда установка опор близ железнодорожного полотна воспрещается.

#### Подвеска проводов

1. Воспрещается проход пешеходов, проезд подвоя и автомашин в тех пролётах, где производят подвеску.

2. Воспрещается подвеска проводов через железнодорожное полотно во время прохода поезда.

3. Поднимать провода на опоры следует при помощи удочек. Воспрещается поднимать вручную на опоры тяжёлую арматуру (траверсы, связанные в пачку, изоляторы и т. п.). Поднимать тяжести следует удочкой или лёбёдкой после надёжного и устойчивого укрепления рабочего на опоре.

#### Работа на опорах

1. Работать на опорах без надёжного закрепления предохранительных поясов воспрещается.

2. Влезать на вновь установленные опоры разрешается только после окончательной усадки земли.

3. Воспрещается: влезать на угловые опоры и производить на них работы с внутренней стороны угла, работать на одном когте с упором другой ноги в столб, с расстёгнутым предохранительным поясом или с неукреплёнными на ногах ремнями когтей.

4. Сменяемую опору, освобождённую от проводов, при рытьё около неё ямы для новой опоры следует укреплять баграми.

#### Работа на лестницах

1. Высота лестницы должна соответствовать характеру работы. Надвязка лестниц не допускается.

2. Высота лестницы должна быть такой, чтобы работающий мог вести свою работу, став на лестнице не выше предпоследней ступени.

3. Лестницы должны иметь наконечники в виде остроконечных стальных упоров.

4. Лестницы, предназначенные для работы с проводами, в верхней своей части должны иметь крючки.

5. На лестницах не должно быть нашитых ступеней.

### **Работа с проводами связи при пересечении их с проводами сильного тока и высокого напряжения**

1. Все работы с проводами связи в местах пересечения или сближения с линиями высокого напряжения должны производиться только под непосредственным руководством производителя работ или ответственного технического руководителя.

2. Воспрещается прикосновение проводами связи, руками, инструментом или приспособлениями для работы к проводам линий высокого напряжения, а также к защитным и отбойным тросам.

3. Воспрещается подниматься на опоры и конструкции линий высокого напряжения.

4. Работы следует производить в резиновых галошах и перчатках.

5. Ручки всех инструментов должны быть изолированы.

6. Воспрещается перебрасывать подвешиваемые провода через провода сильного тока.

7. При поражении электрическим током следует руководствоваться указаниями о подаче первой помощи.

8. Находиться под проводами высокого напряжения при приближении грозы и во время грозы воспрещается.

9. Участки линий связи или СЦБ, где имеется сближение с действующими линиями высокого напряжения, должны ограждаться с двух сторон переносными бариевыми разрядниками.

10. При падении в районе работ подвешиваемых проводов на провода высокого напряжения или при падении проводов высокого напряжения на подвешиваемые провода или при их обрыве и падении на землю работы прекращаются, а о случившемся немедленно сообщается персоналу того предприятия, которому принадлежит устройство сильного тока.

### **Сварка проводов**

1. Разрезанный для сварки провод должен находиться ниже лица разделщика или сварщика.

2. Все работы по сварке проводов должны производиться в защитных очках.

3. Работы по электросварке на земле, а также в сырую погоду на лестницах должны производиться в резиновых перчатках и галошах.

4. Все контакты и выключатели первичной цепи сварочного агрегата должны иметь надёжную изоляцию, а все металлические части сварочного агрегата (кожух, бензиновый двигатель и т. п.) заземляться.

5. Воспрещается сваривать провода при приближении грозы и во время грозы.

6. При термитно-муфельной сварке сварщик, работающий на лестнице, должен брать с собой только то количество шашек, которое

ему необходимо для сварки без перестановки лестницы.

7. Коробки с запасом шашек и термоспичек (обязательно закрытые) должны оставаться внизу, на расстоянии не менее 5 м от установленной лестницы.

8. Перед зажиганием термоспичек и термитно-муфельной шашки сварщик обязан надеть на глаза предохранительные очки и не снимать их до конца горения шашки.

9. При зажигании шашки и в процессе её горения сварочные клещи должны находиться на уровне пояса сварщика.

10. Сварщик должен следить за тем, чтобы внизу под свариваемыми проводами не было людей, а также, чтобы падающие искры и осколки разбитого или лопнувшего муфеля не вызвали загорания сухой травы, посевов и т. п.

### **Пропитка (консервация) столбов**

1. Рабочим, занятым на работах по пропитке столбов и при работах с пропитанными столбами, должно быть разъяснено, что вещества, употребляемые при пропитке столбов (креозот, уралит и т. п.), опасны (раздражают кожу работающего, а попадая в организм, могут вызвать отравление).

2. Для защиты от антисептиков перед едой необходимо обязательно мыть руки.

3. При работе кистями по обмазке столбов должна соблюдаться осторожность, чтобы брызги пасты и растворов антисептиков не попадали на лицо и глаза.

4. Работы с антисептиками должны производиться в защитных очках. Пропитка должна осуществляться в соответствующей спецодежде — брезентовом или бумажном костюме, брезентовых рукавицах, сапогах или ботинках.

5. Креозот должен храниться в железных бочках с обручами и с пробкой на резьбе. Ёмкость бочки должна быть не более 250 л.

6. Рабочие должны быть предупреждены об огнеопасных свойствах креозота и его паров.

7. Разведение костров и зажигание огня в местах хранения креозота и в местах, где обмазывают столбы креозотом, воспрещаются.

8. При работах на холоде загустевшую и замёрзшую пасту нельзя разогревать в котелках или бидонах на огне. Пасту следует разогревать путём добавления горячей воды или опускания в горячую воду сосуда с пастой.

### **Транспортировка и прокладка кабеля**

1. Для погрузки и выгрузки барабанов с кабелем должны устраиваться специальные настилы.

2. При перекатке барабанов по земле число рабочих должно быть таким, чтобы на каждого рабочего приходилось не более 80 кг веса барабана. При ручной размотке и переноске вес кабеля, приходящийся на одного рабочего, не должен превышать 35 кг.

3. При прокладке подводных кабелей должны быть приготовлены спасательные средства.

4. При протягивании кабеля в канализации, перед спуском рабочих в кабельные

колодцы, необходимо убедиться в отсутствии в колодце газов, могущих вызвать взрыв или отравление.

5. Во время монтажа кабелей запас бензина для паяльной лампы должен храниться в герметическом бидоне вне палатки.

6. Лампы для работы в кабельном колодце разжигают не ближе 2 м от колодца или шахты.

7. Воспрещается доливка горючего в горящую или неостывшую лампу.

8. Разогревание и переноска котелка с приносом, а также запайка свинцовых муфт

должны производиться в защитных очках и рукавицах.

9. Кабельная масса должна разогреваться в железной кастрюле с крышкой и носиком. Нельзя разогревать невоскрытые банки с кабельной массой как непосредственно на жаровне, так и в кастрюле.

10. Подготовку, разогрев и снятие с жаровни кастрюли, а также заливку муфт производят в брезентовых рукавицах и предохранительных очках.

11. Кастрюли с горячей массой нельзя передавать из рук в руки, а для передачи необходимо кастрюлю ставить на землю.

#### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Акульшин П. К. и др. Теория связи по проводам. Связьиздат, М., 1940.
2. Акульшин П. К. Скрещивание телефонных цепей. 2-е изд. Связьиздат, М., 1947.
3. Баев Н. А. и Новиков В. А. Телефонирование по воздушным линиям связи. Связьрадиоиздат, М., 1938.
4. Гончаров В. И. Памятка электромеханику и монтеру связи по работе в зимних условиях. Трансжелдориздат, М., 1951.
5. Грачев И. С. и Нефедов В. М. Малая механизация трудоёмких работ на линиях связи и СЦБ. Трансжелдориздат, М., 1950.
6. Гроднев И. И. и Ефимов И. Е. Провода и кабели связи с полихлорвиниловой изоляцией. Связьиздат, М., 1950.
7. Гроднев И. И. и Миллер Б. Ф. Кабели связи. Госэнергоиздат, М., 1950.
8. Ершов И. М. Защита подземных сооружений от коррозии, вызываемой блуждающими токами. Трансжелдориздат, М., 1948.
9. Ефимов В. А. и Каргашинский А. Д. Прокладка и монтаж кабелей СЦБ. Трансжелдориздат, М., 1947.
10. Инженерно-технический справочник по электросвязи, т. IV. Воздушные и кабельные линии связи. Связьиздат, М., 1945.
11. Инструкция по скрещиванию телефонных цепей воздушных линий связи. Связьиздат, М., 1947.
12. Кулешов В. Н. Теория кабелей связи. Связьиздат, М., 1950.
13. Михайлов М. И. и Азбукин П. А. Воздушные и кабельные линии связи и их защита. Ч. III. Связьиздат, М., 1940.
14. Правила защиты подземных металлических сооружений от коррозии блуждающими токами. Трансжелдориздат, М., 1948.
15. Правила ограждения сооружений связи и сигнализации от вредного действия установок сильного тока. Связьиздат, М., 1943.
16. Правила защиты устройств проводной связи от мешающего действия контактной сети электрических железных дорог постоянного тока. Трансжелдориздат, М., 1948.
17. Руководство по симметрированию кабелей связи. Связьиздат, М., 1947.
18. Руководство по ремонту воздушных линий связи. Связьиздат, М., 1942.
19. Руководство по прокладке и монтажу междугородных кабелей связи. Связьиздат, М., 1948.
20. Руководство по технической эксплуатации и ремонту междугородных кабельных сооружений связи. Связьиздат, М., 1948.
21. Семенов А. И. Монтаж междугородных и городских кабелей связи. Связьиздат, М., 1951.
22. Снарский А. А., Кожухов Г. К. и Пустовойтов Л. Ф. Руководство электромеханику и монтеру линейного околотка связи. 3-е переизд. и доп. изд. Трансжелдориздат, М., 1950.
23. Снарский А. А. Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки и их постройка. Трансжелдориздат, М., 1947.

# СИГНАЛИЗАЦИЯ, ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ, БЛОКИРОВКА



## ОБЗОР РАЗВИТИЯ СЦБ НА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

Старейший сигнал на железных дорогах — семафор — был заимствован из установок так называемого «оптического» или «семафорического» телеграфа; подобное предложение было сделано ещё в 1794 г. замечательным русским изобретателем-самоучкой Кулибиным.

Семафор как путевой сигнал вскоре вытеснил на железных дорогах первоначальную сигнализацию посредством шаров (днём) и огня (ночью).

В 1885—1886 гг. по оригинальным разработкам проф. Якова Николаевича Гордеенко (1851—1922 гг.), являющегося основоположником и творцом отечественных систем централизации и блокировки, были оборудованы устройствами взаимного замыкания стрелок и сигналов станции Саблино на бывшей Николаевской железной дороге и Кошедары на бывшей СПб-Варшавской железной дороге. Я. Н. Гордеенко далее разработал оригинальные системы путевой и станционной блокировки, а также всю аппаратуру для них.

Я. Н. Гордеенко явился также пионером в области научных исследований работы гибких тяг для управления стрелками и сигналами. Эти работы в дальнейшем были продолжены проф. М. И. Вахниным.

Оригинальные системы простейших устройств, обеспечивающих контроль положения и запирающие стрелок (контрольные замки), были предложены рядом русских изобретателей (В. С. Мелентьев, Ф. Г. Матросов и др.). Маршрутно-контрольными устройствами системы лауреата Сталинской премии Е. Е. Наталевича и системы В. А. Григорова в настоящее время оборудованы тысячи станций.

Большие усовершенствования в устройствах механической централизации произошли при разработках централизации с увеличенной дальностью управления. Успеху этих разработок содействовало динамометрирование работы тяг специальным прибором (динамометром).

Следует отметить новые типы компенсаторов, рычагов, шкивов для удалённого управления с применением подшипников качения; весьма оригинальна конструкция рычагов, предложенных инж. Евдокимовым.

В области средств сношений по движению поездов отечественными изобретателями много

сделано в отношении развития как жезловой системы, так и в полуавтоматической и особенно автоматической блокировки.

С 1925 г. оригинальная электрожезловая система советского изобретателя Д. С. Трегера, признанная типовой для сети советских железных дорог, полностью вытеснила английскую импортную систему жезловых аппаратов Вебб-Томсона и Смиса.

В области полуавтоматической блокировки советскими изобретателями созданы новые системы путевой блокировки (профессор Я. Н. Гордеенко — четырёхточковая однопутная Электротреста заводов слабого тока, двухпутно-однопутная по предложению Д. П. Борисова и М. И. Вахнина, релейные — Д. П. Борисова, а также Б. С. Рязанцева, Н. М. Степанова и др.).

Следует особо отметить отечественных изобретателей рельсовых педалей для путевой полуавтоматической блокировки (системы Ф. Г. Матросова и И. Д. Лыкова).

Особенно много нового внесено в созданные впервые при советской власти устройства автоблокировки. Начиная с 1930 г., разработаны и внедрены системы прожекторных светофоров типов ПС-45 — ТССП, ПС-ЦНИИ (по предложению инж. Пущкарёва); новые оригинальные схемы автоблокировки системы А. М. Брылеева и Н. М. Фонарёва, кодовая автоблокировка с полярным и числовым кодом по предложению И. М. Куткина, А. М. Брылеева, Н. М. Фонарёва и А. В. Шишлякова.

Особой оригинальностью отличается новая система индуктивно-резонансного автостопа, разработанная в ЦНИИ лауреатом Сталинской премии А. А. Танцюра.

Первые разработки системы непрерывного автостопа с локомотивной сигнализацией были сделаны в НИИЖТ под руководством Г. Д. Тишина. В этой системе впервые применён числовой код, в большей степени обеспечивающий безопасность движения по сравнению с системами, применяемыми в зарубежной практике.

Дальнейшие усовершенствования автостопа с локомотивной сигнализацией проведены в ЦНИИ под руководством лауреатов Сталинской премии А. М. Брылеева и Н. М. Фонарёва при участии инж. А. В. Шишлякова.



При советской власти созданы новые эффективные системы электрической централизации: маршрутная — по предложению лауреата Сталинской премии А. А. Кускова, релейно-шаговая системы инж. Б. Н. Пушкарёва, автоматическая для горок системы Брылеева и Фонарёва, удостоенная Сталинской премии; релейно-кодовая системы ТССП.

Новые устройства по механизации горок были разработаны проф. Н. О. Рогинским, В. Д. Ратниковым и др.

Диспетчерская централизация нашла применение на железных дорогах СССР благодаря трудам проф. Н. В. Лупала, доцента

А. А. Павлова, инж. Н. В. Старостиной, П. Н. Жильцова и др.

В это же время была разработана в лаборатории СЦБ ЦЛПС, руководимой проф. М. И. Вахнинным, первая в СССР релейная централизация с центральными зависимостями для станции Гудермес; разработка была проведена проф. Н. В. Лупалом, инж. Б. И. Ароновичем, Б. К. Щукиным и др.

Большая заслуга в области новых разработок СЦБ принадлежит коллективам работников ЦНИИ МПС, ТССП, кафедрам автоматики и телемеханики, ЛЭТИИЖТ, заводов «Трансигнал», имени Казизкого и др.

## КЛАССИФИКАЦИЯ И НАЗНАЧЕНИЕ УСТРОЙСТВ СЦБ

**Основное определение.** Устройствами сигнализации, централизации и блокировки (сокращённо устройствами СЦБ) называют технические средства, имеющие целью обеспечение безопасности движения на железнодорожном транспорте и повышение пропускной способности перегонов и участков железных дорог и перерабатывающей способности железнодорожных станций.

**Значение устройств СЦБ железнодорожного транспорта.** Устройства СЦБ, обеспечивая безопасность движения и повышая пропускную способность железных дорог, путём механизации и автоматизации операций, выполняемых при движении поездов и маневровой работе, позволяют осуществить заданные перевозки при меньшем числе локомотивов и вагонов, а также при меньшем числе работников, занятых в производстве, и при меньшей затрате труда с их стороны. Таким образом, с введением устройств СЦБ повышается производительность труда, снижаются эксплуатационные расходы и достигается более высокий уровень культуры производства.

**Основное требование, предъявляемое к устройствам СЦБ.** Все устройства СЦБ при повреждениях должны приходить в такое состояние, при котором не могла бы возникнуть опасность для движения поездов; например, семафоры и светофоры при повреждении их самих или соответствующих устройств, служащих для управления ими,

должны автоматически принимать заграждающее положение.

**Классификация устройств СЦБ по месту применения:**

- 1) сигнальные устройства, применяемые и на станциях и на перегонах;
- 2) централизационные устройства, применяемые на станциях;
- 3) блокировочные устройства, применяемые на перегонах.

К первой группе относятся сигнальные приборы — светофоры, семафоры, поворотные диски и щиты; ко второй — централизация стрелок, сигналов и приборов путевого заграждения, станционная блокировка, устройства для запираания и контроля положения стрелок, маршрутно-контрольные устройства, вагонные замедлители; к третьей — путевая блокировка, электрожелезнодорожная система, автостопы, авторегулировка, локомотивная сигнализация, переездная сигнализация.

Как правило, устройства, входящие в каждую из указанных групп, тесно увязываются друг с другом, и отнесение их к той или иной группе является условным.

**Классификация устройств СЦБ по наличию элементов автоматики.** Устройства СЦБ по наличию элементов автоматики разделяют на неавтоматические, полуавтоматические и автоматические.

Устройства СЦБ в процессе своего развития всё более и более насыщаются элементами автоматики и телемеханики.

## СИГНАЛИЗАЦИЯ

### НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ СИГНАЛОВ

На железнодорожном транспорте сигналы применяют для обеспечения безопасности и регулирования движения поездов. По всей сети железных дорог СССР действуют только сигналы, утверждённые министром путей сообщения.

Применяют следующие виды сигналов:

- а) по способу восприятия — видимые и звуковые;
- б) по времени применения — дневные, ночные, круглосуточные;

- в) по способу применения — постоянные и переносные.

В данном разделе рассматриваются только постоянные сигналы.

Значение постоянных сигналов днём и ночью и их сигнальные показания приведены в табл. 1.

Постоянными сигналами являются светофоры, семафоры, диски и локомотивные сигналы, установленные в будке машиниста.

Светофоры устанавливают на участках, оборудованных автоблокировкой, на отдельных пунктах, оборудованных электрической

Таблица 1

Постоянные сигналы и их показания

Назначение сигнала	Значение подаваемого сигнала	Показание						Назначение сигнала	Значение подаваемого сигнала	Показание							
		Семафора, диска, щита			Светофор					Семафора, диска, щита			Светофор				
		Днем	Ночью	В сторону машиниста	В сторону станции	Днем	Ночью			В сторону машиниста	В сторону станции	Днем	Ночью	В сторону машиниста	В сторону станции		
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Входной и маршрутный сигналы; сигналы прикрывания	Стоп, не проезжая сигнала					Выходной, проходной и маршрутный сигналы	Стоп, не проезжая сигнала					Выходной, проходной и маршрутный сигналы	Стоп, не проезжая сигнала				
Входной и маршрутный сигналы; сигналы прикрывания	Применение на главном пути с остановкой					Применение на боковом пути с остановкой	Применение на боковом пути с остановкой					Применение на боковом пути с остановкой	Применение на боковом пути с остановкой				
Входной и маршрутный сигналы; сигналы прикрывания	Применение на главном пути без остановки					Применение на боковом пути с остановкой	Применение на боковом пути с остановкой					Применение на боковом пути с остановкой	Применение на боковом пути с остановкой				
Входной и маршрутный сигналы; сигналы прикрывания	Применение на боковом пути с остановкой					Применение на боковом пути с остановкой	Применение на боковом пути с остановкой					Применение на боковом пути с остановкой	Применение на боковом пути с остановкой				

Назначение сигнала	1	Значение подаваемого сигнала	2	Показание						Назначение сигнала	3	Значение подаваемого сигнала	Показание					
				Семафора, диска, щита			Светофор						Семафора, диска, щита			Светофор		
				Днем	Ночью	В сторону машиниста	В сторону станции	Днем	Ночью				В сторону машиниста	В сторону станции	Днем	Ночью	В сторону машиниста	В сторону станции
				3	4	5	6	3	4				5	6	3	4	5	6
				Входной и маршрутный сигналы; сигналы прикрывания	Стоп, не проезжая сигнала	Применение на главном пути с остановкой	Применение на боковом пути с остановкой	Применение на главном пути без остановки	Применение на боковом пути с остановкой				Применение на боковом пути с остановкой	Применение на боковом пути с остановкой	Применение на боковом пути с остановкой	Применение на боковом пути с остановкой	Применение на боковом пути с остановкой	Применение на боковом пути с остановкой

Назначение сигнала	1	Значение подаваемого сигнала	2	Показание						Назначение сигнала	3	Значение подаваемого сигнала	Показание					
				Семафора, диска, щита			Светофор						Семафора, диска, щита			Светофор		
				Днем	Ночью	В сторону машиниста	В сторону станции	Днем	Ночью				В сторону машиниста	В сторону станции	Днем	Ночью	В сторону машиниста	В сторону станции
				3	4	5	6	3	4				5	6	3	4	5	6
				Входной и маршрутный сигналы; сигналы прикрывания	Стоп, не проезжая сигнала	Применение на главном пути с остановкой	Применение на боковом пути с остановкой	Применение на главном пути без остановки	Применение на боковом пути с остановкой				Применение на боковом пути с остановкой	Применение на боковом пути с остановкой	Применение на боковом пути с остановкой	Применение на боковом пути с остановкой	Применение на боковом пути с остановкой	Применение на боковом пути с остановкой

Дополнительно к сигналам, приведенным в табл. 1, вводятся: при автоблокировке на входном сигнале и наличии на станции маршрутных светофоров-одновременно горящий желтый с зеленым огнем, на выходных-одновременно горящий желтый с зеленым огнем при отработке на отбывание; на проходном - одновременно горящий желтый с зеленым огнем при автоблокировке.

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Предупредительный диск или световор обозначенный перед фигурой с белым сигналом на станциях без об- тормаживающей бло- кировки (с электриче- ской централизацией)	Входной сематор (световор) закрыт					Маневровые сигналы для маневровых маршрутов на станциях с электрической централизацией.	Разрешается маневровое передвижение с пониженной скоростью и проезд красных огней выходов световороб в районе маневров (при движе- нии на занятую секцию или по незапертым стрелкам)				
	Входной (проходной) сематор (световор) открыт						То же с повышенной скоростью (при движении по запертым стрелкам на свободную секцию)				
	Вперед на горку с установленной скоростью						Запрещается маневровое передвижение				
Горочные световоры	Вперед на горку с пониженной скоростью					Маневровый сигнал, сдвигнутый с двукратным	Разрешается проследовать световор маневровым порядком				
	Стоит						Разрешается маневровое передвижение с повышенной скоростью				
	Опадать, вправо с горки назад на прямые пути										
Маневровые сигналы для маневров в данном районе	Запрещается производство маневров в данном районе (сигналы видны с обеих сто- рон)					Входной с маршрутным указателем	Прием на боковой путь с остановкой и указанием парка приема горящими белыми лампами на марш- рутом указателе				
	Разрешается производство маневров в данном районе (сигналы видны с обеих сторон)										

централизацией, и на других отдельных пунктах, при наличии надёжного электропитания.

Семафоры применяют на участках, оборудованных независимо действующей сигнализацией, с полуавтоматической блокировкой, и на отдельных пунктах с маршрутно-контрольными устройствами и с механической централизацией.

Предупредительные диски устанавливают перед входными и проходными семафорами при плохой видимости последних на расстоянии тормозного пути.

Локомотивные сигналы применяются на участках, оборудованных устройствами авторегулировки; они являются основными при отсутствии напольных сигналов.

Сигналы подают три основных показания: а) сигнал остановки (стой); б) сигнал уменьшения скорости (тише); в) сигнал разрешения движения с установленной скоростью (путь свободен).

Соответственно этим показаниям приняты следующие сигнальные цвета:

- а) красный, требующий остановки;
- б) желтый, требующий снижения скорости;
- в) зелёный, разрешающий движение с установленной скоростью.

## ОСНОВЫ СИГНАЛЬНОЙ СВЕТОТЕХНИКИ

Безопасность следования поездов может быть обеспечена только при хорошей видимости сигналов с расстояния не менее тормозного пути: при автоматических тормозах не менее 800 м, а при ручном и смешанном торможении 1 200 м.

Видимость сигналов зависит от следующих факторов:

- а) контрастности между воспринимаемым предметом (сигналом) и фоном, на котором он виден;
- б) уровня яркости предмета (сигнала);
- в) прозрачности промежуточной среды;
- г) времени, в продолжение которого изображение предмета фиксируется в глазу, и пр.

С учётом основных свойств человеческого глаза расстояние  $L$ , на котором можно отчетливо распознать форму или положение сигнального тела, находят по формуле

$$L = \frac{h}{n} \cdot l,$$

где  $h$  — высота сигнального тела;

$l$  — предельное фокусное расстояние глаза, равное 17 мм;

$n$  — величина изображения на сетчатке,  $n = k \cdot 0,005$  мм (коэффициент запаса  $k$  берётся 3—4 для крыла семафора, диска и выше 5—7—для сложных сигнальных форм).

С учётом  $k$  формула примет вид

$$L = \frac{3400}{k} \cdot h,$$

или же приближённо для простых сигнальных форм (крылья, диски)

$$L = 1000 h, \quad (1)$$

для сложных сигнальных форм (буквы, цифры индикаторов)

$$L = 500 h. \quad (2)$$

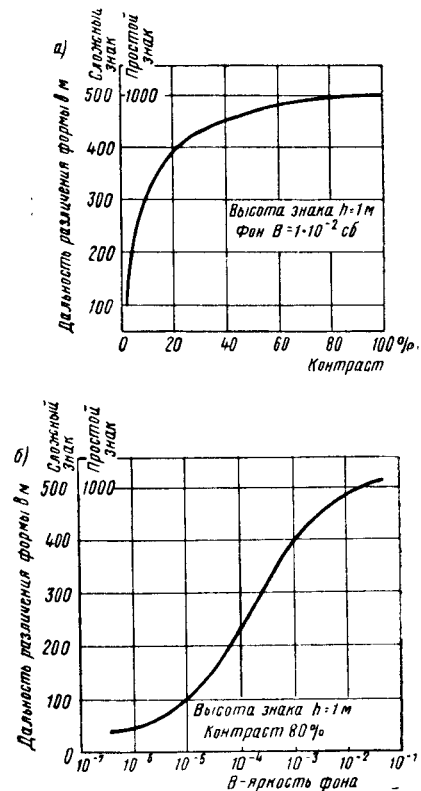
На видимость сигнала влияет контрастность по яркости или цвету между сигналом и окружающим фоном, учитываемая коэффициентом контрастности  $\kappa_k$  (%)

$$\kappa_k = \frac{B_\phi - B_z}{B_\phi},$$

где  $B_\phi$  — яркость фона;

$B_z$  — яркость знака.

Зависимость  $L$  от коэффициента  $\kappa_k$  и яркости фона  $B_\phi$  показана на кривых фиг. 1, а, б.



Фиг. 1. Кривые зависимости дальности различения формы сигнала от контрастности и яркости фона

Наибольшая контрастность достигается высококачественными красками для сигнальных тел, светлой окраской крыльев и дисков при тёмном фоне и тёмной окраской при светлом фоне.

Видимость также зависит от формы и размеров сигнального знака. При длине верхнего крыла семафора 1,8 м, достаточном контрасте и прозрачной атмосфере дальность видимости увеличивается до:

$$L = 1000 \cdot 1,8 \approx 1800 \text{ м.}$$

Видимость светофора или семафора (ночью) зависит от освещённости  $E$ , даваемой сигналь-

ным лучом, на зрачке наблюдателя, определяемой по формуле:

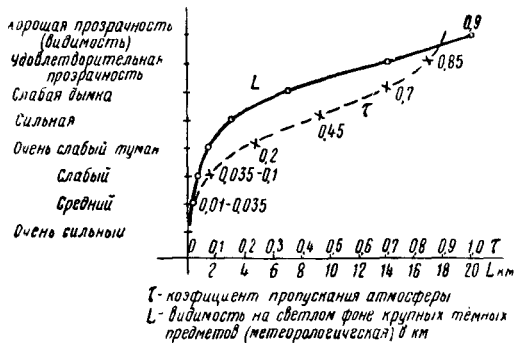
$$E = \frac{I}{L^2} \tau \cdot 10^{-6} \text{ лк}, \quad (3)$$

где  $I$  — сила света сигнального пучка;  
 $L$  — расстояние сигнала от наблюдателя в км;  
 $\tau$  — коэффициент пропускания атмосферы на 1 км.

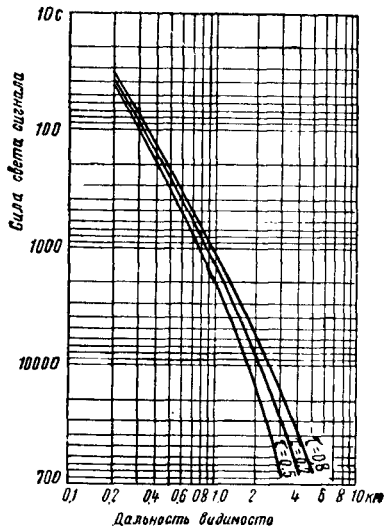
Расчётные значения  $E$  (в  $10^{-6}$  лк) по данным ЦНИИ МПС приведены в табл. 2.

Таблица 2

Значение $E$		
Цвет огня	Днём	Ночью
Красный . . . . .	600	0,8
Жёлтый . . . . .	1 200	2,0
Зелёный . . . . .	900	1,2
Синий . . . . .	800	1,0
Лунно-белый . . . . .	2 000	3



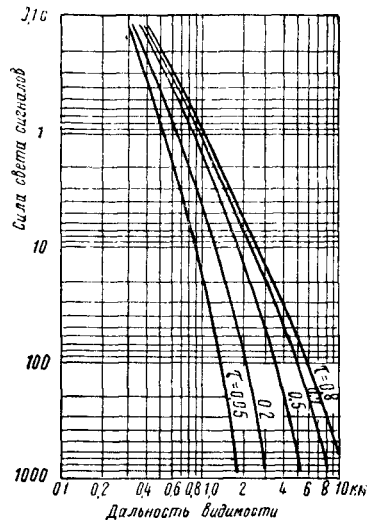
Фиг. 2. Коэффициент пропускания атмосферы



Фиг. 3. Номограмма для расчёта дневного зелёного огня

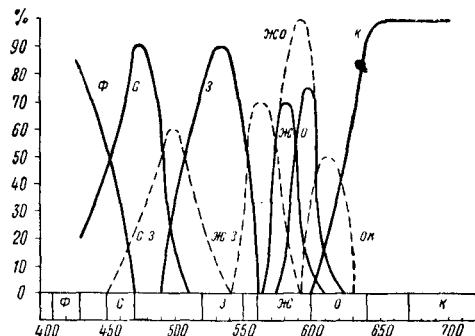
Изменение коэффициента пропускания атмосферы показано на фиг. 2. На основании формулы (3) строятся расчётные номограммы: для дневного зелёного сигнального огня (фиг. 3) и для ночного красного огня (фиг. 4).

Видимость сигналов зависит также от правильности выбора сигнальных цветов и окраски светофильтров. На основании работ Государственного оптического института по исследованию опознавания цветов построены



Фиг. 4. Номограмма для расчёта ночного красного огня

кривые фиг. 5. Из кривых видно, что наиболее чётко различаются спектральные цвета: красный К, зелёный З, синий С, жёлто-оранжевый ЖО, что подтверждает правильность выбора для железнодорожного транспорта сигнальных цветов: красного, зелёного, жёлтого (жёлто-оранжевого), синего и лунно-белого.



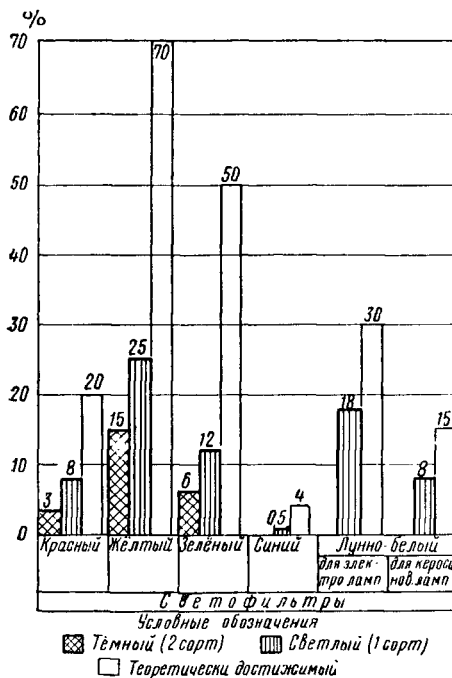
Фиг. 5. Кривые опознавания цветов

Цвет источника света характеризуется окраской светофильтров и цветовой температурой пламени или нити накала лампы (керосиновых ламп порядка  $1900^\circ$ , электрических светофорных ламп  $2500-2700^\circ$ ).

Отфильтрование лучей от источника света светофильтрами характеризуется коэффициен-

том общего пропускания  $\tau_{\Sigma}$ , равного отношению светового потока, прошедшего через светофильтр, ко всему падающему на него потоку и определяемому по кривым спектрального пропускания.

Коэффициенты общего пропускания (в %) для светофильтров основных сигнальных цветов при цветовой температуре 2400° приведены на графиках (фиг. 6).



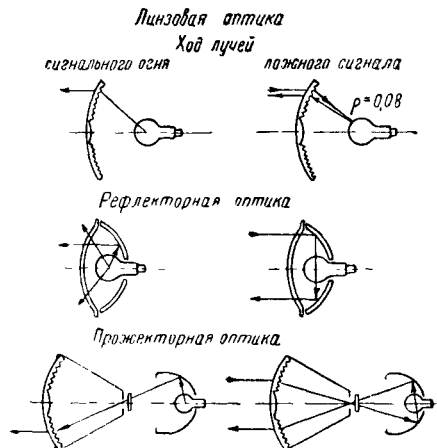
Фиг. 6. Графики коэффициентов пропускания

Новейшие образцы светофильтров при улучшении технологического процесса варки цветного стекла и при высококачественных красителях дают более высокие коэффициенты пропускания.

Светофильтры изготавливают из устойчивых материалов, не меняющих в течение 5 лет более чем на 5% своих свойств (цвета и коэффициента общего пропускания) от продолжительного воздействия дождя, колебаний температуры (в пределах от +60° до -50°C), солнечного света и излучения лампы; поверхность их должна быть твердой, допускающей протирание тряпкой без оставления царапин на поверхности стекла. Заводские образцы светофильтров при приемке проверяют на цвет колориметрами, а коэффициенты общего пропускания измеряют линейным фотометром по сравнению с образцовыми светофильтрами.

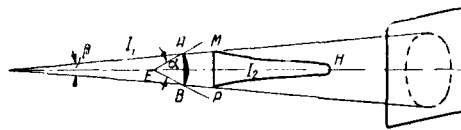
На железнодорожном транспорте применяют следующие оптические системы световых сигналов (фиг. 7):

- линзовую — из массивных или ступенчатых линз (в линзовых светофорах);
- рефлекторную — из отражателя-рефлектора и защитного переднего стекла (в семафорах);



Фиг. 7. Оптические системы световых сигналов

в) комбинируемую линзово-рефлекторную или проекторную (в проекторных светофорах).

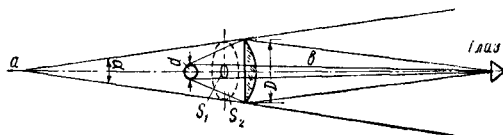


Фиг. 8. Схема работы оптической системы

Работа оптической системы (фиг. 8) выражается уравнением

$$\frac{I_2}{I_1} = \kappa \frac{\left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right)}{\left(1 - \cos \frac{\beta}{2}\right)}, \quad (4)$$

- где  $I_2$  — средняя сила света светового пучка;  
 $I_1$  — средняя сила источника света;  
 $\kappa$  — коэффициент потерь на поглощение и отражение в линзе;  
 $\alpha$  — угол охвата линзы;  
 $\beta$  — угол рассеяния линзы.



Фиг. 9. Работа оптической системы, снабженной лампой с точечной нитью

Усиление оптической системы с источником света в виде шарика приведено на фиг. 9.

Оно характеризуется следующим уравнением:

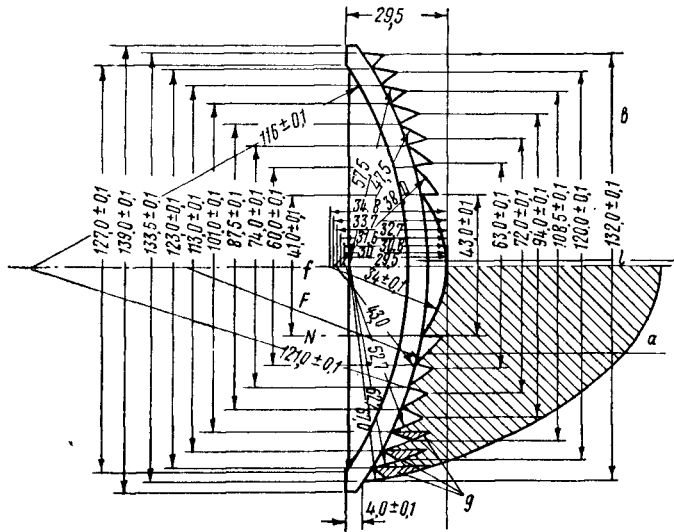
$$\gamma = \frac{I_2}{I_1} = \kappa \frac{D^2}{d^2}, \quad (5)$$

где  $D$  — диаметр линзы;

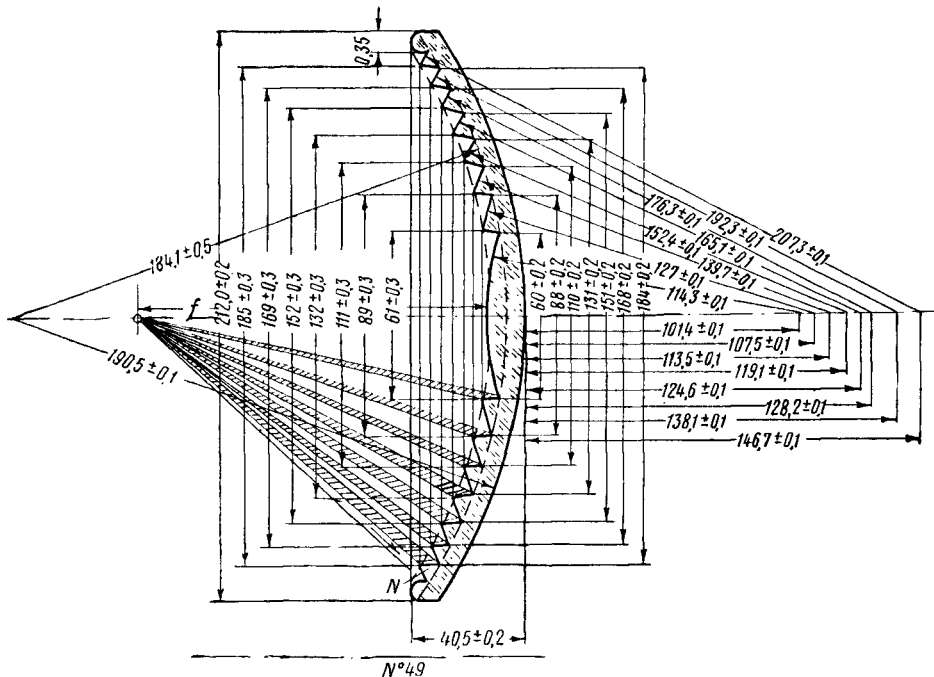
$d$  — диаметр источника света.

Большее усиление оптической системы достигается увеличением диаметра оптики и уменьшением размеров светящегося тела источника света, т. е. применением ламп с точечной нитью накала.

Светофорные линзы с целью уменьшения поглощения в них и облегчения их делают ступенчатыми. Линзы со ступенчатой наружной поверхностью (фиг. 10) и внутренней ступенчатой поверхностью (фиг. 11) по оптическим свойствам аналогичны массивным линзам.



Фиг. 10. Линза со ступенчатой наружной поверхностью



Фиг. 11. Линза со ступенчатой внутренней поверхностью

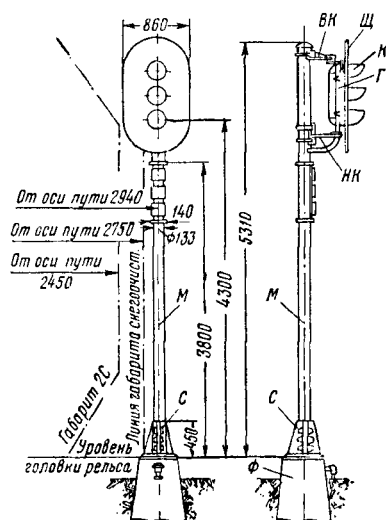
### ЛИНЗОВЫЕ СВЕТОФОРЫ

На железнодорожном транспорте широко применяют линзовые светофоры следующих типов:

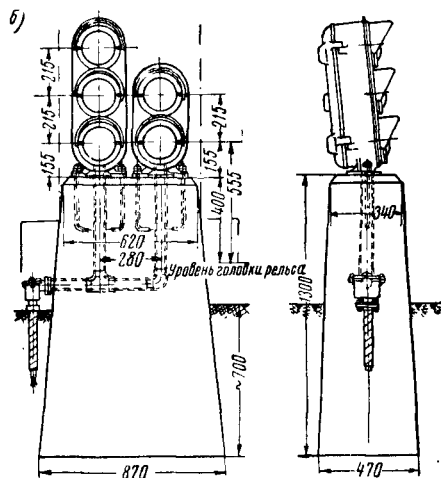
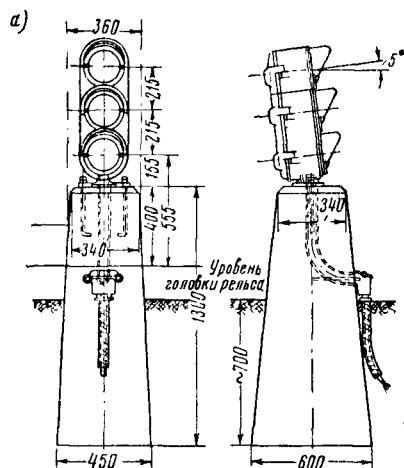
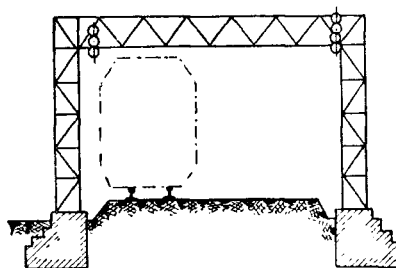
- а) мачтовые (фиг. 12);
- б) карликовые (фиг. 13);
- в) устанавливаемые на светофорных мостиках (фиг. 14);
- г) устанавливаемые на консолях (фиг. 15).

Основные части светофора (фиг. 12) следующие: фундамент  $\Phi$  (бетонный), стальная труба  $M$  диаметром 133 мм, головка  $G$  на три,

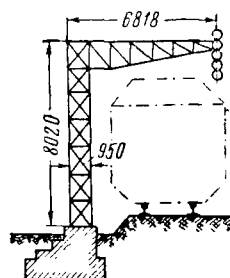
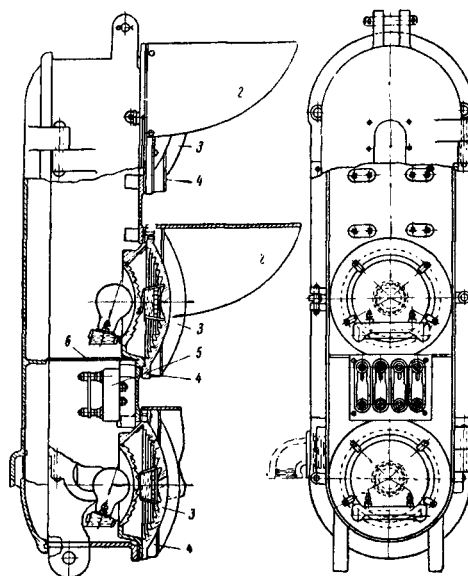
два и один линзовый комплект (соответственно № 6177, 6178, 6179), стяжной стакан  $C$  (№ 1054), щиток для нумерации светофоров, колпачок для закрытия трубы  $M$  сверху, кронштейн верхний  $BK$  и нижний  $HK$  для крепления головки к мачте, экранный щит  $Щ$ , козырьки  $K$ . Светофорная головка (фиг. 16) состоит из: корпуса с дверкой, линзовых комплектов 4, разделённых друг от друга перегородками 6 с козырьками 2, рассеивающими стёклами 3 и фарфоровыми клеммами 5. К корпусу головки прикрепляется экранный щит.



Фиг. 12. Мачтовый линзовый светофор

Фиг. 13. Карликовые светофоры:  
а—с одной головкой; б—сдвоенные

Фиг. 14. Светофорный мостик через два пути

Фиг. 15. Светофорный консольный  
мостик через 1 путь

Фиг. 16. Светофорная головка



Таблица 3

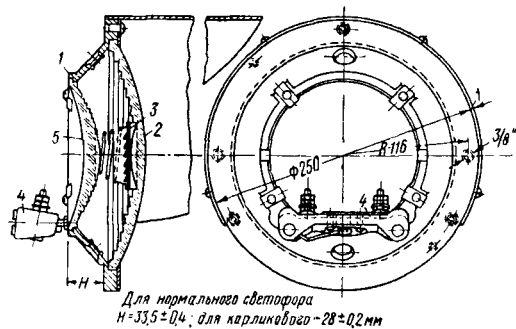
Основные данные светофорных ламп

Напряже- ние в в	Мощность в вт			Световой поток в люменах	Средняя сфе- рическая сила света в люменах	Световая отдача			Наибольшие раз- меры нити	
	номиналь- ная	наимень- шая	наиболь- шая			номиналь- ная	наимень- шая	наиболь- шая	ширина в мм	высота в мм
12	10	8,5	11,5	78,0	6,2	7,8	6,63	8,97	3,8	2,4
12	15	12,75	17,25	127,5	10,0	8,5	7,23	9,78	4,2	2,6
12	25	21,25	28,75	225,0	18,0	9,0	7,65	10,35	5,0	3,5

Линзовый комплект (фиг. 17) для боль-  
шего усиления за счёт увеличения угла ох-  
вата имеет две основные линзы: 5 — цвет-  
ную диаметром 139 мм с фокусным рассто-  
янием  $f=68$  мм, 2—бесцветную линзу диаметром

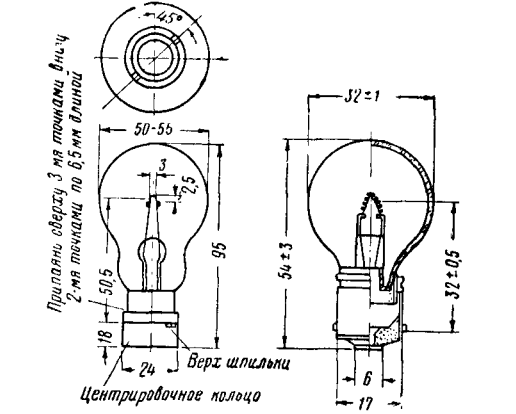
10°, а на кривых радиусом 250—900 м с  
углом рассеяния 20°.

Светофорные лампы (фиг. 18) изготовля-  
ют с короткой концентрированной нитью.



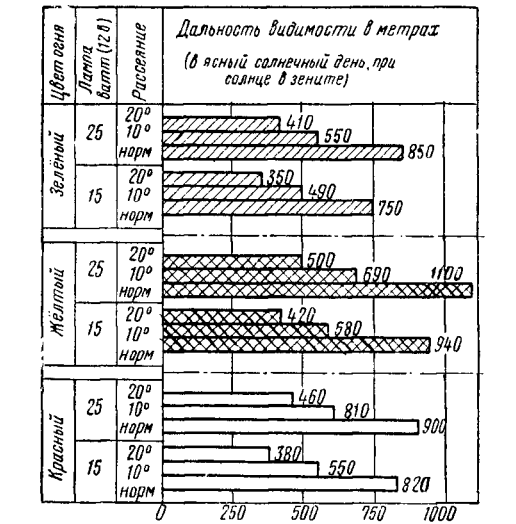
Фиг. 17. Линзовый комплект

212 мм с  $f=130$  мм, в карликовых светофорах  
линза 2 диаметром 166 мм с  $f=103$  мм. Лин-  
зы вставлены и закреплены в металлическом  
корпусе 1, между линзами помещена откло-  
няющая вставка 3, обеспечивающая видимость



Фиг. 18. Светофорная лампа

сигнального луча на расстоянии 10 м от сиг-  
нала. Лампу вставляют в ламподержатель 4,  
снабжённый клеммами для подвода проводов.  
На кривых радиусом 900—2500 м линзовый  
комплект дополняют рассеивающим стеклом,  
имеющим диаметр 228,5 мм и угол рассеяния



Фиг. 19. Дальность видимости светофоров

Электрические и световые характеристики  
ламп линзовых светофоров приведены в табл. 3.

Лампа укрепляется в патроне ламподер-  
жателя двумя шпильками на установочном  
кольце, напаянном на цоколе лампы, чем  
обеспечивается точное положение (с допу-  
ском до 0,5 мм) нити лампы по отношению  
к патрону и линзам.

Ориентировочная сила света линзовых  
комплектов указана в табл. 4.

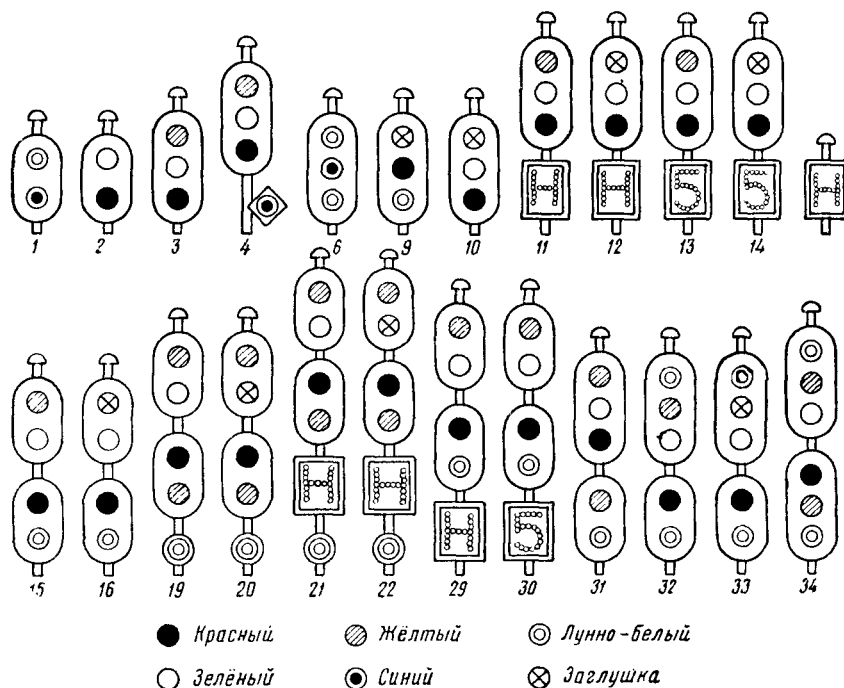
Таблица 4

Сила света линзовых комплектов

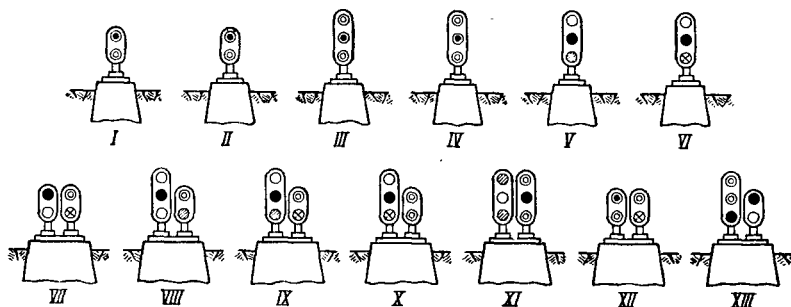
Цвет линзы	Сила света в свечах	
	при нормаль- ной головке	при карлико- вой головке
Красный . . . . .	500	300
Жёлтый . . . . .	1 200	700
Зелёный . . . . .	700	420
Синий . . . . .	40	25
Лунно-белый . . . . .	1 000	590

Дальность видимости световорных огней разных цветов при лампах 15 и 25 *вт* с нормальными линзовыми комплектами показана на фиг. 19.

Типы применяемых на железных дорогах СССР линзовых мачтовых светофоров приведены на фиг. 20, карликовых светофоров на фиг. 21.



Фиг. 20. Типы мачтовых линзовых светофоров: 1 — маневровый; 2 — выходной на полуавтоматическую блокировку; 3 — выходной на автоблокировку; 4 — перегонный с перmissiveм сигналом; 6 — маневровый; 9 — ограждающий; 10 — выходной на полуавтоматическую блокировку; 11 — выходной с маршрутным указателем; 12 — выходной с маршрутным указателем; 13 — выходной на автоблокировку с маршрутным указателем отправления; 14 — выходной на полуавтоматическую блокировку с маршрутным указателем отправления; 15 — выходной на автоблокировку с маневровым сигналом; 16 — выходной на полуавтоматическую блокировку с маневровым сигналом; 19 — входной с пригласительным сигналом; 20 — входной на станцию с пригласительным сигналом; 21 — входной с маршрутным указателем парка приёма и пригласительным сигналом; 22 — входной на станцию с маршрутным указателем парка приёма и пригласительным сигналом; 29 — выходной с маршрутным указателем направления и маневровым сигналом; 30 — выходной групповой с маршрутным указателем пути отправления и маневровым сигналом; 31 — выходной на два направления; 32 — выходной на автоблокировку с маневровым сигналом; 33 — выходной на полуавтоматическую блокировку с маневровыми сигналами; 34 — выходной на два направления с маневровыми сигналами



Фиг. 21. Типы карликовых светофоров: I — маневровый; II — маневровый с приёмного пути; III — маневровый; IV — маневровый с приёмного пути; V — выходной с бокового пути на автоблокировку; VI — выходной с бокового пути на полуавтоматическую блокировку; VII — выходной с бокового пути на полуавтоматическую блокировку с маневровым сигналом; VIII — выходной с бокового пути на автоблокировку с маневровым сигналом; IX — выходной с бокового пути на автоблокировку с маневровым сигналом; X — выходной с бокового пути на полуавтоматическую блокировку с маневровым сигналом; XI — выходной с бокового пути с маневровым сигналом (на два направления); XII — маневровый при наличии приёма до сигнала; XIII — маневровый промежуточный

### ПРОЖЕКТОРНЫЕ СВЕТОФОРЫ

Прожекторный светофор является лучшим видом сигналов для применения на железнодорожном транспорте. Он обладает следующими преимуществами:

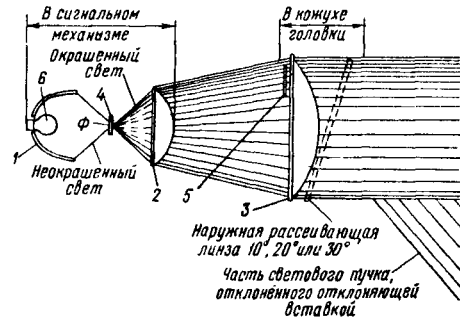
а) трёхзначная или четырёхзначная сигнализация осуществляется одной оптикой и лампой;

б) исключается появление ложных показаний;

в) требуемая видимость сигнала получается при меньшей силе света и мощности электрической лампочки.

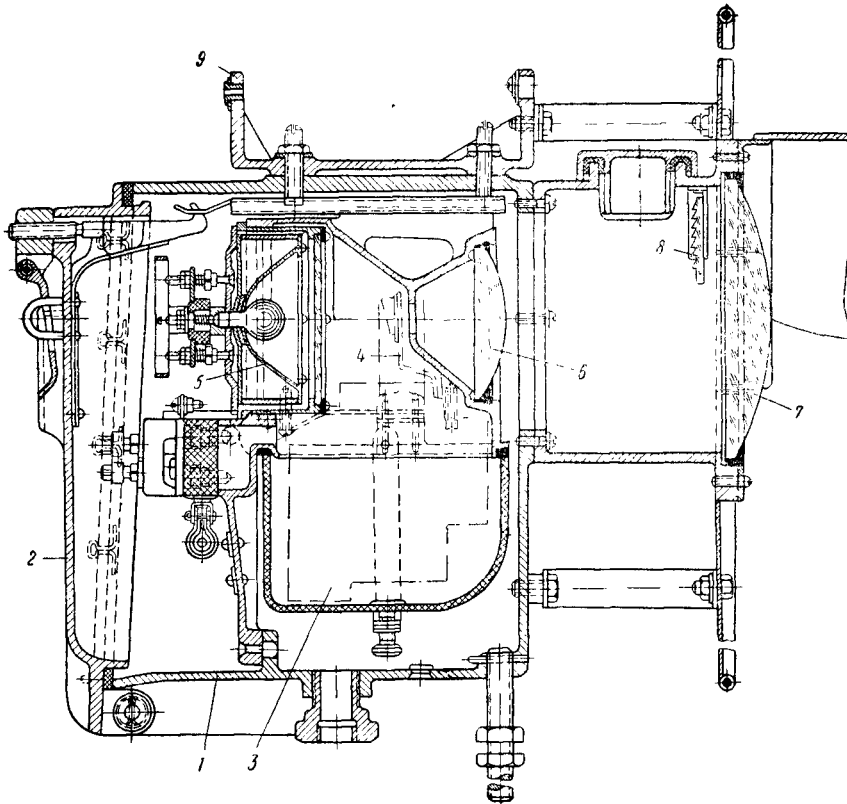
Оптическая система прожекторного светофора (фиг. 22) состоит из: эллиптического стеклянного, посеребрённого рефлектора 1; двух плоско-выпуклых шлифованных линз 2 диаметром 113 мм и 3 диаметром 212 мм; лампы 6, расположенной в фокусе рефлектора; светофильтра 4 с тремя плоскими цветными стеклами диаметром 25 мм; отклоняющей вставки 5. Лампа 6 на 5—10 вт, 10 в.

товляют с двумя видами линз: а) плоско-выпуклыми шлифованными линзами — уста-



Фиг. 22. Оптическая система прожекторного светофора

навливаются на перегонных, входных и выходных с главных путей светофорах; б) с линзами ступенчатыми — устанавливаются на ма-



Фиг. 23. Прожекторный светофор ПС-45 со шлифованными линзами

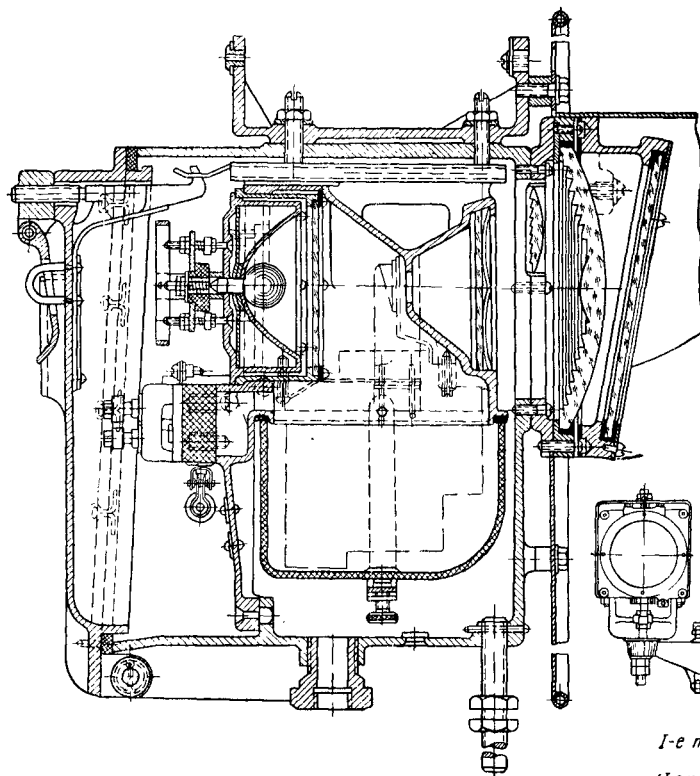
Оптика прожекторного светофора даёт коэффициент использования светового потока 70—80% вместо 30—35% у линзовых. Характеристика ламп прожекторного светофора дана в табл. 5.

В настоящее время на дорогах СССР наиболее широко применяют прожекторный светофор типа ПС-45, разработанный Транс-сигнальсвязьпроект. Головки прожекторных светофоров типа ПС-45 с 1948 г. изго-

неваются и выходных с боковых путей светофорах.

Головка прожекторного светофора ПС-45 с плоско-выпуклыми шлифованными линзами (фиг. 23) имеет следующие части: чугунный корпус 1 с крышкой 2, в котором помещён сигнальный механизм 3 с рамкой 4, рефлектор 5, плоско-выпуклые линзы 6 и 7, отклоняющая вставка 8, постоянное визирное приспособление 9. Рамка 4 снабжается тремя свето-

фильтрами К, Ж и З и связывается с якорем поляризованного реле, которое перемещает рамку при возбуждении катушки током той или иной полярности.



Фиг. 24. Оптическая система светофора ПС-45 со ступенчатой оптикой

Головка прожекторного светофора ПС-45 со ступенчатой оптикой (фиг. 24) имеет те же части и отличается только применением ступенчатых линз.

Таблица 5

Характеристика ламп прожекторного светофора

Напряжение в в	Мощность в вт	Сила света (средняя сферическая) в свечах
10	5	3
10	10	8

Прожекторный светофор типа ПС-ЦНИИ-48, разработанный в ЦНИИ МПС по предложению инж. Пушкарёва, даёт четыре сигнальных показания в виде красного, жёлтого, зелёного и белого огней.

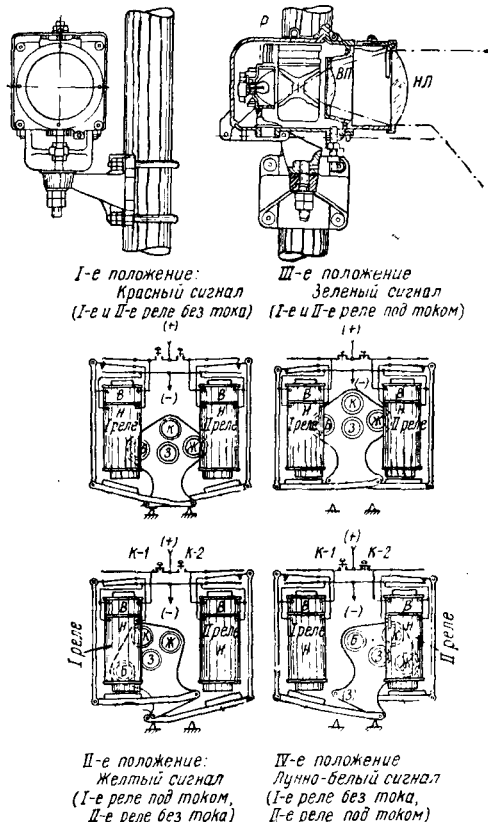
Принцип устройства и работы сигнального механизма светофора системы Пушкарёва показан на фиг. 25.

В табл. 5а приведены стандартные расположения огней прожекторных светофоров, применяемых на железных дорогах СССР.

Типы применяемых карликовых прожекторных светофоров приведены на фиг. 26.

Карликовые прожекторные светофоры (фиг. 27) имеют ту же оптическую систему, что и мачтовые светофоры со ступенчатой оптикой. Четырёхзначные маневровые сигналы изготавливают с одним прожекторным реле и одним линзовым комплектом, пяти- и шести-значные с двумя прожекторными реле.

Хорошая видимость светофоров достигается путём наводки их огней при помощи визирного прибора. Точка наводки (диск на шесте) должна находиться на бровке полотна на расстоянии от светофора: а) 800 м на прямой и кривой с радиусом 2 500 м и более; б) 600 м на кривой с радиусом 900 — 2 500 м;



Фиг. 25. Прожекторный светофор ПС-48

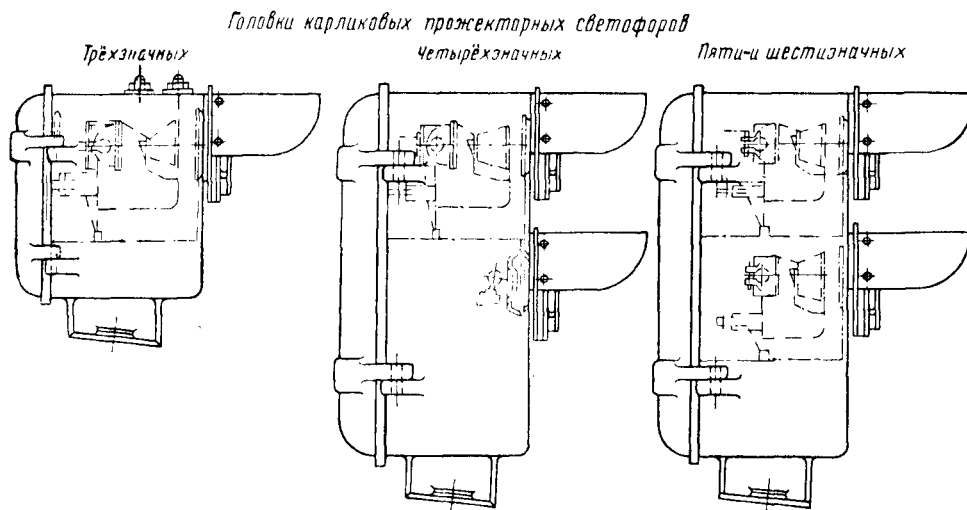
в) 450 м на кривой с радиусом 250—900 м. Высота точки наводки должна быть 4,5—5 м.

Визирный прибор (фиг. 28) состоит из визирной зрительной трубки Т, кронштейна К, держателя для трубки Т распорной вставки Р. Наводку осуществляют в горизонтальной плоскости при помощи

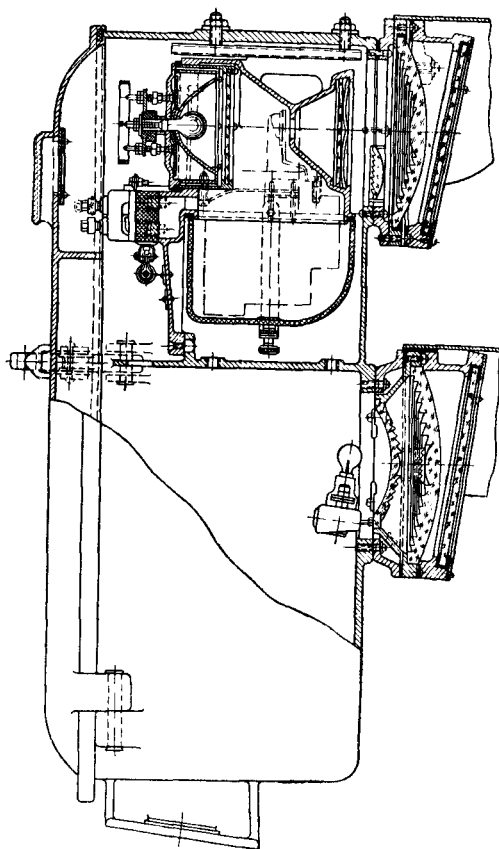
# THE JOURNAL OF THE

[illegible]





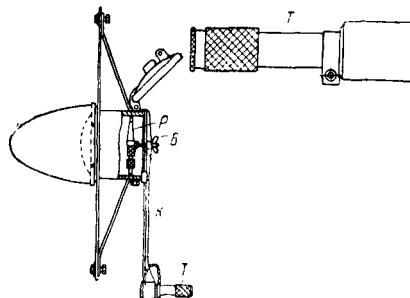
Фиг. 26. Типы карликовых светофоров



Фиг. 27. Карликовый прожекторный светофор

ижнего кронштейна и в вертикальной — при помощи верхнего кронштейна головки светофора.

Прожекторные светофоры наводят посредством постоянного визирного приспособления, имеющегося на их корпусе.



Фиг. 28. Визирный прибор

### СВЕТОВЫЕ УКАЗАТЕЛИ (ИНДИКАТОРЫ)

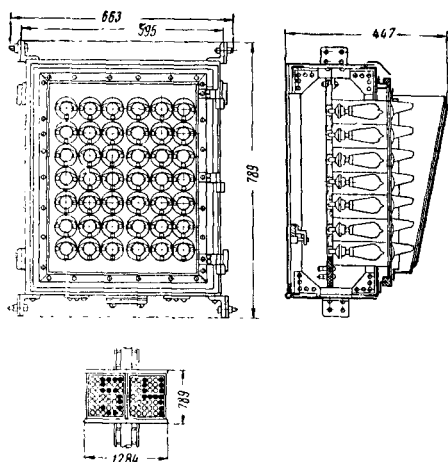
Дополнительные указания направлений или путей на выходных и входных светофорах станций даются цифрами или буквами на световых указателях.

Указатель (фиг. 29) состоит из прямоугольного кожуха с набором ламп и линзочек. Лампы 110—220 в, 25 вт в количестве 42 шт. дают любые цифры до 99.

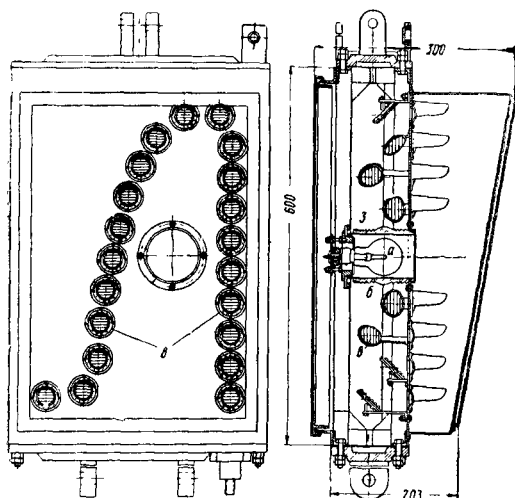
С целью уменьшения расхода электроэнергии в ЦНИИ МПС разработан однозначный световой указатель (фиг. 30).

Лампа *a* 12 в, 25 вт в фокусе ступенчатой линзы *b* даёт параллельные пучки света на отражатели *в*, расположенные в виде буквы *Л* (или другой буквы или цифры), отражающие его вдоль пути.

Чёткая видимость указателя (буквы или цифры) обеспечивается на 200 м днём, 400 м ночью.



Фиг. 29. Световой указатель



Фиг. 30. Однозначный световой указатель

### СЕМАФОРЫ

Семафор сигнализирует: днём — положением и числом крыльев, ночью — цветными огнями.

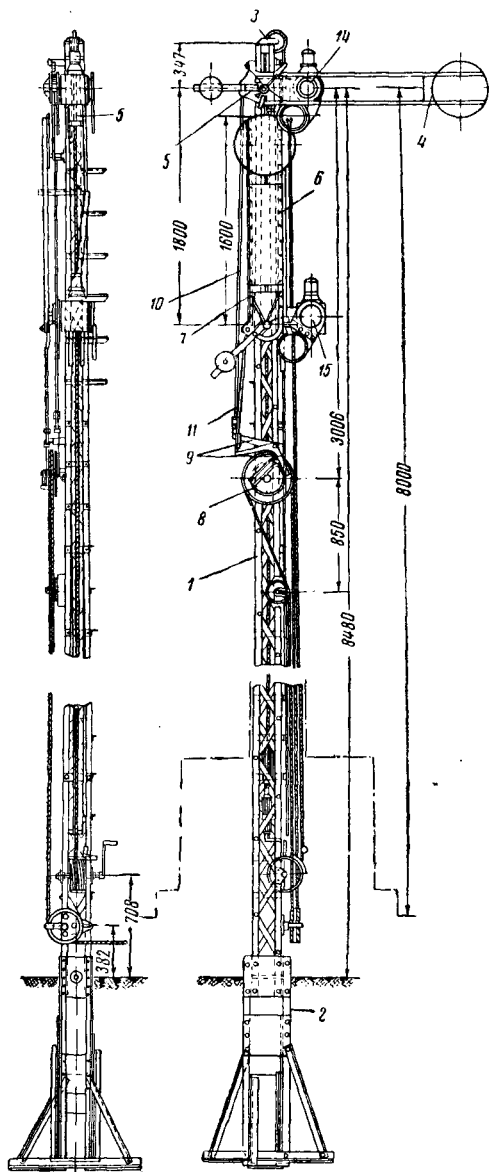
Основными частями семафора (фиг. 31) являются:

1. Мачта 1 — с основанием 2 и головкой 3, окрашенная на 1 м от земли в чёрный цвет, остальная часть делится пополам и нижняя половина окрашивается в красный цвет, верхняя в белый.

2. Крылья — верхнее 4 на станине 5 длиной от оси мачты до края диска 1 740 мм, шириной 250 мм; нижнее 6 на станине 7, длиной 1 600 мм, шириной 250 мм. Крылья в сторону перегона окрашены в красный цвет, в сторону станции — в белый с чёрным окаймлением шириной 20 мм на диске, арматура в чёрный цвет.

3. Приводной механизм 8 со шкивом диаметром 305 мм, длиной окружности около 1 150 мм, канатик охватывает шкив  $1\frac{1}{4}$  раза. Эксцентрики приводного механизма (фиг. 32)

рычагами 9 и тягами 10 и 11 связаны с верхним и нижним крыльями. С передней стороны шкив снабжён стопорным устройством в виде неподвижного упора 12 с пальцем в и маятника 13 с пальцем а.



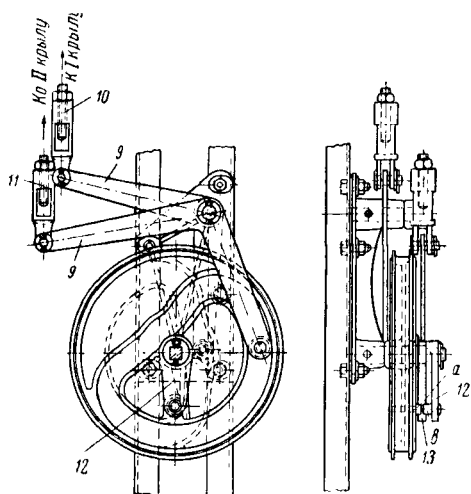
Фиг. 31. Устройство семафора

Работа стопорного механизма в различных случаях обрыва тяг показана на фиг. 33

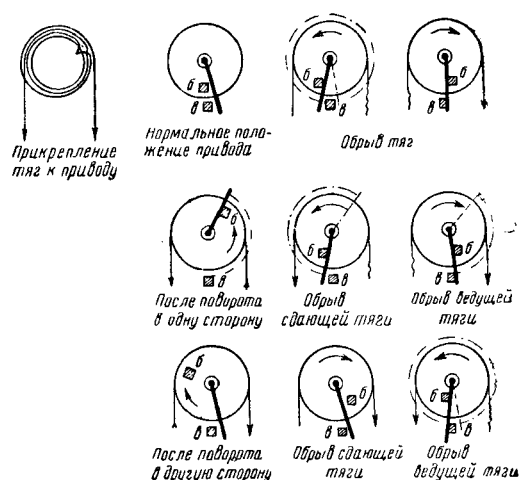
4. Осветительные механизмы: верхнего крыла 14, нижнего крыла 15. Механизм верхнего крыла (фиг. 34) имеет: кулису 1, соединённую с верхним крылом при помощи муфты 2 и винта 3, сигнальные очки 4 с красным и зелёным стёклами и фонарь (керосиновый или электрический), установленный на каретке 5 для спуска и подъёма.

Осветительный механизм нижнего крыла устраивается аналогично.

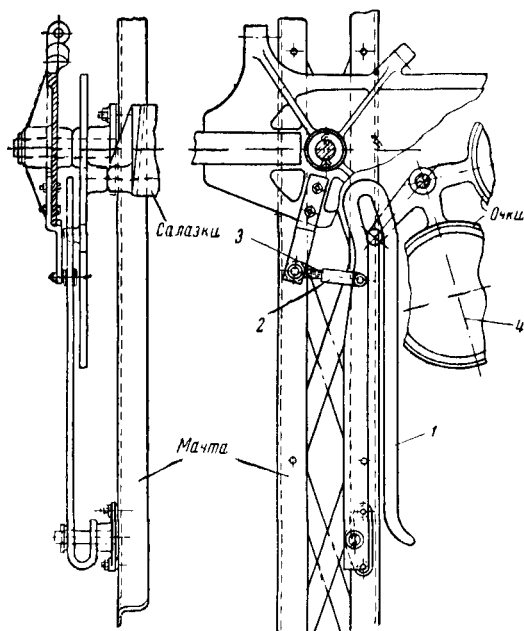




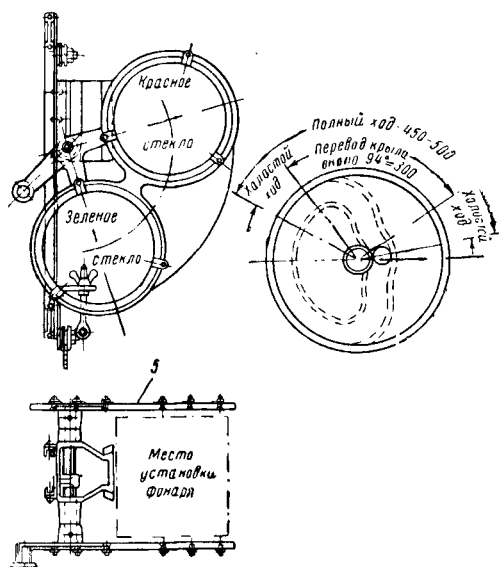
Фиг. 32. Приводной механизм семафора



Фиг. 33. Работа стопорного механизма



Фиг. 34. Осветительный механизм верхнего крыла семафора



Характеристики электрических ламп семафоров приведены в табл. 6.

Таблица 6

Характеристики электрических ламп семафоров

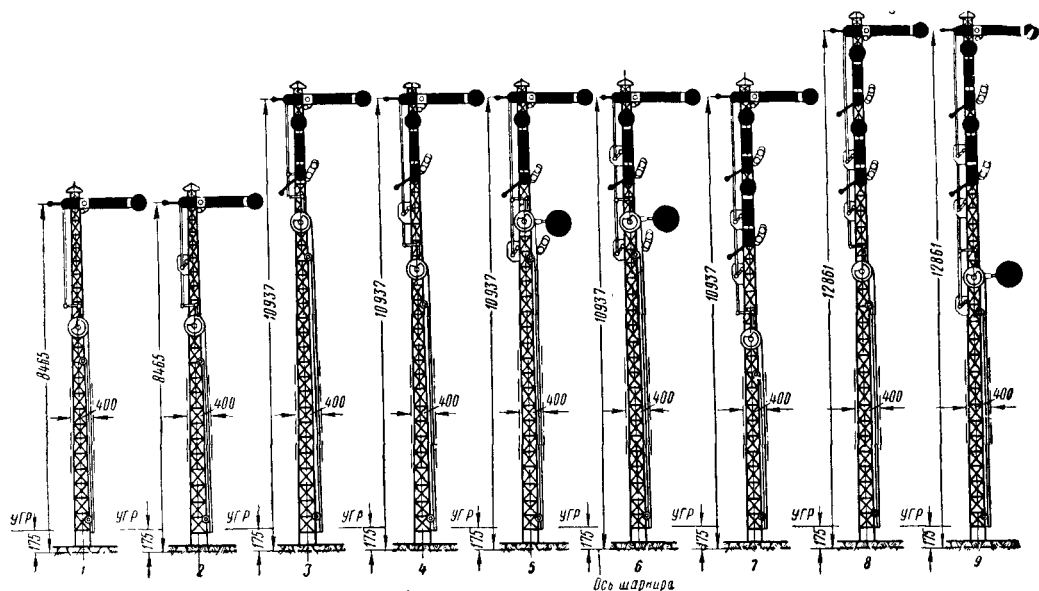
Напряжение в в	Мощность в вт	Сила света (средняя сферическая) в свечах
110, 120, 127	15	9,9
110, 120, 127	25	17,9
110, 120, 127	40	30,3
220	25	15,2
220	40	26,8

Типы применяемых на железнодорожном транспорте семафоров приведены на фиг. 35.

ДИСК СКВОЗНОГО ПРОХОДА

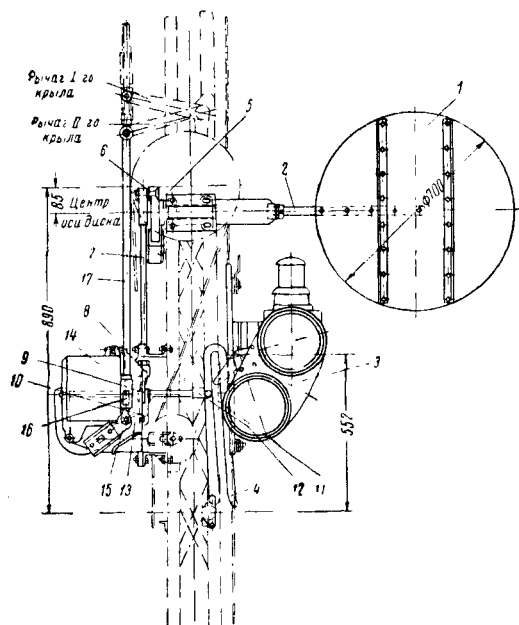
Диск сквозного прохода устанавливают на мачте входного семафора для сигнализации разрешения безостановочного прохода поезда по главному пути станции.

Диск (фиг. 36) диаметром 700 мм окрашивается в сторону перегона в жёлтый цвет с чёрно-белым окаймлением шириной 30 мм, с обратной стороны — в белый с таким же окаймлением, арматура в чёрный цвет.



Фиг. 35. Типы семафоров: 1 — однокрылый (8 м); 2 — однокрылый со сцепляющим механизмом (8 м); 3 — двухкрылый (10 м); 4 — двухкрылый со сцепляющим механизмом (10 м); 5 — двухкрылый с диском сквозного прохода (10 м); 6 — двухкрылый со сцепляющим механизмом и диском сквозного прохода (10 м); 7 — трёхкрылый с двумя сцепляющими механизмами (10 м); 8 — трёхкрылый с двумя сцепляющими механизмами (12 м); 9 — трёхкрылый с двумя сцепляющими механизмами и диском сквозного прохода (12 м)

Основные части диска следующие: диск 1 с угольниками, укрепленный на оси 2; осветительный механизм 3, состоящий из каретки с очками и фонарём.



Фиг. 36. Диск сквозного прохода

Кулиса 4 осветительного механизма через передачу 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 связана с осью 2 диска.

Диск планкой 13 связан с электросцепляющим механизмом 14 и через него

посредством планки 15, муфты 16 и тяги 17 с верхним крылом семафора.

Электросцепляющий механизм применяют в следующих случаях:

- 1) на выходных семафорах (обычно с главных путей) для автоматического их закрытия после отправления поезда;
- 2) на входных семафорах для автоматического их закрытия в случае взреза стрелки, замкнутой в маршруте приёма;
- 3) на входных семафорах для открытия диска сквозного прохода лишь после открытия выходного семафора;
- 4) на входных трёхкрылых семафорах для открытия третьего крыла одновременно со вторым.

### ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ ДИСКИ И МАНЕВРОВЫЕ ЩИТЫ

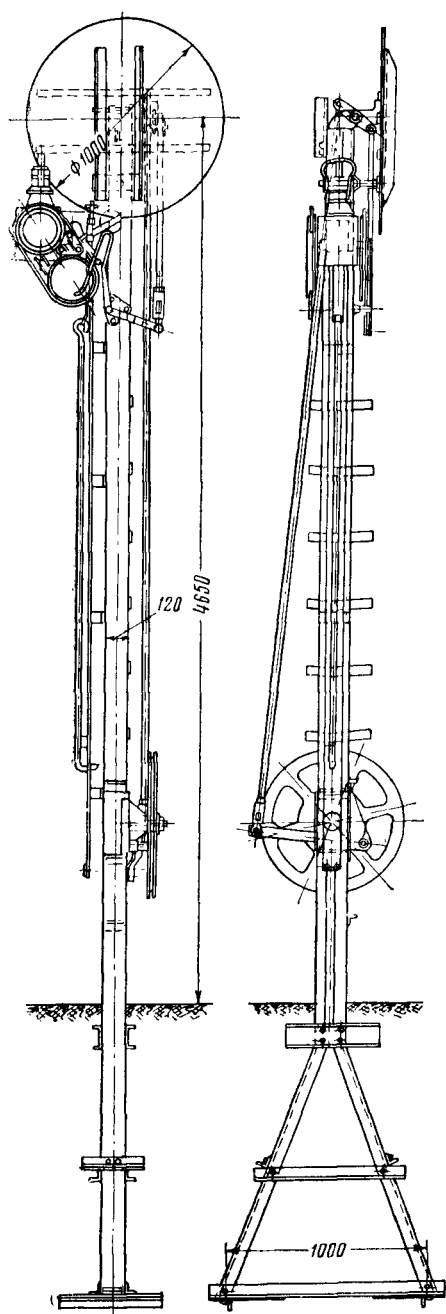
Предупредительные диски осуществляют предупредительную сигнализацию перед входными сигналами станции и применяются с механическим приводом или электроводным механизмом.

Диск с механическим приводом (фиг. 37) имеет следующие части: мачту, диск с окраской, аналогичной диску сквозного прохода; приводной шкив, включённый в гибкую передачу, переводной рычаг и осветительный механизм.

На шкив наматывается канатик (трос) 5 мм, диаметр шкива по окружности крепления тяг 720 мм, холостой ход тяг при открытии 105 мм, рабочий ход 410 мм. Мачта диска окрашивается на 1 м от земли в чёрный цвет, остальная часть делится пополам и нижняя половина окрашивается в жёлтый цвет, верхняя в белый.

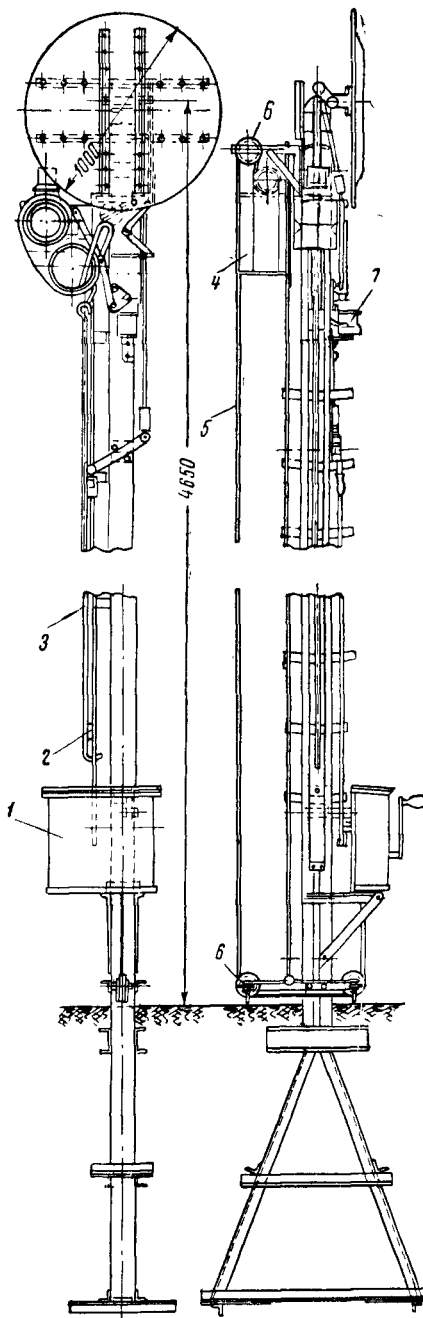
Предупредительный диск, снабжённый электрозаводным приводом, показан на фиг. 37а, где: 1 — электрозаводной механизм, укреп-

Маневровые щиты применяют на станциях для сигнализации запрещения и разрешения маневровой работы. Маневровый щит (фиг. 37б)



Фиг. 37. Предупредительный диск с механическим приводом

лённый на мачте диска посредством подкосов с подкладками; 2 и 3 — тяги от электрозаводного механизма к диску; 4 — гиря электрозаводного механизма, подвешенная на тросе 5 и роликах 6, укрепленных сверху и снизу мачты; 7 — крыловой переключатель, соединенный с поводками диска.



Фиг. 37а. Предупредительный диск с электрозаводным приводом

в отличие от предупредительного диска имеет поворотный щит квадратной формы, раскрашенный в шахматном порядке с 4 белыми и 4 черными квадратами с обеих сторон. Запрещение маневров сигнализируют вертикальным положением щита днём, ночью — синими огнями в обе стороны. Разрешение

манёвров — горизонтальным положением щита днём, ночью — молочно-белыми огнями в обе стороны.



Фиг. 37б. Маневровый щит

### МЕСТА УСТАНОВКИ СИГНАЛОВ

В соответствии с ПТЭ светофоры, семафоры и предупредительные диски устанавливают с правой стороны по направлению движения или над осью ограждаемого ими участка пути. Установка сигналов во всех случаях производится так, чтобы: а) их нельзя было принять с поезда за сигналы, относящиеся к соседним путям; б) не нарушать габарита, установленного на дорогах СССР. Входные сигналы раздельного пункта устанавливают от первой входной стрелки на расстоянии: светофоры не ближе 15 м, семафоры не ближе 50 м и не далее 400 м.

Для противощёрстных стрелок это расстояние определяется от конца остриёв стрелки, для пощёстных — от предельного столбика.

Выходные сигналы на участках, оборудованных блокировкой, устанавливают для каждого отправочного пути впереди места, предназначенного для стоянки локомотива отправляющегося поезда. Расстояние от входного сигнала до выходного по главному пути должно быть не менее тормозного пути.

На станциях с изоляцией путей выходные светофоры устанавливают перед изолиру-

ющими стыками выходных стрелок соответствующего пути на расстоянии 8 м.

Проходные сигналы устанавливают на границах блок-участков.

Предупредительные сигналы устанавливают перед входными сигналами раздельных пунктов на расстоянии тормозного пути (800—1 200 м).

Маршрутные сигналы применяют на станциях с несколькими приёмными парками для сигнализации разрешения или запрещения на проследование поезда из одного района станции в другой. Эти сигналы устанавливают перед горловиной каждого парка.

Маневровые сигналы устанавливают в районах станции, где производится маневровая работа.

При установке сигналов соблюдаются требования габарита 2С.

Установка станционных сигналов должна производиться таким образом, чтобы расстояние от мачты сигнала или выступающей её части (в пределах высоты габарита от 1 200 до 4 310 мм) до оси пути было не менее 2 450 мм. В нижней части габарита, до высоты 1 200 мм, приближение сооружений допускается до 1 920 мм от оси ближайшего пути. В этих пределах могут располагаться карликовые светофоры или лебёдка семафора. Минимальная ширина междупутья для светофоров устанавливается: 5,04 — 5,2 м для мачтовых светофоров и 4,5 м для карликовых. Семафоры устанавливают в междупутье не менее 5,3 — 5,45 м.

На перегонах расстояние от мачты до оси ближайшего пути на прямых участках допускается не менее 2 750 мм для обеспечения прохода снегоочистителя; на кривых это расстояние увеличивается в зависимости от радиуса кривой: на кривой радиусом 600 м расстояние должно быть не менее 3 250 мм с внутренней стороны кривой и не менее 2 810 мм с наружной стороны.

## ЭЛЕКТРОЖЕЗЛОВАЯ СИСТЕМА Д. С. ТРЕГЕРА

Электрожелезовой системой называется средство сношений при движении поездов на однопутных линиях, при котором разрешением поезда на занятие перегона служит жезл, относящийся к этому перегону.

Жезловой аппарат (фиг. 38) является электромеханическим прибором постоянного тока, в корпусе которого заключены жезлы, замкнутые электромагнитным затвором; электромагнитный затвор допускает выемку жезла из корпуса при условии протекания через его обмотки постоянного тока определённого направления.

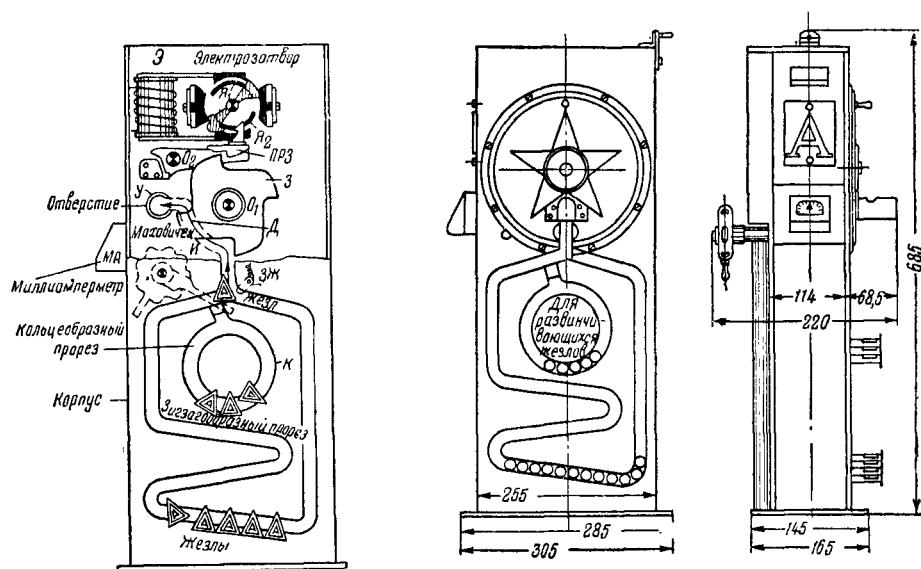
В верхней части электрожелезowego аппарата, кроме электромагнитного затвора, помещается механическая система дисков и рычагов, препятствующая проведению через аппарат каких-либо других стержней, кроме жезлов, относящихся к данному аппарату.

Жезловые аппараты применяют 8 серий (типов), обозначаемых латинскими буквами

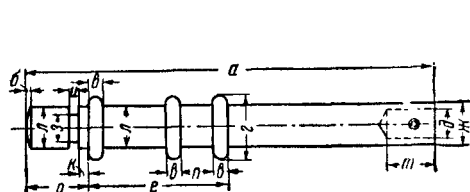
А, В, С, D, Е, F, К и М. Соответственно аппаратам установлены и 8 серий жезлов.

### ЖЕЗЛЫ И ЛИТЕРНЫЕ ТРУБКИ

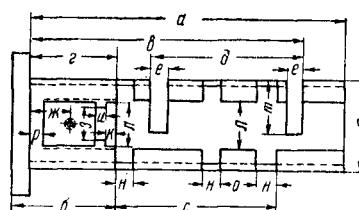
Жезл (фиг. 39) имеет вид стального стержня с тремя кольцами, кольцевым углублением на одном конце и отличительным щитком с обозначением серии на другом конце. Каждый жезл имеет порядковый номер (от 1 до 40) и табличку с наименованием станций, ограничивающих перегон. Жезлы изготовляют по размерам, указанным в табл. 7 и 8 для каждой серии. Серии жезлов отличаются друг от друга только местом расположения кольцевого углубления и. Соответственно сериям жезлов в жезловых аппаратах устанавливают литерные трубки (фиг. 40), изготовляемые для каждой серии по размерам, указанным в табл. 9 и 10. Жезловой аппарат переделывают из одной серии в другую заменой литерной трубки и литерного знака.



Фиг. 38. Железовой аппарат системы Д. С. Трегера



Фиг. 39. Жезл



Фиг. 40. Литерные трубки

Таблица 7

Размеры жезлов всех серий в мм (см. фиг. 39)

а	б	в	г	д	е	ж	з	и	л	м	н	о
166±0,3	1,5	5,5±0,2	27,5—0,2	12+0,035	56,5+0,2	16+0,3	11—0,2	4—0,1	16+0,2	20±0,1	14—0,2	25,5—0,3

Таблица 8

Расстояния К на жезлах в мм

Серии жезлов							
А	В	С	Д	Е	Ф	К	М
4—0,1	8—0,1	12—0,1	16—0,1	6—0,1	10—0,1	14—0,1	2—0,1

Таблица 9

Размеры литерных трубок всех серий в мм (см. фиг. 40)

а	б	в	г	д	е	ж	з	и	л	м	н	о	п	р	с
113—0,2	37+0,3	98,2+0,3	31+0,1	55,5+0,3	6,5+0,3	15+0,3	12+0,2	3,5+0,2	17—0,2	20+0,2	6,5—0,2	13+0,2	32,5—0,08	5—0,3	57,5—0,2

Т а б л и ц а 10

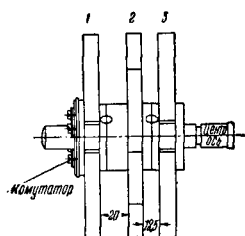
Величины  $K$  в литерных трубках в мм

Серии литерных трубок							
А	В	С	Д	Е	Ф	К	М
3,75—0,1	7,75—0,1	11,75—0,1	15,75—0,1	5,75—0,1	9,75—0,1	13,75—0,1	1,75—0,1

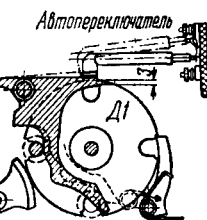
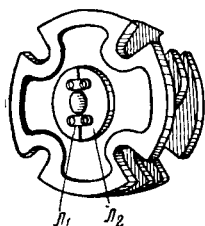
### ЗАМЫКАЮЩИЕ ЧАСТИ ЖЕЗЛОВОГО АППАРАТА

Механическое замыкание осуществляется в жезловом аппарате тремя дисками (фиг. 41), неподвижно соединёнными между собой и

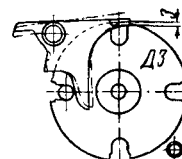
вращающимися на оси при вкладывании и изъятии жезлов. С дисками взаимодействует система рычагов, каждый из которых выполняет определённое замыкание (фиг. 42—45), как показано в табл. 11.



Фиг. 41. Дисковая система



Фиг. 42. Диск 1 и рычаг 4



Фиг. 43. Диск 3 и рычаг 7

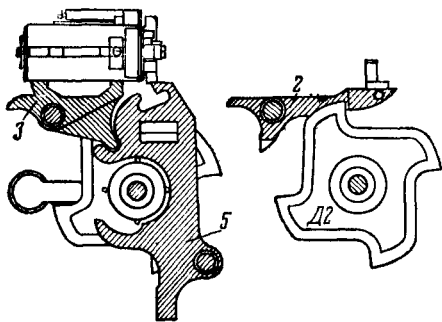
Т а б л и ц а 11

Замыкающие рычаги и диски электрожезлового аппарата

Диски и рычаги	Назначение	Взаимодействие
Диск 1 и рычаг 4 (фиг. 42)	Дисковая система механически запирается от поворота в обе стороны. Обмотка электрозатвора выключена	Двусторонний прямоугольный зуб рычага 4 находится в вырезе диска 1 и выводится из выреза нажатием кольца жезла на рычаг 4 при вынимании и вкладывании жезлов. Одновременно работает автопереключатель
Диск 3 и рычаг 7 (фиг. 43)	Дисковая система механически заперта от поворота против часовой стрелки	Односторонний прямоугольный зуб находится в вырезе диска и выводится из выреза нажатием на рычаг 7 кольца жезла при вкладывании его в аппарат
Диск 2 и рычаги 2, 3 и 5 (в аппаратах с подвижным электрозатвором) (фиг. 44)	Дисковая система электромеханически заперта от поворота по часовой стрелке	Односторонний прямоугольный зуб рычага 2 находится против прямоугольной части выступа диска 2 и выводится в том случае, если через обмотки электрозатвора проходит ток определённого направления и в этот момент кольцом жезла будет снизу нажат рычаг 5. Тогда рычаг 3 также повернётся и посредством электрозатвора поднимет рычаг 2
Диск 1 и рычаг 6 (фиг. 45)	Дисковая система ограничивается поворотом на 90° при выемке жезла	Рычаг 6 зубом в нормальном положении подходит под вырез диска. При выемке жезла рычаг отводится в сторону жезлом, как показано на фиг. 45. При выходе жезла из дисков вращение последних свыше 90° ограничивается зубом рычага
Диск 1 и рычаг 7 (фиг. 45)	Дисковая система запирается от поворота против часовой стрелки без жезла	Рычаг прижимается к диску. При попытке повернуть диски без жезла против часовой стрелки рычаг 7 упирается в выступ диска. При движении с жезлом рычаг 7 отводится в сторону

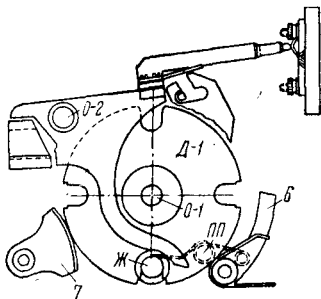
## Электрозатвор

В настоящее время (с 1940 г.) жезловые аппараты изготовляют с неподвижным электротазом, чем они отличаются от ранее изготовлявшихся жезловых аппаратов, в которых электротазов поднимается и опу-



Фиг. 44. Подвижной затвор с диском  
2 и рычагами 2, 3 и 5

скается при каждом вынимании и вкладывании жезла. Неподвижный электродзатвор устанавливается на кронштейне  $KK$ , прикреплённом к передней стенке жезлового аппарата



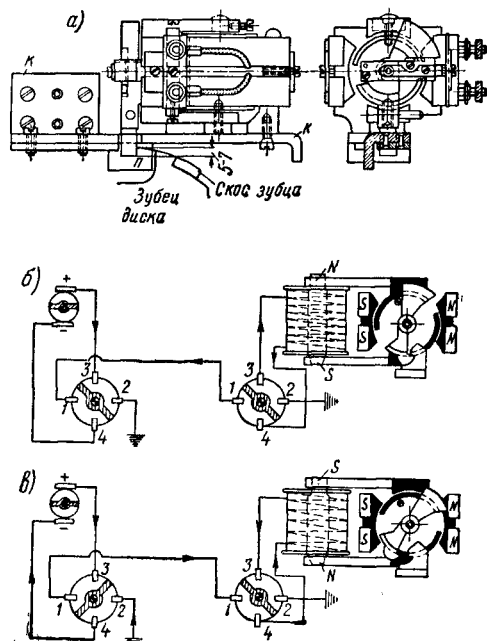
Фиг. 45. Диск 1 и рычаги 6 и 7

(фиг. 46,а). Замыкание диска 2 от поворота против часовой стрелки осуществляется ригельным пальцем  $\Pi$ , составляющим одно целое с якорем электротазатора. При вложении жезла, т. е. при повороте дисков против часовой стрелки, ригельный палец  $\Pi$  отводится в сторону скосами зубцов, сделанными с задней их стороны. В неподвижном электротазаторе лучше обеспечивается сохранность магнитов от размагничивания, происходящего от ударов.

К составным частям электрозатвора относятся: а) два постоянных подковообразных магнита с общими полюсными башмаками; б) латунный якорь со стальными кольцевыми наставками, на верхнем конце которого находится противовес, а на нижнем — крючок, взаимодействующий с крючком рычага 2; в) электромагнит, состоящий из стального сердечника и надетой на него катушки. Полюсные наконечники башмаков электромагнита расположены над стальными кольцевыми наставками якоря.

Принцип действия электрозатвора показан на фиг. 46,б, в левой части которой помещены индуктор и коммутационный диск жезлового аппарата одной станции, а в правой — комму-

тационный диск и электрозатвор жезлового аппарата другой станции. При посылке от индуктора тока такого направления, при котором верхний башмак получает северное



Фиг. 46. Электрозатвор

намагничивание, а нижний — южное, **якорь** повернется против часовой стрелки и крючок его сцепится с крючком рычага 2. При обратном направлении тока (фиг. 46,в) крючки расходятся.

Электрические характеристики аппаратуры электрожелезной системы приведены в табл. 12.

## Индуктор

К индуктору предъявляется требование, чтобы при работе на сопротивление в 1 000 *ом* и при вращении рукоятки индуктора 120 об/мин. он развивал напряжение на зажимах не менее 60 *в*, давая во внешнюю цепь ток силой не менее 60 *ма*.

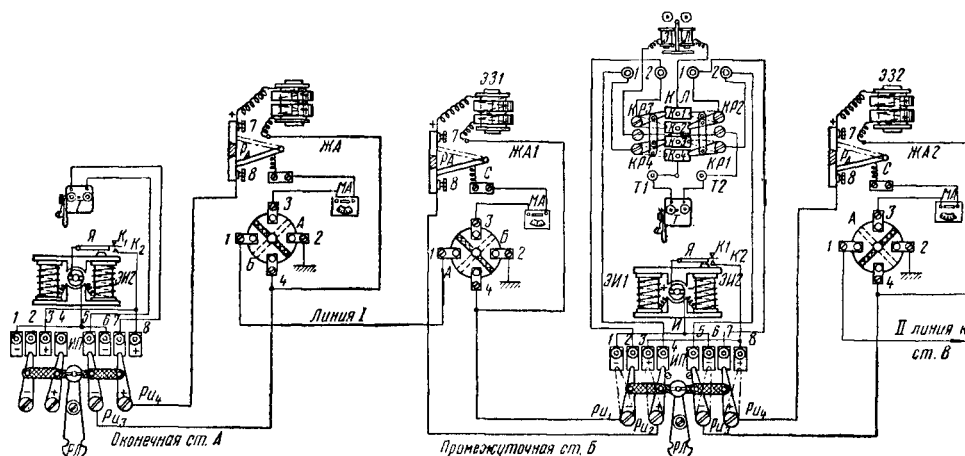
### Схема включения

Переключатель *РА* (фиг. 47) связан с рычагом 4 (фиг. 42) и служит для автоматического выключения индуктора и включения электрозатвора в момент выемки жезла. Изменение коммутации при выемке и вставлянии жезлов в аппарат производится дисковым переключателем *АВ*, неподвижно связанным с диском 1, но электрически изолированным от него. Поворот диска 1 по часовой стрелке или против неё на  $90^\circ$  вызывает изменение положения полудисков переключателя, в связи с чем меняется включение линии и земли по отношению к электрозатвору и жезловому индуктору. При силе тока 40—60 *ма* и отклонении стрелки миллиамперметра *МА* в правую сторону жезл из жезлового аппарата вынимается свободно.

Таблица 12

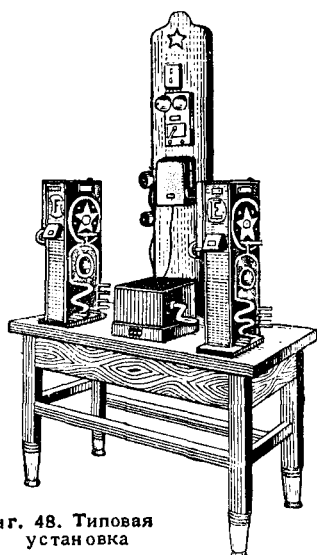
Электрические характеристики аппаратуры электрожелезной системы Д. С. Трегера

Наименование	Марка провода и диаметр в мм	Сопротивление обмотки в ом	Рабочий ток в ма	
			не менее	не более
Катушка подвижного электрозатвора .	ПЭ (ПЭЛ) — 0,2	$210 \pm 5\%$	40	60
» неподвижного электрозатвора .	ПЭ (ПЭЛ) — 0,2	$510 \pm 5\%$	40	60
» звонка к переключателю . . .	ПЭ (ПЭЛ) — 0,15	$300 \pm 3\%$	—	—
» миллиамперметра . . . . .	ПШО (ПЭЛ) — 0,06	Не более 2	—	—
» электромагнита для ключа-железа .	ПЭ (ПЭЛ) — 0,15	$300 \pm 5\%$	40	60
Обмотка возбуждения электромагнитного индуктора . . . . .	ПЭ (ПЭЛ) — 0,15	$525 \pm 5\%$	—	—
Обмотка якоря электромагнитного индуктора . . . . .	ПБО (ПЭЛ) — 0,2	$225 \pm 5\%$	—	—
Обмотка якоря магнитного индуктора .	ПЭ (ПЭЛ) — 0,25	$250 \pm 5\%$	—	—



Фиг. 47. Схема включения

На промежуточном отдельном пункте устанавливаются два железных аппарата, индуктор, телефон, телефонный переключатель

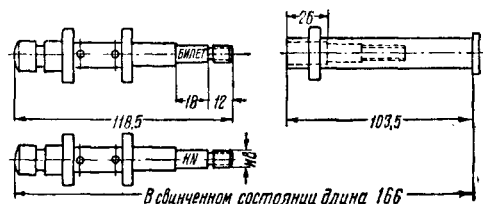


Фиг. 48. Типовая установка

и дополнительный звонок, которые монтируются в виде типовой установки на отдельном столе (фиг. 48).

### Развинчивающиеся жезлы

Эти жезлы применяются на перегонах, где разрешено отправление поездов вслед с разграничением их временем или где движение поездов совершается с толкачами, следующими по всему перегону. Развинчивающийся жезл состоит (фиг. 49) из двух частей: билета



Фиг. 49. Развинчивающийся жезл

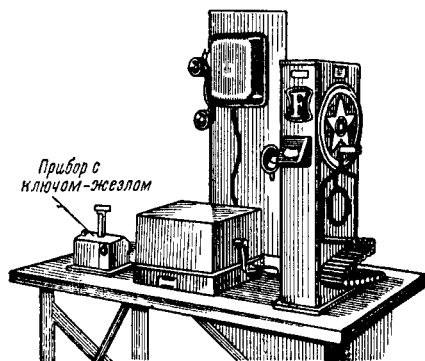
с двумя кольцами и жезла с одним кольцом. Билет выдается машинисту первого поезда, а жезл — второму (или толкачу). Отдельные части развинчивающегося жезла в аппарат вкладываться не могут.

### Ключ-жезл

На станции, с которой отправляются поезда с толкачами, возвращающимися обратно на станцию отправления, устанавливается



прибор с ключом-жезлом (фиг. 50). Ключ-жезл нормально замкнут механизмом. В зависимости от конструкции прибора ключ-жезл отпирается либо посредством основного жезла, либо током, посылаемым с соседней станции. При выемке ключа-жезла из прибора переключатель, находящийся внутри прибора, отключает жезловой аппарат и индуктор от линии, исключая таким образом возможность выемки жезла из аппаратов



Фиг. 50. Установка прибора с ключом-жезлом

перегона до тех пор, пока ключ-жезл не будет обратно вложен в прибор. Схемы включения прибора для ключа-жезла показаны на фиг. 51 (при механическом отмыкании ключа-жезла) и на фиг. 52 (при электрическом отмыкании).

### Путевой жезловой пост

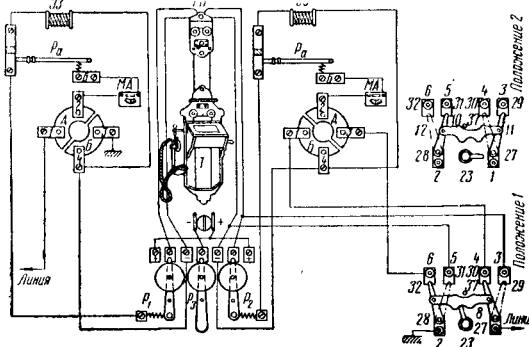
На посту устанавливают жезловые аппараты различных серий, связанные с соответствующими аппаратами на станциях (фиг. 53). Между аппаратами на посту устраивается зависимость посредством ключей-жезлов. Нормально ключи-жезлы, наглухо соединённые между собой, хранятся у дежурного по станции. Жезловой индуктор отключён от обоих аппаратов.

При необходимости разрешения какой-либо из станций изъять жезл дежурный по посту вставляет ключ-жезл в соответствующий прибор, поворачивает его до упора и таким образом включает жезловой индуктор в соответствующий жезловой аппарат. Ключ-жезл автоматически запирается в приборе и может быть отомкнут только основным жезлом.

### Ответвление на перегоне

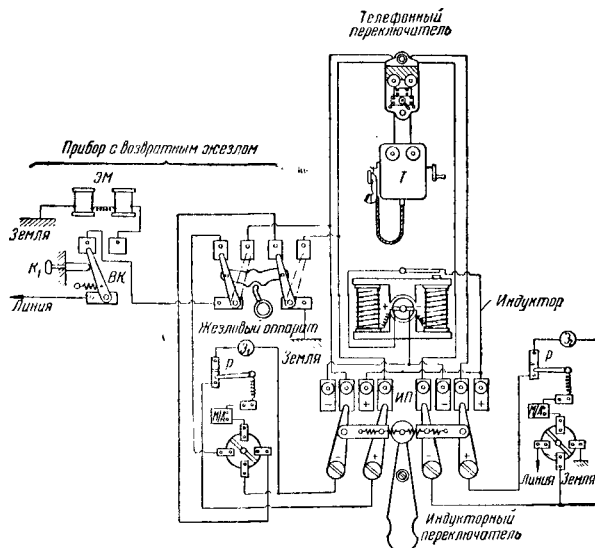
На одной из станций и на посту в дополнение к двум основным жезловым аппаратам перегона устанавливают ещё два жезловых аппарата той же серии, но с нечётным количеством жезлов (фиг. 54). На стрелке ответвления устанавливают стрелочный контрольный замок. На жезлах дополнительных аппаратов наглухо укрепляют ключи от контроль-

ного замка стрелки. Нормально движение поездов совершается по жезлам из основных аппаратов. При отправлении на ответвление на ст. А по соглашению со ст. Б из основного аппарата вынимают перекладной жезл и вкла-



Фиг. 51. Схема включения прибора для ключа-жезла при механическом отмыкании

дывают в дополнительный аппарат. После этого по соглашению с постом у ответвления из дополнительного аппарата вынимают жезл с ключом от замка стрелки. По прибытии поезда на пост при ответвлении стрелка ответвления отпирается ключом, наглухо скреплённым с жезлом, поезд вводится на ответвление, стрелка вновь запирается и жезл вкладывается в жезловой аппарат на посту. После этого дежурный по ст. А по соглашению с



Фиг. 52. Схема включения прибора для ключа-жезла при электрическом отмыкании

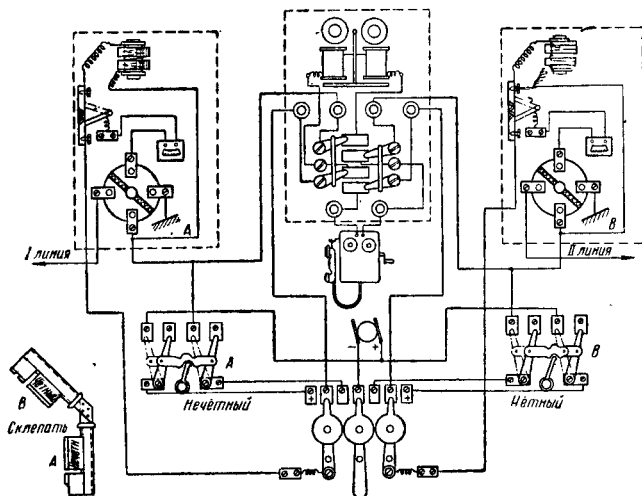
дежурным по посту у ответвления (дежурный по посту вращает рукоятку жезлового индуктора и посылает ток в жезловой аппарат ст. А), вынимает перекладной жезл из дополнительного аппарата и перекладывает его в основной аппарат перегона А—Б. С этого момента при нахождении поезда на ответвлении восстанавливается движение по электро-

жезловой системе сквозных поездов между станциями А и Б.

Движение поездов между станциями А и Б и ответвлением может совершаться по элек-

### Жезловой пост у стрелочной горловины

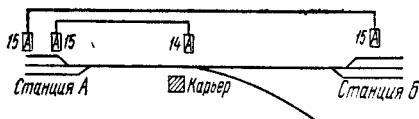
Применяется в случаях примыкания к станции или разъезду одного из ограничивающих перегонов. С целью уменьшения времени на операцию по доставке и передаче жезла машинисту жезловой аппарат выносятся из помещения дежурного на стрелочный пост, к которому примыкает ограничивающий перегон. Применяются две схемы включения жезловых аппаратов, установленных на стрелочном посту. При первой схеме (фиг. 55) между помещением дежурного по станции и стрелочным постом требуется подвеска дополнительного провода, но на посту жезловой индуктор не требуется. При второй схеме (фиг. 56) на стрелочном посту требуется установка жезлового индуктора, но не требуется подвески провода. В обоих случаях в помещении дежурного по станции устанавливается сопротивление  $5\ 000 - 8\ 000\ \text{ом}$ , включаемое в линию и ограничивающее ток



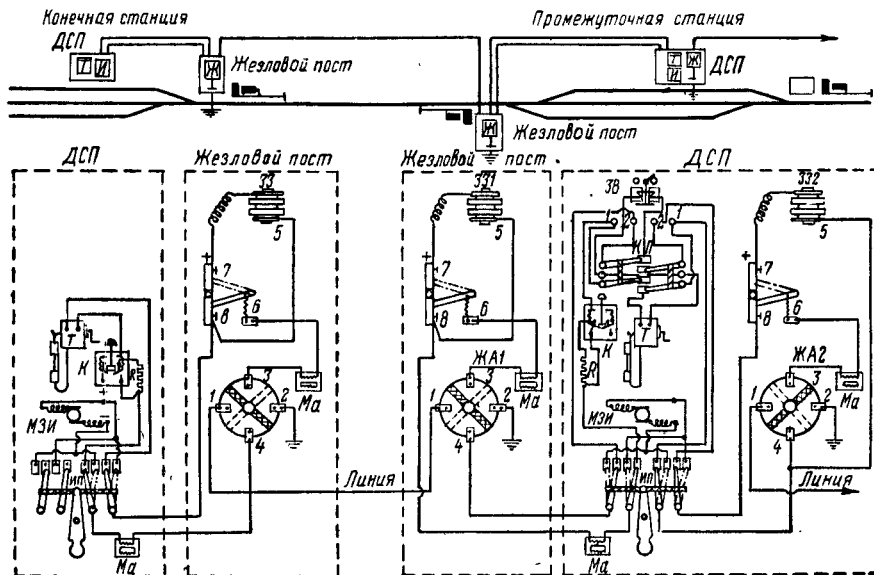
Фиг. 53. Схема путевого жезлового поста

трожезловой системе и без установки дополнительных аппаратов. В этом случае на каждой из станций в аппарате предусматривается один-два жезла с ключами от замка стрелки ответвления.

При отправлении поезда на ответвление движение сквозных поездов между станциями А и Б возможно только после возвраще-



Фиг. 54. Жезловой пост у ответвления



Фиг. 55. Первая схема выноски жезлового аппарата на стрелочный пост

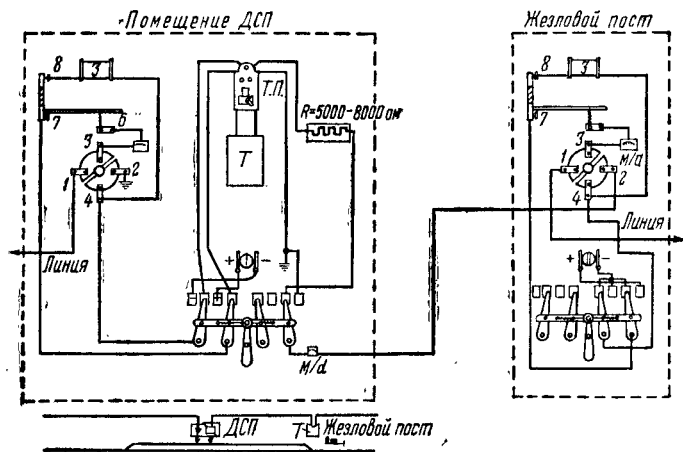
ния поезда с ответвления на одну из станций и вложения жезла в жезловой аппарат. Применение такого способа возможно только на малодейственных перегонах.

в цепи жезловых аппаратов до величины, при которой не происходит срабатывания электрозатвора. Только при нажатии дежурным по станции кнопки (фиг. 55) или

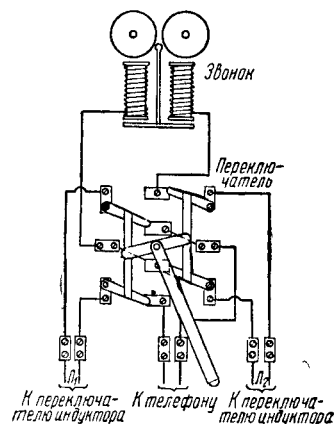
переключателя (фиг. 56) сопротивление выключается из линии и ток в цепи жезловых аппаратов может достигнуть величины, достаточной для срабатывания электрозатвора и, следовательно, выемки жезла. Таким способом обеспечивается контроль дежурного по станции за действиями дежурного по жезловому стрелочному посту.

При применении жезлового стрелочного

пункте, кроме этого, устанавливают дополнительный звонок переменного тока и переключатель (фиг. 57), посредством которого телефонный аппарат и дополнительный звонок могут одновременно переключаться с одного линейного провода на другой. Таким образом, при одном телефонном аппарате обеспечивается непрерывная связь с обоими соседними пунктами.



Фиг. 56. Вторая схема выноски жезлового аппарата на стрелочный пост



Фиг. 57. Жезловой переключатель

поста можно получить дополнительно 1,5—2 пары поездов при сравнительно небольших затратах.

#### Телефонная связь

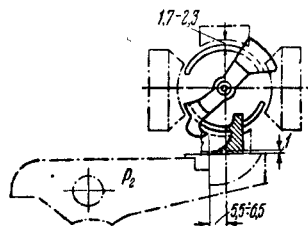
В жезловой линейный провод включают телефонные аппараты МБ с индуктором и звонком переменного тока. На промежуточ-

Таблица 13

Основные допуски в частях электрожелезнодорожного аппарата Д. С. Трегера в мм

№ рычага	Боковая качка рычага не более	Глубина западания зуба рычага в вырез диска	Зазор между зубом рычага и упорной плоскостью диска в нормальном положении	Зазор между зубом рычага и плоскостью диска при полном подъеме рычага
1	0,5	$3 \pm 0,5$	$1 \pm 0,2$	$3 \pm 0,5$
2	0,6	$7 \pm 0,5$	$5 \pm 0,5$	$2 \pm 0,5$
4	0,4	$3 \pm 0,2$	$1,5 \pm 0,2$	$3 \pm 0,5$
3	0,5	—	—	—
5	0,7	—	—	—
6	0,5	$3,5 \pm 0,2$	$1 \pm 0,2$	—
7	—	—	—	$2 \pm 0,5$

\* При подъеме рычага 4 автопереключатель должен переместиться с нижнего положения в верхнее.



Фиг. 58. Схема электрозатвора системы Д. С. Трегера

Между крючком электрозатвора и гребнем рычага 5 должен быть зазор  $2 \pm 0,5$  мм. Ширина промежутка между башмаками электромагнита и дугowymi надставками якоря 1,7—2,3 мм (фиг. 58).

## ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА (ПЕРЕГОННАЯ)

### ВИДЫ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ БЛОКИРОВКИ

Путевой блокировкой называется система регулирования движения поездов, при которой разрешение на занятие перегона или за-

прещение выхода на перегон дается поезду посредством блок-сигнала, установленного в начале перегона.

Полуавтоматической блокировкой называется такая путевая блокировка, при которой открытие блок-сигнала совершается дежур-

ным по станции, а закрытие — либо дежурным по станции, либо автоматически. Кроме того, в системе имеются ещё другие приборы, работа которых также совершается либо автоматически, либо, при их порче, вручную дежурным по станции.

Полуавтоматическая блокировка на дорогах СССР применяется двух систем:

- а) электромеханическая — с блок-механизмами переменного тока,
- б) релейная — с реле постоянного тока, в качестве приборов, осуществляющих блокировочные зависимости.

### СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

**Блок-механизм.** Основным прибором полуавтоматической блокировки электромеханической системы является блок-механизм (фиг. 59) — электромеханический замок, посредством которого производится механическое замыкание семафорных рычагов, электрическое замыкание и размыкание блокировочных цепей и взаимная передача блок-пунктами блокировочных сигналов при движении поездов.

Блок-механизм состоит из двухкатущечного электромагнита 1 с поляризованным якорем 2, на концах которого укреплены ножи, входящие в промежутки между зубцами сектора 3. Сектор вращается на оси, имеющей полувырез против верхнего задерживающего рычажка 4. Сектор 3 стремится повернуться вверх под действием пружины 5, которая через корытообразную рамку 6 давит на штифт сектора. Три вертикальных стержня блок-механизма: верхний нажимной 7, средний замыкающий 8 и нижний ригельный 9, под действием спиральных пружин всё время прижимаются вверх.

На фиг. 59,а блок-механизм отблокирован и семафорный рычаг свободен.

На фиг. 59,б показано положение при нажатой клавише. Стержни опустились вниз; замыкающий стержень 8 своим выступом заставил повернуться рычажок 4 за полусплеленную ось, а нажимной стержень отсоединил контакт 11 от 12 и присоединил к 13. Одновременно ригельный стержень замкнул рычаг и переключил ригельный контакт. Сектор блок-механизма удерживается только зубцами, упирающимися в ножи якоря электромагнита.

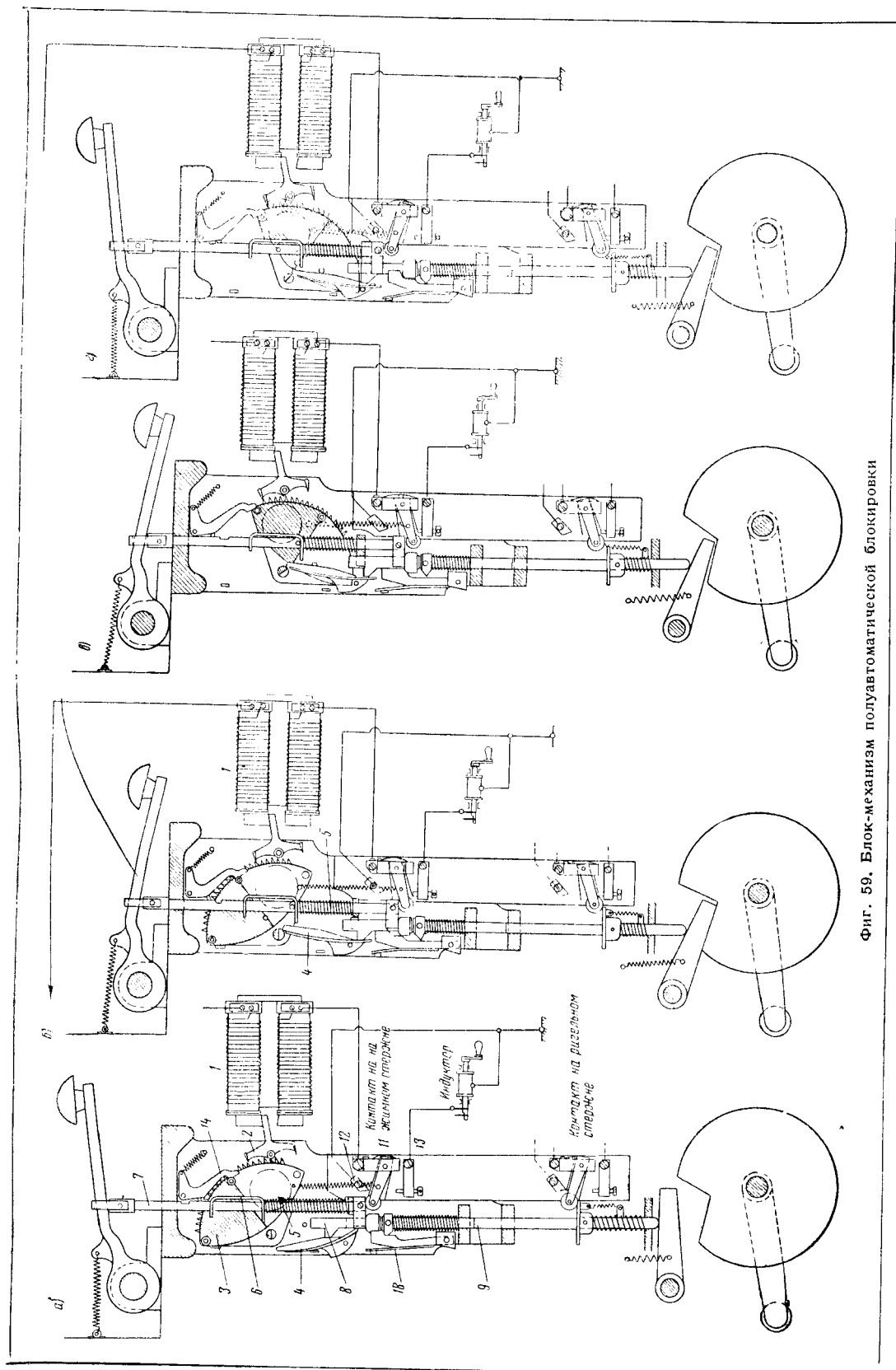
При пропускании через катушки электромагнита переменного тока якорь начинает колебаться соответственно числу полувольт переменного тока. Ножи якоря при колебании пропускают зубцы сектора, который под действием собственного веса поворачивается вниз вместе с осью, а верхний конец рычажка 4 остаётся вправо за осью (фиг. 59,в). После отпуска клавиши верхний стержень 7 поднимается вверх. Средний стержень 8 остаётся в нижнем положении, так как выступом упирается во впадину рычажка 4, который влево повернуться не может. Сектор под действием пружины 5 (пружина давит на корытообразную рамку, а рамка давит на штифт сектора) стремится повернуться вверх, но этому пре-

пятствуют ножи якоря 2, в которые упираются зубцы сектора 3. При пропускании переменного тока через обмотки электромагнита якорь 2 начнёт колебаться, зубцы сектора станут обходить ножи и сектор повернётся вверх. Полувырез оси сектора станет горизонтально, и рычажок 4 снова отклонится влево и пропустит вверх замыкающий стержень 8, а с ним и нижний ригельный 9. Части блок-механизма придут в положение, показанное на фиг. 59,а, при котором блок-механизм отблокирован. На фиг. 59,г блок-механизм заблокирован.

Сектор блок-механизма имеет 18 зубцов. Заблокирование блок-механизма происходит при опускании сектора на 3—4 зубца, а отблокирование — при подъёме сектора вверх на 14—15 зубцов. При заблокировании одного блок-механизма с целью отблокирования электрически с ним связанного другого блок-механизма может быть случай, когда первый блок-механизм заблокируется, а второй не отблокируется (например будет пропущен кратковременный ток, который одновременно сектор первого блок-механизма опустит, а второго поднимет на 10 зубцов). Для такого случая в блок-механизме предусмотрена вспомогательная замычка 14, которая не позволяет верхнему стержню 7 подняться вверх до тех пор, пока блок-механизм не будет полностью заблокирован. Выполнено это следующим образом. В верхнем стержне 7 сделан вырез, рядом с которым устанавливается вспомогательная замычка 14 (фиг. 60), состоящая из коленчатого рычажка 15, оттягиваемого за один конец пружиной 16, в результате чего рычажок другим концом 17 упирается в стержень 7 или кратковременно в средний винт 58, укрепленный на секторе (см. фиг. 61). Если сектор повернётся полностью вниз, то под конец 17 рычажка подходит верхний винт 58.

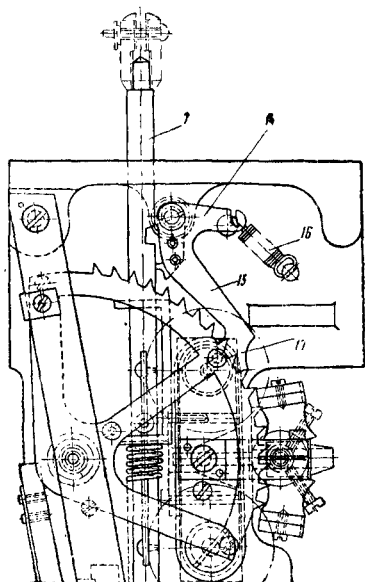
Если сектор останется в промежуточном положении, то под концом 17 не окажется винта и при проходе выреза мимо рычажка 15 зубец последнего западет в вырез и задерживает стержень 7 в нижнем положении.

В практике встречаются случаи, когда требуется, чтобы блок-механизм оставался в среднем (взрезном) состоянии немедленно после его нажатия и отпускания даже и без пропуска тока. В этих случаях средний винт делается коротким (59) и конец 17 коленчатого рычажка 15 замычки не может на него опираться. Под действием пружины 16 коленчатый рычажок упирается непосредственно в стержень 7. При нажатии на клавишу блок-механизма стержень 7 опускается вниз, а при отпуске клавиши стержень 7 начинает двигаться вверх, но задерживается зубом замычки 14, западающим в вырез стержня. Средний штифт на секторе ставится коротким на всех блок-механизмах, которые связаны с педальными замычками 1528 и с замычками переменного тока 1531, так как иначе нечаянно отпущенный блок-механизм нельзя было бы вновь нажать; этому препятствовали бы замычки. Средний винт делается коротким также на всех блок-механизмах, которые взаимодействуют с переменным замыкателем 1633, осуществляющим повторное замыкание.



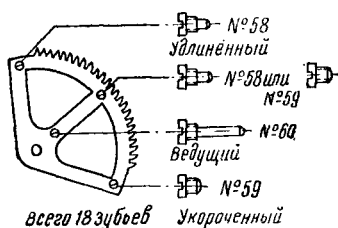
Фиг. 59. Блок-механизм полуавтоматической блокировки

Общий ход нажимного стержня 7 вниз при нажатии  $20,5 \pm 0,5$  мм. При ходе его 13—14 мм рычажок 4 должен зайти вправо за полувырез оси сектора, и только после этого должны замыкаться контакты 11 и 13. При нажатии клавиши заблокированного механизма нажимной стержень не должен опускаться



Фиг. 60. Вспомогательная замычка ВЗ

более  $1,5 \pm 0,3$  мм, упираясь в упорный рычажок 18, который должен заходить под пластинку нажимного стержня не менее  $1,5 \pm 0,5$  мм. Рычажок 18 должен свободно вращаться; если рычажок отводится принудительно влево, при освобождении он немедленно возвращается вправо в прежнее положение.



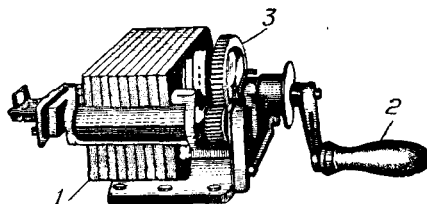
Фиг. 61. Сектор

Характеристики приборов полуавтоматической блокировки приведены в табл. 14.

**Индуктор.** Источником переменного тока в полуавтоматической блокировке служит индуктор (фиг. 62 и 63). Он состоит из 6 или 9 постоянных магнитов 1. В магнитном поле этих магнитов вращается якорь, на сердечнике которого намотана изолированная проволока. Концы проволоки припаяны: один — к оси, имеющей соединение с корпусом, а другой — к коллектору, представляющему изолированную гильзу, надетую на ось якоря. Щёток две: одна Щ1 касается

цельной цилиндрической части коллекторной гильзы и снимает переменный ток; вторая Щ2 касается полуспиленной части коллекторной гильзы и снимает пульсирующий ток одного направления. Якорь связан с рукояткой 2 при помощи зубчатки 3 с передаточным числом 1 : 6. Таким образом, при вращении рукоятки со скоростью двух оборотов в секунду (120 об/мин.) в индукторе генерируется электродвижущая сила переменного тока 12 в. Индуктор снабжён тормозом, препятствующим обратному движению якоря, а рукоятка с осью имеет одностороннее храповое соединение.

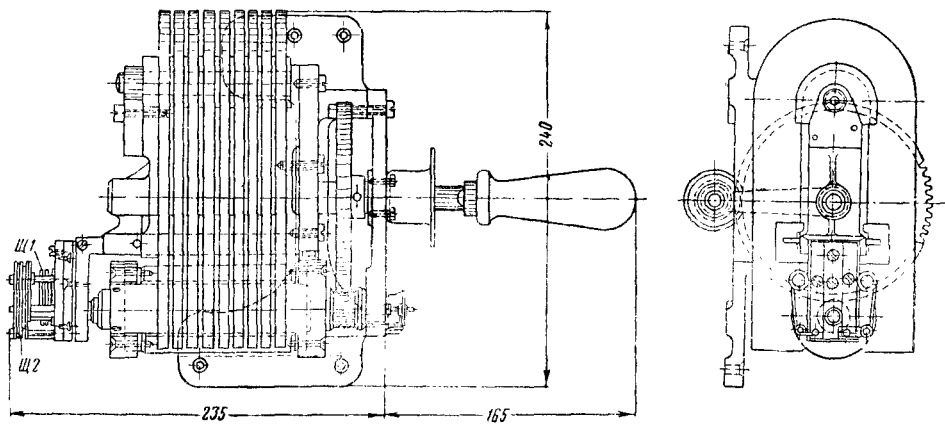
**Телефонная связь** обычно устраивается по блокировочным проводам. Микрофонные трубки включаются параллельно блок-механизмам через переключатели. Для вызова используются вызывная кнопка и звонок, включаемые последовательно с блок-механизмами. Вызывная кнопка показана на фиг. 64 и состоит из коробки, внутри которой смонтированы две группы контактов. Звонок (фиг. 65) состоит из двух катушечного электромагнита 3 с плоским якорем 1, который пружиной 2 регулируется таким образом, чтобы он не работал при прохождении переменного тока. Сопротивление изоляции при испытании меггером (500 в) должно быть не менее



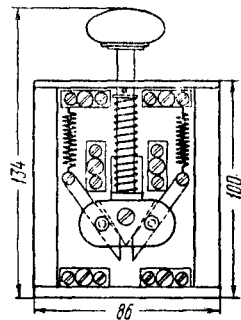
Фиг. 62. Индуктор

1 мгом. Для предотвращения прилипания якоря к электромагнитам на нём делают латунные наклёпки (толщиной не менее 0,25 мм).

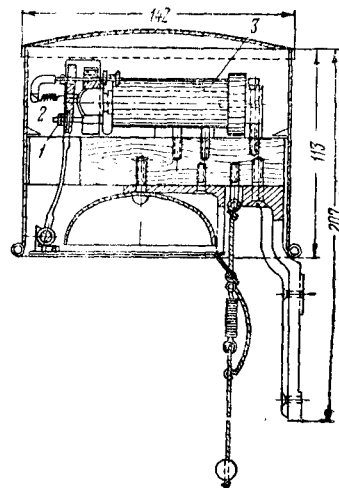
**Педальная электрическая замычка** применяется в путевой блокировке для осуществления автоматической связи поездов с блок-механизмом ПП (путевым приёмом). Педальная электрическая замычка (фиг. 66, 67) нормально запирает верхний нажимной стержень блок-механизма ПП, с которым она связана хомутиком 1, и не позволяет заблокировать этот блок-механизм до тех пор, пока принимаемый поезд не войдёт на станцию. Замычка состоит из электромагнита постоянного тока (расположен вертикально в задней части кожуха) с якорем, удлиненный конец 2 которого выходит на переднюю часть, и механической системы рычажков с пружинами, взаимодействующими с якорем электромагнита. На фиг. 66 педальная электрическая замычка замкнута. Если потянуть за хомут 1 вниз, то муфта 3, неподвижно укрепленная на стержне 4 замычки, упрётся в упорный рычажок 5; тогда движение хомутика 1 вниз, а следовательно, и связанного с ним стержня блок-механизма станет невозможным. На фиг. 67 показано положение после прохождения электрического тока через обмотки электромагнита замычки. Якорь электромагнита притянулся и передний его конец 2 опустился вниз. Рычаг 6 повернулся и про-



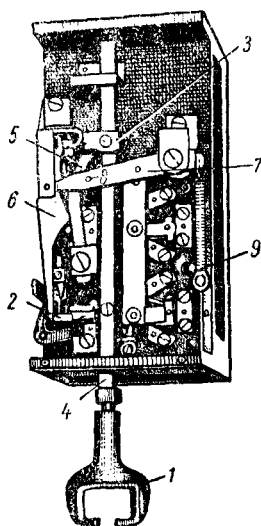
Фиг. 63. Эскиз индуктора



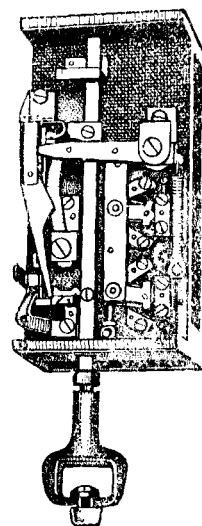
Фиг. 64. Вызывная кнопка



Фиг. 65. Звонок



Фиг. 66. Педальная электрическая  
замычка замкнута



Фиг. 67. Педальная электрическая  
замычка отомкнута

Таблица 14

## Характеристики приборов полуавтоматической блокировки

Наименование прибора	Сопротивление обмоток в ом	Провод		Количество витков	Рабочий ток в ма	Дополнительные требования
		марка	диаметр в мм			
Блок-механизм	$2 \times 30 \pm 10\%$	ПЭЛ	0,35	2 550	30	Колебание якоря между полюсными наконечниками с агатовыми камнями ограничивается 6 мм. Зазор между полюсными наконечниками и якорем не менее 0,2 мм. Расстояние между полюсами 7 мм. Сопротивление изоляции 1 мгом
Индуктор 6-магнитный 1512 (вес — 11,5 кг)	$250 \pm 10\%$	ПШД	0,2	3 900		Индуктор при вращении рукоятки со скоростью 150 об/мин. должен давать: 9-магнитный не менее 85 в переменного тока и 65 в пульсирующего тока, 6-магнитный — соответственно 60 и 45 в при включении в цепи с активной нагрузкой 1 000 ом. Сопротивление изоляции не менее 2 мгом. Испытание на пробой производится от трансформатора мощностью не менее 0,5 квт напряжением 1 000 в 50 гц
Индуктор 9-магнитный 1521 (вес — 13,5 кг)	$215 \pm 10\%$	ПШД	0,25	3 300		
Педальная замычка 1528	$2 \times 16 \pm 10\%$	ПЭЛ	0,45	2 400	60—80	Сопротивление изоляции от корпуса при испытании напряжением 500 в должно быть не менее 1 мгом. Испытание действия замычки производится трёхкратным заблокированием и отблокированием замычки током 80 ма
Педальное реле 3886	$31 \pm 10\%$	—	—	—	100	
Реле 1529	$16 \pm 10\%$	—	—	—	90	
Реле 9750	17,4	—	—	—	140 ток отг. 14	
Электрическая замычка переменного тока 1530 и 1531	$2 \times 15 \pm 10\%$	ПЭЛ	0,44	1 700	30	Замычка проверяется в цепи с активным сопротивлением 1 000 ом индуктором с вращением рукоятки 150 об/мин. трёхкратным заблокированием и отблокированием
Звонок 1516	$2 \times 26 \pm 10\%$	ПЭЛ	0,35	2 500	50	
Электрический сцепляющий механизм 1541	$2 \times 100 \pm 10\%$	ПЭЛ	0,35	5 300	50—90 ток отп. 5	

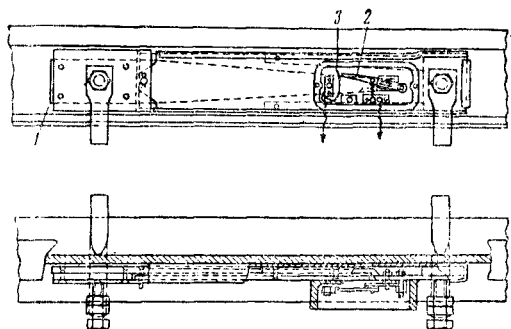


пустил рычаг 7, который своим штифтом 8 отодвинул влево упорный рычаг 5. Замычка на фиг. 67 показана отомкнутой. Если при заблокировании блок-механизма хомутик 1 будет опущен вниз, муфта 3 опустит вниз рычаг 7, рычаг 6 повернется нижним концом влево от нажима рычага 7 на его средний угол, а передний конец якоря 2 станет против нижнего конца рычага 6. После освобождения хомутика 1 (клавиша блок-механизма опущена) рычаг 7 повернется вверх под действием пружины 9, но зацепится концом за уступ рычага 6. В это время муфта 3 будет уже выше упорного рычага, который опять подходит под муфту под действием плоской пружины. На случай, когда электрическая замычка не срабатывает, на передней части её кожуха имеется нормально запломбированный плоский рычажок. Сорвав пломбу, можно этим рычажком от руки опустить вниз передний конец 2 якоря электромагнита и таким образом отомкнуть замычку. Отмыкание замычки вручную должно быть оформлено в журнале.

Ход нажимного стержня  $21 \pm 0,5$  мм. Заблокирование замычки должно наступать при ходе стержня 11—15 мм. Мёртвый ход при заблокированной замычке должен быть 1—1,5 мм.

Калибровка пружин в приборах полуавтоматической блокировки приведена в табл. 15.

**Рельсовые педали** устанавливаются под рельсом, на его шейке или сбоку рельса; они служат для автоматического контроля прохода поезда по тому месту, где установлена педаль. Существуют педали разнообразных систем, построенные на различных принципах их взаимодействия с подвижным составом; общим в них является осуществление замыкания (или размыкания) электрической цепи, в которую включён контрольный прибор. В педалях системы Лыкова, применяемых на железных дорогах СССР, нормально контакт не замкнут (фиг. 68). При проходе подвижного



Фиг. 68. Педаль системы Лыкова

состава по рельсу рычаг 1 правым концом опускается вниз и штифтом, укрепленным на конце и входящим в прорез контактного рычага 2, опускает последний вниз до касания с контактной пружиной 3.

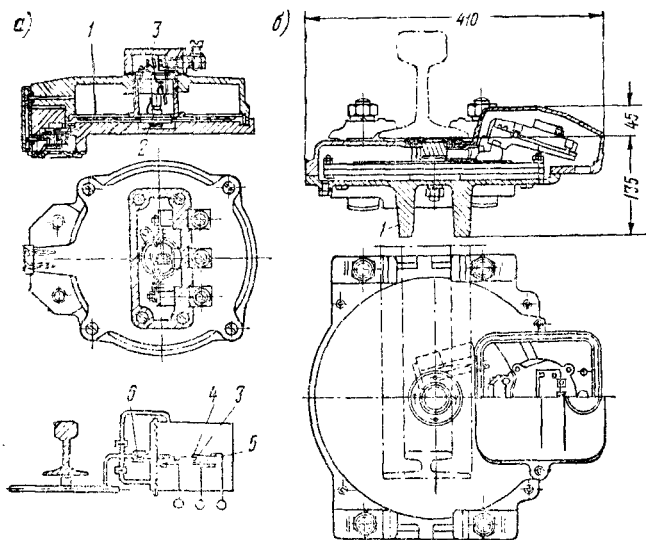
В настоящее время разработана пневматическая (воздушно-мембранная) рельсовая педаль (фиг. 69). Действие педали основано на принципе передачи давления воздуха из

Таблица 15

Калибровка основных пружин в приборах путевой полуавтоматической блокировки

Наименование	Состояние при испытании	Величина сжатия или удлинения в мм	Груз в кг	Допуск в %
<b>Блок-механизм</b>				
Пружина среднего блокировочного стержня . . . . .	сжатое	47,5	5,3	$\pm 15$
Пружина рамки . . . . .	»	104	0,5	$\pm 15$
Пружина предохранительная среднего блокировочного стержня . . . . .	»	2	14	$\pm 15$
Пружина задерживающего рычага . . . . .	растянутое	3	0,5	$\pm 15$
<b>Педальная замычка 1528</b>				
Пружина нажимного стержня . . . . .	растянутое	30	2,0	$\pm 15$
Пружина отводящего рычага . . . . .	то же	30	3,0	$\pm 15$
Пружина контактной системы . . . . .	»	18	0,2	$\pm 15$
Пружина, оттягивающая якорь . . . . .	»	20	0,1	$\pm 15$
<b>Замычка переменного тока 1530 и 1531</b>				
Пружина нажимного стержня . . . . .	сжатое	33	0,5	$\pm 15$
Верхняя пружина к нажимному стержню . . . . .	растянутое	10	1	$\pm 15$
<b>Вызывная кнопка 1518</b>				
Пружина, оттягивающая нажимной стержень . . . . .	сжатое	40	0,5	$\pm 15$
Пружина, оттягивающая контакты . . . . .	растянутое	17	0,5	$\pm 15$
<b>Звонок 1516</b>				
Пружина для оттягивания якоря . . . . .	растянутое	30	1,0	$\pm 15$
Пружина для закрытия сигнального щитка . . . . .	то же	38	1,0	$\pm 15$
<b>Переменные замыкатели 1631 и 1633</b>				
Пружина, оттягивающая двухступенчатый рычаг . . . . .	растянутое	25	3,0	$\pm 15$
Пружина, оттягивающая крючкообразный рычаг . . . . .	то же	30	1,0	$\pm 15$

сжимаемой воздушной камеры на контактную систему посредством промежуточного устройства. Воздушная камера состоит из двух шайб: верхней — давящей и нижней — ограничивающей. При прогибе верхней давящей шайбы на  $0,1$  мм объём воздушной камеры уменьшается на  $15$  см<sup>3</sup>. Давление воздуха передаётся на мембрану 1, с которой жёстко связан изолированный стержень 2, управляющий контактной пружиной 3. В нормальном положении замкнуты контакты 3—4. При прогибе рельса в педали контакты 3—4 размыкаются и соединяются контакты 4—5. Размыкание контактов 4—5 замедляется тем,



Фиг. 69. Пневматическая рельсовая педаль

что выход воздуха в обратном направлении затруднён обратным клапаном 6.

Педальные электрические замычки, как правило, применяют в сочетании с педалью, установленной на изолированном рельсе. Принципиальная схема такого устройства показана на фиг. 70.

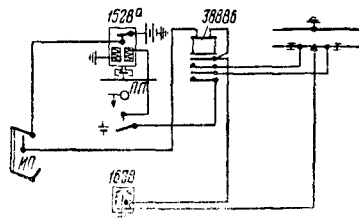
Если блок-механизм отблокирован и сигнал открыт, то при вступлении поезда на изолированный рельс, как только замкнётся контакт педали, сработает педальное реле и своими контактами включит параллельную цепь через изолированный рельс и контакт ригельного стержня блок-механизма на педальную замычку. Однако до прохождения всего состава по изолированному рельсу обмотки педальной замычки шунтируются колёсными парами, и только после схода последней колёсной пары с изолированного рельса педальная замычка сработает.

**Переменный замыкатель 1633** (фиг. 71). На рычаге выходного или проходного семафора устанавливается переменный замыкатель (противоповторная замычка) 1633, осуществляющий зависимость, при которой после открытия семафора и его закрытия семафор нельзя вновь открыть до тех пор, пока блок-механизм, связанный с рычагом, не будет заблокирован, а затем вновь отблокирован.

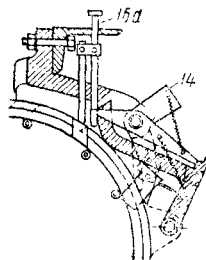
**Переменный замыкатель (замычка нажимного стержня) 1631** (фиг. 72) устанавливается на рычагах входных семафоров и обеспечивает, чтобы до заблокирования блок-механизма ПП входной семафор был открыт и закрыт.

На фиг. 71 и 72 положение соответствует положению рычага после открытия семафора и затем его закрытия.

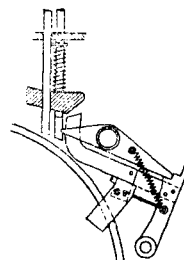
Электрический сцепляющий механизм устанавливают на семафорах для автоматического закрытия крыла. Кроме этого электрический сцепляющий механизм применяют для связи диска сквозного прохода, устанавливаемого на входных семафорах, с верхним крылом



Фиг. 70. Схема включения педальной замычки



Фиг. 71. Переменный замыкатель 1633



Фиг. 72. Переменный замыкатель 1631

последнего. Реже электрический сцепляющий механизм применяют для связи третьего крыла со вторым в трёхкрылых семафорах.

Электрические сцепляющие механизмы применяют двух типов: 1541 и 536.

На фиг. 73 показан электрический сцепляющий механизм 1541. Он состоит из электромагнита Э с якорем 27, вращающимся совместно с полуспиленной осью 28, и системы рычагов.

Нормально механизм находится в положении, показанном на фиг. 74, а. При открытии семафора приводной рычаг 42 поворачивается по часовой стрелке на  $20^\circ$  до упора ролика 56 в выступ приводного рычага 41 (фиг. 74, б).

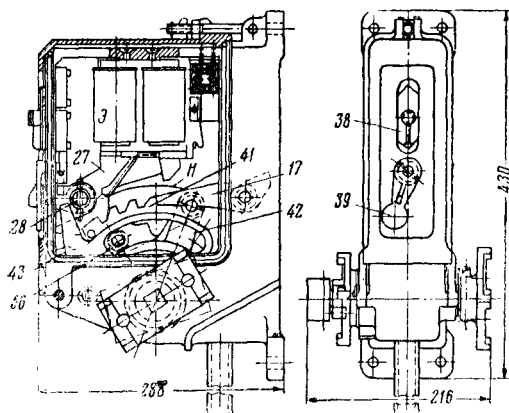
Если электромагнит возбуждён, накладке Н, зацепив роликом 56 за выступ рычага 41 поворачивает последний на  $45^\circ$  (фиг. 74, в) и семафор открывается.

Если тока в электромагните нет, якорь отпадает и совместно с ним поворачивается полуспиленная ось (фиг. 74, г). Ролик 56 проскакивает, не переводя рычага 41. Сигнальный привод вращается вхолостую.

Если при открытом семафоре электромагнит остаётся без тока, якорь отпадает и полуспиленная ось даёт возможность рычагу 41 повернуться назад под действием тяжести

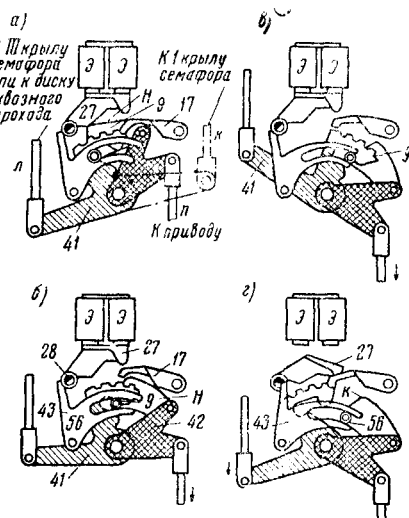
крыла, которое поворачивается вниз, — семафор закрывается.

Электросцепляющий механизм 536 (фиг. 75) состоит из электромагнита 1, трёх внутренних рычагов 2, 3, 4, двух наружных рычагов



Фиг. 73. Электросцепляющий механизм 1541

чагов 5 и 6 (фиг. 76, а), двух групп контактов 7 и успокоителя 8 (демпфер). На фиг. 76, б показано нормальное положение частей механизма, на фиг. 76, в — положение, при котором возможно открыть семафор. Ролик рычага 3 нажимает на плоскость II рычага 4. На фиг.

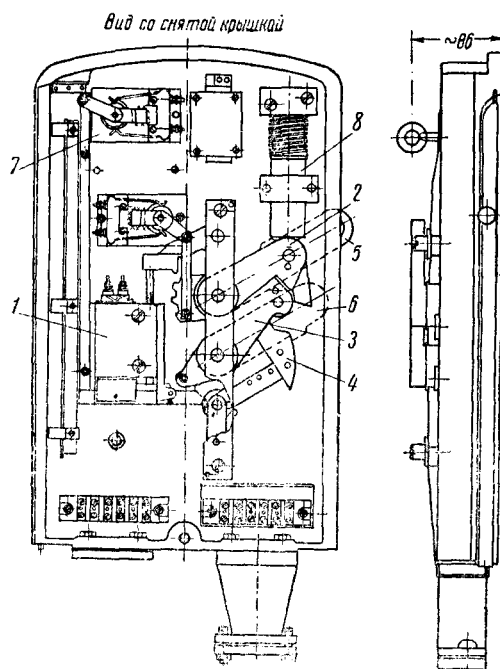


Фиг. 74. Работа электросцепляющего механизма 1541

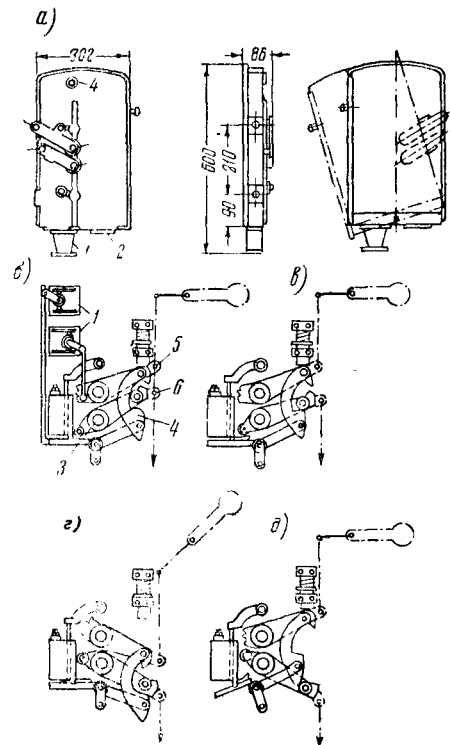
76, г крыло семафора открыто. При прекращении тока в электромагните ось ДЗ теряет опору, и цапфа, повернувшись около оси Д4 влево, отводит рычаг 4 в сторону. Рычаги 5 и 6 расцепляются, крыло поворачивается и становится в горизонтальное положение.

Электрозаводной механизм применяется для управления предупредительным диском, если включение привода диска в общие гибкие тяги с семафором затруднено. Электрозаводной механизм (фиг. 77) состоит из электромагнита с якорем, управляющим спусковыми крючками, и из системы зубчатых передач и рычагов за-

водного механизма. Открытие и закрытие диска совершается грузом, действующим на вал, вращение которого передаётся через

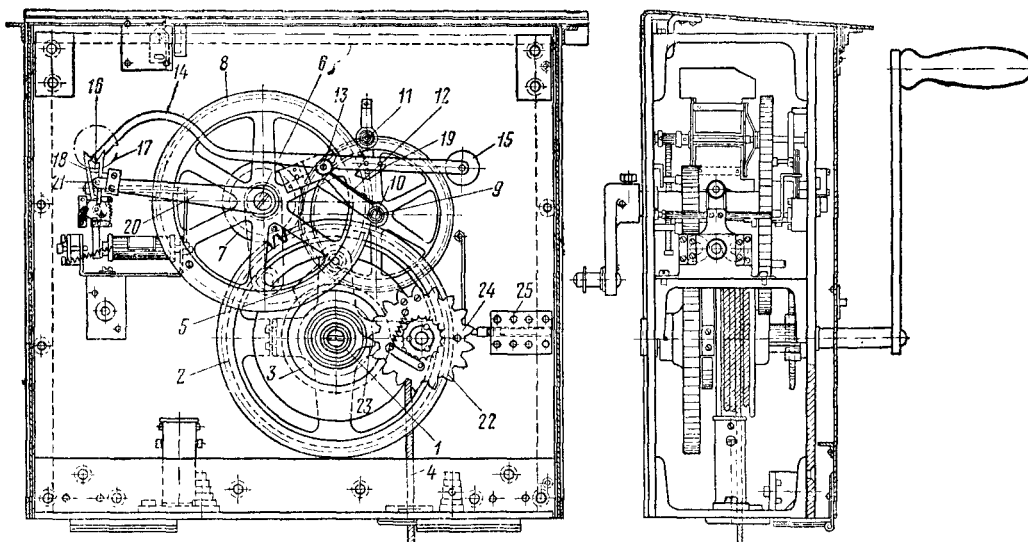


Фиг. 75. Электросцепляющий механизм 536



Фиг. 76. Работа электросцепляющего механизма 536

систему зубчатых колёс на тягу, связанную с диском. Якорь электромагнита управляет



Фиг. 77. Электрозаводной механизм:  
1—заводная ось; 2—зубчатка большая;  
3—храповое колесо; 4—трос для груза; 5—собачка; 6—ось; 7—зубчатка малая; 8—зубчатое колесо; 9—ось; 10—зубчатое колесо на оси 9; 11—крыльчатый регулятор; 12—упор; 13—полуспиленная ось; 14—закрывающий рычаг; 15—противовес; 16—штифт; 17—18—крючок спускной; 19—пружины к упору; 20—рычаг эксцентрика; 21—палец эксцентрика; 22—23—зубчатка; 24—штифт; 25—кнопочный контакт

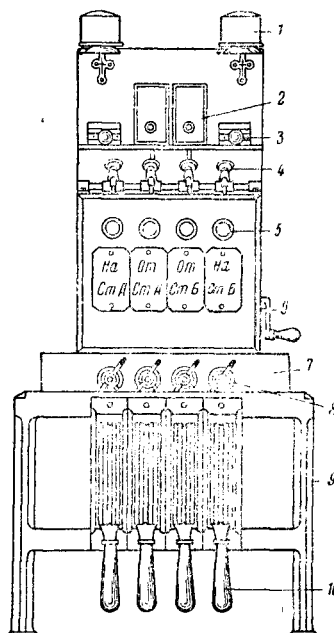
двумя спускными крючками 17 и 18, один из которых запирает систему в закрытом положении диска, а другой — в открытом. Притягиваясь к полюсным наконечникам, икорь освобождает спускной крючок, и система поворачивается на  $180^\circ$  под действием груза. Один полуоборот системы соответствует открытию, второй — закрытию диска.

### ОДНОСТОРОННЯЯ (ДВУХПУТНАЯ) ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА

При односторонней (двухпутной) полуавтоматической блокировке для каждого главного пути перегона предусматривается в блок-аппаратах один блок-механизм (далее сокращённо называемый «блок»). Эти блоки называются путевыми. Для путей, по которым поезда отправляются со станции, они получили название *ПО* (путевого отправления), для путей, по которым станция принимает поезда, — *ПП* (путевого приёма). На промежуточной станции двухпутного участка, оборудованного односторонней полуавтоматической блокировкой, имеется четыре путевых блока: два *ПО* и два *ПП*. На фиг. 78 показан аппарат станции, на которой управление только выходными семафорами производится от дежурного по станции, а на фиг. 79 показана схема аппарата промежуточной станции, на которой управление выходными и входными семафорами совершается из помещения дежурного по станции. Нормально блоки *ПО* отблокированы, блоки *ПП* заблокированы. Педальными замочками также заблокированы.

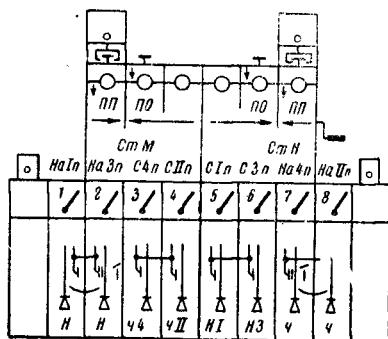
При отправлении поезда, например, с первого главного пути дежурный по станции

поворачивает влево рукоятку 5 и переводит рычаг *H1* (фиг. 79). После выхода поезда дежурный по станции закрывает семафор,



Фиг. 78. Общий вид блок-аппарата промежуточной станции: 1—блокировочный звонок; 2—педальная замочка; 3—звонковая кнопка; 4—нажимные клавиши; 5—блок-окно; 6—ручка индуктора; 7—ящик зависимости; 8—маршрутная рукоятка; 9—рычажная станина; 10—сигнальные рычаги

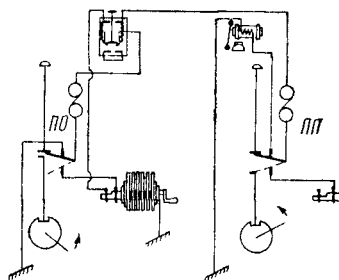
ставит рукоятку 5 назад в нормальное положение и заблокировывает блок ПО (в окошечке его появляется красный цвет), связанный со ст. Н. После этого дежурный по станции по телефону сообщает дежурному по



Фиг. 79. Схема блок-аппарата промежуточной станции

станции Н об отправлении поезда. Блок ПО отблокировывается (в его окошечке снова появляется белый цвет) со ст. Н, когда она примет отправленный к ней поезд.

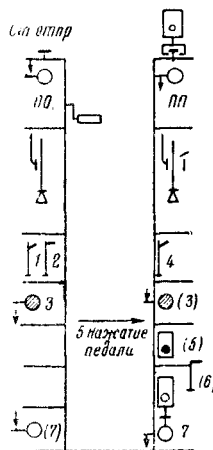
При приёме поезда дежурный по станции поступает следующим образом. Получив о выходе поезда блокировочный сигнал в блоке ПП (в его окошечке появится красный цвет) и уведомление по телефону, например, со ст. М, дежурный по станции готовит маршрут приёма и запирает его. После этого он поворачивает маршрутную рукоятку и открывает входной семафор. При входе поезда на станцию, когда он будет проходить по изолированному рельсу с педалью, отомкнётся педальная замычка (в её окошечке появится красный цвет). Дежурный закрывает входной семафор и ставит назад вправо маршрутную рукоятку. Убедившись, что поезд прибыл в полном составе, дежурный по станции блокирует блок ПП (одновременно замыкается педальная замычка), в результате чего на ст. М, откуда прибыл поезд, отблокируется блок ПО.



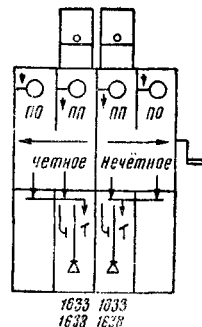
Фиг. 80. Схема соединения сопряжённых путевых блоков

Схема соединения сопряжённых путевых блоков ПО и ПП показана на фиг. 80. Последовательность действий на аппаратах условно записывается цифрами с изображением приборов (фиг. 81). Цифра без скобок обозначает непосредственно совершаемое действие, цифра в скобках, — действие, являющееся резуль-

татом непосредственного действия с тем же номером. Схему аппарата блок-поста см. на фиг. 82. На блок-посту клавиши спарены и рычаги проходных семафоров замыкаются бло-



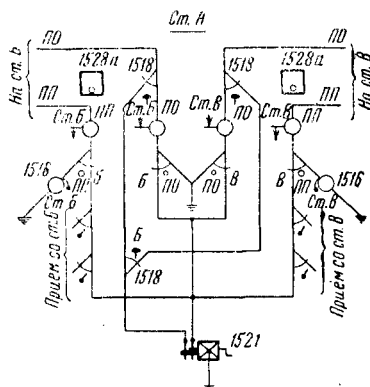
Фиг. 81. Последовательность действий путевого блокировщика



Фиг. 82. Схема аппарата блок-поста

ками ПО и ПП каждый попарно. Например, проходной семафор чётного направления может быть открыт, если по выходе чётного поезда к блок-посту будет отблокирован блок ПП. После прохода поезда при открытом чётном семафоре отомкнётся педальная замычка. Закрыв проходной семафор, дежурный посредством спаривающей клавиши одновременно нажимает блоки ПО и ПП (а также замыкает педальную замычку) и за блокирует их. В результате на позадилежащем блок-пункте отблокируется блок ПО, а на передидлежащем блок-пункте отблокируется блок ПП.

Электрические схемы аппаратов односторонней полуавтоматической блокировки представлены на фиг. 83—85. На фиг. 83 представлена схема аппарата промежуточной станции в развёрнутом виде. На фиг. 84 пока-

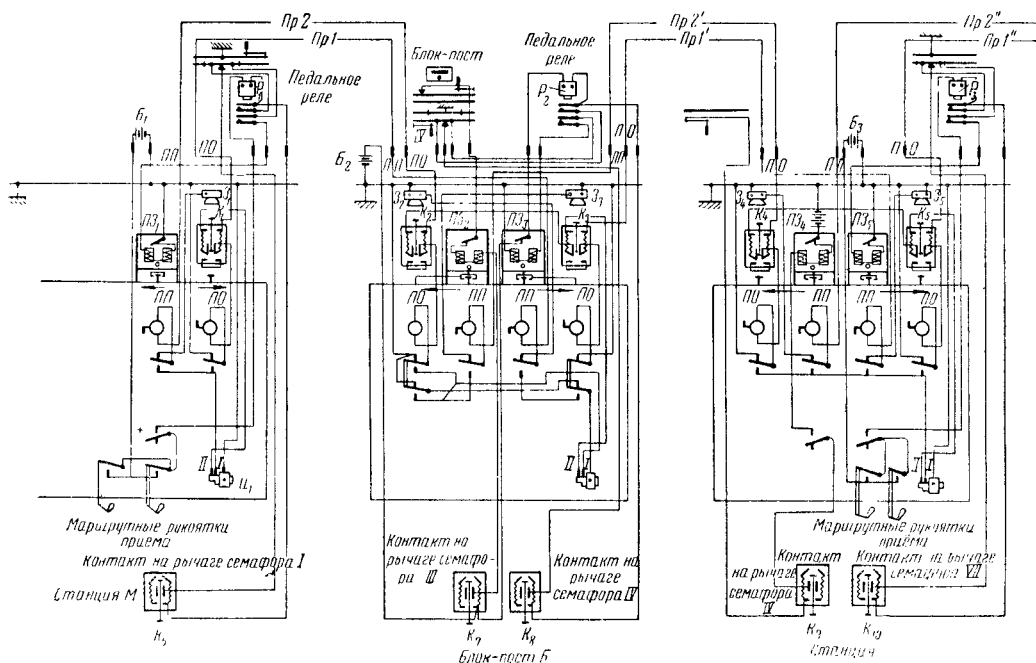


Фиг. 83. Схема токопрохождения блок-аппарата промежуточной станции

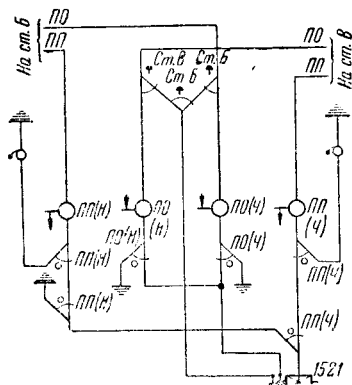
зана монтажная схема аппаратов блок-поста конечной и промежуточной станций, на фиг. 85—схема токопрохождения блок-аппарата путевого блок-поста. Электрические схемы

аппаратов дополняются схемами последовательности действий (фиг. 86), которые облегчают чтение электрических схем аппаратов.

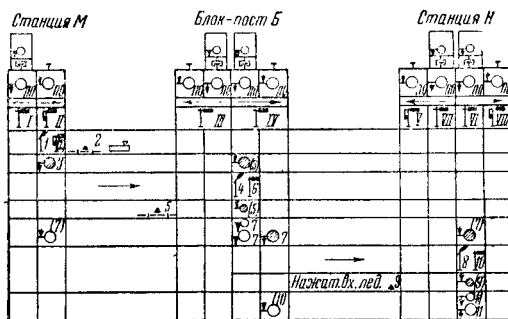
согласия), а блок *ПО* — только совместно с блоком *ПС*. На рычаге выходного семафора устанавливают переменный замыкатель с пере-



Фиг. 84. Монтажная электрическая схема блок-аппаратов блок-поста конечной и промежуточной станций



Фиг. 85. Схема токопрохождения блок-аппарата путевого блок-поста

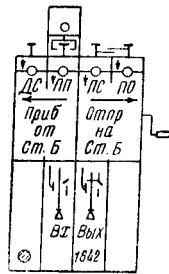


Фиг. 86. Схема последовательности действий при двухпутной блокировке

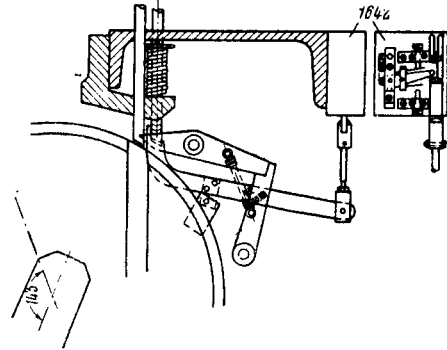
#### ЧЕТЫРЁХЧОКОВАЯ ДВУСТОРОННЯЯ (ОДНОПУТНАЯ) ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА

В блок-аппаратах путевой блокировки для однопутных перегонов, применяющейся на дорогах СССР, предусматривается по четыре путевых блока на каждой станции (фиг. 87): *ДС* — дачи согласия, *ПП* — путевой приёма, *ПС* — получения согласия и *ПО* — путевой отправления. Над блоком *ПП* установлена электрическая педальная замычка для контроля прибывающих поездов. Клавиши блоков *ПС* и *ПО* спарены таким образом, что блок *ПС* можно нажать отдельно (при возвращении

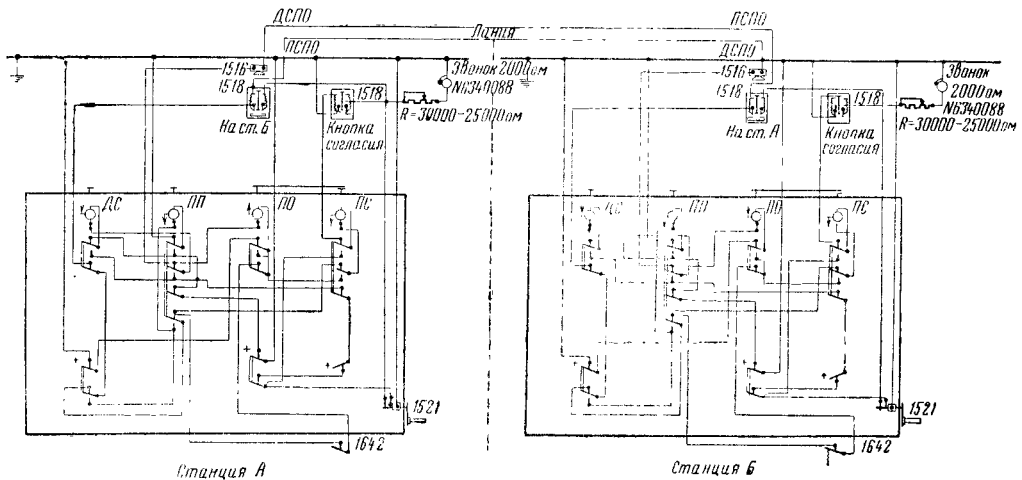
ключателем 1642. Этот переключатель меняет коммутацию при срабатывании переменного замыкателя, т. е. электрически устанавливает факт открытия выходного семафора (фиг. 88). Электрическая схема построена таким образом, что вернуть полученное согласие можно до тех пор, пока не произойдёт переключения контактов переключателя 1642. Электрическая схема двусторонней четырёхочковой полуавтоматической блокировки показана для конечной станции, ограничивающей однопутный перегон, на фиг. 89—90 — в монтажном виде и на фиг. 91 — в развёрнутом виде. Схема последовательности действий показана на фиг. 92.



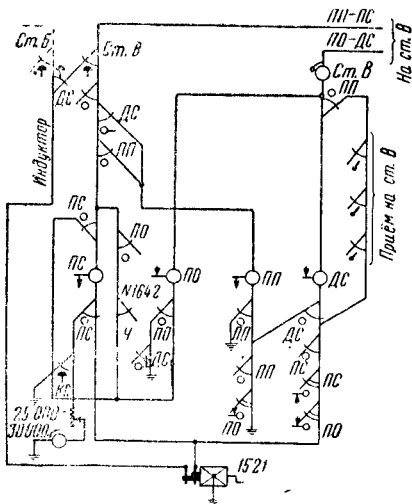
Фиг. 87. Схема аппарата однопутной блокировки



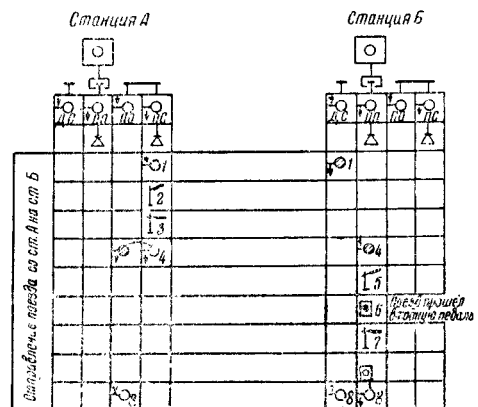
Фиг. 88. Связь переменного замыкателя с переключателем 1642



Фиг. 89--90. Монтажная схема аппаратов конечной станции однопутной блокировки



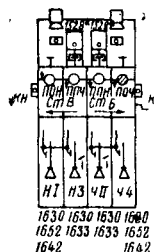
Фиг. 91. Схема токопрохождения конечного аппарата однопутной блокировки



Фиг. 92. Схема последовательности действий при однопутной блокировке

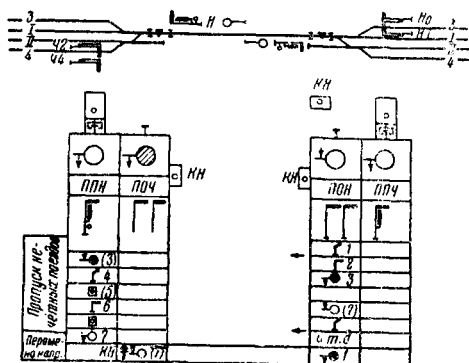
## ДВУХОЧКОВАЯ ДВУСТОРОННЯЯ (ОДНОПУТНАЯ) ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА<sup>1</sup>

Четырёхочковая однопутная полуавтоматическая блокировка не увязана по количеству аппаратуры с двухпутной полуавтоматической.



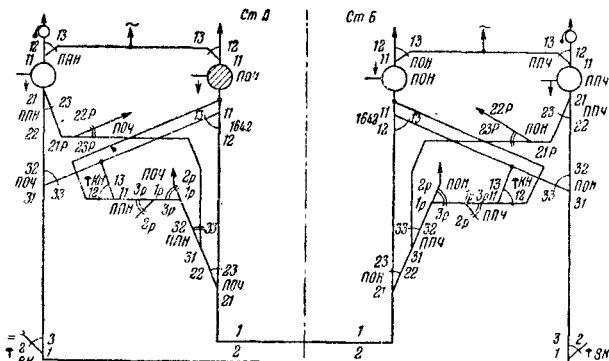
Фиг. 93. Общий вид аппарата двухочковой блокировки для промежуточной станции

ской блокировкой. Поэтому при временных переходах с двухпутного движения на однопутное действие блокировки сохраняется по-



Фиг. 94. Схема последовательности действий на аппаратах двухочковой блокировки

средством применения двухочковой однопутной полуавтоматической блокировки системы ЦНИИ. В этой системе в аппарате каждой из

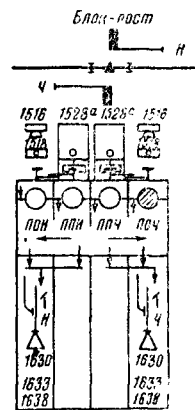


Фиг. 95. Схема токопрохождения двухочковой блокировки

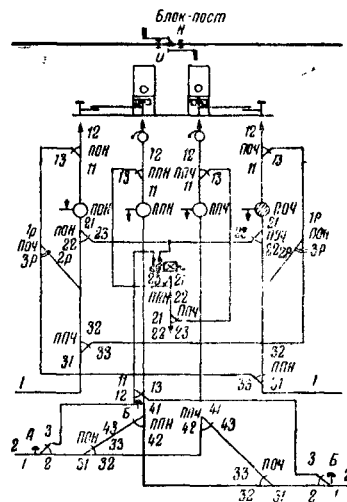
станций, ограничивающих однопутный перегон, предусмотрено два блока: *ПО* и *ПП*. На сигнальном рычаге устанавливается под блоком *ПО* переменный замыкатель 1652, имеющий вырез в упорном рычажке и поэтому позволяющий нажать блок *ПО* и без открытия семафора. С переменным замыкателем связан контактный переключатель 1642. Общий вид аппарата промежуточной станции однопутного участка показан на фиг. 93, схема последовательности действий на аппаратах двух смежных станций — на фиг. 94, схема токопрохождения — на фиг. 95, схема аппарата блок-поста — на фиг. 96. Особенностью аппарата блок-поста является спаривание блоков *ПО* и *ПП* таким образом, что блок *ПО* может блокироваться отдельно от блока *ПП*, что необходимо при перемене направления движения поездов.

Схема токопрохождения аппарата блок-поста показана на фиг. 97, схема последовательности действий — на фиг. 98.

Двухочковая однопутная полуавтоматическая блокировка построена таким образом, что при отсутствии поездов на перегоне блоки *ПО* одного направления находятся в отблокированном положении (на фиг. 94—98 блоки *ПО* нечётного направления) и в этом направлении поезда могут двигаться по блокировке так же, как и при односторонней блокировке,



Фиг. 96. Схема аппарата блок-поста двухочковой блокировки



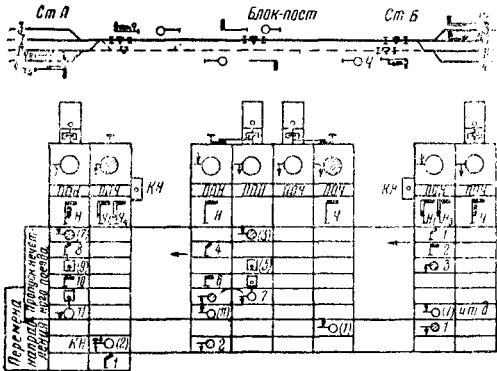
Фиг. 97. Схема токопрохождения аппарата блок-поста

<sup>1</sup> Утверждена ЦШ МПС 3/ХІ 1949 г. для опытных участков.

по одному из путей на двухпутном перегоне. Если требуется пропустить поезд другого направления (чётного), то при свободном пере-



гоне система должна быть установлена для движения поездов в этом другом (чётном) направлении, причём и в этом случае движение совершается аналогично движению при одно-



Фиг. 98. Схема последовательности действий блок-поста

сторонней (двухпутной) блокировке. В перемене направления участвуют оба дежурных по станции (фиг. 94): один заблокировывает блок ПО, другой в это время нажимает кнопку КН (кнопка направления).

### ДВУХОЧКОВАЯ ОДНОПУТНАЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА С «ВСТРЕЧНЫМ СОГЛАСИЕМ»<sup>1</sup>

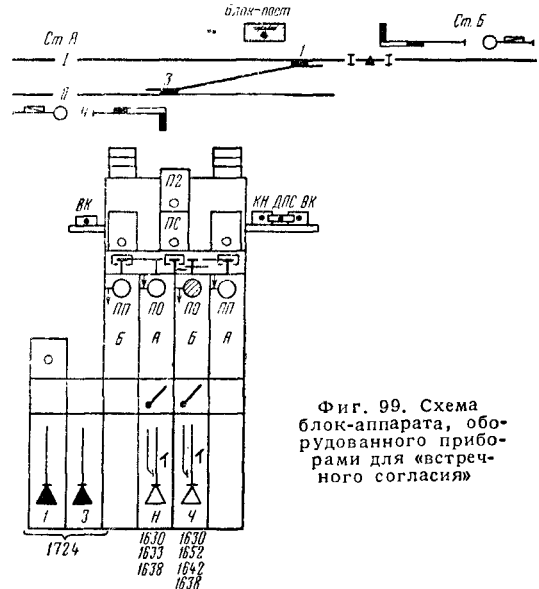
Двухочковая однопутная полуавтоматическая блокировка с «встречным согласием» предназначается для тех однопутных линий, где уложены двухпутные вставки с целью повышения их пропускной способности.

В системе предусмотрена возможность одновременной подачи согласия на отправление поезда, а именно: после отправления, например, чётного поезда дежурный по станции может дать на соседнюю станцию одновременно так называемое «встречное согласие» на отправление нечётного поезда.

На основе полученного одновременно «встречного согласия» дежурный по станции после приёма в рассматриваемом случае чётного поезда может отправить на освободившийся перегон нечётный поезд уже без участия дежурного по станции, откуда получено «встречное согласие», но только с последующим уведомлением об отправлении.

На станциях, ограничивающих перегон, в блок-аппаратах предусмотрены (фиг. 99): два блока ПО и ПП, педальная замычка над блоком ПП, замычка постоянного тока ПС и замычка постоянного тока П2. Кнопки три: вызывная ВК, направления КН и дачи предварительного согласия ДПС (при нажатии кнопки ДПС работают одновременно кнопки ВК и КН как спаренные). Замычки ПС и П2 рычажков для искусственного отмыкания их вручную не имеют и могут отмыкаться только электрическим током. Между клавишами ПО и замычками ПС и П2 сделана связь: при нажатии блока ПО нажимается клавиша

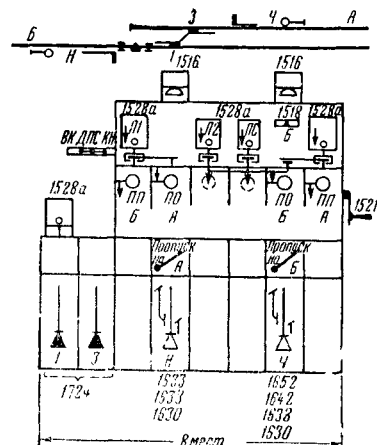
замычек ПС и П2; клавиша замычек ПС и П2 может нажиматься отдельно. У замычек ПС и П2 упорный рычажок 30 снят и поэтому клавиша их может нажиматься независимо от состояния замычек, однако после каждого нажатия замычки остаются замкну-



Фиг. 99. Схема блок-аппарата, оборудованного приборами для «встречного согласия»

тыми и отомкнуться могут только от прохождения тока через обмотки их электромагнитов.

На фиг. 99 замычка П2 расположена над замычкой ПС. При наличии в блок-аппарате свободных мест их можно располагать рядом, а зависимость между клавишами целесообразно делать через ось (фиг. 100).



Фиг. 100. Схема зависимости между клавишами

Схема последовательности действий показана на фиг. 101. Из схемы видно, что движение поездов может совершаться либо с использованием «встречного согласия», либо без него. Электрическая схема (фиг. 102) построена таким образом, что подача «встречно-

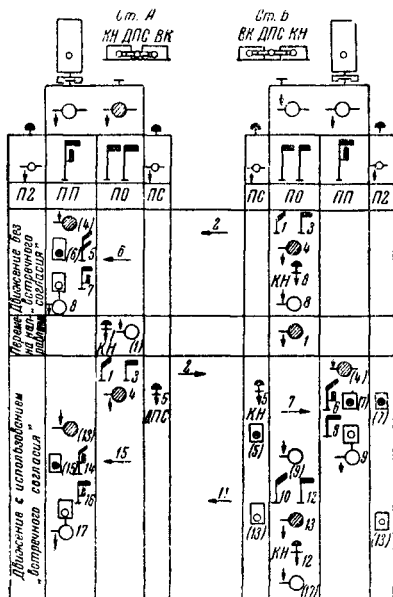
<sup>1</sup> Утверждена ЦШ МПС 3/ХІ 1949 г. для опытных участков.

го согласия» осуществляется только в случае, если одна станция отправила поезд (блоки *ПО* и *ПП* заблокированы), а другая станция получила «отправление» (блок *ПО* заблокирован, а блок *ПП* отблокирован). Подача согласия осуществляется пульсирующим то-

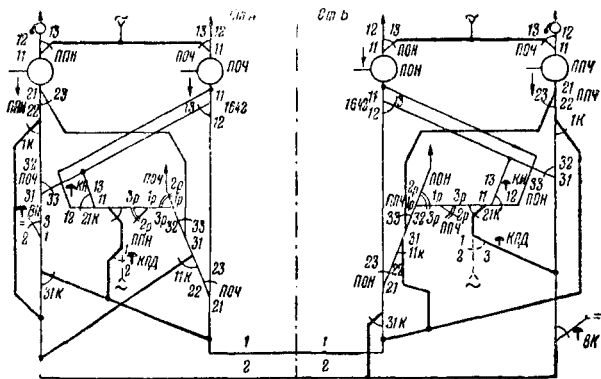
ком, что кнопки *ДПС* переносятся со станции на блок-пост, где и включаются в схему, изображённую на фиг. 97.

### ДВУХПУТНО-ОДНОПУТНАЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА

Двухпутно-однопутная полуавтоматическая блокировка предназначается для двухпутных линий, где требуется периодический переход на однопутное движение и обратно. Материальная часть системы (блок-механизм, замочки, рычаги и пр.) одинакова и для двухпутного и для однопутного перегонов, разница состоит только в электрической схеме вклю-



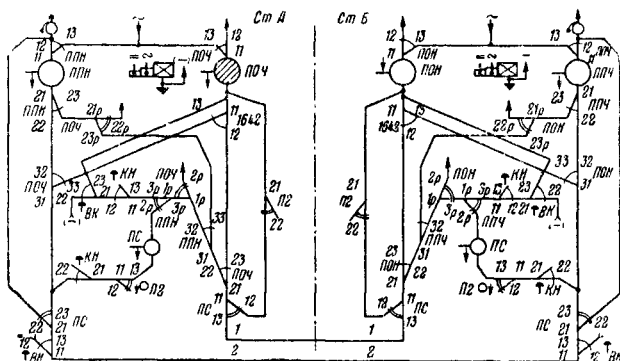
Фиг. 101. Схема последовательности действий двухчковой блокировки с «встречным согласием»



Фиг. 103. Схема токопрохождения двухпутно-однопутной блокировки

ком по двухпроводной цепи. Если при наличии «встречного согласия» от прибывающего поезда замыкка *П2* не сработает, дежурный по станции не сможет воспользоваться «встречным согласием». Он должен его погасить, нажав на клавишу, и затем дать «прибытие» на

чтения. На аппаратах добавлены коммутаторы направления, посредством которых электрическая схема может переключаться с двухпутного движения на однопутное и наоборот. На фиг. 103 толстыми линиями показана та часть схемы, которая переключается при переводе коммутаторов направления *К*.



Фиг. 102. Схема токопрохождения двухчковой блокировки с «встречным согласием»

соседнюю станцию. После этого он может совместно с дежурным соседней станции изменить направление и отправить от себя поезд.

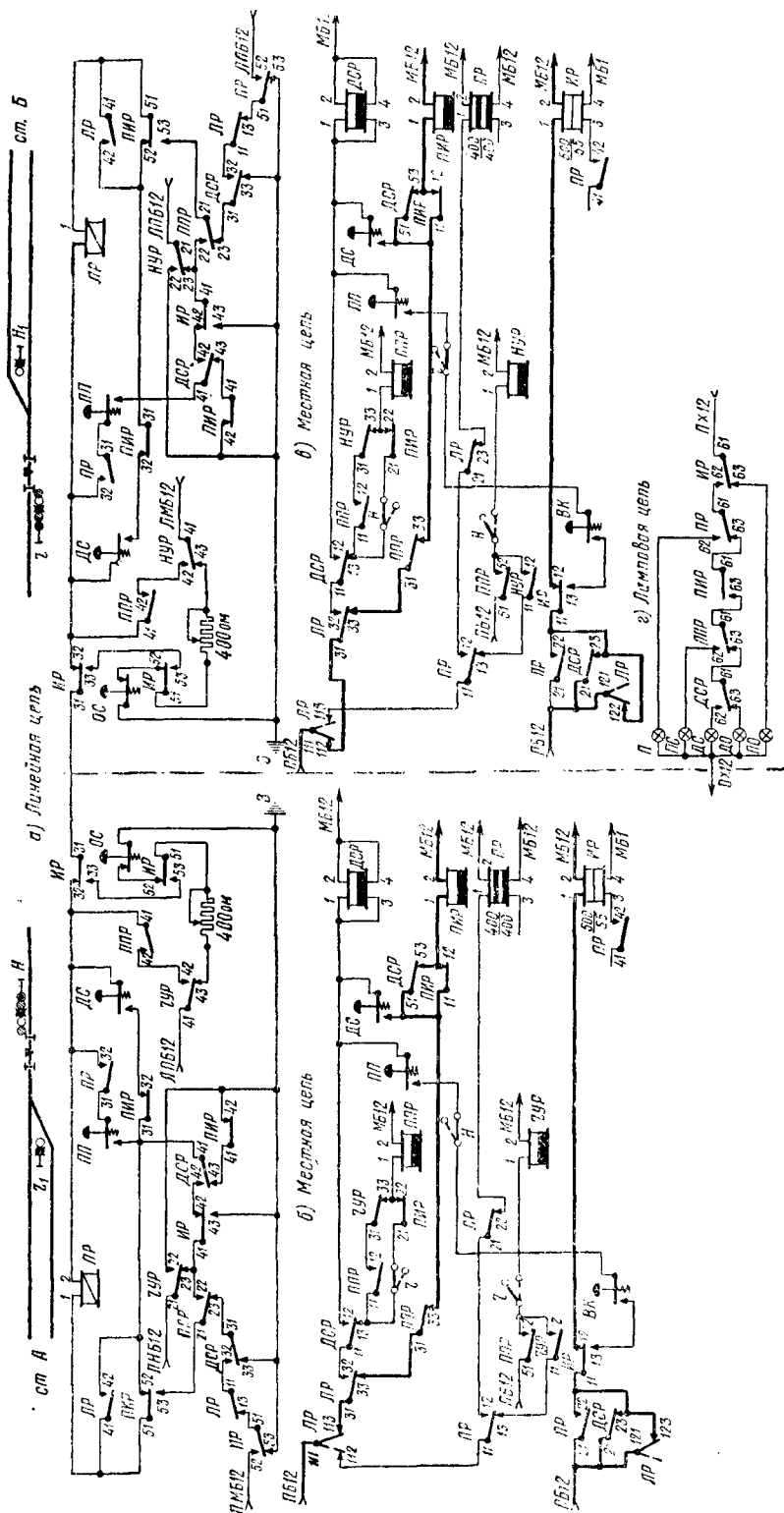
Система допускает открытие блок-постов на перегоне, причём устройство аппаратов блок-постов одинаково с устройством, показанным на фиг. 96—98, с той лишь разли-

### РЕЛЕЙНАЯ ОДНОПУТНАЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА<sup>1</sup>

Схема токопрохождения блокировки состоит из двух основных частей: линейной и местной (фиг. 104).

К линейной части схемы относятся линейные реле типа *КР1*, устанавливаемые по одному на каждой станции, и кнопки: дачи согласия — *ДС*, путевого прибытия — *ПП* и отмены согласия — *ОС*. Линейные реле соседних станций соединяются между собой линейным проводом и служат для передачи блокировочных сигналов между станциями. Нормально линейные реле без тока, причём на ст. *А* в нормальном положении замкнуты переведённые контакты поляризован-

<sup>1</sup> Утверждена ЦШ МПС 25/IV 1950 г. в качестве типовой.

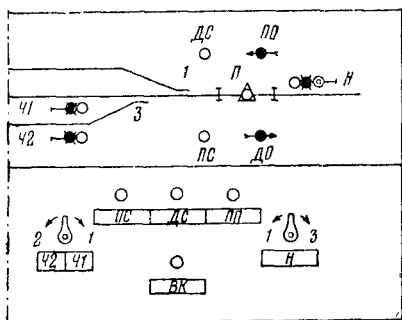


Фиг. 104. Схема токопрохождения однопутной релейной полуавтоматической блокировки

ного якоря (111—113 и 121—123), а на ст. Б — нормальные контакты (111—112, 121—122).

К местной части схемы относятся сигнальные реле ЧУР или НУР, повторное реле ППР, реле предварительного извещения ПИР и реле дачи согласия ДСР.

В качестве аппаратов управления релейной полуавтоматической блокировки можно применять сигнальные централизаторы автоблокировки и аппараты релейной централизации. На аппаратах необходимо предусматривать рукоятки, кнопки и контрольные лампы (фиг. 105).



Фиг. 105. Пульт управления однопутной релейной блокировки

Для рассмотрения электрической схемы принята работа системы при движении поезда от ст. А до ст. Б.

При нажатии кнопки ДС на ст. Б срабатывает реле ДСР, и в линию через кнопку ДС (помимо реле ЛР) посылается ток согласия. В результате этого на ст. А линейное реле возбуждается и своим контактом в местной цепи возбуждает реле ППР и обесточивает реле ПИР. Одновременно в линейную цепь подключается батарея.

Когда на ст. Б кнопка ДС возвращается в нормальное положение, линейное реле ст. Б также подключается к линии через контакт ПИР (51, 52) и окончательно остаётся под током через собственный контакт (41, 42), причём устанавливается цепь непрерывно подаваемого согласия со ст. Б на ст. А. Реле ПИР на ст. Б остаётся без тока.

На ст. А загорается указатель получения согласия ПС, а на ст. Б — дачи согласия ДС.

Дежурный по ст. А поворачивает сигнальную рукоятку выходного светофора для его открытия. Сигнальное реле ЧУР на ст. А возбуждается.

В результате этого происходят переключения в линейной цепи на ст. А и на ст. Б, а именно:

а) на ст. А переключаются полюсы батареи; б) на обеих станциях, в связи с перелётом на ст. А контактов реле ЧУР, линейные реле остаются без тока;

в) на ст. Б разрывается контакт 41, 42 ЛР и батарея ст. Б автоматически отключается.

В следующий момент перебрасывается поляризованный якорь линейного реле на ст. Б. Контакт 111, 112 ЛР разрывается и реле ИР остаётся без тока, в результате чего на ст. Б

отключается от линии линейное реле ЛР и происходит переключение полюсов батареи в линейной цепи. Когда по истечении замедления реле ППР на ст. А отпускает якорь и, разрывая фронтные контакты, выключает из линейной цепи батарею на ст. А под действием батареи ст. Б, линейное реле ст. А перебрасывает поляризованный якорь и притягивает нейтральный якорь.

При открытии выходного светофора на ст. А гаснет лампочка ПС и загорается лампочка ДО. В это же время на ст. Б, когда реле ИР остаётся без тока и отпускает якорь, гаснет лампочка ДС и загорается лампочка ПО.

Дежурный по ст. Б открывает светофор и поезд следует на станцию. При проследовании поездом изолированного рельса первоначально возбуждается реле ПР. После этого возбуждается реле ИР, в результате чего батарея на ст. Б выключается из линии, линейное реле ЛР на ст. А остаётся без тока и на ст. Б загорается лампа П.

Дежурный по ст. Б, предварительно поставив нормальную рукоятку Ч, нажимает кнопку подачи прибытия ПП. Реле ДСР возбуждается и этим посылает блокировочный сигнал прибытия; в результате этого на станциях А и Б перебрасываются поляризованные якоря, и реле ПИР возбуждаются. Схема блокировки приходит в исходное положение.

На ст. А гаснет лампа ДО, а на ст. Б — лампа П.

Тип и количество реле, необходимых для оборудования одного однопутного перегона, показаны в табл. 16.

Таблица 16

Релейное оборудование одного однопутного перегона

Наименование реле	Литер	Тип	Количество
Линейное . . . . .	ЛР	КР-1-600	2
Противоповторное.	ППР	НР-1-400	2
Дачи согласия . . .	ДСР	НР-1-400	2
Предварительного извещения . . . .	ПИР	НР-1-400	2
Сигнальное выходных светофоров (блокировочн.) .	УР	НР-1-400	2
Педальное . . . . .	ПР	НР-1-400	2
Педальное . . . . .	ПР	38886-31	2
Изолированного рельса . . . . .	ИР	НР-1/500/55	2
Вспомогательное*	ВР	НР-1-400	2
Для дачи «встречного согласия»*	ДВСР	НР-1-400	2
Получения «встречного согласия»*	ПВСР	НР-1-400	2
Повторитель линейного реле* . .	ПЛР	НР-1-900	2

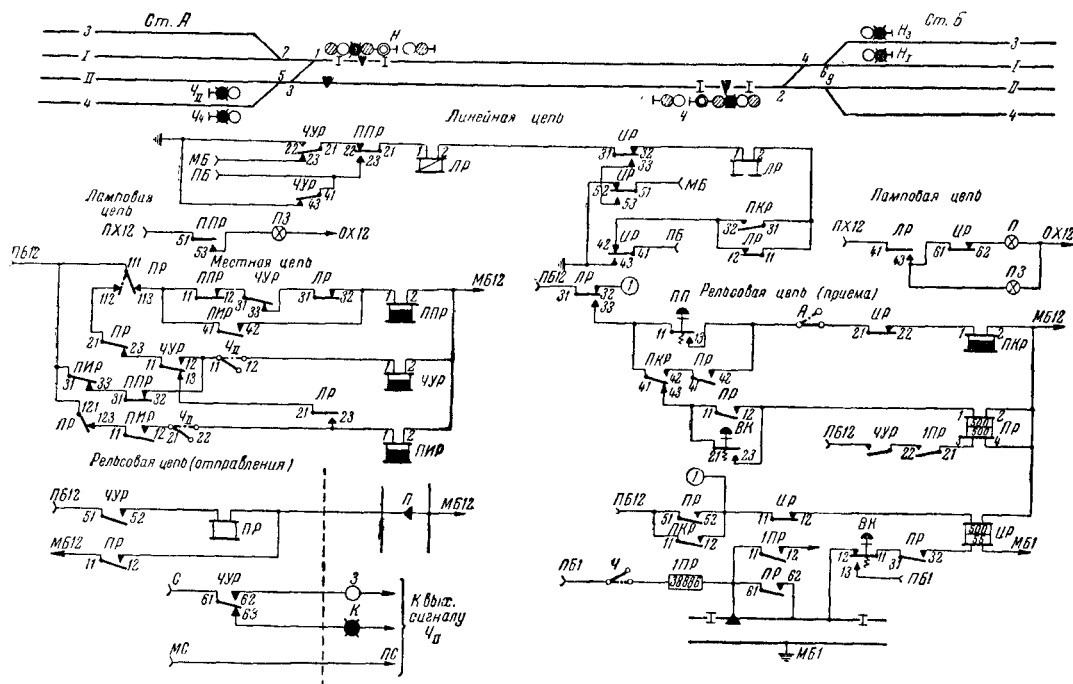
\* Для схемы со «встречным согласием».

## РЕЛЕЙНАЯ ДВУХПУТНАЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА<sup>1</sup>

Нормально под током находятся (фиг. 106) линейные реле обеих станций с последовательно включёнными батареями. При откры-

<sup>1</sup> Утверждена ЦШ МПС 25/IV 1950 г. в качестве типовой для железнодорожного транспорта.

ПИР в цепи реле ППР). При нажатии кнопки ПП на ст. В реле ПКР возбуждается и контактом 31, 32 ПКР посылается импульс прибытия, в результате чего на ст. А перебрасывается поляризованный якорь, реле ППР



Фиг. 106. Схема токопрохождения двухпутной релейной полуавтоматической блокировки

возбуждается и контактом 21—22 ППР включает в линию батарею, которая становится последовательно с батареей ст. Б.

При закрытии выходного светофора в линейное реле  $ЛР$  на ст.  $A$  включается батарея ст.  $B$ , а реле  $ПИР$  остаётся без тока и исключает возможность получения прибытия, пока в линии не будет снято напряжение, подаваемое со ст.  $B$ .

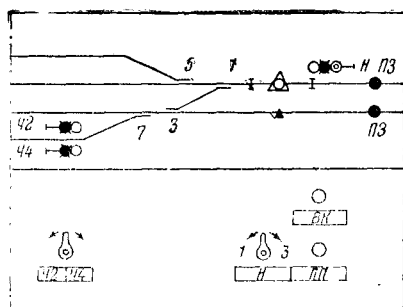
Типы реле: ЛР — КР1-600 и НР1-1000; ППР, ЧУР — НР1-400; ПИР, ПКР — НР1-900; ПР — НР1-1000; ИР — НР1-500/55, 1ПР-38886-31.

На пульте управления предусматриваются кнопки, рукоятки и лампочки (фиг. 107).

РЕЛЕЙНАЯ ОДНОПУТНАЯ  
ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА  
С «ВСТРЕЧНЫМ СОГЛАСИЕМ»<sup>1</sup>

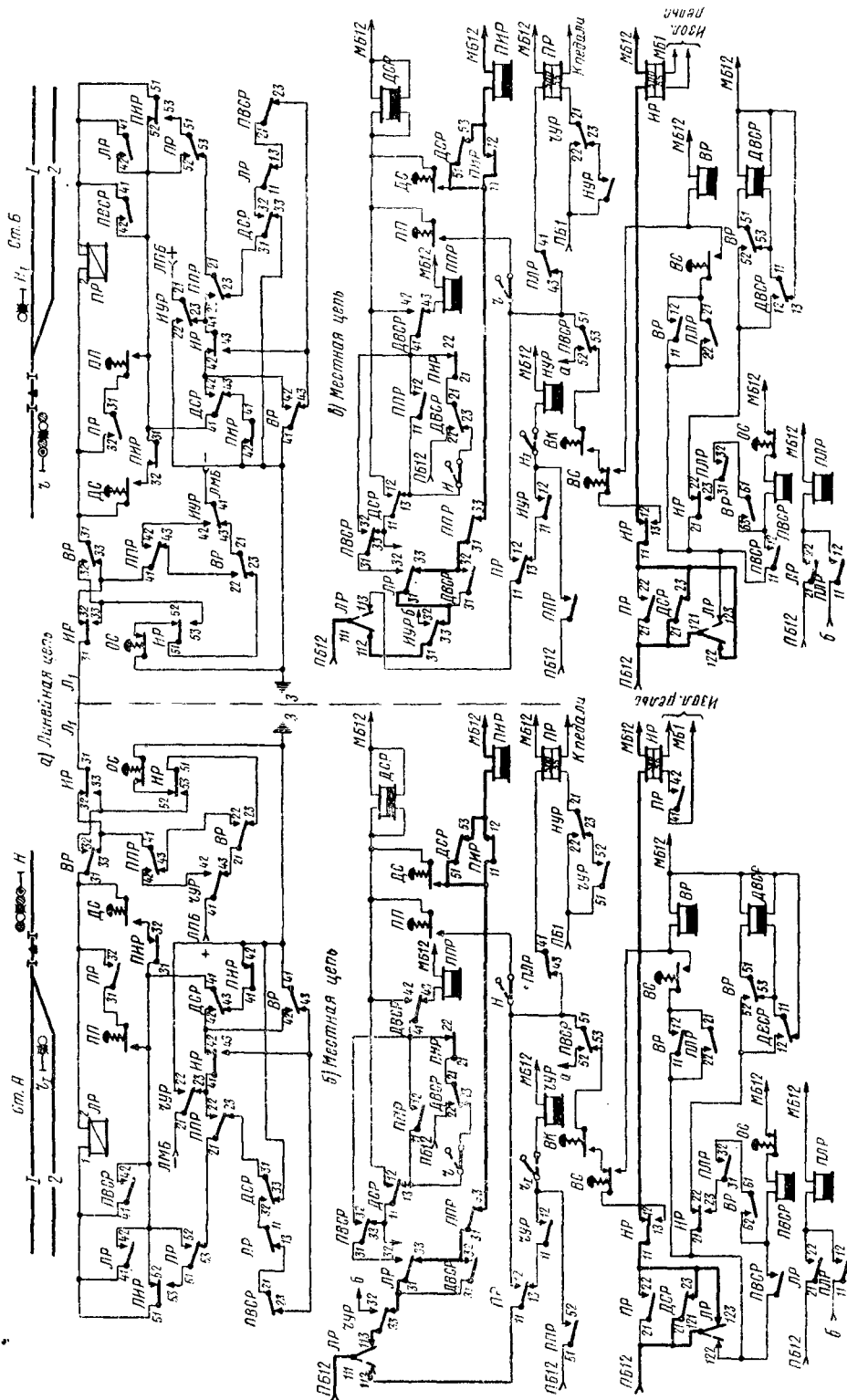
В основу системы (фиг. 108) положена рассмотренная выше однопутная релейная полуавтоматическая блокировка, к которой добавлены приборы для осуществления «встречного согласия». К этим приборам относятся: вспомогательные реле *ВР*, реле дачи «встречного согласия» *ДВСР*, реле получения «встречного согласия» *ПВСР* и повторитель линейного реле *ПЛР*. Кроме этого на аппарате добавляется кнопка *ВС*, которая нажимается при даче и получении «встречного согласия». Когда на перегоне находится поезд и подано «встречное согласие», на станции, принимаю-

<sup>1</sup> Утверждена ЦШ МПС 1/II 1951 г. для опытных участков.



Фиг. 107. Пульт управления двухпутной  
релейной блокировки

По прибытии поезда на ст. Б, когда сработают реле *ПР* и *ИР*, на ст. А реле *ПИР* возбуждаются, подготавливая цепь для получения сигнала прибытия (контакт 41—42



Фиг. 108. Схема токопрохождения однопутной релейной блокировки с «встречным согласием»

щей поезд, одновременно горят лампы *ПО* и *ПС*, а на станции, отправившей поезд, — лампы *ДО* и *ДС*.

Система разработана таким образом, что она может работать без использования «встречного согласия» и с использованием его. «Встречное согласие» может быть подано только станцией, отправившей поезд, когда на этой станции горит лампа *ДО*, и получено станцией, на которую поезд следует и где горит в это время лампа *ПО*. Для дачи «встречного согласия» на обеих станциях нажимаются кнопки *ВС*, причём на станции, отправившей поезд, она должна быть нажата несколько ранее.

Действие электрической схемы происходит по тому же принципу, как было описано выше, за исключением случая дачи «встречного согласия».

Если после отправления поезда со ст. *А* на ст. *Б* дежурный по ст. *А* даёт, а дежурный по ст. *Б* получает «встречное согласие», действие электрической схемы происходит следующим образом. При нажатии кнопки *ВС* на

ст. *А* возбуждается прежде всего реле *ВР*, а затем реле *ДВРСР*; в результате этого в линию включается батарея ст. *А*. При нажатии затем кнопки *ВС* на ст. *Б* на этой станции также возбуждается реле *ВР*, которое включает линейное реле *ЛР* в линию, и последнее возбуждается током, посылаемым от включённой батареи ст. *А*. После возбуждения линейного реле *ЛР* на ст. *Б* через контакт *31*, *32* его повторителя *ПЛР* возбуждается реле *ПВРСР*, которое затем после отпуска кнопки *ВС* остаётся возбуждённым по самоудерживающей цепи.

По прибытии поезда на ст. *Б* дежурный по станции, убедившись в том, что поезд прибыл в полном составе, даёт блокировочный сигнал «прибытие» путём нажатия кнопки *ПП*. В связи с тем, что в этот момент возбуждены на ст. *А* реле *ДВРСР*, а на ст. *Б* реле *ПВРСР*, после прохождения поданного блокировочного сигнала «прибытие» на ст. *А* возбуждается реле *ДСР*, а на ст. *Б* — реле *ППР*. Схема приходит в положение, соответствующее поданному «согласию» со ст. *А* на ст. *Б*.

## УСТРОЙСТВА ЗАВИСИМОСТИ СИГНАЛОВ СО СТРЕЛКАМИ

### КОНТРОЛЬНЫЕ СТРЕЛОЧНЫЕ ЗАМКИ

Обеспечение безопасности движения поездов по стрелкам ручного управления достигается запираaniem их замками.

При замыкании стрелок висячим замком вынутый ключ не может служить доказательством того, что стрелка и даже сам замок заперты, и тем более, что острия стрелки занимают нужное и правильное положение.

Поэтому для запираания стрелок ручного управления применяются замки специальной конструкции — ключевые или приводные. Контрольные ключевые стрелочные замки в отличие от простых замков допускают извлечение ключа только при запертой стрелке и обеспечивают запираание её только в положении, указанном на вынутом из замка ключе, при условии плотного прилегания острия к рамному рельсу.

Приводными замками пользуются для запираания и отпираания стрелок ручного управления на расстоянии.

### Стрелочный контрольный ключевой замок

Типовым контрольным стрелочным замком является ключевой замок *8641* системы Мелентьева (фиг. 109). Этот замок имеет четыре подвижные пугальты *3*, *4*, *5* и *6*, которые метками *а* запирают ригель замка в обоих положениях с помощью квадратного штифта *б*, жёстко связанного с ригелем *7*.

При повороте ключа *2* примерно на 90° происходит подъём пугальт бородкой ключа на такую высоту, что вырезы *в* пугальт ставятся против штифта *б*, и ригель оказывается открытым.

При дальнейшем повороте бородка ключа сначала перемещает ригель *7*, а затем принудительно опускает все четыре пугальты в нижнее положение так, что ригель вновь

оказывается запертым (независимо от действия пружин *1*). Извлечь ключ при неопущенных пугальтах нельзя. Отверстия для ключа во всех четырёх пугальтах различны по величине и соответственно этому различны уступы на бородке ключа.

Пугальты могут располагаться в различном порядке.

Всего можно сделать 24 перестановки пугальт и соответственно этому получается 24 серии замков, форма бородок ключей которых показана на фиг. 109.

Для запираания стрелки в обоих её положениях устанавливается два замка обычно со стороны переводного механизма. Один замок предназначен для запираания стрелки в нормальном (плюсовом) положении, а другой — в переведённом (минусовом). Как правило, на одной и той же станции не допускается применение замков одинаковых серий.

В исключительных случаях, когда замков различных серий для оборудования одной станции не хватает, применяют замки с одинаковыми сериями на разных концах станции или же замки с двумя одинаковыми пугальтами.

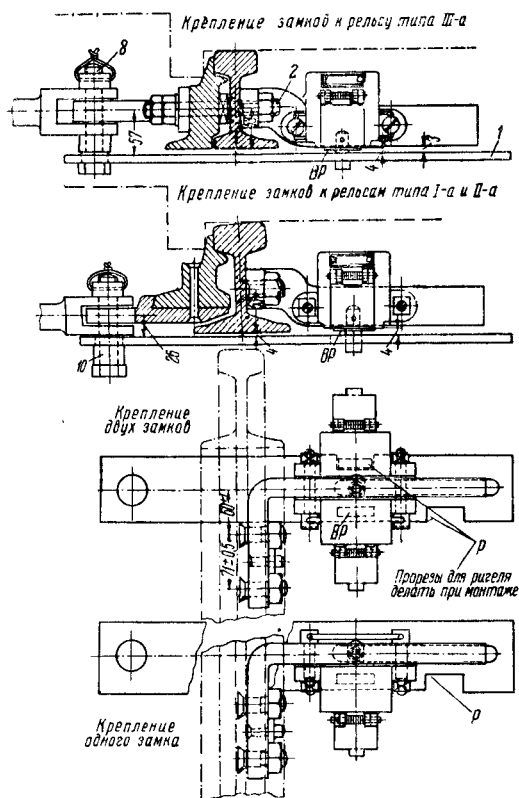
Для установки стрелочных контрольных замков на стрелках служат гарнитуры: *3269* — на стрелках I-а, II-а, III-а; *11178* — на стрелках из рельсов типа *P43*, *11180* — на стрелках из рельсов типа *P50*, *10242* — на стрелках из рельсов типов *R-A-100* и *ASC E-75*.

Гарнитуры эти имеют одинаковое конструктивное оформление, основой которого является гарнитура *3269* (фиг. 110). Детали гарнитуры унифицированы, за исключением болтов *8* и втулок *10*, которые в зависимости от высоты применяемых типов рельсов имеют различную длину. Замок крепится к рамному рельсу посредством планки *2*. Запирающая полоса *1* гарнитуры связана болтом *8* с се-





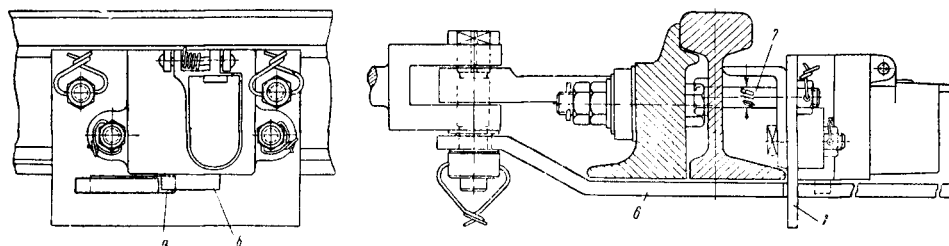
рёжкой остряка. В полосе имеются два выреза: один из них становится под ригель одного из замков при плюсовом положении стрелки, второй — под второй замок при



Фиг. 110. Гарнитура для установки контрольных замков на стрелке

минусовом таким образом, что извлечь ключи одновременно из двух замков нельзя.

Для предохранения от попадания грязи и воды замки защищают деревянными или металлическими кожухами.



Фиг. 111. Гарнитура конструкции Расторгуева для установки контрольных замков на стрелке

За последнее время на некоторых дорогах находит применение гарнитура конструкции Расторгуева (фиг. 111). В ней запирающая замыкающей планки осуществляется не ригелем замка непосредственно, а основанием самой гарнитуры.

Гарнитура конструкции Расторгуева для одного контрольного замка состоит из основания 1, на котором укреплен замок.

Основание крепится к рамному рельсу двумя болтами 7. Запирающая полоса 6 соединяется с серьгой остряка и пропускается в окно а основания замка. В полосе 6 имеется вырез, в крайнем положении стрелки этот вырез должен быть против стенки окна основания. Если запирающую полосу повернуть, то она вырезом захватит стенку основания и тем удерживает остряки в крайнем положении.

После поворота полоса 6 запирается ригелем 6 замка. В гарнитуре для двух замков запирающая полоса размещается между замками и имеет два выреза, расположенных так, что каждый из замков, запирая стрелку только в одном положении, не допускает изъятия ключа из другого замка. Ход ригеля замка должен быть не менее 13,5 мм.

Штифт, запирающий пугальты, должен входить в вырезы последних на 4 мм у 2-й, 3-й и 4-й пугальты и на 7 мм у 1-й пугальты.

Между запирающей полосой стрелочного контрольного замка и подошвой рельса должен быть зазор в 3—5 мм.

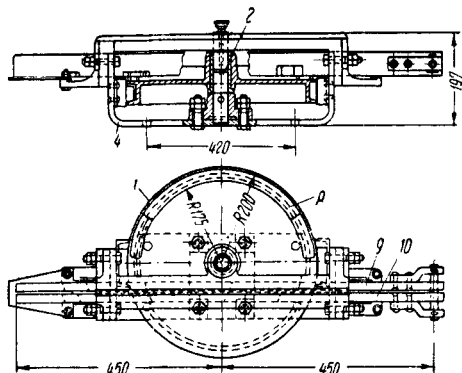
Контрольные приводные замки замыкают стрелки только на время задания маршрута. По конструкции контрольные приводные замки разделяют на промежуточные 1177 — для ручных и отжимных стрелок и оконечные 8112 — для противощётрных стрелок механической централизации, удалённых от пункта управления на 500 м и более. Приводные замки невзрезные. Взрез стрелки с приводным замком влечёт поломку установки.

Оконечный приводной замок 8112 (фиг. 112) управляется отдельной парой тяг с помощью стрелочного рычага 1724. Таким образом, к каждой стрелке механической централизации с дополнительным контролем прокладываются две пары тяг. Замок состоит из шкива 1, свободно насаженного на ось 2, закреплённую в подпятнике скобы 4.

Две контрольные линейки 9 и 10 контрольного приводного замка присоединяются к каждому из остряков стрелки (фиг. 113 и 114) с помощью тяг 11 и 12. Замыкающий эле-

мент Р в виде реборды цилиндрической формы прямоугольного сечения на шкиве, заходя в вырезы 1а и 2а (фиг. 113, а и б), контролирует плюсовое положение стрелки, и в вырезы 3а и 4а — переведённое минусовое её положение.

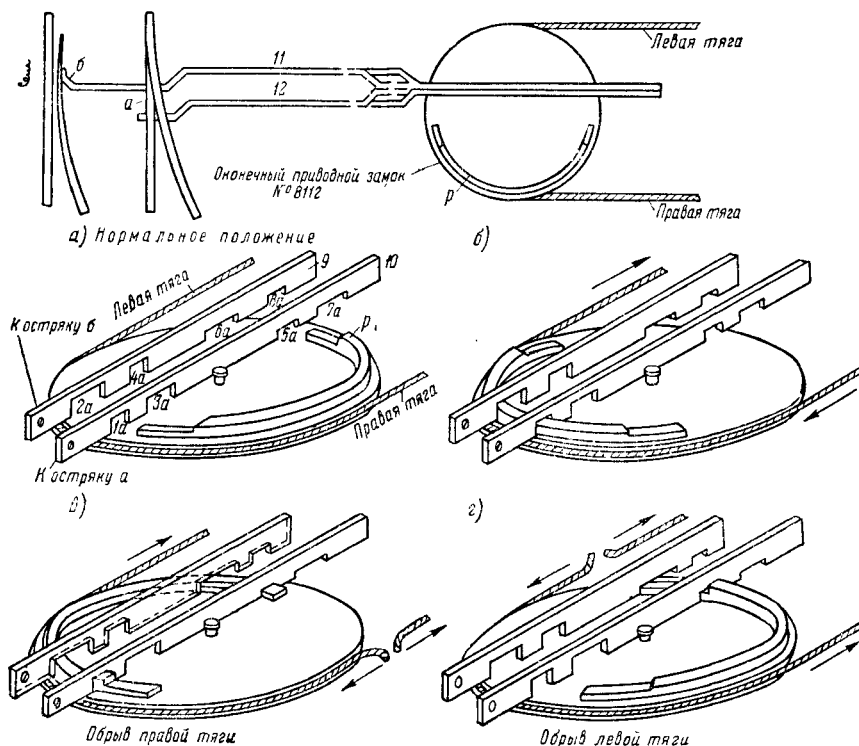
Прилегающий остяк замыкается при условии плотного прижатия к рамному рельсу, поэтому вырезы 1а и 4а выполняются с наименьшим зазором. Вырезы 5а, 6а, 7а и 8а



Фиг. 112. Оконечный приводной замок

в линейках предназначены для замыкания стрелки на случай обрыва гибкой тяги.

При обрыве правой тяги шкив повернется до упора конца реборды в контрольную линейку и займет положение в. Срезанный конец реборды, зайдя в вырезы, удержит стрелку в запертом положении.



Фиг. 113. Кинематическая схема оконечного приводного замка

При обрыве левой тяги шкив займет положение 2. Стрелка останется запертой срезанным концом реборды, зашедшей в вырезы 5а—6а или 7а—8а.

Замыкающая реборда должна входить в вырезы замыкаемых контрольных линеек с

просветом не более 2 мм для прижатого остяка и не более 15 мм для отведённого остяка.

Расчётный диаметр шкива замка 380 мм ÷ ÷ 5 мм (где 5 мм диаметр обхватывающего шкив троса).

Ход, соответствующий повороту шкива на 1°, — 3,08 мм. Рабочий угол поворота шкива — 150°. Рабочий ход — 462 мм.

Обрывной ход: а) при обрыве правой тяги — 555,34 мм, угол поворота — 180°30'; б) при обрыве левой тяги — 135,98 мм, угол поворота 43°30'.

Установка замков (фиг. 114) производится с шарнирными замыкателями на общих гарнитурах: 8123 — для стрелок типов I-а и II-а и 8124 для стрелок типа III-а.

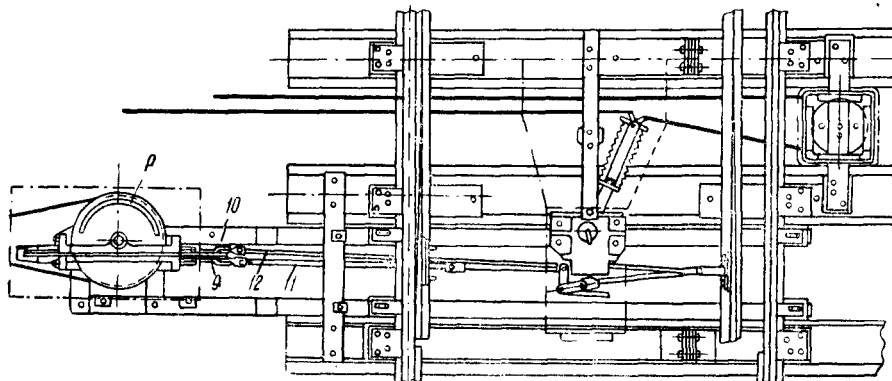
Промежуточный приводной замок 1177 (фиг. 115) включается в гибкую передачу входного семафора и изготавливается с замыкающим шкивом 9181. Устройство промежуточного приводного замка сходно с устройством промежуточного семафорного привода (дифференциальная передача), что устраняет влияние температуры воздуха на работу замка.

Замыкание и контроль положения стрелки осуществляется ребордой Р шкива, взаимодействующей с наклёпом 9 на линейке 7.

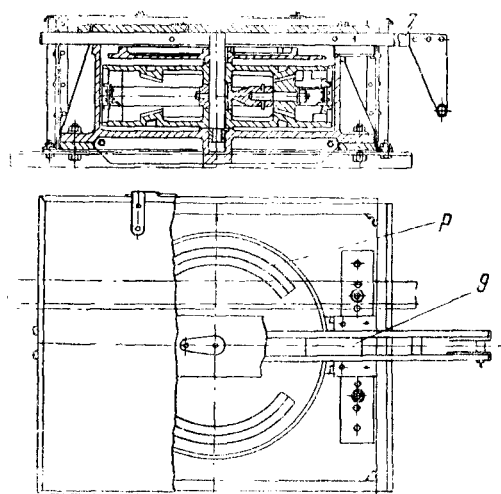
Работа гибкой передачи с приводным замком 1177 приведена на фиг. 116 и в табл. 17.

Замок 1177 устанавливают на гарнитуру 9000 (фиг. 117). Для защиты от грязи, снега и влаги замок закрывают металлическим кожухом 4255 сварной конструкции.

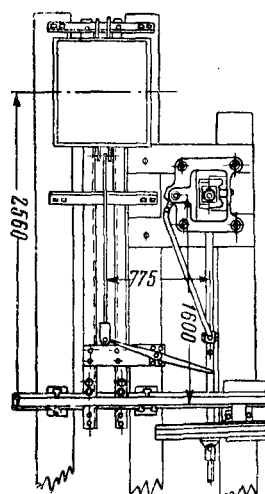
Зацепление реборды замыкающего шкива за упорную планку линейки при среднем



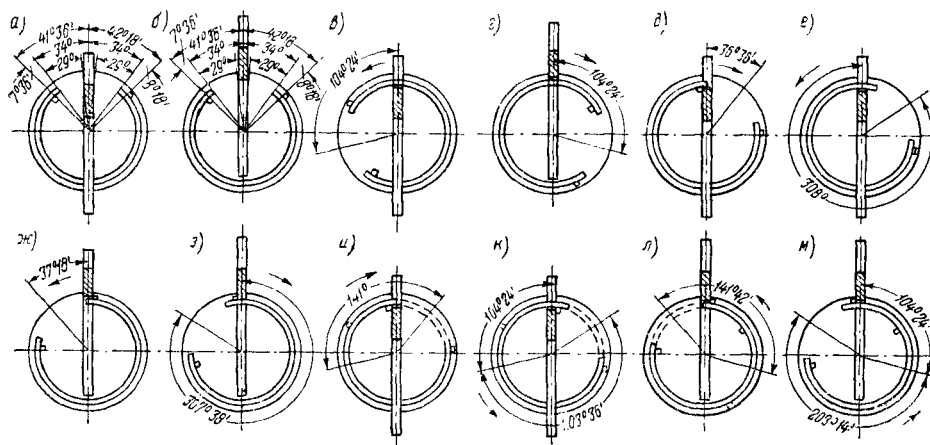
Фиг. 114. Эскиз установки оконечного приводного замка на стрелке



Фиг. 115. Промежуточный приводный замок



Фиг. 117. Эскиз установки промежуточного приводного замка на стрелке



Фиг. 116. Кинематическая схема промежуточного приводного замка

**Таблица 17**  
**Работа гибкой передачи с замком 1177**

№ фигуры	Положение
116,а	Стрелка на +. Семафор закрыт. Можно повернуть шкив против часовой стрелки и открыть семафор на одно крыло
116,б	Стрелка на —. Семафор закрыт. Можно повернуть шкив по часовой стрелке, т. е. открыть семафор на два крыла
116,в	Стрелка на +. Семафор открыт на одно крыло
116,г	Стрелка на —. Семафор открыт на два крыла
116,д	Стрелка на +. Семафор закрыт. Обрыв ведущей тяги, если семафор открывать на одно крыло
116,е	Стрелка на +. Семафор закрыт. Обрыв ведущей тяги, если семафор открывать на два крыла
116,ж	Стрелка на —. Семафор закрыт. Обрыв ведущей тяги, если семафор открывать на два крыла
116,з	Стрелка на —. Семафор закрыт. Обрыв ведущей тяги, если семафор открывать на одно крыло
116,и	Стрелка на +. Семафор открыт на одно крыло. Обрыв бывшей ведущей тяги
116,к	Стрелка на +. Семафор открыт на одно крыло. Обрыв бывшей сдающей тяги
116,л	Стрелка на —. Семафор открыт на два крыла. Обрыв бывшей ведущей тяги
116,м	Стрелка на —. Семафор открыт на два крыла. Обрыв бывшей сдающей тяги

положении линейки должно быть не менее 16 мм. Зацепление упорных камней за упорную планку линейки после обрыва не должно быть менее 16 мм. Заход замыкающей реборды за упорную планку линейки при обрыве тяги в самом неблагоприятном случае должен быть не менее 28 мм.

#### Простейшие зависимости между стрелками ручного управления и сигналами

Наиболее ответственные стрелки приводятся во взаимную зависимость с сигналами.

Сущность этой зависимости заключается в том, что сигнал может быть открыт только в случае, если положение стрелок соответствует маршруту, для которого открыт сигнал;

водных замков (левая часть схемы на фиг. 118).

Так как приборы простейшей зависимости не связываются и не зависят от приборов, осуществляющих сношения по движению поездов, то вся система простейших зависимостей называется независимой действующей сигнализацией. Независимой действующую сигнализацию устраивают на участках, где движение поездов производится по жезловой сигнализации или по телефону и телеграфу.

**Сигнальные станки** изготовляются двух типов:

а) однорычажные 7134 (фиг. 119) — для управления одним двухкрылым семафором и б) двухрычажные 7135 — для управления двумя двухкрылыми семафорами.

Станки состоят из следующих частей: станины 1 с основанием для заложения в грунт и шкивов 4 с переводными рычагами 6, которых в двухрычажной системе имеется два, а в однорычажной только один.

Шкив 4 и рычаг 6 жестко соединены друг с другом и могут поворачиваться на оси на 135—150° в ту или другую сторону.

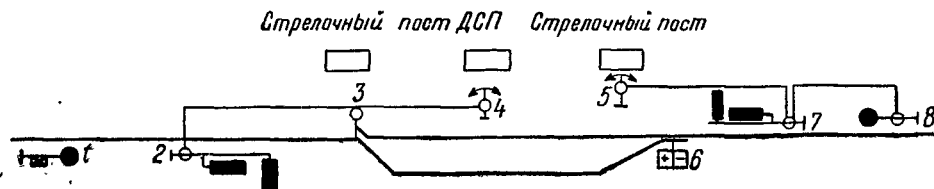
Гибкая передача к семафорам начинается от сигнального станка.

При применении станка для управления однокрылыми семафорами используется перевод рычага только в одну сторону.

Для осуществления зависимостей со стрелками на станине станка укрепляются замыкающие линейки 2 с наклепами 3 и контрольные сигнальные замки 5.

**Сигнальные замки**, верхний 7159 (фиг. 120) и нижний 7160, по конструкции подобны стрелочным 8641, но изготовляются без ушек и крепятся на стойке сигнального станка болтами 22, проходящими через основание изнутри замка.

В комплект однорычажного сигнального станка 7134 входит два сигнальных контрольных замка, верхний — для запираания шкива станка от поворота на открытие одного крыла двухкрылого семафора, и нижний контрольный замок — для запираания на два крыла. По конструкции верхний и нижний сигнальные замки отличаются только тем, что у первого из них при изъятии ключа ригель 10 выдвигается вниз, а у второго — вверх, соответственно чему и сделаны отверстия в основаниях замков для выхода ригелей.

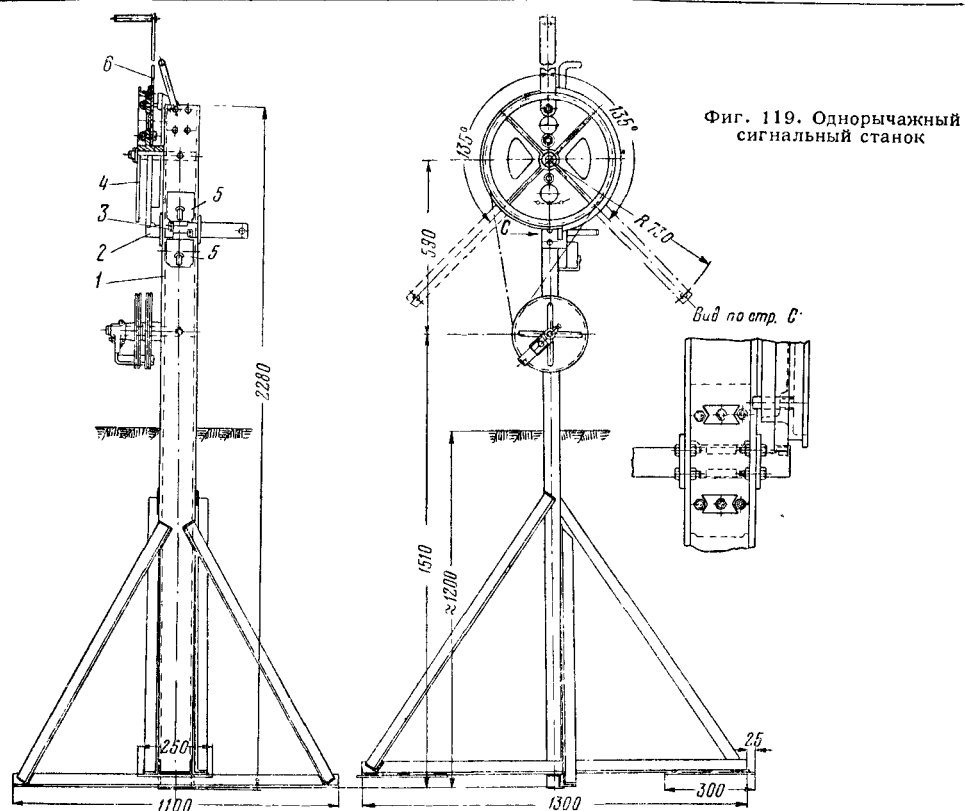


Фиг. 118. Зависимость между стрелками и сигналами: 1—электрозаводной предупредительный диск; 2—входной семафор; 3—промежуточный приводной замок; 4 и 5—сигнальные станки; 6—контрольный ключевой замок; 7—входной семафор; 8—предупредительный диск с механическим приводом

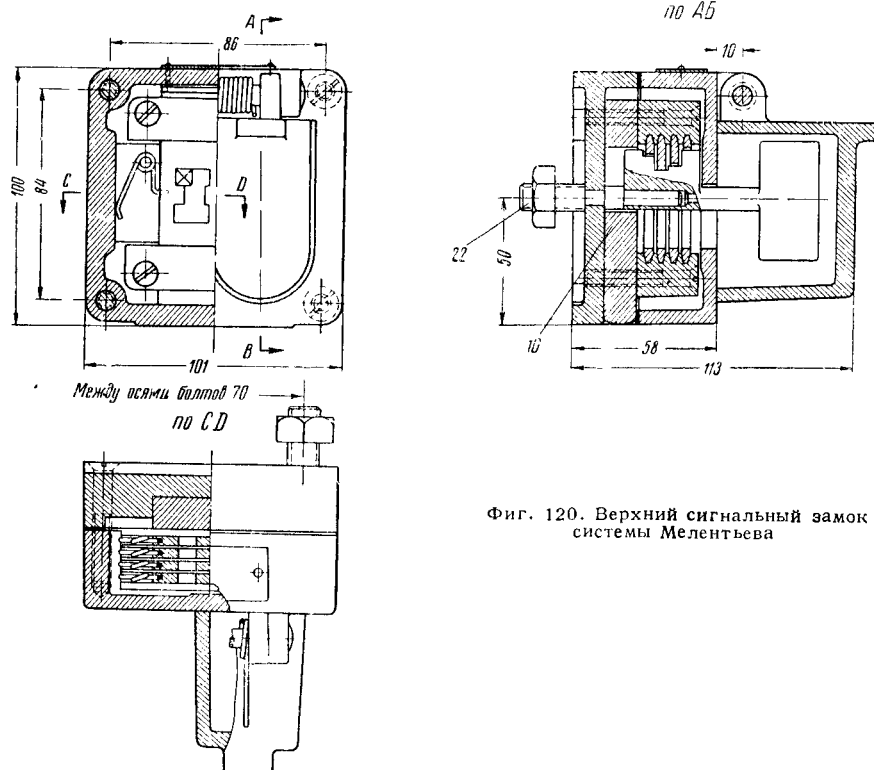
с другой стороны, после открытия сигнала стрелки маршрута остаются запертыми на всё время открытия сигнала.

Взаимная зависимость между стрелками и сигналами устраивается либо с помощью контрольных ключевых замков (правая часть схемы на фиг. 118), либо с помощью при-

**Дифференциальная промежуточная передача** служит для передвижения тяг сигнального рычага и приводных механизмов семафора и предупредительного диска, а также для предотвращения изменения положения семафора или диска вследствие изменения температурных условий.

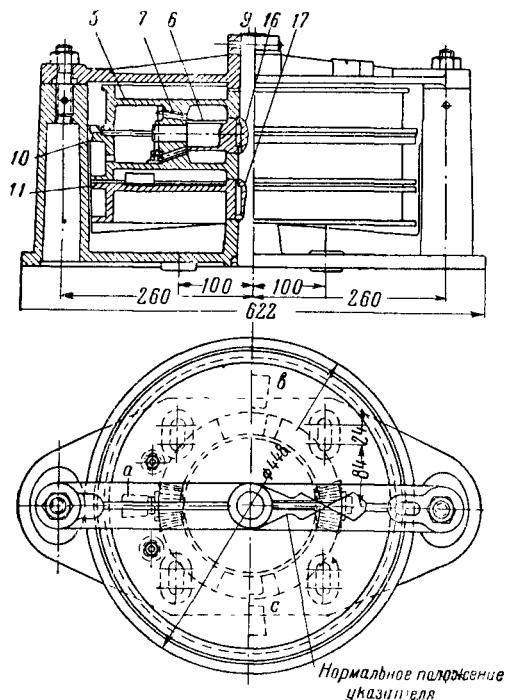


Фиг. 119. Однорычажный сигнальный станок



Фиг. 120. Верхний сигнальный замок системы Мелентьева

Дифференциальную промежуточную передачу (фиг. 121 и 122) устанавливают у основания семафора; она состоит из собранных на общей оси 9 нижнего шкива 11, соединённого с осью 9 шпонкой 17 и тросовым шлейфом с семафорным приводом, свободно насаженных на ось



Фиг. 121. Дифференциальная промежуточная передача

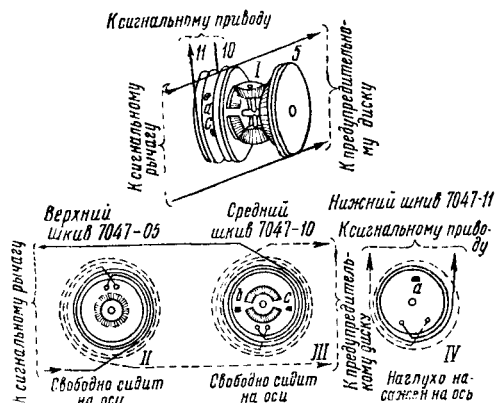
верхнего 5 и среднего 10 шкивов, имеющих зубчатый венец на шкиве 5 и два полувенца на шкиве 10; поперечного рычага 6, установленного между шкивами 5 и 10 и связанного с осью 9 шпонкой 16, двух конических шестерён 7, насаженных на поперечный рычаг и находящихся в сцеплении с зубчатыми венцами шкивов 5 и 10, приливов с и в на боковой поверхности шкива 10 и а на шкиве 11.

Каждая пара тяг, проходя от сигнального рычага к предупредительному диску, охватывает пятью оборотами один из шкивов 5 или 10, при этом одна по часовой стрелке, а другая против часовой стрелки.

Благодаря движению тяг (направленных при открытии семафора в противоположные стороны) шкивы 5 и 10 вращаются в одном направлении. Шестерни на поперечном рычаге заклиниваются. Шкив 11, связанный через ось 9 и рычаг 6 с шестернями 7, получает вращение, по направлению одинаковое со шкивами 5 и 10, и, действуя через тросовый шлейф, идущий к приводному механизму, открывает семафор. Открытие предупредительного диска происходит передачей движения тяг через шкивы 5 и 10.

При изменениях температуры обе тяги, перемещаясь в одном направлении, вращают шкивы 5 и 10 навстречу друг другу. Шестерни 7 на поперечном рычаге 6 свободно вращаются и рычаг остаётся неподвижным.

При обрыве тяг между сигнальным рычагом и семафором движение тяг в разные стороны вызовет явления, подобные нормальному открытию семафора. Система будет



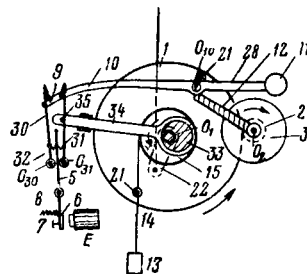
Фиг. 122. Схема дифференциальной промежуточной передачи 7047

вращаться до срабатывания останова приводного механизма семафора.

При обрыве гибкой тяги между семафором и диском шкивы 5 и 10 вращаются в разные стороны. Поперечный рычаг 6, шкив 11 и семафорный привод будут оставаться на месте до подхода промежутков между полувенцами шкива 10 до шестерён 7. В этот момент прилив в или с на шкиве 10 зацепит за прилив а на шкиве 11. От этого вместе со шкивом 10 повернётся шкив 11, а следовательно, и приводной шкив семафора. Система будет вращаться до срабатывания останова семафорного привода.

В комплект дифференциальной промежуточной передачи входит сама передача 7047, накрывной кожух 8304 и направляющий ролик 1902, поставляемые отдельно.

**Электрический заводной механизм** (фиг. 77) крепится снизу мачты диска на кронштейнах и заключён в металлическую коробку. Если такой механизм заведён, т. е. гири 13 (фиг. 123), соединённая с намотанным на барабан 1125 тросом, поднята, то при посылке, а также и



Фиг. 123. Схема электрического заводного механизма

при перерыве тока в цепи электромагнита *Е* барабан вместе с зубчатым колесом 1 вращается каждый раз на полоборота, переводя с помощью кривошипа 22 связанный с последним штифт диска.

На фиг. 123 показано расположение частей механизма при закрытом сигнале и при от-

существовании в электромагните тока. Барабан неподвижен, так как зубчатое колесо 1 сцеплено с шестерней 2, а палец 12 упирается своим концом в неспиленную часть оси  $O_{10}$  коромысла 10, которое задерживается штифтом 9 и крючком 30. При посылке в электромагнит  $E$  тока якорь 6 притягивается, крючок 30 отклоняется влево, крючок же 31 задерживается штифтом 35 на рычаге 34, связанном с эксцентриком 33.

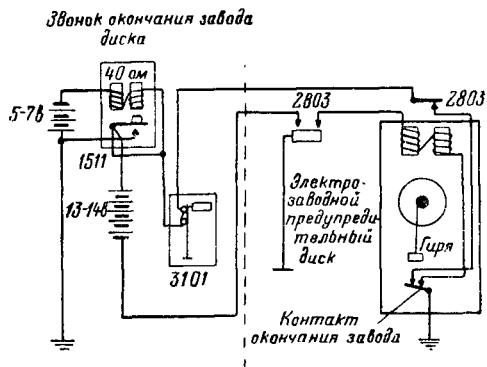
Освобождённое от сцепления с крючком 30 коромысло 10 под действием груза 11 поднимается левым своим концом вверх, палец 12 проскакивает мимо полусилиленной части оси  $O_{10}$ , шестерня 2 и колесо 1 с барабаном 15 начинают вращаться и переводят диск в открытое положение. В конце поворота колесо 1 одним из своих двух пальцев 21, подхватив снизу выступ 28 коромысла, поднимает правый конец последнего и проскакивает затем мимо выступа немого дальше.

Левый конец коромысла опускается и задерживается крючком 31, отклонившимся теперь влево, так как вследствие сдвига эксцентрика 33 его больше не задерживает штифт 35. Это сцепление будет продолжаться всё время, пока в электромагните будет циркулировать ток. При перерыве тока пружиной 8 якорь 6 отрывается от электромагнита, вследствие чего крючок 31 отклонится вправо (крючок 30 останется при этом в левом положении благодаря отклонению штифтом 35). Коромысло вновь освободится, и механизм получит возможность дальнейшего вращения на поворота, приведя щит диска в закрытое положение.

Завод механизма, т. е. подъём груза, производится специальной съёмной рукояткой. При заводе большое зубчатое колесо стоит на месте, так как оно посажено на ось свободно и связано с осью посредством собачки храповика.

Полный завод груза обеспечивает 48 открытий и закрытий диска.

Электрическая схема 972-03а включения заводного механизма при независимой действующей сигнализации приведена на фиг. 124.



Фиг. 124. Электрическая схема включения предупредительного диска с электрическим заводным механизмом

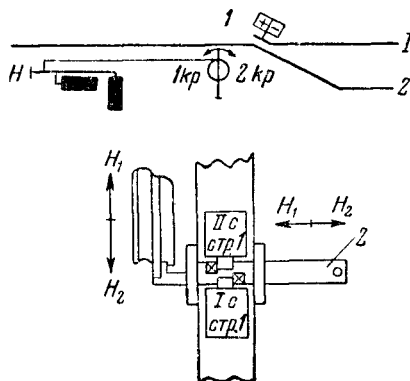
Для осуществления схемы на семафоре и на диске устанавливаются трущиеся контакты 2803, причём семафорный контакт нормально разомкнут, а дисковый замкнут.

В помещении дежурного по станции установлен семафорный повторитель, который одновременно контролирует как положение семафора, так и диска. На стрелочном посту устанавливается звонок, начинающий звонить при опускании груза диска в нижнее положение, т. е. когда весь завод окончен. Там же устанавливается батарея элементов. В нормальном положении электромагнит семафорного повторителя находится под током, звонок не звонит.

При открытии семафора его трущийся контакт замыкает цепь обмоток катушек электроводного механизма. Обе части батареи включаются последовательно. Одновременно с этим сохраняется параллельная цепь электрического тока, проходящего через обмотку электромагнита семафорного повторителя.

После открытия диска трущийся контакт на нём разрывает цепь семафорного повторителя, крыло которого поднимается вверх, указывая о состоявшемся открытии семафора и диска. После закрытия семафора схема приходит в нормальное положение. При окончании завода происходит разрыв цепи схемы зубчатым колесом, которое поворачивается на один зуб выступом на нижней оси после каждого третьего оборота системы. На колесе имеется штифт, размыкающий при определённом положении кнопочный контакт.

**Простейшая зависимость на сигнальном станке.** При устройстве такой зависимости на каждой стрелке устанавливаются два стрелочных замка разных серий, например, I и II, соответствующих сериям замков на станке (фиг. 125 применительно к двухпутному разъезду).



Фиг. 125. Простейшая зависимость на сигнальном станке

Нормально стрелка 1 заперта. При приёме поезда на второй путь необходимо плюсовым ключом стрелки 1 отпереть верхний замок на сигнальном станке и передвинуть ригель 2 вправо. В результате стрелочный плюсовой ключ будет заперт ригелем 2, а ригель — ребордой шкива станка после открытия семафора на два крыла.

При приёме поезда на первый путь необходимо отпереть на станке нижний замок. Устройство зависимости вынуждает вставить плюсовой ключ стрелки 1 в замок на стрелке и отпереть его, затем перевести стрелку по





Т а б л и ц а 18

Тип аппарата	Количество					
	мест	замков	рукояток	электро- защёлок	педаль- ных за- мычек	
1А	4	5	4	—	—	
2А	6	7	6	—	—	
3А	4	4	4	1	—	
4А	6	6	6	1	—	
5А	4	4	4	—	1	
6А	6	6	6	—	1	
7А	4	3	4	2	—	
8А	6	5	6	2	1	
9А	4	3	4	—	2	
10А	6	5	6	1	2	

Связь замков с линейками у централизаторов осуществляется с помощью наклёпов на линейках ящика зависимости и ригелей замков.

Эти устройства благодаря своей простоте и надёжности действия получили широкое применение. От других систем они отличаются тем, что при передаче одного блокировочного сигнала осуществляют одновременно

При необходимости отдельные секции могут быть спарены.

## Типовые распорядительные аппараты

Характеристика аппаратов	Тип аппарата при управлении входными сигналами							
	от стрелочного поста				от дежурного по станции			
	1-Р-10	1-Р-20	2-Р-10	2-Р-20	1-Р-10	1-Р-20	2-Р-10	2-Р-20
Число мест . . .	4	4	6	6	4	4	6	6
Число линеек . .	10	20	10	20	10	20	10	20
Число замков: сигнальных	—	—	—	—	2	2	2	2
стрелочных . . .	(3)	(3)	(5)	(5)	1	1	3	3
Число блок-элементов с односторонним замыканием . . .	2	2	2	2	—	—	—	—
С двусторонним замыканием . .	—	—	—	—	2	2	2	2
Заводские номера чертежей	619	752	620	753	619	752	620	753
Наибольшие габаритные размеры в мм:								
длина . . . . .	600	600	800	800	600	600	800	800
ширина . . . . .	270	470	270	470	270	470	270	470
высота . . . . .	870	870	870	870	870	870	870	870

Примечание. Стрелочные замки, показанные в скобках, устанавливаются заводом по договоренности с заказчиком.

### Типовые исполнительные аппараты

[illegible]

Основными частями аппаратов являются:

а) блок-элемент, состоящий из типового блок-механизма и малогабаритного индуктора 605 телефонного типа, заключённых в общий металлический кожух. Блок-элемент устанавливается один на группу взаимно-враждебных маршрутов и сигналов; блок-элемент распорядительного аппарата дополнительно снабжается кнопками согласия КС;

б) ящик зависимости с линейками, осями, замычками и рукоятками по типу применяемых в обычных аппаратах механической централизации. Ящик зависимости изготавливается с основанием, в котором размещаются контакты 1005;

в) стрелочные 7834А и сигнальные 3203 аппаратные замки.

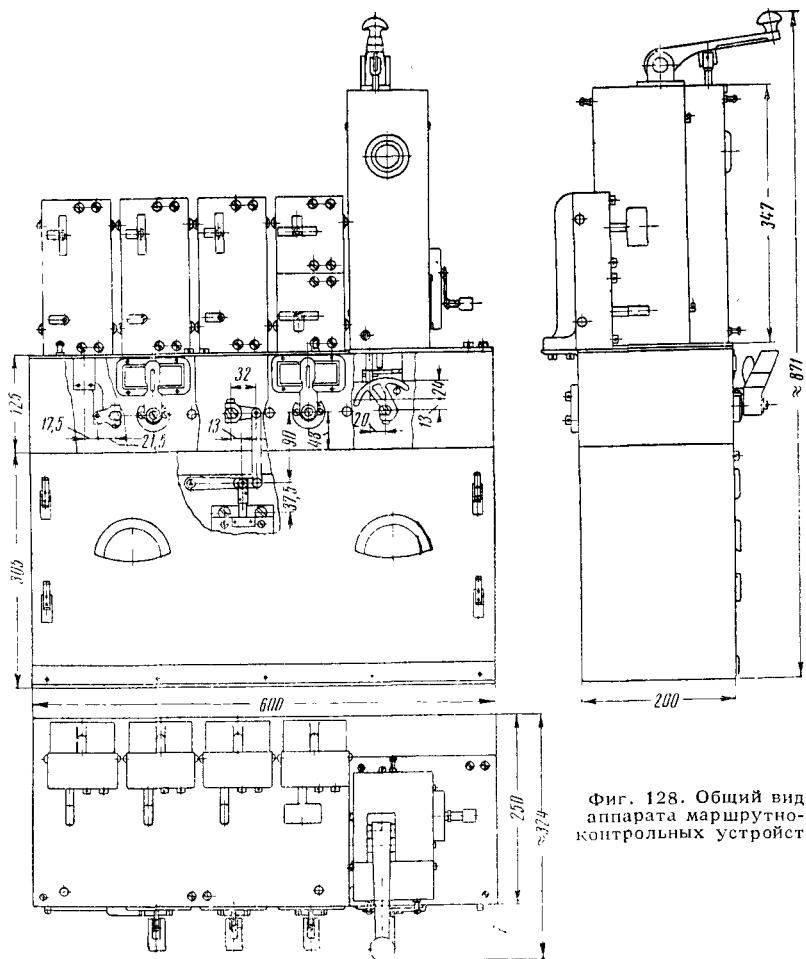
Эскиз аппарата типа 1-И-10 приведён на фиг. 128.

С 1949 г. замки изготавливаются модернизированной конструкции по чертежу 7834А (фиг. 129).

Эти замки отличаются от замков старой конструкции меньшими габаритами, что достигнуто уменьшением размеров цугальт 1 и заменой двух средних направляющих одной направляющей 2.

Ригель замка связывается с маршрутной осью ящика зависимости поводком 504. Поворот ключа, вставленного в скважину замка, вызывает перемещение ригеля: вверх — при повороте плюсового ключа и вниз — при повороте минусового ключа.

Запирание ключей замка в ящике зависимости производится замычкой 31а. Расстановка штифтов замычки 31а для осуществления необходимых замыканий производится по табл. 21.



Фиг. 128. Общий вид аппарата маршрутно-контрольных устройств

Таблица 21

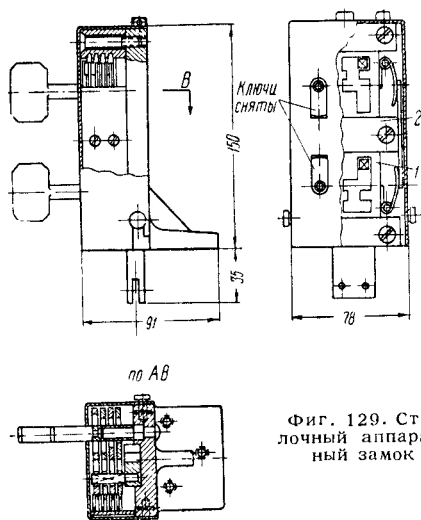
Расстановка штифтов замычки

Перевод рукоятки	Запирание на + или —	№ штифтов
Вправо	+	6,7
»	—	1,2
Влево	+	9,0
»	—	4,5

Аппаратный стрелочный замок представляет два контрольных ключевых замка системы Мелентьева, собранных на общем основании. Каждый двохвостный таким образом замок закрыт кожухом с двумя отверстиями для ключей. Верхнее отверстие предназначено для плюсового ключа, а нижнее для минусового ключа одной стрелки.

Связь между стрелочным аппаратным замком и маршрутной рукояткой показана на фиг. 130.

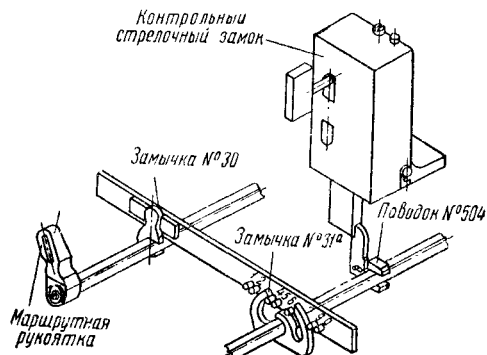
Сигнальный замок 3202А (фиг. 131) также модернизирован и имеет такие же габаритные размеры, как и стрелочный замок.



Фиг. 129. Стрелочный аппаратный замок

Сигнальный замок конструктивно отличается от стрелочного формой вырезов в цапгах, которые выполнены так, что оба ключа заперты в замке, установленном на аппарате, и могут быть изъят только после установки соответствующего маршрута.

Индуктор изготавливается по чертежу 605. Магнитная система индуктора изготовлена из железоникельалюминиевого сплава. Обмотка якоря имеет 6000 витков проволоки ПЭЛ диаметром 0,12 мм.



Фиг. 130. Схема связи между аппаратным стрелочным замком и маршрутной рукояткой

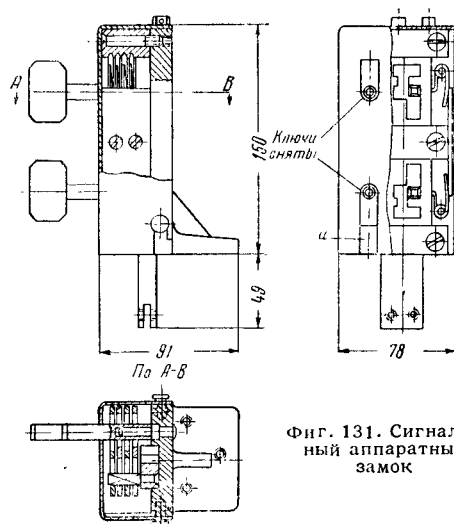
Активное сопротивление обмотки составляет 750 ом. Мощность индуктора, отдаваемая во внешнюю цепь при вращении рукоятки со скоростью 180 об/мин., при нагрузке его активным сопротивлением 1000 ом составляет 2,3 вт.

Особенностью схем ящиков зависимости и токопрохождения является запираание установленного маршрута не путём блокирования блок-механизма, а путём отблочкивания.

Связь между маршрутными и сигнальной рукояткой и блок-механизмом достигается специальной зависимостью. Взаимодействие частей этой зависимости приведено на фиг. 132 и поясняется табл. 22.

Удлиненный нажимной стержень и вырез 5 в угольнике 2 предотвращают отпирание маршрутной рукоятки простым нажимом клавиши при отблочкиванном механизме.

Пластина 6 предотвращает возможность возвращения в нормальное положение маршрутной рукоятки и разделку маршрута при от-



Фиг. 131. Сигнальный аппаратный замок

блокированном блок-механизме в тех случаях, когда маршрутная рукоятка в момент отблочкивания блок-механизма не была полностью переведена в крайнее положение, а верхние клеммы контакта 1005, входящие в блокировочную цепь, были уже замкнуты.

Таблица 22

Взаимодействие между маршрутными и сигнальной рукояткой и блок-механизмом

№ фигуры	Положение частей	Состояние частей
132,а	Нормальное	Блок-механизм заблокирован. Сигнальная рукоятка заперта ригельным стержнем блок-механизма с помощью замычки 505а. Маршрутная рукоятка свободна
132,б	При переведённой маршрутной рукоятке	То же
132,в	Блок-механизм отблочкирован	Маршрутная рукоятка заперта пластинкой 7 ригеля блок-механизма с помощью угольника 2. Сигнальная рукоятка освободилась от замыкания и может быть повернута влево
132,г	При переведённой сигнальной рукоятке	Соответствующий сигнальный ключ оперт и может быть изъят из замка. Блок-механизм нажат и не может быть заблокирован. Маршрутная рукоятка заперта

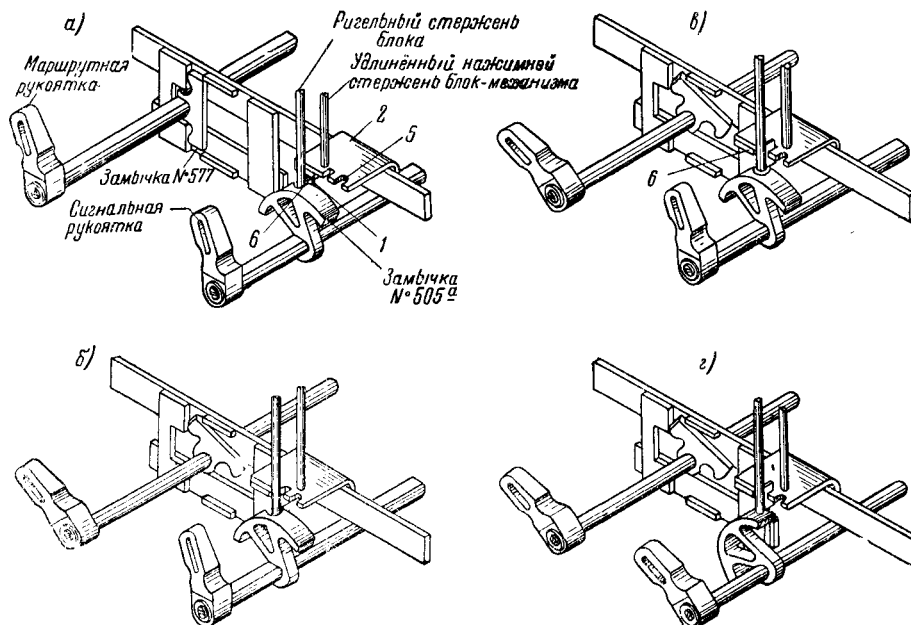
Замычка 31 на сигнальной оси со штифтами 3, 4 и 9 (фиг. 133) исключает возможность перевода маршрутной рукоятки из крайнего положения в нормальное в случаях искусственной задержки ригельного стержня замычкой 505 при отблокировании блок-механизма.

Рассмотренная зависимость устанавливается в аппарате ДСП при управлении сигналами с распорядительного поста, а при управлении сигналами с поста — в исполнительных аппаратах.

Схемы ящиков зависимости аппаратов распорядительного и исполнительного постов при управлении сигналами с поста приведены на фиг. 133.

случае, если при заблокировании исполнительным постом блок-механизма в распорядительном аппарате окажется оборванным заземляющий провод или если сопротивление заземления стало чрезмерно высоким, а в аппарате другого поста одна из маршрутных рукояток окажется повернутой.

В целях экономии линейных проводов в последнее время нашла применение схема с рукоятками направления на аппаратах исполнительных постов, приведённая на фиг. 135, которая применяется большей частью в тех случаях, когда станционные пути обезличены и используются для двустороннего движения. В этой схеме для маршрутов приёма и отправления чётного и нечётного направле-



Фиг. 132. Взаимодействие между маршрутными и сигнальной рукоятками и блок-механизмом

Электрическая схема токопрохождения аппаратов (фиг. 134) построена таким образом, что блокировочный сигнал может быть дан дежурным по станции только при повернутых маршрутных рукоятках как на распорядительном, так и на исполнительном постах.

Для предотвращения ложного срабатывания блок-механизмов при сообщении воздушных проводов с посторонними источниками тока в аппарате распорядительного поста устраиваются предохранительные заземления.

При нормальном положении маршрутных рукояток заземляются все линейные провода. Заземление снимается при повороте маршрутной рукоятки только с того провода, по которому должен посылаться блокировочный сигнал.

Контакт вспомогательной кнопки не допускает разделки маршрута стрелочником без согласия на то дежурного по станции.

В схеме необходимы две земляные шины для избежания ложных срабатываний блок-механизмов в исполнительных аппаратах в

ний используется один и тот же провод с добавлением ещё одного провода на группу взаимно-враждебных маршрутов.

Из схемы видно, что благодаря введению рукояток направления каждая маршрутная линейка обслуживает четыре маршрута.

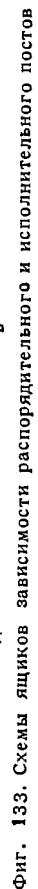
Установка маршрута производится в следующей последовательности.

Дежурный по станции поворачивает маршрутную рукоятку и по телефону даёт стрелочнику распоряжение о приготовлении маршрута приёма. После установки стрелок в требуемое положение и запираения их контрольными замками стрелочник вставляет ключи от стрелок маршрута в соответствующие аппаратные замки и поворачивает их.

Повернув маршрутную рукоятку, стрелочник по телефону докладывает дежурному по станции о готовности маршрута.

Дежурный по станции блокирует свой блок-механизм.

Если в распорядительном и исполнительном аппаратах положения маршрутных рукояток совпали, то блокировочная цепь будет



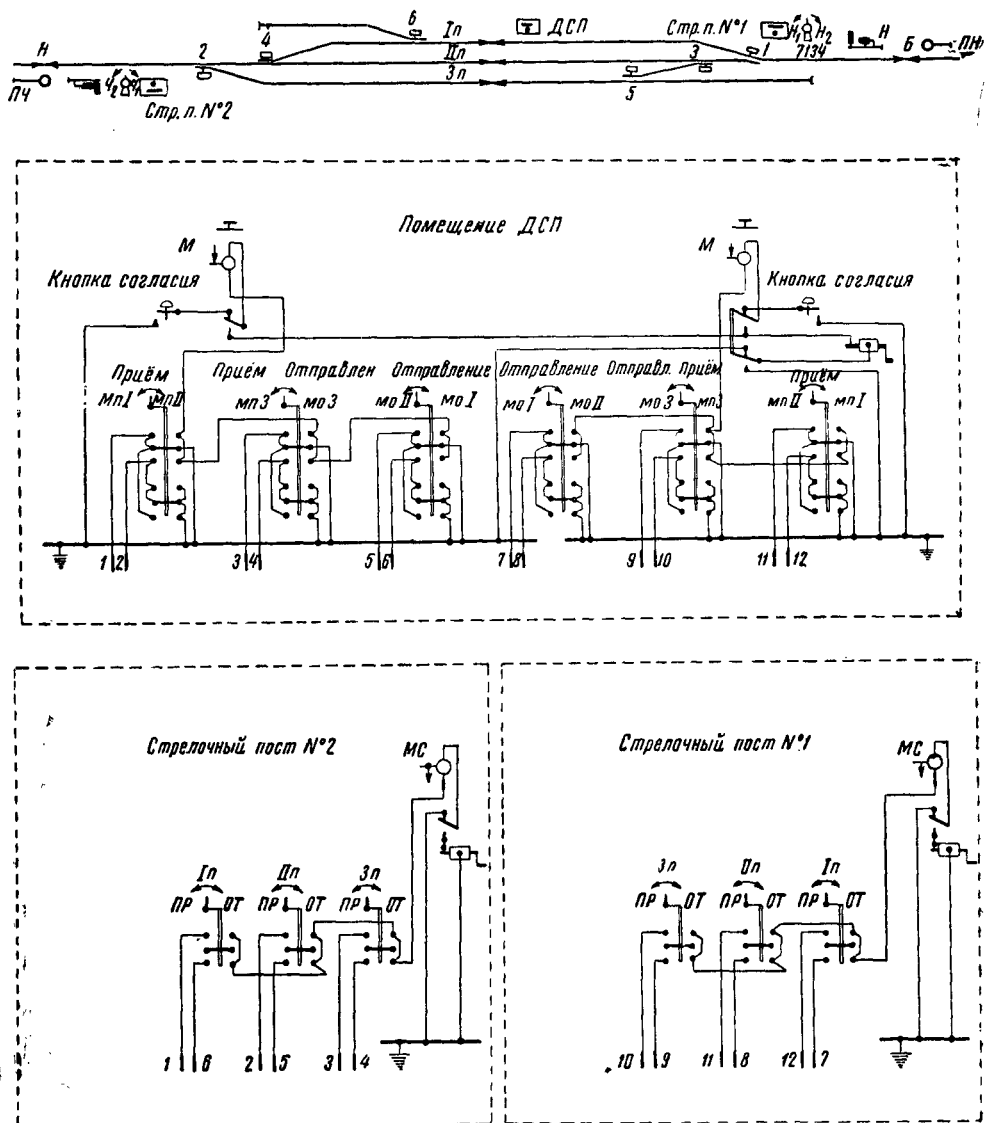
Фиг. 133. Схемы зависимости распоряжительного и исполнительного постов

замкнута и на исполнительном посту отблокируется блок-механизм.

После отблокирования блок-механизма стрелочник поворачивает сигнальную рукоятку в соответствующую сторону и вынимает ключ

замков, а на фиг. 136 — общий вид аппарата типа 785.

Из чертежа видно, что замки в этом аппарате размещены в шахматном порядке, причём верхний ряд закреплён на скобе 1.



Фиг. 134. Электрическая схема токопрохождения аппаратов без рукояток направления

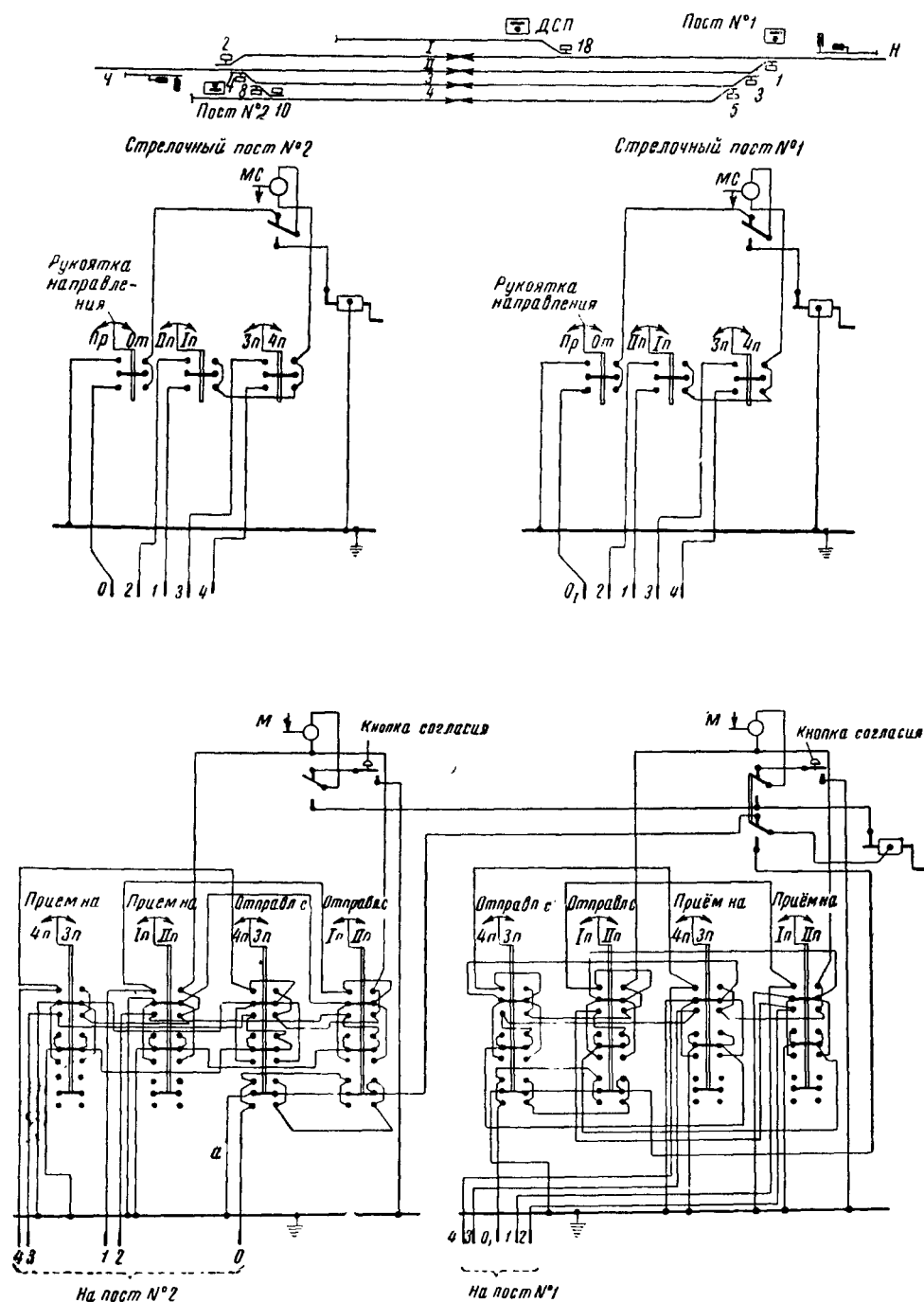
для открытия сигнала из сигнального замка. Разделка маршрута производится в обратной последовательности.

В случаях, когда необходимое количество приборов не может быть размещено в аппарате, состоящем из одной секции, а применение спаренных аппаратов невозможно из-за ограниченной площади стрелочных будок, на исполнительных постах применяются аппараты с двухрядным расположением замков, которые при тех же габаритах значительно увеличивают ёмкость аппарата.

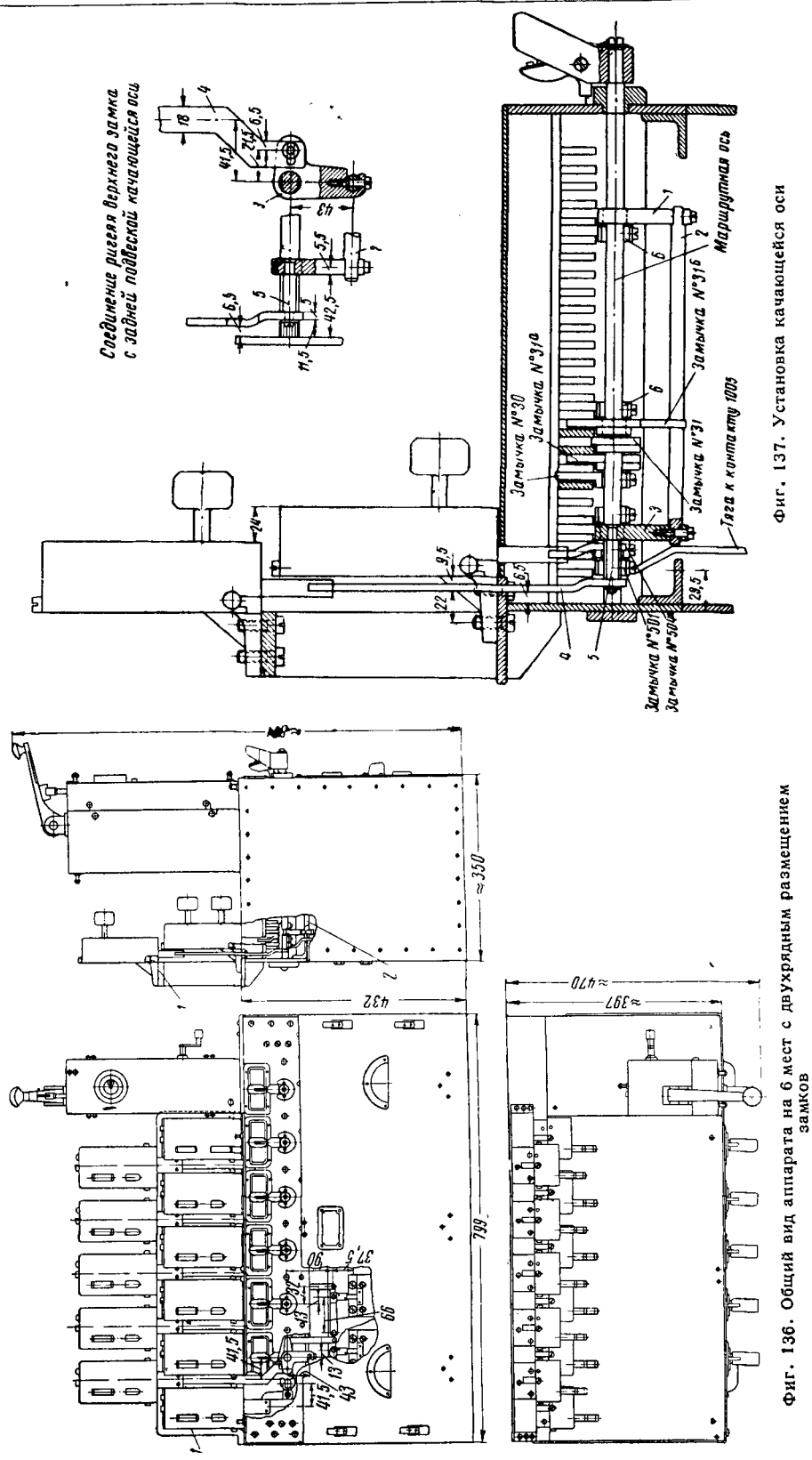
В табл. 23 приведена краткая характеристика аппаратов с двухрядным расположением

Таблица 23  
Характеристика аппаратов с двухрядным расположением замков

Тип	Количество		
	мест	линеек	замков при наличии одного блок-элемента
789	4	10	7
784	4	20	7
790	6	10	11
785	6	20	11



Фиг. 135. Электрическая схема токопрохождения аппаратов с рукоятками направления





Ригели нижнего ряда замков связываются при помощи поводков 504А с правыми осями ящика зависимости, а ригели верхнего ряда замков — таким же путём с левыми осями. В тех же случаях, когда левые оси используются в качестве маршрутных, ригели замков, установленных в верхнем ряду, соединяются с качающимися осями 2, свободно подвешенными на левых осях ящика зависимости, при помощи подвесок передней 1 и задней 3.

На фиг. 137 показана установка качающейся оси и взаимозависимость между верхним замком и маршрутной рукояткой ящика зависимости. Поворот левых (используемых в качестве маршрутных или сигнальных) и качающейся осей совершается независимо друг от друга. Ригель верхнего замка связан с качающейся осью при помощи тяги 4, соединённой с пальцем 5, вклепанным в заднюю подвеску 3. На левые оси свободно насаживаются замочки 316, поворачивающиеся при движении качающейся оси.

Расстановка штифтов на маршрутных линейках для замочки 316 производится так же, как и для замочки 31а. Для предотвращения смещения замочки 316 в осевом направлении в тех случаях, когда рядом на той оси другие замочки отсутствуют, устанавливается упорная шайба.

Нормальное положение замочки 316 показано на фиг. 138,а. Если вставить плюсовой ключ в гнездо верхнего стрелочного замка и повернуть его, то ригель замка, переместив-

то ригель замка, переместившись с тягой вниз, повлечёт за собой поворот качающейся оси, и замочки 316 по направлению против часовой стрелки (фиг. 138,б). В этом случае для записания стрелки в минусовом положении при перемещении маршрутной линейки влево устанавливаются штифты 4 и 5, а при перемещении линейки вправо — штифты 1 и 2.

Такая связь верхнего замка с качающейся осью даёт возможность установить на каждом месте аппарата два замка, а также маршрутную или сигнальную рукоятку.

### Маршрутно-контрольные устройства системы инж. Григорова

За последнее время на дорогах сети нашли применение маршрутно-контрольные устройства системы инж. Григорова.

Особенностью этой системы является применение аппаратов с девятипозиционными маршрутными коммутаторами и электрических защёлок постоянного тока для их замыкания.

Каждый из коммутаторов рассчитан на 8 маршрутов, вследствие чего аппараты имеют небольшие габаритные размеры. Применение одного многопозиционного коммутатора в принципе устраняет необходимость создания каких-либо зависимостей между маршрутами одной взаимно-враждебной группы.

Аппараты изготавливаются на два и четыре места по числу устанавливаемых на них коммутаторов.

Основными частями аппаратов являются коммутатор, электрическая защёлка постоянного тока, индуктор постоянного тока, аппаратные стрелочные и сигнальные контрольные замки и бленкеры. Кроме того, в верхней части аппарата устанавливаются переключатели, а в нижней — оконечные муфты и вводные клеммы.

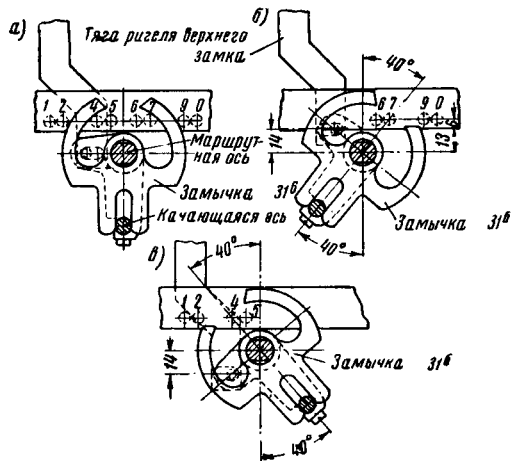
Общий вид аппарата на 2 места приведён на фиг. 139.

Коммутатор состоит из двух частей, связанных муфтой. Ось коммутатора выходит из кожуха аппарата и оканчивается рукояткой с указателем. Рукоятка, а следовательно, и ось, кроме нормального положения, может быть повернута соответственно устанавливаемому маршруту в одно из восьми положений, указанных под рукояткой на верхней крышке аппарата.

В нормальном положении ось приподнята, а после её поворота при установке маршрута опускается с небольшим усилием рукой на 11 мм. На ось коммутатора внутри аппарата насажены контакты и замыкающий барабан. Контактная система в верхней части оси имеет колодку, свободно насаженную на ось таким образом, что контакты её переключаются только при движении оси вверх или вниз.

В нижней части оси расположена основная контактная система, которая выполнена в виде барабанов по типу контактных систем защёлочной и релейно-шаговой централизации. Контактные барабаны жёстко связаны с осью и имеют только вращательное движение.

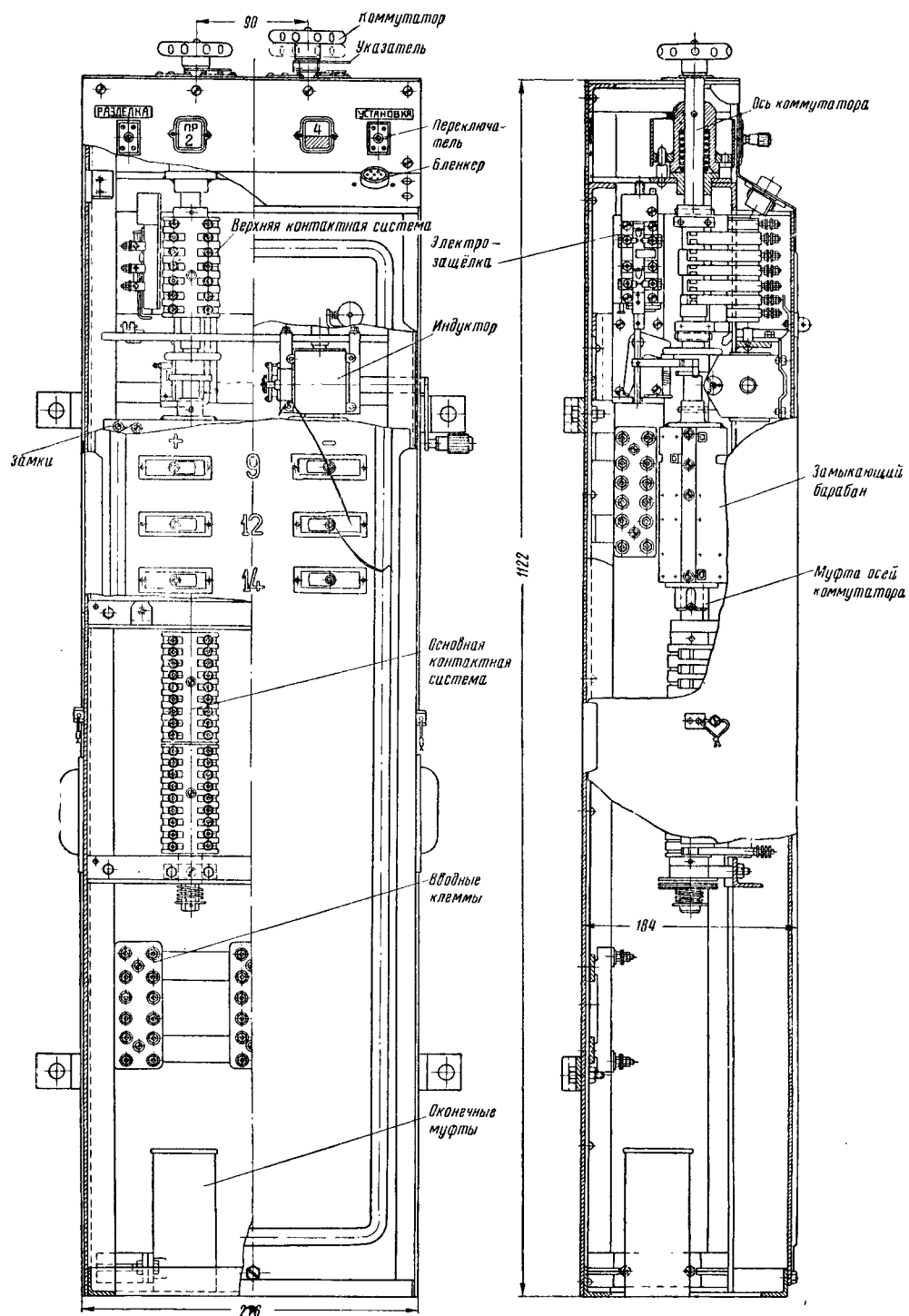
Электрическая защёлка в рассматриваемой системе осуществляет зависимость между порядкительными и исполнительными постами. При помощи шайбы 1 и коленчатого рычажка 2 защёлка связана с осью коммутатора таким



Фиг. 138. Схема взаимодействия замочки 316 со стрелочным замком и маршрутной рукояткой: а — нормальное положение; б — плюсовой ключ вставлен в гнездо стрелочного замка и повернут; в — минусовый ключ вставлен в гнездо стрелочного замка и повернут

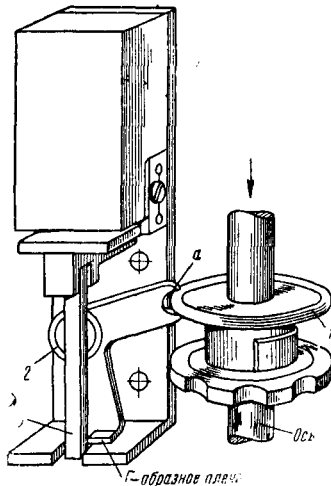
шись вместе с тягой вверх (фиг. 138,б), вызовет поворот качающейся оси, а следовательно, и замочки 316 по направлению вращения часовой стрелки. При этом для записания стрелки в плюсовом положении при перемещении маршрутной линейки влево должны быть установлены штифты 9 и 0, а при перемещении линейки вправо — штифты 6 и 7.

Если вставить в гнездо верхнего стрелочного замка минусовый ключ и повернуть его,



Фиг. 139. Общий вид аппарата системы Григорова на два места

образом, что опускание оси вниз при задании маршрута и поднятие оси при разделке маршрута возможны только при нахождении



Фиг. 140. Эскиз связи электрозащёлки с осью

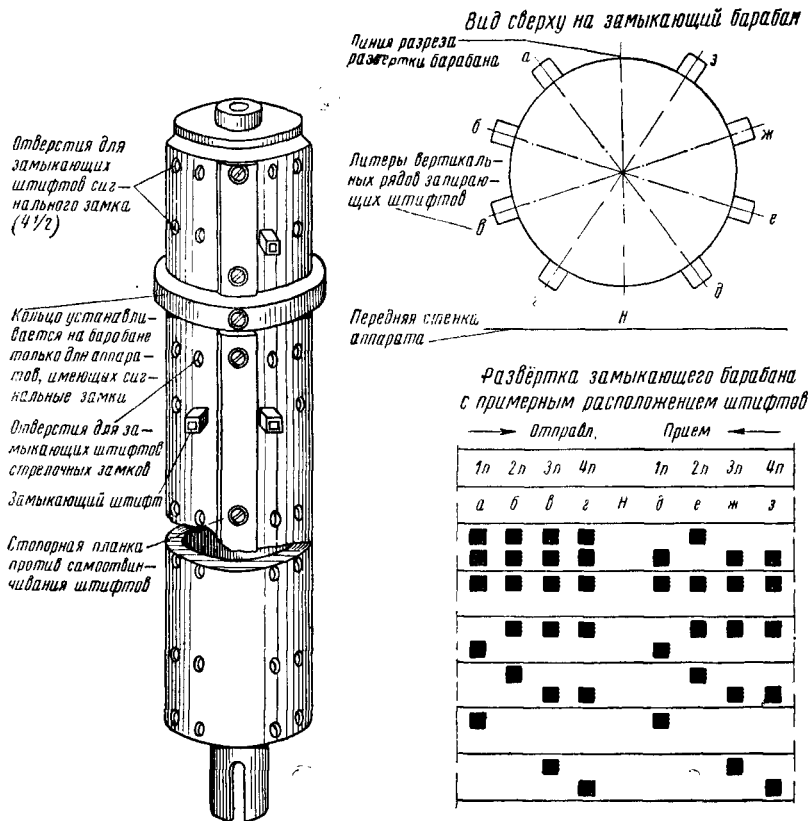
проходит в вырезе *a* коленчатого рычажка 2. Опусканию оси вниз препятствует Г-образное плечо коленчатого рычажка. При возбуждении электрозащёлки её стержень 3 отходит с пути рычажка 2 и ось может быть опущена.

При последующем прерыве тока в цепи электрозащёлки стержень 3 западает с другой стороны Г-образного плеча рычажка и запирает ось в опущенном положении.

Таким образом для разделки маршрута необходима новая посылка тока в электрозащёлку. Наличие тока в электрозащёлке сигнализируется крестообразным бленкером, включённым последовательно с электрозащёлкой. Обмотка электрозащёлки имеет 6 440 витков проволоки марки ПЭ диаметром 0,23 мм. Сопротивление электрозащёлки 175 ом.

Обмотка бленкера имеет 715 витков из проволоки марки ПЭ диаметром 0,23 мм. Сопротивление катушки бленкера 9 ом.

Барабан зависимости (фиг. 141) представляет трубу, закреплённую на оси коммутатора. На барабане по вертикальным линиям, соответствующим восьми положениям рукоятки, нарезаны отверстия для штифтов с квадратными головками. Для каждого маршрута на барабане имеется свой вертикальный ряд



Фиг. 141. Эскиз барабана зависимости

защёлки под током. Связь защёлки с осью приведена на фиг. 140.

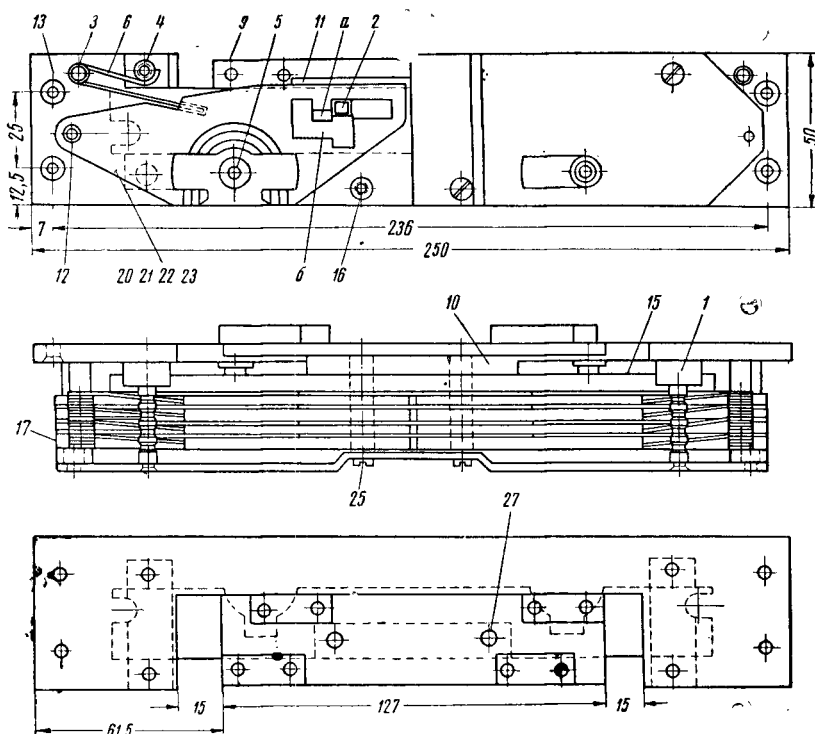
Из фиг. 140 видно, что шайба 1, закреплённая на оси, при повороте рукоятки свободно

штифтов, которые при задании маршрута взаимодействуют с наклёпами ригелей замков.

Контрольные аппаратные замки устанавливаются один под другим на передней части

каркаса аппарата спереди барабана. Для сигнальных замков отводятся верхние места. Длина оснований замков рассчитана на установку их в двухместном аппарате, симметрично относительно обоих коммутаторов.

ных внутрь аппарата и попарно расположенных против каждого коммутатора. На барабане зависимости против каждого замка имеется два отверстия для штифтов. Если стрелка запирается на плюс, то штифт ввёртывается



Фиг. 142. Общий вид контрольного стрелочного замка системы Григорова

Контрольные стрелочные замки конструкции Григорова (фиг. 142) представляют собой систему из четырёх цугалт 20, 21, 22 и 23, свободно насаженных на ось 12 основания 13 замка. Под действием собственного веса и пружин 6 цугалты нормально занимают нижнее положение и зубцами *a* запирают ригель замка от перемещений вправо с помощью штифта 2 ригеля 15, проходящего через все цугалты. При повороте ключа такой же конструкции, как и у замка Мелентьева, уступы борodka приподнимают цугалты вверх настолько, что вырезы *b* в цугалтах расположатся против штифта 2 ригеля и последний освободится от замыкания. При дальнейшем повороте ключа ригель передвинется, после чего цугалты вновь опустятся и левым вырезом замкнут ригель.

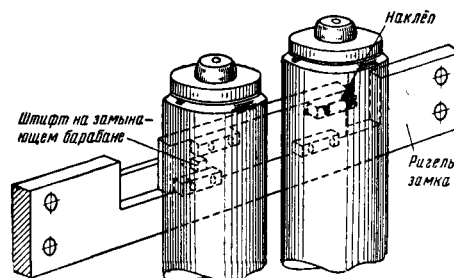
Аппаратные замки системы Григорова, так же как и замки системы Мелентьева, изготавливаются двойными с двумя гнездами для ключей. Левое гнездо предназначено для плюсового ключа стрелки, а правое — для минусового.

Из среднего положения ригели замков перемещаются плюсовым ключом — влево, а минусовым — вправо.

Для связи с барабаном зависимости на ригеле стрелочного замка имеются по два плюсовых и минусовых наклёпа, направленных

в верхнее отверстие, если на минус, — то в нижнее. Если стрелка в маршруте не запирается, то в вертикальном ряду данного маршрута против замка этой стрелки штифты не ввёртываются.

Связь стрелочного замка с барабаном приведена на эскизе фиг. 143. Из эскиза видно,



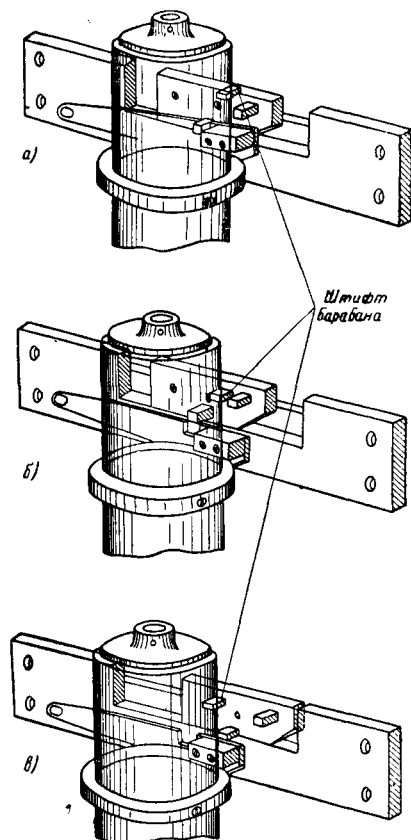
Фиг. 143. Схема взаимодействия контрольного стрелочного замка с барабаном

что опускание барабана станет возможным, если ригель замка будет перемещён вправо (эскиз представляет вид сзади). После опускания барабана его штифты занимают такое положение относительно наклёпов, что пере-

мещение ригеля обратно и изъятие ключа становится невозможным до тех пор, пока коммутатор не будет поднят вверх.

Сигнальный замок конструктивно отличается от стрелочного только расположением штифта, ограничивающего поворот ключа.

При верхнем положении (фиг. 144) ригель заперт рычажком, захватывающим наклёп,



Фиг. 144. Схема взаимодействия сигнального замка с барабаном: а — ось коммутатора повернута на задаваемый маршрут, но не опущена в гнездо; рычажок продолжает захватывать нижний наклёп ригеля замка, запирая его; б — ось коммутатора опущена в гнездо; рычажок отошёл вниз и освободил ригель замка; штифт барабана расположился рядом с верхним наклёпом ригеля замка, препятствуя его переводу влево (если смотреть на замок от барабана); перевод ригеля вправо освободился; в — ригель перемещён вправо; нижний наклёп ригеля расположился над верхней гранью рычажка, препятствуя движению барабана и оси вверх

и ни один ключ не может быть повернут и вынут из замка. Рычажок лежит на пояске и при опускании барабана также опускается под действием своего веса, освобождая ригель от замыкания.

После опускания барабана против нижнего или верхнего наклёпа ригеля становится штифт замыкающего барабана. Таким образом ригель отпирается для движения только в одну сторону. При маршруте приёма на главный путь ставится верхний штифт, замыкающий движение ригеля вправо, ригель можно перевести только влево и изъять ключ из замка.

При маршрутах на боковые пути ставятся нижние штифты, запирающие движение влево, ригель можно перевести только вправо и тем самым изъять ключ от семафора на два крыла.

При переведённом положении ригеля сигнального замка ось коммутатора оказывается замкнутой в опущенном положении.

Индуктор в рассматриваемой системе маршрутно-контрольных устройств такой же, как и в системе МКУ Наталевица. Для получения постоянного тока, необходимого для питания электрозащёлок, обмотка якоря выведена на два полукольца коллектора. Схема токопрохождения аппаратов требует по одному проводу на каждый станционный путь. Этот провод используется при задании маршрутов как приёма, так и отправления. Кроме того, требуется ещё два общих провода, — один для размыкания маршрутов и один обратный.

Для исключения возможности неправильного возбуждения электрозащёлки при сообщении проводов все прямые провода при нерабочем их состоянии соединены в аппарате ДСП с обратным проводом.

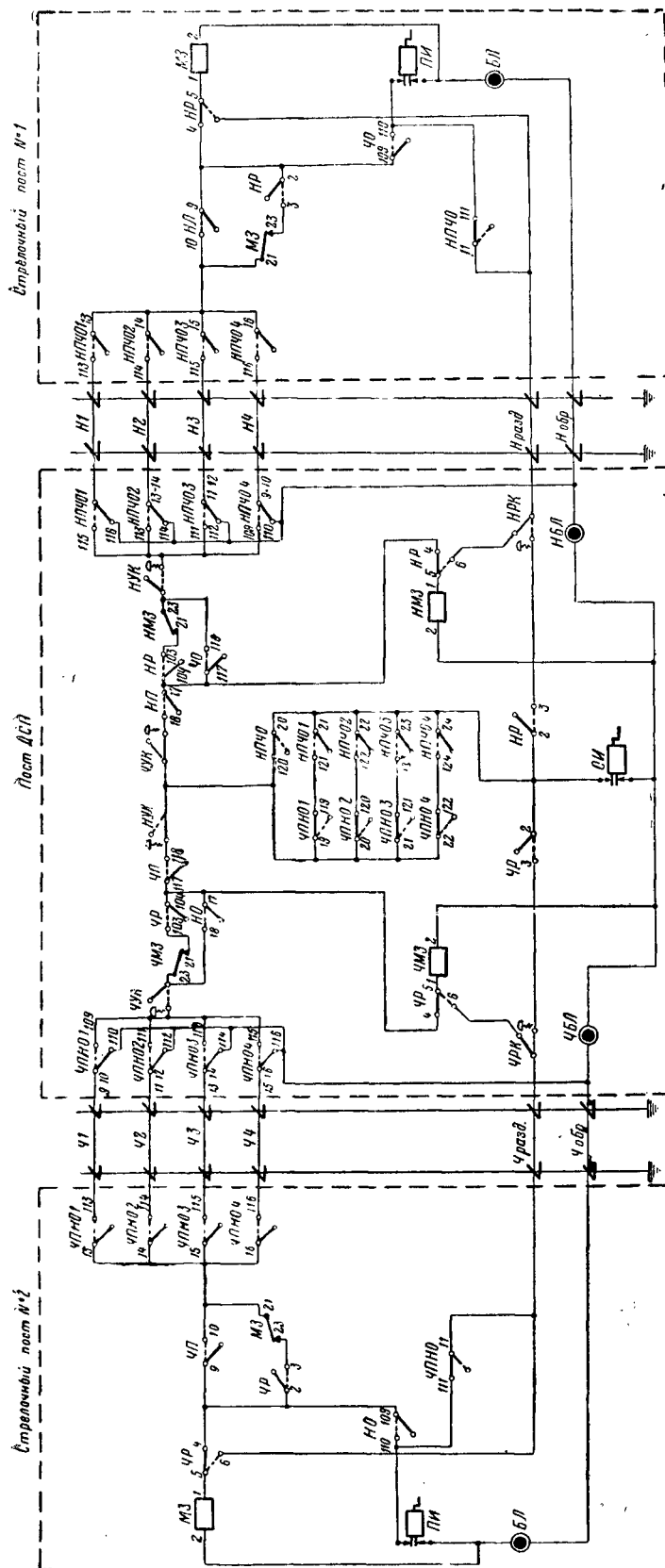
Схема токопрохождения при управлении сигналами со стрелочных постов приведена на фиг. 145.

При выполнении маршрута приёма дежурный по станции даёт стрелочному посту распоряжение по телефону об установке маршрута. Стрелочник устанавливает стрелки в необходимое для маршрута положение и запирает их замками Мелентьева. Ключи от замков стрелок вкладываются стрелочником в замки аппарата, затем он поворачивает коммутатор в положение, соответствующее задаваемому маршруту, и уведомляет дежурного по станции о готовности маршрута. Дежурный по станции также переводит коммутатор на задаваемый маршрут. В обоих аппаратах коммутаторы пока ещё остаются в верхнем положении и до возбуждения электрозащёлок не могут быть опущены.

Возбуждение электрозащёлки в аппарате ДСП в маршрутах приёма происходит от своего индуктора. ДСП вращает ручку индуктора и ток от щётки проходит через группу контактов, которые контролируют, не был ли задан враждебный маршрут.

Далее ток через групповой контакт приёмных маршрутов (НП или ЧП) и контакт рукоятки (НР или ЧР) при её верхнем положении попадает в электрозащёлку станционного аппарата. Защёлка становится под ток и освобождает от замыкания коммутатор. ДСП опускает коммутатор. При этом контакт, связанный с поступательным движением коммутатора (НР или ЧР), отключает защёлку, которая своим стержнем замыкает коммутатор в переведённом положении.

Цепь тока переключается контактом рукоятки (НР или ЧР), и ДСП, нажимая кнопку установки маршрута (НУ, ЧУ) и продолжая вращать ручку индуктора, посылает ток в электрозащёлку постового аппарата. Для проверки соответствия положения рукояток цепь тока в аппарате ДСП и стрелочного поста подключается к проводу через контакты коммутаторов, соответствующих данному маршруту.



Фиг. 145. Схема токопрохождения аппаратов системы Гриторова

В постовом аппарате ток проходит через групповой контакт маршрутов приёма (НП, ЧП), через контакты (НР, ЧР), электрозащёлку, бленкер и возвращается по обратному проводу к минусовой щётке индуктора ДСП.

Стрелочник по бленкеру узнаёт о возбуждении электрозащёлки и опускает коммутатор, извлекает из аппарата сигнальный ключ, отпирает сигнальный станок и открывает семафор.

При опускании коммутатора в постовом аппарате рукояточный контакт (НР, ЧР) разрывает электрическую цепь электрозащёлки, о чём ДСП судит по бленкеру и прекращает вращать ручку индуктора.

Коммутатор постового аппарата оказывается запертым в нижнем положении.

После проследования поезда, закрытия семафора и возвращения сигнального ключа в аппарат стрелочник по телефону просит ДСП послать ток размыкания маршрута. ДСП нажимает кнопку разделки маршрута и, вращая ручку индуктора, посылает ток в электрозащёлку стрелочного поста по специальному проводу размыкания маршрута.

По бленкеру стрелочник судит о наличии тока в электрозащёлке, поднимает коммутатор и ставит его в нормальное положение.

Цепь защёлки при этом разрывается контактами НР или ЧР.

Для размыкания коммутатора в станционном аппарате стрелочник, вращая ручку индуктора, посылает ток по тому же проводу разделки маршрута в защёлку станционного аппарата. Эта цепь проходит через контакт нормального положения коммутатора стрелочного поста, что гарантирует отмыкание коммутатора ДСП только после закрытия семафора и разделки маршрута стрелочным постом.

О возбуждении электрозащёлки ДСП также судит по бленкеру и ставит коммутатор в нормальное (верхнее) положение.

При установке маршрута отправления работа схемы проходит аналогично работе схемы при установке маршрута приёма с той лишь разницей, что установка маршрута начинается со стрелочного поста, а не с поста ДСП. После запираания стрелок стрелочник, вращая ручку индуктора, возбуждает свою электрозащёлку и ставит коммутатор в ниж-

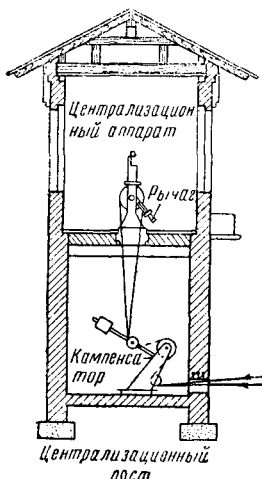
нее положение, а затем посылает ток в электрозащёлку аппарата ДСП.

Разделка маршрута отправления тождественна разделке маршрутов приёма. Взаимное исключение между враждебными маршрутами разных горловин в электрической схеме достигается контактами *НПЧО* и *ЧПНО* маршрутного коммутатора.

## МЕХАНИЧЕСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ

Механической централизацией называется совокупность устройств для централизованного управления стрелками и семафорами посредством стрелочных и сигнальных рычагов, связанных со стрелками и семафорами гибкой или жёсткой передачей.

При механической централизации в передачу от централизационного поста до стрелки входят следующие части (фиг. 146): стрелочный рычаг, компенсатор, гибкие тяги и приводозамыкатель.



Фиг. 146. Общая схема устройства механической централизации

состоящие из стальной оцинкованной проволоки, поддерживаются роликами, укрепленными на опорах. На поворотах устанавливают поворотные, отводные и угловые шкивы.

Приводозамыкатель, осуществляющий перевод и замыкание остряков, устанавливают между остряками на специальной гарнитуре, прикрепляемой к рамным рельсам.

### ГИБКАЯ ПЕРЕДАЧА

Дальность управления стрелками и семафорами посредством гибкой передачи установлена: для пошёрстных стрелок — 550 м, для противошёрстных стрелок — 500 м, для семафоров без предупредительных дисков — 1 500 м и для семафоров с предупредительными дисками, включёнными в общие тяги с семафором, — 1 200 м.

Дальность управления стрелками разрешается увеличивать до 800 м при соблюдении следующих условий: 1) установке опорных столбиков с роликами не далее 8 м один от

другого; 2) наличии между рычагом и приводом не более трёх поворотов тяги, не считая поворотов на компенсаторе, у рычага и привода; 3) применении поворотных и угловых шкивов с шариковыми подшипниками; 4) применении компенсаторов сигнального типа; 5) установке для контроля и замыкания остряков стрелки приводного контрольного замка.

Составными частями гибкой передачи являются:

а) стальная оцинкованная проволока (ОСТ 1457) диаметром 4 мм для семафорной передачи (с разрывным усилием не менее 1 260 кг) и 5 мм для стрелочной передачи (с разрывным усилием не менее 1 960 кг);

б) стальной оцинкованный трос (ОСТ 969) диаметром 5 мм (с разрывным усилием не менее 1 100 кг) для семафорной передачи и 5 мм для стрелочной передачи (с разрывным усилием не менее 1 300 кг), применяемый в местах, где линия гибкой передачи имеет отклонение от прямой более 3°;

в) тяжёлые муфты (фиг. 147) для регулирования длины гибкой передачи в малых пределах;

г) стальные оцинкованные петли (ОСТ 2306), напаяваемые на концы соединяемых тросов и проводов;

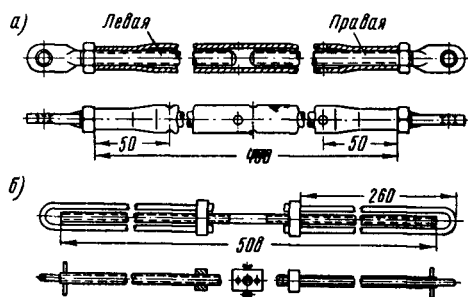
д) ролики, однопарные и двухпарные, поддерживающие гибкие тяги (фиг. 148);

е) поворотные шкивы (фиг. 149), устанавливаемые в местах отклонения линии передачи более 3° от прямой.

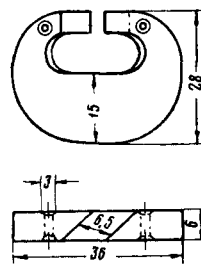
Соединение проводов гибкой передачи производится посредством спаек (фиг. 150). В местах соединения провода с тросом устанавливают огнивки (фиг. 151), включаемые в петли, заделанные на соединяемых концах.

Гибкие тяги опираются на ролики через 10 м на прямых участках и 8 м на кривых и в гибких передачах управления стрелками свыше 600 м. Ролики укрепляются на опорах, тип которых показан на фиг. 152, 153 и 154. Типовые опоры изготавливаются по чертежам: 7958—для гибкой передачи нормального управления стрелками, 8103—для гибкой передачи удалённого управления при одноярусном расположении тяг и 8194—для гибкой передачи удалённого управления при двухъярусном расположении тяг. Размеры и вес траверс для опор показаны в табл. 24.

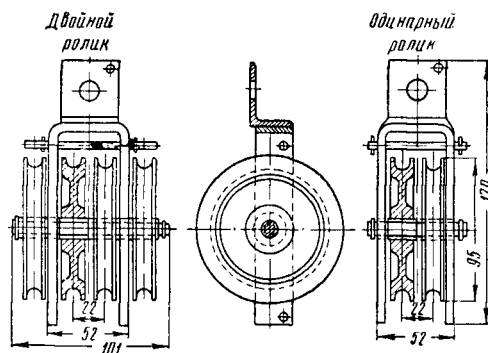
**Основания и фундаменты для поворотных шкивов.** Угловые поворотные шкивы для одной и двух пар гибких тяг устанавливаются на металлических фундаментах (фиг. 155). При большем количестве тяг для поворотных шкивов устраиваются специальные основания, заделываемые в фундаменты (фиг. 156—161 и табл. 25—30).



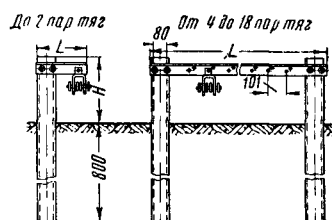
Фиг. 147. Стяжные муфты: а — закрытая; б — открытая



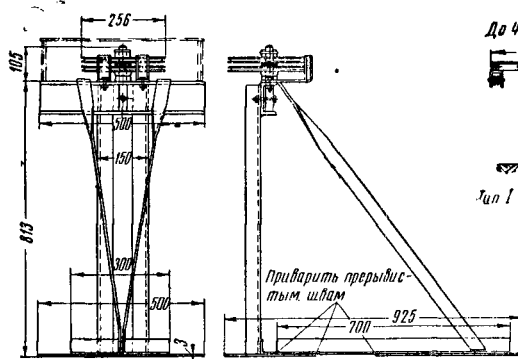
Фиг. 151. Огнивка



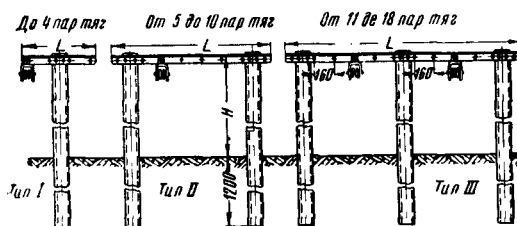
Фиг. 148. Поддерживающие ролики



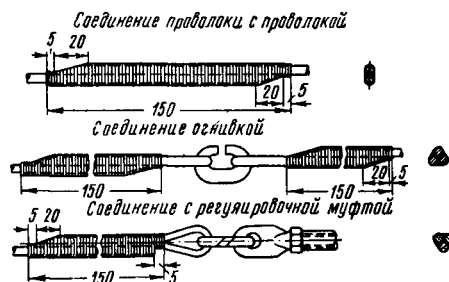
Фиг. 152. Опоры для тяг механической централизации удалённого управления при двух рядах тяг



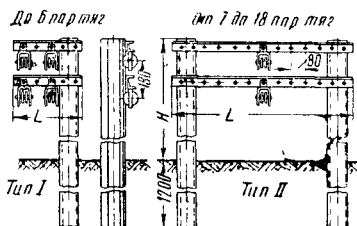
Фиг. 149. Угловой поворотный шкив 2336



Фиг. 153. Опоры для тяг механической централизации удалённого управления при одном ряде проводов

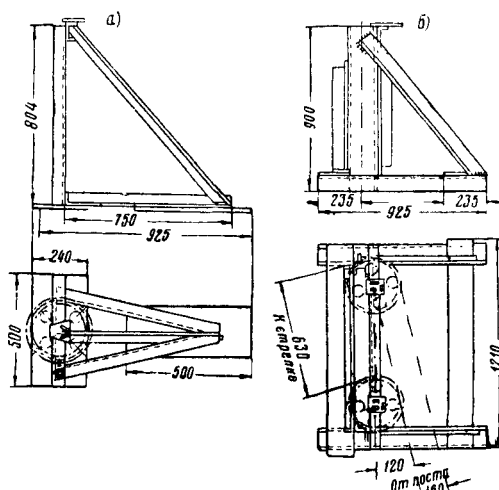


Фиг. 150. Соединения гибких тяг

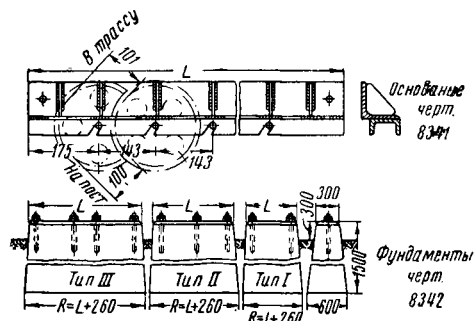


Фиг. 154. Опоры для тяг механической централизации нормального управления

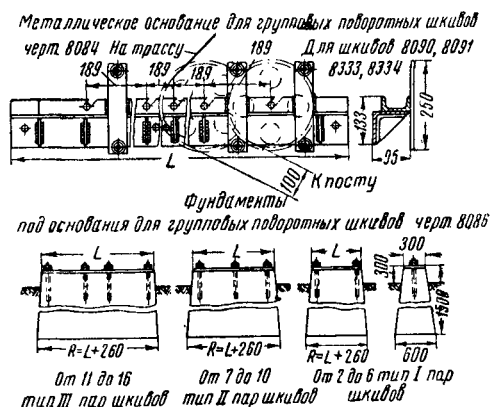




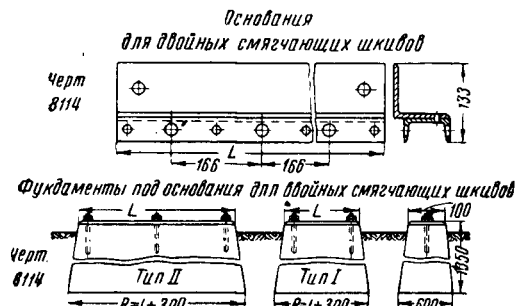
Фиг. 155. Металлические фундаменты для угловых поворотных шкивов: а — металлический фундамент под 1 угловые поворотные шкивы по черт. 8092 и 8335; б — металлический фундамент для двух пар угловых поворотных шкивов по черт. 8092и 8335.



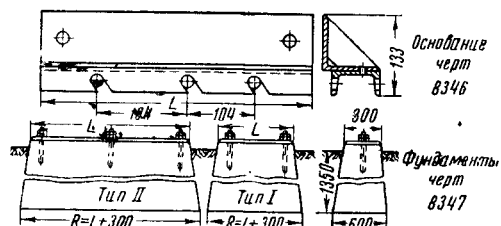
Фиг. 156. Фундаменты для групповых шкивов  
нормального управления



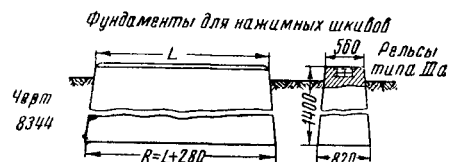
Фиг. 157. Фундаменты для групповых шкивов удалённого управления



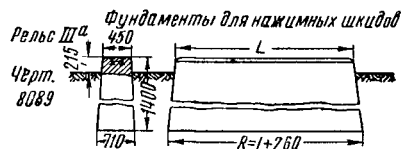
Фиг. 158. Фундаменты для смягчающих шкивов удалённого управления



Фиг. 159. Фундаменты для смягчающих шкивов  
нормального управления



Фиг. 160. Фундаменты для нажимных шкивов  
нормального управления



Фиг. 161. Фундаменты для нажимных шкивов удалённого управления

Т а б л и ц а 24

## Размеры и вес траверс

Материал	№ чер-тежа	Число пар тяг	Длина траверс $L$ в м и вес $P$ в кг																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Равнобокий уголок 50×50×6	7958	$L$	—	0,26	—	0,53	—	0,63	—	0,73	—	0,83	—	0,93	—	1,04	—	1,14	—	1,24	
		$P$	—	1,2	—	2,4	—	3,1	—	3,3	—	3,9	—	4,5	—	4,7	—	5,3	—	5,5	
	8103	$L$	0,22	0,24	0,40	0,56	0,72	0,88	1,04	1,20	1,36	1,52	1,63	1,84	2,00	2,16	2,32	2,48	2,64	2,80	
		$P$	1,0	1,1	1,8	2,5	3,3	4,0	4,7	5,4	6,1	6,8	7,5	8,3	9,0	9,7	10,4	11,1	11,8	12,5	
	8194	$L$	0,20	0,28	0,36	0,56	0,64	0,72	—	0,54×2				0,80×2				0,96×2			
		$P$	0,6	1,3	1,6	2,2	2,9	3,2	—	5,8				7,2				8,6			

Т а б л и ц а 25

## Основания и фундаменты для групповых поворотных шкивов нормального управления (фиг. 156)

Показатели	Число пар шкивов																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	Тип основания и фундамента																	
	I				II					III								
Длина основания <i>L</i> в мм	495	640	785	930	1075	1220	1365	1510	1655	1800	1945	2090	2235	2380	2525	2670	2815	
Вес комплекта в кг . . .	20	26	32	38	44	50	56	62	68	74	80	86	92	98	104	110	116	
Длина фундамента <i>L</i> в мм	635	180	925	2070	1215	1360	1505	1650	1795	1940	2085	2230	2375	2520	2665	2810	2955	
Объём в м³ . . . . .	0,52	0,62	0,72	0,82	0,92	1,02	1,12	1,22	1,32	1,42	1,52	1,62	1,72	1,82	1,92	2,02	2,12	
Вес цемента в кг . . . . .	31	37	43	49	55	61	67	73	79	85	91	97	103	109	115	121	127	

Т а б л и ц а 26

## Основания и фундаменты для групповых поворотных шкивов удаленного управления (фиг. 157)

Показатели	Число пар шкивов															
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Длина основания $L$ в м .	0,61	0,8	0,985	1,175	1,365	1,555	1,745	1,93	2,19	2,31	2,5	2,67	2,873	3,07	3,255	
Вес основания в кг . . . .	14	18	23	28	33	39	45	51	57	64	72	79	87	92	103	
Длина фундамента $L$ в м	0,75	0,94	1,13	1,32	1,51	1,7	1,89	2,07	2,26	2,45	2,64	2,81	3,02	3,21	3,4	
Объём в м <sup>3</sup> . . . . .	0,57	0,69	0,82	0,94	1,06	1,19	1,31	1,43	1,56	1,67	1,8	1,91	2,12	2,24	2,35	
Вес цемента в кг . . . . .	34	41	49	56	63	71	78	85	93	100	102	114	127	134	141	

Т а б л и ц а 27

## Основания и фундаменты для смягчающих шкивов удаленного направления (фиг. 158)

Показатели	Число пар шкивов																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	Тип основания																	
	I					II												
Длина основания <i>L</i> в мм	366	532	698	864	1030	1196	1362	1523	1694	1860	2026	2192	2358	2524	2690	2856	3022	
Вес комплекта в кг . . .	13,8	16,5	19,5	22,8	25,9	30,7	33,8	37,0	40,2	43,3	46,8	49,8	53,0	56,2	59,3	62,7	65,8	
Длина фундамента <i>L</i> в мм	426	592	758	924	1090	1256	1422	1588	1764	1940	2086	2252	2418	2584	2750	2916	3082	
Объём в м³ . . . . .	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	
Вес цемента в кг . . . . .	20	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	

Таблица 28

Основания и фундаменты для смягчающих шкивов нормального управления (фиг. 159)

Показатели	Ч и с л о  п а р  ш к и в о в																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	Т и п  о с н о в а н и я  и  ф у н д а м е н т а																	
	I									II								
Длина основания <i>L</i> в мм	335	439	543	647	751	855	952	1063	1167	1271	1375	1479	1583	1687	1791	1895	1999	
Вес комплекта в кг . . .	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55	58	61	
Длина фундамента <i>L</i> в мм	400	500	610	710	820	920	1020	1130	1230	1340	1440	1540	1650	1750	1860	1960	2060	
Объём в м <sup>3</sup> . . . . .	0,33	0,39	0,46	0,53	0,6	0,66	0,72	0,79	0,85	0,92	0,98	1,04	1,11	1,17	1,24	1,3	1,9	
Вес цемента в кг . . . . .	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	

Таблица 29

Фундаменты для нажимных шкивов нормального управления (фиг. 160)

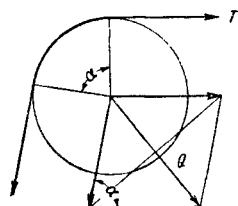
Показатели	Число парных шкивов																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Длина рельса $L$ в м . . .	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,8	5,1	5,4	5,7	
Длина фундамента $L$ в мм	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	
Объем в м <sup>3</sup> . . . . .	0,41	0,51	0,61	0,71	0,81	0,91	1,01	1,11	1,21	1,31	1,41	1,51	1,61	1,71	1,81	1,91	2,01	
Вес цемента в кг . . . . .	25	31	37	43	49	55	61	67	73	79	85	91	97	103	109	115	121	

Таблица 30

Фундаменты для нажимных шкивов удаленного управления (фиг. 161)

Показатели	Число пар шкивов																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Длина рельса $L$ в м . . .	0,72	1,2	1,32	1,62	2,02	2,32	2,62	2,92	3,22	3,62	3,92	4,22	4,52	4,82	5,22	5,52	6,02	
Длина фундамента $L$ в м . . .	0,4	0,55	0,7	0,85	1,05	1,2	1,35	1,5	1,65	1,85	2	2,15	2,3	2,45	2,65	2,8	3	
Объём в м³ . . . . .	0,4	0,52	0,63	0,74	0,89	1	1,12	1,23	1,35	1,5	1,61	1,72	1,85	1,96	2,1	2,35	2,6	
Вес цемента в кг . . . . .	28	37	44	52	63	70	79	86	95	105	113	121	130	138	147	165	182	

**Расчёт фундаментов и стоек поворотных шкивов.** Равнодействующая натяжений кон-



Фиг. 162. Схема сил давления на стойку

цов троса, обхватывающего угловой шкив (фиг. 162), равна в общем виде

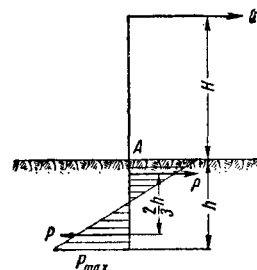
$$Q = 2T \sin \frac{\alpha}{2},$$

где  $Q$  — равнодействующая натяжений  $T$  концов троса, обхватывающего шкив;  
 $\alpha$  — угол обхвата.

**Расчёт закрепления стоек.** Стойка подвергается действию равнодействующей  $Q$  (фиг. 163). Реакция грунта может быть пред-

ставлена двумя равными треугольниками сил с равнодействующими  $P$

$$P = 0,5 \cdot 0,5hP_{\max}.$$



Фиг. 163. Расчетная схема для стойки углового шкива

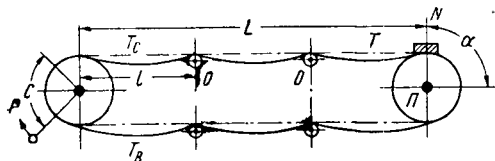
Изгибающий момент равен

$$M = \frac{2}{3} Ph = \frac{1}{6} P_{\max} \cdot h^2; \quad h = \sqrt{\frac{6M}{P_{\max}}},$$

$P_{\max} = Rb$ , где  $R$  — допускаемое давление на грунт и  $b$  — ширина стойки.

### Работа гибкой передачи

Гибкая передача может быть представлена в виде двух замкнутых тяг длиной  $L$  от оси рычага до оси привода, составленных из нескольких пролётов, поддерживаемых роликами (фиг. 164). При переводе рычага в ведущей тяге



Фиг. 164. Схема гибкой передачи

создаётся натяжение  $T_b$  и в сдающей  $T_c$ ; если через  $P_{\Pi}$  обозначить усилие, приложенное к окружности шкива, то

$$P_{\Pi} = T_b - T_c.$$

При отсутствии потерь в передаче

$$P_{\Pi} = F,$$

где  $F$  — сопротивление на приводном шкиве.

Величина усилия  $P$ , прилагаемого к рычагу, установлена не свыше 30 кг. При этом усилии на окружности шкива рычага  $P_{\Pi}$ , соответственно конструкции передачи, равно около 120 кг. Ход гибкой передачи, создаваемый при переводе рычага, равен 500 мм. Таким образом, нормально при переводе рычага совершается работа 60 кгм. Эта работа расходуется на преодоление сопротивлений в передаче и на совершение полезной работы, т. е. определённое перемещение привода стрелки или семафора, при котором обеспечивается их правильное положение.

В гибкой передаче имеют место потери хода на удлинения, связанные с весом гибких тяг, и на удлинения от упругих растяжений при увеличении усилия.

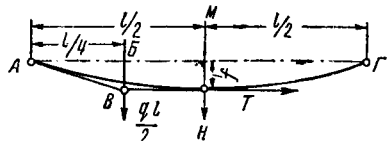
Стрела провеса гибкой тяги, подвешенной на одном уровне в точках А и Г, равна (фиг. 165)

$$f = \frac{ql^2}{8T},$$

где  $q$  — вес 1 пог. м провода в кг;

$l$  — длина пролёта в м;

$T$  — усилие в проводе в кг.



Фиг. 165. Схема одного пролёта гибкой тяги

Разность между длиной провисшей тяги  $S$  и длиной пролёта  $l$  равна

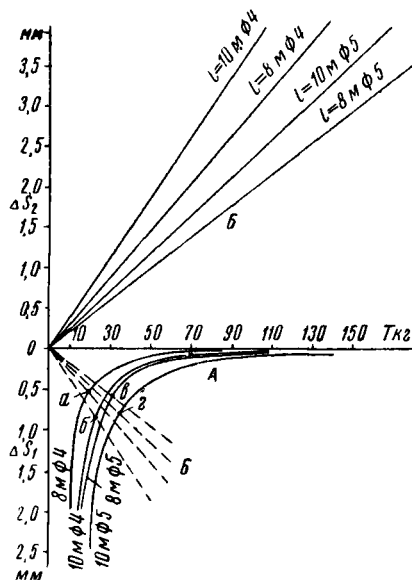
$$\Delta S_1 = \frac{q^2 l^3}{24T^2} \text{ (м)}.$$

### Упругое удлинение

$$\Delta S_2 = \frac{TS}{QE},$$

где  $Q$  — площадь сечения провода.

Графически оба вида удлинений показаны на фиг. 166. В верхней части показаны упругие удлинения для проводов диаметром 4 мм и 5 мм при пролётах длиной  $l = 8$  м и  $l = 10$  м. В нижней части показаны удлинения, зависящие от веса тяг, для тех же проводов. Пунктиром повторены упругие удлинения.



Фиг. 166. Кривые удлинений проводов

На основе кривых фиг. 166 можно сделать следующие выводы:

- с целью уменьшения потерь хода, связанных с провесами, необходимо давать гибким тягам постоянное натяжение не менее 50 кг;
- при натяжении тяг усилием 100 кг и выше изменения длины тяг, зависящие от веса, практического значения не имеют и решающее влияние оказывают упругие удлинения.

Сопротивление различного рода шкивов (фиг. 167), входящих в состав гибкой передачи, рассчитывается по эмпирической формуле

$$F = C + 7,4T \frac{1}{D} \sin \frac{\alpha}{2} \lambda \text{ (кг)},$$

где  $C$  — постоянное сопротивление ненагруженного шкива, равное по опытным измерениям в среднем 0,3 кг;

$T$  — натяжение тяги в кг;

$D$  — диаметр шкива в мм;

$\alpha$  — угол обхвата шкива тягой;

$\lambda$  — коэффициент, характеризующий тип шкива; при подшипниках трения  $\lambda = 1$ , при шариковых подшипниках  $\lambda = 0,2$ .

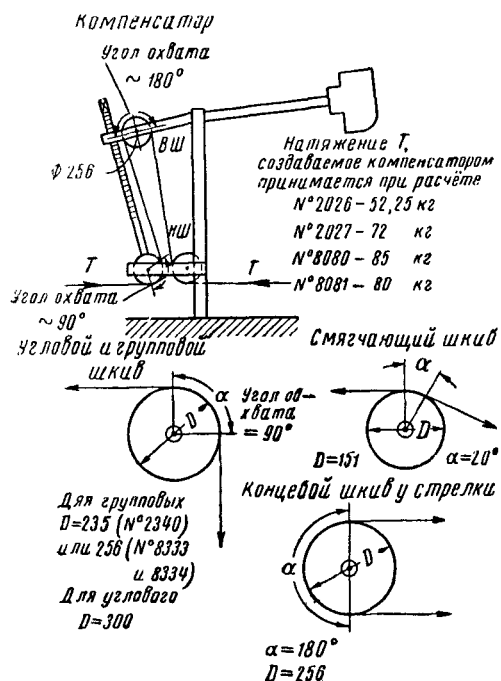
Сопротивление разных шкивов, показанных на фиг. 167, определённое по этой формуле, приведено в табл. 31.

В табл. 31 натяжение  $T = 52,25$  кг соответствует компенсатору 2026.

Таблица 31  
Соппротивление шкивов

Название шкива	D в мм	T в кг	$\alpha$	F (в кг) при	
				$\lambda = 1$	$\lambda = 0,2$
Групповой (ГШ) . .	245	52,25	190	1,46	0,532
То же . . . . .	256	52,25	90	1,365	0,513
Угловой (УШ) . . . .	300	52,25	90	1,209	0,482
Смягчающий (СП) . .	151	52,25	20	1,744	0,339
Концевой у стрелки (КП) . . . . .	256	52,25	180	1 806	0,601

Для компенсаторов 2027, 8081 и 8080, создающих натяжение в тросах  $T=72, 80$  и  $85$  кг, сопротивления увеличиваются в 1,38, 1,53



Фиг. 167. Схемы шкивов

и 1,62 раза. Эти сопротивления показаны на графике (фиг. 168). Пользуясь данными о сопротивлении шкивов, можно определять сопротивление отдельных приборов.

Сопротивление поддерживающих роликов принимают 0,2 кг на пару роликов. Приводы однокрылого и двухкрылого семафоров в среднем имеют сопротивление соответственно около 15 и 25 кг.

Сопротивление острья стрелки переводу

$$F_o = \frac{M_1 Q l}{2(l-a)} \text{ (кг)},$$

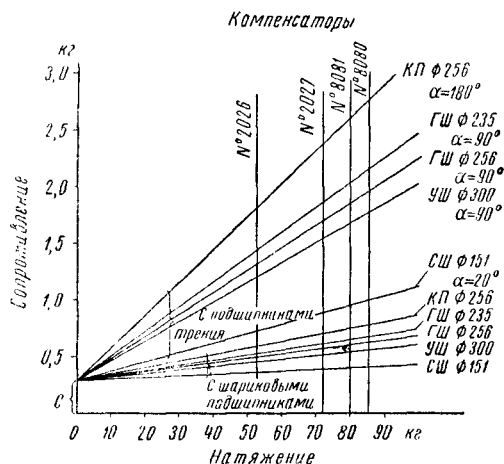
где  $Q$  — вес острья в кг;

$l$  — длина острья в м;

$a$  — расстояние от точки крепления переводной тяги к острю до его острья в м;

$M_1$  — коэффициент трения острья по подушкам.

Для стрелки типа II-a  $F_o = 36,7$  кг сопротивление шарнирного замыкателя в начале и конце перевода равно в среднем 15 кг, а в середине перевода 7—8 кг. Таким образом, в начале и конце перевода стрелки общее сопротивление стрелки типа II-a переводу составляет 51,7 кг, а в середине, когда двигаются оба острья, — 80,4 кг.



Фиг. 168. Сопротивления шкивов

Выравнивание натяжений в гибкой передаче после окончания перевода совершается за счёт живой силы движущихся частей передачи. Увеличение хода тяги вследствие живой силы определяется по формуле

$$S = \frac{M_m v^2 + M_{\Pi} \left( \frac{v}{b} \right)^2}{b \left( \frac{1}{2} F_m + F_c \right)} \text{ (м)},$$

где  $M_m$  — масса тяг;

$M_{\Pi}$  — масса привода с одним острюком (второй уже стоит);

$v$  — скорость перемещения в м;

$b$  — передаточное число от тяги к приводу;

$F_m$  — сопротивление тяги в кг;

$F_c$  — сопротивление привода с острюком в кг.

При расчёте гибкой передачи определяют:  
а) усилие в тросах, необходимое для перевода стрелки или сигнала и преодоления всех сопротивлений в передаче;

б) усилие на рычаге, необходимое для создания в тросах усилия по п. а, причём это усилие не должно превосходить 30 кг;

в) рабочий ход, переданный к приводу стрелки или семафора, причём этот ход не должен быть менее рабочего хода, определяемого конструкцией привода.

Перед определением потерь в передаче все сопротивления приводят к месту расположения привода. Например, компенсатор с сопротивлением 16 кг, расположенный в 10 м от рычага по отношению к приводу, расположенному на 400 м от рычага, при расчёте

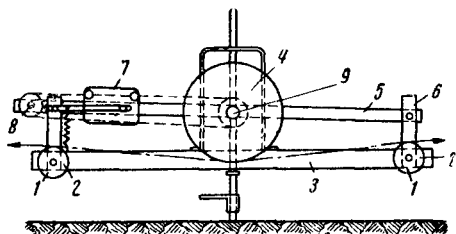
потерь хода приравнивается сопротивлению, отнесённому к приводу:

$$F_n = F \frac{10}{400} = 0,4 \text{ кг.}$$

Приведённые сопротивления всех элементов передачи вместе с сопротивлением привода представляют требуемое переводное усилие.

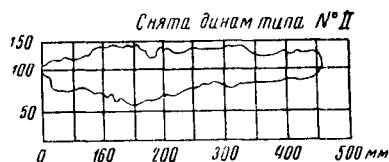
#### Динамометрирование гибкой передачи

Наибольшие и отдельные усилия в гибкой передаче при переводе определяют пружинными динамометрами различных конструкций, включаемыми в разрез тяг. Полный цикл работы гибкой передачи даёт динамометр системы М. И. Вахнина, включаемый в тяги без разреза их (фиг. 169). Действие динамо-



Фиг. 169. Динамометр системы М. И. Вахнина

метра Вахнина основано на измерении прогиба провода между двумя точками 1—1 в зависимости от натяжения тяг. Для исследования динамометр прикладывают к тяге двумя роликами 2, укрепленными в бруске 3, расположенном параллельно тяге. Отрезок тяги между роликами 2 серединой вкладывается в желоб шкива 4, который вместе с рычагом 5, качающимся на оси стойки 6, может подниматься или опускаться под действием гибкой тяги. Записывающий прибор состоит из рамки 7 с бумагой. Рамка прикреплена к бесконечному канатику, который делает около трёх оборотов на ступице 9 шкива 4 и закрепляется на ней. При движении тяги шкив 4 приводит в движение бесконечный канатик, перекинутый через ролик 8, и таким образом рамка с бумагой получает поступательное движение по отношению рычага 5. Перемещения рамки и тяги пропорциональны диаметрам ступицы 9 и шкива 4. Динамограмма, снятая динамометром Вахнина, представлена на Фиг. 170.

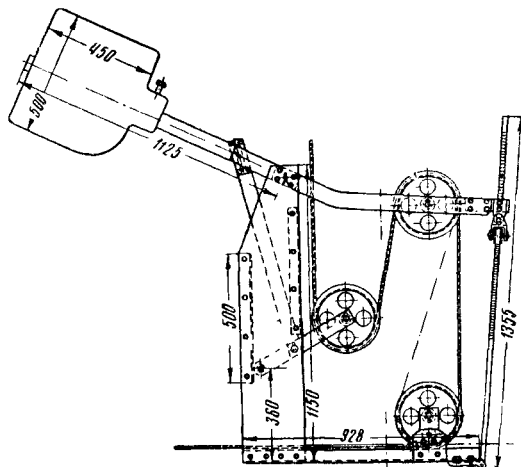


Фиг. 170. Динамограмма

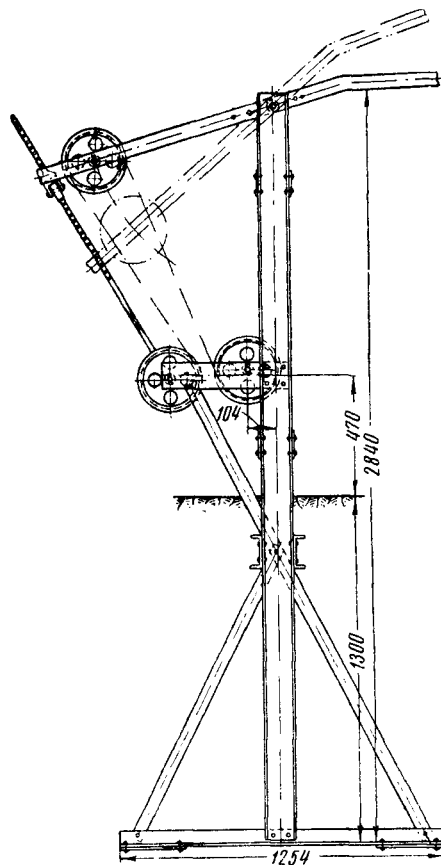
#### КОМПЕНСАТОР

Компенсатор состоит из станины с укрепленными на ней шкивами, двух рычагов с грузами и заклинивающего приспособления

с зубчатой рейкой (фиг. 171 и 172). Гибкие тросы огибают шкивы и получают постоянное натяжение под действием грузов, которые опу-



Фиг. 171. Постовой компенсатор 2026а



Фиг. 172. Напольный компенсатор 2027

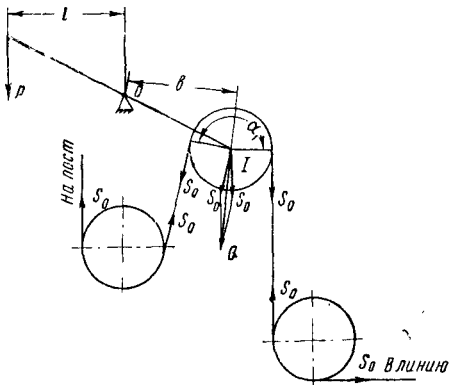
скаются и поднимаются при изменении длины тяг в зависимости от изменения температуры. Грузы могут передвигаться вдоль рычагов,

и таким образом натяжение в тросах может регулироваться. Нормально натяжение в тросах поддерживается равным 70—80 кг.

Наибольшая длина гибкой тяги, которую компенсатор может отдать при понижении температуры или выбрать при повышении температуры, называется компенсирующим ходом компенсатора.

Наибольшая длина гибкой тяги, которую компенсатор может вытянуть при обрыве гибкой передачи, называется обрывным ходом компенсатора.

Натяжение в гибкой передаче, создаваемое пстовым компенсатором (фиг. 173), опреде-



Фиг. 173. Схема пстового компенсатора при выключенном вспомогательном рычаге

ляется по формуле (при выключенном вспомогательном рычаге)

$$S_0 = \frac{Pl}{2b \sin \frac{\alpha_1}{2}},$$

где  $S_0$  — натяжение гибкой передачи в кг;  
 $\alpha_1$  — угол обхвата шкива I тросом;  
 $P$  — вес груза компенсатора в кг;  
 $l$  — расстояние груза  $P$  от оси вращения  $O$  в мм;  
 $b$  — расстояние шкива I от оси  $O$  в мм.

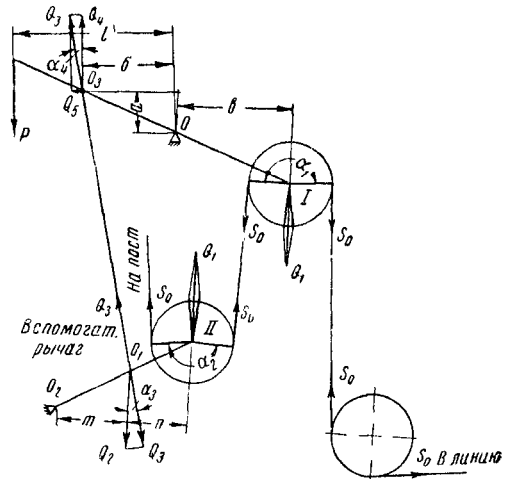
Натяжение в гибкой передаче, создаваемое пстовым компенсатором, определяется по этой же формуле.

Натяжение тяг гибкой передачи, создаваемое пстовым компенсатором при включенном вспомогательном рычаге, равно (фиг. 174)

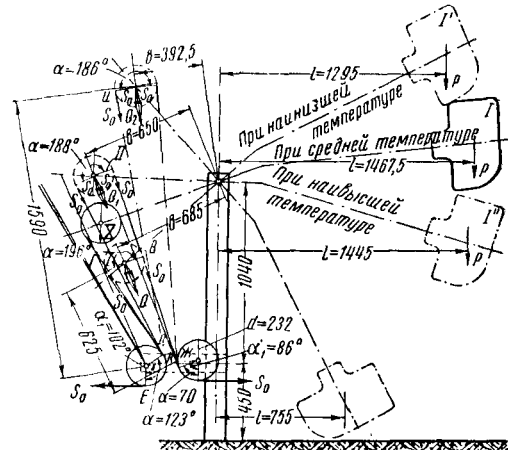
Натяжение в тросах при наинизшей температуре ( $l = 129,5$ ,  $b = 68,5$  и  $\alpha = 196^\circ$ )

$$S_0 = \frac{67 \cdot 129,5}{2 \cdot 68,5 \sin 98^\circ} = 64 \text{ (кг)}.$$

$P = 67$  кг — вес груза компенсатора 2027.



Фиг. 174. Схема пстового компенсатора при включенном вспомогательном рычаге



Фиг. 175. Кинематическая схема компенсатора 2027

$$S_0 = \frac{Pl}{2b \sin \frac{\alpha_1}{2} + 2 \frac{\sin \frac{\alpha_2}{2} (m+n)}{m} \cos \alpha_3 (b \cos \alpha_4 - a \sin \alpha_4)}.$$

Поверочный расчёт компенсаторов производится на основании вышеуказанных формул. В качестве примера даётся поверочный расчёт для сигнального компенсатора 2027 (фиг. 175).

Натяжение в тросах при наивысшей температуре ( $l = 144,5$ ,  $b = 65$  и  $\alpha = 188^\circ$ )

$$S_0 = \frac{67 \cdot 144,5}{2 \cdot 65 \sin 94^\circ} = 74 \text{ (кг)}.$$

Полный ход компенсатора по схеме (фиг. 175) равен

$$L = L_o - L_n = 3983 - 1994 = 1989 \text{ (мм)},$$

где  $L_o$  — длина петли троса на компенсаторе после обрыва тяги и

$L_n$  — длина петли троса при наинизшей температуре.

$$L_o = 172 + 1570 + 372 + 1565 + 204 = 3983 \text{ (мм)},$$





способления беспрепятственно скользят по рейке, зубья которой направлены вверх. Грузы останавливаются и повисают на оставшейся целой тяге после вытягивания свободной её части.

Регулировка компенсатора заключается в установке заклинивающего приспособления на зубчатой рейке в зависимости от температуры с таким расчётом, чтобы:

а) перемещение заклинивающего приспособления происходило в пределах зубчатой рейки при изменении длины гибких тяг от наименьшей до наибольшей температуры для данной местности;

б) при положении заклинивающего приспособления на рейке в месте, соответствующем наибольшей температуре данной местности, обеспечивался ход кулачков по рейке, соответствующей обрывному ходу компенсатора. Регулировка производится по таблицам, составленным для каждого типа компенсатора в зависимости от длины гибкой передачи и колебаний температуры.

Удлинение тяг от температуры

$$\Delta L_t = \alpha t L \text{ (м)},$$

где  $\alpha$  — коэффициент температурного удлинения;

$L$  — длина провода в м;

$t = t_1 - t_2$  — разность колебаний температуры.

Для провода из стали коэффициент  $\alpha = 0,000012$ . Для семафорной гибкой передачи длиной 1 500 м при разности температур в  $60^\circ$

$$\Delta L_t = 0,000012 \cdot 1\,500 \cdot 60 = 1,080 \text{ м} = 1\,080 \text{ мм.}$$

Такой компенсирующий ход может быть получен только для однокрылого семафора от постового компенсатора 2026. Между тем правильная работа гибкой передачи требует постоянной и непрерывно действующей компенсации, и поэтому особо важное значение имеет регулировка компенсатора. Компенсаторы можно регулировать не только по специальным заранее составленным таблицам, но и по графикам. Один из таких графиков для регулировки компенсатора 2027 показан на фиг. 177. По оси отложена длина

температур от 0 до  $100^\circ$ . В качестве примера на графике показана регулировка компенсатора для двухкрылого семафора при длине тяг 1 000 м. По графику определяется точка  $E = -30^\circ$ , указывающая, что компенсатор требует регулировки в пределах изменения каждых  $30^\circ$ . На фиг. 177 показано определение места установки заклинивающего приспособления для температуры  $-10^\circ$ . Для этой цели отрезок от точки  $E$  до оси абсцисс делится на равные части от 0 до  $-30^\circ$ , и от точки  $-10^\circ$  проводится линия до точки  $A$  — пересечения с прямой 1 000 м. Точке  $A$  соответствует длина рейки 154 мм, против чего и должно быть установлено заклинивающее приспособление при  $t = -10^\circ$ .

## СТРЕЛОЧНЫЕ РЫЧАГИ

### Стрелочный рычаг 1724

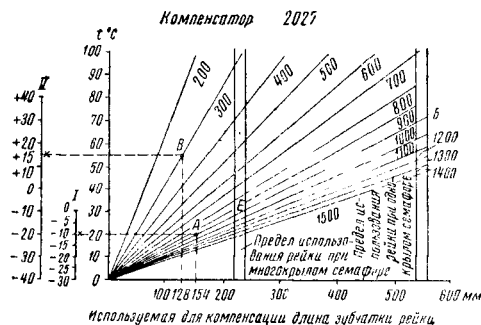
Стрелочный взрезной рычаг (фиг. 178) при переводе его из одного крайнего положения в другое должен сообщать перемещение гибкой передаче, достаточное для перевода стрелочных остячков из одного крайнего положения в другое с обеспечением необходимого замыкания остячков в крайнем положении. Одновременно посредством стрелочного рычага, работающего совместно со всей стрелочной передачей, осуществляется контроль положения остячков, взреза стрелки и обрыва проводов гибкой передачи.

Стрелочный рычаг 1724 состоит из собственно рычага, составленного из двух полос 4, заканчивающихся общей рукояткой 6 и вращающихся на оси 14. Между полосами 4 на оси 14 установлены два шкива, соединённые между собой пружиной 13. С собственно рычагом шкивы 1 и 2 имеют пружинное (взрезное) соединение посредством взрезных рычажков 31, прижимаемых к упорным плоскостям кольцеобразных приливов на шкивах взрезными пружинами 55. В крайних положениях стрелочный рычаг неподвижно закрепляется защёлками 10, концы которых входят в вырезы на станине рычага под действием пружин 27. При нажатии на защёлочную ручку 7 защёлки выходят из вырезов на станине и освобождают рычаг для перевода. Выход защёлок из вырезов станины возможен только при одновременном движении выталкивающих кулачков 23 и 25 в сторону круговой поверхности шкивов. Замыкание рычага осуществляется замыкающими стержнями, опускающимися сверху аппарата вниз и заходящими в вырезы на шкивах против выталкивающих кулачков; последние в этом случае не могут двигаться к поверхности шкивов, не допуская одновременно выходить и защёлкам 10 из вырезов на станине.

Два стальных троса, которыми оканчивается гибкая передача, прикрепляются первый к одному шкиву рычага и второй к другому шкиву таким образом, что соединяющая шкивы пружина 13 несколько растягивается.

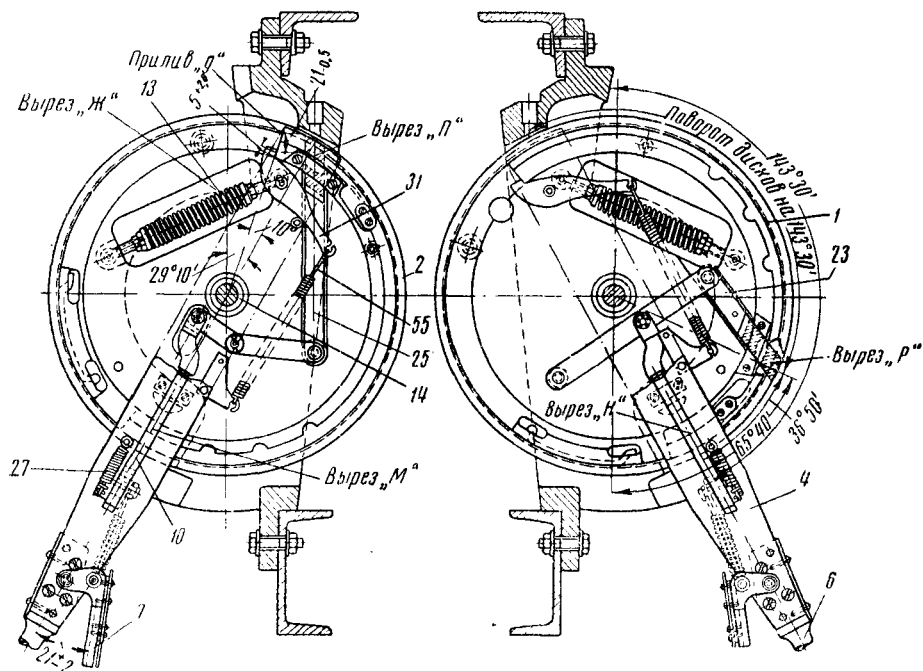
Стрелочный взрезной рычаг должен обеспечивать рабочий ход рычага (угол поворота)  $143^\circ \pm 30^\circ$ .

Взрез стрелки вызывает перемещение привода и связанных с ним гибких тяг (см. привод-замыкатель). В результате увеличенное



Фиг. 177. График для регулировки компенсатора

зубчатой части рейки. Пучок прямых соответствует потребным длинам зубчатой рейки при длине провода от 200 до 1 500 м и разности

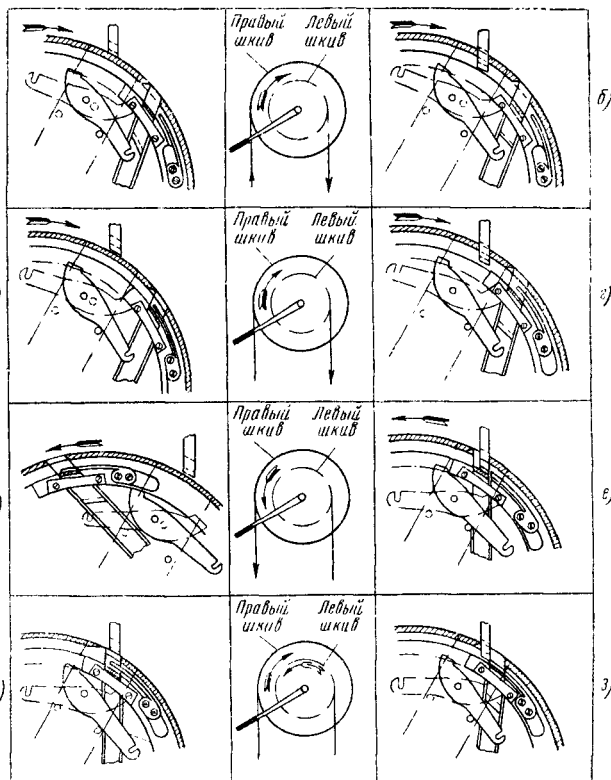


Фиг. 178. Стрелочный взрезной рычаг 1724

усилие в одной из гибких тяг вызывает взрез стрелочного рычага. При взрезе стрелочного рычага (фиг. 179, а), не запертого в маршруте и находящегося в нормальном положении, шкивы поворачиваются отдельно от рычага 6, причём нажатием на рукоятку 7 нельзя отомкнуть рычаг, так как выталкивающий кулачок упирается в ребро шкива. Замкнуть рычаг в маршруте также нельзя, так как замыкающий стержень упирается в тело шкива. Взрез рычага устраняется специальным взрезным ключом, хранящимся в запломбированном виде на централизованном посту, после предварительного осмотра стрелки и устранения причин взреза. Нормально шкивы опломбировывают совместно с рычагом таким образом, что смещение шкивов вызывает разрыв пломбировочного шнура. При взрезе на рычаге появляется знак взреза.

При взрезе стрелки, запертой в маршруте (фиг. 179, б), поворот шкивов стрелочного рычага происходит аналогично, но опущенный замыкающий стержень скосом ребра задевается ещё ниже, что вызывает поворот оси в ящике зависимости, включающей контакты взрезного звонка.

При обрыве левой тяги, связанной с правым шкивом (фиг. 179, в), шкивы повернутся против часовой стрелки. Замкнуть в маршруте рычаг нельзя. При обрыве этой же тяги, но у запертого в маршруте рычага, стержень задевается скосом ребра и звонит взрез-



Фиг. 179. Работа стрелочного рычага при взрезе и обрыве

ной звонок (фиг. 179, г). Обрыв правой тяги показан на фиг. 179, д и е. Явления аналогичны предыдущему.

Обрыв обеих гибких тяг вызывает смещение шкивов под действием пружины 13. Замкнуть рычаг или перевести его до устранения обрыва нельзя (фиг. 179, ж). Если рычаг заперт в маршруте, то одновременный обрыв двух тяг (фиг. 179, з) вызывает такое же смещение шкивов, но одновременно скосом реборды затягивается вниз замыкающий стержень, который в ящике зависимости поворачивает ось и включает взрезной звонок.

#### Стрелочный рычаг 9224

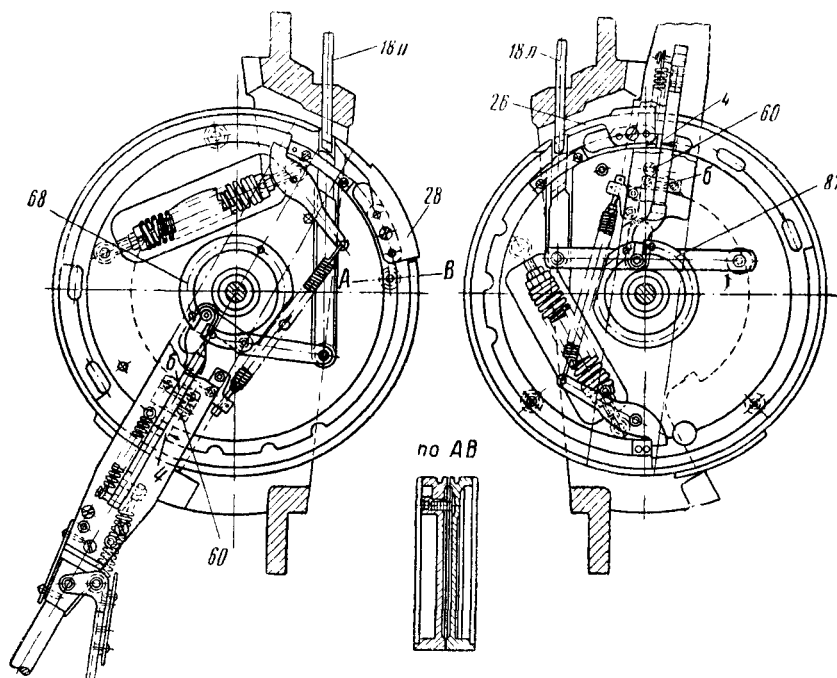
В настоящее время принят к изготовлению стрелочный взрезной рычаг 9224, предложенный инж. Евдокимовым (фиг. 180). Этот

вов по отношению друг к другу, если во время перевода значительно изменится разность натяжений в тягах.

#### СИГНАЛЬНЫЙ РЫЧАГ

Сигнальные рычаги по конструкции изготовляются двух типов: простые одиночные 1630 для управления однокрыльми семафорами и сложные двойные 1641 для управления двухкрыльми и многокрыльми семафорами.

Главные составные части обоих типов рычагов одинаковы (фиг. 181 и 182). Каждый из рычагов состоит из литой чугунной станины 1, шкива 2, рычага, собранного из двух полос



Фиг. 180. Стрелочный взрезной рычаг 9224

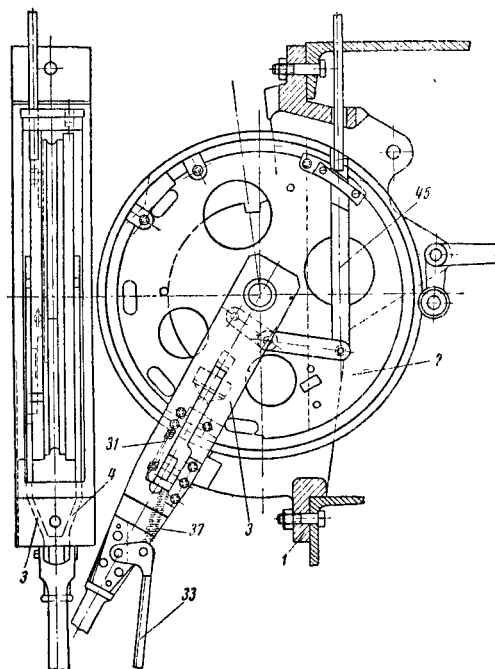
рычаг обеспечивает контроль взреза любой из гибких тяг и более чувствителен к изменению натяжения в тягах. Рычаг 9224 допускает замыкающие стержни опустить вниз и таким образом контролировать взрез стрелок, не запертых в маршрутах.

На стрелочном рычаге 9224 дополнительно установлены дуга 87 и штифты 60 по одному для каждого шкива. В защёлках сделаны дополнительные вырезы 6, в которые входят штифты 60 при нажатой ручке рычага, если произойдет смещение шкивов из-за обрыва тяги. Носики язычков 26 и 28 сделаны удлиненными и поднятыми на уровень прореза опущенных замыкающих стержней ящика зависимости. Возвышающиеся части язычков в виде гребней ограничивают поворот шкивов рычага при сматывании троса при обрыве гибкой тяги. Эти гребни упираются в замыкающие стержни 18л и 18п. Между защёлками и соответствующими им ребордами оставлен зазор 4 мм, допускающий перемещение шки-

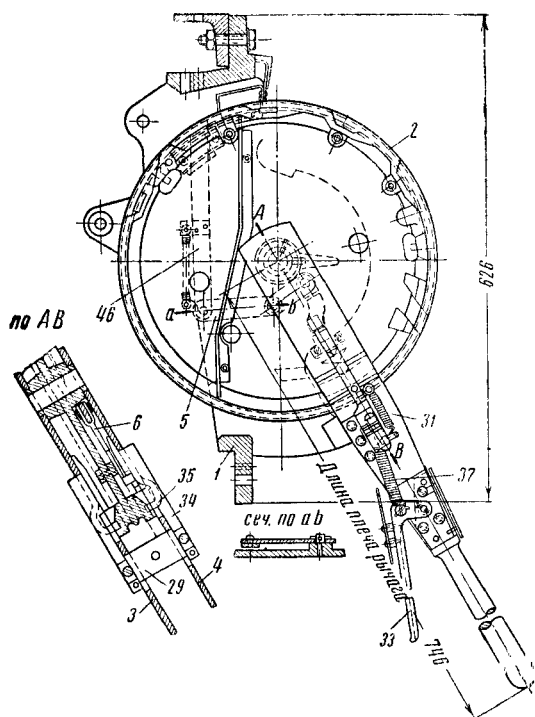
3 и 4, и ручки с прижимной рукояткой 33. Рычаг запирается в станине 1 защёлками 34 и 36 с пружинами 31, причём защёлки связаны вкладышем 29, соединённым с рукояткой 33 пружиной 37. Для связи с замыкающими стержнями в рычагах имеется выталкивающая система рычагов 46, 5 и 6.

Шкив одиночного сигнального рычага 1630 соединён наглухо с полосами 3 и 4. Шкив двойного сигнального рычага 1641 в нормальном положении не связан с полосами 3 и 4 и может вращаться, что необходимо в том случае, когда переводится спаренный с ним второй рычаг. Глухое соединение шкива с рычагом происходит при нажатии рукоятки 33. Включение двойных сигнальных рычагов 1641 производится согласно фиг. 183 путём спаривания их гибкой передачей через отводящий натяжной шкив (фиг. 184).

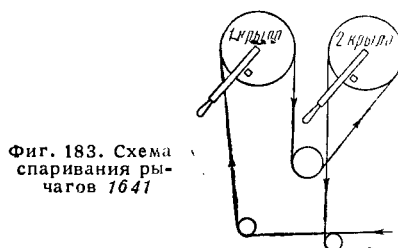
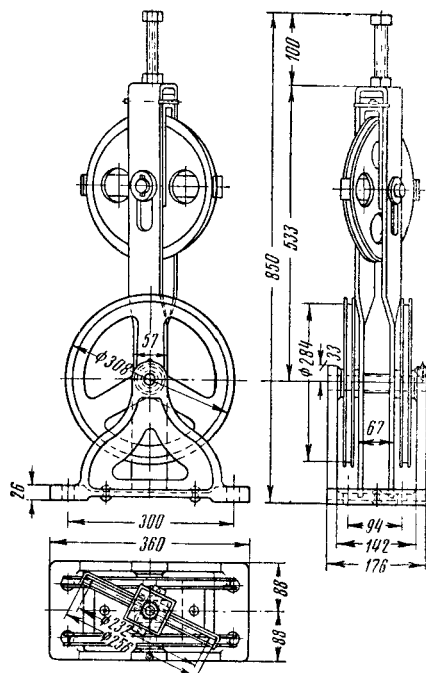
Нормы регулировки сигнальных рычагов (фиг. 185). Запорный стержень при нажатой прижимной рукоятке должен



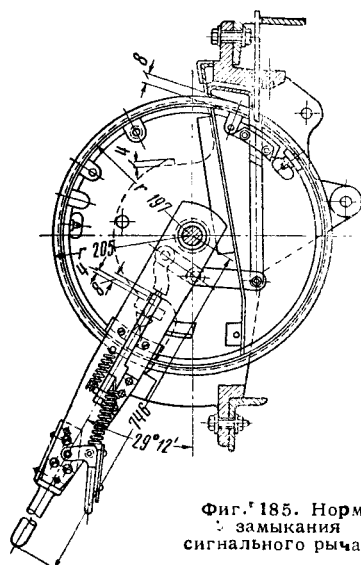
Фиг. 181. Сигнальный рычаг 1630



Фиг. 182. Двойной сигнальный рычаг 1641

Фиг. 183. Схема  
спаривания рычагов 1641

Фиг. 184. Натяжной шкив 2338

Фиг. 185. Нормы  
замыкания  
сигнального рычага











На фиг. 193—196 показан пример оборудования станции механической централизацией с одним постом и ящиком 1008. Станция расположена на однопутной линии, где для усиления пропускной способности на перегонах сделаны двухпутные вставки. С одной стороны к станции примыкает двухпутный перегон, а с другой—однопутный (фиг. 193—194). Рычажная станина на 22 места с ящиком зависимости 1008. Блок-аппарат (фиг. 195) предназначен для двухпутного движения в сторону А и однопутного движения с возможностью подачи «встречного согласия»

в сторону Б. В ящике зависимости (фиг. 196) на 25 линеек выполняется зависимость между стрелками и сигналами (фиг. 194) и связь с перегонной путевой полуавтоматической блокировкой. Стрелочные рычаги посредством поводков 7а замыкаются стержнями 18п и 18л. Сигнальные рычаги замыкаются стержнями 16л и 17л, связанными поводками 8 с правыми осями. Связь блоков ПО и ПП с переменными замыкателями 1631 и 1652 выполнена стержнями 16б.

На взрезных линейках 6, 7 и 8, связанных со стрелочными осями замычками 19ф, уста-

Таблица 34

Замычки для ящика зависимости исполнительного типа

№ замычек	Схемы замычек	Назначение
19г		Ведущая. Переводит линейку при повороте оси или ось при переводе линейки. Устанавливается на осях маршрутных и сигнальных рукояток и для вспомогательных целей
19е		Ведущая ось при переводе линейки влево
19ф		Ведущая линейку только в сторону перевода
19е/ф		Ограничивающая поворот оси
14		Замыкаемая. Запирает линейку после поворота оси или замыкает ось в нормальном положении после передвижения линейки
16а		Замыкаемая. Нормально запирает ось от поворота
17р		Ведущая и замыкаемая. Переводит линейку при повороте оси или замыкает ось в нормальном положении при передвижении линейки

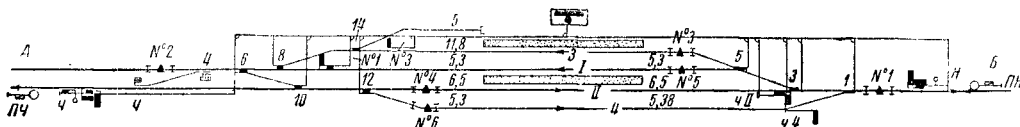


Продолжение табл. 35

№ стержней	Схемы стержней	Назначение
16г и 16е		Сигнальные комбинированные стержни для замыкания рычагов и рычажных замычек непосредственно блок-механизмом
18п и 18л		Стрелочные стержни. Посредством замычки 7а связаны со стрелочными осями в ящике зависимости и замыкают стрелку 18п на плюс, а 18л— на минус
7		Вспомогательная. Для связи осей с ригельными стержнями электрических замычек, устанавливаемых на ящике зависимости
7а		Вспомогательная. Для связи осей с замыкающими стержнями стрелочного рычага
1а		Промежуточная. Устанавливается на осях под блок-механизмами и препятствует за блокированию до поворота оси. При за блокировании блока запирает по вернутую ось
2а		То же, запирает ось в нормальном положении и препятствует за блокированию блока при по вернутой оси
1/2а		То же, запирает ось в нормальном и по вернутом положении
8		Вспомогательная. Для связи осей с замыкающими стержнями сигнальных рычагов
14б		Вспомогательная. Для связи осей с контактами 1312

новлены замычки 541, запирающие маршрутные рукоятки при взрезе стрелок. Замыкание сигнальных осей в нормальном положении производится замычками 16-1 и 16-11, работающими аналогично замычке 16а, при-

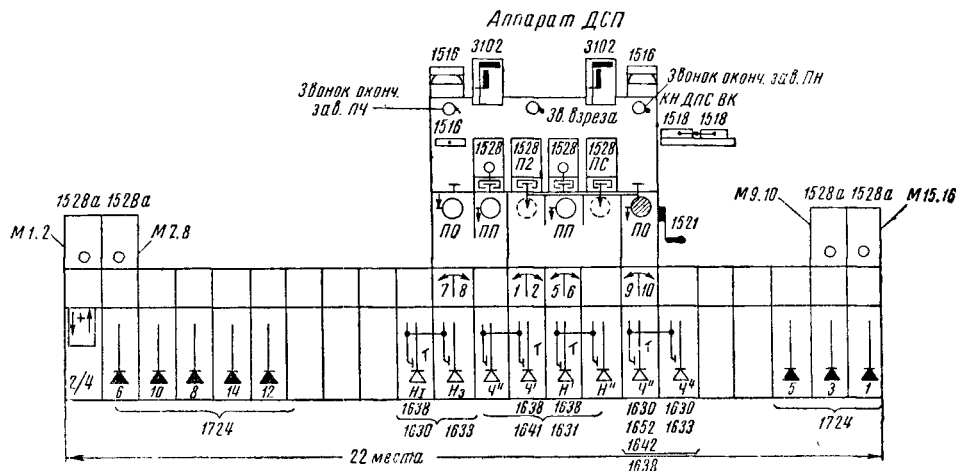
Станция расположена на двухпутном участке. Для каждого маршрута в аппарате имеется отдельная рукоятка на два положения. При повороте рукоятки влево она автоматически запирается педальной замычкой.



Фиг. 193. Схема станции

Направление	Наименование маршрутов	По сигналу	Маршруты														Помещение ДСП									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
А	На 2 пути	114	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	" 4 "	114	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	" 3 пути	112	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	" 1 "	112	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Во 2 пути	112	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Б	" 4 "	112	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	" 3 пути	112	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	" 1 "	112	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	На 3 пути	112	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	" 1 "	112	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Фиг. 194. Таблица замыкания для станции по фиг. 193



Фиг. 195. Эскиз постового централизованного аппарата для станции по фиг. 193

меняемой в ящиках зависимости 1323. Взаимозамыкание маршрутов осуществляется замычками 30 и 31.

Сквозные маршруты состояются из маршрутов приёма и отправления, соответствующих одному и тому же главному пути, и выполнены посредством замычек 32л и 32п.

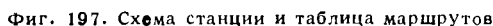
Применение ящиков зависимости 1008 ограничено

Обычно распорядительно-исполнительные аппараты применяются с ящиком зависимости 1323. Пример такого оборудования показан на фиг. 197—198.

Педальных замычек установлено на ящике зависимости четыре по количеству групп маршрутов. Отмыкается маршрут при проходе по рельсовой педали с изолированным рельсом.

Для стрелок, удалённых от аппарата свыше 600 м, предусмотрено два рычага, например (фиг. 198) рычаги 2 и 2к, из которых рычаг 2 управляет приводом-замыкателем стрелки 2, а рычаг 2к — контрольным приводным замком (шкивом-замыкателем), установленным на стрелке 2 в дополнение к приводу-замыкателю.

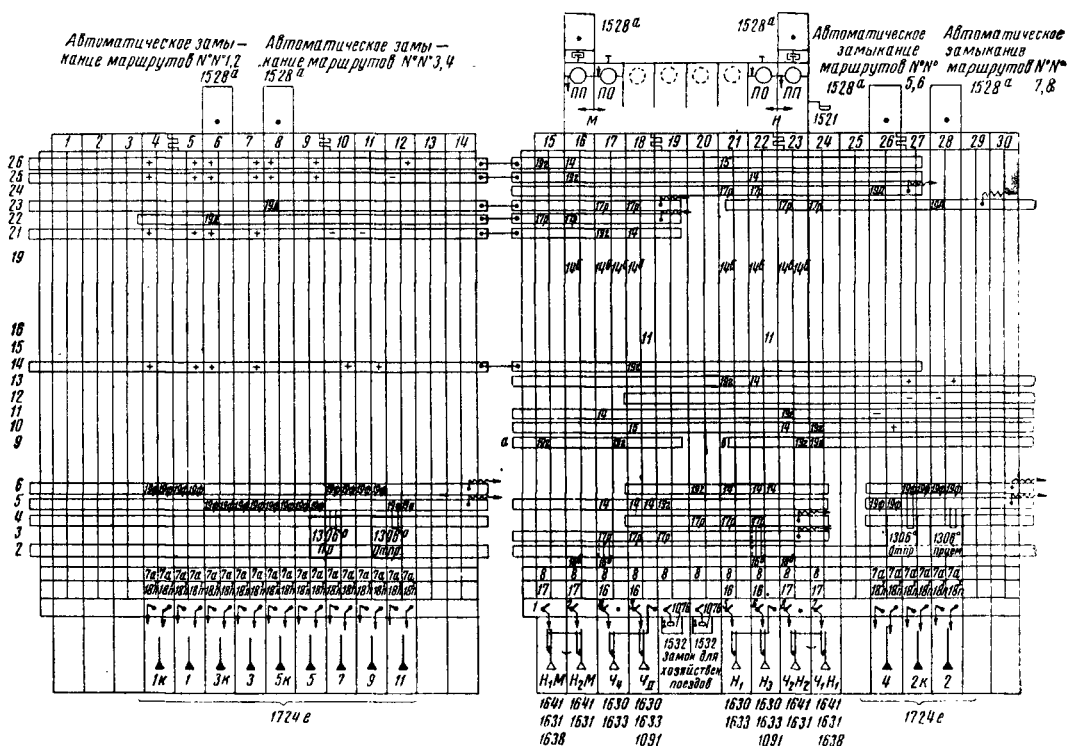
Сигнальные рычаги 1641 заперты замыкающими стержнями 17, которые поводками 8 также связаны с соответствующими осями



и рукоятками. Взаимозамыкание между враждебными маршрутами выполнено посредством замычек 14. Взаимная зависимость между маршрутами приёма и отправления при сквоз-

ном пропуске выполнена посредством замочки 15. Замки для хозяйственных поездов связаны с блоками ПО посредством зависимости 1076.

В ящике установлены четыре взрезные линейки с взрезными контактами 1306 соответственно четырём группам враждебных маршрутов.



Фиг. 198. Эскиз аппарата для станции по фиг. 197

## СТАНЦИОННАЯ БЛОКИРОВКА

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Станционной блокировкой называется совокупность устройств сигнализации, централизации и блокировки, посредством которых стрелки и сигналы всей станции, управляемые из двух или более постов, приводятся во взаимную связь, обеспечивающую безопасное движение поездов как при приёме, отправлениях и пропуске, так и при манёврах.

Приготовление маршрута для движения поезда складывается из двух отдельных операций: а) приготовления собственно маршрута и б) открытия сигнала. Разделка маршрута также складывается из двух операций: а) закрытия сигнала и б) отмыкания стрелок маршрута. Станционная блокировка, при которой разрешение на открытие сигнала может последовать только после состоявшегося замыкания маршрута и получения об этом извещения или контроля, называется полной станционной блокировкой. Существенным признаком полной станционной блокировки является также то, что при закрытии сигнала маршрут, т. е. стрелки, остаются замкнутыми, и для отмыкания их требуется особая операция. Полная станционная блокировка характери-

зуется наличием отдельных приборов для задания и замыкания маршрутов, для замыкания сигналов и разрешения на их открытие. Станционная блокировка, при которой разрешение на открытие сигнала даётся независимо от готовности маршрута, называется неполной. Неполная станционная блокировка характеризуется тем, что при ней обычно в момент закрытия сигнала отмыкаются также стрелки маршрута и во всяком случае никакого дополнительного разрешения на отмыкание стрелок не требуется. Существуют два вида неполной станционной блокировки: станционная блокировка маршрутов и станционная блокировка сигналов. При станционной блокировке маршрутов замыкание маршрута и открытие сигнала может быть произведено только после получения разрешения, которое даётся на обе эти операции одним действием. При станционной блокировке сигналов стрелки маршрута замыкаются независимо от получения разрешения, которое требуется только для операции по открытию сигнала. Устройства станционной блокировки устанавливают такую зависимость между стрелками и сигналами всей станции, при которой открытие сигналов разрешается толь-

ное количество мест от 4 до 22. По ширине ящик зависимости изготовляют двух размеров: 505 мм на 36 линеек (1007) и 574 мм

[illegible]

Длина станины при снятых боковых стенках  $L=100 \text{ п}+200 \text{ мм}$   
где п-количество мест. Полная длина отдельной станины  
с боковыми стенками  $L=100 \text{ п}+203 \text{ мм}$

Фиг. 199. Общий вид конструкции  
и основные размеры распорядительного  
централизованного аппарата

Technical drawing of a mechanical device, likely a pump or engine component, showing various dimensions and a label "Ось рычажной станины" (Pivot of the lever frame). The drawing includes a side view with dimensions: 108, 409, 485, 495, 120, 127, 510, 580, 131, 99, 304, 170, 278, 111, 115, 175, 286, 820, 233, 746, 50, 2249. A dashed line indicates a pivot point.

Фиг. 200. Общий вид конструкции  
и основные размеры исполнительного  
централизованного аппарата

на 43 линейки (1007а). Оси в ящике за-  
висимости плоские.

Взаимозамыкание в ящике зависимости распорядительного аппарата осуществляется замычками, показанными в табл. 36. Для коммутации проводов электрической схемы станционной блокировки применяют переключатели.

Распорядительный аппарат (фиг. 199) устанавливают в помещении дежурного по станции. Он состоит: а) из станины, внутрь которой заведены кабели и в верхней части которой находится ящик зависимости с линейками (маршрутными и сигнальными осями), рукоятками, выходящими на переднюю сторону, и б) из блок-аппарата, установленного на ящике зависимости. Рукоятки могут иметь три положения: нормальное (вертикальное) и два переведённых влево и вправо. Ящики зависимости изготовляют по длине станины, которая равна  $100n + 203$  мм, где  $n$  — чёт-



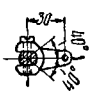
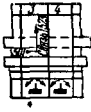
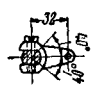
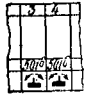
Таблица 36

## Замычки для ящика зависимости распорядительного блок-аппарата 1007

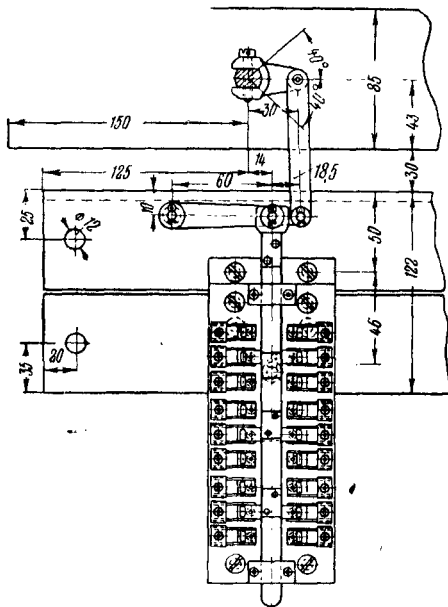
№ замычек	Общий вид	Условное обозначение на схемах	Назначение
30			Ведущая двусторонняя. Ведёт линейку в сторону поворота оси рукояткой
30-I			Ведущая левая. Ведёт линейку только при повороте влево оси рукояткой
30-II			Ведущая правая. Ведёт линейку только при повороте оси рукояткой вправо
30-a	Вид замычки такой же, как замычки 30, только наклейки раздвинуты и крепятся на неподвижной линейке		Ограничивающая поворот оси в обе стороны: под № 30a-I только влево, под № 30a-II только вправо. Наклейки крепятся на неподвижной линейке. Устанавливается на осях, не имеющих замычки 30
577			Ведущая левая и замыкаемая. Ведёт линейку только в левую сторону независимо от направления поворота оси. Замыкает ось от поворота из нормального положения передвинутый линейкой. Линейка дополняется второй, подвешенной ниже осей. Замычка устанавливается для перевода групповых, переводимых несколькими рукоятками линеек
577-I			То же. Ведёт линейку влево только при повороте оси влево
577-II			То же. Ведёт линейку влево только при повороте оси вправо
555-I			Промежуточная. Под номером 555 устанавливается на оси маршрутной рукоятки и препятствует за блокированию маршрутного блока до поворота оси. При за блокировании блока запирает повернутую влево или вправо рукоятку. Под номером 555-I имеет отверстие для ригельного стержня блока и запирает рукоятку как переведённую, так и в нормальном положении при за блокировании блок-механизма. Устанавливается на осях сигнальных рукояток под сигнальным блоком
46-I			Промежуточная. Устанавливается на оси маршрутной рукоятки, поворачиваемой только в одну левую сторону. Препятствует за блокированию маршрутного блока до поворота рукоятки влево и запирает рукоятку после поворота
46-II			Промежуточная. Устанавливается для устранения поворота оси влево при за блокированном блоке и устраняет за блокирование блока при повернутой влево рукоятке



Продолжение табл. 36

№ замычек	Общий вид	Условное обозначение на схемах	Назначение
46-1-11			Промежуточная. Устанавливается для замыкания рукоятки блок-механизмом как нормально стоящей, так и повернутой
501			Вспомогательная. Для связи осей с ригельными стержнями электрических замычек, устанавливаемых на ящике зависимости
501-6			Вспомогательная. Для связи осей с контактом 1005

тели 1005 (фиг. 201), связываемые с рукоятками посредством осей и поводков 501-6. Для маршрутов сквозного пропуска через станцию применяют специальные замычки 32л



Фиг. 201. Переключатель 1005 распорядительного аппарата

и 32п (фиг. 202). Замычки позволяют маршруты сквозного пропуска составлять из маршрутов приёма и отправления одного направления по одному и тому же пути. Замычками устанавливается такая зависимость, при которой: а) первоначальный поворот маршрутной рукоятки приёма не запирает маршрутную рукоятку отправления, б) первоначальный поворот маршрутной рукоятки отправления запирает маршрутную рукоятку приёма. Кроме этого, замычки дают возможность про-

изводить секционную разделку маршрута. По проходе поездом стрелок приёмной части сквозного маршрута имеется возможность полностью разделить маршрут приёма и поставить рукоятку приёма в нормальное положение, причём рукоятка отправления будет оставаться запёртой до выхода поезда со станции на перегон; приём поезда на этот же путь невозможен до разделки маршрута отправления и постановки маршрутной рукоятки отправления в нормальное положение.

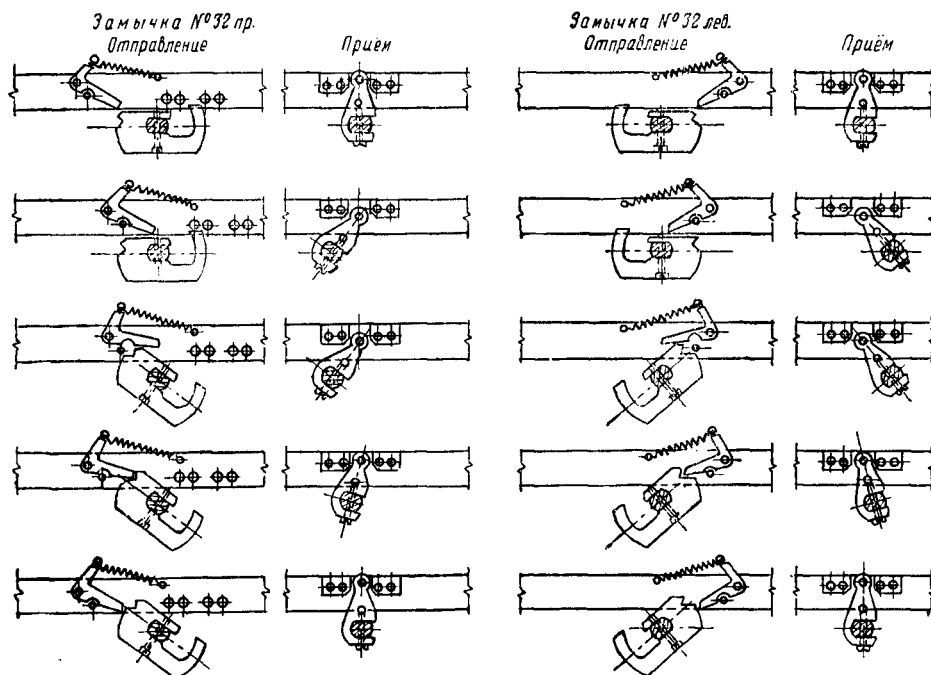
Замычки 32л и 32п устанавливают в месте пересечения оси маршрута отправления и линейки маршрута приёма, из которых составляется сквозной маршрут. При этом соблюдается правило: если обе рукоятки приёма и отправления склоняются влево, — ставится замычка 32л; если обе рукоятки склоняются вправо, — ставится замычка 32п.

В распорядительно-исполнительных аппаратах с ящиком зависимости 1323 (или 8063) между маршрутами приёма и отправления, входящими в состав маршрута сквозного пропуска, зависимость устраивается посредством замычки 15-а (фиг. 203). Если первоначально переведена рукоятка маршрута отправления, маршрутную рукоятку приёма перевести нельзя (фиг. 203, 1). Если первоначально перевести рукоятку приёма (фиг. 203, 11), то вслед за этим можно перевести и рукоятку отправления (фиг. 203, 111). После прохода поездом приёмной части сквозного маршрута рукоятка приёма может быть поставлена в нормальное положение, причём уже при 20° она запирается для обратного поворота в переведённое положение, пока рукоятка отправления не будет поставлена в нормальное положение после выхода поезда на перегон.

Примерная схема ящика зависимости распорядительного аппарата 1007 показана на фиг. 204. На схеме внизу показаны 8 маршрутных и 4 сигнальных рукоятки, каждая из которых поводком 501-6 связана с контактным переключателем 1005 на три тройника контактов. Линейки 4 и 10 используются для осуществления сквозных маршру-

тов. Линейка 6 использована для осуществления зависимости между маршрутами 12, 13, 14. Линейки 11 и 12 служат для связи сигналь-

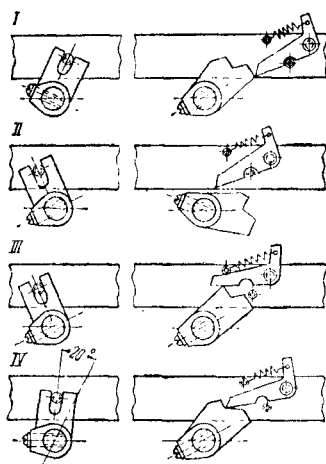
подвижна и на ней установлены замочки 30 в качестве ограничителей хода осей. Замочки 555-1 для связи ящика зависимости



Фиг. 202. Работа замочек 32 пр. и 32 лев.

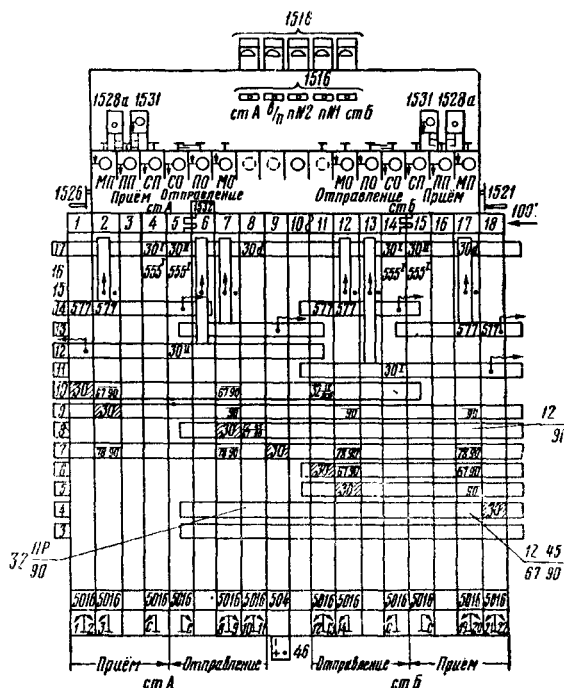
ных рукояток отправления *СО* с путевыми блоками *ПО*; на линейках установлены замочки 30-1 и угольники, полочки которых уходят из-под ригельных стержней блоков *ПО* только при переведённой сигнальной рукоятке.

Линейки 12, 13 использованы для связи маршрутных рукояток с маршрутными



Фиг. 203. Работа замочки 15-а

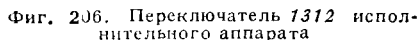
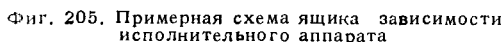
блоками; для этого на линейке установлены замочки 577 и угольники, полочки которых находятся нормально под ригельными стержнями маршрутных блоков. Линейка 17 не-



Фиг. 204. Примерная схема ящика зависимости распорядительного аппарата

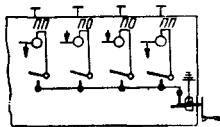
с сигнальными блоками *СО* и *СП* установлены на сигнальных осях под блок-механизмами на месте осей 15 и 16.

Примерная схема ящика зависимости исполнительного аппарата показана на фиг. 205. На



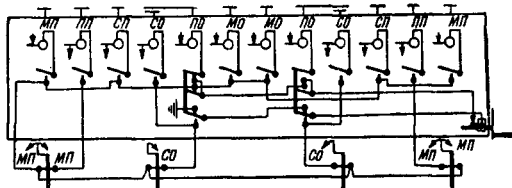
В устройствах станционной блокировки индуктор включается в цепи либо только шёткой, либо и шёткой и корпусом. Необходимо следить, чтобы питающая цепь индуктора не могла послужить соединительным звеном между отдельными цепями одного перегона или цепями соседних перегонов, путевая блокировка которых связана со станционной. При использовании в блокировочных цепях только шётки индуктора цепи принципиально получают вид, показанный на фиг. 207, где корпус имеет постоянное присоединение к шине аппарата (условно показано землей). При использовании для блоки-

ровочных цепей одновременно щётки и корпуса, когда индуктор включается в разрез блокировочной цепи, включение индуктора необходимо осуществлять с соблюдением условий, выраженных на схеме (фиг. 208). Включение индуктора показано для распорядительного аппарата станций с прилегающими



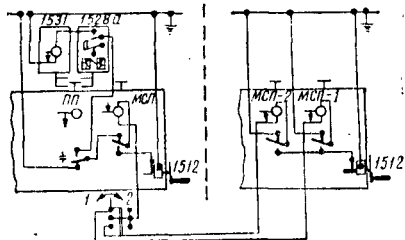
Фиг. 207. Схема включения щётки индуктора

двухпутными перегонами, оборудованными односторонней полуавтоматической блокировкой. Цепь питания от щётки переменного тока первоначально заведена на контакты блоков ПО, заблокирование которых обеспечивается, таким образом, преимущественно перед остальными блоками. Затем цепь питания проведена к контактам остальных блоков. Питание для заблокирования блоков ПП подаётся через контакты нормального положения маршрутных рукояток приёма. Цепь питания блоков СО состоит из двух частей: при нормальном положении сигнальной рукоятки, когда блок СО блокируется отдельно от



Фиг. 208. Схема включения корпуса индуктора через контакты блоков ПО

блока ПО, питание подаётся от щётки индуктора; при переведённом положении сигнальной рукоятки питание подаётся от корпуса, цепь от которого для этой цели проведена через контакты блоков ПО. При одновременном нажатии блоков ПО и СО щётка индуктора включается в блок ПО, а корпус индуктора — в блок СО.

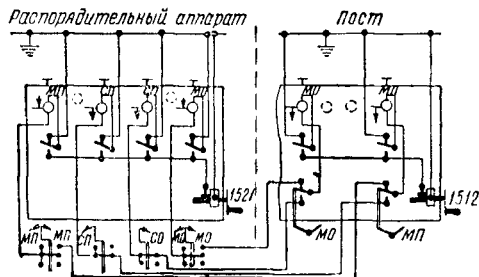


Фиг. 209. Схема включения маршрутно-сигнальных блоков при неполной станционной блокировке

Включение маршрутно-сигнальных блоков при неполной станционной блокировке (фиг. 209) выполняется с применением замычки 1531 в распорядительном аппарате. Задание и разделка каждого из маршрутов производится по отдельному проводу. При разделке маршрута отблокирование замычки 1531 происходит при

отблокированном блоке ПП и отомкнутой педальной замычке 1528а.

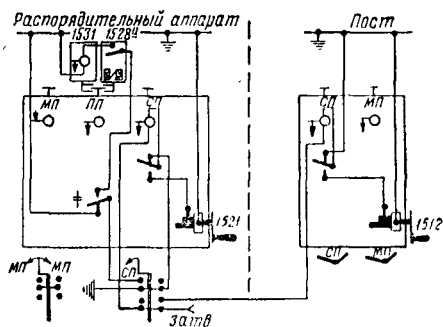
Включение маршрутных блоков при полной станционной блокировке (фиг. 210) отличается от схемы, данной на фиг. 209, тем, что при разделке маршрута цепь блокирования не связывается с цепью отмыкания замычки 1531, которая включается в цепь сигнальных блоков. Для задания маршрута дежурный по станции переводит соответствующую маршрутную рукоятку и блокирует маршрутный блок (МП или МО), в результате чего на исполнительном посту отблокируется соответствующий маршрутный блок. После приготовления маршрута сигнарист запирает его поворотом маршрутной рукоятки, причём одновременно переключается контакт, свя-



Фиг. 210. Схема включения маршрутных блоков при полной станционной блокировке

занный с рукояткой, и блокирует маршрутный блок; в результате этого в распорядительном аппарате отблокируется сигнальный блок, указывая дежурному по станции об изготовлении постом заданного ему маршрута. Разделка маршрута производится в обратной последовательности.

Включение сигнального блока приёма СП при полной станционной блокировке (фиг. 211)

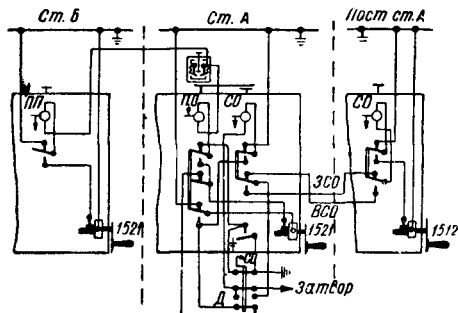


Фиг. 211. Схема включения сигнального блока СП при полной станционной блокировке

выполняется таким образом, чтобы схема не создавала препятствий к пользованию входным сигналом, если перегонная блокировка почему-либо не работает. Поэтому заблокирование сигнального блока СП поставлено в зависимость только от готовности маршрута приёма.

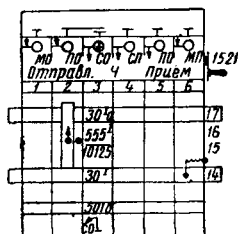
Включение сигнального блока СО (фиг. 212) выполнено так, что его можно заблокировать:

1) совместно с блоком *ПО* при поворнутой сигнальной рукоятке и 2) отдельно при нормальном положении сигнальной рукоятки. В первом случае на исполнительный пост даётся разрешение открыть выходной сигнал. Во втором случае даётся распоряжение раз-



Фиг. 212. Схема включения сигнального блока *СО* при полной станционной блокировке

делать приготовленный перед этим маршрут отправления. Особенностью включения блоков *СО* является применение двух проводов между распорядительным и исполнительным постами: по одному проводу производится отблокирование блока *СО*, по другому — заблокирование. Таким способом исключается возможность повторного отблокирования блока *СО* на посту, если после первого отблокирования блок-клавиша блоков *ПО* и *СО* задержалась в нажатом состоянии. Во избежание нарушения действия блокировки при ошибочном нажатии клавиши *ПО* и *СО* (на секторах *ПО* и *СО* средние винты короткие) в ящике зависимости устанавливается под блоком *ПО* угольник с полочкой, прикреплённый к линейке, которая посредством замочки *30-1* связана с сигнальной рукояткой (фиг. 213). Блок *ПО* можно нажать только после поворота сигнальной рукоятки. После заблокирования блока *ПО* сигнальная рукоятка может быть возвращена обратно, так как замочка *30-1* этому не препятствует.

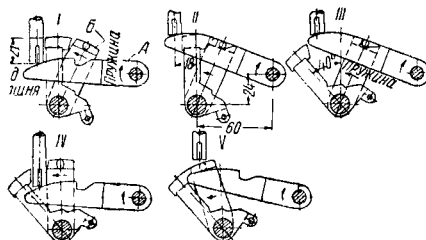


Фиг. 213. Схема установки замочки *10125* в ящике зависимости

Если после этого блок *СО* будет отблокирован, нажать блок-клавишу блока *СО* нельзя до тех пор, пока сигнальная рукоятка не будет поставлена в нормальное положение.

Работа замочки *10125* происходит следующим образом. Под действием пружин рычажок *А* (фиг. 214) стремится повернуться вверх,

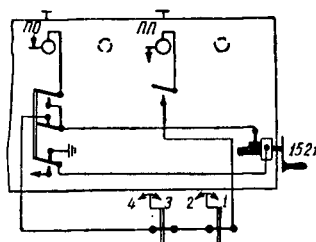
а рычажок *Б* — влево. Рычажок *А* имеет вырез, которым захватывается штифт рычажка *Б*, если этот штифт не успел отклониться влево до того, как рычажок *А* поднялся вверх. При переводе сигнальной рукоятки влево одновременно поворачивается влево стержень замочки *46 I-II*. При заблокировании сигнального блока штифт рычажка *Б* освобождается, так как рычажок *А* занимает нижнее положение, и при последующем отблокировании блока *СО* рычажок отклоняется



Фиг. 214. Работа замочки *10125*

влево и верхней упорной плоскостью подходит под ригельный стержень блока, не допуская его заблокирования. Только после постановки сигнальной рукоятки в нормальное положение можно заблокировать блок *СО*.

Связь блока *ПП* и маршрутных рукояток приёма выполняется таким образом (фиг. 215), что заблокирование блока *ПП* возможно только при нормальном положении рукояток. Это сделано с целью принуждения дежурного по станции после приёма каждого поезда разделять маршрут и, таким образом, в некоторой степени устранять возможность приёма второго поезда на занятый ещё первым поездом путь. При маршрутах сквозного пропуска посредством этой зависимости исключается возможность выпуска второго поезда на перегон по открытому для первого поезда выходному сигналу, так как после постановки маршрутной рукоятки в нормальное положение её нельзя склонить вновь до тех пор,

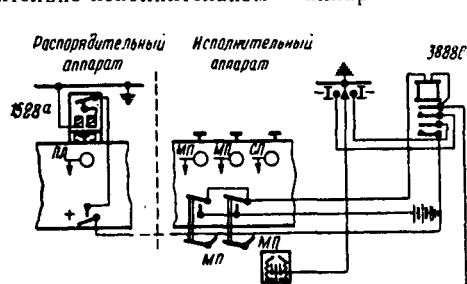


Фиг. 215. Схема электрической связи блока *ПП* и маршрутных рукояток приёма

пока не будет разделан маршрут отправления для первого поезда (зависимость, выполняемая замочками *32л* и *32н*).

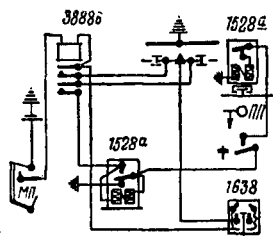
Электрическая педальная замочка над блоком *ПП* распорядительного аппарата включается (фиг. 216) через контакты педального реле *38886*, которое включается через кон

такты маршрутных рукояток и контакт 1638 входного семафора. Педальная замычка отмыкается при отблокировании блоке ПП, с которым она связана. Электрическая педальная замычка над блоком ПП в распорячительно-исполнительном аппарате вклю-



Фиг. 216. Схема включения педальной замычки

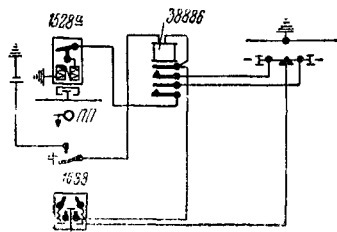
чается совместно с педальной замычкой, расположенной на ящике зависимости и замыкающей маршруты (фиг. 217). Включение выполняется таким образом, что первоначально отмыкается педальная замычка, связанная с маршрутными рукоятками, а затем, через



Фиг. 217. Схема включения путевой и маршрутной педальных замычек в распорячительно-исполнительном аппарате

её контакт, — и педальная замычка над блоком ПП, если последний в этот момент находится в отблокированном положении

Включение педальной замычки над блоком ПП в аппаратах без ящика зависимости

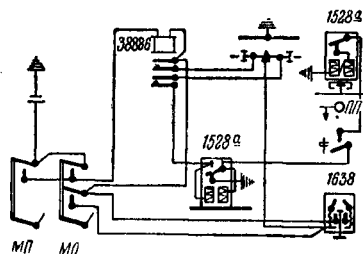


Фиг. 218. Схема включения педальной замычки в аппаратах без ящика зависимости

(фиг. 218) отличается отсутствием контактов маршрутных рукояток

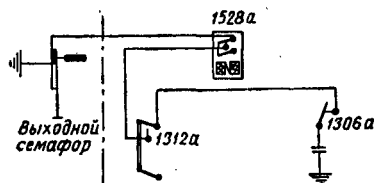
Включение педальной замычки над блоком ПП в блок-аппаратах на однопутных перегонах отличается тем, что маршруты приёма и отправления замыкаются одной общей педальной замычкой (фиг. 219), установленной на ящике зависимости и работающей либо от общей педали на изолированном рельсе,

либо от отдельных педалей, если они установлены для маршрутов приёма на изолированных рельсах на каждом приёмном пути. В последнем случае схема соответственно из-



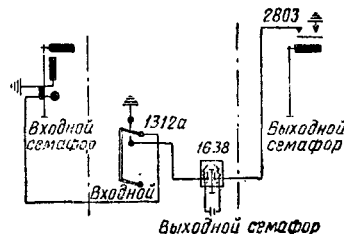
Фиг. 219. Схема включения педальной замычки в аппаратах однопутной блокировки с ящиком зависимости

меняется. Электросцепляющий механизм выходного семафора, управляемого из распорячительно-исполнительного поста, включают (фиг. 220) через контакт маршрутной рукоятки отправления, взрезной контакт стрелок, входящих в маршрут отправления, и контакт электрической педальной замычки отправления.



Фиг. 220. Схема включения электросцепляющего механизма

Диск сквозного прохода при управлении семафорами из одного распорячительно-исполнительного поста (фиг. 221) включают через контакт 1312a маршрутной рукоятки приёма и контакт 1638 рычага выходного семафора. В отдельных случаях цепь проводится через крыловой контакт 2803, замыкающийся при открытом выходе семафоре.

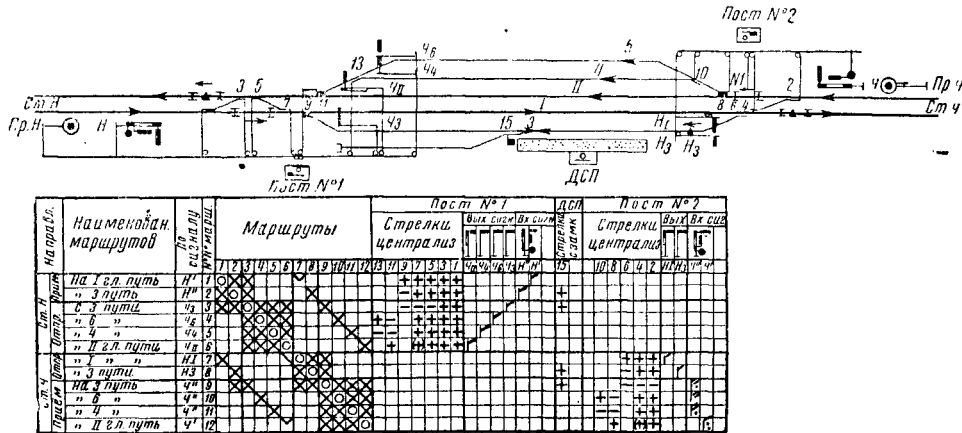


Фиг. 221. Схема включения диска сквозного прохода

Схема включения приборов и взаимной связи перегоной и станционной блокировки показана на фиг. 222—226 для схемы примерной станции с одним распоряжительным и двумя исполнительными постами. Станция расположена на двухпутном участке с приле-

гающими перегонами, оборудованными одно-сторонней (двухпутной) полуавтоматической блокировкой. На станции предусмотрено 12 маршрутов (фиг. 222); сквозные маршруты со-

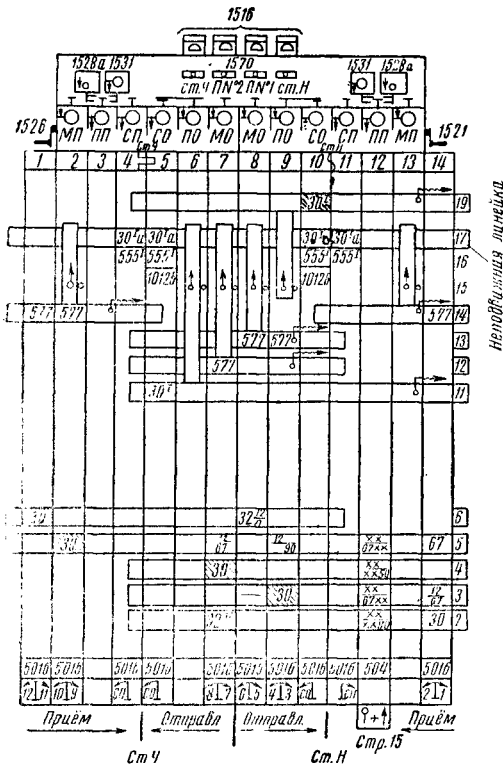
тельных аппаратов (фиг. 224—226) обеспечивается строго установленный порядок пользования аппаратами при приёме и отправлении поездов. Первоначально дежурный по станции



Фиг. 222. Примерная схема станции и таблицы маршрутов

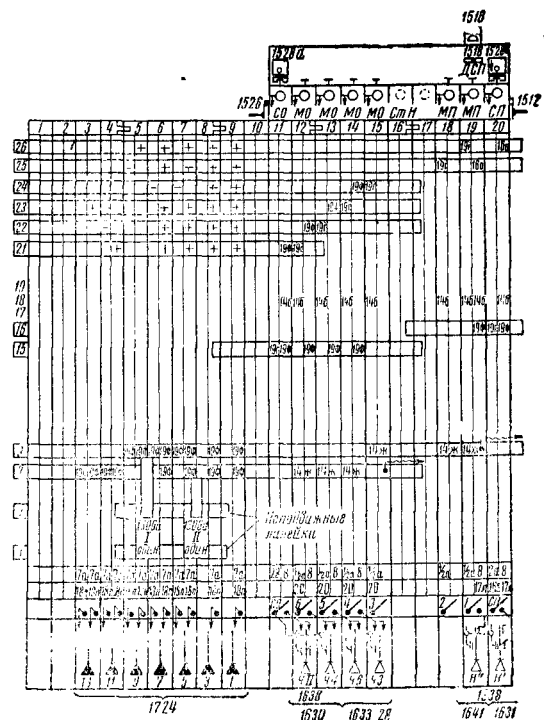
ставляются из маршрутов приёма и отправления по соответствующему главному пути (фиг. 223), для чего в ящике зависимости преду-

задаёт на пост маршрут, для чего склоняет соответствующую маршрутную рукоятку и заблокировывает маршрутный блок, в ре-



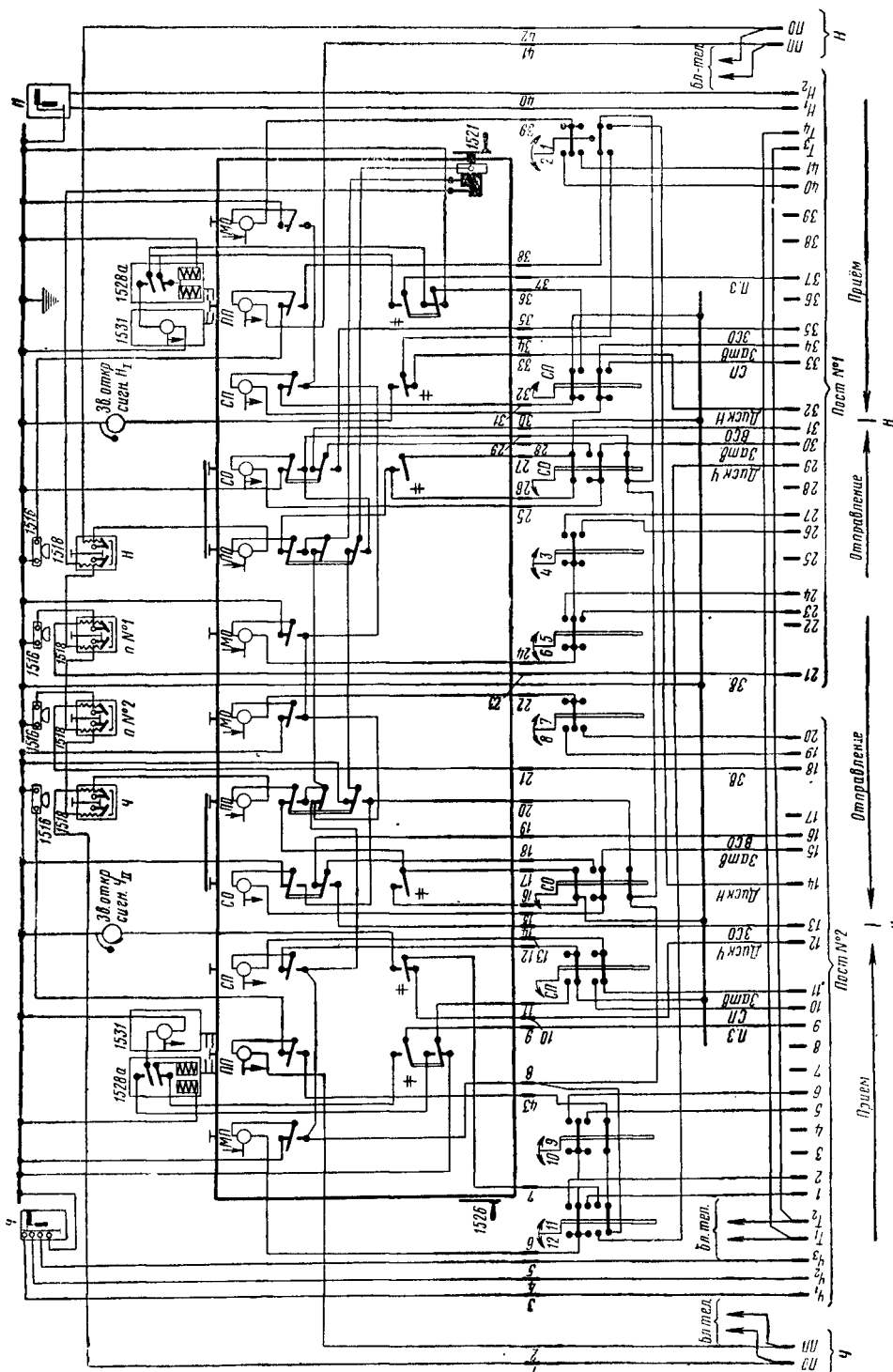
Фиг. 223. Схема ящика зависимости распорядительного аппарата для станции по фиг. 222

смотрены замычки 32л и 32п. Электрической схемой и механическими устройствами в ящике зависимости распорядительного и исполни-



Фиг. 224. Схема ящика зависимости исполнительного поста № 1 для станции по фиг. 222

в результате чего на посту отблокировывается соответствующий маршрутный блок. Сигналист поста устанавливает стрелки маршрута,

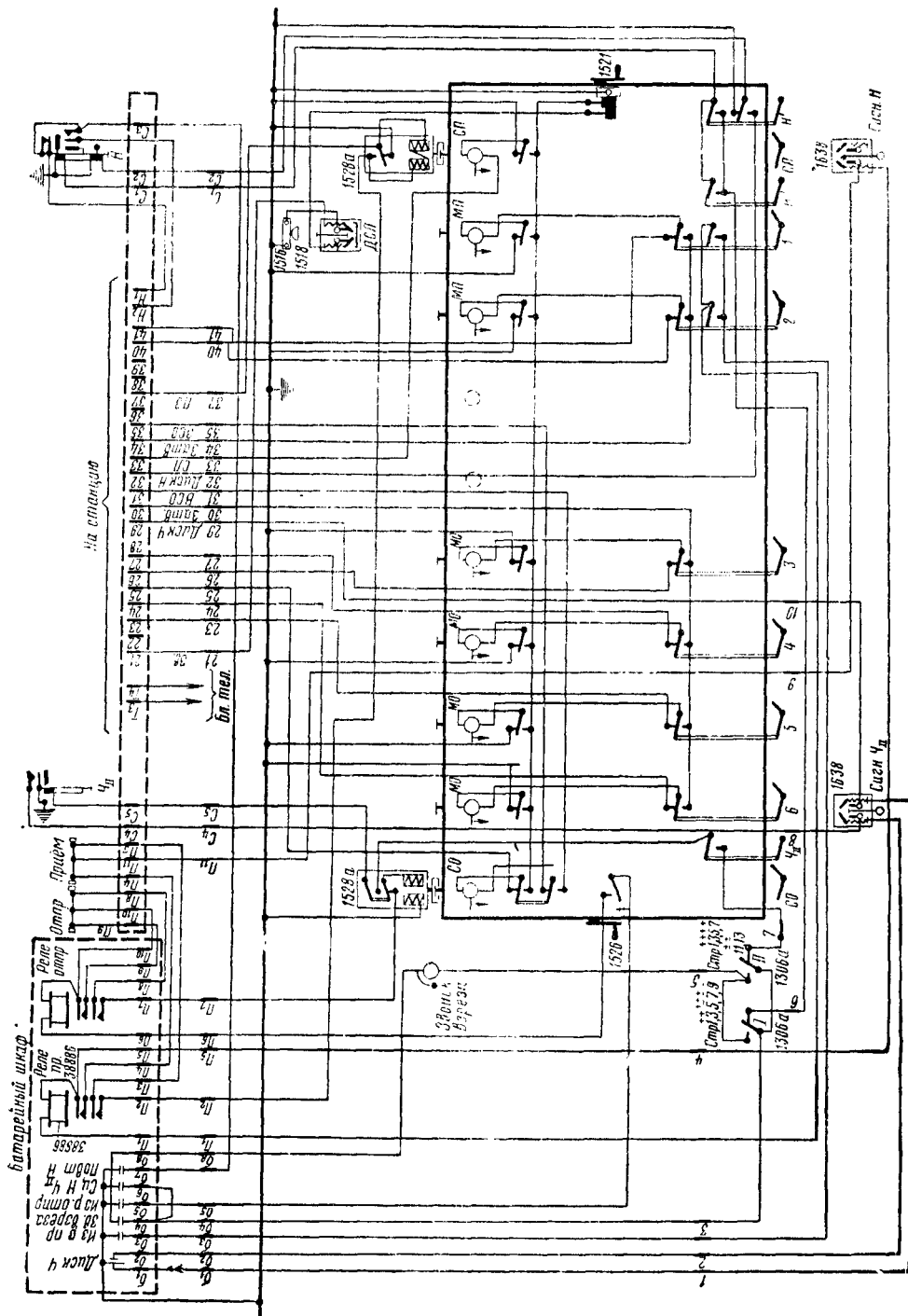


Фиг. 225. Схема токопрохождения распределительного аппарата для станции по фиг. 222



запирает их поворотом маршрутной рукоятки и блокирует маршрутный блок, отблокированный перед этим дежурным по станции,

в результате чего на исполнительном посту отблокируется сигнальный блок. Сигнальный поста склоняет сигнальную рукоятку и



Фиг. 226. Схема токопорождения исполнительного аппарата поста № 1 для станции по фиг. 222

в результате чего у дежурного по станции отблокируется сигнальный блок. Дежурный по станции, поворачивая сигнальную рукоятку, блокирует сигнальный блок,

открывает семафор. После прохода поезда семафор закрывается (автоматически или сигнальником) и маршрут разделяется в обратной последовательности.

## РЕЛЕ, ТРАНСФОРМАТОРЫ И ВЫПРЯМИТЕЛИ

### РЕЛЕ

#### КЛАССИФИКАЦИЯ

Электрическим реле называется такой электрический прибор, положение контактной системы которого зависит от присутствия и параметров тока в обмотке этого прибора.

В устройствах СЦБ применяют электрические реле, реагирующие в основном на значения напряжения или силы тока в его обмотках.

По принципу устройства воспринимающей системы реле разделяют на электромагнитные и индукционные. Кроме того, но более редко, применяют термические магнитоэлектрические, электродинамические и электронные реле.

По мощности, необходимой для срабатывания, электрические реле могут быть разделены на маломощные (чувствительные) — до 1 *вт*, средней мощности — от 1 до 10 *вт* и мощные (исполнительные) — свыше 10 *вт*. В устройствах СЦБ применяются почти исключительно маломощные реле.

По времени срабатывания (подъёма) и отпущения (отпадания)  $t_{\text{р}}$  и  $t_{\text{отп}}$  реле разделяют на быстродействующие ( $< 0,001$  сек.), нормальные (0,001—0,1 сек.), замедленные (0,1—1,0 сек.) и временные ( $> 1,0$  сек.).

Применительно к реле в устройствах СЦБ более удобно и принято считать быстродействующими реле с временем срабатывания и отпущения до 0,02—0,03 сек., нормально действующими до 0,15—0,20 сек., медленно действующими до 1,0—1,5 сек. и временными более 1,5 сек.

По числу положений (позиций) контактной системы все реле разделяются на двухпозиционные, трёхпозиционные и многопозиционные.

Помимо указанных общих признаков реле различают по сопротивлению обмоток и числу контактов.

Основными параметрами реле являются:

- 1) напряжение и сила тока прямого подъёма (замыкание фронтных контактов);
- 2) напряжение и сила тока полного подъёма или нормальной работы;
- 3) напряжение и сила тока отпущения;
- 4) время срабатывания  $t_{\text{ср}}$ ;
- 5) время отпущения  $t_{\text{отп}}$ .

Для реле переменного тока, кроме того, параметрами являются коэффициент мощности ( $\cos \varphi$  или угол  $\alpha$ ), а для двухэлементных реле — идеальные фазовые соотношения между напряжениями и токами двух обмоток.

Коэффициент надёжности (коэффициент возврата или безопасности) реле — отношение напряжения (силы тока) отпущения к напряжению (силе тока) полного подъёма

$$K = \frac{U_{\text{отп}}}{U_{\text{пр}}}.$$

Для удобства измерений параметры реле могут нормироваться или по напряжению или по силе тока.

### ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ РЕЛЕ

Притяжение якоря электромагнитного реле происходит в результате взаимодействия якоря и сердечников катушек при появлении магнитного потока, создаваемого в сердечниках проходящим по катушкам током.

Отпускание якоря при прекращении тока происходит под действием силы тяжести якоря (реле *НР*, *КР* и др.) или под действием контактных пружин (реле *КДР*, *УНР* и др.).

Зависимость тяговых усилий (или момента), действующих на якорь от хода (или угла поворота) якоря, называется тяговой, или электромеханической, характеристикой [ $F = f(\delta)$ ] и в практических единицах может быть выражена:

$$F_T = \frac{0,02 \pi A w^2 (1 - \sigma)^2 S}{981 (R S + \delta)^2},$$

где  $F_T$  — усилие в г;

$A w$  — ампер-витки;

$\sigma$  — коэффициент рассеяния;

$S$  — сечение воздушного зазора в  $\text{см}^2$ ;

$R$  — сопротивление магнитной цепи сердечника;

$\delta$  — воздушный зазор между якорем и сердечником.

Выражение справедливо лишь для малых воздушных зазоров.

Если пренебречь сопротивлением магнитной цепи сердечника, значительно меньшим, чем сопротивление воздушного зазора, и магнитным рассеянием, выражение примет вид:

$$F_T = \frac{0,02 \pi A w^2 S}{981 \delta^2},$$

или

$$F_T = \frac{0,64 A w^2 S 10^{-4}}{\delta^2}.$$

Зависимость механических сил (или момента), преодолеваемых во время движения якоря реле, от хода (или угла поворота) якоря называется механической характеристикой [ $F_M = f(\delta)$ ].

Условием работы реле является соотношение  $F_T > F_M$  для всех положений якоря.

Время срабатывания реле ( $t_{\text{ср}}$ ) состоит из времени трогания ( $t_{\text{тр}}$ ) и времени движения ( $t_{\text{дв}}$ ):

$$t_{\text{ср}} = t_{\text{тр}} + t_{\text{дв}};$$

$$t_{\text{тр}} = \frac{L_p}{R_p} \ln \frac{I}{I - I_{\text{св}}} = \tau \ln \frac{I}{I - I_{\text{св}}},$$

где  $L_p$  и  $R_p$  — индуктивность и сопротивление реле;

$I$  — установившаяся сила тока;

$I_{\text{св}}$  — сила тока срабатывания;

$\tau = \frac{L_p}{R_p}$  — постоянная времени обмотки реле.

Обычно  $t_{\text{тр}} \gg t_{\text{дв}}$ , для большинства практических расчётов значением  $t_{\text{дв}}$  можно пренебречь.

Время отпущания реле ( $t_{omn}$ ) аналогично:

$$t_{omn} = t'_{mp} + t'_{\partial\partial},$$

$$t'_{mp} = (\tau + \tau_{\phi}) \ln \frac{I}{I_{omn}},$$

где  $\tau_{\phi}$  — постоянная времени от токов, создаваемых в металлических массах магнитопровода, специальных гильз и т. д.

При отпущании реле вследствие размыкания цепи, когда  $\tau \approx 0$ ,

$$t_{mp} = \tau_{\phi} \ln \frac{I}{I_{omn}}.$$

Способы убыстрения и замедления срабатывания и отпущания реле показаны на фиг. 227.

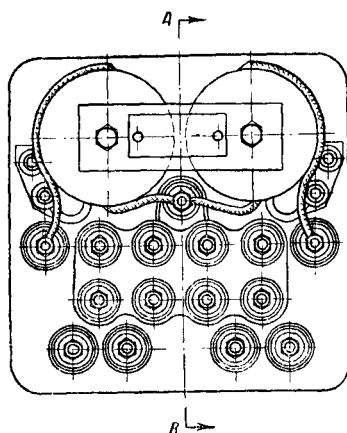
### РЕЛЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА

#### Реле типа НР

Реле типа НР (нейтральные реле) изготовляют с числом контактов 6 и 4 (НР-1) и 2 (НР-3). Четырёхконтактное реле НР-1 изображено на фиг. 228.

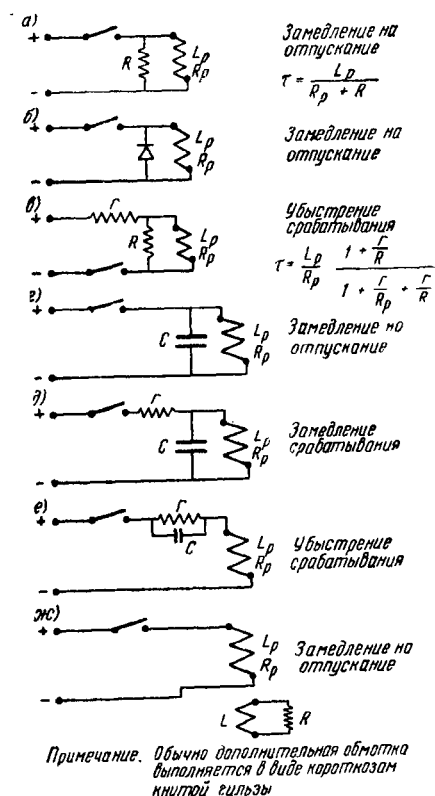
Материал магнитной цепи реле — трансформаторная сталь. Наибольшая индукция в замкнутой цепи не менее 14 000 гс при напряжении поля в 500 э. Остаточная индукция в замкнутой магнитной цепи не более 6 000 гс. Козрцитивная сила не более 1,3 э. Магнитный зазор между якорем и сердечником не менее 0,38 мм. Люфт якоря вдоль оси в пределах 0,25—0,5 мм.

Подвижные контакты — фосфористая бронза с серебряными наконечниками. Фронтные контакты — уголь с серебряным наполнением. Тыловые контакты жёсткие с серебряными наконечниками. Контактное нажатие для фронтных контактов не менее 30 г и для тыловых не менее 20 г на каждый контакт.



Фиг. 228. Реле НР-1/4 к.

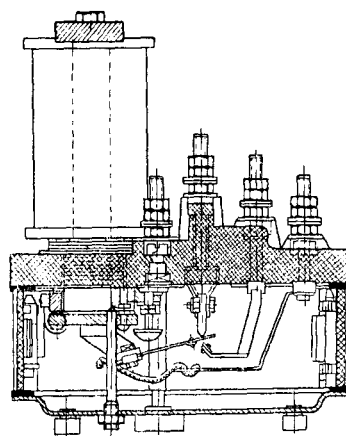
Переходное сопротивление для фронтных контактов не более 0,25 (0,3) ом и для тыловых контактов — не более 0,03 ом. Допускаемая контактная нагрузка не более 3 а.



Фиг. 227. Способы убыстрения и замедления работы реле

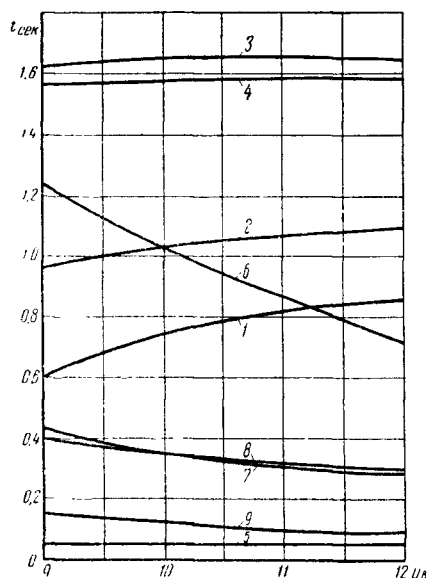
Медленное действие реле на отпущание (0,9 сек. при 12 в и 0,7 сек. при 9,5 в) достигается установкой внутри катушки медной гильзы.

по АВ



Зависимость времени срабатывания и отпущания от напряжения показана на фиг. 229. Расположение и нумерация контактов показаны на фиг. 230 и 231.

Характеристики реле типа НР приведены в табл. 37. Размеры реле приведены в табл. 39.

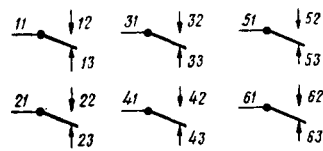
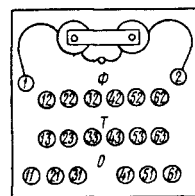
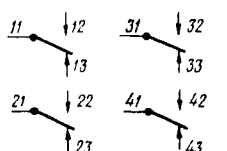
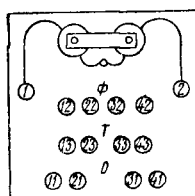


Фиг. 229. Зависимость  $t_{ср}$  и  $t_{отп}$  от напряжения для реле НР-1/1— $t_{отп}$  для реле НР-1/900; 2—то же при параллельном включении катушек; 3— $t_{отп}$  для реле НР-1/900 при закорачивании обмотки; 4—то же при параллельном включении катушек; 5— $t_{отп}$  для реле НР-1/1000—4 к.; 6— $t_{ср}$  для реле НР-1/900; 7—то же при параллельном включении катушек; 8— $t_{ср}$  для реле НР-1/1000—4 к.; 9— $t_{ср}$  для реле УНР-1

Характеристики применяемых на сети нейтральных реле иностранных фирм приведены в табл. 39. По своим данным эти реле в основном аналогичны НР.

### Реле типов КР и СКР

Реле типа КР (комбинированное реле) изготавливается с числом контактов, указанным в табл. 40. Реле КР-1 изображено на фиг. 232. Оно имеет нейтральную часть (магнитную систему и контакты), аналогичную по устрой-



Фиг. 230. Схема контактов НР-1/4 к.

Фиг. 231. Схема контактов НР-1/6 к.

ству, работе и предъявляемым требованиям реле типа НР (см. выше), и поляризованную часть. Постоянный магнит поляризованной части — углеродистая сталь. Максимальная индукция при напряжении 500 э не менее

Характеристики реле типа НР

Таблица 37

Активное сопротивление двух катушек в ом	Количество контактов	Характер работы	Отпускание не менее		Полный подъем не более		Данные обмоток (число катушек, число витков на катушке и диаметр провода)	Специальное назначение
			в	ма	в	ма		
2	4ф—4т	Нормально действующее	—	53	—	105	2.725.1,45	Путевое
900	4ф—4т	Медленно действующее	2,3	—	6,8	—	2.9 600.0,25	Нет
1 000	4ф—4т	Нормально действующее	2,5	—	5,7	—	2.13 800.0,25	»
2	6ф—6т	То же	—	57	—	134	2.725.1,45	Путевое
400	6ф—6т	Медленно действующее	2,5	—	6,8	—	2.6 100 . 0,31	Нет
1 000	6ф—6т	Нормально действующее	2,3	—	7,3	—	2.13 800.0,25	»
110	6ф—6т	То же	1,1	—	2,65	—	2.4 400.0,44	Для работы с выпрямителем в качестве путевого
10 000/100/100	4ф—4т	Медленно действующее	14,5/2,2	—	31,5/4,3	—	50 000.0,12	Контроль перегона в схеме а/б БФ
40	4ф—4т	Нормально действующее	0,5	—	1,10	—	3 250.0,31(×2) 2.3 050.0,67	Предварительное зажигание в схеме автоблокировки
500/0,6	4ф—4т	То же	2,5/—	—/120 —/200	5,7/—	—/303 —/300	13 800 . 0,25 500 . 1,56	Огневое реле проекторного сигнала
1 000	2ф—2т	»	3,0	—	7,3	—	2.13 800 . 0,25	Нет (НР-3)

Примечания. 1. Допускается перегрузка по напряжению (или току) не более четырехкратной.

2. Реле 10 000/100/100 имеет две рабочие обмотки — 10 000 ом и 100 ом и обмотку 100 ом, замкнутую накоротко. В числителе даются данные для высокоомной и в знаменателе для низкоомной обмоток.

3. Вторая строка реле 500/0,6—для работы от переменного тока, причём параллельно обмотке 0,6 ом включён селеновый выпрямитель.

Т а б л и ц а 38  
Размеры реле

Тип реле	Высо- та	Длина	Ши- рина	Вес в кг
	в мм			
НР-1/4к . . . . .	203	159	159	5,5÷7,0
НР-1/6к . . . . .	203	193	159	6,0÷7,0
НР-3 . . . . .	200	190	90	—
КР-1 . . . . .	225	188	198	9,3
КР-2 . . . . .	213	230	230	10,3
КР-3 . . . . .	218	230	230	10,3
КР-4 . . . . .	220	200	130	—
СКР-1 . . . . .	225	191	235	12,0
НПР . . . . .	203	193	159	6,0

16 000 гс и остаточная индукция в замкнутой магнитной цепи не более 10 500 гс.

Коэрцитивная сила не менее 60 э. Постоянный магнит создаёт полярность связанному с ним поляризованному якору. Зазор между поляризованным якорем и сердечником не менее 0,15 мм. Якорь несёт на себе контактную систему, состоящую из подвижного контакта (фосфористая бронза с серебряными наконечниками), перебрасываемого между двумя неподвижными угольными контактами. При отсутствии тока в обмотках реле магнитный поток постоянного магнита создаёт усилие, прижимающее поляризованный якорь к одному (любому) из полюсов нейтральной магнитной системы. При наличии тока в обмотках реле полюс, получающий

разноимённую с поляризованным якорем полярность, притягивает якорь, с которым связана контактная система.

Нормальным контактом поляризованного якоря (Н) называется контакт, замкнутый с подвижным контактом при включении плюса источника тока на плюс реле, обозначенный на плате (обычно левый зажим обмотки). Вторым неподвижным контактом называется перевернутым (П). Перебрасывание поляризованного якоря должно происходить при токе меньшей величины, чем притяжение нейтрального якоря.

Характеристики реле типа КР приведены в табл. 40. Размеры реле указаны в табл. 38.

Расположение и нумерация контактов показаны на фиг. 233—235. Реле СКР-1 (фиг. 236) является комбинированным реле (КР) с самоудерживающимся нейтральным якорем. Реле имеет нейтральную и поляризованную части, аналогичные по устройству, работе и предъявляемым требованиям реле типа КР, и, кроме того, имеет самоудерживающую арматуру.

В момент смены полярности основной обмотки в дополнительной обмотке, намотанной на той же катушке, наводится кратковременная э. д. с., которая создаёт импульс тока в обмотке самоудерживающей арматуры. Её якорь, жёстко связанный с якорем нейтральной арматуры, поддерживает последний в течение времени перемagnetивания нейтральной магнитной системы.

Зазор между якорем и полюсами сердечников самоудерживающей арматуры не

Т а б л и ц а 39

Характеристики нейтральных реле типов К и ДН

Тип реле	Активное сопротивление в ом	Количество контактов	Характер работы	Отпускание не менее		Полный подъём не более		Размер в мм
				в	ма	в	ма	
К2 . . . . .	16	2 ф-2 т	Нормально действующее	0,22	13,9	0,45	27,8	160×100×193
К2 . . . . .	2 000	2 ф-2 т	То же	2,6	1,3	5,60	2,8	160×100×193
К2 . . . . .	1 000/75	2 ф-2 т	»	2,60	2,6	5,60	5,6	160×100×193
К2 . . . . .	75	2 ф-2 т	»	0,66	8,6	1,38	18,4	160×100×193
К4 . . . . .	1	4 ф-4 т	»	0,66	8,8	1,32	17,6	160×100×193
К4 . . . . .	4	4 ф-4 т	»	0,074	74,0	0,130	130	187×162×220
К4 . . . . .	100	4 ф-4 т	»	0,148	37,0	0,260	65	187×162×220
К4 . . . . .	500	4 ф-4 т	»	0,790	7,9	1,400	14	187×162×220
К4 . . . . .	2 000	4 ф-4 т	»	2,00	4,0	3,25	7,4	187×162×220
К4 . . . . .	1 000/0,58	4 ф-4 т	»	4,00	2,0	7,20	3,7	187×162×220
К4 . . . . .	1 000/0,58	4 ф-4 т	»	4,00	4,0	7,40	7,4	187×162×220
К4 . . . . .	1 000/1 000	4 ф-6 т	»	0,09	157,0	0,166	287	187×162×220
К4 . . . . .	1 000/1 000	4 ф-6 т	»	4,00	4,0	7,4	7,4	187×162×220
К6 . . . . .	1 000	6 ф-6 т	»	4,00	4,0	7,4	7,4	195×192×232
ДН-22А . . . . .	16	2 ф-2 т	»	3,4	3,4	6,5	6,5	162×101×196
ДН-22А . . . . .	2 000	2 ф-2 т	»	0,217	13,6	0,44	27,3	162×101×196
ДН-22А . . . . .	2 000	2 ф-2 т	»	2,78	1,4	5,55	2,8	162×101×196
ДН-22А . . . . .	1 000/75	2 ф-2 т	»	2,50	2,5	6,10	6,1	162×101×196
ДН-11 . . . . .	1	4 ф-4 т	»	0,62	8,3	1,38	18,4	159×203×159
ДН-11 . . . . .	100	4 ф-4 т	»	0,074	74,0	0,14	140	159×203×159
ДН-11 . . . . .	500	4 ф-4 т	»	0,840	8,4	1,59	16,0	159×203×159
ДН-11 . . . . .	2 000	4 ф-4 т	»	1,850	3,7	3,50	7,0	159×203×159
ДН-11 . . . . .	2 000	4 ф-4 т	»	4,120	2,1	7,78	3,9	159×203×159
ДН-11 . . . . .	1 000/1 000	4 ф-4 т	»	3,7	3,7	7,78	7,8	159×203×159
ДН-11L . . . . .	1 000/0,58	4 ф-4 т	»	3,7	3,7	7,78	7,8	159×203×159
ДН-11L . . . . .	0,58	4 ф-4 т	»	0,08	133	0,16	280	159×203×159
ДН-11 . . . . .	1 000	6 ф-6 т	»	0,077	133	0,16	280	159×203×159
ДН-18* . . . . .	500	4 ф-4 т	Медленно действующее	3,100	3,1	7,30	7,3	193×203×159
ДН-18* . . . . .	500	4 ф-4 т	Медленно действующее	4,07	8,0	10,8	22,0	159×159×228

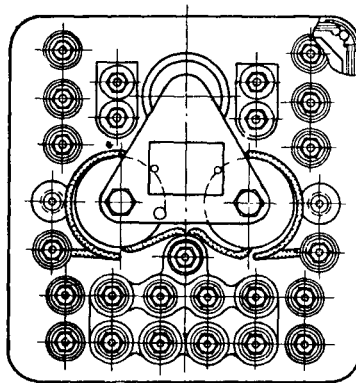
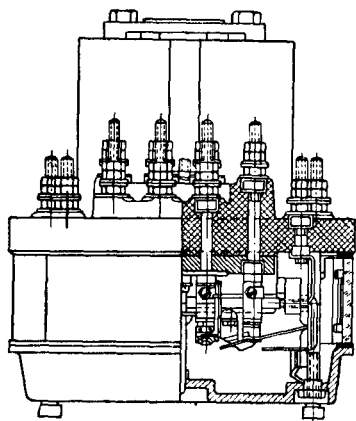
\* Замедление ДН-18 при 12 в: на притяжение 2,3 сек.; на отпускание 1,1 сек.

Таблица 40

Характеристики реле типов КР и СКР

Тип реле	Активное сопротивление двух катушек в ом	Отпускание не менее		Прямой подъём		Полный подъём не более		Полный подъём при перемене полярности		Перебрасывание поляризованного якоря в пределах или не более		Время размыкнутого состояния фронтального контакта при перемене полярности не более сек.	Данные обмоток	Количество контактов
		в	ма	в	ма	в	ма	в	ма	в	ма			
КР-1 ..	5	—	31	—	—	—	80—100	—	125	—	60	0,2	2 × 1 020 × 1,0	4φ—4m 2н—2п
КР-1 ..	600	2,2	—	4,5	—	5,7	—	7,1	—	2,8—4,2	—	0,75	2 × 11 000 × 0,31	
КР-1 ..	24	0,5	—	—	—	1,3	—	1,6	—	0,75	—	—	2 × 2 200 × 0,64	
КР-1 ..	60	0,74	—	—	—	1,9	—	2,4	—	1,26	—	—	2 × 3 300 × 0,5	6φ—6m
КР-2 ..	600	2,0	—	4,5	—	7,5	—	9,5	—	3—4	—	0,75	2 × 11 000 × 0,31	4н—4п
КР-3 ..	24	0,4	—	0,85	—	1,2	—	1,5	—	0,4—0,8	—	0,75	2 × 2 200 × 0,64	4φ—4m
КР-4 ..	5	—	31	—	—	—	90	—	112	—	60	0,2	2 × 1 020 × 1,0	4н—4п
СКР-1 ..	270/0,9/0,55	2,6	—	—	—	7,0	—	7,6	—	2,0—3,5	—	—	2 × 6 700 × 0,35 2 × 450 × 1,0 (втор.) 2 × 275 × 1,25 (самоудерживающая)	2φ—2m 2н—2п 4φ—4m 2н—2п

Примечания. 1. Допускаемая перегрузка по напряжению (или току) не более четырёхкратной.  
2. Работа самоудерживающей арматуры СКР-1 при 8,0 в.



Фиг. 232. Реле КР-1

менее 0,05 мм. Остальные требования к реле СКР аналогичны требованиям к реле НР и КР.

Основное назначение реле СКР — линейное реле автоблокировки.

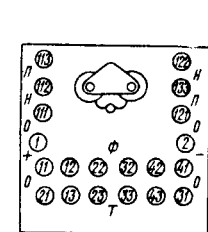
Характеристики реле СКР-1 приведены в табл. 40, а размеры — в табл. 38. Расположение и нумерация контактов указаны на фиг. 237.

Характеристики применяемых на сети комбинированных реле иностранных фирм приведены в табл. 41.

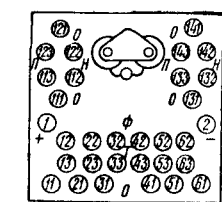
#### Реле типа ННР

Реле ННР (нейтральное пусковое реле) аналогично шестиконтактному реле типа НР, но имеет усиленную контактную систему, рассчитанную на работу в рабочей цепи стрелочного привода (фиг. 238).

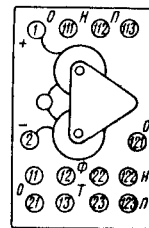
Реле имеет нормальные контакты (аналогичные НР, обозначаемые  $\phi$  и  $m$ ), усиленные контакты ( $\phi y$  и  $my$ ) уголь — уголь, имеющие сопротивление (до начала работы) не



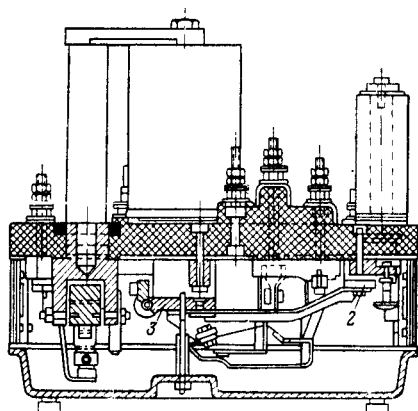
Фиг. 233. Схема контактов реле КР-1



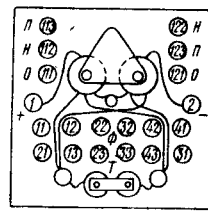
Фиг. 234. Схема контактов реле КР-2



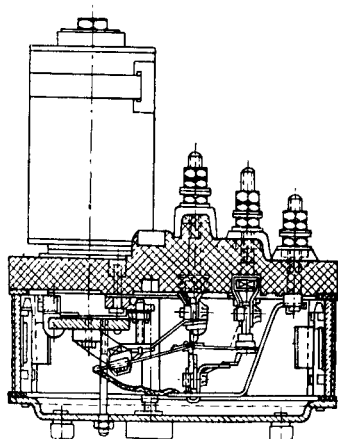
Фиг. 235. Схема контактов реле КР-4



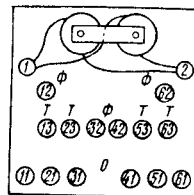
Фиг. 236. Реле СКР-1



Фиг. 237. Схема контактов реле СКР-1



Фиг. 238. Реле НРР



Фиг. 239. Схема контактов реле НРР-2

Таблица 41

Характеристики комбинированных реле типов К и ДР

Тип реле	Активное сопротивление катушек в ом	Количество контактов	Отпускание не менее		Полный подъём не более		Перебрасывание поляризованного якоря не более		Размер в мм
			в	ма	в	ма	в	ма	
К8RNP* . . . . .	250	4φ—4т	2,0	8,0	4,18	16,7	1,87	7,5	257×168×232
ДР-21* . . . . .	250	4н—4п	1,32	5,3	3,41	13,6	2,1	8,4	228×228×250
К6Р . . . . .	1 000	4φ—4т	2,90	2,9	6,60	6,6	3,1	3,1	195×192×232
ДР-14 . . . . .	1 000	2н—2п	2,80	2,8	5,30	5,3	3,80	3,8	187×197×226
CR** . . . . .	1 250	1пп	—	—	—	—	3,38	2,7	197×125×220

\* Реле имеет самоудерживающий нейтральный якорь.

\*\* Импульсное реле, не комбинированное.

выше 0,6 ом для фронтных и 1,0 ом для тыловых. Угольные контакты допускают кратковременную нагрузку до 10 а постоянного тока. Контактный зазор 12,5 мм. Контактное нажатие для усиленных контактов не менее 60 г; в отношении остальных требований реле НРР аналогично реле НР.

Реле НРР-4 имеет магнитное гашение дуги, благодаря чему в качестве усиленных используются контакты нормальной конструкции. Около усиленных контактов расположены постоянные магниты. Контактный зазор усиленных контактов НРР-4 2,5 мм.

Характеристики реле НРР приведены в табл. 42, размеры — в табл. 38.

Расположение и нумерация контактов указаны на фиг. 239.

#### Реле кодового типа

Реле кодового типа изготавливаются 10 различных видов, указанных в табл. 43. По названиям реле кодового типа разделяются на КДР — кодовые диспетчерские реле, РКА — реле кодовой авторегулировки, УНР — унифицированное реле и ТР — транзиттерные реле. Реле кодового типа широко используют в местных цепях при диспетчерской централизации стрелок и сигналов, горочной автома-

тической централизации, локомотивной сигнализации, кодовой автоблокировке и др.

Магнитная система реле кодового типа состоит из круглого сердечника диаметром 12 мм (КДР, УНР) или 16 мм (КДР-У, РКА) из кремнистой электротехнической стали марки Э4А (коэрцитивная сила не более 0,7 э), якоря и ярма из стали «АРМКО» (коэрцитивная сила не более 1,2 э).

Воздушный зазор между притянутым якорем и сердечником достигается:

а) в реле КДР-1, КДР-1М, КДР-2, КДР-У, УНР-1 и ТР с помощью бронзовых штифтов на якоре; величина зазора не менее 0,2 мм, а для КДР-У не менее 0,08 мм;

б) в реле КДР-3 и УНР-2 при помощи упора якоря в ярмо. Величина зазора не менее 0,05 мм;

в) в реле РКА и РКА-М при помощи массивного бронзового упора на нижней полке ярма, в который упирается якорь. Величина зазора не менее 0,08 мм. Воздушный зазор регулируется ввинчивающейся пробкой из кремнистой стали.

Контактная система кодовых реле может состоять из нескольких (до пяти) контактных рядов в соответствии с табл. 43. Каждый ряд может иметь несколько простейших контактных групп (тройников или двойников), но

Таблица 42

Характеристики реле типа НРР

Тип реле	Активное сопротивление катушек в ом	Количество контактов	Отпускание в в не менее	Полный подъём в в не более	Полный подъём при перемене полярности в в	Данные обмоток
НРР-1 . . . . .	150 (2×300 параллельно)	4φу 2φ—2 т	— 1,1	— 5,5	— 7,0	— 2×11 000×0,31
НРР-2 . . . . .	150 (2×300 параллельно)	2φу 2т 2φ—2 т	— 1,1 —	— 5,5 —	— 7,0 —	— 2×11 000×0,31 —
НРР-3 . . . . .	300 (2×150)	2φу 2т 2φ—2 т	— 1,4 —	(для одной катушки) 7,0 —	— — —	— — —
НРР-4 . . . . .	450 (300+150)	2φу—2 т 4φ—4 т	300 ом—2,3 150 ом—1,4	300 ом—6,0 150 ом—4,8	— —	— —

Примечания. 1. Допускаемая перегрузка не более четырёхкратной.  
2. Катушки обычно включаются раздельно.

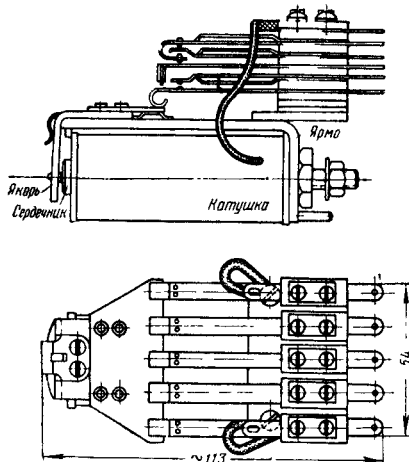


Таблица 43

Реле кодового типа

Тип реле	Характер работы	Наибольшее количество контактных		Конструкция	Изображение на фиг.
		рядов	групп в ряду		
КДР-1	Нормально действующее	5	3	Кодовое диспетчерское реле. Неразветвленная магнитная цепь, якорь полукруглой формы, карболитовый каркас катушки	240
КДР-1М	Относительно медленно действующее	1	3	Неразветвленная магнитная цепь, якорь полукруглой формы, медный каркас катушки	240
КДР-2	Быстро действующее, повышенной чувствительности	1	2	Неразветвленная магнитная цепь, якорь полукруглой формы, карболитовый каркас катушки, удлиненное плечо якоря	241
КДР-3	Медленно действующее	5	3	Разветвленная магнитная цепь, якорь прямоугольной формы, медный каркас катушки	242
КДР-У	То же	5	3	Усиленное реле с разветвленной магнитной цепью, якорем прямоугольной формы, катушкой на медном каркасе с медными шайбами на сердечнике	243
РКА	»	5	3	Реле кодовой авторегулировки. То же, что и КДР-У, но с пробкой на якоре для регулировки воздушного зазора и бронзовым упором на ярме для создания зазора	244
РКА-М	»	5	3	То же, но без пробки, с укороченной катушкой и большим количеством медных шайб	
УНР-1	Нормально действующее	2	1	Унифицированное реле. Реле типа КДР-1, заключенное в индивидуальный кожух со стеклянными стенками и контактной платой. Габаритные размеры 156×55×125 мм	
УНР-2	Медленно действующее	2	1	Реле типа КДР-3, заключенное в индивидуальный кожух со стеклянными стенками и контактной платой. Габаритные размеры те же	
ТР	Быстро действующее	2	1	Трансмиссионное реле. Реле типа КДР-2 с усиленными вольфрамовыми контактами, заключенными в индивидуальный кожух со стеклянными стенками и контактной платой	

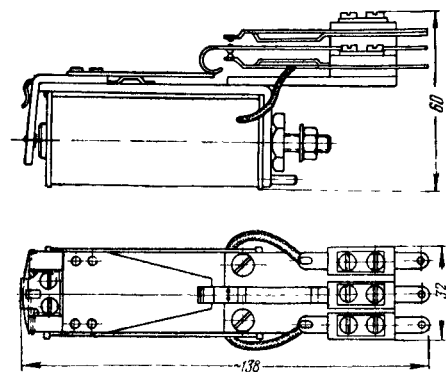
не более 7 пружин. Общее количество контактных пружин не может быть более 30. Простейшие контактные группы с указанием



Фиг. 240. Реле КДР-1

на переключение, причём размыкание нижнего контакта происходит позже, чем замыкание верхнего. Схема контактов УНР-1 приведена на фиг. 246.

Контактные зазоры должны быть для мостовых контактов не менее 0,5 мм, а во всех

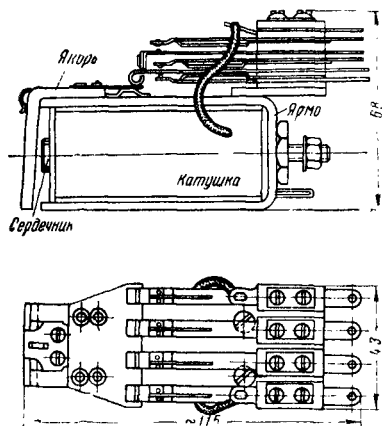


Фиг. 241. Реле КДР-2

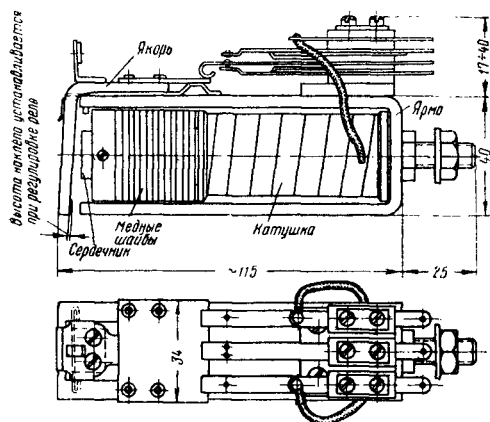
присвоенного им шифра приведены на фиг. 245. Контактные группы разделяются на: верхние (индекс 2 и 3), работающие на замыкание; нижние (5 и 6), работающие на размыкание; тройники (7, 8, 9), работающие на переключение, и мостовые контакты (1), работающие

в остальных случаях не менее 1 мм. Скользящий контакт обеспечивается при совместном ходе пружин не менее 0,25 мм. Контактные пружины и упорные пластины к ним — из фосфористой или алюминиевой бронзы. Толщина контактной пружины 0,34—0,36 мм.

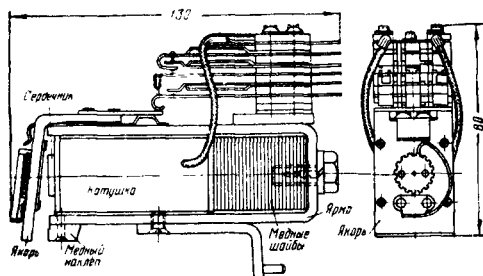
Контактной парой для всех реле, кроме ТР, являются две серебряные полусферы, запрессованные в контактной пружине. Сила начального нажатия для верхних и нижних контактных пружин на упорную пла-



Фиг. 242. Реле КДР-3



Фиг. 243. Реле КДР-У

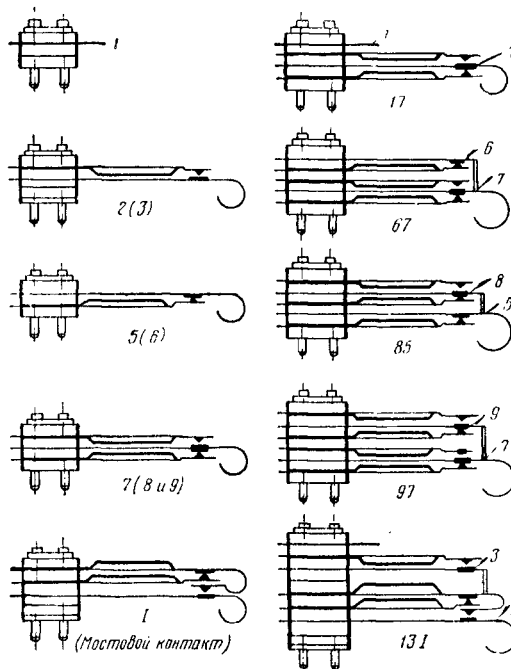


Фиг. 244. Реле РКА

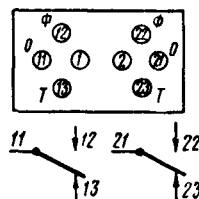
стину 8—12 г. Контактное давление при притяннутом якоре 25—30 г. Сопротивление контактов не выше 0,02 ом.

Контакты реле ТР изготавливаются из вольфрама и имеют цилиндрическую форму. Контактный зазор не менее 1,5 мм. Сопротивление контактов не более 0,1 ом.

Наибольшие допустимые напряжения, силы токов и мощности для контактов кодовых реле при омической нагрузке приведены в табл. 44.



Фиг. 245. Контактные группы реле КДР и РКА. Левый ряд—простейшие контактные группы. Правый ряд—примеры составления контактных рядов реле КДР и РКА. В скобках указаны индексы аналогичных простейших контактных групп, применяемых при установке более одной группы в контактном ряду



Фиг. 246. Схема контактов реле УНР-1

При индуктивных нагрузках максимальная мощность уменьшается до 20%, а величина напряжения — до 70% от указанных. Для

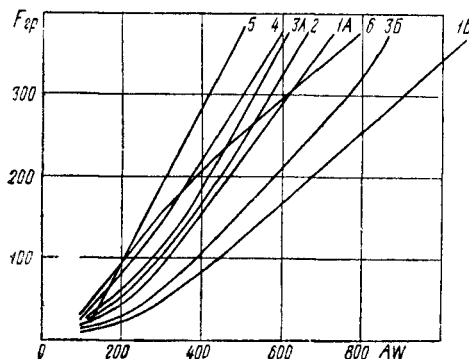
Таблица 44

Наибольшие допустимые напряжения, силы токов и мощности для контактов кодовых реле

Реле	Сила тока в а		Напряжение в в	Мощность в вт	
	постоянного	переменного		постоянного тока	переменного тока
КДР, РКА, УНР . . .	3	3	220	80	400
ТР . . . . .	3	5	220	120	1 000

нормальной длительной эксплуатации разрываемую мощность следует понижать на 30—50% ниже указанной.

Катушки кодовых реле имеют обмотки сопротивлением от 0,275 до 17 000 ом в зависимости от назначения и схемы включения реле, количества контактных групп и подводимого напряжения. Напряжение притяжения якоря



Фиг. 247. Зависимость ампер-витков притяжения якоря от контактной нагрузки для реле КДР. Эквивалентная нагрузка: 12÷15 для контакта на замыкание, 20÷25 для контакта на размыкание, 30 для контакта на переключение и 17÷20 для мостового контакта

1А и 1Б — реле типа КДР-1, КДР-1М, УНР-1 с ходом якоря—(1А) 2,4 мм (1Б) 3,2 мм; 2 — реле типа КДР-2, ТР с ходом якоря 2,4 мм; 3А и 3Б — реле типа КДР-3, УНР-2 с ходом якоря (3А) 2,4 мм, (3Б) 3,2 мм; 4 — реле типа КДР-У с ходом якоря 2,4 мм; 5 — реле типа РКА при ввернутой пробке с ходом якоря 2,4 мм; 6 — реле типа РКА-М с ходом якоря 2,4 мм

для наиболее часто применяемых реле при различном количестве контактных групп приведено в табл. 45.

От количества простейших контактных групп зависят ампер-витки, потребные для работы реле. Примерная зависимость ампер-витков притяжения якоря от контактной нагрузки для реле КДР показана на фиг. 247. При этом принимается, что один контакт на переключение создаёт нагрузку в 30 г,

а контакт на замыкание или размыкание — 15÷25 г. Для устойчивой работы реле берётся 100%-ный запас к числу ампер-витков, определённых из кривых.

Зная число контактных групп и определив потребные ампер-витки, характеристики требуемого реле определяют по табл. 46 для КДР-1 и КДР-3 и по табл. 47 — для КДР-У и РКА.

Для реле РКА-М примерно при том же сопротивлении обмоток ампер-витки меньше, чем для РКА, на 20—25%.

По данным таблиц определяется плотность тока в  $\text{а/мм}^2$ . В зависимости от продолжительности работы реле плотность тока в обмотках не должна превышать: при длительном прохождении тока—3  $\text{а/мм}^2$ ; при нахождении под током на время идущей передачи (2—3 мин.), но с учётом того, что реле может вследствие неисправности остаться включённым до устранения неисправности — 5  $\text{а/мм}^2$ ; при нахождении под током не более 2—3 мин.— 9  $\text{а/мм}^2$ ; при кратковременном нахождении под током до 250 мсек с продолжительными перерывами — 12  $\text{а/мм}^2$ .

Время притяжения якоря нормально действующих реле 15—45 мсек и медленно действующих 30—100 мсек. Зависимость времени отпускания якоря от контактной нагрузки и величины воздушного зазора для реле КДР-1 показана на фиг. 248 и для КДР-3, КДР-У и РКА — на фиг. 249.

### Реле открытого типа

Реле электрической централизации открытого типа выпускали ранее: для типов 47094 (3703), 3704-1 и 47093 (6686). Электрические характеристики приведены в табл. 48.

### Реле типа ИР

Импульсные поляризованные реле типа ИР применяют в кодовой автоблокировке в качестве путевых реле и в устройствах точечного автостопа в качестве вспомогательного реле.

Таблица 45

Напряжение притяжения якоря кодовых реле при различных контактных группах

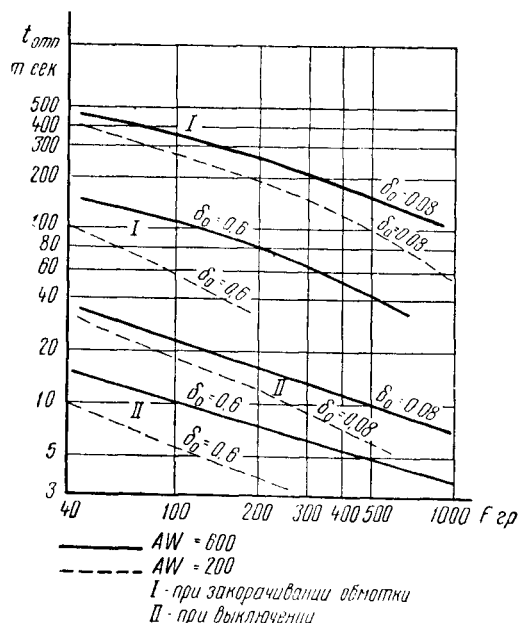
Номинальное сопротивление обмоток реле в ом	Номинальное напряжение постоанного тока в в	КДР-1 и КДР-3						
		Контактная система						
		1-2-1	1-7-1	17-17	17-7-17	17-97-17	17-97-97-17	17-97-97-97-17
		притяжение в в (не более)						
31	6	1,8	2,2	3,0	3,7	4,3	5,5	6,5
48	10	2,3	2,7	3,7	4,7	5,4	6,9	8,2
72	12	2,7	3,3	4,6	5,6	6,5	8,3	9,8
120	14	3,5	4,2	5,6	7,2	8,4	10,7	12,7
280	18	5,6	6,7	9,3	11,5	13,5	17,2	—
435	24	6,9	8,3	11,4	14,1	16,5	21,1	—
650	28	8,6	10,3	14,1	17,6	20,5	26,3	—
1 000	36	11,5	13,8	18,9	23,6	27,5	35,2	—
2 000	40	15,0	18,0	24,7	30,6	36,0	—	—
4 000	50	23,0	27,7	38,0	47,5	—	—	—

Примечание. Цифры 1-2-1, 17-7-17 и т. д. указывают индексы простейших контактных групп и их расположение по рядам.



Реле ИР выпускают четырёх типов, указанных в табл. 49.

Магнитная система реле состоит из постоянного магнита из сплава «Альнико», магнитопровода из трансформаторной стали,



Фиг. 248. График зависимости времени отпущания якоря для реле КДР-1 (при номинальном напряжении)

полюсных наконечников и плоского стального якоря с бронзовыми наклёпами на нём.

Контактная система состоит из одного контакта на переключение, укрепленного на якоре. Контактный зазор не менее 0,75 мм. Контактное давление на тыловой контакт не менее 20 г, на фронтной — не менее 10 г.

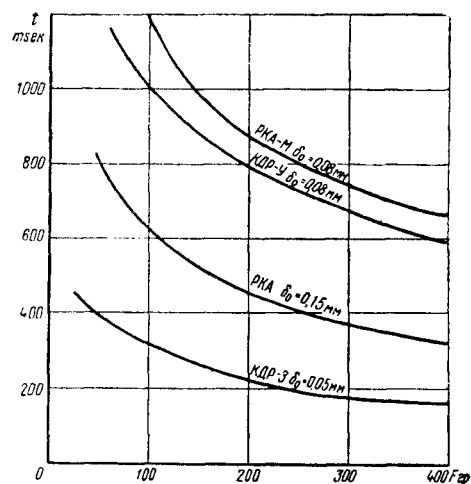
Магнитная система вместе с катушкой закреплена на литом бронзовом корпусе и заключена в цилиндрический стеклянный кожух диаметром 106 мм и высотой 195 мм.

Данные катушек и характеристики указаны в табл. 49.

Таблица 48  
Электрические характеристики реле открытого типа

Тип	Активное сопротивление обмоток в ом	Количество контактов	Полный подъём в ма не более	Отпускание в ма не менее
47094	680	6 $\phi$ — 2 m	55	8
3704-1	8	2 $\phi$	175	25
47093	2×340	6 $\phi$ — 2 m	55*	8*

\* Для одной катушки.



Фиг. 249. График зависимости времени отпущания якоря для реле КДР-3, КДР-У и РКА (при номинальном напряжении)

### Пусковые контакторы

Пусковой контактор постоянного тока типа ПКП-1 служит для управления стрелочными электроприводами горочной централизации и приводами механического автостопа. Контактор имеет два якоря (заменяя этим два пусковых реле) с двумя парами контактов на каждом. Электрические характеристики: притяжение якоря не более 16 в; нормальная работа 24 в; сопротивление 58 ом. Размеры

Характеристики импульсных поляризованных реле типа ИР

Таблица 49

Тип реле	Сопротивление постоянному току в ом	Сила тока или напряжение		Обмотка		Назначение реле
		притяжения не более	отпускания не менее	провод	число витков	
ИР-1	0,3	230 ма	70 ма	ПЭ×1,0	200	Путевое в кодовых рельсовых цепях постоянного тока То же, в кодовых рельсовых цепях переменного тока То же, в кодовых рельсовых цепях постоянного тока Вспомогательное при точечном автостопа
ИР-2	110	3 в	1,5 в	ПЭ×0,25	3 800	
ИР-3	0,15	325 ма	97 ма	ПЭ×1,2	160	
ИР-4	2 500	8,0 в	5,5 в	ПЭ×0,11	18 000	

Примечание. Реле типа ИР-2 имеет купроксный выпрямитель, собранный по мостовой схеме, и работает от переменного тока.

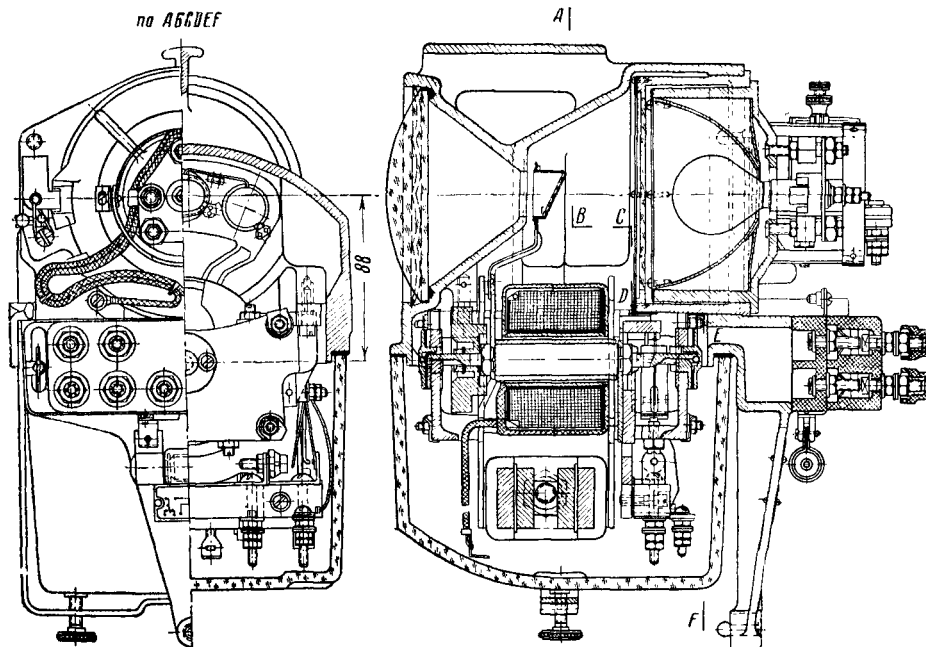
обмоток  $4\ 600 \times 0,44$ ; время притяжения при  $24\text{ в}$  —  $0,25\text{ сек}$ . Контактная система рассчитана на размыкание цепей напряжением  $110\text{--}220\text{ в}$ . Контактный зазор  $10\text{ мм}$ . Вес  $5,75\text{ кг}$ .

### Сигнальный механизм (реле) прожекторного светофора ПС-45

Сигнальный механизм ПС-45 показан на фиг. 250. Магнитная система состоит из посто-

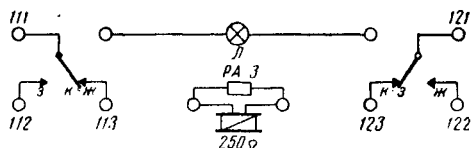
сопротивление не выше  $0,04\text{ ом}$ . Контакты, замкнутые при крайних положениях рамки (фронтные), серебро — уголь, сопротивление не выше  $0,2\text{ ом}$ . Контактное нажатие не менее  $30\text{ г}$ . Сила тока через контакты допускается до  $2\text{ а}$ .

Электрические характеристики: сопротивление обмоток  $250 \pm 10\% \text{ ом}$ ; подъем не более  $6,3\text{ в}$ ; отпускание не менее  $2,4\text{ в}$ ; разница между напряжением для перемещения якоря вправо и влево не должна быть более  $0,38\text{ в}$ .



Фиг. 250. Сигнальный механизм ПС-45

янного магнита и якоря с катушкой и противовесами внутри него. Положение якоря фиксируется противовесами. Якорь несёт на себе рамку со светофильтрами. Среднее положение якоря соответствует красному светофильтру на пути светового потока. В зависимости от направления тока в катушке якорь, взаимодействуя с постоянным магнитом, может поворачиваться в обоих направлениях.



Фиг. 251. Схема контактов и обмоток ПС-45

Воздушный зазор между башмаками магнитной системы и якоря не менее  $1\text{ мм}$ . Схема контактов и обмотки показана на фиг. 251.

Контакты, замкнутые при среднем положении рамки (тыловые), серебро — серебро,

### РЕЛЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

#### Реле типов КНР и СНР

Реле КНР (купроксное нейтральное реле) выпускали до 1941 г. типов: КНР-1 и КНР-2. После 1945 г. выпускаются реле типа СНР-5.

КНР-1 — реле типа НР-1, 6-контактное  $110\text{ ом}$  с отдельной приставкой типа РТВ (релейный трансформатор-выпрямитель).

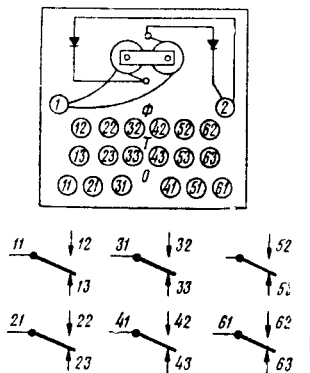
КНР-2 — реле типа НР-1, 6-контактное  $1\ 000\text{ ом}$  с купроксными столбиками, смонтированными на плате реле. Схема включения столбиков приведена на фиг. 252.

СНР-5 — реле типа НР-1, 6-контактное  $1\ 000\text{ ом}$  с селеновыми столбиками, смонтированными на плате реле. Переключением на клеммах схема включения столбиков может изменяться со схемы Гресса на последовательную (однопериодную) схему, применённую в реле КНР-2. Включение обмоток реле показано на фиг. 253.

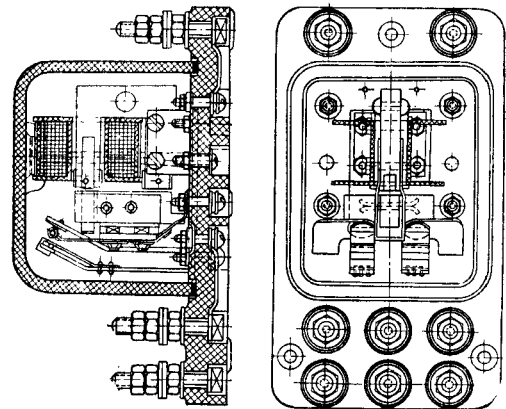
Реле КНР-1, КНР-2 и СНР-5 предназначены для работы в качестве путевых реле в рельсовых цепях при установке их на посту. Включаются через повышающий ре-

лейный трансформатор. Могут использоваться как вспомогательные реле в цепях переменного тока. Характеристики приведены в табл. 50.

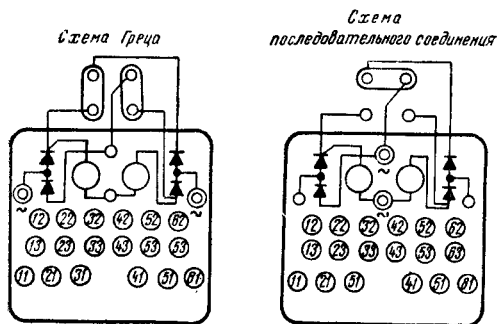
Магнитная система выполнена из листовой трансформаторной стали с тяжёлым якорем. В конце сердечника заложены медные короткозамкнутые кольца.



Фиг. 252. Схема реле КНР-2



Фиг. 254. Реле АР и АРЭ



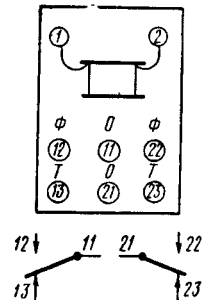
Фиг. 253. Схема реле СНР-5

### Реле типов АР, АРЭ и УНР-3

Реле АР (аварийное реле) и АРЭ (аварийное реле электрической централизации) показаны на фиг. 254. Имеются реле типов АР-1 и АРЭ-2

Индуктированный в них ток, будучи сдвинут по фазе относительно тока в обмотке реле, создаёт магнитный поток, удерживающий якорь в моменты нулевого значения тока в обмотке. Этим устраняется дребезжание и создается плотное прижатие якоря. Воздушный зазор — от 0,1 до 0,4 мм.

Контактные пружины медные, жёсткие с серебряными наконечниками. Контактный зазор не менее 1,6 мм. Нажатие для фронтных контактов не менее 50 г и для тыловых контактов 25 г. Сила тока через контакты не более 4 а при безиндукционной нагрузке. Сопротивление контактов не более 0,3 ом. Характеристики приведены в табл. 51, рас-



Фиг. 255. Схема контактов реле АР

Характеристики реле типов КНР и СНР

Таблица 50

Тип реле	Количество контактов	Активное сопротивление обмоток в ом	Характеристика на переменном токе					Характеристика полного подъема со стороны первичной обмотки релейного трансформатора			
			отпускание в а не менее	полный подъем в а не более	полный подъем в ма не более	перегрузка в а	при РТ		при РТЭ		
							в	а	в	а	
КНР-1 (с РТВ) . . . . .	6 ф-6 т	110	30	80	7	150	—	—	—	—	
КНР-2 . . . . .	6 ф-6 т	1 000	30	60	25	150	1,54	1,26	0,7	2,9	
СНР-5 (последовательное включение) . . . . .	6 ф-6 т	1 000	30	60	25	150	1,54	1,26	0,7	2,9	
СНР-5 (мостовая схема) . . . . .	6 ф-6 т	1 000	11	22	15	150	—	—	—	—	

Примечание. Характеристика купроксных и селеновых столбиков для реле типов КНР-2 и СНР-5 должна быть: прямой ток при 12 в не менее 7 ма и обратный ток при 110 в не более 2 ма.

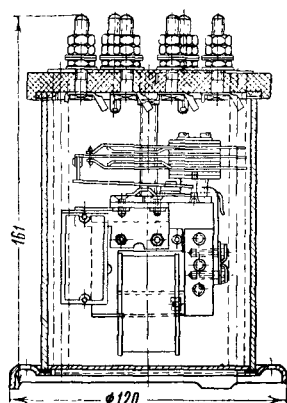
положение и нумерация контактов приведены на фиг. 255. Размеры реле  $92 \times 91 \times 163$  мм. Вес 1,2 кг.

Таблица 51

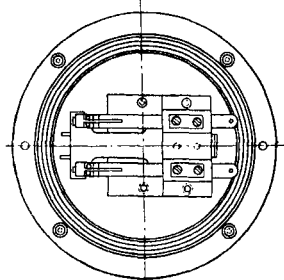
Характеристики реле типа АР

Тип реле	Количество контактов	Активное сопротивление обмотки в ом	Полный подъём в в не более	Опускание в в не менее	Сопротивление току при притянутом якоре в ом	Обмотки в мм
АР-1	2 ф-2 т	2,65	9,5	5	27—30	500×0,59
АРЭ-2	2 ф-2 т	76	55	20	800—1 200	2 600×0,25

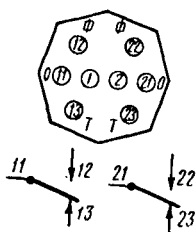
Основное назначение АР-1 — переключение питания сигналов автоблокировки с переменного тока на постоянный (аварийное питание).



Вид сверху без платы



Фиг. 256. Реле УНР-3



Фиг. 257. Схема контактов реле УНР-3

Основное назначение АРЭ-2 — огневое реле в электрической централизации. Реле включается последовательно с трансформатором СТ, нагруженным лампой 12 в, 15 вт.

Реле УНР-3 (унифицированное реле) показано на фиг. 256. Магнитная система по принципу устройства аналогична реле АР; реле имеет тяжёлый якорь и медные короткозамкнутые кольца; контактная система — типа реле КДР.

Характеристики приведены в табл. 52.

Реле работает от постоянного и переменного тока. Предназначено для использования в качестве огневого реле. Включается по-

Таблица 52

Характеристики реле УНР-3

Количество контактов	Активное сопротивление обмотки в ом	Полный подъём в а не более	Опускание в а не менее	Сопротивление переменному току при притяжении якоря в ом	Обмотки в мм
1 ф-1 т	0,19	0,85	0,07	2,2	150×1,25
2 ф-2 т	0,26	0,85	0,07	—	175×1,16

следовательно со светофорной лампой 12 в, 15 вт. Схема контактов показана на фиг. 257.

## ИНДУКЦИОННЫЕ РЕЛЕ И ТРАНСМИТТЕРЫ

### Некоторые зависимости

В устройствах железнодорожной сигнализации находят применение два типа индукционных реле: с двумя магнитными системами (двухэлементные реле) и с одной магнитной системой с расщеплённым магнитным потоком (одноэлементные дисковые реле). Кроме того, индукционными приборами являются трансмиттеры переменного тока, применяемые в локомотивной сигнализации.

В двухэлементных секторных реле (ДСР) магнитный поток местной обмотки создаёт в секторе вихревые токи, которые, взаимодействуя с магнитным потоком путевой (линейной) обмотки, вращают сектор. Направление вращения сектора зависит от фазового соотношения между токами местной и путевой обмоток. Изменение фазы на  $180^\circ$  (переключение концов одной обмотки) вызывает обратное вращение сектора.

Вращающий момент сектора

$$M = kf \Phi_1 \Phi_2 \sin \alpha,$$

где  $k$  — коэффициент, зависящий от конструкции реле,

$f$  — частота;

$\Phi_1, \Phi_2$  — магнитные потоки обеих обмоток;

$\alpha$  — угол сдвига фаз между магнитными потоками (или токами);

или

$$M = C \frac{1}{f} U_m U_n \cos(\varphi_{ид} - \varphi_\phi),$$

где  $U_m$  — напряжение местной обмотки;

$U_n$  — напряжение путевой обмотки;

$\varphi_{ид}$  — угол между  $U_m$  и  $U_n$ , соответствующий идеальному фазовому соотношению;

$\varphi_\phi$  — фактический угол между  $U_m$  и  $U_n$ ;

$C$  — коэффициент, зависящий от конструкции реле.

При отклонении фактического угла от идеального  $\varphi_{ид} - \varphi_\phi = \Delta\varphi$  напряжение подъёма реле

$$U_n = \frac{U_{нп}}{\cos \Delta\varphi},$$

где  $U_{нп}$  — номинальное напряжение подъёма сектора реле.



## Реле типа ДСР

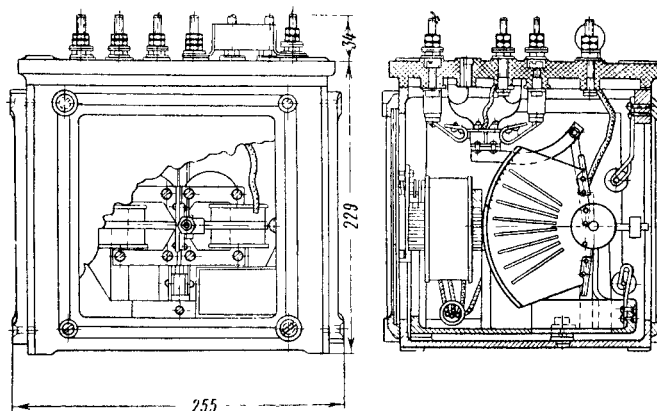
Реле типа ДСР (двухэлементное секторное реле) показано на фиг. 258; оно выпускается 11 типов (от ДСР-1 до ДСР-11).

Реле имеет две самостоятельные магнитные системы. Магнитная система местной обмотки состоит из двух отдельных сердечников из листовой трансформаторной стали, рас-

кировке. Выпускаются типы КПТ-5 (фиг. 261) и КПТ-7.

Мотор трансмиттеров асинхронный, с двухфазной обмоткой статора и короткозамкнутым ротором. Применение конденсатора ёмкостью 6 мкф (см. схему включения мотора на фиг. 262) вызывает два сдвинутых по фазе магнитных потока статора (расщепление фазы), создающих вращающий момент.

Фиг. 258. Реле ДСР. Сектор и контакты показаны в среднем промежуточном положении



положенных вертикально и несущих на себе две катушки местной обмотки. Путевая (или линейная) магнитная система состоит из одного сердечника, расположенного горизонтально, с двумя катушками путевой (или линейной) обмотки. В воздушных зазорах магнитных систем вращается алюминиевый сектор.

Воздушный зазор между полюсами не менее 1,8 мм; зазоры между сектором и полюсами не менее 0,5 мм.

У реле ДСР-1 и ДСР-5 для получения необходимого фазового соотношения последовательно с местной обмоткой включается активное сопротивление, а путевой сердечник имеет дополнительную обмотку, замкнутую на конденсатор. Последний защищается от перенапряжений разрядником типа РА-3.

Контактные пружины из фосфористой бронзы с серебряными наконечниками. Неподвижные контакты угольные. Контактный зазор не менее 1,5 мм.

Люфт контактной системы вдоль оси в пределах 0,6—0,8 мм. Контактное нажатие: для фронтных контактов не менее 16—20 г; для тыловых 10—15 г. Сопротивление контактов не более 0,5 ом.

В табл. 53 приведены электрические характеристики и другие данные по реле. Расположение контактов показано на фиг. 259 и 260.

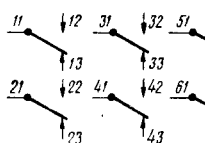
Характеристики применяемых на сети двухэлементных путевых реле типа МОД-15 приведены в табл. 54. По предъявляемым техническим требованиям реле аналогичны ДСР.

## КОДОВЫЕ ТРАНСМИТТЕРЫ

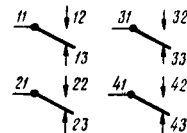
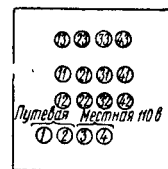
Кодовый путевой трансмиттер переменного тока — датчик числового кода в локомотивной сигнализации и кодовой автобло-

Характеристика мотора: напряжение — 110 в, сила тока — не более 0,15 а, мощность — 16,5 вт,  $\cos \varphi \approx 1$ ; число оборотов в минуту — 970, активное сопротивление обмоток: I — 170 ом и II — 340 ом. Обмотки I —  $12 \times 220 \times 0,56$  мм, II —  $12 \times 270 \times 0,18$  мм. Время разбега мотора не более 0,35 сек.

В КПТ-5 через червячный редуктор с отношением 1:26 мотор вращает 3 кулачковые шайбы, действующие на контакты. Схема контактной системы приведена на фиг. 262.



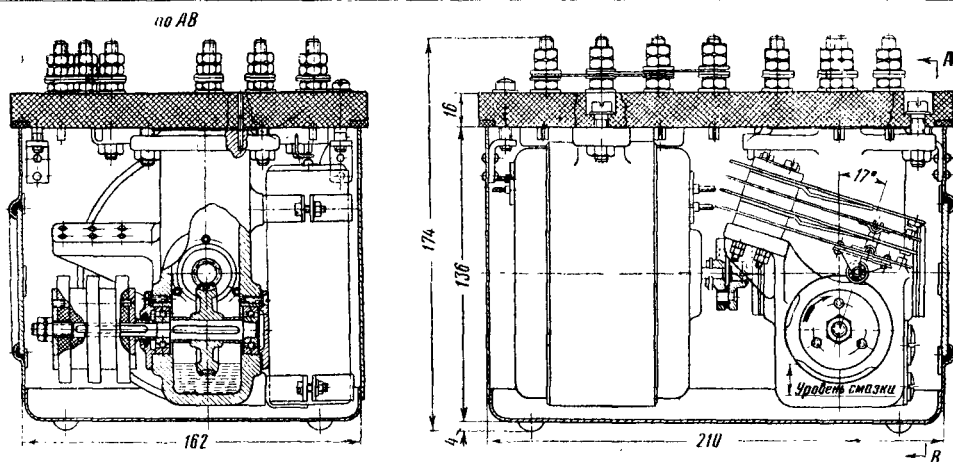
Фиг. 259. Схема контактов реле ДСР-1



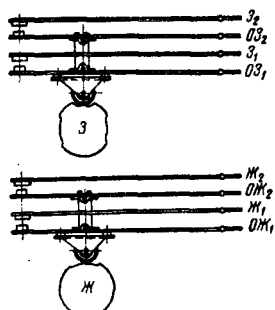
Фиг. 260. Схема контактов реле ДСР-3

Диаграмма кодированного тока, получаемого от трансмиттеров, приведена на фиг. 263. Контактная система предназначена для размыкания цепи трансмиттерного реле. Контактная пара — серебро — серебро. Контактное нажатие не менее 25 г. Сопротивление контакта не более 0,03 ом.

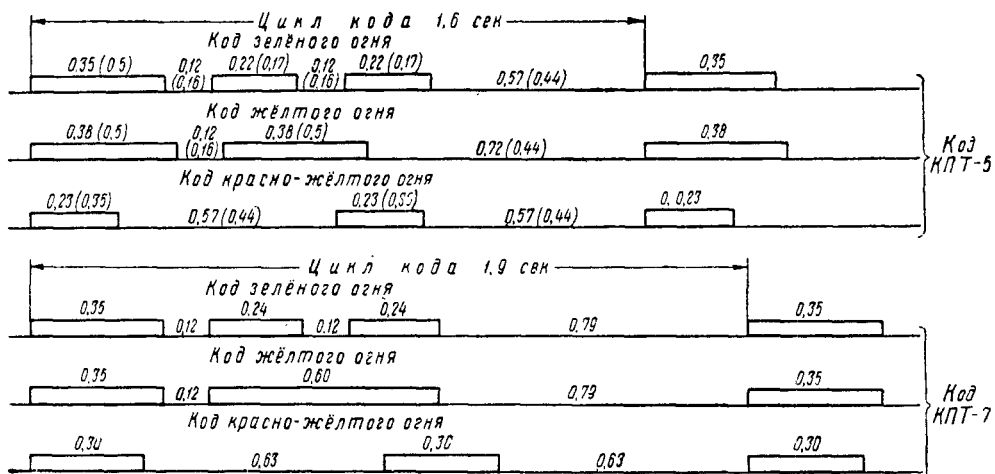
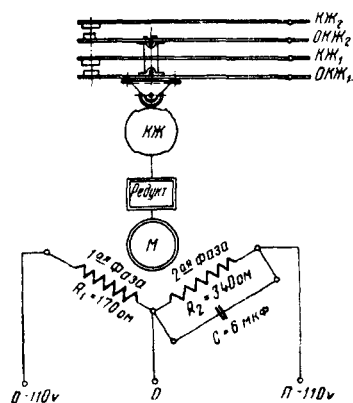
Трансмиттеры типа КПТ-7 отличаются от трансмиттеров типа КПТ-5 диклом кода, получаемого за счёт применения редуктора с другим отношением передачи.



Фиг. 261. Трансмиттер КРТ-5



Фиг. 262. Схема контактной системы



Фиг. 263. Диаграмма кодированного тока трансмиттеров КРТ. Время указано в секундах. В скобках указаны длины импульсов и интервалов для КРТ-5 выпуска 1948—1950 гг.

Характеристики реле типа ДСР

Таблица 53

Тип реле	Число кон- тактов	Путевой (линейный) элемент						Идеальное фазовое соот- ношение		Добавочное сопротивление в местной обмотке в ом	Назначение реле
		пря- мой подъём не бо- лее	пол- ный подъём не бо- лее	Обмотка  I обм./II обм.	активное сопротивление в ом	путевое напря- жение отстаёт от местного	путевой ток от- стаёт от местно- го напряжения				
в	а	в	а	в градусах							
ДСР- 1 . . .	6 ф-6 т	0,18	0,65	0,29	0,90	$\frac{2 \times 2 \times 13 \times 1,62}{2 \times 1800 \times 0,31}$	2 \times 0,016	65	30 \pm 10	50	Путевое в длинных рельсовых цепях
ДСР- 2 . . .	6 ф-6 т	40	0,025	65	0,04	2 \times 1000 \times 0,35	2 \times 26	97	—	1500	Линейное
ДСР- 3 . . .	4 ф-4 т	0,37	0,29	0,57	0,47	2 \times 45 \times 2,1	2 \times 0,05	97	162 \pm 10	—	Путевое в коротких рельсовых цепях
ДСР- 4 . . .	5 ф-5 т-1 с	45	0,035	100	0,09	$\frac{2 \times 1000 \times 0,35}{2 \times 2 \times 13 \times 1,62}$	2 \times 26	97	—	1000	Линейное
ДСР- 5 . . .	6 ф-6 т	0,18	0,65	0,29	0,90	$\frac{2 \times 1800 \times 0,31}{2 \times 1000 \times 0,35}$	2 \times 0,016	65	30 \pm 10	50	Путевое
ДСР- 6 . . .	6 ф-6 т	50	0,025	75	0,045	2 \times 1000 \times 0,35	2 \times 26	97	—	1500	Линейное
ДСР- 7 . . .	6 ф-6 т	0,2	0,8	0,3	1,3	2 \times 18 \times 2,4	2 \times 0,04	270	336 \pm 10	—	Путевое
ДСР- 8 . . .	4 ф-4 т	0,2	0,8	0,3	1,3	2 \times 18 \times 2,4	2 \times 0,04	270	336 \pm 10	—	»
ДСР- 9 . . .	6 ф-6 т	0,5	0,45	0,7	0,58	2 \times 45 \times 2,1	2 \times 0,05	97	162 \pm 10	—	»
ДСР-10 . . .	6 ф-6 т	0,6	0,56	0,85	0,75	2 \times 45 \times 2,1	2 \times 0,05	97	162 \pm 10	—	»
ДСР-11 . . .	6 ф-4 т	0,3	0,28	0,4	0,44	2 \times 41 \times 2,26	2 \times 0,045	85	170 \pm 10	—	»
ДСР-3а . . .	4 ф-4 т	0,17	0,68	0,28	0,94	$\frac{2 \times 45 \times 2,1}{\text{(параллельно)}}$	0,05:2	97	162 \pm 10	—	»

Примечания. 1. Напряжения и токи подъёма указаны для идеального фазового соотношения и частоты 50 гц.

2. Данные местных обмоток: 110 в, 0,5 а, кроме ДСР-11, для которого установлены 110 в, 1,25 а. Данные катушек: ДСР-1 и ДСР-5 — 2×800×0,44; ДСР-11 — 2×580×0,86 и остальные — 2×875×0,64.

3. ДСР-1 и ДСР-5 имеют конденсатор (включённый в дополнительную обмотку), ёмкостью 1,86 мкф.

4. Отпускание сектора для всех реле не менее 90% величины прямого подъёма и не менее 50% величины полного подъёма.

5. Напряжение нормальной работы реле ДСР-2, ДСР-4 и ДСР-6—110 в.

Характеристики реле типа МОД-15

Таблица 54

Тип реле	Число контактов	Местный элемент		Путевой элемент				Идеальное фазовое соотношение		Назначение реле
		в	а	прямой подъём не более		полный подъём не более		путевое напряжение отстаёт от местного	путевой ток отстаёт от местного напряжения	
		в	а	в	а	в градусах				
МОД-15	4 ф-2 т	110	0,4	0,12	0,45	0,22	0,82	97	162	Путевое
МОД-15	4 ф-2 т	110	0,2	0,48	0,40	0,77	0,65	97	162	Дополнительное путевое

Примечание. Отпускание 90% прямого подъёма. Размеры 250×220×260 мм.

Примечание. Отпускание 90% прямого подъёма. Размеры 250×220×260 мм.

### ТЕРМИЧЕСКИЕ РЕЛЕ

Работа термических реле основана на свойстве деформирования биметаллической пластинки при нагревании её электриче-

Биметаллическая пластинка—инвар—сталь 0,4 мм с обмоткой из нихрома 0,6 мм. Нажатие контакта не менее 12 г для МТР и 20 г для СТР.

Контактная пара—серебро—серебро. Сопротивление контакта не более 0,05 ом.

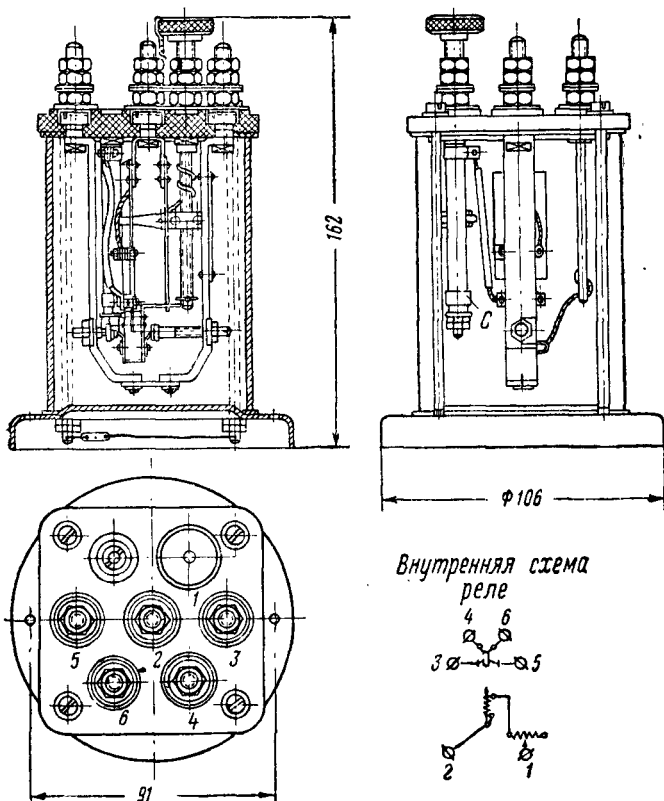
Характеристики приведены в табл. 55.

Вес реле 0,5 кг.

Реле типа СТР-1 используется в рабочей цепи стрелочного привода, выключая управляющую цепь при длительной работе привода на фрикцию. Реле типа МТР-1 используется в схемах искусственного размыкания маршрутов с выдержкой времени.

### ИСПЫТАНИЯ РЕЛЕ

Проверка электрических характеристик электромагнитных реле производится по схеме фиг. 265 при помощи вольтметра и амперметра. Установив силу тока в катушках реле, равную силе тока перегрузки, плавно уменьшают ток до размыкания фронтальных контактов. Измеренную при этом величину принимают за ток (напряжение) отпускания якоря. Оборвав цепь на 1—2 сек., постепенно увеличивают ток, пока не замкнутся фронтальные контакты. Измеренную величину принимают за ток (или напряжение) прямого подъема. Увеличивая ток, пока якорь не дойдет до упора, фиксируют ток (напряжение) полного подъема. Увеличив ток до тока перегрузки, уменьшают его до нуля, меняют полярность и определяют ток



Фиг. 264. Реле МТР-1

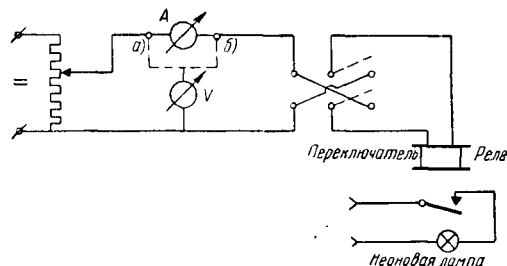
ским током вследствие различных коэффициентов линейного расширения составляющих её металлов. Реле используют для создания замедления в пределах нескольких минут.

Маршрутное термическое реле (МТР-1) показано на фиг. 264. Стрелочное термическое реле (СТР-1) отличается от него лишь схемой контактов и данными обмоток, имея такие же габариты и внешний вид. Время срабатывания регулируется изменением силы тока посредством перемещения движка реостата.

Таблица 55

Характеристики термических реле

Тип реле	Активное сопротивление обмотки включенного реостата в ом	Количество контактов	Время срабатывания в мин.		
			при 10,8 а не более	при 12 а не менее	при 13 а не менее
МТР-1 ..	От 11,7 до 47,3	1 ф— 1 т	5,5	3,0	2,5
СТР-1 ..	Не более 0,4	1 т	25±5 сек. при токе 8 а		



Фиг. 265. Схема испытания электромагнитного реле. Для реле, нормируемых по напряжению, вольтметр *v* включать к точке 6. Для реле, нормируемых по силе тока, вольтметр включать к точке *a*

(напряжение) прямого подъема при измененной полярности. Измеренная величина не должна превышать измеренную ранее (при прямой полярности) более чем на 25%.

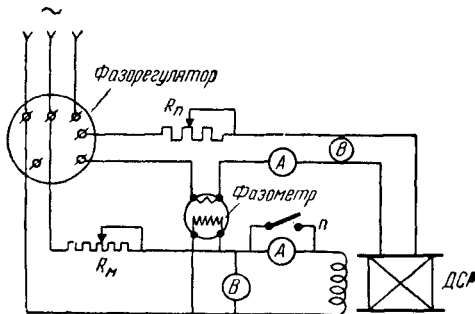
При измерении тока подъёма обратной полярности реле типов КР и СКР фиксируют напряжение перебрасывания поляризованного якоря.

При испытании реле СКР проверяют работу самоудерживающей арматуры,—при быстрой смене полярности нейтральный якорь не должен отпадать.

Реле переменного тока с выпрямительными столбиками (КНР и СНР) испытывают аналогично испытанию СКР, но без перемены полярности,—приложением переменного тока частотой 50 гц.

Электрические характеристики огневых реле (УНР-3, АРЭ-2) снимают включением по схеме их нормальной работы последовательно с сигнальной цепью.

Электрические характеристики индукционных реле (ДСР) снимают по схеме фиг. 266 с применением вольт-



Фиг. 266. Схема испытания реле ДСР

метра, амперметра, фазорегулятора и фазометра (фазорегулятор может быть заменён схемой индуктивности и активного сопротивления). Достигнув напряжения 110 в на местной обмотке, фазорегулятором устанавливают идеальный угол сдвига фаз между током путевой и напряжением местной обмотки. Увеличивая напряжение на путевой обмотке, фиксируют момент замыкания контактов, соответствующий напряжению прямого подъёма, и момент касания сектором ролика, соответствующий напряжению полного подъёма. Уменьшая напряжение, фиксируют момент размыкания контактов, соответствующий напряжению отпускания сектора.

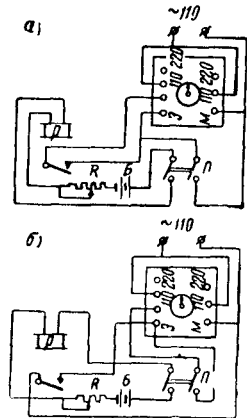
Переходное сопротивление контактов определяют постоянным током методом вольтметра и амперметра при силе тока 0,5 а. За величину сопротивления принимается среднее арифметическое из трёх отсчётов. Между отсчётами положение якоря изменяется.

Нажатие контактов измеряют граммометром при ремонте и регулировке реле.

Время срабатывания определяют таймером или циклографом. Таймер включается по схеме, изображённой на фиг. 267.

Измерение производится при номинальных значениях напряжения (силы тока), а для двухэлементных реле — и фазового соотношения.

Прочность изоляции токоведущих частей реле по отношению к другим металлическим частям реле проверяют приложением практически синусоидального напряжения 3000 в в течение 1 мин.



Фиг. 267. Схема включения таймера:  
а—определение времени срабатывания;  
б—определение времени отпускания

Мощность испытательного трансформатора должна быть не менее 0,5 ква. Для реле типов КДР, РКА, УНР, АР, контактора ПКП-1 и столбика КНР и СНР испытательное напряжение 1 000 в. Для реле СКР испытательное напряжение для изоляции между первичной и вторичной обмотками катушек нейтральной арматуры и между обмотками катушек и сердечниками самоудерживающей арматуры — 1 000 в.

Все указанные испытания производят на заводе при выпуске реле, а также один раз в 3 года в эксплуатационных условиях. При этом производится необходимый ремонт, чистка и регулировка контактов с доведением всех характеристик реле до требуемых нормами.

Приводимые ниже испытания реле производят на заводе, как типовые испытания новых видов реле, а также при изменении конструкций и материалов.

Прочность контактов и механической части реле проверяют включением реле на длительную работу в схеме пульс-пары. Общее число включений, их частота, сила тока и напряжение на контактах указаны в табл. 56. При этом контакты не должны разрушаться и сопротивление их после испытания не должно превышать величин, указанных в таблицах. Электрические характеристики реле после испытания должны остаться в норме.

Нагревание контактов и литц, измеренное термомпарой при пропускании через них тока, не должно превосходить температур, указанных в табл. 57.

Активное сопротивление обмотки проверяется для каждого реле постоянного тока при выпуске с завода и должно соответствовать номинальному с допуском  $\pm 10\%$  при сопротивлении обмотки более 5 ом и с допуском  $\pm 5\%$  при сопротивлении обмотки менее 5 ом. Сопротивление измеряется при  $+20^\circ\text{C}$  или пересчитывается на указанную температуру.

Таблица 56

## Испытание контактов реле

Тип реле	Общее число включений	Число включений в минуту	Контактная нагрузка		Сопротивление контактов после испытания в ом
			сила тока в а	напряжение в в	
НР (нормально действующее), КР, СКР . . . . .	100 000	15—20	3	12	0,3 (0,4)*
НР (медленно действующее) . . . . .	50 000	15—20	3	12	0,3 (0,4)*
НПР . . . . .	100 000	15—20	10 9	50** 220	
КДР, УНР . . . . .	2 000 000	40—50	1	24	0,03
РКА . . . . .	1 000 000	50—75	0,5	50	0,06
СТР, МТР . . . . .	1 000	—	0,2	24	0,1
АР . . . . .	1 000	—	4	12	—
АРЭ . . . . .	50 000	15—20	4	12	—
ДСР . . . . .	50 000	15—20	3	12	1,0
ПС-45 . . . . .	100 000	15—20	2	12	0,3

\* Сопротивление указано для фронтных контактов. Значение 0,3 ом соответствует контактам с серебряным наполнением, 0,4 ом — угольным контактам.

\*\* 10 а, 50 в — при включении двух контактов параллельно; 9 а, 220 в — при включении двух контактов параллельно и двух последовательно. Все данные — при моторной нагрузке.

Таблица 57

## Нагревание контактов и литц

Тип реле	Сила тока в а	Время в мин.	Температура контактов и литц в °С
НР, КР, СКР, ДСР . . . . .	3,0	15	100
НПР . . . . .	10 через 2 контакта	5	120
КДР, РКА, УНР . . . . .	5,0	15	110
АР . . . . .	6,5	Не ограничено	100
СТР, МТР . . . . .	1,0	То же	100

## НОВЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ РЕЛЕ СЦБ

Для упрощения и создания единой системы обозначений реле СЦБ с 1951 г. применяется следующая система обозначений.

Условное обозначение (номенклатура) реле составляется из трёх частей.

Первая часть (литерная) для всех реле указывает их основную конструкцию, как, например:

НР — нейтральное реле;  
НПР — нейтральное пусковое реле;  
ИР — импульсное реле;  
КР — комбинированное реле;  
НВР — нейтральное реле с выпрямителем;  
ИВР — импульсное реле с выпрямителем;  
КДР — кодовое реле.

Вторая часть (цифровая) пишется слитно с первой:

1. Для реле НР шестиконтактных присваивается цифровой индекс — 1, а для реле четырёхконтактных — индекс 2, двухконтактных — индекс 3.

2. Реле НПР в зависимости от разновидности их контактных систем присваивается также порядковый цифровой индекс — 1, 2, 3 или 4.

3. Реле КР также соответственно разновидности набору контактов получает индекс — 1, 2, 3 или 4.

4. Для реле кодового типа цифровой индекс показывает разновидность конструкции магнитной системы:

а) кодовое реле с полукруглым ярком (б. КДР-1) получает индекс 1;

б) кодовое реле с удлиненным полукруглым ярком (б. КДР-2) — индекс 2;

в) кодовое реле нормального типа с разветвленной магнитной системой и прямоугольным ярком (б. КДР-3), — индекс 3;

г) то же усиленного типа (б. КДР-У) — индекс 4;

д) то же с бронзовым наклёпом на ярме и с регулировочной пробкой (б. РКА) — индекс 5;

е) то же без пробки — индекс 6;

ж) кодовые реле, помещённые в отдельный кожух (УНР-1, УНР-2), получают индекс У, который ставится перед названием реле (УКДР).

Третья часть номенклатуры отделяется от двух первых с помощью тире и указывает общее сопротивление обмоток, включаемых последовательно.

При параллельном включении обмоток добавляется индекс П.

Обмотки разного сопротивления указываются дробью.

Буквой М после цифры указывается наличие медной гильзы катушки.

Наличие вместо катушки медной гильзы или большого набора медных шайб указывается второй буквой М рядом с первой.

Наличие клапанного выпрямителя параллельно одной из катушек указывается буквой В после цифры сопротивления катушки.

Для кодовых реле контактная система, сопротивление обмотки и другие данные не отражаются в номенклатуре, а указываются дополнительно в спецификациях по существуемому шифру.

Наличие усиленных контактов у кодовых (транзисторных) реле отмечается буквой Т вместо цифры, указывающей разновидность магнитной системы.

Реле ДСР, АР и УНР-3 сохраняют существующие обозначения.

Ниже приводятся старые и новые условные обозначения основных типов реле.

Таблица 58

Условные обозначения, применяемые в схемах рельсовых цепей, автоблокировки, автоостопов и централизации стрелок

Обозначения	Наименование
	Реле нейтральное (постоянно-го тока) нормально действующее
	То же медленно действующее
	Реле переменного тока одно-элементное
	То же двухэлементное
	Реле постоянного и переменного тока
	Реле нейтральное кодового типа нормально действующее
	То же медленно действующее
	Реле комбинированное или поляризованное постоянного тока
	То же с самоудерживанием
	Поляризованный сигнальный механизм прожекторного светофора (А—реле; В—контактная система и В—лампа)
	Контакт нейтрального реле (якорь притянут): О—осевой; Ф—фронтальной; Т—тыловой; контакт нейтрального реле (якорь отпущен)
	
	Контакт поляризованного якоря реле: О—осевой; Н—нормальный; П—переведённый
	Контакт рукоятки пульта управления (переключается при повороте рукоятки влево)
	Светофор линзовый трёхзначный
	Светофор прожекторный трёхзначный
	Изолирующий стык
	Разрядник

## Условные обозначения реле СЦБ

Старое обозначение

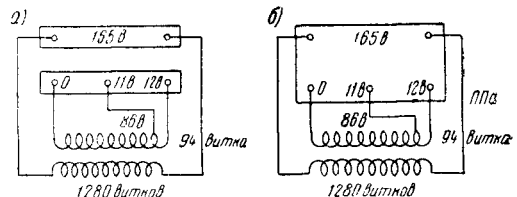
Новое обозначение

НР-1, 4 фт, 2 ом	НР2-2
НР-1, 4 фт, 1 000 ом	НР2-1 000
НР-1, 4 фт, 900 ом	НР2-900
НР-11, 4 фт, 0,6/450 ом	НР2-0,6/450 МВ
НР-12, 4 фт, 100/10 000 ом	НР2-100/10 000 М
НР-13, 4 фт, 40 ом	НР2-40
НР-1, 6 фт, 2 ом	НР1-2
НР-1, 6 фт, 1 000 ом	НР1-1 000
НР-1, 6 фт, 400 ом	НР1-400
НР-3, 2 фт, 1 000 ом	НР3-1 000
ННР-1, 2 фт, 4 фу, 150 ом	ННР1-150 П
ННР-2, 2 фт, 2 фу, 2 ту, 150 ом	ННР2-150 П
ННР3-3, 2 фт, 2 фу, 2 ту, 150/300 ом	ННР3-150/300
ННР-4 4 фт, 2 фу, 2 ту, 150/300 ом	ННР4-150/300
КР-1, 4 фт, 2 нп, 24 ом	КР1-24
КР-1, 4 фт, 2 нп, 600 ом	КР1-600
КР-2, 6 фт, 4 нп, 600 ом	КР2-600
КР-3, 4 фт, 4 нп, 24 ом	КР3-24
КР-4, 2 фт, 2 нп, 5 ом	КР4-5
СКР-1, 4 фт, 2 нп, 270 ом	КСР1-270
КПР-1, 2 фт, 2 у, 4 нп, 1 000 ом	КПР1-1 000
СНР-5, 6 фт, 1 000 ом	НВР5-1 000
КДР-1, 31 ом	КДР1-31
КДР-2, 72 ом	КДР2-72
КДР-3, 48 ом	КДР3-48 М
КДР-У, 72 ом	КДР4-72 М
РКА	КДР5-220 М
ИР-1, 0,3 ом	ИР1-0,3
ИР-2, 110 ом	ИВР1-110
ИР-3, 0,15 ом	ИР1-0,15
ИР-4, 2 500 ом	ИР1-2 500
УНР-1, 280 ом	УКДР1-280
УНР-2, 280 ом	УКДР3-280

## ТРАНСФОРМАТОРЫ

## Характеристики

Характеристики обмоток низковольтных трансформаторов, применяемых в устройствах автоблокировки, электрической централизации и локомотивной сигнализации, приведены в табл. 59. Размеры и вес приведены в табл. 60. Схемы обмоток для секционированных трансформаторов показаны на фиг. 268—272.



Фиг. 268. Схема трансформатора СТ

Трансформаторы однофазные, с естественным охлаждением, с сердечником бронзового типа и секционированными (кроме РТ и РТЭ) обмотками.

РТ и РТЭ — релейные трансформаторы рельсовых цепей; они повышают напряжение, снимаемое с рельсовой цепи, до напряжения работы реле КНР или СНР. РТ применяется при паровой тяге, РТЭ — при электротяге. Трансформатор РТЭ имеет воздушный зазор сердечника 0,2—1,0 мм, предохраняющий сердечник от магнитного насыщения обратным тяговым током.

Характеристики обмоток низковольтных трансформаторов

Таблица 59

Тип трансформатора	Мощность в вт	Первичная обмотка, напряжение в в	Вторичные обмотки		Данные обмоток			
			напряжение холостого хода или пределы его изменения в в	основная нагрузка	I витки × диаметр провода	сопротивление в ом	II витки × диаметр провода	сопротивление в ом
РТ-1 . . .	—	2	85±5%	Реле СНР-5	35×2,1	0,22	1 500×0,25	75
РТЭ-1 . . .	—	0,9	85±5%	Реле СНР-5	30×1,81	—	3 500×0,16	—
СТ . . . . .	27	165	11,0; 12,0	Лампа 12 в, 15 вт	1 280×0,41	26	94×1,45	0,2
СОБС . . . . .	50	110	От 1,35 до 13,85	Лампы 12 в, 15 вт до 3 шт.	648×0,59	—	82×1,16	—
ПОБС-1 . . .	300	110	» 0,4 » 17,6	Рельсовая цепь	284×1,45	0,66	42×(5,2×2,1)*, рег. обм. 3 витка	0,02
ПОБС-2 . . .	300	110/220	» 0,4 » 17,6	То же	2×281×1,16	—	—	—
ПОБС-75 . . .	75	500—260	» 12 » 30 » 1,0 » 7,0	Устройства сигнальной точки автоматической блокировки	—	—	—	—
ТК-1 . . . . .	45	110	» 1,6 » 20,4	Кодированная рельсовая цепь постоянного тока при локомотивной сигнализации	900×0,51	13,5	154×1,1+14×1,1	0,7
ТК-2 . . . . .	100	110	» 0,57 » 12,0	То же при переменном токе	580×0,72	4,5	54×2,0+9×2,0	0,1
ТК-3 . . . . .	30	220*	» 5,5 » 11,6**	При локомотивной сигнализации	2 760×0,25	140	76×1,56+69×1,56	0,35
ТИ-1 . . . . .	80	110	» 126 » 160	То же	630×0,59	7,2	920×0,51	19
ТИ-2 . . . . .	350	110	» 117; 137	»	284×1,45	0,9	355×1,45	1,6
УРКТ-1 . . .	10	70—130	» 1,60 до 2,25	»	3 100×0,25	155	53×1,5	0,12

\* Плоский провод прямоугольного сечения.

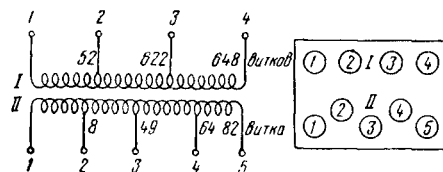
\*\* При использовании в локомотивной сигнализации ТК-3 является повышающим трансформатором; в этом случае 220 в будет относиться ко вторичной обмотке.

Таблица 60

Размеры и вес низковольтных трансформаторов

Тип трансформатора	Высота	Длина	Ширина	Вес в кг	Схема обмотки показана на фигуре
	в мм				
РТ-1 (старый) . . . . .	133	120	79	1,3	—
РТ-1 (новый) . . . . .	132	76	80	1,1	—
РТЭ-1 (старый) . . . . .	102	140	170	3,35	—
РТЭ-1 (новый) . . . . .	140	165	95	3,6	—
СТ-1 (старый) . . . . .	120	125	101	2,9	268, а
СТ-1 (новый) . . . . .	125	125	95	3,5	268, б
СОБС . . . . .	135	165	95	3,2	269
ПОБС-1, 2, 75 . . . . .	204	255	140	9,2—11,3	270—271
ТК-1, 2, 3 . . . . .	165	160	105	3,5—3,9	272
ТИ-1 . . . . .	165	160	105	3,5	—
ТИ-2 . . . . .	225	180	140	9,5	—
УРКТ-1 . . . . .	165	160	105	3,9	—

Номинальное напряжение на первичной обмотке ПОБС-1 — 100—110 в; ПОБС-2 — 110 или 220 в; ПОБС-1 и ПОБС-2 имеют одинаковые вторую и третью (регулируемую) обмотки. Обе обмотки секционированы



Фиг. 269. Схема трансформатора СОБС

и дают возможность посредством прямого и обратного соединения секций получить напряжения, указанные в табл. 62 (фиг. 270, 271).

Таблица 61

Напряжения сигнальных трансформаторов СОБС

Обмотка	Напряжение в в	Зажимы	Напряжение в в	Зажимы
Первичная	110	1—4	101	2—4
	105	1—3	97	2—3
Вторичная	13,85	1—5	7,00	2—3
	12,50	2—5	5,50	3—5
	10,85	1—4	3,00	4—5
	9,50	2—4	2,50	3—4
	8,35	1—3	1,35	1—2

СТ — сигнальный трансформатор, предназначенный для питания ламп светофоров (12 в, 15 вт и 12 в, 25 вт) в электрической централизации при питании с поста. Первичная обмотка включается последовательно с реле АРЭ-2.

СОБС — сигнальный трансформатор, предназначенный для питания ламп светофоров (12 в, 15 вт и 12 в, 25 вт) в автоблокировке. Напряжения приведены в табл. 61.

ПОБС-1 и ПОБС-2 — путевые трансформаторы, предназначенные для питания рельсовых цепей переменного тока всех типов, для питания светофорных ламп, а также ламп табло в электрической централизации при местном питании.



Таблица 62

Напряжения путевых трансформаторов ПОБС-1 и ПОБС-2

Зажимы		Напря- жение в в	Зажимы		Напря- жение в в	Зажимы		Напря- жение в в
рабочие	пере- мычки		рабочие	пере- мычки		рабочие	пере- мычки	
$II_1-III_3$	$II_4-III_1$	17,6	$II_2-III_3$	$II_4-III_2$	11,4	$II_1-II_2$	—	5,4
$II_1-III_2$	$II_4-III_1$	17,2	$II_2-II_4$	—	11,0	$II_1-III_2$	$II_2-III_4$	5,0
$II_1-III_3$	$II_4-III_2$	16,8	$II_2-III_2$	$II_4-III_3$	10,6	$II_1-III_1$	$II_2-III_2$	4,6
$II_1-II_4$	—	16,4	$II_2-III_1$	$II_4-III_2$	10,2	$II_2-III_3$	$II_4-III_1$	4,0
$II_1-III_2$	$II_4-III_3$	16,0	$II_2-III_1$	$II_4-III_3$	9,8	$II_2-III_3$	$II_4-III_1$	3,6
$II_1-II_4$	$II_4-III_2$	15,6	$II_2-III_1$	$II_4-III_1$	9,4	$II_2-III_3$	$II_4-III_1$	3,2
$II_1-III_1$	$II_4-III_3$	15,2	$II_2-III_3$	$II_4-III_1$	9,0	$II_2-II_4$	—	2,8
$II_1-III_3$	$II_4-III_1$	14,8	$II_2-III_3$	$II_4-III_2$	8,6	$II_2-III_2$	$II_4-III_3$	2,4
$II_1-III_3$	$II_4-III_1$	14,4	$II_2-III_3$	—	8,2	$II_2-III_1$	$II_4-III_3$	2,0
$II_1-III_3$	$II_4-III_2$	14,0	$II_2-II_4$	$II_4-III_3$	7,8	$II_2-III_1$	$II_4-III_1$	1,6
$II_1-II_3$	—	13,6	$II_2-III_1$	$II_4-III_2$	7,4	$III_1-III_3$	—	1,2
$II_1-III_3$	$II_4-III_3$	13,2	$II_2-III_1$	$II_4-III_3$	7,0	$III_1-III_3$	—	0,8
$II_1-III_1$	$II_4-III_3$	12,8	$II_2-III_1$	$II_4-III_1$	6,6	$III_2-III_3$	—	0,4
$II_2-III_3$	$II_4-III_1$	12,2	$II_2-III_2$	$II_4-III_1$	6,2	—	—	—
$II_2-III_2$	$II_4-III_1$	11,8	$II_2-III_3$	$II_4-III_2$	5,8	—	—	—

Таблица 63

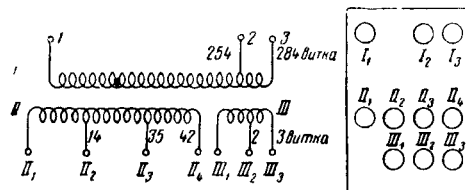
Напряжения комбинированных трансформаторов ПОБС-75

Обмотка I		Сигнальная II		Путевая III	
зажимы	напряжение в в	зажимы	напряжение в в	зажимы	напряжение в в
$I_1-I_3$	500	$II_1-II_3$	30	$III_1-III_4$	7
$I_1-I_4$	440	$II_1-II_4$	26	$III_1-III_3$	5
$I_1-I_3$	380	$II_2-II_1$	22	$III_1-III_2$	4
$I_3-I_4$	320	$II_3-II_3$	18	$III_2-III_4$	3
$I_2-I_3$	260	$II_3-II_4$	14	$III_3-III_4$	2
		$II_1-II_3$	12	$III_3-III_3$	1

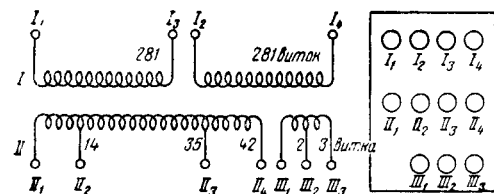
ПОБС-75 — комбинированный (путевой, сигнальный и линейный) трансформатор, предназначенный для питания сигнальных точек

260—500 в напряжение на вторичных обмотках будет, как указано в табл. 63.

Изоляция низковольтных трансформаторов должна выдерживать в течение 1 мин.



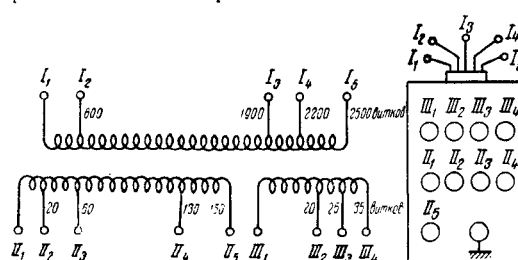
Фиг. 270. Схема трансформатора ПОБС-1



Фиг. 271. Схема трансформатора ПОБС-2

автоблокировки при системе питания 500 в — первичные элементы. Трансформатор обеспечивает напряжение для непосредственного (через выпрямитель или без него) питания ламп светофоров и рельсовых цепей автоблокировки. Напряжения приведены в табл. 63.

При включении первичной обмотки на соответствующее напряжение в пределах



Фиг. 272. Схема трансформатора ПОБС-75

напряжения переменного тока 50 гц, указанное в табл. 64. Мощность источника тока

Таблица 64

Испытательное напряжение низковольтных трансформаторов

Тип трансформатора	Испытательное напряжение в кВ		Мощность испытательного трансформатора не менее в кВ
	на корпус	между обмотками	
ПОБС и СОБС . . .	3,0	1,2	0,5
РТ и СТ . . . . .	1,2	1,2	0,5
ТК, ТП и УРКТ . .	2,0	2,0	1,0

должна быть также не ниже указанной в таблице. Напряжение при испытании должно повышаться постепенно.

### Реактивные и активные сопротивления

Реактор однофазный броневой сухой (РОБС-1) применяют в дроссельных рельсовых цепях переменного тока в качестве ограничивающего сопротивления; он имеет сердечник броневых типа с регулируемым воздушным зазором.

Электрические характеристики: полное сопротивление переменному току 50 гц,  $0,74 \text{ ом} \pm 5\%$  при воздушном зазоре 0,4 мм; сила тока до 13,5 а; омическое сопротивление 0,021 ом. Данные обмотки: 32 витка диаметром по меди 3,05 мм. Габаритные размеры:  $160 \times 120 \times 88 \text{ мм}$ , вес 3,3 кг. Температура нагревания должна быть не более  $50^\circ$  при пропускании силы тока 13,5 а в течение 15 мин. Изоляция испытывается аналогично трансформаторам РТ и СТ.

Активные сопротивления (табл. 65) применяют в рельсовых и линейных цепях (40 ом); изготавливают их из никелина на фарфоровом каркасе.

Таблица 65

Типы активных сопротивлений

Величина сопротивления в ом	Диаметр проволоки в мм	Допустимый ток в а	Перегрев от тока		Габаритные размеры в мм
			в а	в $^\circ\text{C}$	
2,2	2,0	10	6	120	235×55×209
14	0,6	1,0	10	160	130×25×85
40	0,4	0,5	0,5	120	130×25×85
400	0,2	0,2	0,2	100	130×25×85
6	1,0	3,3	3,3	120	163×52×122
1,2	0,9	3,0	3,0	100	130×25×85

## ВЫПРЯМИТЕЛИ

### Сухие выпрямители

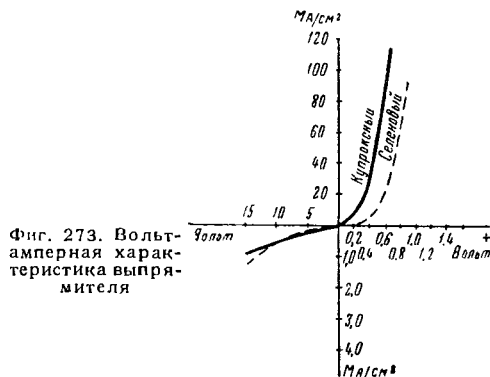
В устройствах СЦБ применяют купроксные и селеновые выпрямители.

Элемент купроксного выпрямителя — медная пластина, термическим способом покрытая с одной стороны закисью меди ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ). Слой на границе меди и закиси меди обладает односторонней проводимостью от закиси меди к меди.

Качество выпрямительного элемента определяют вольтамперной характеристикой и сопротивлением элемента прямому и обратному току. Вольтамперная характеристика и зависимость сопротивления элемента от силы тока для купроксных и селеновых выпрямительных элементов показаны на фиг. 273 и 274. Отношение сопротивления обратного тока ( $R_o$ ) к сопротивлению прямого тока ( $R_n$ ) называется коэффициентом выпрямления и зависит от приложенного напряжения (фиг. 275) и температуры пластин. Повышение температуры выше  $+20^\circ$  вызывает постепенное уменьшение коэффициента выпрямления. При низких температурах возрастает сопротивление пря-

мому току, т. е. коэффициент выпрямления тоже ухудшается.

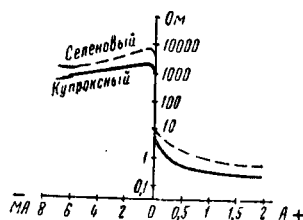
Коэффициент выпрямления обычно имеет значения в пределах 500—1 500, значительно повышаясь у высококачественных выпрямительных элементов. Допустимая плотность тока 0,05—0,07 а на  $1 \text{ см}^2$ . Обратное напряжение на одну пластину 3—4 в. Пробивное напряжение 25—30 в.



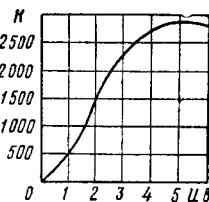
Фиг. 273. Вольт-амперная характеристика выпрямителя

С течением времени имеет место старение выпрямительных элементов (повышение сопротивления прямому току), более быстрое при работе выпрямителя в условиях повышенной температуры.

Элемент селенового выпрямителя — стальная шайба толщиной 1—1,5 мм, с одной стороны которой нанесен слой селена (0,05—0,08 мм), покрытый специальным сплавом. Переходный слой селен-сплав имеет одностороннюю проводимость от селена к сплаву.



Фиг. 274. Зависимость сопротивления выпрямителя от силы тока



Фиг. 275. Зависимость коэффициента выпрямления от приложенного напряжения

Допустимая длительная плотность тока 0,04 а на  $1 \text{ см}^2$ . Обратное напряжение на одну пластину допускается 15—18 в. Пробивное напряжение 40—50 в. Падение напряжения прямого тока не более 1,0—1,5 в на элемент. При изготовлении элемент подвергают электрической формовке, увеличивающей сопротивление обратному току. Первые 1 000—2 000 часов работы выпрямителей вызывают их старение — уменьшение выпрямленного напряжения на 10—15%, после чего характеристики их остаются длительное время неизменными.

Селеновые выпрямители имеют преимущества перед купроксными, лучше выдерживая перегрузки и перегрев, а также имея большее пробивное напряжение.

**Купроксные выпрямители для устройств СЦБ**

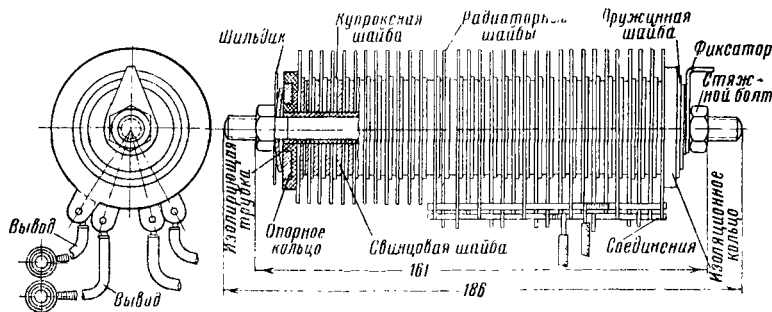
Выпрямительный элемент — медный диск диаметром 41 мм, толщиной 1,3 мм. Собирают элементы в столбики (фиг. 276) вместе с радиаторными пластинами (для лучшей теплоотдачи) по однополупериодной схеме или мостовой схеме. Число элементов в плече определяется силой тока (не более 0,3 а на элемент) и напряжением (не более 3 в на элемент).

Основными типами выпрямителей, монтируемых вместе с трансформаторами, стол-

(фиг. 278). Коэффициент полезного действия выпрямителей вместе с трансформатором — 30—50%.

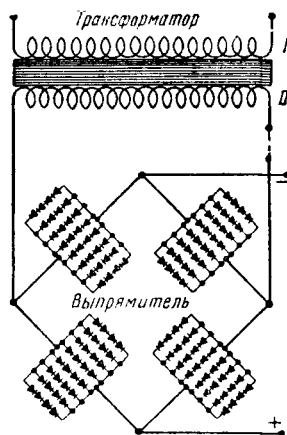
Зависимость силы тока нагрузки от напряжения выпрямленного тока для различных положений магнитного шунта выпрямителя КТВ-1 показана на фиг. 279. Зависимость силы выпрямленного тока и напряжения от температуры для выпрямителя СТВ показана на фиг. 280.

Нормальная работа выпрямителя обеспечивается при окружающей температуре до +40°.



Фиг. 276. Столбик выпрямителя

бики которых собираются по схеме Греча (фиг. 277 для КТВ), являются: ПТВ (путевой трансформатор-выпрямитель), СТВ (сигнальный) и КТВ (комбинированный).



Фиг. 277. Схема выпрямителя КТВ

ПТВ и СТВ служат для буферной работы с путевой (1 элемент) и сигнальной (6 элементов) аккумуляторными батареями. КТВ служит для буферной работы с аккумуляторной батареей (6 элементов) в схеме питания электрической централизации и других устройств.

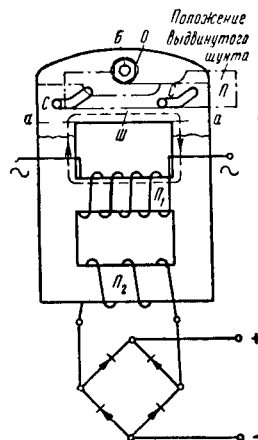
До 1936 г. выпускали выпрямители РТВ (релейные), предназначенные для работы совместно с реле НР-1/110 ом в рельсовых цепях переменного тока.

Трансформатор выпрямителей ПТВ, СТВ и КТВ даёт возможность регулировать напряжения при помощи магнитного шунта

После 1945 г. аналогичные выпрямители выпускают под названием ВАК (выпрямительные агрегаты купроксные).

Электрические характеристики и другие данные выпрямителей приведены в табл. 66.

Кроме выпрямителей, монтируемых с трансформаторами, выпускаются клапанные выпрямительные столбики, собранные по однополупериодной схеме совместно с огневым реле постоянного тока в цепи переменного тока, для создания замедления работы реле и других целей.



Фиг. 278. Схема трансформатора-выпрямителя

**Селеновые выпрямители для устройств СЦБ**

Выпрямительный элемент — стальной диск диаметром 67 или 90 мм, покрытый слоем селена. Собираются элементы в столбики по однополупериодной или мостовой схеме. Число элементов в плече определяется силой тока (не более 1,2 а при шайбе диаметром 67 мм и 2,2 а при шайбе диаметром 90 мм) и напряжением (не более 6 в на элемент).

Выпрямители ПТВС-1, СТВС-1 и КТВС-1, а также ВС-1, ВС-2 и ВС-3 (выпрямитель селеновый) аналогичны по характеристикам и назначению соответственно выпрямителям ПТВ-2, СТВ 2 и КТВ-2 (см. табл. 66).

Таблица 66

## Характеристики купроксных и селеновых выпрямителей

Тип	Электрические характеристики										Размеры в мм	Вес в кг	
	напряже- ние вы- прямлен- ного тока в в не менее	сила выпрямленного тока в а		обратный ток		Данные столбика		Обмотки трансформатора					
		при выдвинутом шунте	при вдви- нутом шунте	при тем- пературе —35° не менее	напряже- ние акку- мулятор- ных бата- рей в в					сила об- ратного тока не более ма			
													не менее
ПТВ-1 . . . . .	2,2	2,4	2,8	0,45	1,3	2,0	30	32	8	1 320×0,51	94×2,02	175×240×210	7
ПТВ-2 . . . . .	2,2	2,2	2,6	0,45	1,3	2,0	18	48	6	1 320×0,51	94×2,02	175×240×210	7
ВАК-15 . . . . .	2,2	2,0	2,4	0,45	1,3	2,0	18	24	6	1 320×0,51	94×2,02	175×240×210	7
ПТВ-3 . . . . .	13,2	0,6	—	0,10	0,3	12	25	36	3	1 320×0,51	320×1,16	175×240×210	7
СТВ-1 . . . . .	13,2	0,6	0,8	0,09	0,3	12	18	32	2	1 320×0,51	320×1,16	175×240×210	7
ВАК-8 . . . . .	13,2	2,4	3,0	0,4	1,3	12	45	128	—	600×0,86	200×1,45	194×310×220	13
КВТ-1 . . . . .	13,2	2,4	3,0	0,4	1,3	12	25	96	—	600×0,86	200×1,45	175×310×220	13
КВТ-2 . . . . .	19,8	2,4	3,0	0,4	1,3	18	30	—	—	—	—	194×310×220	13
ВАК-10 . . . . .	19,8	2,4	3,0	0,4	1,3	18	30	4	—	10 400×0,1	1 250×0,2	92×163×91	1,6
КТВ-3 . . . . .	19,8	2,4	3,0	0,4	1,3	18	30	8	—	10 400×0,1	1 250×0,2	92×163×91	1,6
РТВ-1 . . . . .	2,2	2,2	—	—	—	2,0	30	8	2	1 100×0,55	115×1,45	173×220×200	—
РТВ-2 . . . . .	13,2	0,6	—	—	—	12,0	25	8	1	1 100×0,55	—	173×220×200	—
ПТВС-1 . . . . .	13,2	2,2	—	—	—	12,0	45	8	1	—	—	173×220×225 164×215×161	—
ВС-1 . . . . .	13,2	2,2	—	—	—	12,0	45	8	1	—	—	—	—
СТВС-1 . . . . .	13,2	2,2	—	—	—	12,0	45	8	1	—	—	—	—
ВС-2 . . . . .	13,2	2,2	—	—	—	12,0	45	8	1	—	—	—	—
КТВС-1 . . . . .	13,2	2,2	—	—	—	12,0	45	8	1	—	—	—	—
ВС-3 . . . . .	13,2	2,2	—	—	—	12,0	45	8	1	—	—	—	—

Работает совместно с реле НР-1/110 ом. См. табл. 37

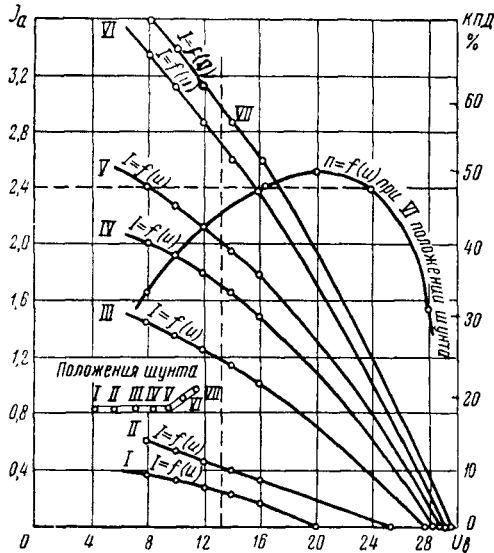
Примечания. 1. Напряжение первичной обмотки трансформатора для всех выпрямителей—110 в.  
2. Для выпрямителей ПТВС и СТВС применяются шайбы 67 мм и для выпрямителей КТВС—90 мм.

Работает совместно с реле НР-1/110 ом. См. табл. 37

Примечания. 1. Напряжение первичной обмотки трансформатора для всех выпрямителей—110 в.  
2. Для выпрямителей ПТВС и СТВС применяются шайбы 67 мм и для выпрямителей КТВС—90 мм.

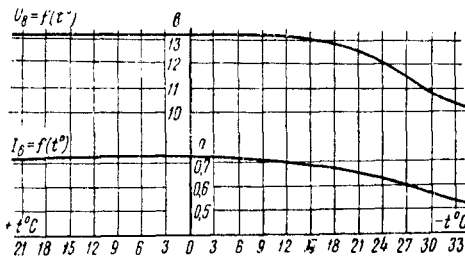
Кроме того, выпускаются клапанные выпрямители различных типов, аналогичных купроксным (см. выше).

Трансформаторы выпрямителей ПТВС, СТВС и КТВС аналогичны трансформаторам выпрямителей ПТВ, СТВ и КТВ.



Фиг. 279. График зависимости силы тока нагрузки от напряжения выпрямленного тока

Трансформаторы выпрямителей ВС (фиг. 281) отличаются от трансформаторов выпрямителей ПТВС, СТВС и КТВС конструкцией магнитного шунта, при которой имеется возможность более широкой регулировки си-



Фиг. 280. График зависимости силы выпрямленного тока и напряжения от температуры

лы тока (до нуля). К. п. д. выпрямителя вместе с трансформатором 30—50%.

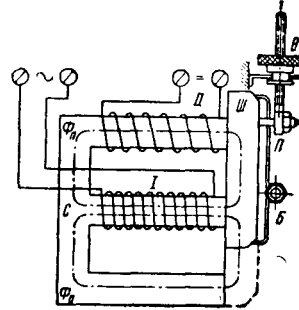
Схемы включения и регулировочные характеристики ВС показаны на фиг. 282.

### Испытания выпрямителей

Электрические характеристики выпрямителя снимают при холодном состоянии столбика и при температуре окружающей среды 15—30° С. Силу прямого тока для разных положений шунта определяют при нагрузке выпрямителя на сопротивление. Силу обратного тока определяют при подключении к выпрямителю аккумуляторной батареи номи-

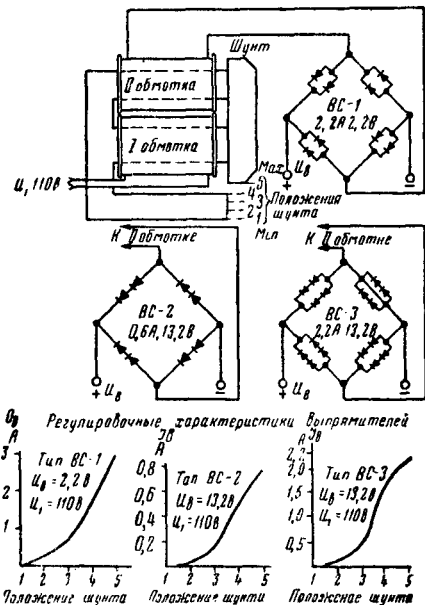
нального напряжения и отключении переменного тока.

Выпрямленный ток при низкой температуре измеряют после 1—2-часового нахождения выпрямителя при температуре 30—35° во включенном состоянии.



Фиг. 281. Сердечник трансформатора выпрямителя ВС и схема обмоток

Нагрев выпрямителя определяют при шунте, выдвинутом до упора, с активным сопротивлением в качестве нагрузки. Температуру нагрева определяют термпарой или термо-



Фиг. 282. Схема включения и регулировочные характеристики селеновых выпрямителей

метром на радиаторных пластинах после 0,5—1 часа с момента установившейся температуры.

Измеренная температура не должна превышать окружающую более чем на 25° С.

Изоляция между обмотками катушек и сердечником и между выходными клеммами и корпусом должна выдерживать в течение 1 мин. напряжение переменного тока (50 гц) 1 000 в. Источник испытательного напряже-

ния должен иметь мощность не менее 0,5 квт с практически синусоидальной кривой напряжения.

После пребывания выпрямителя в помещении с температурой 15—25° и относитель-

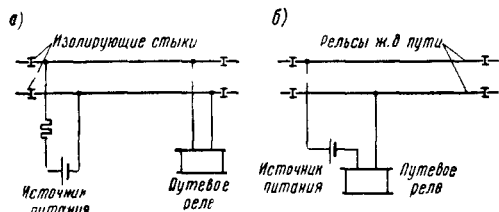
ной влажностью не ниже 95% в течение 24 час. и последующей просушки в течение 6 час. при влажности до 65% сопротивление изоляции должно быть не менее 20 мгом с сохранением электрических характеристик.

## РЕЛЬСОВЫЕ ЦЕПИ

### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Рельсовой цепью называют электрическую цепь, двумя проводниками которой являются рельсы железнодорожного пути, ограничиваемые с обеих сторон изолирующими стыками.

Каждая рельсовая цепь имеет источник питания и реле (путевое реле), включение которых для нормально замкнутой рельсовой цепи показано на фиг. 283, а и для нормально разомкнутой рельсовой цепи на фиг. 283, б.



Фиг. 283. Рельсовые цепи

В нормально замкнутой рельсовой цепи при свободности её от подвижного состава путевое реле находится под током, замыкая свои фронтные контакты. При наличии на рельсовой цепи подвижного состава его скаты, имеющие малое сопротивление, шунтируют обмотку реле, и реле остаётся без тока, размыкая свои фронтные контакты.

В нормально разомкнутой рельсовой цепи, наоборот, при свободности её от подвижного состава путевое реле находится без тока, а при занятости цепь путевого реле замыкается и оно возбуждается.

Рельсовые цепи позволяют осуществить автоматическую связь показаний сигнала с состоянием (свободностью или занятостью) определённого участка пути, подать на пост, откуда производится управление движением, сигнал контроля состояния пути, исключить возможность перевода стрелок под поездом и т. д.

Рельсовые цепи широко используются на железных дорогах в системах автоматической блокировки, электрической централизации стрелок и сигналов, локомотивной сигнализации и др., являясь одним из основных элементов этих устройств.

### Классификация рельсовых цепей

1. По схеме: а) нормально замкнутые, б) нормально разомкнутые.

Нормально замкнутые рельсовые цепи обеспечивают надёжное отпущение якоря реле при занятости пути, исключая возможность оставления реле под током при занятом пути при любых повреждениях в устройствах рельсовых цепей. Поэтому они нашли широкое

применение во всех указанных выше системах устройств СЦБ. Нормально разомкнутые рельсовые цепи, как не дающие такой надёжности, но обеспечивающие быстроту срабатывания реле, применяют только в электрической централизации на механизированных горках.

2. По способу питания: а) непрерывного тока, б) кодированного тока.

3. По роду тока: а) постоянного тока на участках с паровой тягой, б) переменного тока нормальной частоты (50 гц) на участках с электротягой, а также повсеместно на станциях при электрической централизации стрелок, в) переменного тока повышенной частоты на участках с электротягой переменного тока.

4. По использованию рельсов для тягового тока на участках с электротягой: а) двухниточные, б) однопутевые.

На дорогах Советского Союза применяют нормально замкнутые рельсовые цепи, приведённые в табл. 67 и на фиг. 284.

### Характеристики рельсовых цепей

(расчётные данные)

<b>Сопротивление рельсов постоянному току:</b>	
при стальных штепсельных соединителях . . . . .	0,6 ом/км
при стальных приварных соединителях . . . . .	0,2 »
<b>Сопротивление рельсов переменному току (для частоты 50 гц):</b>	
при стальных штепсельных соединителях фазовый угол 56° (инд.) . . . . .	1,0 »
при медных приварных соединителях фазовый угол 65° (инд.) . . . . .	0,8 »
<b>Сопротивление песчаного балласта:</b>	
при мокрой погоде (норма) . . . . .	не ниже 1,0 ом·км до 100—150 ом·км
сильно промёрзшего . . . . .	

Зависимость сопротивления рельсов и затухания рельсовой цепи от частоты тока показана на фиг. 285.

При плохом состоянии рельсовой цепи (касание балластом подошвы рельсов, загрязнённость балласта, гнилые шпалы и т. д.), при мокрой погоде сопротивление балласта снижается до 0,5—0,6 ом·км; при наличии шпал, пропитанных металлическими солями, при солончаковых почвах, при пропитке балласта и шпал соляными растворами сопротивление снижается до 0,2—0,3 ом·км. Для незагрязнённого щебёночного балласта сопротивление балласта при мокрой погоде не опускается ниже 2,0 ом·км.

### Основные требования к рельсовым цепям

1. Надёжное притяжение якоря (сектора) путевого реле при свободном участке и при наименьшем возможном напряжении

Таблица 67

## Нормально замкнутые рельсовые цепи

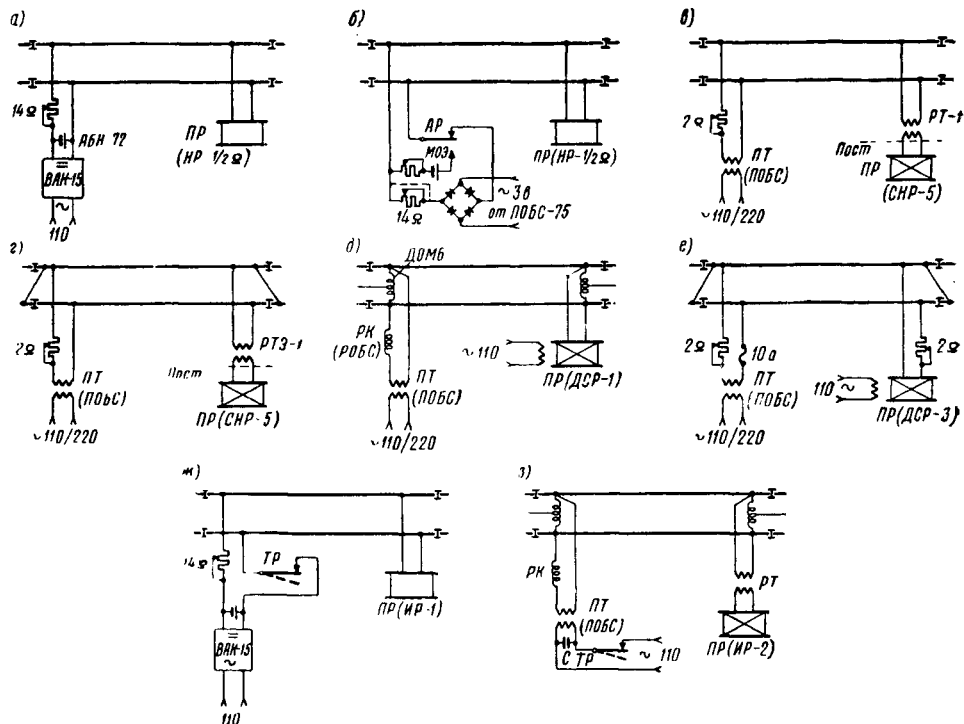
Тип рельсовой цепи	Основное назначение	А п п а р а т у р а			Наибольшая длина в м	Примечание
		источник питания	ограничивающее сопротивление	реле		
При паровой тяге						
Постоянного тока (фиг. 284, а и б)	На перегонах и станциях при автоблокировке	Один аккумулятор в буфере с выпрямителем или 1—3 первичных элемента	Омическое 14 ом	НР-1 2 ом	1 500	См. главу «Автоматическая блокировка»
Переменного тока (фиг. 284, в)	На средних и крупных станциях при электрической централизации	Трансформатор ПОВС-1 или ПОВС-2	Омическое 2 ом	СНР-5 с трансформатором РТ-1	1 200	—
Переменного тока	На перегонах и станциях при автоблокировке	То же	То же	ДСР-1	1 500	При перспективе перехода на электропуть в ближайшие 3 года
Постоянного тока кодовая (фиг. 284, ж)	На перегонах при кодовой автоблокировке, в проводной автоблокировке с длинными рельсовыми цепями или с низким сопротивлением балласта	Один аккумулятор в буфере с выпрямителем или 1—3 первичных элемента	Омическое 14 ом	ИР-1 0,3 ом	3 000	—
При электрической тяге						
Переменного тока двухфазная (фиг. 284, д)	На перегонах и станциях при автоблокировке	Трансформатор ПОВС-1 или ПОВС-2	Реактор РОБС	ДСР-1	1 700	—
То же	То же	То же	Омическое 2 ом	ДСР-3а	1 500	—
Переменного тока двухфазная кодовая (фиг. 284, з)	На перегонах при кодовой автоблокировке, в проводной автоблокировке с длинными рельсовыми цепями или с низким сопротивлением балласта	»	Реактор РОБС	ИР-2 с трансформатором	3 000	—
Переменного тока однофазная (фиг. 284, е)	На станциях при электрической централизации или увязке с автоблокировкой	»	Омическое 2 ом	ДСР-3	500	С защитным сопротивлением на релейном конце 2 ом
То же (фиг. 284, е)	То же	»	То же	СНР-5 с трансформатором РТ9-1	850	То же

источника тока, наименьшем сопротивлении балласта и номинальном сопротивлении рельсов.

2. Надёжное отпускание якоря (сектора) путевого реле при шунтировании рельсовой цепи в любой её точке сопротивлением 0,06 ом.

Значение предельного сопротивления шунта должно быть не менее 0,06 ом.

Действительное сопротивление поездного шунта обычно менее 0,01—0,02 ом и состоит из сопротивления колёсных пар и переходного сопротивления рельс — бандаж; оно



Фиг. 284. Схемы применяемых на сети рельсовых цепей

За режим надёжного отпускания в рельсовой цепи постоянного тока принимают наличие в путевом реле тока, не превышающего 60% номинальной величины тока отпускания при сопротивлении рельсов, равном 50% от расчётного, при наибольшем возможном напряжении источника питания и при отсутствии утечки через балласт.

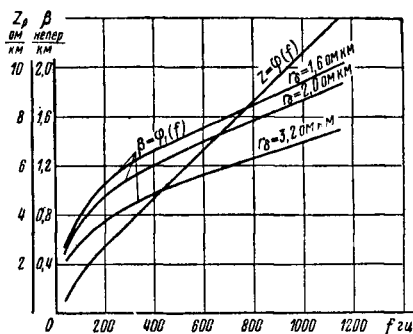
За режим надёжного отпускания в рельсовой цепи переменного тока принимают наличие в путевом реле тока, не превышающего 90% тока отпускания для секторных реле и 60% для электромагнитных при расчётном сопротивлении рельсов и при отсутствии утечки через балласт.

3. Исключение возможности возбуждения путевого реле от источника тока соседней рельсовой цепи при сходе стыков или от постороннего источника тока. Невозможность возбуждения путевого реле при лопнувшем рельсе.

#### Шунтовая чувствительность рельсовых цепей

Предельным сопротивлением шунта рельсовой цепи называют то наибольшее сопротивление шунта, при котором имеет место режим надёжного отпускания якоря (сектора) путевого реле.

может повыситься до десятых долей и даже нескольких омов (редко выше) при ржавчине на поверхности рельсов, обледенении, загрязнении головки рельсов и от других причин.



Фиг. 285. Зависимость сопротивления рельсов и затухания рельсовой цепи от частоты тока

Шунтовая чувствительность проверяется на всех рельсовых цепях наложением на рельсы испытательного шунта. Испытательный шунт—провод с зажимами для присоединения к рельсам, имеющий сопротивление

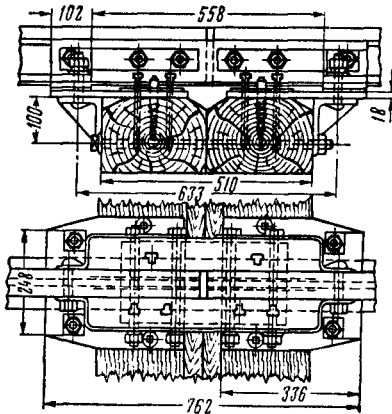


0,06 ом. Шунт накладывается на концах рельсовой цепи, а в разветвлённой рельсовой цепи — ещё и на конце ответвления.

### ЭЛЕМЕНТЫ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

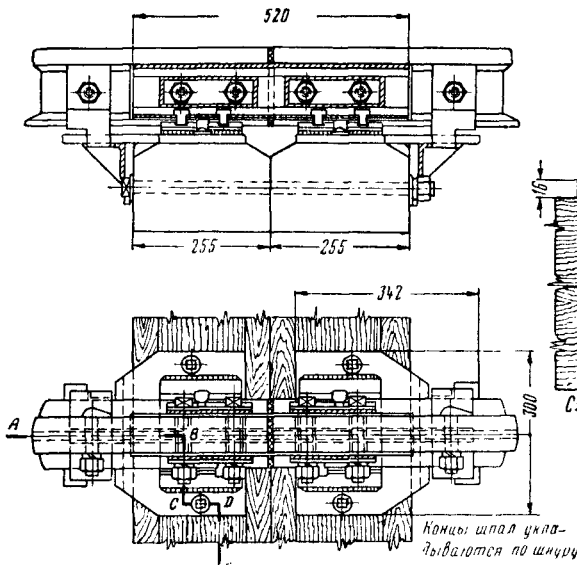
#### Изолирующий стык

Для электрической изоляции смежных рельсовых цепей друг от друга применяют изо-



Фиг. 286. Изолирующий стык с буквыми накладками

лирующие рельсовые стыки. На сети применяют три типа изолирующих стыков:



Фиг. 287. Изолирующий стык с металлическими накладками

1) с буквыми накладками (фиг. 286);  
2) с металлическими накладками (фиг. 287);  
3) с лигнофолевыми накладками (фиг. 288).  
Основным типом изолирующего стыка для применения на сети принят последний.

Под всеми изолирующими стыками для лучшего стока воды и укрепления стыка применяют щебеночный балласт.

#### Стыковые соединители

Для лучшего электрического соединения звеньев рельсов на стыке применяют четыре типа стыковых соединителей:

1) штепсельные из двух стальных 5-мм проволок 6605 (фиг. 289); требуют сверла  $D = 9,8$  мм; применяют при паровой тяге; укрепляют к болту накладки клипсой;

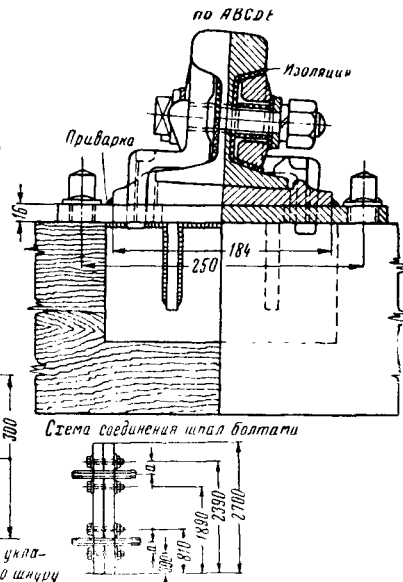
2) из гибкого медного троса приварные электро- или газосваркой сечением 95 мм<sup>2</sup> ЦОЭ-1126 (фиг. 290); применяют при электротяге;

3) приварные (термитной сваркой); для участков с паровой тягой из гибкого стального 6-мм троса (фиг. 291) и для участков с электротягой из гибкого медного троса сечением 75 мм<sup>2</sup> (фиг. 292). Приварку производят при помощи тигель-формы (фиг. 293) и термитного порошка специального состава;

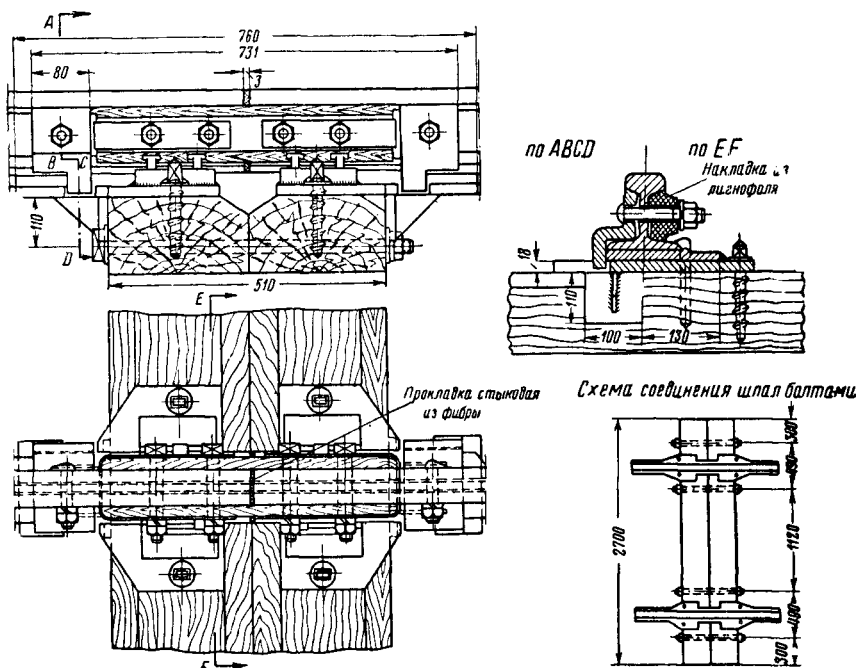
4) штепсельные головочного типа (фиг. 294).  
Наибольшее распространение имеют соединители 1-го и 2-го типов. В дальнейшем намечается постепенный переход на соединители, привариваемые термитной сваркой.

#### Рельсовые соединители

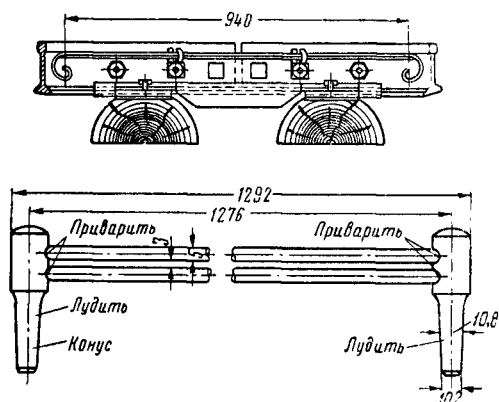
Для соединения между собой отдельных участков рельсовой цепи применяют четыре типа рельсовых соединителей.



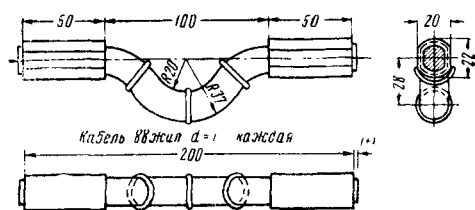
1) перекидные — для соединения отдельных участков разветвлённой рельсовой цепи;  
2) косые — для пропуска тягового тока на изолирующих стыках при односторонних рельсовых цепях;



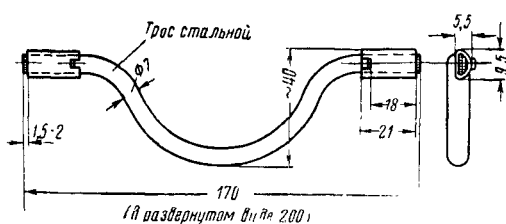
Фиг. 288. Изолирующий стык с лигнофолевыми накладками



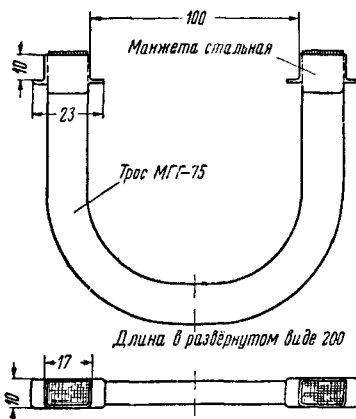
Фиг. 289. Стыковые соединители штепсельного типа



Фиг. 290. Стыковые соединители приварные (электросваркой)



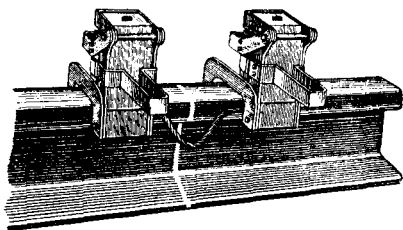
Фиг. 291. Стыковые соединители приварные (термитной сваркой) из стального троса



Фиг. 292. Стыковые соединители приварные (термитной сваркой) из медного троса

3) поперечные для соединения тяговых ниток рельсовой цепи или средних точек стыковых дросселей нескольких путей;

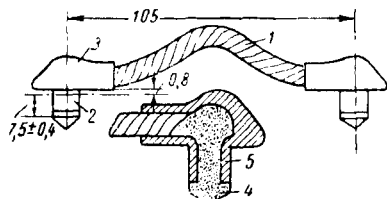
4) обходные для обхода сборных крестовин на стрелках и глухих пересечениях.



Фиг. 293. Тигель-форма

Рельсовые соединители изготовляют из стального оцинкованного троса сечением 50 мм<sup>2</sup> ( $d = 8,5$  мм) длиной:

№ 6960 — 0,6 м со штепселями, аналогичными штепселям стыковых соединителей;  
 № 6954 — 1,2 м со штепселями, аналогичными штепселям стыковых соединителей;  
 № 6955 — 3,3 м с гайками на штепселях;  
 № 6961 — 6,7 м с гайками на штепселях.



Фиг. 294. Штепсельные стыковые соединители головочного типа:

1—гибкий трос; 2—штепсель; 3—головка наконечника; 4—медный конец штепселя; 5—медный штифт

Соединения, служащие для пропуска тягового тока, должны устанавливаться двойными. Рекомендуется при этом применение медного троса.

### Изоляция стрелок

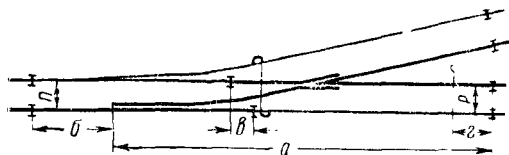
Рельсовая цепь на стрелке отличается по своей схеме от рельсовых цепей на прямом участке пути и называется разветвлённой. Стрелочные переводы должны оборудоваться изоляцией сквозных полос под рамными рельсами и крестовинами, а также изоляцией соединительных тяг и угольников.

Необходимо, чтобы схема установки изолирующих стыков соответствовала схеме рельсовых цепей (см. ниже).

Схемы расположения изоляции для одиночных и перекрёстных стрелок показаны на фиг. 295 и 296.

Разбег между изолирующими стыками не должен превышать 1,5 м. Расстояние от изолирующего стыка до острия стрелки, оборудованной электроприводом, должно опре-

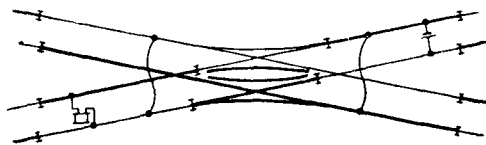
деляться расчётом и, как правило, быть не менее одного полного звена рельса.



Фиг. 295. Схема изоляций одиночных стрелок

$a = 52 \div 62$  м;  $a \leq 1,5$  м;  
 $b > 1$  звена;  $c > 3,5$  м

Типы Ia—IIa — изолируются три соединительных угольника, тяга и две крестовинные полосы. Тип IIIa — изолируются три соединительные полосы, тяга и две крестовинные полосы.

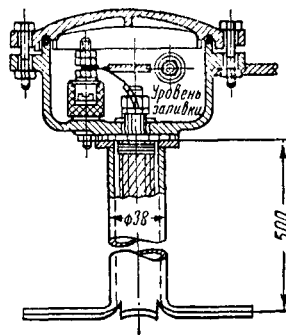


Фиг. 296. Схема изоляции перекрёстных стрелок

Расстояние от изолирующего стыка до предельного столбика должно быть не менее 3,5 м.

### Кабельные стойки (бутлеги)

Для подвода к рельсам соединительных проводов применяют кабельные стойки (бутлеги). Их применяют на один кабель (фиг. 297)



Фиг. 297. Кабельная стойка

и на два кабеля. Устанавливают на расстоянии 150 мм от концов шпал, на высоте 50 мм ниже головки рельса. Перемычки от них из стального троса диаметром 5—6 мм подключают непосредственно к рельсам, за исключением рельсовых цепей со стыковыми дросселями, где перемычки подключаются к шинам дросселя.

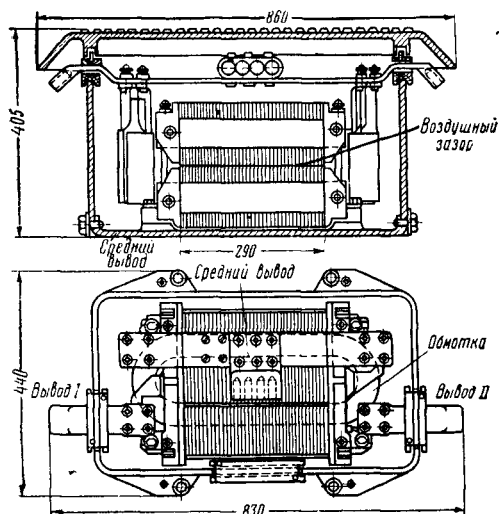
### Путевые ящики

Применяют для установки трансформаторов ПУБС, РТ, РТЭ № 7324 (большой; размеры 450 × 380 × 280 мм), № 6790

(малый; размеры  $294 \times 285 \times 280$  мм) и для установки реле ДСР № 7319 (размеры  $530 \times 390 \times 320$  мм).

### Стыковые дроссели

Стыковые дроссели применяют для пропуска обратного тягового тока в обход изолирующих стыков при электротяге. Они представ-



Фиг. 298. Дроссель А-27

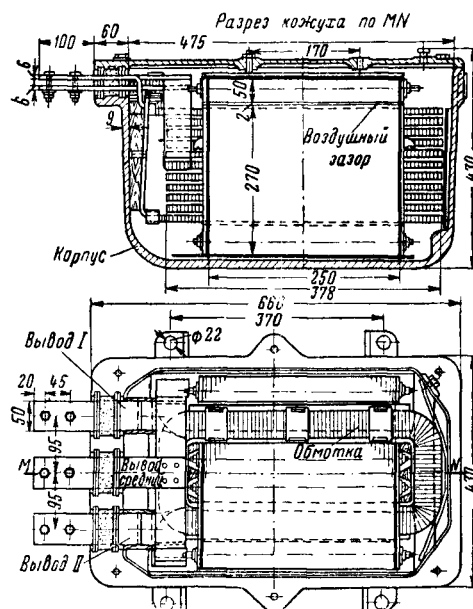
ляют собой катушки из нескольких витков медной шины сечением  $400-500 \text{ мм}^2$  с массивным сердечником из трансформаторной стали.

Сердечник имеет регулируемый воздушный зазор.

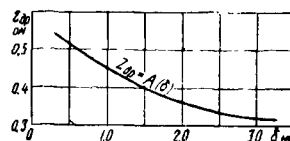
Дроссели применяют типов А-27 (фиг. 298), ДОМБ-750 и ДОМБ-1000 (фиг. 299). С 1947 г. изготавливают только тип ДОМБ (электриче-

ские характеристики и другие данные приведены в табл. 68).

Ранее устанавливали дроссель внутри колеи (фиг. 301), теперь его устанавливают вне



Фиг. 299. Дроссель ДОМБ-1000



Фиг. 300. Зависимость  $Z_0$  от  $\delta$  для дросселя типа А-27.  $\delta$ —воздушный зазор сердечника

Таблица 68

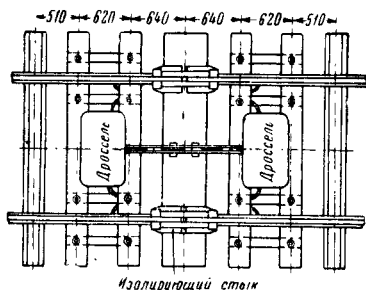
Характеристики стыковых дросселей

Характеристика	А-27	ДОМБ-750	ДОМБ-1000
Номинальный (длительный) тяговый ток на нитку в а . . . . .	750	750	1 000
Сопротивление переменному току 50 гц при напряжении 1 в на обмотке в ом . . . . .	$0,35 \pm 15\%$	$0,35 \pm 15\%$	$0,35 \pm 15\%$
Максимальное уменьшение сопротивления при неуравновешенном тяговом токе в 12% ( $I_{ну}$ ) в % . . . . .	10	10	10
Сопротивление постоянному току при 20°C в ом . . . . .	$0,00054 \pm 15\%$	$0,00054 \pm 15\%$	$0,00045 \pm 15\%$
Фазный угол при напряжении 1 в на обмотке в градусах . . . . .	$80 \pm 3$	$80 \pm 3$	$80 \pm 3$
Испытательное напряжение переменного тока в в . . . . .	2 000	2 500	2 500
Вес без трансформаторного масла в кг . . . . .	—	—	410
Вес заливаемого масла в кг . . . . .	—	—	40

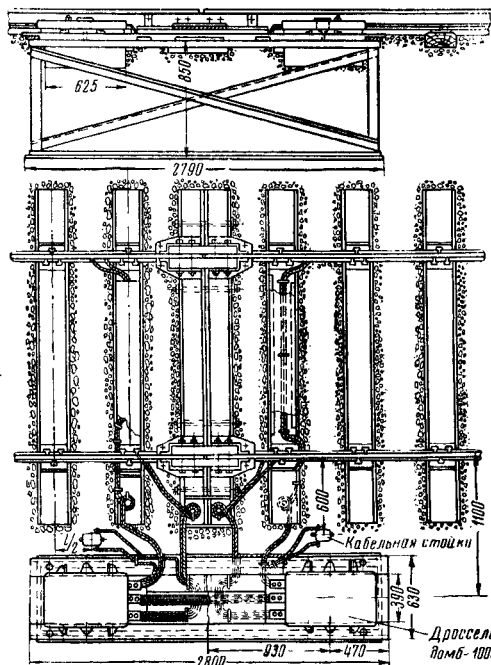
Примечания. 1.  $I_{ну} = \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2} \cdot 100\%$ , где  $I_1$  и  $I_2$ —силы тока в полуобмотках дросселя.

2. Данные в таблице приведены для воздушного зазора  $\delta=2$  мм. Примерная зависимость  $Z_0$  от  $\delta$  для дросселя типа А-27 показана на фиг. 300.

колен по фиг. 302. Дроссель подключается к рельсам двойным голым медным кабелем (МГ) сечением 70—95 мм<sup>2</sup> при помощи расклинивае-



Фиг. 301. Установка дросселя внутри колен



Фиг. 302. Установка дросселя вне колен

мого штепселя или болтового соединения специальной конструкции.

### РЕЛЬСОВЫЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Применяются при паровой и тепловозной тяге при отсутствии вблизи от рельсовой цепи источников блуждающих токов (электротяга, трамвай, заземлённая осветительная сеть постоянного тока и т. д.).

Схемы рельсовой цепи постоянного тока приведены на фиг. 284, а и б.

Типы применяемых рельсовых цепей приведены в табл. 67.

В качестве путевого реле в рельсовых цепях постоянного тока применяют нейтральное электромагнитное реле (НР-1) с сопротивлением обмотки 2 ом. В отдельных специальных

случаях может требоваться применение реле с другим сопротивлением (1,0 ом, 1,4 ом, 4,0 ом).

Ограничивающее сопротивление ( $R_0$ ) служит для ограничения силы тока при шунтированной рельсовой цепи. Создавая падение напряжения в цепи источников питания, оно способствует улучшению шунтовой чувствительности. Применяется сопротивление 14 ом на силу тока 1 а. Величина ограничивающего сопротивления в рельсовых цепях постоянного тока, включая сопротивление соединительных проводов, должна быть не менее 2,0 ом.

При изменении сопротивления балласта от 1 ом км и выше рельсовые цепи регулировки не требуют. При этом напряжение на путевом реле для рельсовой цепи с одним аккумулятором и реле НР-1 2-ом в зависимости от состояния балласта и длины рельсовой цепи должно соответствовать табл. 69.

Таблица 69

Напряжение на путевом реле в в для рельсовой цепи постоянного тока

Длина рельсовой цепи в м	Балласт			
	мокрый (дождь)	влажный (слабый дождь, роса и т. д.)	сухой и слабо промёрзший (замерзший весной и осенью)	сильно промёрзший (зимой в мороз)
Менее 500	0,23	0,25	0,30	0,40
От 500 до 750	0,23	0,27	0,35	0,50
» 750 » 1 000	0,23	0,30	0,40	0,55
» 1 000 » 1 250	0,23	0,33	0,45	0,70
» 1 250 » 1 500	0,23	0,35	0,50	0,80

При наименьшем сопротивлении балласта ниже 1 ом км для длинных рельсовых цепей требуется принятие особых мер, как-то: подрезка и очистка балласта, смена гнилых шпал и т. д. Периодическая регулировка, т. е. понижение напряжения на рельсовой цепи при сухом или промёрзшем балласте и повышение при сыром балласте, применима лишь как временное средство в виде исключения.

Две смежные рельсовые цепи должны иметь обратную полярность.

### РЕЛЬСОВЫЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Эти цепи применяют при электрической тяге или наличии вблизи рельсовой цепи источников блуждающих постоянных токов, а также при электрической централизации (при всех видах тяги) как дающие возможность использования центрального питания с установкой путевого реле на посту и имеющие другие преимущества по сравнению с рельсовыми цепями постоянного тока.

Типы применяемых рельсовых цепей приведены в табл. 67.

В качестве путевого реле в рельсовых цепях переменного тока применяют двухэлементные секторные реле ДСР (индукцион-

ные) и нейтральные электромагнитные реле постоянного тока с купроксными или селеновыми выпрямителями — КНР и СНР.

На электрифицированных участках рельсовые цепи могут быть двухниточными (фиг. 284, д), в которых обратный тяговый ток пропускается по обоим рельсам пути, или однониточными (фиг. 284, е), в которых обратный тяговый ток пропускается по одному рельсу. На перегонах применяют исключительно двухниточные рельсовые цепи. Выбор рельсовой цепи на станции зависит от количества путей и возможной силы тягового тока. Число рельсовых нитей, отведённых для пропуска тягового тока на станции, во всех случаях должно быть не меньшим, чем на перегоне. При прочих равных условиях преимущество должно отдаваться двухниточным рельсовым цепям.

Стыковой дроссель служит для пропуска обратного тягового тока через изолирующий стык в двухниточных рельсовых цепях, представляя для переменного сигнального тока сопротивление 0,3—0,4 ом. При различной силе тягового тока в обеих полуобмотках дросселя, что может иметь место при неодинаковом сопротивлении рельсовых нитей, сердечник последнего намагничивается и сопротивление дросселя переменному току снижается. Чувствительность дросселя к неравномерности тягового тока может изменяться регулировкой его воздушного зазора: чем больше воздушный зазор, тем меньше эта чувствительность. При этом одновременно меняется сопротивление дросселя переменному току, уменьшаясь при увеличении зазора.

Тип ограничивающего сопротивления зависит от типа рельсовой цепи и указан в табл. 67.

В рельсовой цепи с двухэлементными реле ограничивающее сопротивление помимо основного назначения (см. «Рельсовые цепи постоянного тока») способствует получению правильных фазовых соотношений.

В однониточных рельсовых цепях для ограничения силы тягового тока в обмотках трансформатора или реле ограничивающее сопротивление 2 ом устанавливается на обоих концах рельсовой цепи.

В качестве трансформатора на релейном конце рельсовой цепи в этом случае применяют трансформатор РТЭ с воздушным зазором сердечника.

Напряжение на путевом реле (ДСР-1 или ДСР-3а) в рельсовой цепи со стыковыми дросселями независимо от состояния балласта должно быть в пределах 0,4—0,6 в. Напряжение на путевом реле в рельсовой цепи без стыковых дросселей в зависимости от состояния балласта и длины рельсовой цепи должно соответствовать табл. 70.

Напряжение на путевой обмотке реле типа ДСР-3 должно быть в пределах от 0,7 до 1,2 в, причём напряжение выше 1 в допускается только для рельсовых цепей длиной более 300 м при сухом или промёрзшем балласте. При мокром балласте напряжение не должно понижаться менее 0,7 в.

Две смежные рельсовые цепи должны иметь обратные фазы, чтобы замыкание в изолирующем стыке вызвало отключение секторов (якорей) путевых реле. Правильность фаз

Таблица 70

Напряжение на путевом реле при рельсовой цепи переменного тока в зависимости от состояния балласта

Длина рельсовой цепи в м	Балласт			
	мокрый (дождь)	влажный (слабый дождь, роса и т. д.)	сухой и слабо промерзший (заморозки зимой и осенью)	сильно промёрзший (зимой в мороз)
Менее 500 . . . .	0,33	0,40	0,46	0,50
От 500 до 750 . . .	0,33	0,43	0,52	0,60
» 750 » 1 000 . . .	0,33	0,45	0,53	0,70
» 1 000 » 1 250 . .	0,33	0,50	0,70	0,80
» 1 250 » 1 500 . .	0,33	0,53	0,76	0,90

проверяется в дроссельных рельсовых цепях замыканием одного стыка, при этом реле должно отпустить сектор.

Вращающий момент двухэлементного секторного реле, помимо напряжений (или сил тока) на обеих обмотках, зависит от фазового соотношения между ними ( $M = CU_n U_m \cos \Delta\varphi$ ). Для улучшения фазового соотношения (уменьшение отклонения фактического угла между напряжениями обеих обмоток от идеального  $\Delta\varphi$ ) или повышения напряжения на путевом реле элементы и параметры рельсовых цепей должны изменяться в соответствии с табл. 71.

Таблица 71

Изменение характеристик рельсовых цепей переменного тока

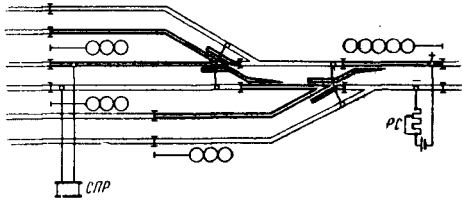
Тип рельсовой цепи	Цель изменения	Изменяемый элемент или параметр рельсовой цепи			
		Длина	$Z_n$ или $R_0$	$Z_{др}$	$R_{сп}$ (пир.)
Дроссельная с ДСР-1	Для улучшения фазового соотношения . . . .	▲	▲	▲	▼
	Для повышения напряжения . .	▼	▼	▲	▼
То же с ДСР-3а	Для улучшения фазового соотношения . . . .	▼	▲	▼	▲
	Для повышения напряжения . .	▼	▼	▲	▼

Условные обозначения:  
 ▲ — требуется увеличение данной величины.  
 ▼ — требуется уменьшение данной величины.

## РАЗВЕТВЛЁННЫЕ РЕЛЬСОВЫЕ ЦЕПИ НА СТАНЦИЯХ

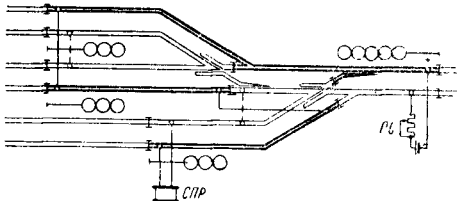
В качестве типовой схемы разветвлённой рельсовой цепи принята схема с параллельным включением ответвлений (фиг. 303). В отдельных случаях может применяться схема с последовательным включением ответвлений (фиг. 304).

Размещение реле и источника тока в схеме разветвлённой рельсовой цепи с параллельным включением ответвлений должно обеспечивать контроль перекидного соединения. При невозможности осуществить такой контроль



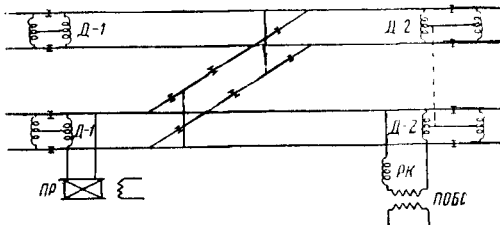
Фиг. 303. Схема разветвлённых рельсовых цепей с параллельным включением ответвлений

перекидное соединение делается двойным. Реле и источник тока стремятся присоединить к рельсам наиболее ответственного пути. Стрелочные переводы при электрической централизации, как правило, нужно выде-



Фиг. 304. Схема разветвлённых рельсовых цепей с последовательным включением ответвлений

лать в самостоятельные рельсовые цепи. Объединение в одной рельсовой цепи нескольких стрелочных переводов допускается только в том случае, если это не идёт в ущерб маневренности в работе станции. При отсутствии централизации в одну рельсовую цепь включают не более трёх стрелок.



Фиг. 305. Схема разветвлённых рельсовых цепей с дросселями

Двухниточные разветвлённые рельсовые цепи (при электротяге) могут иметь по три дросселя или вместо установки третьих дросселей средние точки дросселей двух соседних путей соединяются между собой (см. пунктирную линию на фиг. 305).

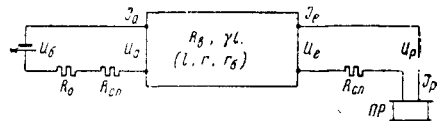
Для осуществления чередования полярности (фазности) двух смежных рельсовых цепей можно применять устройство транспозиций (установки изолирующих стыков с перекрёстными соединениями).

Разветвлённые рельсовые цепи при параллельном включении ответвлений требуют тща-

тельного контроля целостности ответвлений. Для этого наложение испытательного шунта производится на конце ответвления.

## ОСНОВЫ РАСЧЁТА РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Рассматривая рельсовую цепь как электрически длинную линию (фиг. 306) с сопротив-



Фиг. 306. Эквивалентная схема рельсовой цепи постоянного тока

лением на 1 км  $r$  и проводимостью  $g$ , можно написать: постоянная распространения цепи

$$\gamma = \sqrt{rg}; \quad (1)$$

волновое сопротивление цепи

$$R_0 = \sqrt{\frac{r}{g}}. \quad (2)$$

Между напряжениями и токами на концах рельсовой цепи имеют место следующие соотношения:

$$U_a = U_e \operatorname{ch} \gamma l + I_e R_0 \operatorname{sh} \gamma l; \quad (3)$$

$$I_a = I_e \operatorname{ch} \gamma l + \frac{U_e}{R_0} \operatorname{sh} \gamma l. \quad (4)$$

Зависимость  $U_a$  и  $I_a$  от  $U_e$  и  $I_e$  может быть выражена через сопротивление короткого замыкания рельсовой цепи  $R_k$  и холостого хода  $R_x$ :

$$U_a = C U_e \left[ 1 + \frac{R_k}{R_e} \right], \quad (5)$$

$$I_a = C U_e \left[ 1 + \frac{R_e}{R_x} \right], \quad (6)$$

где

$$C = \operatorname{ch} \gamma l = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{R_k}{R_e}}};$$

$$R_e = \frac{U_p}{I_e}; \quad R_k = R_0 \operatorname{th} \gamma l; \quad R_x = \frac{R_0}{\operatorname{th} \gamma l}.$$

Значения  $R_k$  и  $R_x$  могут быть взяты из табл. 72.

### Обычный порядок расчёта рельсовых цепей

Заданы: а) наименьшее и наибольшее напряжение источника питания ( $U_{\min}$  и  $U_{\max}$ ); б) сопротивление, сила тока подъёма и отпускания путевого реле ( $R_p$ ,  $I_p$ ,  $I_{p0}$ ); в) длина рельсовой цепи ( $l$ ) и её электрические характеристики: сопротивление рельсов ( $r$ ) и наименьшее сопротивление балласта ( $g_0$ ) — всё на 1 км; г) сопротивление соединительных проводов ( $R_{cn}$ ).

Требуется определить: а) необходимую величину ограничивающего сопротивления ( $R_0$ ) для нормальной работы и б) обеспеченность заданного поездного шунта (0,06 см).

Т а б л и ц а 72  
Значения  $R_K$  и  $R_X$  в ом

$l$ км	$r=0,3$ ом/км		$r=0,6$ ом/км		$C$
	$R_K$	$R_X$	$R_K$	$R_X$	
0,3	0,090	3,36	0,177	3,40	1,03
0,5	0,147	2,05	0,237	2,09	1,08
0,8	0,226	1,33	0,427	1,41	1,2
1,2	0,316	0,95	0,566	1,06	1,46
1,5	0,370	0,815	0,636	0,94	1,75
2,0	0,440	0,635	0,710	0,85	2,46

Примечания. 1. Таблица дана для  $r_0 = 1$  ом·км.  
2. При  $l < 0,3$  км  $R_K \approx rl$  и  $R_X \approx \frac{r_0}{l}$ .

Из схемы рельсовой цепи находим:

$$U_e = U_p + I_p R_{cn}; \quad I_e = I_p.$$

По формулам (1) и (2) определяем  $\gamma$  и  $R_0$ , а следовательно,  $\gamma l$ ; по таблицам гиперболических функций определяем  $\text{sh } \gamma l$  и  $\text{th } \gamma l$ ; подставляя эти значения в формулы (3) и (4), получаем значения  $U_a$  и  $I_a$ .

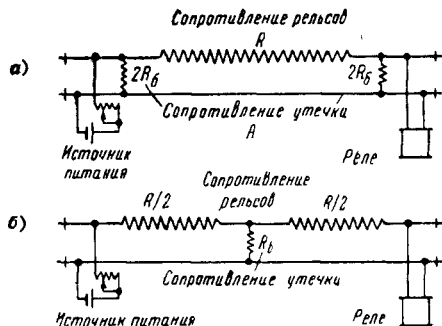
Для питающего конца рельсовой цепи имеем:

$$I_a (R_{cn} + R_0) = U_{\min} - U_a,$$

или

$$R_0 = \frac{U_{\min} - U_a}{I_a} - R_{cn}.$$

Зависимость  $U_a$  и  $I_a$  от  $U_e$  и  $I_e$  может быть также определена, если представить рельсовую цепь в виде цепи с сосредоточенной утечкой по П-образной (фиг. 307, а) или Т-образной (фиг. 307, б) схеме. Это



Фиг. 307. Эквивалентные схемы рельсовых цепей как цепей с сосредоточенной утечкой

упрощает расчёты рельсовых цепей, но несколько снижает их точность.

Для рельсовых цепей с сосредоточенной утечкой:

$$U_a = U_e \left(1 + \frac{RG}{2}\right) + I_e R \left(1 + \frac{RG}{4}\right), \quad (7)$$

$$I_a = I_e \left(1 + \frac{RG}{2}\right) + U_e G, \quad (8)$$

где  $G = \frac{1}{R_0}$ .

Помимо указанных выше основных и наиболее распространённых способов определения  $U_a$  и  $I_a$ , существует ещё ряд способов, из которых должны быть отмечены:

а) графический расчёт по методу профессора Вахнини М. И.;

б) расчёт с применением гиперболических позиционных углов или аргументов нагрузки (например  $\delta_e = \text{arc th } \frac{R_e}{R_0}$ );

в) графо-аналитический метод, основанный на разложении в ряды  $\text{ch } \gamma l$  и  $\text{sh } \gamma l$ .

Для определения предельного сопротивления шунта рельсовой цепи принимают отсутствие утечки через балласт ( $R_0 = \infty$ ) и наибольшее напряжение источника тока. Задавая силой тока в реле при шунтировании  $I_{рш}$  из условия, приведённого на стр. 364, имеем:

при шунте на питающем конце рельсовой цепи

$$R_{шп} = \frac{I_{рш} R_0 (rl + R_e)}{U_{\max} - I_{рш} (R_0 + rl + R_e)}; \quad (9)$$

при шунте на релейном конце рельсовой цепи

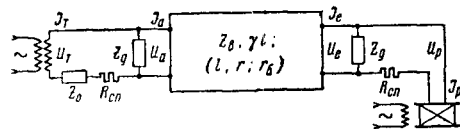
$$R_{шр} = \frac{I_{рш} R_e (rl + R_0)}{U_{\max} - I_{рш} (R_0 + rl + R_e)}. \quad (10)$$

При расчётах достаточно определять предельное сопротивление шунта для концов рельсовой цепи.

Наименьшее предельное сопротивление шунта должно быть не менее 0,06 ом.

## ОСНОВЫ РАСЧЁТА РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Для рельсовых цепей переменного тока (фиг. 308) выражения (1) — (6) (см. «Основы



Фиг. 308. Эквивалентная схема рельсовой цепи переменного тока

расчёта рельсовых цепей постоянного тока) принимают следующий вид:

Постоянная распространения цепи

$$\gamma = \sqrt{Zg}. \quad (1')$$

Волновое сопротивление цепи

$$Z_0 = \sqrt{\frac{Z}{g}}, \quad (2')$$

$$U_a = U_e \text{ch } \gamma l + I_e Z_0 \text{sh } \gamma l, \quad (3')$$

$$I_a = I_e \text{ch } \gamma l + \frac{U_e}{Z_0} \text{sh } \gamma l, \quad (4')$$

или

$$U_a = C U_e \left(1 + \frac{Z_K}{Z_e}\right), \quad (5')$$

$$I_a = C I_e \left(1 + \frac{Z_x}{Z_e}\right), \quad (6')$$

где

$$C = \text{ch } \gamma l = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{Z_K}{Z_e}}}; \quad Z_e = \frac{U_e}{I_e};$$

$$Z_K = Z_0 \text{th } \gamma l; \quad Z_x = \frac{Z_0}{\text{th } \gamma l}.$$



При этом необходимо иметь в виду, что  $Z$ —сопротивление рельсов, а следовательно,  $\gamma$  и  $Z_0$  являются комплексными величинами, так же, как  $U_e$  и  $I_e$ .

Обычный порядок расчёта рельсовых цепей следующий.

Заданы: а) напряжение и сила тока нормальной работы и отпускания путевого реле ( $U_p, U_{p_0}, I_p, I_{p_0}$ ); б) идеальные фазовые соотношения для путевого реле (в случае применения двухэлементных реле); в) длина рельсовой цепи ( $l$ ) и её электрические характеристики: сопротивление рельсов ( $Z$ ) и минимальное сопротивление балласта ( $r_0$ ); г) схема рельсовой цепи и значения сопротивлений включённых в неё элементов (дресселя, ограничивающих сопротивлений) и д) сопротивление соединительных проводов ( $R_{cn}$ ).

Требуется определить: а) напряжение питающего трансформатора, обеспечивающее нормальную работу путевого реле при минимальном сопротивлении балласта, и б) обеспеченность заданного поездного шунта ( $0,06 \text{ ом}$ ).

Определение напряжения питающего трансформатора:

$$U_e = U_p + I_p R_{cn};$$

для рельсовых цепей без стыковых дресселей

$$I_e = I_p;$$

для рельсовых цепей со стыковыми дресселями

$$I_e = U_e \frac{Z_0 + Z_p + R_{cn}}{Z_0 (Z_p + R_{cn})}.$$

По формулам (1') и (2') определяем  $\gamma$  и  $Z_0$ , а следовательно, и  $\gamma l$ . Дальнейший расчёт заключается в определении гиперболических функций комплексной величины ( $\gamma l = \beta l + j\alpha l$ ), что может быть сделано обычным путём, имея в виду следующее:

$$\operatorname{sh} \gamma l = \operatorname{sh} (\beta l + j\alpha l) = S e^{j\varphi_s}, \quad (11)$$

где

$$S = \sqrt{\frac{1}{2} \operatorname{ch} 2\beta l - \frac{1}{2} \cos 2\alpha l};$$

$$\operatorname{tg} \varphi_s = \frac{\operatorname{tg} \alpha l}{\operatorname{th} \beta l};$$

$$\operatorname{ch} \gamma l = \operatorname{ch} (\beta l + j\alpha l) = C e^{j\varphi_C},$$

где

$$C = \sqrt{\frac{1}{2} \operatorname{ch} 2\beta l + \frac{1}{2} \cos 2\alpha l};$$

$$\operatorname{tg} \varphi_C = \operatorname{tg} \alpha l \operatorname{th} \beta l.$$

Определение гиперболических функций может быть значительно проще сделано по номограммам для гиперболических функций комплексных величин.

Зная  $U_e, I_e, \gamma$  и  $Z_0$  и подставляя их значения в формулы (3') и (4'), определяем значения  $U_a$  и  $I_a$ .

Для рельсовых цепей без стыковых дресселей:

$$I_T = I_a; \quad U_T = U_a + I_a (Z_0 + R_{cn}).$$

Для рельсовых цепей со стыковыми дресселями:

$$I_T = I_a + I_0;$$

$$U_T = U_a \left( 1 + \frac{Z_0 + R_{cn}}{Z_0} \right) + I_a (Z_0 + R_{cn}).$$

Значения  $U_a$  и  $I_a$  более просто могут быть определены по известным значениям сопротивлений холостого хода и короткого замыкания рельсовых цепей ( $Z_x$  и  $Z_k$ ) по формулам (5') и (6'). Значения  $Z_x$  и  $Z_k$  для наиболее распространённых типов рельсовых цепей приведены в табл. 73.

При всех расчётах за начало отсчёта векторов рекомендуется принимать вектор тока в путевой обмотке реле или напряжения на нём. В первом случае получившийся в результате расчёта аргумент вектора  $U_T$  даст фактический угол между током путевой и напряжением местной обмоток путевого реле, так как напряжения путевого трансформатора и местной обмотки реле совпадают по фазе.

При отклонении получившегося угла от идеального на величину  $\Delta \varphi$  принятое в расчёте напряжение на двухэлементном путевом реле должно быть увеличено до  $U'_p = \frac{U_p}{\cos \Delta \varphi}$ .

Это вызовет пропорциональное увеличение напряжения питающего трансформатора.

Получившееся в результате расчёта напряжение питающего трансформатора должно быть

Таблица 73

Значения  $Z_x, Z_k$  и  $C$

Длина рельсовой цепи в км	$Z=0,8 \text{ ej}^{65} \text{ ом/км}$						$Z=1,0 \text{ ej}^{56} \text{ ом/км}$					
	$Z_k$		$Z_x$		$C$		$Z_k$		$Z_x$		$C$	
	модуль	аргумент в град.	модуль	аргумент в град.	модуль	аргумент в град.	модуль	аргумент в град.	модуль	аргумент в град.	модуль	аргумент в град.
0,3	0,236	64	3,38	1,0	1,01	2	0,298	55	3,35	1,0	1,025	2
0,5	0,385	61	2,08	3,5	1,04	5	0,470	52	2,13	4,0	1,07	6
0,8	0,590	57	1,36	8,0	1,13	12	0,705	47	1,42	8,5	1,22	14
1,2	0,783	49	1,02	16,5	1,32	25	0,960	40	1,11	15,5	1,35	20
1,5	0,808	44	0,92	20,5	1,57	35	0,975	36	1,02	20,0	1,54	27
2,0	0,930	37	0,86	27,5	2,15	51	1,040	31	0,86	25,0	1,92	36

Примечания. 1. Таблица дана для  $r_0 = 1 \text{ ом км}$ .

2. При  $l < 0,3 \text{ км}$   $Z_k \approx Zl$ ;  $Z_x \approx \frac{r_0}{l}$ .

менее максимального напряжения, которое можно получить от принятого типа путевого трансформатора при минимальном расчётном напряжении питающей сети. (Обычно принимается напряжение на 10–15% ниже номинального.)

Значения  $U_a$  и  $I_a$  могут быть определены более просто, представляя рельсовую цепь цепью с сосредоточенной утечкой. Зависимость  $U_a$  и  $I_a$  от  $U_e$  и  $I_e$  определится в этом случае выражениями (7) и (8) с заменой омического сопротивления рельсов ( $R$ ) комплексным сопротивлением ( $Z$ ).

Для цепи с сосредоточенной утечкой весьма удобным и наглядным является графический способ расчёта, т. е. построением векторной диаграммы рельсовой цепи. Замена реальной рельсовой цепи цепью с сосредоточенной утечкой вызывает некоторую погрешность в расчёте, тем большую, чем длиннее рельсовая цепь. Так, рельсовые цепи до 500 м для практических расчётов всегда можно представлять цепями с сосредоточенной утечкой.

При большей длине такой допуск можно делать только для приближённых расчётов.

Из других способов расчёта аналогично рельсовой цепи постоянного тока могут быть отмечены способы расчёта с применением гиперболических позиционных углов, графо-аналитический способ и способ с применением коэффициентов  $C$  и  $K$ , обычно определяемых по номограммам.

Определение шунтовой чувствительности рельсовых цепей переменного тока ведут с учётом фазовых соотношений, которые при двухэлементных реле могут или ухудшать или улучшать условия шунтирования.

Для определения предельного сопротивления поездного шунта принимается отсутствие утечки через балласт ( $R_\delta = \infty$ ) и наибольшее напряжение питающего трансформатора ( $U_{T \max}$ ). Последнее определяют расчётом регулировочного режима рельсовой цепи (см. выше) с увеличением на возможное колебание питающего напряжения.

Значение предельного сопротивления шунта рельсовой цепи определяют из выражения:

$$R_{ш} = \frac{A_e^{j\varphi_A}}{\frac{U_T}{I_{рш}} - B_e^{j\varphi_B}}. \quad (12)$$

Для рельсовой цепи со стыковыми дроселями:

при шунте на релейном конце рельсовой цепи

$$A = \left[ Z_o + Z_l \left( 1 + \frac{Z_o}{Z_\delta} \right) \right] (Z_p + R_{cn}); \quad (13)$$

при шунте на любом конце рельсовой цепи

$$B = \left[ 1 + \frac{Z_l + Z_o}{Z_\delta} + \frac{Z_o}{Z_\delta} \left( 1 + \frac{Z_l}{Z_e} \right) \right] (Z_p + R_{cn}); \quad (14)$$

$$Z_e = \frac{Z_\delta (Z_p + R_{cn})}{Z_\delta + Z_p + R_{cn}};$$

при шунте на питающем конце рельсовой цепи

$$A = Z_o \left( 1 + \frac{Z_l}{Z_e} \right) (Z_p + R_{cn}), \quad (13')$$

где  $I_{рш}$  — значение тока в обмотке реле, обеспечивающей надёжное отпущение его сектора.

Этими же выражениями нетрудно воспользоваться для рельсовой цепи без стыковых дроселей, исключив из них  $Z_\delta$ .

Приняв за начало отсчёта векторов вектор  $U_T$ , обозначив  $I_{рш} = I_{pш} e^{j\varphi_{рш}}$ , выражение (12) по предложению Брылеева приводится к виду:

$$\frac{1}{I_{рш}} e^{j\varphi_{рш}} = \frac{B_e^{j\varphi_B}}{U_T} + \frac{A_e^{j\varphi_A}}{U_T R_{ш}}. \quad (15)$$

Уравнение (15) при двухэлементном реле имеет неизвестные  $R_{ш} I_{рш}$  (сила тока надёжного отпущения сектора реле при фактическом фазовом соотношении) и  $\varphi_{рш}$  (фактический угол между  $U_T$  и  $I_{рш}$ ) и решается геометрически. Для этого задаются силой тока надёжного отпущения сектора реле при идеальном фазовом соотношении ( $I_\delta$ ) и значением идеального угла между током путевой и напряжением местной обмоток ( $\varphi_a$ ).

Уравнение (15) при одноэлементном реле имеет неизвестные  $R_{ш}$  и  $\varphi_{рш}$ , и решается также геометрически. Для этого задаются силой тока надёжного отпущения якоря реле.

## ИЗМЕРЕНИЕ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

### Общие указания

Основными видами измерений в рельсовых цепях являются измерения: силы тока и напряжения в различных точках цепи, параметров рельсовых цепей (сопротивления рельсов и балласта), фазовых соотношений в рельсовых цепях с двухэлементными реле, сопротивления стыков рельсов.

Для измерения силы тока и напряжения в рельсовых цепях постоянного тока обычно применяют магнитоэлектрические приборы. При этом собственное потребление энергии прибором (в практических пределах его изменения) мало влияет на результаты измерения и с ним можно не считаться.

Для измерения силы тока и напряжения в рельсовых цепях переменного тока применяют электродинамические (в том числе ферродинамические) и детекторные приборы. При этом следует учитывать собственное потребление прибора и стремиться брать приборы с меньшим потреблением мощности. При измерениях на электрифицированном участке следует применять приборы, не реагирующие на присутствие постоянного тока и не искажающие показаний при наличии постоянной составляющей в переменном токе.

При измерениях следует иметь в виду возможность искажения результатов от влияния соседних рельсовых цепей, вследствие чего последние при точных измерениях желательно на время измерения отключать. Необходимо учитывать частые изменения параметров рельсовых цепей по времени, отчего связанные между собой измерения (например измерения силы тока и напряжения для опре-

деления сопротивления) надо производить без больших перерывов, тем более не допуская между двумя измерениями прохода по рельсовым цепям поезда.

Для исключения влияния на результаты измерений блуждающих токов следует при измерениях менять полярность применяемого источника тока. Учитывая, что в рельсовых цепях мы имеем дело с малыми величинами сопротивлений балласта и особенно рельсов, необходимо при выборе схемы измерений стремиться исключать влияние сопротивления подводящих проводов и контактов.

#### Измерение параметров рельсовых цепей

Определение основных параметров рельсовых цепей постоянного тока ( $r$  и  $r_\delta$ ) производят способом холостого хода и короткого замыкания. Определяют

$$R_k = \frac{U_k}{I_k} \text{ и } R_x = \frac{U_x}{I_x},$$

где  $U_k$ ,  $I_k$ ,  $U_x$  и  $I_x$  — соответственно напряжения и силы тока, измеренные на питающем конце рельсовой цепи при коротком замыкании и изоляции на релейном конце.

$$r = \gamma \sqrt{R_x R_k} \text{ ом/км}, \quad (16)$$

$$r_\delta = \frac{\sqrt{R_x R_k}}{\gamma} \text{ ом} \cdot \text{км}, \quad (17)$$

где

$$\gamma = \frac{\operatorname{arctg} \sqrt{\frac{R_k}{R_x}}}{l},$$

или

$$\gamma = \frac{1}{2l} \ln \frac{1 + \sqrt{\frac{R_k}{R_x}}}{1 - \sqrt{\frac{R_k}{R_x}}}.$$

Для определения основных параметров рельсовых цепей переменного тока ( $Z$  и  $r_\delta$ ), кроме определения  $Z_k = \frac{U_k}{I_k}$  и  $Z_x = \frac{U_x}{I_x}$ , требуется определение  $U_e$  (напряжение на релейном конце рельсовой цепи при холостом ходе).

$$|Z| = \sqrt{Z_x Z_k (\beta^2 + 1)} \text{ ом/км}; \quad (18)$$

$$r_\delta = \sqrt{\frac{Z_x Z_k}{\beta^2 + 1}} \text{ ом} \cdot \text{км},$$

где

$$\operatorname{ch} 2\beta l = \frac{U_x^2}{U_e^2} \left( 1 + \frac{Z_k}{Z_x} \right);$$

$$\cos 2\alpha l = \frac{U_x^2}{U_e^2} \left( 1 + \frac{Z_k}{Z_x} \right).$$

Фазный угол рельсов

$$\varphi_p = \varphi_x + \varphi_k,$$

где  $\varphi_x$  и  $\varphi_k$  — аргументы  $Z_x$  и  $Z_k$ .

Для коротких рельсовых цепей (до 500 — 600 м), а также при высоком сопротивлении балласта (сухой или промёрзший балласт) для практических измерений можно принять:

$$r = \frac{R_k}{l}, \text{ или } Z = \frac{Z_k}{l}.$$

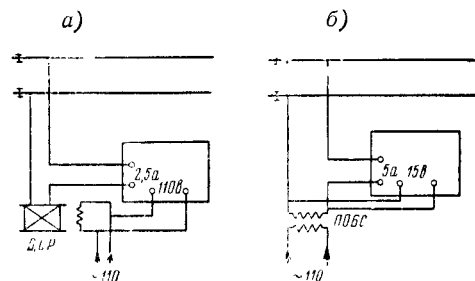
Для коротких рельсовых цепей, а также при низком сопротивлении балласта и нормальном сопротивлении рельсов аналогично можно принять:

$$r_\delta = R_x l, \text{ или } r_\delta = Z_x / l.$$

#### Измерение фазовых соотношений

Измерение фазовых соотношений в рельсовых цепях производят главным образом при двухэлементных путевых реле для выяснения угла сдвига фаз между токами и напряжениями путевой и местной обмоток.

Наиболее удобно измерять фазовые соотношения при помощи фазометра. На фиг. 309, а



Фиг. 309. Схемы включения фазометра

показана схема включения фазометра (модель 480) для определения угла сдвига фаз между током путевой обмотки и напряжением местной обмотки.

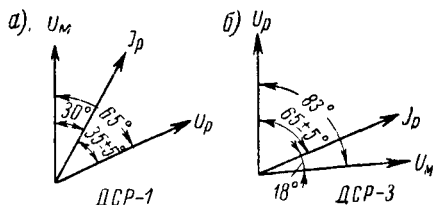
За начало отсчёта векторов принят вектор напряжения. Положение стрелки фазометра и положение переключателя квадрантов покажут, насколько вектор тока опережает вектор напряжения. Следует иметь в виду, что, например, опережение на  $330^\circ$  (IV квадрант) означает отставание на  $30^\circ$ . Таким образом, положение стрелки в IV квадранте будет указывать на отставание вектора тока от вектора напряжения, причём угол может отсчитываться по шкале I квадранта. Переход от II или III квадранта к IV и I может быть произведён переключением концов одной из обмоток прибора.

На фиг. 310 показаны идеальные фазовые соотношения для реле ДСР-1 и ДСР-3.

Измерение фазовых соотношений можно производить также для определения параметров рельсовых цепей (фазового угла рельсов и рельсовых цепей в целом). Схема включения фазометра для этого случая изображена на фиг. 309, б. При этом определяют угол сдвига фаз между током и напряжением на питающем конце рельсовой цепи.

Последнее измерение может быть произведено также методом трёх вольтметров с применением активного сопротивления и последующим расчётом, использующим треугольник, получившийся в результате измерений

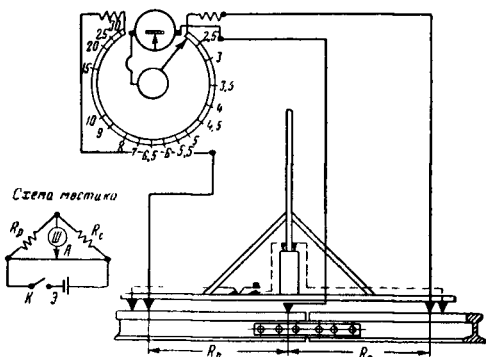
напряжений. (Подробно см. в соответствующих руководствах по электрическим измерениям.)



Фиг. 310. Идеальные фазовые соотношения для реле ДСР-1 и ДСР-3

### Измерение сопротивления стыков рельсов

Для измерения сопротивления стыков рельсов при наличии стыковых соединителей, или без них, обычно применяют схему моста (фиг. 311).



Фиг. 311. Схема измерения сопротивления стыков

По этой схеме сопротивление стыка сравнивается с сопротивлением целого рельса. Положение движка реохорда указывает, во сколько раз сопротивление стыка больше сопротивления отрезка целого рельса. Зная сопротивление отрезка рельса, можно определить сопротивление стыка. Обычно этого не требуется и получившийся отсчет по реохорду уже указывает на исправность или неисправность стыка.

При электротяге описанный прибор может не иметь своего источника питания, в этом случае используется падение напряжения тягового тока в рельсах.

### Нахождение мест повреждений в рельсовых цепях

Место обрыва рельсовых цепей или повышенного сопротивления рельсового стыка может быть обнаружено последовательным измерением напряжения в ряде точек по длине рельсовой цепи. Обрыв рельсовой цепи или повышенное сопротивление будет обнаруживаться более резким изменением или отсутствием напряжения после точки обрыва. При нахождении места по-

вышенного сопротивления желательно замкнуть рельсовую цепь на релейном конце для создания максимального падения напряжения в рельсах, при котором резче будет заметен «скачок» напряжения.

Для отыскания места короткого замыкания в рельсовой цепи переменного тока применяют катушку индуктивности (с сердечником или без него) с телефоном. При поднесении катушки к рельсу, по которому идет переменный ток, в телефоне прослушивается индуктированный ток. Проходя с катушкой вдоль рельсовой цепи, легко обнаружить место короткого замыкания или большой сосредоточенной утечки. За точкой замыкания звук в телефоне более или менее резко снижается, и, поднеся катушку к предполагаемому пути замыкания (как, например, гарнитура стрелки, изолирующий стык), в телефоне будет слышен звук. Для удобства прослушивания целесообразно периодически прерывать цепь питания, создавая импульсы тока в рельсе.

В рельсовых цепях постоянного тока такой же способ может быть применен путем периодического замыкания и размыкания питающей цепи. В этом случае в моменты включения и выключения цепи в катушке будет наводиться э. д. с., достаточная для прослушивания.

### ОСОБЫЕ ВИДЫ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

#### Кодовые рельсовые цепи

Рельсовые цепи, которые получают питание не непрерывно, а кратковременными (порядка 0,1—0,5 сек.) посылками с интервалами между ними, называют кодовыми. Кодовые рельсовые цепи могут быть постоянного тока для участков с паровой тягой и переменного тока для участков с электротягой. Датчиком посылок тока определенной продолжительности и периодичности является трансмиттер—прибор, обрывающий и замыкающий цепь источника питания рельсовой цепи. В качестве путевого реле применяют быстродействующее импульсное путевое реле. Кодовые рельсовые цепи имеют следующие преимущества перед некодовыми:

а) более высокая шунтовая чувствительность и чувствительность к излому рельса, а следовательно, возможность при той же норме предельного сопротивления шунта создания рельсовой цепи значительно большей длины (до 3 км и даже несколько выше);  
б) полная защита от посторонних токов вследствие того, что схема автоблокировки при кодовых рельсовых цепях обеспечивает контроль кодовой работы путевого реле, а при возбуждении его от некодового тока приводит к запрещающему показанию сигнала;

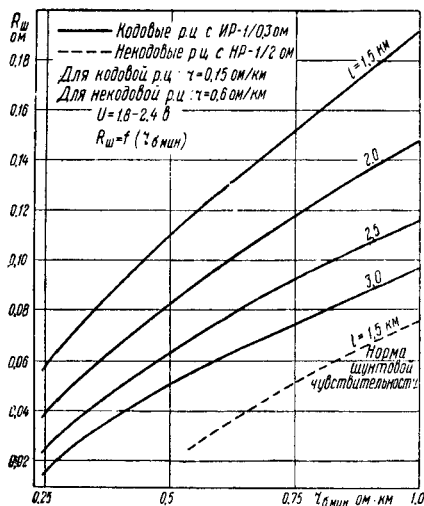
в) возможность при автоблокировке отказать от линейных проводов за счет применения кодовой селекции по самой рельсовой цепи для связи между соседними сигналами.

Более высокая шунтовая чувствительность кодовых рельсовых цепей получается в результате того, что для замыкания фронтовых контактов путевого реле при занятой рельсовой цепи требуется наличие в его об-

мотках силы тока притяжения, в то время как в рельсовых цепях с непрерывным током для этого достаточно силы тока отпущения реле.

Рельсовая цепь длиной 1,5 км при  $r_6 = 1 \text{ ом} \cdot \text{км}$  имеет предельное сопротивление шунта при непрерывном питании 0,06 ом и при кодовом питании 0,25 ом.

Преимущество, указанное в п. «а», позволяет обеспечить работу рельсовой цепи нормальной длины (до 1,5 км) при низком



Фиг. 312. Зависимость  $R_{ш}$  от  $r_6$  для кодовых рельсовых цепей

сопротивлению балласта. Зависимость предельного сопротивления шунта от сопротивления балласта для кодовых и некодовых рельсовых цепей показана на фиг. 312.

Виды и схемы кодовых рельсовых цепей, применяемые на дорогах сети, приведены в табл. 67 и на фиг. 284, ж и з.

Системы кода, схема и аппаратура кодовых рельсовых цепей соответственно описаны в главе «Автоматическая блокировка».

### Рельсовые цепи при электротяге переменного тока

При электротяге переменного тока обычно применяют рельсовые цепи также переменного тока, но другой, более высокой частоты. Частоту выбирают с таким расчетом, чтобы на путевое реле не могли воздействовать как ток основной частоты электротяги, так и гармоники от тока этой основной частоты. Обмотки путевого реле ограждают фильтрами, препятствующими попаданию в него электротягового тока и его гармоник. В качестве путевого реле в такой рельсовой цепи может применяться реле индукционного типа (например ДСР). Другим типом реле может быть центробежное частотное реле, при котором отдельного фильтра уже не требуется.

В рельсовых цепях при электротяге переменного тока применяют стыковые дроссели значительно большего, чем при электротяге постоянного тока, сопротивления (до 4 ом), рассчитанные на меньшую силу тягового тока, что позволяет достигнуть значительно меньших размеров дросселя.

Такие рельсовые цепи на дорогах СССР не применяют ввиду отсутствия электротяги на переменном токе.

В США при частоте электротягового тока 25 гц для рельсовых цепей применяют ток частотой 60 гц.

Короткие стационарные рельсовые цепи могут устраиваться однопутными с питанием их от постоянного тока.

## АВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА

### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Автоматической блокировкой называется система регулирования движения поездов, в которой показания сигнала связаны с состоянием (свободностью или занятостью) участка пути на перегоне (блок-участка), ограждаемого этим сигналом. Весь перегон разделен на блок-участки, каждый из которых ограждается отдельным сигналом. Единственным видом сигнала при автоблокировке на дорогах СССР является светофор. Связь светофора с состоянием пути осуществляется при помощи рельсовой цепи. На каждом блок-участке может находиться только один поезд.

Автоблокировка даёт возможность:

а) значительно повысить пропускную способность участка;

б) ускорить продвижение поездов при неравномерном их выпуске с участковых станций, при диспетчерской регулировке, а также при затруднениях в движении поездов на участке;

в) обеспечить безопасность движения поездов на перегонах и на станциях при увязке последних с автоблокировкой.

Существует следующая классификация систем автоблокировки.

По числу сигнальных показаний: а) двузначная, б) трёхзначная (основная), в) четырёхзначная.

По направлению движения: а) односторонняя на двухпутных участках, б) двусторонняя на однопутных участках, в) двусторонняя на двухпутных участках.

По системе питания: а) постоянного тока при силовой линии 6 кв с резервом от аккумуляторов; б) постоянного тока при силовой линии 6 кв с резервом от первичных элементов; в) постоянного тока при силовой линии 0,5 кв с резервом от первичных элементов; г) переменного тока при силовой линии 6 кв; д) постоянного тока на первичных элементах.

По наличию проводов между сигнальными точками: а) проводная, б) беспроводная (кодовая, или с поляризованными р. ц.).

По типу светофоров: а) с линзовыми светофорами; б) с прожекторными светофорами.

По времени горения светофоров: а) с нормально горящими светофорами (без предварительного зажигания); б) с нормально погашенными светофорами (с предварительным зажиганием).

### УСТРОЙСТВА АВТОБЛОКИРОВКИ

Устройствами автоблокировки на перегоне являются сигнальные установки, в которые входят: а) светофоры, устанавливаемые на бетонных фундаментах в определённых расчётом местах пути; б) релейные шкафы, в которых размещаются реле, трансформаторы, выпрямители и другие приборы; в) изолирующие стыки, кабельные стойки и кабели рельсовой цепи; г) бетонные батарейные колодцы или ящики с аккумуляторами или первичными элементами (колодцы имеются только при паровой тяге).

Вдоль пути для энергоснабжения автоблокировки идёт силовая линия (обычно воздушная, редко кабельная), которая может

образуют так называемые «разрезные установки», или «разрезные точки».

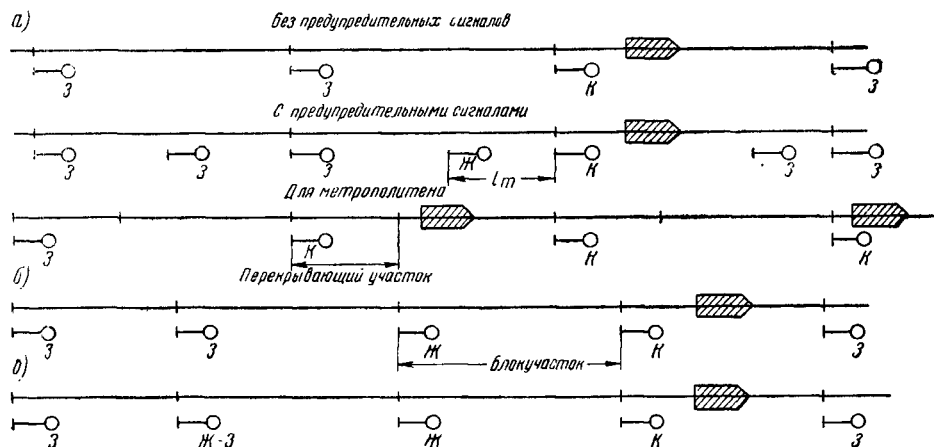
### РАССТАНОВКА СВЕТОФОРОВ

Двузначную систему сигнализации в СССР применяют только на метрополитене; схема её сигнальных показаний приведена на фиг. 313,а.

Трёхзначная система сигнализации является основной, принятой на дорогах сети (фиг. 313,б).

Четырёхзначную систему сигнализации (фиг. 313,в) применяют на отдельных участках с интенсивным движением, где обращаются поезда различных тормозных путей, весов и скоростей (например, грузовые поезда и моторвагонные секции).

Расстановка сигналов при трёхзначной системе сигнализации производится с учётом движения поездов на зелёный огонь светофора. Это требует, чтобы заданный интервал между двумя попутно следующими поездами обеспечивался при разграничении



Фиг. 313. Схемы сигнализации  
(з, жс, к, — соответственно зелёный, жёлтый, красный огни светофоров)

быть отдельной столбовой линией, питаемой напряжением 6 кв, или совмещённой с линией связи и питаемой напряжением 0,5 кв. Около сигнальных точек на линии устанавливаются силовые понижающие трансформаторы и кабельные ящики. На линии подвешиваются, кроме силовых, сигнальные провода для увязки показаний смежных сигналов и связи их со станциями. Через кабельный ящик и кабель, соединяющий ящик с релейным шкафом, сигнальные и питающие провода подаются к приборам релейного шкафа.

Сигнальная установка с сигналом по одному пути называется одиночной установкой, или одиночной сигнальной точкой. Сигнальная установка с двумя сигналами по двум путям называется спаренной установкой, или спаренной сигнальной точкой. Самые сигналы в этом случае называются спаренными сигналами.

Релейные шкафы, устанавливаемые у изолирующих стыков на перегоне без сигналов,

поездов тремя блок-участками (фиг. 314). Наименьший интервал

$$I = 0,06 \frac{l_n + 3 l_{бл}}{v_{ср}},$$

где  $l_n$  — длина поезда;

$l_{бл}$  — длина блок-участка;

$v_{ср}$  — средняя скорость поезда в данном месте.

Ранее был принят для двухпутных участков интервал 8 мин. и для однопутных участков 6 мин.

ТУ 1948 г. установлен интервал 10 мин. для двухпутных и однопутных участков. Для пригородных участков интервал устанавливается техническим заданием (обычно 4—6 мин.).

Интервал может быть также специально задан.

По величине интервала может быть легко определена пропускная способность участка для одностороннего направления движения



Смещение светофоров с ординат, получившихся при расчёте, для улучшения видимости или для совмещения светофоров разных направлений допускается в том случае, если интервал при этом изменяется не более чем на 2 мин., а для пригородных участков 0,5 мин.

Перегонные светофоры, расположенные на затяжных подъёмах, при остановке у которых не обеспечено взятие с места тяжеловесных поездов, снабжаются пермиссивными сигналами. Определение пермиссивности производят по таблицам в зависимости от наибольших весов поездов, серий локомотивов и подъёма. Пермиссивность предупредительных сигналов не допускается.

Полученная в результате расчётов расстановка сигналов должна быть проверена опытными поездками, основной задачей которых является:

- а) проверка заданного интервала;
- б) исключение возможности попадания светофора на обрывное место пути;
- в) проверка видимости светофоров и корректировка их размещения по местным условиям.

При четырёхзначной сигнализации сигналы расставляют, исходя из движения поезда, имеющего меньшую скорость или меньший тормозной путь. При этом длина каждого блок-участка должна быть не менее тормозного пути этого поезда. Сумма длин двух смежных блок-участков должна быть не менее тормозного пути поезда, имеющего больший тормозной путь.

При двусторонней автоблокировке расстановка сигналов производится аналогично односторонней, но сигналы устанавливаются для каждого пути в обоих направлениях движения. Особенностью двусторонней автоблокировки на двухпутных участках является наличие определённого нормального направления движения для каждого пути и возможность перемены направления только с разрешения участкового диспетчера.

Каждому перегонному сигналу присваивают номер, составляемый из цифр километра и пикета, на которых установлен сигнал. Последнюю цифру номера для сигналов чётного направления принимают чётной, а для сигналов нечётного направления — нечётной. На двухпутных и многопутных участках при наличии двусторонней автоблокировки впереди к цифре номера добавляется цифра, указывающая путь, к которому относится сигнал.

Расстановка светофоров на станциях при автоблокировке на примыкающих перегонах в основном аналогична расстановке светофоров при электрической централизации.

## СХЕМЫ ПУТЕВОЙ АВТОБЛОКИРОВКИ

### Основные требования к схемам

Основные требования, предъявляемые к схемам путевой автоблокировки:

1. Наличие красного огня на светофоре при занятом (хотя бы одним скатом) блок-участке.
2. Наличие жёлтого огня при свободности первого и занятии второго блок-участка (при трёхзначной сигнализации).

3. Наличие зелёного огня при свободности двух блок-участков (при трёхзначной сигнализации).

4. Перенос красного огня на предыдущий светофор при перегорании лампы красного огня данного светофора.

5. Появление огня на светофоре при предварительном зажигании не позднее вступления поезда на предыдущий блок-участок.

6. Исключение возможности открытия выходного светофора или получения разрешающего показания проходных светофоров при выходе на перегон встречного поезда или открытия выходного светофора для встречного движения в двусторонней автоблокировке.

7. Исключение возможности появления на светофоре более разрешающего показания, чем то, которое вызывается местонахождением поездов при практически возможном повреждении в устройствах.

8. Бесперебойность работы автоблокировки, в том числе при прекращении энергоснабжения от основного источника.

### Схемы питания автоблокировки

Схемы питания автоблокировки разделяются на схемы постоянного тока (с рельсовыми цепями постоянного тока), применяемые при паровой или тепловозной тяге, и схемы переменного тока (с рельсовыми цепями переменного тока), применяемые при электрической тяге.

Применяется шесть различных схем питания, приведённых в табл. 74 и на фиг. 316, а—д. До 1946 г. типовой схемой постоянного тока была схема, указанная в п. 1 табл. 74. После 1946 г. типовыми являются схемы, указанные в пп. 2, 3, 4 табл. 74.

### Схемы односторонней (двухпутной) трёхзначной автоблокировки

Схемы односторонней трёхзначной автоблокировки применяются на сети в следующих вариантах:

- а) с прожекторными светофорами и предварительным зажиганием (фиг. 317);
- б) с прожекторными светофорами без предварительного зажигания (применяется главным образом при автоблокировке переменного тока);
- в) с линзовыми светофорами без предварительного зажигания (фиг. 318) (являлась типовой до 1944 г.).

Назначение, тип реле и работа схемы приведены в табл. 75.

В зависимости от системы питания изменяется схема включения огневого реле.

Схема фиг. 317 дана для буферной системы питания и схема фиг. 318 — для смешанной системы.

В качестве ЛР в схемах с линзовыми светофорами ранее вместо реле СКР-1 применялось реле КР-1 с медленно действующим повторителем ЛСР (НР-1—900 ом), исключавшим проблеск красного огня при смене полярности.



Таблица 74

Схемы питания автоблокировки

Система питания	Рельсовых цепей		Светофоров		Реле	
	Источник питания					
	основной	аварийный	основной	аварийный	основной	аварийный
1. Смешанная система при 6-кв силовой линии и аккумуляторах (фиг. 316, а)	Буфер, выпрямитель ВАК-15 с одним аккумулятором То же	1 аккумуля.	Переменный ток, трансформатор СОБС	6 аккумуля.	Буфер, выпрямитель ВАК-8 с одним аккумулятором То же	6 аккумуля.
2. Буферная система при 6-кв силовой линии и аккумуляторах (фиг. 316, б)		1 аккумуля.	Буфер, выпрямитель ВАК-8 с аккумуляторами	6 аккумуля.		6 аккумуля.
3. Смешанная система при 6-кв линии и первичных элементах	Выпрямитель ВАК-15	2—3 первичных элемента МОЭ	Переменный ток, трансформатор СОБС	20 первичных элементов МОЭ	Выпрямитель ВАК-8	20 первичных элементов МОЭ
4. Смешанная система при силовой линии 0,5 кв и первичных элементах (фиг. 316, в)	Выпрямитель КВ-15 с трансформатором ПОБС-75	2—3 первичных элемента МОЭ	Переменный ток, трансформатор ПОБС-75	20 первичных элементов МОЭ	Выпрямитель КВ-8 с трансформатором ПОБС-75	20 первичных элементов МОЭ
5. Система переменного тока при 6-кв силовой линии (фиг. 316, г)	Переменный ток, трансформатор ПОБС	—	Переменный ток, трансформатор СОБС	—	Выпрямитель ВАК-8	—
6. От первичных элементов (фиг. 316, з)	2—4 первичных элемента МОЭ	—	20 первичных элементов МОЭ	—	20 первичных элементов МОЭ	—

Таблица 75

Типы и назначение реле односторонней (двухпутной) автоблокировки

Обозначение реле	Название	Типы реле				Назначение реле
		прожекторные светофоры		линзовые светофоры		
		при буферной системе	при переменном токе	при смешанной системе	при переменном токе	
ПР	Путевое реле	НР-1 4 ф—4т 2 ом	ДСР-1 или ДСР-3а	НР-1 4 ф—4т 2 ом	ДСР-1 или ДСР-3а	Работает в зависимости от свободы (якорь притянут) или занятости (якорь отпущен) рельсовой цепи Переключает огни светофора (меняет положение рамки в ПС) в зависимости от состояния рельсовой цепи и показания следующего светофора. При линзовых светофорах своими контактами меняет полярность в линейной цепи к предыдущему светофору Контролирует целостность нити лампы и при перегорании её при красном огне светофора обрывает линейную цепь к предыдущему светофору. При прожекторных светофорах, кроме того, меняет полярность в линейной цепи в случае перегорания лампы при разрешающем огне светофора В схемах с прожекторными светофорами меняет полярность в линейной цепи к предыдущему светофору Включенное в линейную цепь, отпускает якорь при вступлении поезда на предыдущий блок-участок, замыкая цепь питания светофорной лампы
ЛР	Линейное реле	Реле ПС	Реле ПС	СКР-1	СКР-1	
ОР	Огневое реле	НР-11 4ф—4т 500/0,6 ом	НР-11 4ф—4т 500/0,6 ом с выпрямителем	УНР-3	УНР-3	
ПЗЖР или ЛСР	Реле разрешающего положения рамки	НР-1 4ф—4т 900 ом	НР-1 4ф—4т 900 ом	—	—	
ПЗР	Реле предварительного зажигания сигналов	НР-1 4ф—4т 40 ом	—	—	—	

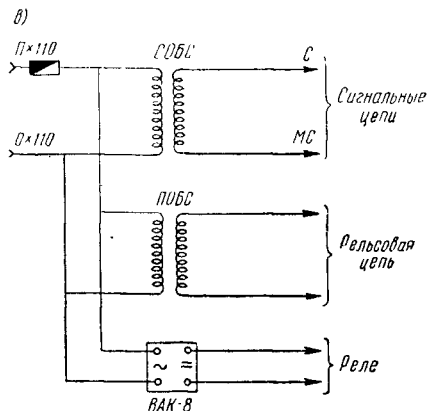
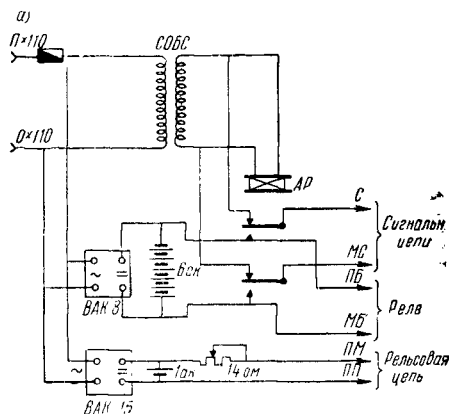
Примечание. К обозначению реле добавляется цифра или буква, указывающая номер сигнала или направление движения (Н или Ч), а к обозначению путевого реле— условный номер конца рельсовой цепи данной сигнальной точки (см. ниже «Проектирование автоблокировки»).

Примечание. К обозначению реле добавляется цифра или буква, указывающая номер сигнала или направление движения (Н или Ч), а к обозначению путевого реле — условный номер конца рельсовой цепи данной сигнальной точки (см. ниже «Проектирование автоблокировки»).

### Схемы двусторонней (однопутной) автоблокировки

Применяют следующие схемы двусторонней трёхзначной автоблокировки:

а) трёхпроводная схема с блок-реле (являлась типовой до 1946 г.);



б) трёхпроводная схема БФ-ЦНИИ\* (принята как типовая с 1946 г.);

в) двухпроводная схема без контроля перегона.

Каждая из схем может применяться в следующих вариантах:

а) для линзовых светофоров без предварительного зажигания;

б) для линзовых светофоров с предварительным зажиганием;

в) для прожекторных светофоров без предварительного зажигания (применяют, начиная с 1945 г., при электротяге);

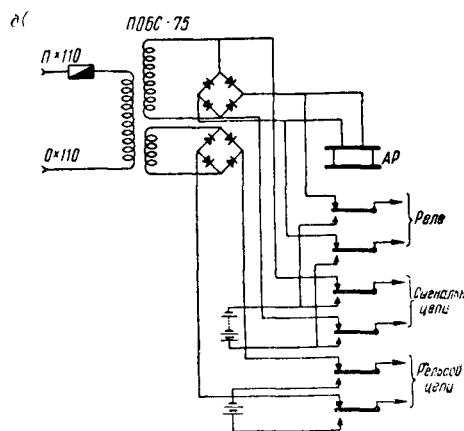
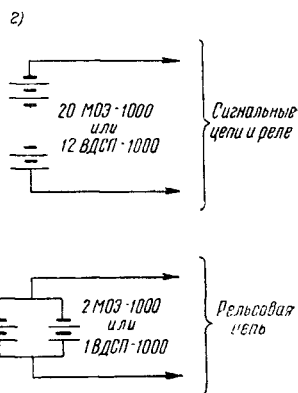
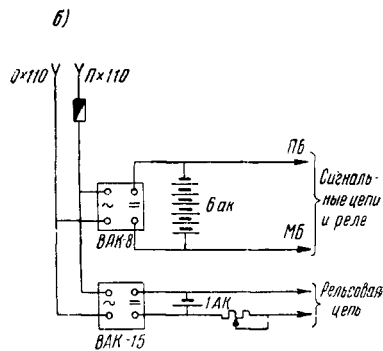
г) для прожекторных светофоров с предварительным зажиганием (применяют, начиная с 1945 г., при паровой тяге).

Схемы включения огневого реле различны при различных системах питания.

На фиг. 319 показана схема с блок-реле при линзовых светофорах без предварительного зажигания. На фиг. 320 показана схема БФ-ЦНИИ при прожекторных светофорах с предварительным зажиганием. На фиг. 321 показана двухпроводная схема при прожекторных светофорах с предварительным за-

жиганием. Схема включения огневого реле на фиг. 319 показана для смешанной системы питания, на фиг. 320 и 321 — для питания от первичных элементов или буферной системы.

Помимо перечисленных схем применяется схема двусторонней двухпутной автоблоки-

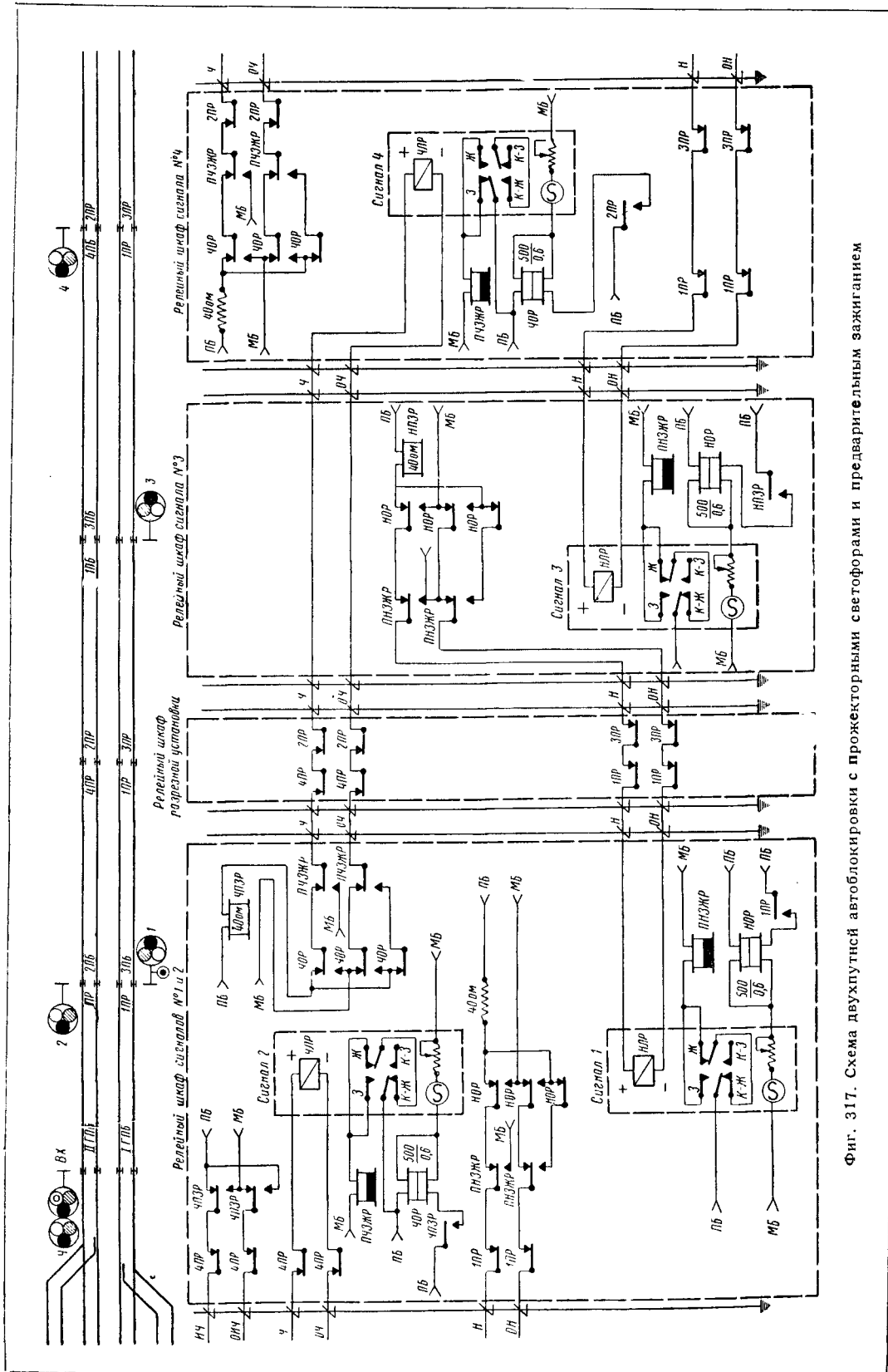


Фиг. 316. Схемы питания автоблокировки

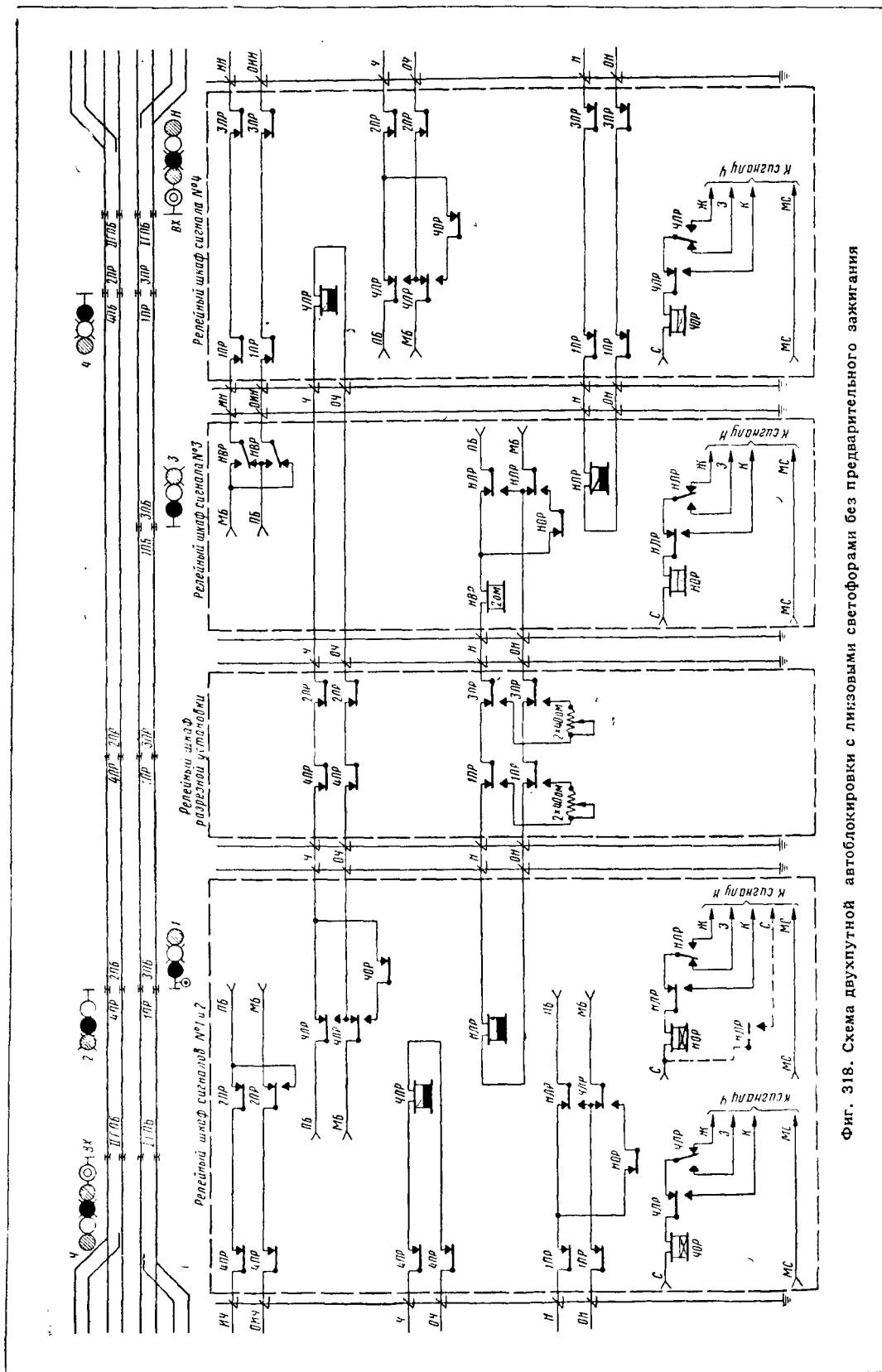
ровки с шестью проводами на путь. Ввиду незначительного распространения и отсутствия перспектив для дальнейшего применения эта схема здесь не приводится.

**Работа схемы с блок-реле (фиг. 319).** Спецификация и назначение реле приведены в табл. 76. Нормально светофоры обоих направлений

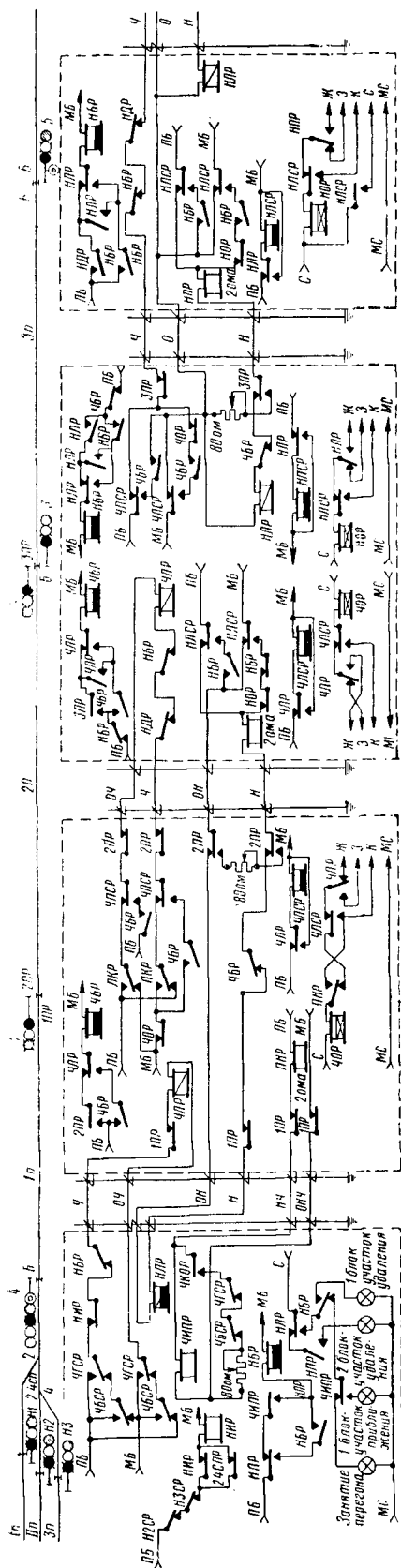
\* Получила название от фамилий авторов Брылеева А. М. и Фонарева Н. М.



Фиг. 317. Схема двухпутной автоблокировки с прожекторными светофорами и предварительным зажиганием



Фиг. 318. Схема двухпутной автоблокировки с линзовыми светофорами без предварительного замка



Фиг. 319. Схема однопутной автоблокировки с блок-реле

Таблица 76

Типы и назначение реле двусторонней (однопутной) автоблокировки с блок-реле (при линзовых светофорах)

Обозначение реле	Название	Типы реле	Назначение реле
ЛР ОР ЛР	Путевое реле Огневое реле Линейное реле	См. табл. 75 То же КР-1	См. табл. 75 Переключает огни световой цепи и показания следующего светофора. Контактами меняет полярность в линейной цепи к следующему светофору. Обесточивается при противоположном направлении движения. Медленно действующий повторитель ЛР. Переключает огни светофора в зависимости от положения ЛР. Возбуждается при занятии предыдущего блок-участка и удерживает якорь до последования данного и последующего блок-участков. При этом БР контактами в цепи ЛР своего направления обеспечивает восстановление линейной цепи за поездом, а контактами в цепи ЛР и БР обратного направления исключает возможность их возбуждения. Устанавливается при отсутствии в данной точке ЛР предыдущего блок-участка. Возбуждается по линейной цепи при опускании якоря ЛР и включает цепь БР.
ЛСР	Линейно-сигнальное реле	НР-1 4φ—4т 900 ом То же	
БР	Блок-реле		
ДР	Дополнительное реле	НР-1 4 φ—4т 2ом	

Примечание. При прожекторных светофорах меняется лишь ЛР на реле ПС.

горят зелёным огнём (кроме предупредительных, которые горят жёлтым огнём). Лампы занятости перегона на пультах обеих станций погашены. Открытие выходного светофора возможно на любой из станций, ограничивающих перегон. Открытие выходного светофора приводит к прекращению питания линейной цепи противоположного направления. При этом все светофоры противоположного направления загораются красным огнём (при схеме без предварительного зажигания), и на пульте станции приёма загорается лампа занятости перегона.

После проследования поездом сигнальной точки и освобождения двух последующих блок-участков светофор противоположного направления загорается разрешающим огнём в том случае, если в том же направлении не отправлен второй поезд. По прибытии поезда на станцию сигналы обоих направлений

горят зелёным огнём, лампы занятости перегона гаснут и имеется возможность отправлять поезд любого направления.

**Работа схемы БФ-ЦНИИ** (фиг. 320). Спецификация и работа реле приведена в табл. 77. Нормально установлено одно из направлений движения. При этом светофоры противоположного направления погашены. Работа схемы при движении поездов в установленном направлении происходит аналогично работе схемы односторонней автоблокировки.

Схема перемены направления приведена на фиг. 322. Спецификация реле приведена в табл. 78.

Нормально цепь реле направления, состоящая из провода *Н* (с последовательно включёнными в него обмотками реле направления и контактами путевых реле всего перегона) и провода *О* (являющегося общим с цепью линейного реле), питается со станции

Таблица 77

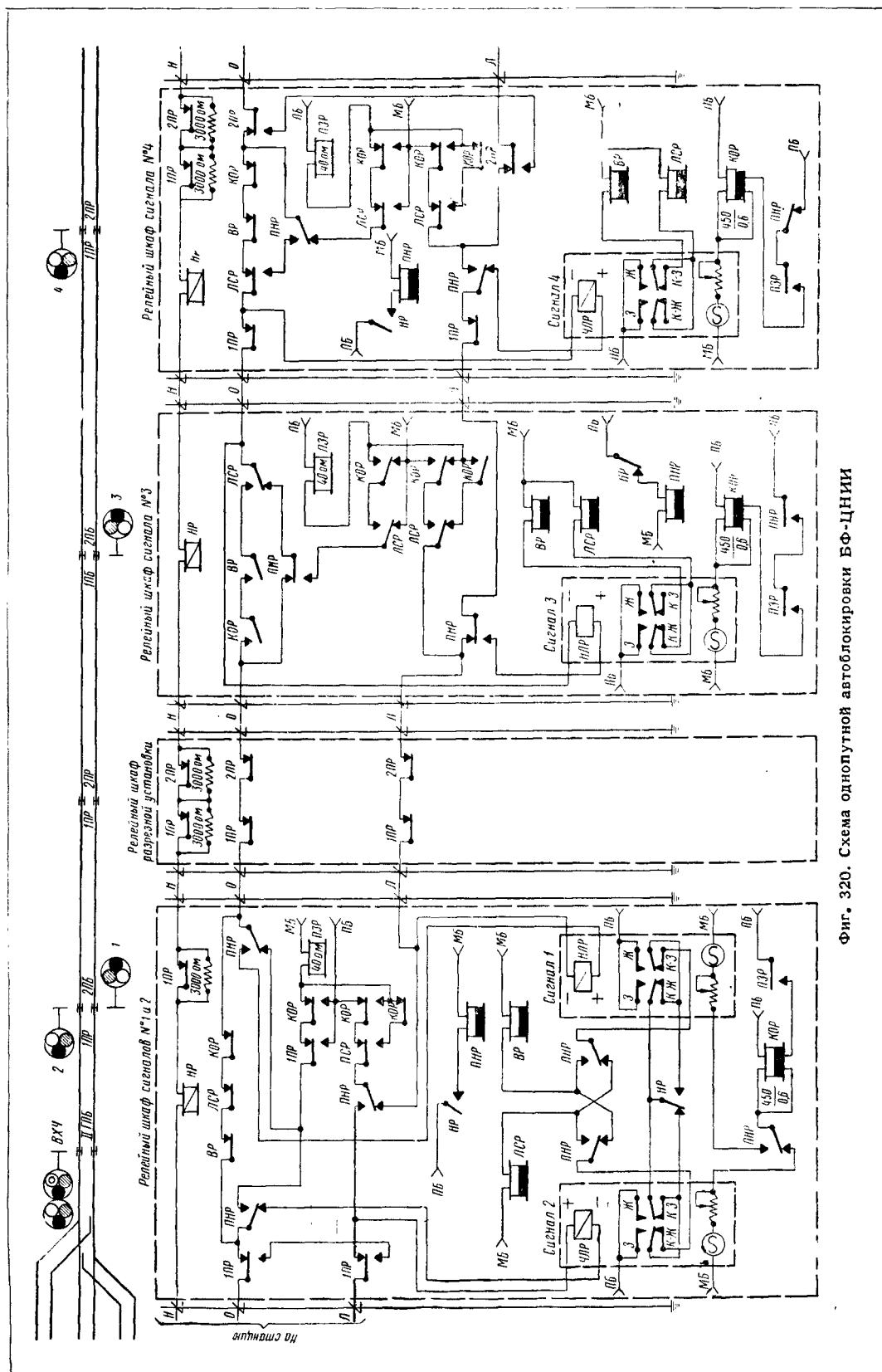
Типы и назначение реле автоблокировки БФ-ЦНИИ

Обозначение реле	Название	Тип реле		Назначение реле
		прожекторный светофор	линзовый светофор	
<i>ЛР</i> <i>ОР</i> <i>ЛР</i>	Путевое реле Огневое реле Линейное реле	— Реле <i>ЛС</i>	— СКР-1	См. табл. 75 Переключает огни светофора (меняет положение рамки <i>ЛС</i> ) в зависимости от состояния рельсовой цепи, показания следующего светофора и положения контактов <i>НР</i> . Обесточено при противоположном направлении движения
<i>ЛСР</i>	Линейно-сигнальное реле	<i>НР-1</i> 4 ф—4 т 900 ом	—	Контролирует положение рамок <i>ЛС</i> (открытое для одного и закрытое для другого направления) и в зависимости от положения рамок (показания сигнала) меняет полярность линейной цепи к предыдущему светофору
<i>НР</i>	Реле направления	<i>КР-1</i> 60 ом 2 нп 4 ф—4 т (или 24 ом)	<i>КР-1</i> 60 ом 2 нп 4 ф—4 т (или 24 ом)	В зависимости от полярности тока, посылаемого со станции, меняет направление движения (т. е. своими поляризованными контактами переключает цепи светофоров и линейные цепи). При свободном перегоне, при установленном направлении движения через обмотки <i>НР</i> идёт ток, недостаточный для притяжения якоря реле, при занятом перегоне ток отсутствует
<i>ПНР</i> (или <i>ЧНР</i> и <i>ННР</i> )	Повторитель реле направления	<i>НР-1</i> 400 ом 6 фт, или 900 ом 4ф—4т	<i>НР-1</i> 400 ом 6 фт, или 900 ом 4ф—4т	Повторитель положения поляризованных контактов <i>НР</i>
<i>ВР</i>	Вспомогательное реле	<i>НР-1</i> 900 ом 4ф—4т	—	Контролирует нормальное разрешающее положение рамки <i>ЛС</i> , замыкая при этом цепь контроля перегона, используемую при перемене направления. Служит для исключения возможности получения ложных показаний сигнала при сообщении линейных проводов
<i>ЛЗР</i>	Реле предварительного зажигания	<i>НР-1</i> 40 ом 4ф—4т	—	Работает по линейной цепи, отпускает якорь при занятии поездом предыдущего блок-участка

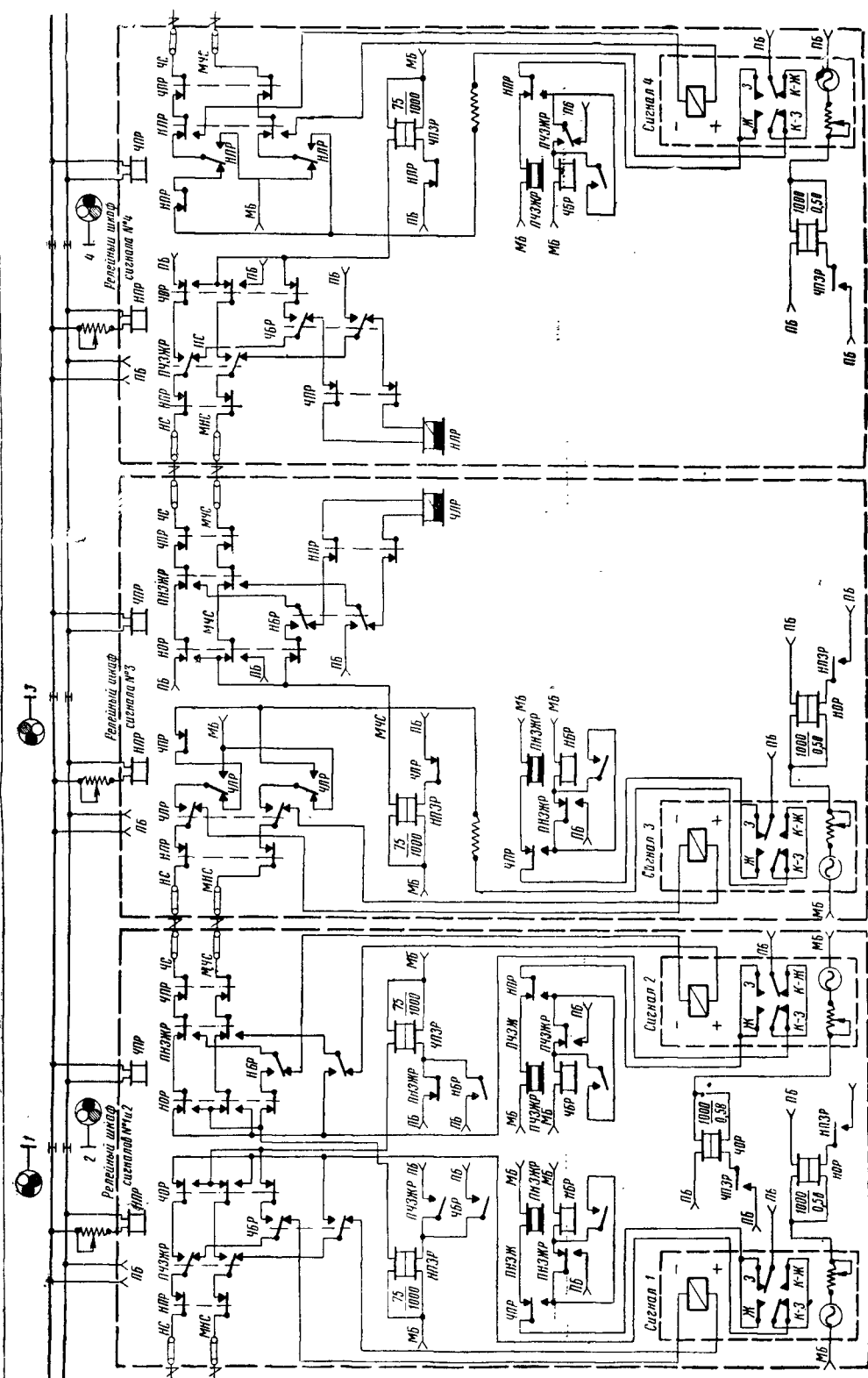
Таблица 78

Реле для схемы изменения направления автоблокировки БФ-ЦНИИ

Обозначение реле	Название	Тип реле
<i>КР</i> ( <i>НКР</i> или <i>ЧКР</i> ) <i>НР</i> ( <i>ННР</i> или <i>ЧНР</i> ) <i>УР</i> ( <i>НУР</i> или <i>ЧУР</i> ) <i>ПНР</i> ( <i>ПННР</i> или <i>ПЧНР</i> ) <i>ВР</i> ( <i>ВНР</i> или <i>ВВР</i> )	Реле контроля перегона Реле направления Управляющее реле Повторитель реле направления Вспомогательное реле	<i>НР-1</i> 10 000/100 ом <i>КР-1</i> 60 ом или 24 ом <i>НР-1</i> медленно действующее 400 ом <i>НР-1</i> медленно действующее 900 ом <i>НР-1</i> быстро действующее 1 000 ом

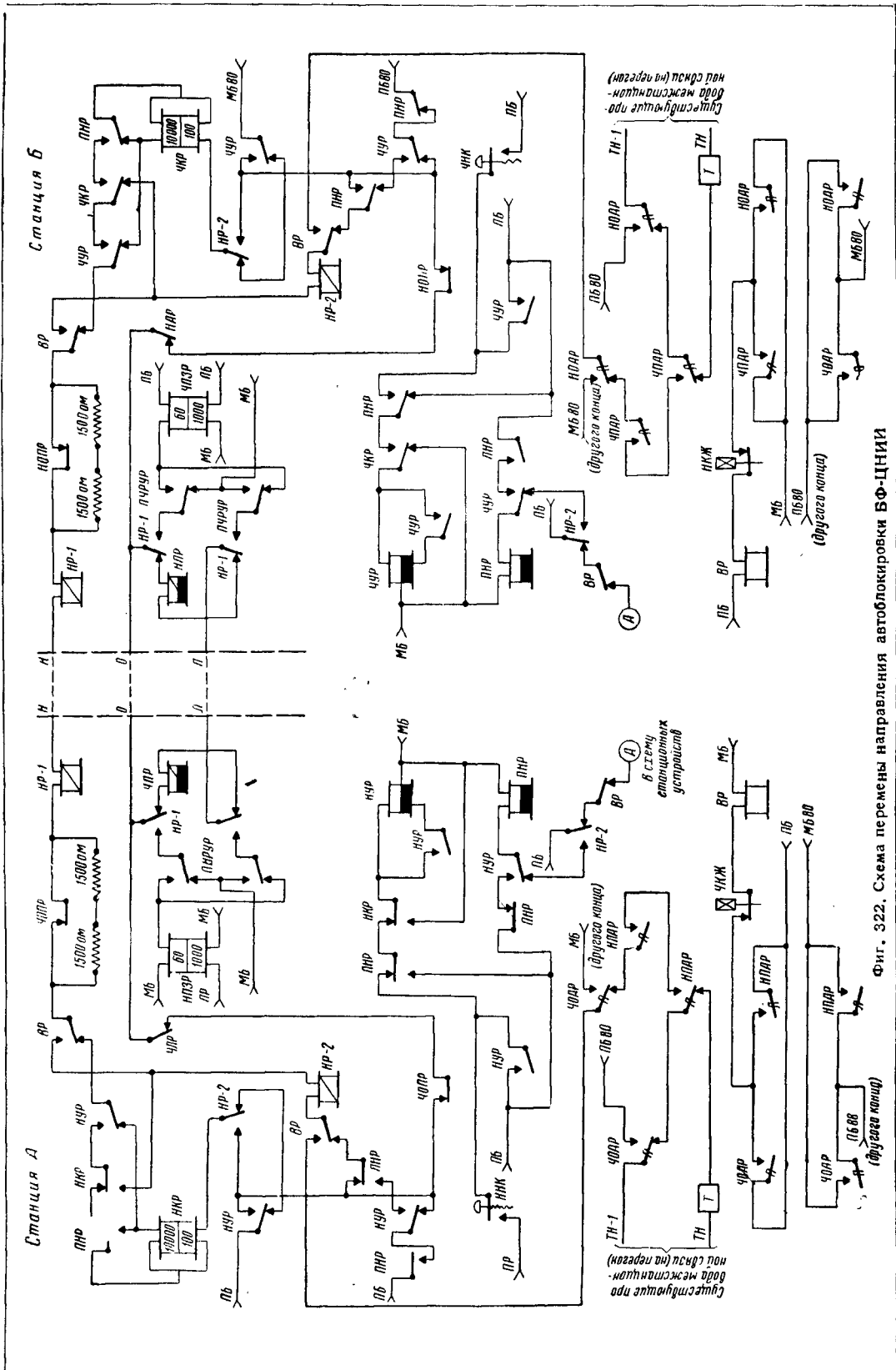


Фиг. 320. Схема однопутной автоблокировки БФ-ЦНИИ



Фиг. 321. Двухпроводная схема однопутной автоблокировки без контроля перегона





Фиг. 322. Схема перемены направления автоблокировки ВО-ПНИИ

отправления, но наличие в этой цепи обмотки *KP* станции приёма сопротивлением 10 000 ом ограничивает силу тока и не позволяет *HP* притянуть якорь. *KP* станции приёма имеет притянутый якорь, а *KP* станции отправления—отпущенный якорь. На пульте станции приёма горит красная и на пульте станции отправления—зелёная лампа. При выходе поезда на перегон цепь прямого провода *H* и обратного *O* обрывается контактами путевых реле, и реле *KP* отпускает якорь, зажигая лампу занятости перегона.

Для перемены направления ДСП станции приёма нажимает кнопку *HK*, в результате чего при свободности перегона возбуждается *УР* и самоблокируется. Своими контактами *УР* отключает от линии высокоомную обмотку *KP*, отчего сила тока в цепи направления увеличится, и *KP* станции, установленной на отправление, притягивает якорь. Контактными *KP* второй станции замыкается цепь *УР*, которое обрывает цепь *KP* и подготавливает цепь тока обратной полярности. *KP* обеих станций с замедлением отпускают якорь, обрывая цепи своих *УР* и замыкая цепь тока обратной

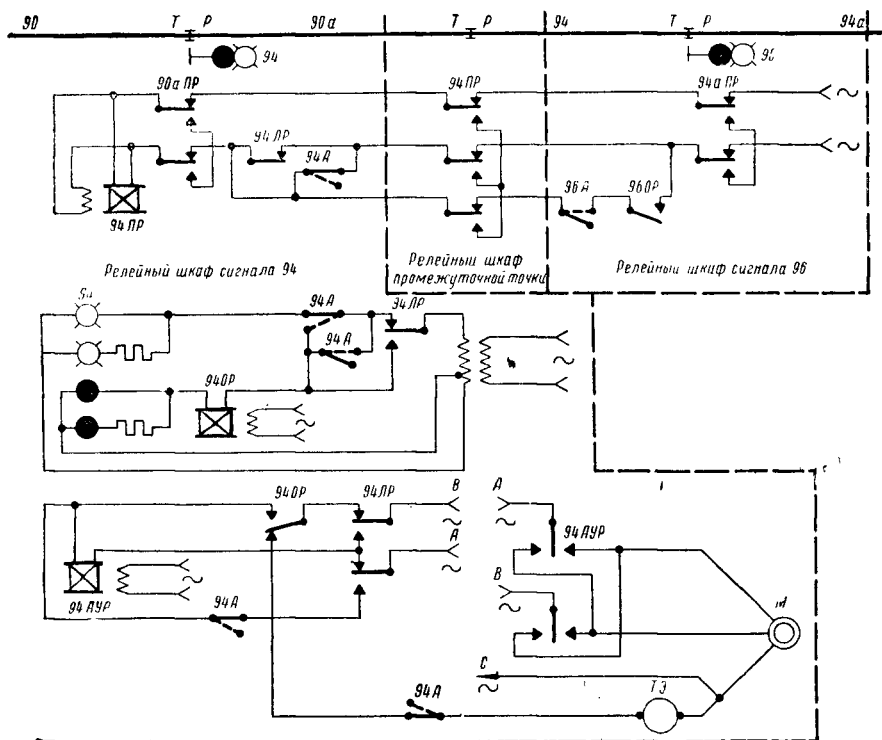
при повреждении одной рельсовой цепи на перегоне посредством использования нормально запломбированных рукояток *PВ* и реле *ВР*. Цепь перемены направления в этом случае составляется из провода *H* и одного из проводов межстанционной связи с питанием её от 160 в. Для нормального питания цепей направления используется батарея первичных элементов или аккумуляторная батарея напряжением 60—80 в.

Для питания цепей перемены направления при повреждённой рельсовой цепи батареи двух сторон станции соединяются последовательно.

Двухпроводная схема без контроля перегона (фиг. 321) ввиду ограниченного применения здесь не описывается.

### Прочие схемы автоблокировки

Схема двузначной автоблокировки, применяемой на метрополитене, показана на фиг. 323. Схема характерна зависимостью каждого светофора не только от рельсовых цепей своего блок-участка, но и от «перекрывающего» участка, входящего в следующий блок-участок.



Фиг. 323. Схема двузначной автоблокировки метрополитена

полярности. В результате импульса тока обратной полярности все *НР* перебрасывают поляризованные якорь. *УР*, с замедлением отпуская якорь, обрывают питание линейной цепи и тыловыми контактами возбуждают *ПНР*, устанавливающие изменённое направление. В схеме может быть легко обеспечено обязательное участие двух ДСП в перемене направления.

Схема допускает изменение направления

Эта особенность связана с применением механического автостопа. Кроме того, в линейную цепь автоблокировки введён контакт закрытого положения автостопа, вызывающий появление красного огня на предыдущем светофоре в том случае, если автостоп не пришёл в закрытое положение.

Схемы четырёхзначной автоблокировки не приводятся из-за их ограниченного применения.

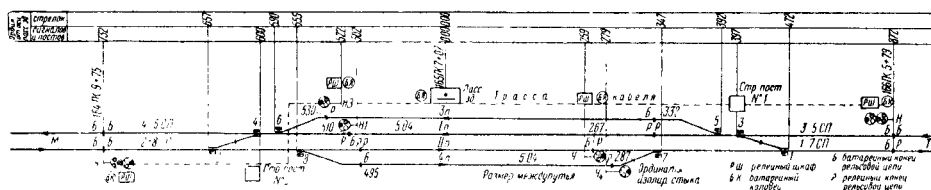
## СТАНЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА АВТОБЛОКИРОВКИ

## Основные требования

Путевая автоматическая блокировка обычно увязывается с одним из следующих видов устройств СЦБ на станциях: а) электрической централизацией стрелок, б) механической централизацией стрелок и в) ключевой

дебных маршрутов. При свободности двух блок-участков на выходном светофоре загорается зелёный, а при свободности одного — жёлтый огонь.

3. Открытие выходного светофора на однопутных участках, кроме условий, указанных в п. 2, возможно лишь в том случае, если на перегоне нет поезда противоположного направления и на соседней станции не открыт выходной светофор.

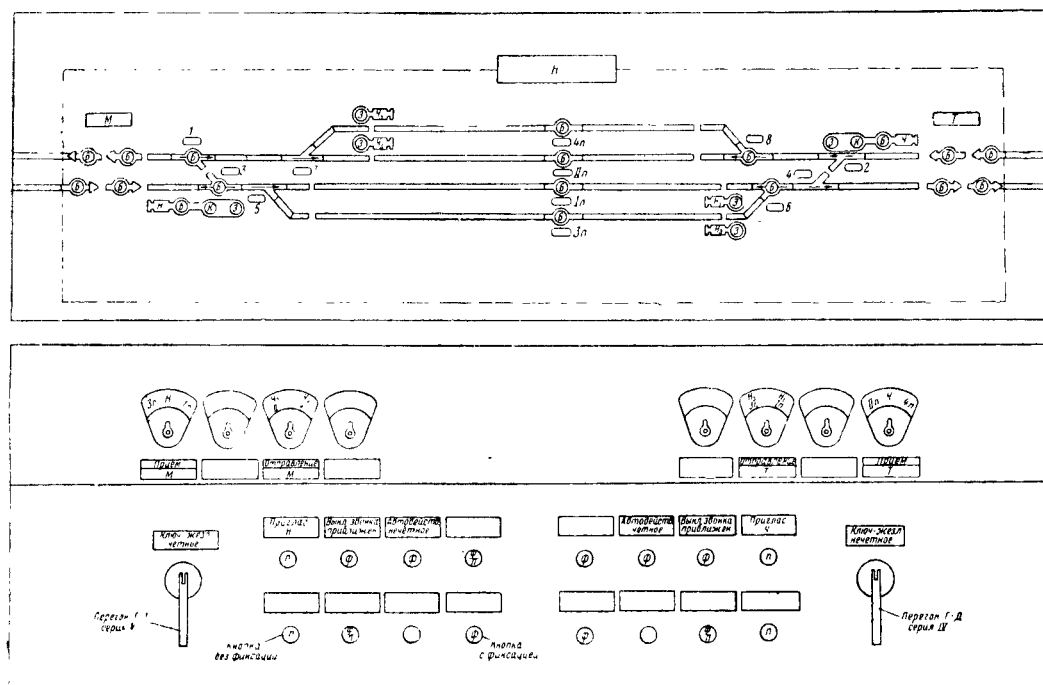


Фиг. 324. Примерная схема опсигнализования промежуточной станции при ключевой зависимости

зависимостью стрелок. Во всех этих случаях увязка обеспечивает следующие основные зависимости.

1. Открытие входного светофора возможно при условии правильного положения всех

4. На табло обеспечивается контроль свободности или занятости двух блок-участков удаления и двух или одного блок-участка приближения. На однопутных участках, кроме того, обеспечивается контроль выхода по-



Фиг. 325. Внешний вид табло и пульта управления (сигнального централизатора)

стрелок, входящих в маршрут, свободы стрелок и пути приёма и отсутствия заданных враждебных маршрутов.

2. Открытие выходного светфора возможно при условии свободности одного или двух блок-участков удаления, правильности положения стрелок, входящих в маршрут, свободности стрелок и отсутствия заданных враждебных маршрутов.

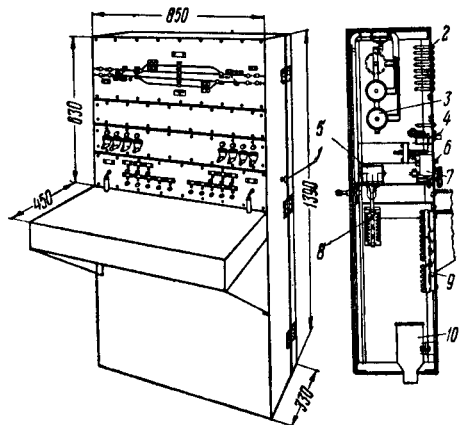
езда с соседней станции или контроль установленного направления.

5. Обеспечивается зависимость показаний предупредительного светофора автоблокировки от показаний входного светофора.

Схемы увязки автоблокировки с электрической централизацией приведены в главе «Электрическая централизация».

На станциях, имеющих ручные стрелки, для увязки с автоблокировкой выполняют следующие работы:

- а) устанавливают входные и выходные светофоры;
- б) изолируют пути приёма и стрелочные участки в маршрутах приёма и отправления;
- в) оборудуют стрелки ключевой зависимостью с установкой централизаторов на стрелочных постах;
- г) увязывают светофоры и стрелки между собой при помощи электрических зависимо-



Фиг. 326. Внешний вид пульта управления (сигнального централизатора: 1—ключ контрольного стрелочного замка; 2—сигнальная лампа; 3—звонок; 4—маршрутно-сигнальный коммутатор; 5—контрольный стрелочный замок; 6—нажимная кнопка; 7—замок для хозяйственных поездов и толкачей; 8—контактная система контрольного стрелочного замка; 9—клемма 12-штырная; 10—муфта для разделки кабеля

стей с управлением и контролем их с сигнального централизатора, установленного в помещении дежурного по станции.

Примерная схема осигнализации промежуточной станции на двухпутном участке и внешние виды пультов управления (сигнального централизатора) для этой станции показаны на фиг. 324—326.

На больших станциях временно, до централизации стрелок, устройства, указанные выше, можно применять частично.

Те же устройства, кроме ключевой зависимости и сигнального централизатора, применяют на станциях, имеющих механическую централизацию стрелок.

#### Схемы увязки автоблокировки со станциями при ключевой зависимости

Применяется много вариантов схем увязки автоблокировки со станциями при ключевой зависимости. Они могут быть разделены на следующие типы.

По местоположению основных зависимостей: а) с центральными зависимостями, б) с местными зависимостями.

По типу примыкающих перегонов: а) для станций на двухпутных участках, б) для станций на однопутных участках.

По типу светофоров: а) при прожекторных светофорах, б) при линзовых светофорах.

По времени горения светофоров: а) с пред-

варительным зажиганием, б) без предварительного зажигания.

По способу замыкания стрелок: а) без запираения маршрутных рукояток в стрелочных централизаторах, б) с частичным или полным запираением маршрутных рукояток в стрелочных централизаторах.

Полное запираение маршрутных рукояток применяют при наличии нескольких стрелочных постов, участвующих в задании маршрута, а также в отдельных случаях при удалении входного светофора от стрелки. При наличии запираения маршрутных рукояток в стрелочных централизаторах в последних имеются электрозашёлки (пунктир на схемах фиг. 327 и 329).

Схема открытия входных и выходных светофоров должна обеспечивать повторное замыкание, т. е. невозможность самопроизвольного открытия светофора после прохода поезда или после занятия и освобождения секции. При помощи кнопки автоматического действия (ЧАК или НАК) входные и выходные светофоры могут переводиться на автоматическое действие, в этом случае повторность с них снимается.

Для отправления толкача или поезда с возвращением обратно на станцию отправления в сигнальном централизаторе имеется ключ-жезл (ЧКЖ и НКЖ), дающий возможность после его изъятия лишь один раз открыть выходной светофор.

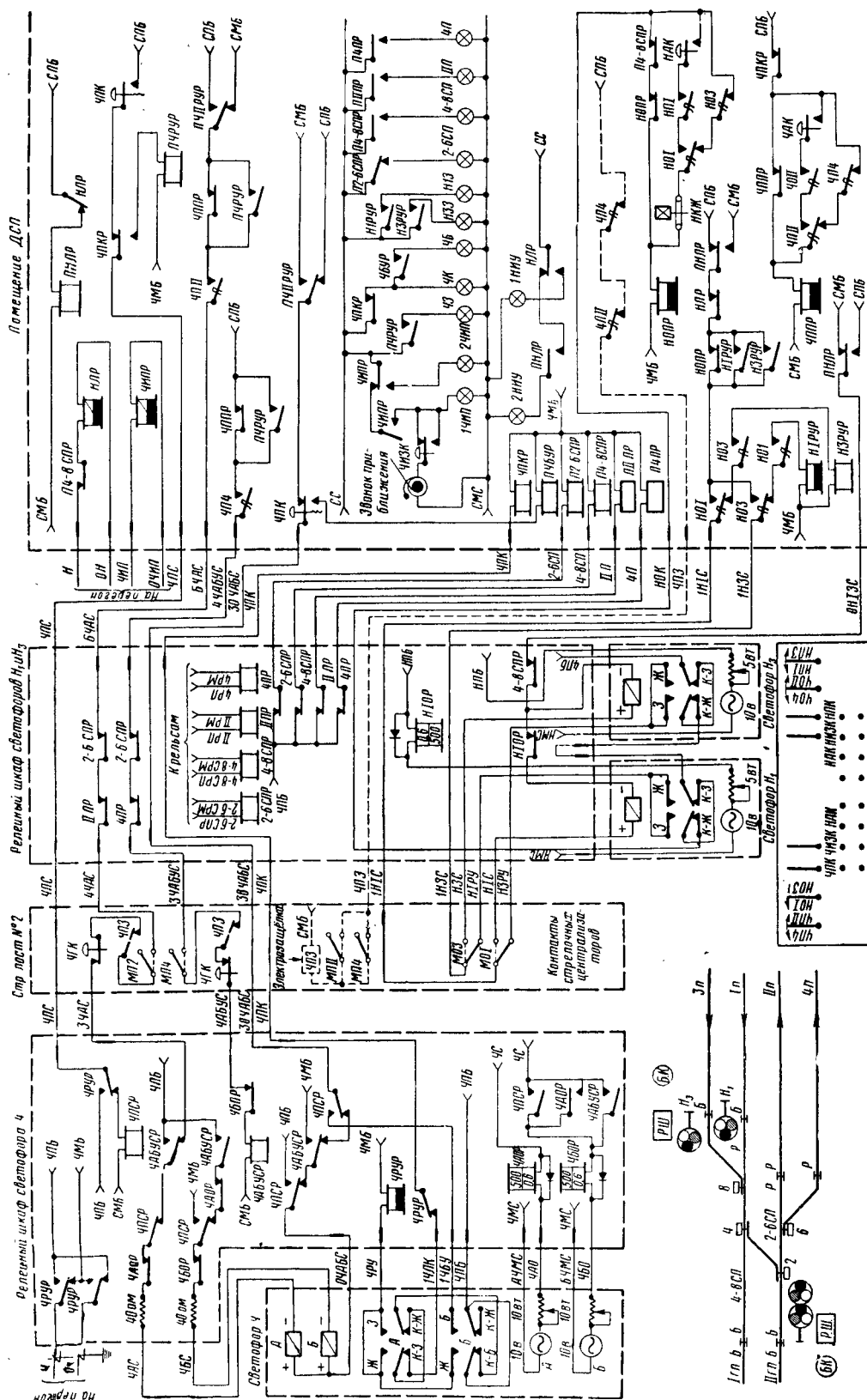
Перегорание лампы красного огня основной (верхней) головки входного светофора (при прожекторных светофорах) вызывает перенос красного огня на дополнительную (нижнюю) головку этого светофора или на предупредительный светофор. При линзовых светофорах, а также в типовых вариантах схем при прожекторных светофорах, перегорание лампы красного огня входного светофора вызывает необходимость переноса его на предупредительный светофор.

Горением ламп на табло контролируется: занятость всех путей, стрелочных участков, участков приближения и удаления, запрещающий, разрешающий и пригласительный огни входного светофора, а также разрешающий огонь выходного светофора.

В схемах с центральными зависимостями (основные зависимости схемы осуществлены в помещении дежурного по станции) применяют индивидуальные маршрутно-сигнальные рукоятки сигнального централизатора, т. е. каждое положение рукоятки соответствует одному маршруту. В схемах с местными зависимостями применяют групповые рукоятки сигнального централизатора, т. е. каждое положение рукоятки соответствует группе маршрутов. При этом индикация выбранного маршрута в соответствии с фактическим положением стрелок получается при помощи маршрутных ламп, расположенных на табло. Имеется ряд вариантов схем, промежуточных между чисто центральными и чисто местными зависимостями.

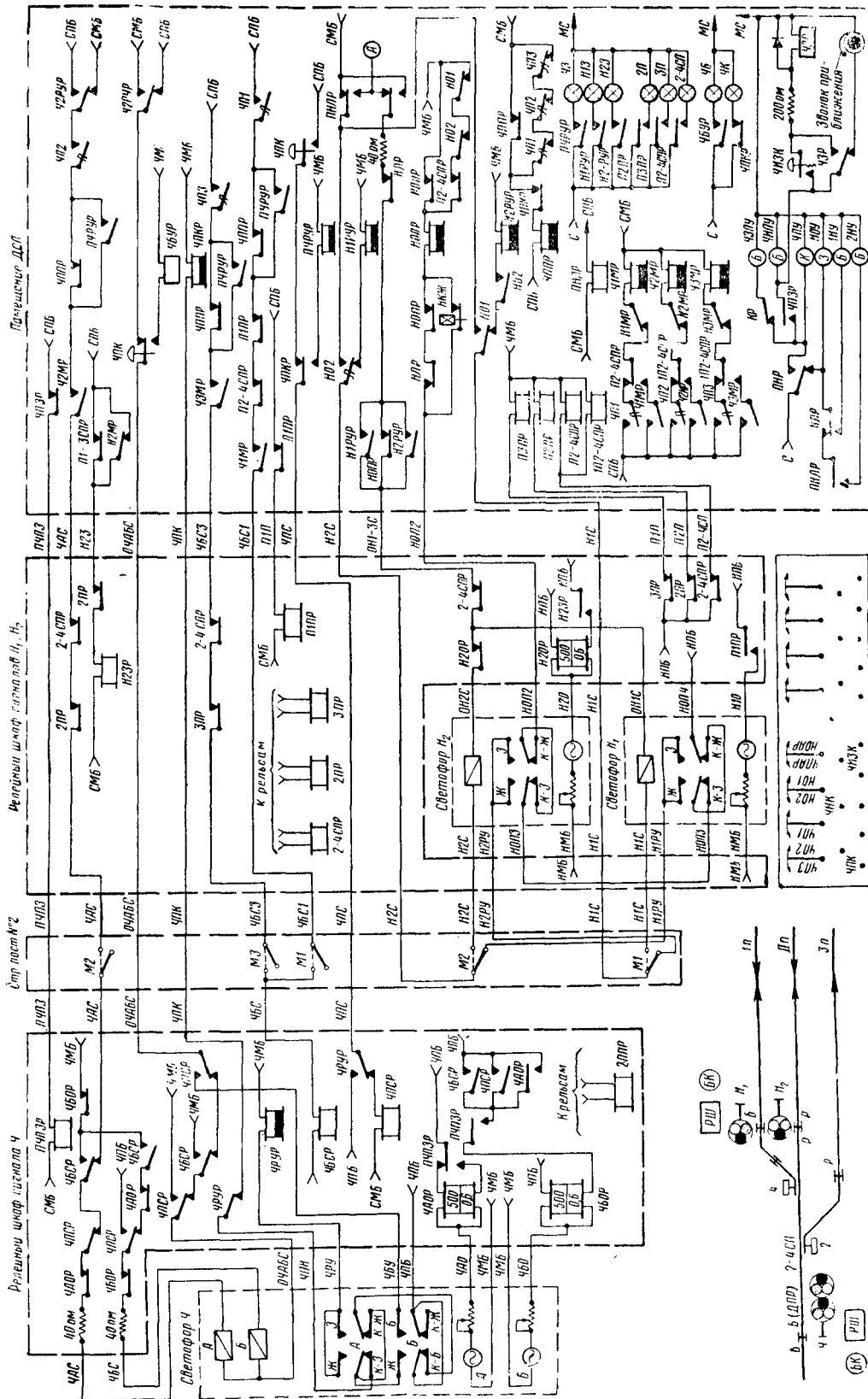
Основными и рекомендуемыми являются схемы с центральными зависимостями, приведённые ниже.

Лампы входного светофора зажигаются при вступлении поезда на участок приближения при помощи реле ЧПЗР (НПЗР)



Фиг. 327. Схема уязки автоблокировки со станцией для двухпутного участка





Фиг. 329. Схема узвязки автоблокировки со станцией для однопутного участка

При питании от первичных элементов и силовой линии 0,5 кв для большей экономии электроэнергии питание рельсовых цепей и ламп светофоров может производиться исходя из следующих основных положений:

1) включение питания рельсовых цепей производят при установке маршрутов, а также нажатием специальной кнопки (без арретира);

2) выключение питания рельсовых цепей производят после схода принимаемого или отправляющегося поезда с последнего стрелочного участка, входящего в маршрут;

3) включение ламп входных светофоров производят при вступлении поезда на первый (ближайший к станции) участок приближения, выключение — после освобождения участка приближения;

4) при приеме поезда одновременно с входными включают лампы выходных светофоров встречного направления с занятых путей;

5) при вступлении принимаемого поезда на путь приема включают лампы выходных светофоров попутного направления с занятых путей, а также пути приема. При приеме на главный путь лампы и пути включают при вступлении поезда на стрелочный участок;

6) при установке маршрутов отправления включают лампы выходных светофоров данного пути и попутного направления с занятых путей. Выключают лампы после освобождения стрелочного участка.

#### Принципы увязки автоблокировки со станциями, имеющими механическую централизацию

При увязке автоблокировки с механической централизацией установку светофоров и изоляцию путей производят аналогично, как при увязке со станцией, имеющей ключевую зависимость. В схеме механической централизации (при наличии исполнительных постов и станционной блокировки):

а) упраздняются сигнальные блок-механизмы, рычаги и рукоятки на исполнительном посту;

б) открытие светофоров производят поворотом сигнальной рукоятки на распоряжительном аппарате;

в) устанавливаются взрезные контакты на линейках исполнительного аппарата, включаемые в схему сигнальных реле;

г) невозможность разделки маршрута до его использования достигается введением контактов реле в цепь блокировки при разделке маршрута.

Схемы включения сигналов, сигнальных и других реле в основном аналогичны схемам увязки при ключевой зависимости.

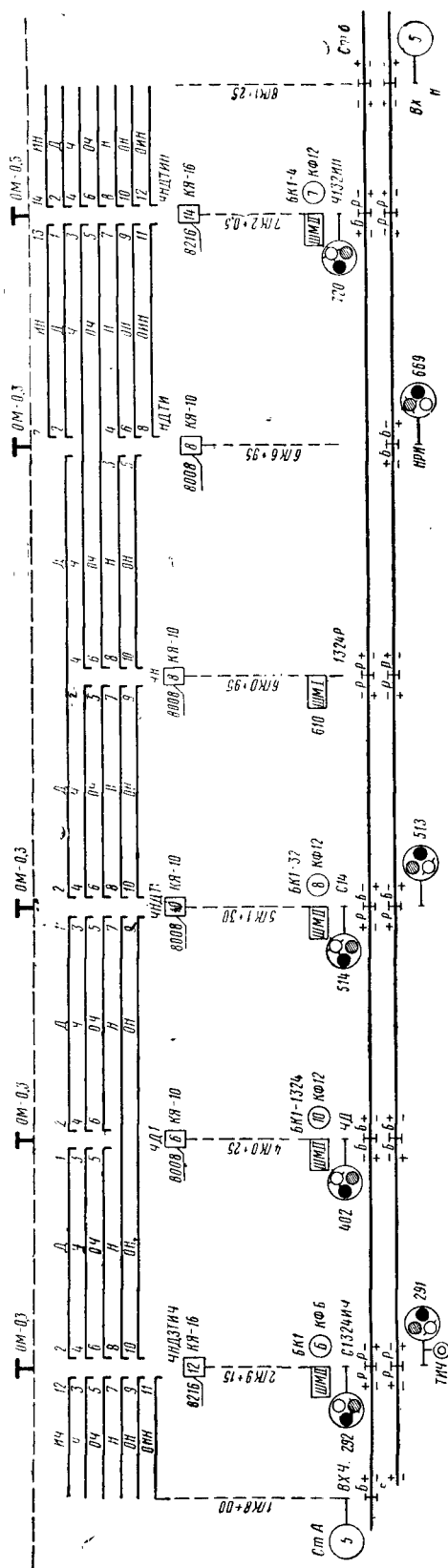
#### ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОБЛОКИРОВКИ

В состав проектного задания на строительство автоблокировки входят:

1) продольный профиль пути с кривыми скорости и расстановкой светофоров;

2) схемы расположения пунктов и плеч питания;

3) схематические планы станций с указанием изолированных секций, светофоров, релейных шкафов и других устройств;



Фиг. 330. Путьевой план автоблокировки



4) таблицы взаимозависимости для станций;

5) пояснительная записка, обосновывающая принятые решения со сметно-финансовым расчётом.

В состав технического проекта входят:

1) путевые планы перегонов с указанием откорректированной расстановки светофоров;

2) принципиальные схемы перегонных установок и планы укладки кабеля на них;

9) пояснительная записка.

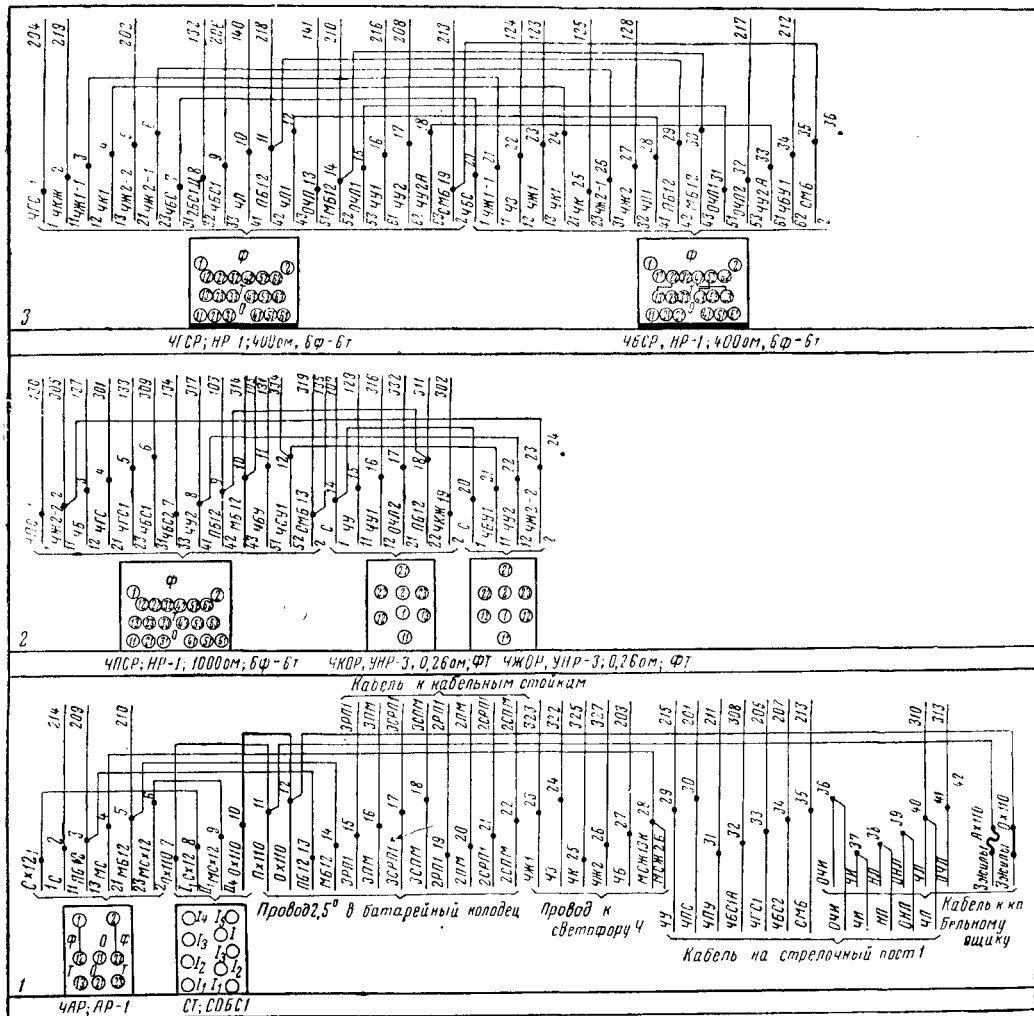
В состав рабочих чертежей входят:

1) монтажные схемы релейных шкафов (типовые для перегонов и индивидуальные для станций), кабельных ящиков и батарейных колодцев;

2) монтажные схемы питающих пунктов;

3) чертежи нетиповых конструкций.

На путевом плане указывают границы рельсовых цепей, размещение батарей и реле



Фиг. 331. Монтажная схема релейного шкафа

3) проекты пунктов питания;

4) расчёт питающей линии и пунктов питания;

5) принципиальные схемы станционных устройств;

6) двухниточные схемы станций с указанием изолированных секций и схемой кабельной сети;

7) внешние виды централизаторов и других аппаратов, схемы ящиков зависимости, монтажные схемы аппаратов;

8) техническая смета со спецификациями на оборудование и материалы;

в рельсовых цепях, количество и индексы линейных проводов, типы релейных шкафов (ШМ), кабельных ящиков (КЯ) и батарейных колодцев (КФ). Примерный путевой план показан на фиг. 330.

Длину рельсовых цепей устанавливают в соответствии с имеющимися нормами, причём на двухпутных участках желательно, чтобы граница между двумя рельсовыми цепями, входящими в один блок-участок, совмещалась с сигнальной точкой соседнего пути. При взаимном размещении путевых реле и батарей рекомендуется устанавливать

с двух сторон изолирующего стыка или две батареи или два реле.

Каждый конец рельсовой цепи на сигнальной точке имеет присвоенный ему номер: для нечётного пути — 1 и 3, для чётного пути — 2 и 4, считая по направлению движения; для однопутного участка — 1 и 2. Этот номер придаётся к названию путевого реле или источника питания, включённого к данному концу рельсовой цепи.

Схеме сигнальной установки присваивают индекс (например, Н, С1, 412ИН и т. д.). Буквы в индексе обозначают: С — спаренная установка; Н — одиночная установка нечётного направления; Ч — одиночная установка чётного направления; Р — установка с разрезной рельсовой цепью.

Цифры в индексе указывают номера устанавливаемых путевых реле (фиг. 330).

После цифр могут следовать следующие буквенные обозначения:

р — наличие реле предварительного зажигания или у предупредительного светофора наличие вспомогательного реле для включения известителя приближения;

д — при одиночном светофоре, когда рельсовые цепи другого пути имеют установку путевых батарей;

с — при установке в релейном шкафу сопротивления  $2 \times 40 \text{ ом}$  для замыкания цепи вспомогательного реле;

и — при наличии схемы известителя приближения.

В том случае, когда по типу установки нельзя определить направление, к которому относятся обозначения р, с или и, после этих обозначений добавляются буквы ч или н.

На фиг. 331 показана примерная монтажная схема релейного шкафа.

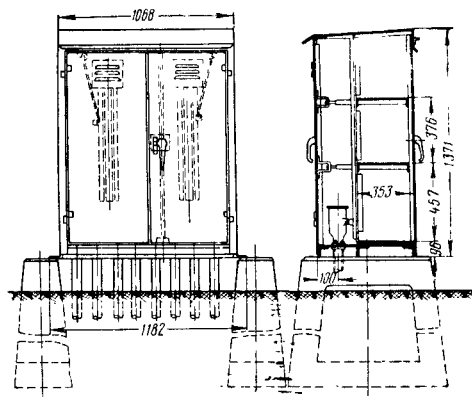
## ОБОРУДОВАНИЕ АВТОБЛОКИРОВКИ

### Релейные шкафы

Типы релейных шкафов, применяемых на сети, приведены в табл. 80. С 1946 г. в качестве типового принят металлический релейный шкаф (ШМ) с проложенным внутри него слоем термоизоляционного материала.

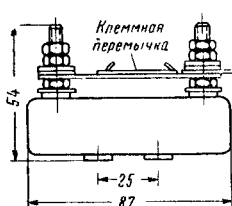
Остальные указанные в таблице типы шкафов — деревянные, обитые железом.

На фиг. 332 показан шкаф ШМ-2. Шкафы можно устанавливать как на бетонном, так и на металлическом сварном основании.

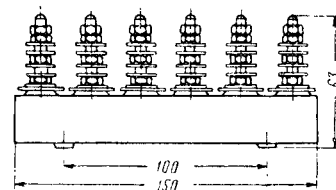


Фиг. 332. Релейный шкаф ШМ-2

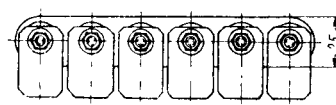
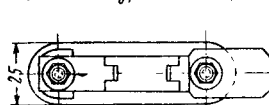
Монтаж релейных шкафов применяют клеммный или бесклеммный. Для клеммного монтажа используют одиночные клеммы с перемычкой 6056 (фиг. 333) или групповые на 6 штырей 7598 (фиг. 334), провод ПР-500



Фиг. 333. Релейные клеммы 6056



Фиг. 334. Релейные клеммы 7598



Типы релейных шкафов

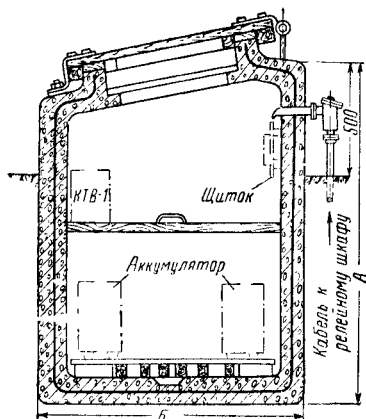
Тип шкафа	Внешние размеры в мм			Число полок	Полезные размеры полок в мм			Основное назначение шкафа
	высота	ширина	глубина		длина	ширина	высота	
ШМ-1	1 000	630	600	1	600	355	330	Для разрезных точек Перегонный Станционный
ШМ-2	1 370	1 070	580	2	1 040	355	375	
ШМ-3	2 000	1 500	530	4	1 470	300	375	
Ш-1	1 160	970	540	2	830	240	330—355	Для разрезных и одиночных установок при паровой тяге
Ш-2	1 160	1 100	540	2	960	240	330—355	
Ш-3	1 540	1 100	540	3	960	240	330—355	Для спаренных установок и станций при паровой тяге
Ш-4	1 540	1 440	540	3	1 300	240	330—355	
7 236	1 670	1 830	550	3	1 690	295	260—300	Для автоблокировки переменного тока
6767	1 390	1 124	615	2	984	350	415—440	
6768	1 800	1 290	615	3	1 150	350	390—440	

Таблица 80

или ПР-1000 сечения 1—1,5 мм<sup>2</sup>. Бесклеммный монтаж применяют проводом ПРГ-500 или ПРГ-1000 того же сечения.

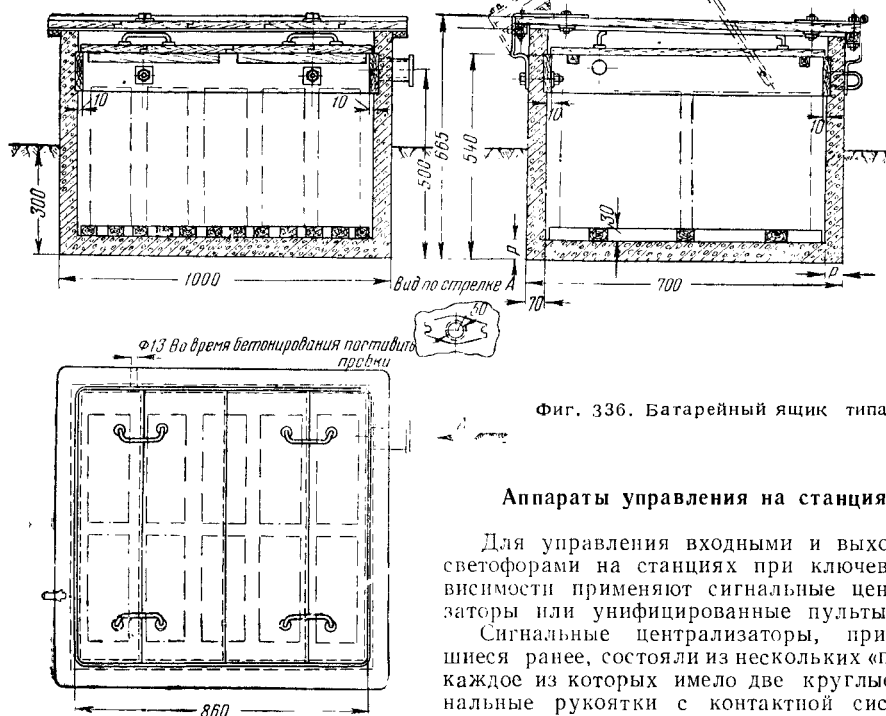
### Батарейные колодцы и ящики

Для установки аккумуляторов применяют железобетонные батарейные колодцы типа КФ (фиг. 335), и БКС типов и размеров, указанных в табл. 81.



Фиг. 335. Батарейный колодец типа КФ

Начиная с 1948 г., в качестве типового колодца при количестве аккумуляторов до 12 применяется тип БКС-1 (сборный).



Фиг. 336. Батарейный ящик типа БЯ

### Аппараты управления на станциях

Для управления входными и выходными светофорами на станциях при ключевой зависимости применяют сигнальные централизаторы или унифицированные пульты.

Сигнальные централизаторы, применявшиеся ранее, состояли из нескольких «полей», каждое из которых имело две круглые сигнальные рукоятки с контактной системой, три кнопки и ключ-жезл. При отсутствии ключа-жезла могло быть установлено шесть кнопок. Контактная система рукоятки состояла из четырёх барабанов, выбираемых из шести возможных вариантов. Табло централизатора имело патроны под лампы коммутаторного типа.

Цифра (при КФ) определяет количество аккумуляторов, устанавливаемое в колодце.

В районах южной и частично центральной полосы СССР допускается установка

Таблица 81

## Батарейные колодцы для аккумуляторов

Тип колодца	№ чертежа	Габаритные размеры в мм			Количество размещаемого оборудования			Объем бетона в м³	Вес колодца в т
		А	Б	В	аккумуляторов	выпрямителей	муфт		
КФ-2	8051	1 330	1 320	960	2	2	3	0,9	2,0
КФ-6	8050	1 510	1 430	960	6	4	4	1,1	2,4
КФ-12	8049	1 725	1 130	1 420	12	7	5	1,3	2,9
КФ-16	8048	1 740	1 570	1 540	16	11	5	1,7	3,8
КФ-26	8047	1 740	1 800	1 900	26	16	6	2,2	4,8
БКС-1	Цшстрой № 163	1 500	1 480	1 240	12	4	—	1,3	2,9

Примечание. Размер В—ширина колодца. Толщина стенок 120 мм у КФ и 150 мм у БКС.

Таблица 82

## Батарейные ящики

Тип	Габаритные размеры в мм				Объем бетона в м³
	высота	ширина	длина	внутренняя высота	
БЯ-3	745	1 070	930	700	0,85
БЯ-10 (БЯ 2)	610	1 000	700	540	0,17
БЯ-18	610	1 140	950	550	0,24
БЯ-21	610	1 340	960	550	0,29

Таблица 83

## Батарейные колодцы для элементов

Тип	Габаритные размеры в мм				Объем бетона в м³
	высота	ширина	длина	внутренняя высота	
КПС-8	2 150/2 000	1 150	1 120	1 370	1,0
КПС-24	2 150/2 000	1 420	1 420	1 250	1,6
КПС-32	2 150/2 000	1 620	1 620	1 250	1,8

Таблица 84

## Кабельные ящики

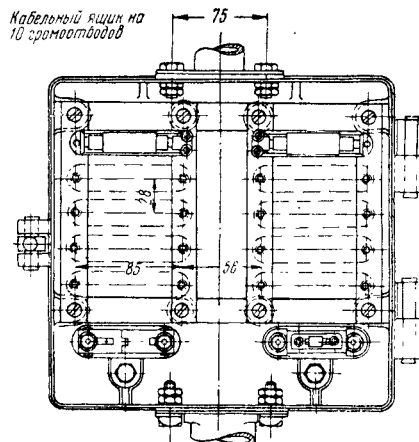
Тип	Габаритные размеры в мм	
	высота	ширина
КЯ-10	210	270
КЯ-16	344	270
КЯ-24	456	294
КЯ-32	568	294

С 1947 г. вместо сигнальных централизаторов применяют унифицированные пульты управления типа электрической (релейной) централизации (см. главу «Электрическая централизация»), показанные на фиг. 325 и 326.

В том случае, если табло не может быть размещено на самом пульте, применяется выносное табло.

Сигнальные централизаторы или пульты должны иметь следующие приборы для управления и контроля:

1) рукоятки для открытия и закрытия входных, выходных и маневровых сигналов; рукоятки могут быть индивидуальными, т. е. когда каждый поворот рукоятки соответ-



Фиг. 337. Кабельный ящик

ствует определённому маршруту, и групповые, когда поворот рукоятки соответствует группе маршрутов. При групповых рукоятках на аппарате должна иметься индикация, указывающая фактически заданный маршрут;

2) кнопки для открытия пригласительных сигналов (нормально запломбированные);

3) кнопки для перевода сигналов главных путей на автоматическое действие (на промежуточных станциях двухпутных участков);

4) контрольные лампы, указывающие свободу (погашены) и занятость (зажжены) путей, стрелочных участков, двух блок-участков приближения (перегонных) и двух блок-участков удаления (перегонных) с каждой стороны станции;

5) контрольные лампы повторителей разрешительных огней всех сигналов, а также запрещающих огней входных сигналов;

6) контрольные лампы направления движения и контроля перегона на однопутных участках;

7) ключи-жезлы для отправления толкачей или поездов с возвращением обратно на станцию отправления.

Помимо указанных здесь основных приборов на централизаторе или пульте могут быть вспомогательные рукоятки, кнопки и лампы.

Для запирания ключей от стрелок на стрелочных постах применяют стрелочные централизаторы, имеющие контрольные замки, ящик зависимости, рукоятки и контактную систему, описанные ранее.

Централизаторы могут быть с запиранием рукояток в переведённом положении и без запирания (см. выше).

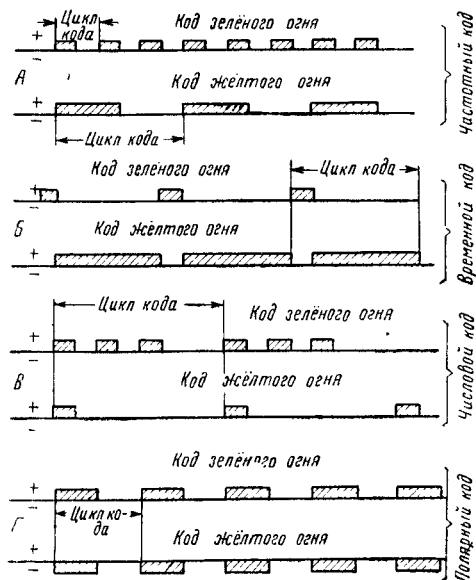
Запирание рукояток осуществляют при помощи электрозашёлок, установленных в централизаторах.

### КОДОВАЯ АВТОБЛОКИРОВКА

В основе кодовой автоблокировки лежит применение кодовых рельсовых цепей (см. «Рельсовые цепи»).

Кодовая автоблокировка имеет ряд строительных и эксплуатационных преимуществ.

Кодовая автоблокировка по сравнению с некодовой позволяет вдвое увеличить длину рельсовых цепей, исключая необходимость создания разрезных точек. Это преимущество особенно важно для электрифицированных участков, где устройство разрезных точек требует стыковых дросселей и силовых опор. Кодовая автоблокировка позволяет полностью отказаться от сигнальных прово-



Фиг. 338. Виды кодов

дов, чем значительно облегчается силовая линия или вовсе отпадает необходимость в её постройке.

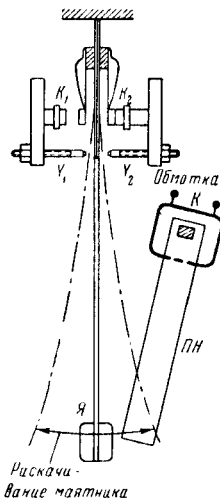
Оба эти качества кодовой автоблокировки дают возможность повысить устойчивость работы автоблокировки, снизить стоимость её

строительства и значительно снизить расход линейных материалов при строительстве.

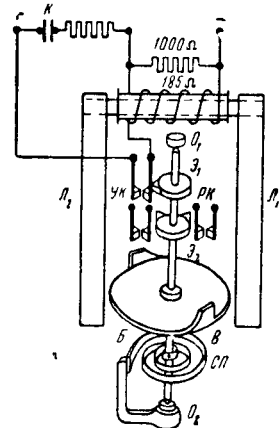
По применяемому коду системы кодовой автоблокировки разделяют на системы с числовым, полярным, частотным и другими видами кодов. Виды кодов показаны на фиг. 338

### Автоблокировка с частотным кодом

Датчиком кода является электромагнитный трансмиттер постоянного тока. На фиг. 339 показан маятниковый трансмиттер с плоской пружиной-маятником. Частота колебаний зависит от размера маятника. На фиг. 340 пока-



Фиг. 339. Маятниковый трансмиттер с плоской пружиной



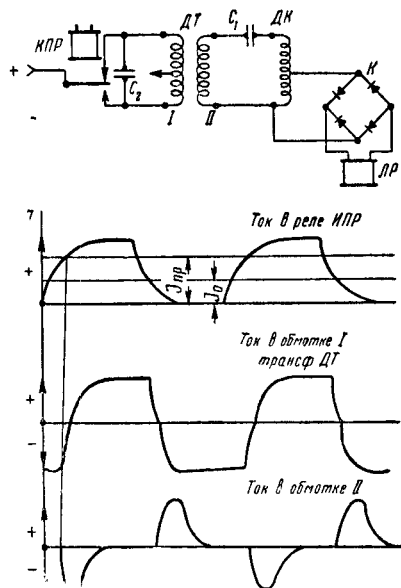
Фиг. 340. Маятниковый трансмиттер со спиральной пружиной

зан маятниковый трансмиттер с балансным маятником, имеющим спиральную пружину. Частота подбирается изменением массы баланса. В автоблокировке применяются обычно частоты 180 импульсов в минуту для зелёного огня и 75 импульсов в минуту для жёлтого огня. При локомотивной сигнализации или четырёхзначной автоблокировке для третьего кода может применяться частота 120 импульсов в минуту.

Приёмником кода на релейном конце рельсовой цепи является поляризованное импульсное реле (например ИР-1). Код расшифровывается резонансным декодирующим комплектом, настроенным на определённую частоту, получаемую во вторичной обмотке декодирующего трансформатора в результате работы импульсного реле (фиг. 341).

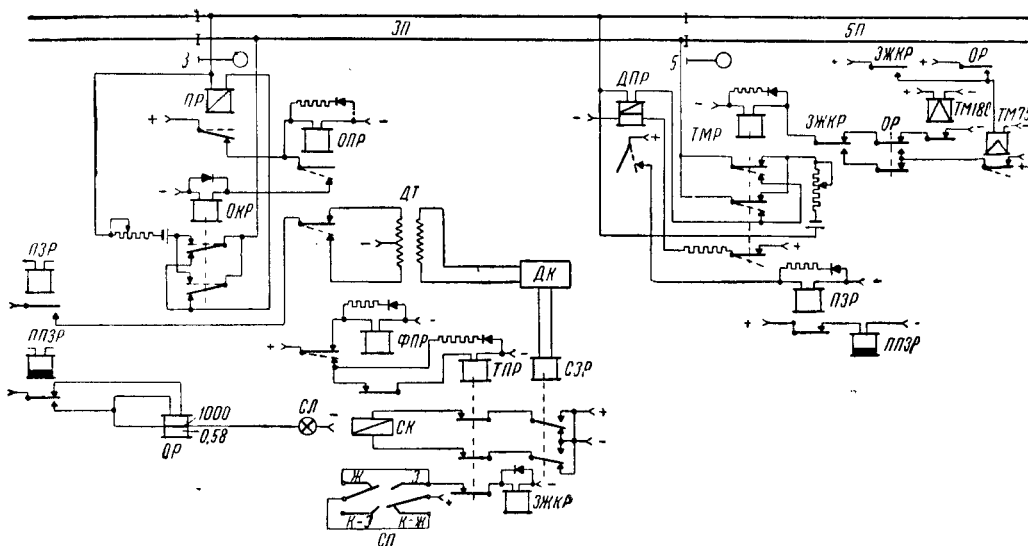
Предварительное зажигание светофоров производят двумя способами: а) при помощи дополнительных путевых реле, включаемых на питающем конце рельсовой цепи и питаемых от основной путевой батареи, и б) при помощи обратного (иногда, называют «отражённого») кода. Последний обеспечивает предварительное зажигание на полную длину рельсовой цепи, и поэтому применение его является более надёжным, чем включение дополнительного путевых реле. Диаграмма прямого и обратного кодовых токов показана на фиг. 341.

Принципиальная схема односторонней кодовой автоблокировки с частотным кодом



Фиг. 341. Расшифровка частотного кода

и предварительным зажиганием при помощи обратного кода приведена на фиг. 342.



Фиг. 342. Схема автоблокировки с частотным кодом

#### Автоблокировка с числовым кодом

Этот тип автоблокировки может применяться как при паровой тяге (постоянного тока), так и электротяге (переменного тока). Основное применение — на участках с электротягой. При кодовой автоблокировке пере-

менного тока применяют моторный (индукционный) трансмиттер типа КИТ. Импульсное путевое реле аналогично применяемому в автоблокировке с частотным кодом. При электротяге путевые импульсные реле типа ИР-2 питаются переменным током через трансформатор РТ и выпрямитель. Код расшифровывается релейным дешифратором, состоящим из двух кодовых реле. Система без дополнительных устройств обеспечивает работу устройств локомотивной сигнализации на локомотивах.

Принципиальная схема односторонней автоблокировки с числовым кодом без предварительного зажигания для участков с электрической тягой, разработанная ЦНИИ, изображена на фиг. 343. Спецификация приборов приведена в табл. 85.

На приёмном конце рельсовой цепи работа импульсного путевое реле ПР вызывает работу реле-счётчиков 1 и 1А. При поступлении с рельсовой цепи красно-жёлтого кода КЖ в импульсном режиме работает счётчик 1, отчего происходит заряд конденсатора С1 и разряд его на обмотку реле ЖР, вызывающий возбуждение реле. Конденсатор С2 создаёт замедление реле ЖР, не давая ему отпустить якорь в интервалы кода. Светофор сигнализирует жёлтым огнем. При жёлтом или зелёном коде в импульсном режиме работают оба реле-счётчика, отчего возбуждаются реле ЖР и ЗР. Конденсатор С3 создаёт замедление реле ЗР. Светофор сигнализирует зелёным огнём.

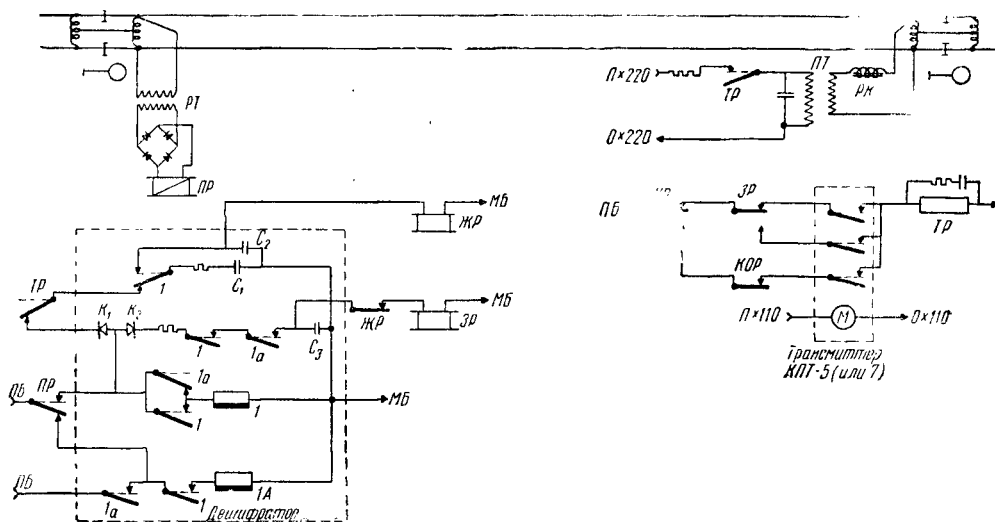
Реле ЖР и ЗР могут быть реле нейтрального механизма прожекторного светофора.

При линзовых светофорах через их контакты включаются лампы светофора. При прожекторных светофорах с поляризованными реле последние включаются через контакты ЗР и ЖР.

Контроль схода изолирующих стыков осуществляется схемным путём с применением

в соседних рельсовых цепях трансмиттеров с различным циклом кодирования (КПТ-5 и КПТ-7). При этом тыловой контакт *ТР* соседней рельсовой цепи, включённый в цепь возбуждения сигнальных реле, исключает воз-

принимается дополнительным путевым реле *ДПР* на выходном конце рельсовой цепи и служит как для целей предварительного зажигания сигнала, так и для создания обратного кода, от которого работают два основ-



Фиг. 343. Схема автоблокировки с числовым кодом

можность их работы при получении питания *ПР* от соседней рельсовой цепи.

На участках с паровой тягой в качестве трансмиттера можно применять маятниковый трансмиттер постоянного тока, дающий числовой код.

Таблица 85

Спецификация приборов односторонней кодовой автоблокировки с числовым кодом

Название прибора	Расшифровка названия	Тип прибора
<i>ПР</i>	Путевое реле	ИР-2
<i>Т</i>	Трансмиттер	КПТ-5 или КПТ-7
<i>ТР</i>	Трансмиттерное реле	ТР-1 72 ом
<i>1</i>	Реле-счётчик *	РКА-200 ом
<i>1А</i>	То же**	РКА-200 ом
<i>ЖР</i>	Реле жёлтого огня	Реле сигнального механизма ПС-48***
<i>ЗР</i>	Реле зелёного огня	То же
<i>КОР</i>	Огневое реле	НР-11 0.6/500
<i>С1, С2 и С3</i>	Конденсаторы электролитические	КЭ 1 000 мф (С1), 300 мф (С2 и С3) на 20 в

\* Медленное действие (0,25 сек.).

\*\* Медленное действие (0,15 сек.).

\*\*\* ПС-48 прожекторный светофор образца 1948г. с нейтральными реле сигнального механизма. При линзовых светофорах или прожекторных светофорах с поляризованным реле применяются реле НР-1, 2 000 ом.

#### Автоблокировка с полярным кодом

Такая автоблокировка применяется только на участках с паровой тягой. Система характерна тем, что кодирование ведётся с входного конца рельсовой цепи, причём код

ных путевых реле *ЗПР* и *ЖПР* на входном конце рельсовой цепи. Все три путевых реле — поляризованные импульсные типа ИР-1.

Датчиком кода служит пульс-пара из реле *КР*, *ДКР* на входном конце рельсовой цепи.

Принципиальная схема односторонней автоблокировки с полярным кодом, разработанная ЦНИИ, приведена на фиг. 344.

Спецификация приборов приведена в табл. 86.

Реле *КР*, работая в паре с *ДКР*, посылает равномерный код одной полярности в рельсовую цепь с входного конца. Код принимается на выходном конце на реле *ДПР*, через контакты которого в кодовом режиме работают реле обратного кода *ВОКР* и *ЗОКР* или *ВОКР* и *ЖОКР*. Выбор реле зависит от показания следующего сигнала. Через контакты *ЗОКР* (или *ЖОКР*) в интервалы прямого кода посылается обратный код, который может иметь разную полярность, зависящую от кодирующего реле, а следовательно, от показания сигнала. На входном конце рельсовой цепи этот обратный код принимается в зависимости от его полярности одним из двух путевых реле — *ЗПР* или *ЖПР*. Через контакты последних происходит зарядка конденсатора *С1* и разряд его на обмотку одного из реле — *ЖР* или *ЗР*. Конденсаторы *С2* и *С3* обеспечивают замедление отпускания якоря реле *ЗР* и *ЖР* в интервалы обратного кода.

Предварительное зажигание сигнала достигается при помощи реле *ПЗР*, отпускающего свой якорь в результате прекращения прямого кода, так как при этом реле *ДПР* и *ВОКР* прекращают кодирование.

В качестве *ЖР* и *ЗР* можно применять

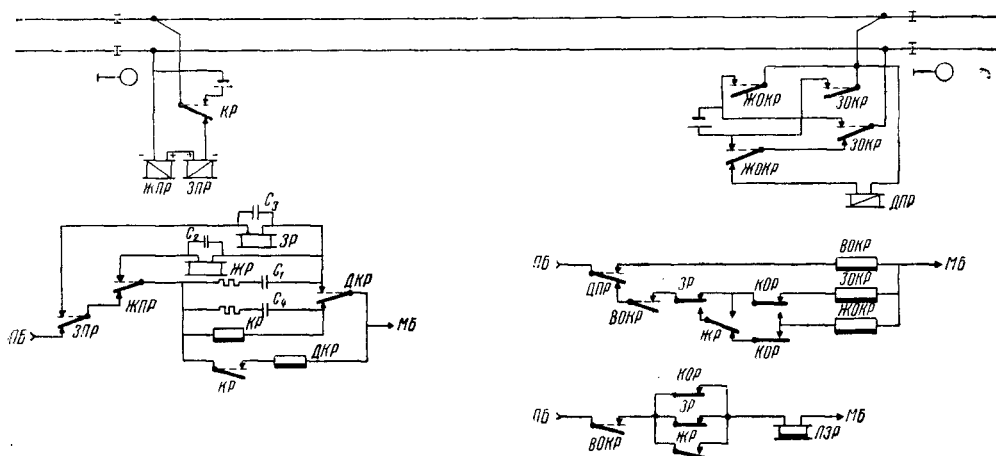
Таблица 86

Приборы односторонней кодовой автоблокировки с полярным кодом

Название прибора	Расшифровка названия	Тип прибора	Название прибора	Расшифровка названия	Тип прибора
ЗПР и ЖПР	Путевые реле зелёного и жёлтого кодов	ИР-1; 0,3 ом	ЗОКР и ЖОКР	Реле обратного кода зелёного и жёлтого огня	КДР-1
ДПР	Дополнительное путевое реле	ИР-1; 0,3 ом	ЗР	Реле зелёного огня	Реле сигнального механизма ПС-48**
КР	Кодирующее реле	РКА (0,3 сек.)*	ЖР	Реле жёлтого огня	То же
ДКР	Дополнительное кодирующее реле	РКА (0,55 сек.)	ПЗР	Реле предварительного зажигания	НР-1/900 ом
ВОКР	Вспомогательное реле обратного кода	РКА (0,22 сек.)	КОР	Огневое реле	НР-11-0,6/500
			С <sub>1</sub> , С <sub>2</sub> и С <sub>3</sub>	Конденсаторы электролитические	КЭ 1000 мф, 20 в

\* В скобках указано замедление на отпускание.

\*\* При линзовых светофорах или прожекторных светофорах с поляризованным реле применяются реле НР-1, 2 000 ом.



Фиг. 344. Схема автоблокировки с полярным кодом

нейтральные реле сигнального механизма прожекторного светофора ПС-48. При линзовых светофорах или при прожекторных светофорах с поляризованными сигнальными механизмами в качестве ЖР и ЗР устанавли-

вают реле типа НР-1. При наложении локомотивной сигнализации схема дополняется моторным трансмиттером числового кода, кодовым трансформатором и трансмиттерным реле

## АВТОСТОПЫ, АВТОРЕГУЛИРОВКА И ЛОКОМОТИВНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Авторегулировка, автоостоп и локомотивная сигнализация (кзб-сигнализация) представляют собой автоматические устройства, предназначенные для предотвращения проезда закрытых сигналов и облегчения условий вождения поездов.

Устройства авторегулировки обеспечивают принудительное автоматическое снижение скорости поезда или остановку его, если скорость не соответствует показанию сигнала или со-

стоянию пути и машинист сам не принимает мер к необходимому снижению скорости или к остановке поезда.

Автоостоп предотвращает проезд поездом закрытых сигналов; остановка происходит автоматически перед ними независимо от скорости поезда.

Устройства локомотивной сигнализации осуществляют автоматическую передачу в будку машиниста сигналов, соответствующих показаниям светофоров или состоянию впереди лежащих блок-участков.



Обычно локомотивная сигнализация дополняется автоостопом или авторегулировкой.

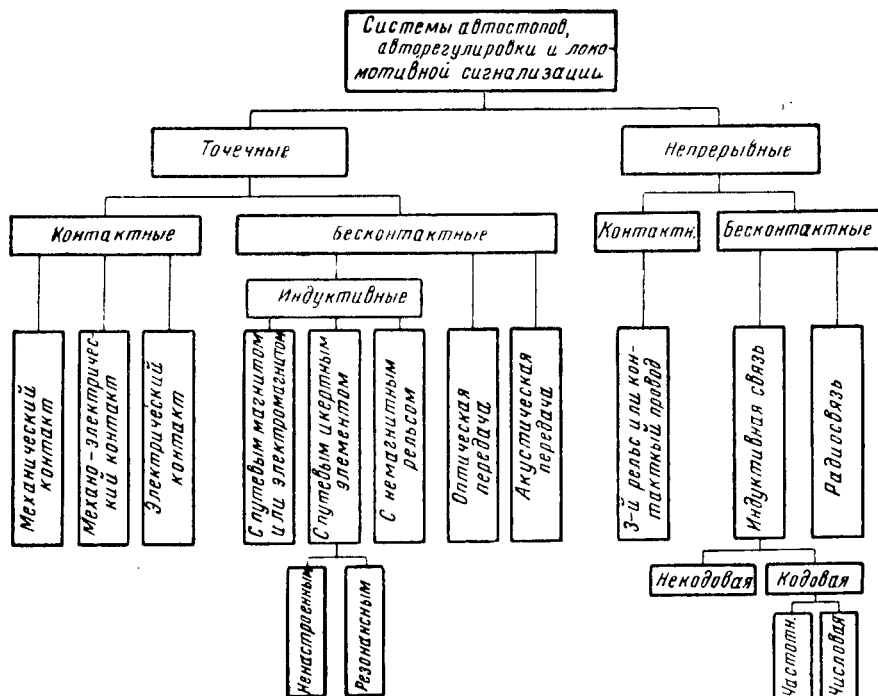
Передача сигнальных воздействий или сигнальных показаний с пути на локомотивы поездов в устройствах авторегулировки, автостопа и локомотивной сигнализации осуществляется посредством специальных передающих — путевых и воспринимающих — локомотивных приборов.

По принципу передачи сигнальных воздействий с пути на локомотивы устройства авторегулировки, автостопа и локомотивной

сигнализации представлена в виде схемы, показанной на фиг. 345.

Из приведённых в схеме типов некоторые не нашли применения, а некоторые устарели и больше не применяются. На дорогах Советского Союза в настоящее время нашли практическое применение следующие виды автоостопов и локомотивной сигнализации.

Точечные системы: 1) механический автоостоп с электроприводом для путевого прибора (применяется на Московском метрополитене); 2) индуктивно-резонансный



Фиг. 345. Общая классификация систем и типов автоостопов, авторегулировки и локомотивной сигнализации

сигнализации подразделяются на точечные и непрерывные.

Передача воздействий на локомотивы осуществляется:

а) в точечных системах — только в определённых пунктах (точках) пути, например, перед напольными сигналами;

б) в непрерывных системах — непрерывно во всё время следования поезда по оборудованному участку.

По способу связи между путевыми и локомотивными приборами устройства авторегулировки, автостопа и локомотивной сигнализации делятся на контактные и бесконтактные.

Связь между путевыми и локомотивными устройствами может быть:

а) при контактных системах — механическая, электрическая и электромеханическая;

б) при бесконтактных системах — акустическая, оптическая, индуктивная, а также построенная на принципе радиосвязи.

Общая классификация систем и типов автоостопов, авторегулировки и локомотивной

автостоп системы лауреата Сталинской премии Танцюра с инертным резонансным путевым элементом.

Непрерывные системы: 1) локомотивная сигнализация с автоостопом, непрерывной рельсовой цепью и центральным кодированием; 2) локомотивная сигнализация с автоостопом и местным кодированием рельсовых цепей.

Обе системы локомотивной сигнализации относятся к категории бесконтактных индуктивных кодово-числовых систем.

## ТОЧЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОСТОПОВ

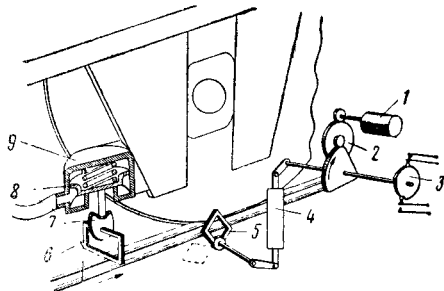
### Механический автоостоп

Механический автоостоп построен на принципе передачи воздействия с пути на движущийся состав путём непосредственного механического контакта передатчика и приёмника.

Схема одной из разновидностей механического автостопа показана на фиг. 346.

Передатчиком служит путевая скоба 5; при закрытом (заграждающем) положении

автостопа она устанавливается вертикально и, возвышаясь над уровнем головки ходового рельса на 80 мм, выходит из габарита; при открытом положении автостопа скоба переводится в горизонтальное положение (показано пунктиром) и не нарушает габарита.



Фиг. 346. Принципиальная схема механического автостопа

Приёмником на подвижном составе служит ударник 6; срабатывание поездного автостопа происходит от поворота ударника при ударе его о вертикально расположенную скобу; поворот ударника вызывает посредством эксцентрика 7 подъём поршня 8 срывного клапана 9 и выпуск воздуха из тормозной магистрали в атмосферу; давление в магистрали уменьшается и происходит автоматическое торможение поезда. Одновременно поворот ударника сопровождается срабатыванием автоматического выключателя управления моторами, вследствие чего выключается тяговый ток, питающий моторы. Каждое автоматическое торможение фиксируется срабатыванием счётчика торможений.

Если скоба путевой автостопа в момент прохода над ней ударника расположена горизонтально, зацепления ударника поездного автостопа и его поворота не происходит, а следовательно, не происходит и торможения поезда.

Для перевода путевой скобы автостопа в вертикальное и горизонтальное положения служит электропривод типа ПАК-3, состоящий из следующих основных частей:

- 1) мотора 1;
- 2) механической шестерёнчатой передачи 2 с фрикционным механизмом, предназначенным для поглощения инерции мотора по окончании перевода путевой скобы и для защиты мотора от перегрузки;
- 3) переключателя 3, служащего для автоматической коммутации цепей мотора и для контроля открытого и закрытого положений автостопа;
- 4) противовеса 4, необходимого для приведения путевой скобы автостопа в заграждающее положение, при выходе из строя мотора или при прекращении подачи электропитания.

Все перечисленные элементы, кроме противовеса, заключены в чугунный кожух. В приводе ПАК-3 применена простая электросиловая схема с использованием трёхфазного асинхронного мотора.

Мотор переменного тока, трёхфазный, бесколлекторный, с ротором в виде беличьего колеса, напряжение 110 в, рабочий ток 0,5 а. Мотор служит не только для перевода путевой скобы автостопа, но и для удержания груза в верхнем, поднятом, положении; в последнем случае питание мотора осуществляется через сопротивления  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$ , которые в момент перевода автостопа выключаются (шунтируются) контактами автопереключателя (фиг. 347).

Реверсивность мотора достигается автоматическим переключением двух фаз, осуществляемым контактами линейных реле автоблокировки, с которой увязано действие автостопа.

Автостоп на метрополитене устанавливается перед сигналом на расстоянии от 1,25 до 3,5 м.

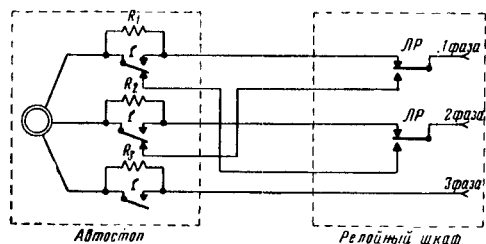
Общая схема поездных устройств автостопа метро показана на фиг. 348.

Кроме срывного клапана К в неё входят:

- а) автоматический выключатель цепей управления моторов АВУ с контактной системой  $K_1-K_2$ ;
- б) замыкающий клапан ЗК с фиксатором ЗМ для замыкания крана ВК, предназначенного для выключения устройств автостопа;
- в) комбинированные краны КК;
- г) обратный клапан ОК.

При необходимости выключение автостопа из действия производится поворотом специальной рукоятки выключения; каждый поворот этой рукоятки отмечается счётчиком.

В вагонах типа Б применён новый тип срывного клапана и универсальный автоматический выключатель автостопов УАВУ, объединяющий в себе АВУ, кран временного выключения и замыкающий обратный клапан с приспособлением для выключения автостопа из действия.



Фиг. 347. Схема включения привода автостопа ПАК-3: Г—контакт автопереключателя автостопа; ЛР—контакт линейного реле автоблокировки

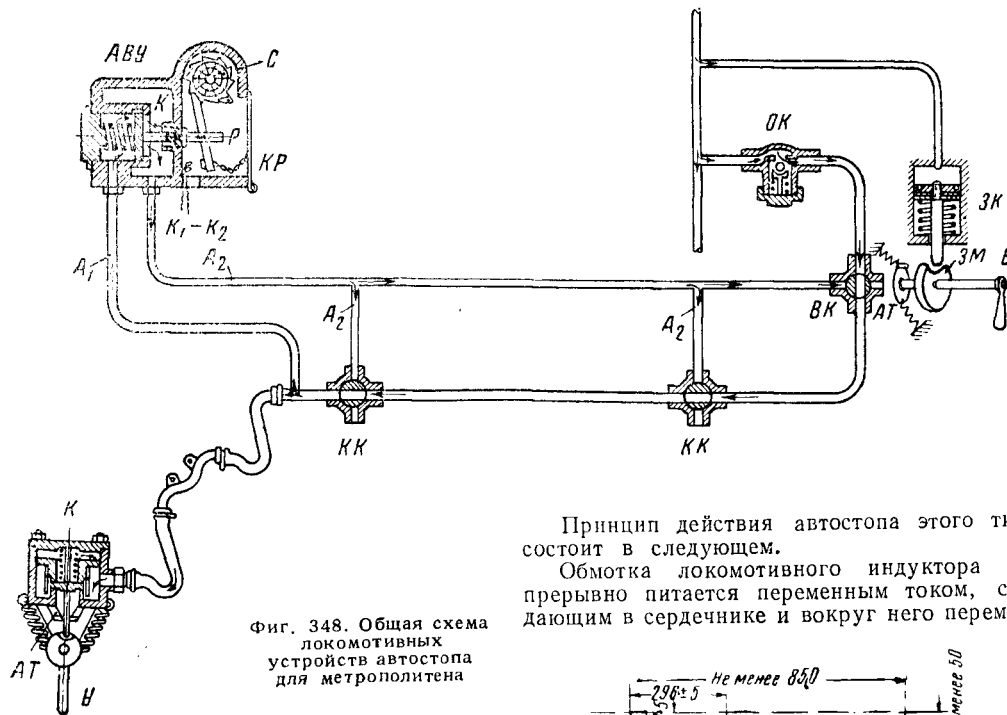
Достоинством механического автостопа является относительная простота его поездных устройств, а также достаточная надёжность действия в условиях метрополитена.

К недостаткам автостопа этого типа, препятствующим его применению на сети наземных железных дорог, относятся:

- 1) значительный износ и излом ударяющихся деталей, особенно при высоких скоростях;
- 2) нарушение габарита путевыми и поездными устройствами для осуществления механического контакта;

3) подверженность подвижных частей автостопа примерзанию, обледенению и засорению при работе вне метрополитена.

на рамах тендера на 150 мм выше уровня головки рельса и на таком же расстоянии от пути, как и путевые индукторы (фиг. 350).



Фиг. 348. Общая схема локомотивных устройств автостопа для метрополитена

#### Индуктивно-резонансный автостоп системы лауреата Сталинской премии А. А. Таицюра

Автостоп разработан ЦНИИ МПС. По способу передачи воздействия с пути на локомотив этот автостоп относится к бесконтактным системам с индуктивной связью, осуществляемой на переменном токе при помощи резонансных контуров. Контуров выполняются в виде путевых и локомотивных индукторов, представляющих собой железные сердечники с навитыми на них обмотками, в цепь которых включены конденсаторы; подбором величин индуктивности и ёмкости контуры настроены на частоту тока  $1\,000 \pm 10$  гц.

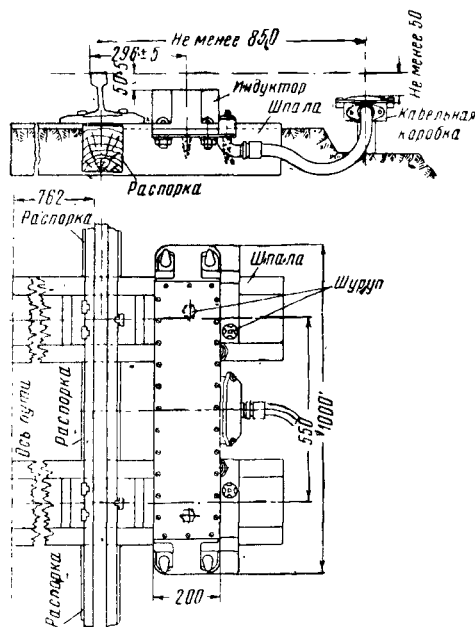
Путевые индукторы устанавливаются справа по ходу поезда, с наружной стороны колеи, на расстоянии  $296 \pm 5$  мм от внутренней грани головки рельса до оси путевого индуктора и на  $50 \pm 5$  мм ниже уровня головки рельса (фиг. 349).

Высота установки индуктора для различных типов рельсов регулируется металлическими подкладками. Механический износ шпала не должен превышать 10 мм. В среднем шпальном (под индуктором) ящике должна быть сделана выборка балласта на глубину 10 см от верхней постели шпалы. На станциях кабельная коробка устанавливается на расстоянии 1130 мм от рабочей грани ближайшего рельса, на уровне головки рельса.

В трёх шпальных ящиках под рельсами устанавливаются распорки.

Локомотивные индукторы подвешиваются

Принцип действия автостопа этого типа состоит в следующем. Обмотка локомотивного индуктора непрерывно питается переменным током, создающим в сердечнике и вокруг него перемен-

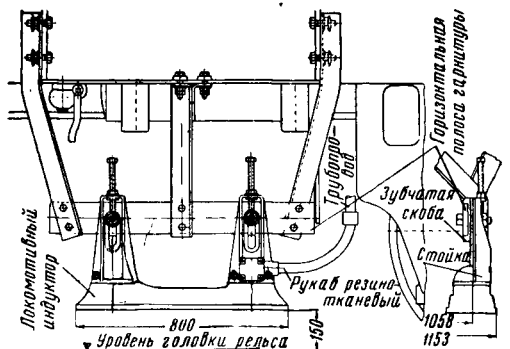


Фиг. 349. Установка путевых индукторов

ный магнитный поток. При сближении локомотивного индуктора с путевым магнитный поток локомотивного индуктора пронизывает обмотку путевого индуктора, наводя в ней электродвижущую силу. Вызванный этой э.д.с. электрический ток путевого индуктора создаёт магнитный поток, который, взаимодействуя с основным потоком локомотивного индуктора, изменяет силу протекающего в его

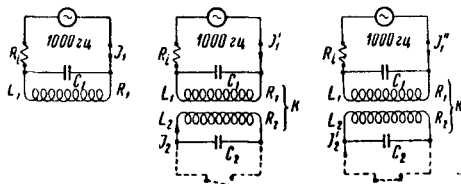
обмотке тока и вызывает срабатывание локомотивных приборов автостопа.

Электрические контуры путевых индукторов, как правило, связываются со светофо-



Фиг. 350. Подвеска локомотивного индуктора на раме тендера

рами посредством контактов сигнальных реле; при этом контур путевого индуктора при разрешающем показании связанного с ним



Фиг. 351. Принципиальная схема взаимодействия путевого и локомотивного индукторов

светофора шунтируется, в результате чего происходит его расстройка, и передача воздействия на локомотивные устройства исключается; при запрещающем показании светофора контур остаётся настроенным, вследствие

принудительное автоматическое торможение поезда.

Процесс, происходящий в цепи локомотивного индуктора при взаимодействии его с путевым, может быть характеризован следующим образом (фиг. 351).

Нормально по цепи локомотивного индуктора протекает ток  $I_1$ . При нахождении локомотивного индуктора над настроенным путевым индуктором (сигнал закрыт) в цепи его ток уменьшается до величины  $I_1'$ .

Отношение токов  $I_1$  и  $I_1'$ , или степень снижения тока в цепи локомотивного индуктора, определяется формулой

$$\frac{I_1}{I_1'} = 1 + k^2 Q_1 Q_2 = 4,85,$$

где  $k$  — коэффициент связи между индукторами, по данным ЦНИИ равный 0,14, при расстоянии между ними 200 мм;

$Q_1$  и  $Q_2$  — добротность контуров локомотивного и путевого индукторов;

$$Q_1 = \frac{\omega L_1}{R_1} = 14, \quad Q_2 = \frac{\omega L_2}{R_2} = 14.$$

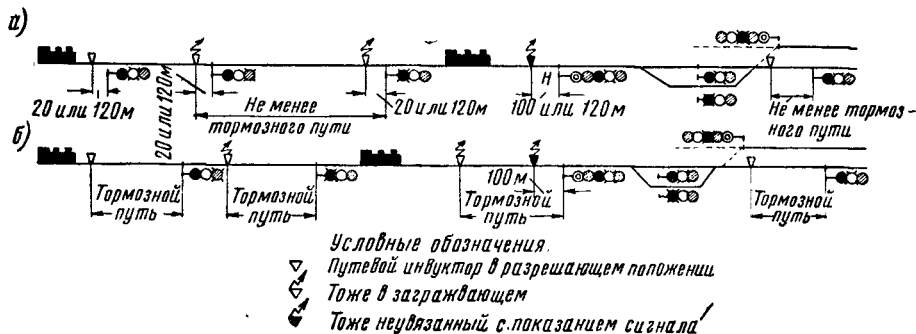
Когда локомотивный индуктор находится над ненастроенным путевым индуктором (сигнал открыт), степень снижения тока в цепи локомотивного индуктора определяется отношением

$$\frac{I_1}{I_1'} = \sqrt{1 + k^2 Q_1^2} = 1,037,$$

т. е. в этом случае изменение тока в цепи локомотивного индуктора будет незначительным.

Рассматриваемый автостоп может быть применён при любой системе сношений по движению поездов.

При автоблокировке существует два способа расстановки путевых индукторов относительно связанных с ними напольных сигналов:



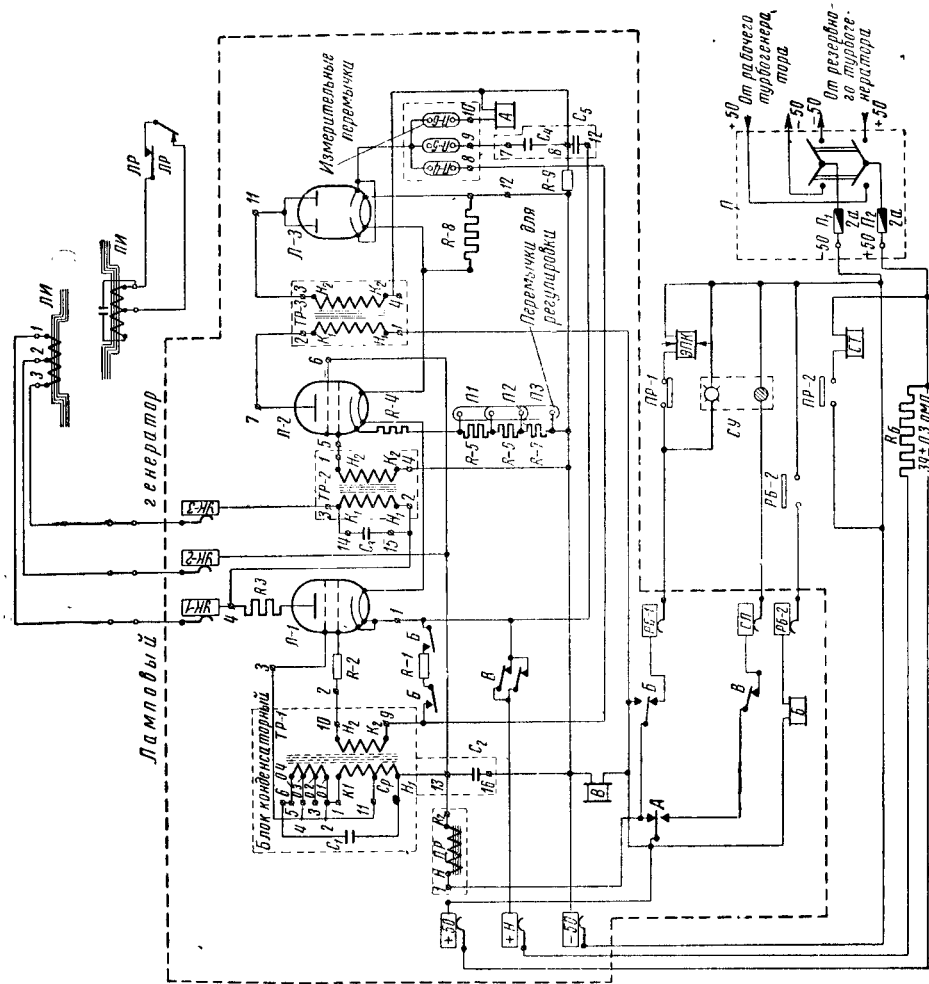
Фиг. 352. Схема расстановки путевых индукторов

чего происходит передача воздействия путевого индуктора на локомотивный; в результате начинается действовать предупреждающий акустический сигнал и, если в течение 6—8 сек. после этого машинистом не будет нажата рукоятка бдительности, произойдёт

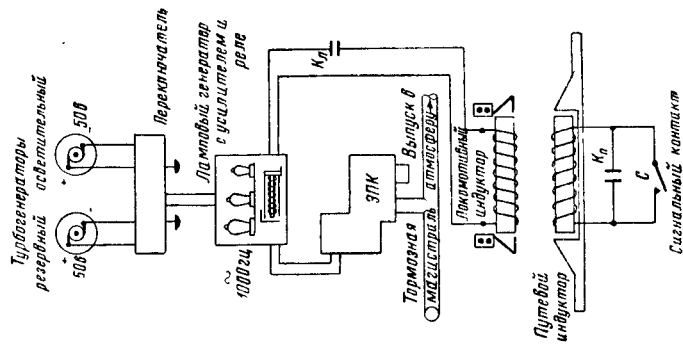
1) на расстоянии блок-участка от ограждаемого сигнала (фиг. 352, а);

2) на тормозном расстоянии от сигнала (фиг. 352, б).

При первом способе расстановки индукторов передача воздействия путевого индук-



Фиг. 354. Принципиальная электрическая схема автостопа: ЛР—дрессель; РБ-1 и РБ-2—контакты рукоятки бдительности; ПР-1 и ПР-2—контакты пневматической части ЭПК



Фиг. 353. Скелетная схема устройств автостопа

тора на локомотивный происходит дважды: при подходе поезда к сигналу с жёлтым огнём и, далее, при подходе поезда к сигналу с красным огнём; при втором способе расстановки воздействие передаётся один раз в точке, расположенной на тормозном расстоянии от сигнала с запрещающим показанием.

Путевые индукторы автостопа, устанавливаемые у входных сигналов, располагаются передними за 100—120 м и в зависимости с этими сигналами не вводятся; при проезде таких индукторов всякий раз происходит передача воздействия на локомотивы, в соответствии с чем требуется нажатие рукоятки бдительности.

Комплект основных элементов индуктивно-резонансного автостопа представлен в виде скелетной схемы на фиг. 353, а принципиальная электрическая схема его дана на фиг. 354.

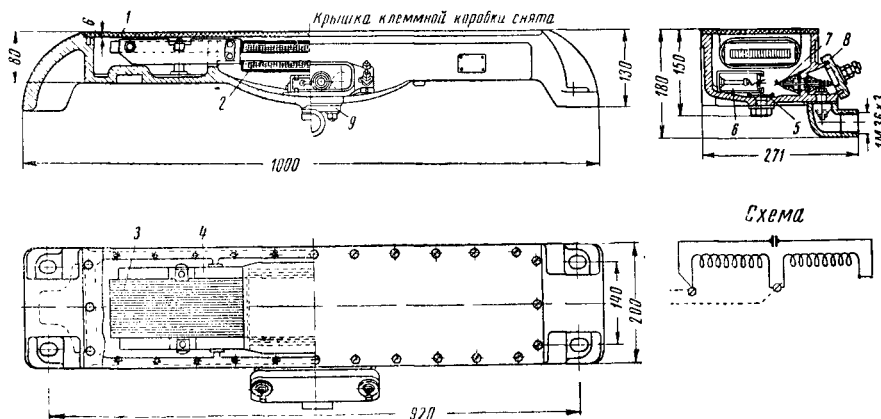
Источником электрического тока для питания локомотивных устройств автостопа служит турбогенератор паровозного освещения, дающий постоянный ток напряжением 50 в.

Всё локомотивное оборудование, кроме локомотивного индуктора и турбогенератора, размещается в будке машиниста.

Конструкция путевого индуктора и его принципиальная электрическая схема представлены на фиг. 355.

Сердечник индуктора набирается из отштампованных пластин листовой трансформаторной стали толщиной 0,35 мм марки Э4А или Э4АА.

В средней части сердечника помещается катушка с разъемным карболитовым каркасом, состоящая из двух одинаковых обмоток по 450 витков каждая, выполненных из медного провода марки ПЭБО диаметром 1 мм.



Фиг. 355. Путьевой индуктор конструкции 1949 г.: 1—крышка; 2—катушка; 3—сердечник; 4—щетка; 5—защитная сетка; 6—конденсатор; 7—изоляция; 8—крышка клеммной коробки; 9—фланец

В состав основного локомотивного оборудования этого автостопа входят:

1) локомотивный индуктор *ЛИ* для осуществления взаимодействия с путевыми устройствами;

2) ламповый генератор *ЛГ*, вырабатывающий переменный ток для питания локомотивного индуктора, с усилителем и приёмным реле *А*;

3) электропневматический клапан *ЭПК*, обеспечивающий подачу предупреждающего акустического сигнала и вызывающий принудительное автоматическое торможение поезда при взаимодействии с путевыми устройствами;

4) рукоятка бдительности *РБ* (на скелетной схеме не показана), служащая для предотвращения действия автостопа в случае готовности машиниста лично принять необходимые меры к остановке или снижению скорости поезда;

5) счётчик *СТ*, регистрирующий случаи принудительных торможений;

6) световой указатель *СУ*, сигнализирующий машинисту: нормально горящей белой лампой — о нахождении устройств автостопа в исправном рабочем состоянии и красной лампой — о получении воздействия с пути.

Сердечник с катушкой помещается в корпусе, отлитом из немагнитного материала — силумина.

В средней части корпуса размещаются конденсаторы, заключённые в специальную коробку; конденсаторы в коробке заливаются изоляционной массой.

В приливе средней части корпуса помещается клеммная коробка; вывод проводов из корпуса осуществляется посредством проходных фарфоровых изоляторов.

Для обеспечения необходимой изоляции катушки вместе с сердечниками пропитываются специальными компаундами, полость корпуса индуктора закрывается сверху текстолитовой крышкой, закрепляемой винтами.

Резонансная частота контура  $1\,000 \pm 10$  гц; активное сопротивление обмотки индуктора переменному току частотой 1 000 гц  $100 \div 120$  ом; сопротивление постоянному току 5—7 ом; сопротивление изоляции обмотки относительно корпуса не менее 500 мгом в сухом состоянии; индуктивность обмотки при резонансной частоте и напряжении 0,2 в, действующем в цепи индуктора, равна  $0,25 \pm 0,01$  гн; ёмкость слюдяного герметизированного конденсатора на рабочее напряжение не менее 250 в  $0,1 \pm 0,01$  мкф.

Наибольшая длина соединительного кабеля марки СОБ между индуктором и настольным сигналом не более 60 м (при большей длине кабеля должны быть приняты меры к компенсации влияния ёмкости кабеля на резонансный контур индуктора).

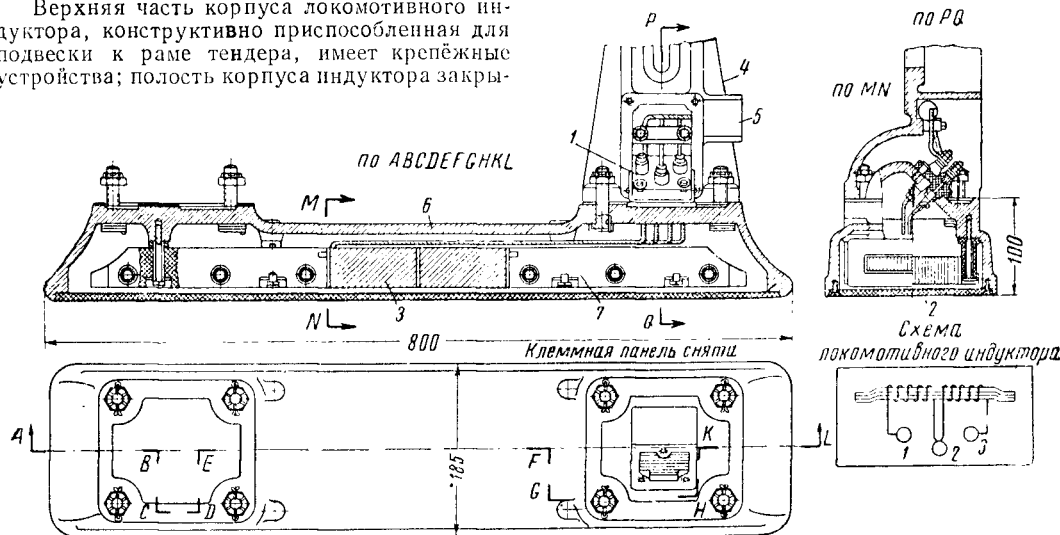
Конструкция локомотивного индуктора и его принципиальная электрическая схема представлены на фиг. 356.

Сердечник и катушка локомотивного индуктора в принципе аналогичны сердечнику и катушке путевого индуктора.

Верхняя часть корпуса локомотивного индуктора, конструктивно приспособленная для подвески к раме тендера, имеет крепёжные устройства; полость корпуса индуктора закры-

тывает переменный ток частотой  $1000 \pm 10$  гц для питания локомотивного индуктора ЛИ; остальные каскады служат для питания приёмного реле А.

Генераторный каскад состоит из лампы Л1 (типа 6П3) и задающего контура, образованного конденсатором  $C_1$  и первичной обмоткой трансформатора ТР-1, настроенного на частоту 1000 гц, а также из колебательного контура, образованного обмоткой локомотивного индуктора с конденсатором  $C_2$ , настроенного также на частоту 1000 гц.



Фиг. 356. Локомотивный индуктор конструкции 1948 г.: 1—клеммная панель; 2—сердечник; 3—катушка; 4—регулирующее приспособление; 5—патрубок для присоединения гибкого шланга; 6—корпус; 7—щека

вается снизу текстолитовой крышкой, закреплённой болтами.

Защита катушки от действия влаги осуществляется аналогично защите катушки путевого индуктора с дополнительной сплошной заливкой обмотки и сердечника в корпусе компаундной массой МБ-М. Индуктивность катушки соответствует настройке индуктора на резонансную частоту  $1000 \pm 10$  гц при эффективном значении напряжения, вводимом в цепь индуктора, 0,8 в.

Сопротивление изоляции всех токоведущих частей по отношению к корпусу индуктора должно быть не менее 100 мгом. Остальные электрические характеристики аналогичны соответствующим характеристикам путевого индуктора.

Гарнитуры крепления локомотивных индукторов для разных серий паровозов и типов гендеров различны по своим размерам и конфигурации угольников, однако система крепления индукторов к гарнитурам даёт возможность постоянно сохранять необходимую высоту подвески локомотивного индуктора и носит название регулирующего устройства; регулирующий ход устройства 100 мм, шаг зуба рейки — 5 мм.

Ламповый генератор (фиг. 354, жирный пунктир) имеет три каскада: генераторный, усилительный и выпрямительный.

Генераторный каскад выраба-

тывает переменный ток частотой 1000 гц для питания локомотивного индуктора ЛИ; остальные каскады служат для питания приёмного реле А.

Усилительный каскад служит для усиления мощности; в его состав входит лампа Л2 (типа 6П3) и подключённый к обмотке локомотивного индуктора трансформатор ТР-2.

Выпрямительный каскад состоит из выпрямительной лампы Л3 (типа 6Х6), включённой через трансформатор ТР-3 в цепь анода лампы Л2. Ток, прошедший однополупериодное выпрямление в лампе Л3, питает приёмное реле А.

При нормальном режиме на сетку генераторной лампы подаются одновременно отрицательный потенциал, равный падению напряжения на нитях накала всех ламп (около 16,5 в) и положительный потенциал, равный падению напряжения на реле А.

Оба эти потенциала близки между собой по абсолютной величине, но противоположны по знаку; в итоге сетка имеет по отношению к катоду отрицательный потенциал около 1,5 в. При взаимодействии локомотивного индуктора с настроенным путевым индуктором (сигнал закрыт) происходит уменьшение силы тока в контуре локомотивного индуктора, в результате чего уменьшается ток и в приёмном реле А.

При снижении тока в реле А примерно до 75% от нормального положительный потенциал сетки лампы Л1 уменьшается настолько, что на сетке создаётся отрицательный потен-

циал порядка 5 в; это вызывает прекращение генерирования лампы и уменьшение тока в реле А до нуля (самоблокирование).

Восстановление действия генераторной лампы происходит при нажатии рукоятки бдительности и возбуждении реле Б, при этом на управляющей сетке оказывается небольшой отрицательный потенциал, при котором лампа начинает генерировать; с возбуждением реле А через его фронтальный контакт подается напряжение на анод и экранную сетку генераторной лампы.

Трансформатор *ТР-1* собирается на торе из магнито-диэлектрика с постоянной магнитной проницаемостью, чем достигается стабильность индуктивности контура, а тем самым и частоты генерируемого тока.

Трансформаторы *ТР-2* и *ТР-3*, а также дроссель *ДР* выполняются на сердечниках из листовой трансформаторной стали толщиной 0,35 мм марок Э3А и Э4А.

Основные данные лампового генератора приведены в табл. 87, 88 и 89.

Таблица 87  
Электрические характеристики реле лампового генератора

Основные данные	А	Б	В
Напряжение полного притяжения в в не более . . . . .	11,5 (ток 3,8 ма)	25	70 и не менее 60 в
Напряжение отпадания в в не менее . . . . .	3 (ток 1 ма)	4	—
Сопротивление обмотки постоянному току в ом . . . . .	3 000 ± 70	650 ± 10%	4 400 ± 10%
Число витков . . . . .	33 000	11 400	26 600
Диаметр провода без изоляции марки ПЭЛ-1 . . . . .	0,12	0,16	0,09

Таблица 88

Основные электрические величины, характеризующие режим лампового генератора

Напряжение питания в в	Напряжение переменного тока на индукторе	Ток в реле А в ма	Напряжение и ток накала ламп	Частота тока лампового генератора в гц	Вторичное напряжение трансформатора ТР-1 в в	Вторичное напряжение трансформатора ТР-2 в в	Сопротивление изоляции мгом	Диэлектрическая прочность	Анодное напряжение
50	13,5 ± 15%	Не менее 4,7	5,5 ± 5% в 6ПЗ-0,83 а 6Х6-0,29 а	1 000 ± 10	6 ± 20%	4 ± 15%	10	1 000 эффективных вольт переменного тока частотой 50 гц	Генераторной лампы 33 в, усилительной лампы 50 в

Таблица 89

Электрические характеристики деталей лампового генератора

Обозначение по схеме	Наименование деталей	Характеристики	Обозначение по схеме	Наименование деталей	Характеристики
ТР-1	Трансформатор обратной связи	I обмотка — 1 500 витков, провод ПЭШО Ø 0,25, самоиндукция 252 ± 2 мГн, сопротивление 35 ом с отводом С <sub>р</sub> от 500 витков, 3 секции по 15 витков II обмотка — 500 витков, провод ПЭШО Ø 0,25, самоиндукция 27 мГн, сопротивление 12 ом	С <sub>1</sub> ; С <sub>2</sub>	Конденсаторы	Тип КБГ-МН, ёмкость 1,0 ± 0,1 мкФ, рабочее напряжение 200 в
ТР-2	Трансформатор сеточный	I обмотка — 3 500 витков, провод ПЭШО Ø 0,15, сопротивление 640 ом II обмотка — 1 000 витков, провод ПЭШО Ø 0,15, сопротивление 150 ом	С <sub>3</sub>	Конденсатор	КБГ 0,1 мкФ ± 10%, рабочее напряжение 200 в
ТР-3	Трансформатор анодный	I обмотка — 3 000 витков, провод ПЭШО Ø 0,15, сопротивление 450 ом II обмотка — 2 200 витков, провод ПЭШО Ø 0,20, сопротивление 120 ом	Р-1	Сопротивление непроволочное	Сопротивление 4 000 ± ± 10% ом, тип СС, малогабаритное
ДР	Дроссель	Сопротивление 170 ом, 3 000 витков, провод ПЭШО Ø 0,25	Р-2	Сопротивление непроволочное	Сопротивление 100 000 ± 10% ом, тип СС, малогабаритное
С <sub>1</sub> ; С <sub>2</sub>	Конденсатор бумажный	Тип КБГ, ёмкость 0,1 ± 2% мкФ, рабочее напряжение 200 в	Р-3	Сопротивление проволочное	Сопротивление 6 000 ± ± 30 ом, провод ПШДК Ø 0,08
			Р-4	Сопротивление проволочное секционированное	Сопротивление 375 ом, провод ПШДК Ø 0,1, сопротивление R <sub>4</sub> = 200 ± 5 ом, R <sub>5</sub> = 100 ± 20 ом, R <sub>6</sub> = 50 ± 1 ом, R <sub>7</sub> = 25 ± 1 ом
			Р-5		
			Р-6		
			Р-7		
			Р-8	Сопротивление проволочное	Сопротивление 10,6 ± ± 0,1 ом, провод константановый Ø 0,45
			Р-9	Сопротивление непроволочное	Сопротивление 20 000 ± ± 20% ом, тип СС
			Р-б	Сопротивление проволочное	Сопротивление 39 ± ± 0,3 ом, провод константановый



Электропневматический клапан (ЭПК) связывает электрическую часть автостопа с тормозной системой поезда.

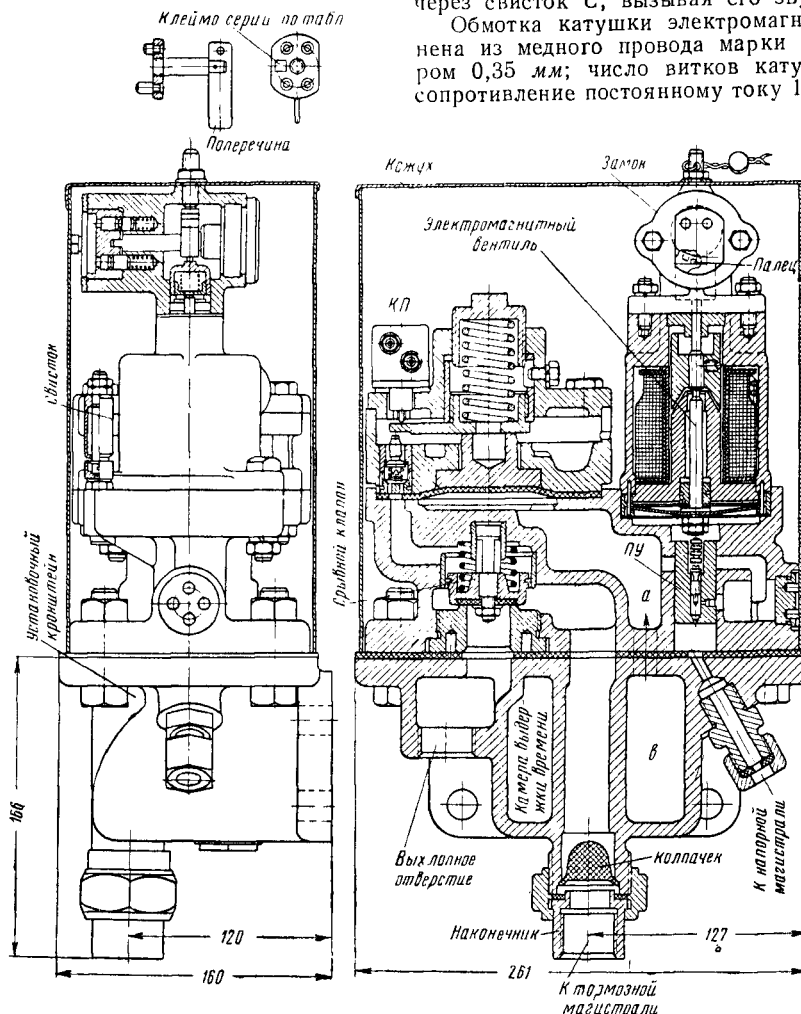
Основное назначение ЭПК — осуществление принудительного торможения поезда автостопом. Кроме того, при ЭПК имеется свисток, дающий перед началом вынужденного торможения предупреждающий звуковой сигнал.

Конструкция электропневматического кла-

Нормально, при включённом состоянии автостопа, электромагнит находится в возбуждённом состоянии, а клапан вентиля закрыт

Когда электромагнит лишается тока, его якорь 3 под действием упругой металлической мембраны поднимается вверх, в результате чего под давлением воздуха открывается клапан и начинается выход воздуха из камеры выдержки времени и напорной магистрали через свисток С, вызывая его звучание.

Обмотка катушки электромагнита выполнена из медного провода марки ПЭ диаметром 0,35 мм; число витков катушки 5 000, сопротивление постоянному току  $145 \pm 10$  ом.



Фиг. 357. Конструкция электропневматического клапана ЭПК-150

пана ЭПК-150, выпускаемого в настоящее время промышленностью, представлена на фиг. 357, а его принципиальная схема — на фиг. 358.

В состав электропневматического клапана входят: электромагнитный вентиль ЭВ, камера выдержки времени с пневматическим устройством ПУ, срывной клапан СК, свисток С, свисток<sup>1</sup> С, концевой переключатель КП, кожух и установочный кронштейн.

Электромагнитный вентиль представляет собой электромагнит 1 с управляемым им воздушным клапаном 2 и служит для электрического управления работой ЭПК.

Притяжение якоря и полное закрытие клапана вентиля при давлении в напорной магистрали 7—8 ат происходит при напряжении не более 30 в, отпадание — при напряжении не менее 5 в; ход якоря составляет 1,3—1,7 мм, ход клапана — 0,8—1,4 мм.

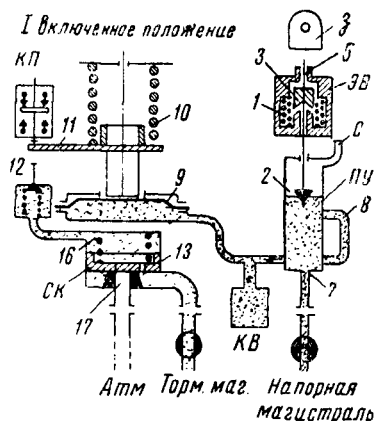
Для обеспечения необходимого воздушного зазора между сердечником электромагнита и якорем и предотвращения залипания последнего, вследствие остаточного магнетизма, на шток надевается латунная упорная шайба толщиной 0,5 мм.

Камера выдержки времени с пневматическим устройством предназначена для обеспечения необходимого интер-

вала (6—8 сек.) между моментом лишения питания обмотки электромагнита ЭПК током и началом разрядки тормозной магистрали.

Такой интервал необходим для того, чтобы машинист имел возможность зафиксировать восприятие сигнала нажатием рукоятки бдительности и тем самым предотвратить принудительное торможение; сигналами о предстоящем принудительном торможении служат свисток ЭПК и появление красного огня на световом указателе.

Основная часть камеры выдержки времени *в* расположена в кронштейне и соединена каналом (показано стрелкой) с дополнительной камерой *а* в корпусе ЭПК; через калиброванные отверстия 7 и 8 эта камера



Фиг. 358. Принципиальная схема клапана ЭПК-150

соединяется с напорной магистралью и клапаном вентиля. Дополнительная камера *а* сверху закрыта литой резиновой диафрагмой 9, которая совместно с пружиной 10 посредством нажимного рычага 11 управляет возбуждением клапаном 12 и концевым переключателем КЛ.

Нормальное давление воздуха в камере выдержки времени 7—8 атм.

При разрыве цепи электромагнита, когда клапан вентиля открывается и воздух из камеры выдержки времени через свисток начинает выходить в атмосферу, давление в камере снижается и через 6—8 сек. падает до 1,5 атм.—величины, при которой происходят переключение нажимного рычага и срабатывание возбуждательного клапана с одновременным переключением контактов концевой переключателя. В результате начинается разрядка надпоршневого пространства срывного клапана и происходит размыкание цепи электромагнита ЭПК и замыкание цепи счётчика торможений.

Срывной клапан осуществляет разрядку тормозной магистрали поезда при принудительном его торможении. Он состоит из поршня 13 с уплотняющим кольцом и резиновой прокладкой, пружины 16 и седла 17. Нормально поршень прижат к седлу своей резиновой прокладкой силой давления воздуха и пружины.

Как указывалось, управление срывным клапаном осуществляется посредством воз-

будительного клапана, при открытии которого надпоршневое пространство разряжается и поршень давлением воздуха снизу поднимается, сообщая тормозную магистраль с атмосферой.

Клапан закрывается при снижении давления в тормозной магистрали до 1—2 атм.

Замок предназначен для включения и выключения автостопа, а также для осуществления контроля за нахождением автостопа во включённом положении.

При вложенном и повернутом ключе замок механически воздействует на шток электромагнита и приводит в закрытое положение клапан вентиля, исключая действие автостопа.

При включении автостопа в действие ключ вынимается из замка и замок на шток не действует, — клапан управляется электромагнитом.

Во всё время следования поезда по участку, оборудованному автостопами, ключ от ЭПК находится у главного кондуктора.

Для устранения возможности выключения автостопа ключом с другого локомотива конструкцией замка и ключа к нему предусматривается возможность получения 24 различных серий путём соответствующего подбора штифтов.

Номер серии замка и ключа выбивается соответственно на шайбе замка и планке ключа.

Свисток служит для подачи сигнала о получении воздействия с пути.

Концевой переключатель предназначен для разрыва цепи электромагнита при начавшемся принудительном торможении для исключения возможности прекращения этого торможения нажатием рукоятки бдительности и восстановления системы без применения ключа автостопа. Кроме того, переключатель замыкает цепь счётчика торможений, фиксирующего принудительные остановки.

Кронштейн представляет конструкцию, несущую на себе съёмную часть ЭПК.

Все воздухопроводы ЭПК подведены к кронштейну, поэтому при снятии ЭПК и его установке не требуется какого-либо разъединения или соединения труб воздухопроводов.

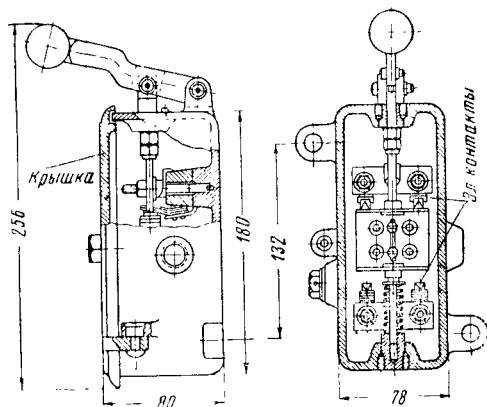
Рукоятка бдительности (фиг. 359) служит для фиксации внимания машиниста и его готовности лично принять необходимые меры к остановке или снижению скорости поезда; эта фиксация осуществляется кратковременным нажатием рукоятки при появлении предупреждающего сигнала (свисток, запрещающий оптический сигнал).

С рукояткой связаны два электрических контакта; нижний контакт, нормально разомкнутый, замыкается при нажатии рукоятки, а верхний — при отпуске её и возвращении в нормальное положение, осуществляемом спиральной пружиной.

Световой указатель (индикатор) (фиг. 360). Конструктивно выполнен в виде чугунной литой коробки 1 с наружной фасадной крышкой 2, имеющей три световых очка.

Верхнее и среднее очки 3 застеклены белыми матовыми стёклами с нанесёнными на

них буквами «В» (вперёд) и «Н» (назад); очко с буквой «В» используется на всех локомотивах, оборудованных автоостопом, а очко с буквой «Н» — только на паровозах, выде-



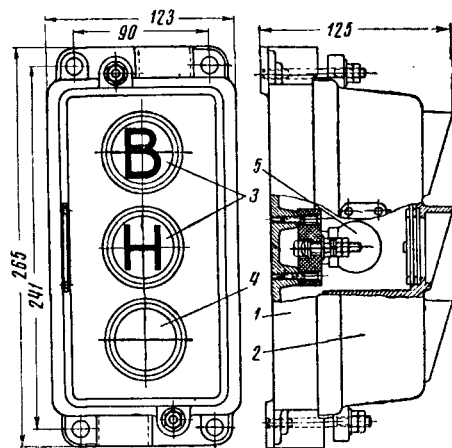
Фиг. 359. Рукоятка бдительности

ленных для движения как трубой, так и тендером вперёд; нижнее очко 4 имеет красное стекло.

Лампа красного очка, питаемая через тыловую контакт реле А (фиг. 354), загорается при получении воздействия с пути.

Лампы белых очков, получающие питание через фронтную контакт реле А, горят при нормальном рабочем состоянии системы.

Внутри коробки указателя против очков расположены три панели, на которых укреп-



Фиг. 360. Световой указатель

лены лампы 5 мощностью 15 вт на напряжение 55 в.

Счётчик торможений (фиг. 361) состоит из трёх номерных дисков 1, 2, 3, свободно насаженных на общей оси.

Диск единиц наглухо связан с шестерёнкой 4, которая поворачивается анкерной вилкой 5, причём смена показаний единиц происходит в два приёма. Прямой ход анкерной

вилки совершается под действием якоря 6, электромагнита 7, а обратный — под действием пружины 8.

Передача движения от диска единиц к диску десятков и от них к диску сотен осуществляется посредством промежуточных шестерёнок 9.

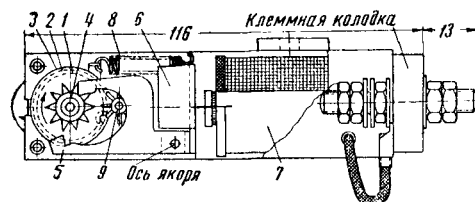
Сопротивление обмотки электромагнита счётчика 400 ом.

Переключатель состоит из двух контактных ножей на три фиксируемых положения; в среднем положении переключателя питание выключается, а в крайних включается или основной или резервный источник питания.

На плате переключателя имеются два предохранителя на ток 2 а.

Электропитание устройств автостопа на паровозе осуществляется от турбогенератора паровозного освещения типа ТГ-1М (мощность 1 квт, напряжение 50 в, ток 20 а, число оборотов 3 500 в минуту). Для обеспечения бесперебойного питания предусматривается установка второго (резервного) турбогенератора.

Рабочее напряжение турбогенератора  $50 \pm 5$  в; сила тока, потребляемая устройствами автостопа, 1,7 а.



Фиг. 361. Счётчик торможений

Расход энергии на питание: лампового генератора — 50 вт; светового указателя — 15 вт, ЭПК — 20 вт.

Ламповый генератор, счётчик торможений и переключатель питания конструктивно объединяются в общий блок, называемый блоком лампового генератора; этот блок устанавливается на стенке, отделяющей место машиниста от входа в будку. На этой же стенке устанавливается и электропневматический клапан.

Рукоятка бдительности помещается под окном на стенке со стороны машиниста. Световой указатель монтируется на передней стенке будки.

Электропроводка автостопа укладывается в газовых трубах диаметром  $1/2$  и  $3/4$ ".

Монтаж электропроводки выполняется гибким проводом марки ПРГ или ПС сечением 1,5 мм<sup>2</sup>, искключение составляет соединение локомотивного индуктора с блоком лампового генератора, где применяется провод только марок ПС и ПВГ (магнето). На паровозах, оборудованных устройствами автостопа, схема электрического освещения делается двухпроводной.

Сопротивление изоляции проводов и токоведущих частей устройств автостопа по отношению к корпусу паровоза должно быть не менее 1 мгом, а электропроводки освещения — не менее 0,5 мгом.

### НЕПРЕРЫВНЫЕ СИСТЕМЫ ЛОКОМОТИВНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С АВТОСТОПОМ

В отличие от точечных систем автостопа непрерывные системы обеспечивают передачу воздействия с пути на локомотивы не в отдельных точках пути, а непрерывно во всё время следования поезда по оборудованному участку.

В этих системах воздействие с пути на локомотивы передаётся с помощью магнитного поля, образующегося вокруг ходовых рельсов при протекании по ним переменного тока.

Наиболее совершенными из непрерывных систем являются кодовые системы, характеризующиеся тем, что переменный ток посылается в виде импульсов, следующих в определённых комбинациях.

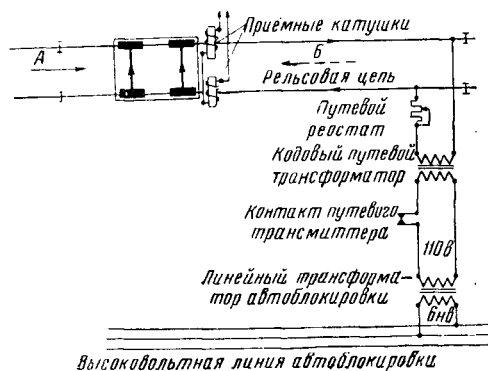
Каждая комбинация — к о д — соответствует тому или иному сигнальному показанию.

В локомотивной сигнализации практически нашли применение:

- а) частотные коды (зарубежные железные дороги);
- б) числовые коды (дороги Советского Союза).

Числовые коды представляют собой периодически повторяющиеся серии импульсов и интервалов; коды, соответствующие различным сигнальным показаниям, отличаются разным числом импульсов.

Принципиальная схема кодирования рельсовых цепей при непрерывной кодовой локомотивной сигнализации с автоостопом представлена на фиг. 362.



Фиг. 362. Схема кодирования рельсовой цепи:  
А — направление движения; Б — направление кодирования

Посылка кодовых импульсов в рельсы производится посредством кодовых трансмиттеров, превращающих непрерывный переменный ток в кодированный.

Приём импульсов на локомотиве осуществляется приёмными катушками, подвешенными над рельсами впереди его колёсных пар.

Величина э. д. с., наводимой в одной приёмной катушке (фиг. 363) магнитным потоком, создаваемым током одного рельса, определяется по формуле

$$E = 4,44 \cdot f w \Phi \cdot 10^{-8}, \text{ в}$$

где  $f$  — частота переменного тока;  
 $w$  — число витков приёмной катушки;  
 $\Phi$  — магнитный поток, пронизывающий приёмную катушку.

Величина магнитного потока

$$\Phi = \frac{0,4\pi \cdot A w_p}{R_s} = \frac{0,4\pi \cdot I_p}{R_s}.$$

Ампер-витки рельса  $A w_p$  численно равны току в рельсе, так как  $w_p = 1$ .

Магнитное сопротивление потоку в воздухе

$$R_s = \frac{L_s}{S_s},$$

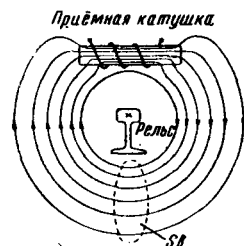
где  $L_s$  — средняя длина магнитных силовых линий в воздухе;

$S_s$  — сечение магнитного силового потока в воздухе.

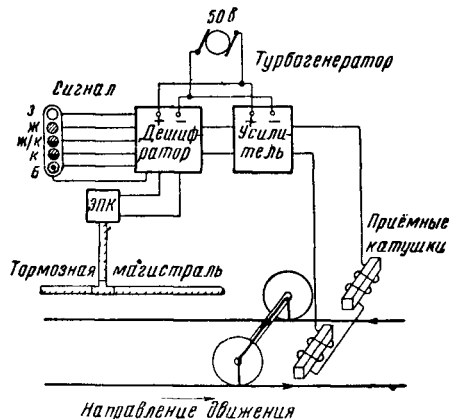
(Магнитное сопротивление сердечника не учитывается.)

Общая схема локомотивных устройств показана на фиг. 364.

Ток от приёмных катушек подаётся на усилитель, где происходит увеличение мощности кодовых импульсов, а также преобразование импульсов переменного тока в импульсы постоянного тока, которые затем поступают в обмотку импульсного реле. Это реле притягивает и отпускает свой якорь в такт поступающим импульсам и через свой контакт посылает от локомотивного источ-



Фиг. 363. Приёмная катушка в магнитном поле рельса



Фиг. 364. Общая схема локомотивных устройств

ника постоянного тока идентичные импульсы в дешифратор, который расшифровывает принимаемые коды в соответствующие сигнальные показания.

При смене показаний локомотивного сигнала на более запрещающее цель ЭПК размыкается и происходит продолжительный свисток, который может быть выключен, если

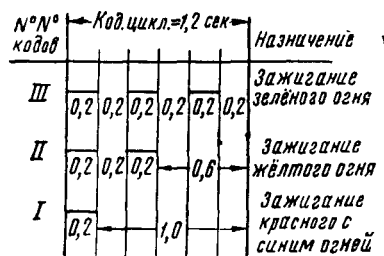
машинист в течение 6 сек. после появления свистка нажмёт рукоятку бдительности и восстановит цепь ЭПК. Если рукоятка бдительности не будет нажата своевременно, то произойдет разрядка тормозной магистрали и остановка поезда.

При смене показания локомотивного сигнала на более разрешающее показание цепь ЭПК кратковременно разрывается (до 1 сек.) и происходит короткий свисток, извещающий машиниста о происшедшей смене огня на локомотивном сигнале; в этом случае восстановленные цепи ЭПК и прекращение свистка происходят без вмешательства машиниста.

Дешифратор представляет собой комплект реле, смонтированных в общем ящике; назначение дешифратора сводится к расшифровке поступающих кодов, включению той или иной сигнальной лампочки согласно принимаемому коду и к управлению (посредством электропневматического клапана) автоматическим принудительным торможением поезда.

### Локомотивная сигнализация с автоостопом, непрерывной рельсовой цепью и центральным кодированием

Эта система локомотивной сигнализации разработана в 1935 г. НИИЖТ НКПС. Она существенно отличается от других непрерывностью рельсовых цепей, центральным кодированием и отсутствием напольных светофоров на перегонах. В этой системе принят числовой код (фиг. 365).



Фиг. 365. Схема числового кода

Отсутствие кодового тока в рельсах или появление в них непрерывного переменного тока вызывает на локомотивном сигнале горение красного огня.

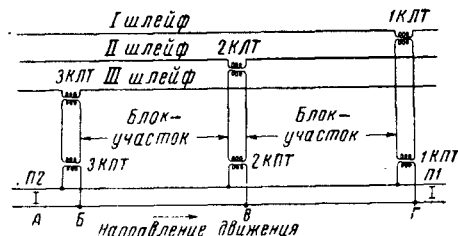
Ходовые рельсы, по которым осуществляется посылка кодовых токов, в электрическом отношении представляют собой непрерывную цепь на протяжении всего перегона без изолирующих стыков.

На границах блок-участков (через каждые 900—1 000 м) к ходовым рельсам подключаются путевые кодовые трансформаторы КПТ, получающие питание от кодовых линейных трансформаторов КЛТ, включенных последовательно в провода высоковольтной кодовой линии (фиг. 366).

Высоковольтная кодовая линия состоит из трёх пар проводов (шлейфов), по которым передаются импульсы переменного тока напряжением 6 600 в, вырабатываемые на центральной кодовой подстанции посредством мощного кодового трансмиттера.

Посылка импульсов в линию производится поочередно по шлейфам I, II и III при помощи специального высоковольтного переключателя.

Для электропитания стационарных устройств на опорах кодовой высоковольтной



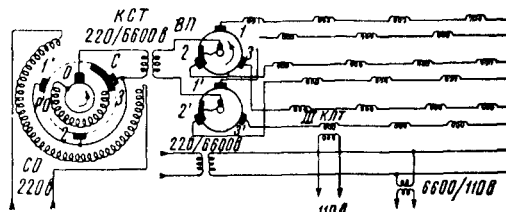
Фиг. 366. Схема включения кодовых трансформаторов

линии подвешиваются два провода, передающих непрерывный переменный ток частотой 50 гц, напряжением 6 600 в.

Трансмиссия представляет собой однофазный мотор, используемый в качестве вращающегося трансформатора (фиг. 367).

Обмотка ротора одним концом выведена на медное кольцо, а другим к медному сегменту, укрепленному на валу машины.

Вращение якоря трансмиттера осуществляется через редуктор специальным электромотором. При вращении якоря со скоростью 50 об/мин. импульсы переменного тока через кольцо и сегмент якоря подаются посредством неподвижных щеток 0, 1, 2 и 3 в первичную обмотку повышающего трансформатора, а со вторичной обмотки его



Фиг. 367. Схема получения и передачи кодовых токов

через высоковольтный переключатель поочередно в шлейфы I, II и III; длительность каждого импульса 0,2 сек.

Если между двумя следующими один за другим поездами оказываются три путевых трансформатора, то в приёмные катушки заднего поезда попадают импульсы от всех трёх трансформаторов (код III); при сближении поездов, когда между ними остается два трансформатора, — на локомотиве заднего поезда P2 будет восприниматься два импульса (код II), а при дальнейшем сближении и одним трансформаторе между поездами — один импульс (код I); при проезде последнего трансформатора задний поезд не будет вовсе получать импульсов, что вызовет появление красного огня на локомотивном сигнале.

Общая схема локомотивных устройств в принципе аналогична схеме, представленной на фиг. 364.

В состав локомотивного оборудования входят:

- 1) приёмные катушки, служащие для восприятия сигналов воздействия с пути;
- 2) ламповый усилитель, повышающий мощность воспринимаемых импульсов;
- 3) дешифратор, состоящий из 15 реле типа КДР с различным замедлением для осуществления схемы управления огнями локомотивного сигнала и электропневматическим клапаном;
- 4) локомотивный сигнал на четыре сигнальных показания;
- 5) электропневматический клапан (ЭПК) для осуществления принудительного автоматического торможения и подачи извещающего свистка при смене показаний на локомотивном сигнале;
- 6) рукоятка бдительности для предотвращения принудительных торможений в случае готовности машиниста принять необходимые меры к остановке или снижению скорости поезда.

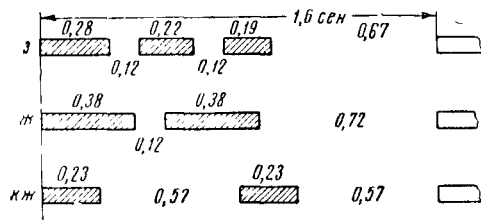
Электропитание локомотивных устройств осуществляется от турбогенераторов паровозного освещения, а на электросекциях — от мотор-генераторов, дающих постоянный ток напряжением 50 в.

Достоинством системы является простота путевых перегонных устройств вследствие отсутствия напольных сигналов, релейных шкафов, реле и изолирующих стыков.

Недостатком системы является необходимость перехода, из-за отсутствия напольных светофоров, на другие средства сношений по движению при следовании поездов с локомотивами, не оборудованными устройствами локомотивной сигнализации или при их неисправности.

#### Локомотивная сигнализация с автоостопом и местным кодированием рельсовых цепей

Система разработана в 1940—1948 гг. ЦНИИ МПС и основана на применении числовых кодов, схема которых показана на фиг. 368.



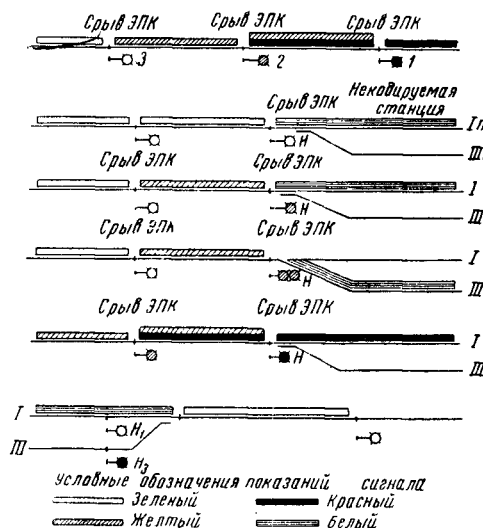
Фиг. 368. Схема кодов, посылаемых в рельсовую цепь

Коды представляют собой периодически повторяющиеся серии импульсов, причём число импульсов в каждой серии различно для разных кодов и, следовательно, для разных сигнальных показаний локомотивного сигнала импульсы каждой серии отделены один от

другого короткими промежутками (0,12 сек.), а серии — более длинными (0,57—0,72 сек.).

Код зелёного огня содержит три импульса в каждом кодовом цикле, а коды жёлтого и жёлтого над красным огнём имеют в кодовом цикле соответственно два и один импульс; при отсутствии кодового тока в рельсах или наличии в них непрерывного переменного тока на локомотивном сигнале появляется красный огонь.

Система локомотивной сигнализации с автоостопом и местным кодированием рельсовых цепей рассчитана на совместную работу с устройствами трёхзначной автоблокировки и имеет предупредительную четырёхзначную локомотивную сигнализацию. Схема увязки показаний этого сигнала с показаниями напольных светофоров представлена на фиг. 369.



Фиг. 369. Увязка показаний локомотивного сигнала с показаниями напольных светофоров

Кроме основных сигнальных огней, на локомотивном сигнале имеется дополнительный белый огонь, являющийся индикатором выключения локомотивной сигнализации и автоостопом и дающий машинисту право следовать, руководствуясь показаниями только напольных сигналов.

Белый огонь загорается при вступлении поезда на некодированный путь после проезда входного светофора с разрешающим показанием и гаснет при вступлении поезда на кодированный путь и появлении на локомотивном сигнале сигнального показания. Проезд красного светофора вызывает появление на локомотивном сигнале красного огня.

Передача кодовых импульсов с пути на локомотив осуществляется по рельсовым цепям автоблокировки.

Кодирование рельсовых цепей производится при помощи кодовых трансмиттеров КПТ, представляющих собой коммутационные устройства, разрывающие и замыкающие

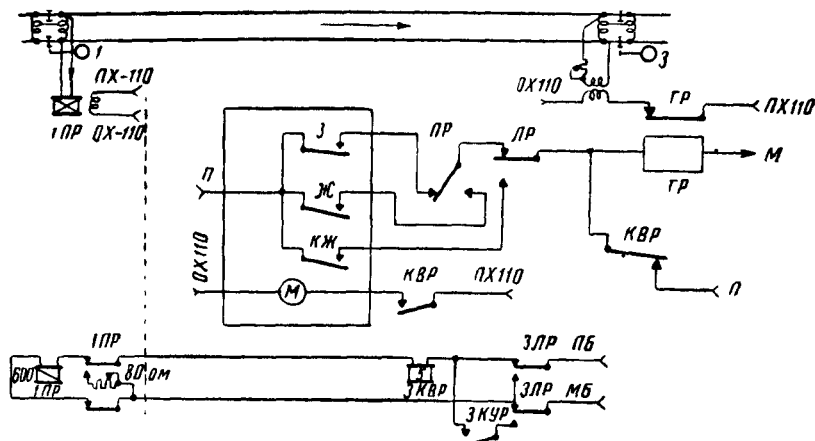
цепь непрерывного переменного тока в соответствии с принятой системой кодов.

Для каждой рельсовой цепи применяется индивидуальное (местное) кодирование.

Один из возможных вариантов кодирования рельсовых цепей на перегонах представлен на фиг. 370.

В состав трансмиттера входят: однофазный асинхронный мотор 1, редуктор 2, три кулачковые шайбы 3 и контактная система 4.

Мотор—типа АСОМ-48 с двумя обмотками на статоре и конденсатором типа КБГ-МИ-400, подключённым параллельно одной из них



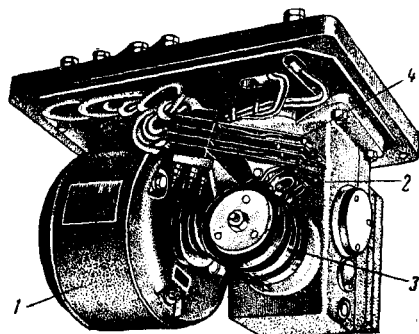
Фиг. 370. Вариант кодирования рельсовой цепи

Нормально в рельсовую цепь подаётся непрерывный переменный ток для питания путевого реле автоблокировки.

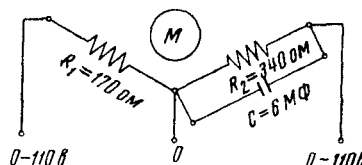
При вступлении поезда путевое реле шунтируется и переключает линейную цепь с обмотки линейного реле сопротивлением 600 *ом* на реостат сопротивлением 80 *ом*; в результате ток в линейных проводах возрастает,

для сдвига фазы между токами, протекающими в I и II обмотках (фиг. 372).

Скорость вращения якоря мотора 970 об/мин. при токе 50 гц. Продолжительность одного оборота кулачковых шайб после



Фиг. 371. Трансмиссия типа КРТ:  
1—мотор; 2—редуктор; 3—кулачковые шайбы;  
4—контактная система



Фиг. 372. Схема обмоток трансмиттера

редуктора у трансмиттера типа КПТ-5—  
1,6 сек.

Трансмиттер заключается в металлический сварной кожух, имеющий следующие размеры: длина 216 мм, ширина 168 мм, высота 174 мм.

Мощность, потребляемая трансмиттером, составляет 16 *вт.*

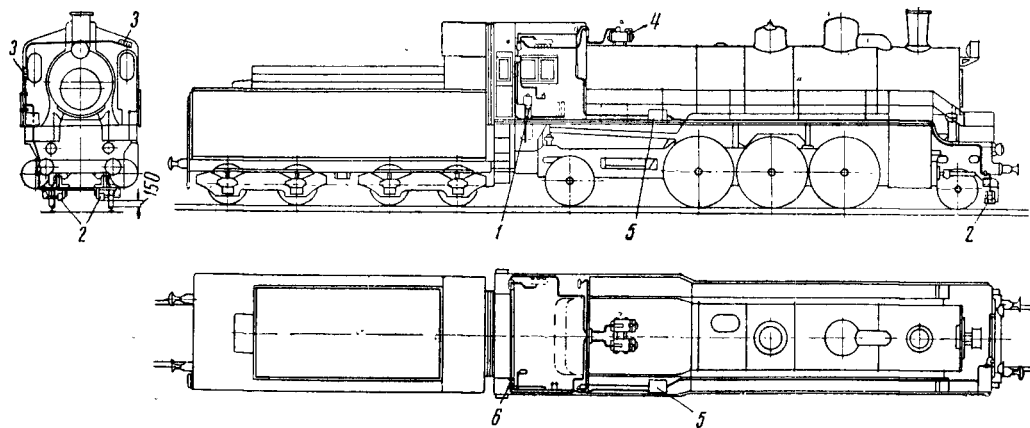
Трансмиссионное реле — реле типа КДР-2 с усиленными вольфрамовыми контактами.

Посылка кодового тока, соответствующего тому или иному сигнальному показанию, определяется состоянием впереди лежащих блок-участков и осуществляется посредством контактов линейного реле.

Путевые устройства проектируются и регулируются таким образом, чтобы обеспечить под каждой из приёмных катушек локомотива ток в рельсах не менее 1,2 и не более 25 а.

Локомотивное оборудование на паровозах размещается согласно

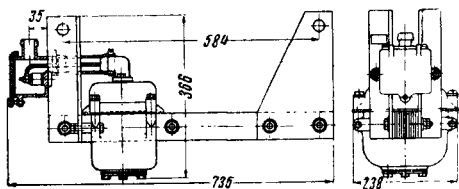
фиг. 373, где 1 — электропневматический клапан, 2 — приёмные катушки, 3 — локомотивный сигнал машиниста и его помощника, 4 — турбогенератор, 5 — общий ящик, 6 — блок-переключатель.



Фиг. 373. Размещение аппаратуры на паровозе

Приёмные катушки подвешиваются так, что середина сердечников располагается приблизительно над рельсами; высота самой низкой точки приёмной катушки над головкой рельса составляет не менее 150 мм, что соответствует габаритам подвижного состава.

Каждая приёмная катушка (фиг. 374) состоит из сердечника из листовой стали с обмоткой в 3 200 витков из провода марки ПБД диаметром 0,5 мм, сопротивлением постоянному току около 120 ом и переменному 50 гц — около 600 ом; индуктивность обмотки около 7,1 гн; изоляция обмотки приёмной катушки относительно корпуса имеет сопротивление не ниже 50 мгом.



Фиг. 374. Приёмная катушка

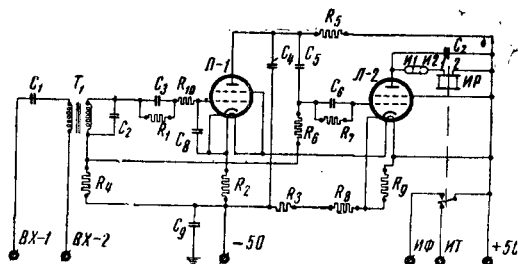
Обмотка защищена снаружи алюминиевым кожухом и залита внутри кожуха изоляционной массой. Кожух состоит из двух половин, электрически изолированных одна от другой резиновой прокладкой и фибровыми втулками и шайбами на болтах.

Э. д. с., индуктированная в паре последовательно соединённых катушек при высоте подвески 150 мм и минимальном токе в рельсах 1,2 а, 50 гц, равна около 0,2 в, а мощность 7,5 · 10<sup>-6</sup> вт. Индуктивность катушек компенсируется конденсатором ёмкостью 0,75 мкф.

Усилитель включается между приёмными катушками и импульсным реле для усиления мощности электрической энергии, получаемой от приёмных катушек (коэффициент усиления 10 000).

Принципиальная схема усилителя представлена на фиг. 375.

Для защиты от помех при усилителе имеется фильтр, настроенный на частоту 50 гц и состоящий из двух контуров:



Фиг. 375. Принципиальная схема усилителя

1) конденсатор  $C_1$ , первичная обмотка трансформатора  $T_1$  и обмотка приёмных катушек;

2) вторичная обмотка трансформатора  $T_1$  и конденсатор  $C_2$ .

В усилителе применяются две одинаковые лампы — лучевые тетроды 3ОП-1М.

Лампа Л1 является усилителем напряжения, а лампа Л2 — усилителем мощности и детектором

Гридлик  $C_3R_1$  автоматически создаёт дополнительное отрицательное смещение на сетке первой лампы при увеличении кодового тока в рельсах, чем устраняется затяжка импульсов.

Гридлик  $C_6R_7$  создаёт автоматическое дополнительное смещение на сетке второй лампы для уменьшения затягивания кодовых импульсов при повышении напряжения питания до 60 в.



Конденсаторы  $C_4$ ,  $C_8$ ,  $C_9$  и сопротивление  $R_{10}$  защищают усилитель от посторонних электрических влияний.

При приёме кодовых импульсов переменное напряжение 50 гц со вторичной обмотки трансформатора  $T_1$  подаётся на сетку лампы  $L_1$ , в результате чего на сопротивлении  $R_5$  в анодной цепи этой лампы создаётся пульсирующее напряжение, переменная составляющая которого через конденсатор  $C_5$  подаётся на сетку лампы  $L_2$ ; в результате в анодной цепи лампы  $L_2$ , куда включено импульсное реле  $ИР$ , проходит усиленный и выпрямленный ток, достаточный для работы этого реле.

Минимальный ток в импульсном реле при напряжении питания от 40 до 60 в и кодовом токе в рельсах 1,2 а составляет 4,5 ма; минимальный ток притяжения импульсного реле — 3,5 ма.

При отсутствии кодовых токов под приёмными катушками в анодной цепи второй лампы протекает ток не более 1 ма, вследствие чего импульсное реле держит якорь в отпавшем положении.

Длительность кодовых импульсов при изменении кодового тока от 1,2 до 25 а может изменяться в пределах  $\pm 0,04$  сек.

Электрические данные конденсаторов и сопротивлений приведены в табл. 90 и 91.

Таблица 90

Электрические данные конденсаторов

Индекс в схеме	Тип	Рабочее напряжение в в	Ёмкость в мкф	Допустимые отклонения ёмкости $\pm\%$
$C_1$	КБГ	200	0,75	2
$C_2$	КБГ	200	0,1	2
$C_3$	КБГ	200	0,25	10
$C_4$	КБГ	200	0,25	10
$C_5$	КБГ	200	0,1	10
$C_6$	КБГ	200	1,0	10
$C_7$	КБГ	200	4,0	10
$C_8$	КСО-3	250	3,001	10
$C_9$	КБГ	500	0,1	10

Таблица 91

Электрические данные сопротивлений

Индекс в схеме	Тип	Мощность в вт	Сопротивление в ом	Допустимые отклонения сопротивления $\pm\%$
$R_1$	ВС	0,25	$10^4$	10
$R_2$	Проволочное	2,0	4	2*
$R_3$	»	2,0	$2 \cdot 10^2$	2*
$R_4$	»	0,25	$3 \cdot 10^2$	2*
$R_5$	»	2,0	$6 \cdot 10^2$	2
$R_6$	ВС	0,25	$10^6$	10
$R_7$	ВС	0,25	$10^6$	10
$R_8$	ВС	2,0	$8 \cdot 10^2$	10
$R_9$	Проволочное	2,0	$7 \cdot 10^2$	2
$R_{10}$	ВС	0,25	$8 \cdot 10^2$	10

\* Выполняются на общем каркасе.

Сердечник трансформатора  $T_1$  набирается из Ш-образной стали марки ЕС-4А с толщиной листа 0,35 мм и имеет регулируемый

воздушный зазор для настройки фильтра; трансформатор заключается в железный кожух-экран.

Катушки трансформатора намотаны проводом марки ПЭШО диаметром 0,15 мм; первичная обмотка имеет 1 000 витков сопротивлением  $160 \text{ ом} \pm 10\%$ , вторичная — 12 000 витков сопротивлением  $2 500 \text{ ом} \pm 10\%$ .

Обмотка импульсного реле имеет 33 000 витков из провода ПЭЛ диаметром 0,12 мм, сопротивлением  $3 000 \text{ ом} \pm 10\%$ .

Лампы и часть конденсаторов с сопротивлениями размещаются на амортизационной гетинаксовой панели (амортизаторы — прокладки из пористой резины).

Усилитель закрывается железным чехлом, имеющим уплотняющие резиновые прокладки.

Дешифратор представляет собой релейную ячейку из 12 реле типов КДР-1, РК, РКА-М и НР-С.

Посредством дешифратора осуществляются:

1) включение на локомотивном сигнале огня, строго соответствующего принимаемому коду;

2) включение на локомотивном сигнале красного огня при отсутствии кодового тока в рельсах или при наличии в них непрерывного переменного тока;

3) зажигание на локомотивном сигнале белого огня при вступлении поезда на некодируемый путь после проезда разрешающего сигнала и выключение его при входе на кодируемый путь;

4) подача посредством ЭПК свистков, извещающих машиниста о смене показаний на локомотивном сигнале;

5) исключение возможности смены огней локомотивного сигнала в случае засорения одного из кодовых циклов посторонними импульсами, а также в случае перерыва подачи кода на время не более 1,5 сек., что является максимальным перерывом поступления кодов при переходе локомотива с одной рельсовой цепи на другую;

6) исключение появления разрешающего показания локомотивного сигнала в случае поступления кодовых серий с числом импульсов в каждой серии более трёх;

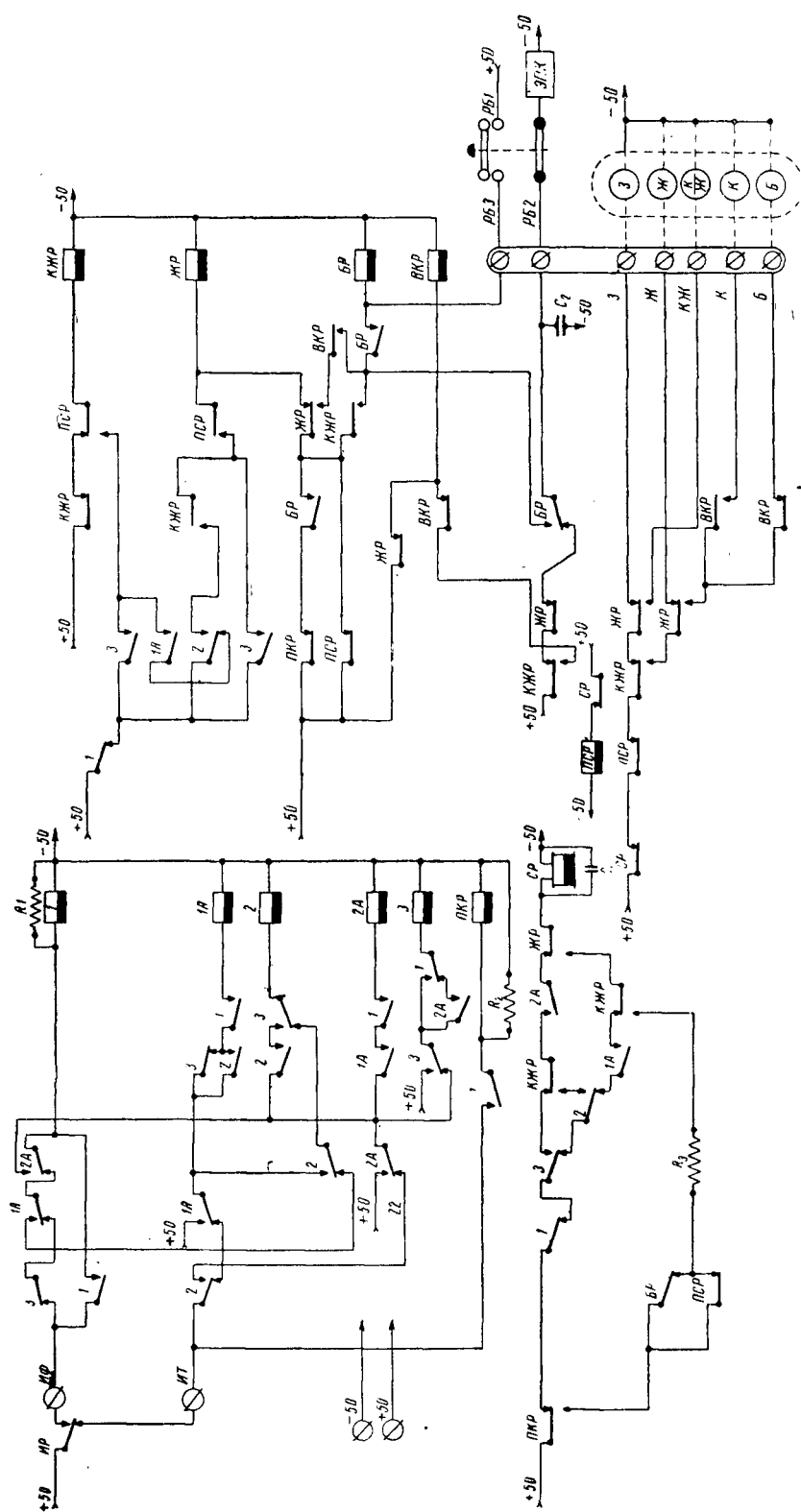
7) исключение возможности появления на локомотивном сигнале огня, более разрешающего, нежели огонь, соответствующий принимаемому коду, в случаях обрыва проводов, незамыкания контактов, несрабатывания реле, их разрегулировки и пр.

В схему дешифратора, представленную на фиг. 376, входят:

1) реле-счётчики 1, 1А, 2, 2А, 3 и реле ПКР для фиксации принимаемых кодов;

2) сигнальные реле КЖР, ЖР, управляющие сигнальными огнями локомотивного сигнала, и реле ВКР, управляющее вспомогательным белым огнём;

3) реле соответствия СР, контролирующее соответствие между работой счётчиков и положением сигнальных реле, а также замедляющее смену показаний локомотивного сигнала и предотвращающее этим появление ложных огней при кратковременном перерыве в подаче кода или при появлении кратковременных помех; реле соответствия (типа НР-С) имеет большое замедление



Фиг. 376. Принципиальная схема дешифратора ДКА-3. Сопротивление  $R_1=200 \text{ ом}$  (мощность 18 Вт),  $R_2=50 \text{ ом}$ ; конденсатор  $C_1$  ёмкостью 0,1 мкФ, 250 в; реле типа РКА изготовляется с якорями без регулировочных пробок.

вследствие наличия массивной медной обоймы на сердечнике;

4) реле бдительности *БР*, управляющее (совместно с *КЖР* и *ЖР*) электропневматическим клапаном.

Электрические данные реле дешифратора приведены в табл. 92

При приёме кода *З* на локомотивном сигнале горит зелёный огонь, кода *Ж* — жёлтый огонь и кода *КЖ* — жёлтый с красным.

При приёме поезда на станцию с некодированными путями или на некодированный путь и проследовании поездом входного сигнала с разрешающим огнём поступление кодов прекращается и на локомотивном сигнале загорается белый огонь, извещающий о том, что поезд вступил на некодифируемые станционные пути.

При каждой смене показаний локомотивного сигнала на более запрещающие показания, а также при каждом появлении белого огня и смене его красно-жёлтым огнём происходит выключение питания ЭПК и начинается продолжительное звучание свистка, предупреждающее о предстоящем автоматическом принудительном торможении; для предотвращения торможения необходимо нажатие рукоятки бдительности. Коротким свистком сигнализируется появление на локомотивном сигнале только зелёного огня.

При приёме кодов счёт кодовых импульсов в циклах, отделённых один от другого длинными интервалами, производится счётчиками *1*, *2* и *3*; интервалы между ними фиксируются счётчиками *1А* и *2А*.

После произведённого отсчёта импульсов каждого цикла схема счётчиков приводится в начальное положение в длинном интервале, в котором через 0,27 сек. отпускает свой якорь счётчик *1*, а затем при приёме кода *КЖ* — реле *1А*, кода *Ж* — реле *1А*, *2А* и *2*, кода *З* — реле *1А*, *2А* и *3*.

Если по какой-либо причине следуют импульсы, не разделённые длинными интервалами на циклы, то после четвёртого и по-

следующих импульсов счётчики *1* и *3* остаются в возбуждённом состоянии, а остальные отпускают свои якоря.

Соответствие показания локомотивного сигнала поступающему коду проверяется реле *СР* в каждом кодовом цикле.

В конце цикла в длинном интервале через тыловой контакт счётчика *1* и фронтные контакты соответствующих других счётчиков и сигнальных реле получает питание реле *СР*, которое, обладая замедлением на отпадание около 5 сек., держит свой якорь притянутым. При этом указанное замедление исключает ложную смену показания локомотивного сигнала при кратковременном искажении или пропадании кода в момент перехода с одной рельсовой цепи на другую.

В том случае, когда начинает поступать код, не соответствующий показанию локомотивного сигнала, т. е. требуется смена показания последнего, цепь реле *СР* нарушается и оно, не получая питания, через 5 сек. отпускает свой якорь, после чего возбуждаются сигнальные реле, отвечающие принятому коду, восстанавливается соответствие между показанием локомотивного сигнала и поступающим кодом, и реле *СР* вновь возбуждается.

Управление ЭПК производится контактами сигнальных реле и реле *БР*. Реле *БР* при всех показаниях локомотивного сигнала, кроме зелёного, питается током через собственный контакт.

При смене показания на более запрещающее реле *БР* оказывается без тока и для его возбуждения необходимо нажатие рукоятки бдительности.

При смене жёлтого огня на красный с жёлтым реле *КЖР*, возбуждается ранее, чем отпустит якорь реле *ЖР* и обрывает цепь реле *БР*; при появлении красного огня цепь *БР* разрывается контактами реле *ПКР* и *ПСР*.

Аппаратура дешифратора монтируется на металлической раме, прикреплённой к железной плите размером 440 × 110 мм, и

Таблица 92

Реле дешифратора ДКА-3

Индекс по принципиальной схеме	Тип реле	Сопротивление обмотки в $\Omega \pm 10\%$	Материал каркаса	Напряжение полного подъёма в в не более	Напряжение отпадания в в не менее	Замедление притяжения в сек. не более	Замедление на отпадание при напряжении 50 в	
							не менее сек.	не более сек.
<i>1</i>	РКА	420	Медь	25	4	0,07	0,27	0,30
<i>1А</i>	РКА	420	»	25	4	0,07	0,34	0,37
<i>2</i>	КДР-1	650	»	25	4	0,05	0,03	0,05
<i>2А</i>	РКА	420	»	25	4	0,07	0,34	0,37
<i>3</i>	КДР-1	280	»	25	8	0,05	0,03	0,05
<i>ПКР</i>	РКА-М	420	»	25	1,2	0,07	1,1	1,3
<i>КЖР</i>	КДР-1	650	»	25	8	0,05	0,03	0,05
<i>ЖР</i>	КДР-1	650	»	25	8	0,05	0,03	0,05
<i>БР</i>	КДР-1	650	»	25	8	0,05	0,03	0,05
<i>ВКР</i>	РКА	650	»	25	4	0,07	0,15	0,20
<i>ПСР</i>	КДР-1	650	»	25	8	0,05	0,03	0,05
<i>СР</i>	НР-С	300	»	6	1	0,15	5,0	6,0

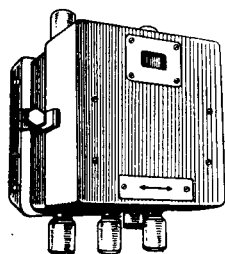
закрывается железным чехлом, имеющим уплотняющие резиновые прокладки.

Усилитель и дешифратор на локомотиве устанавливаются в общий железный ящик размерами: длина 522 мм, ширина 380 мм, высота 315 мм.

В системе применяется электропневматический клапан ЭПК-150, описание которого дано выше.

ЭПК помещается на задней стенке за сиденьем машиниста. Локомотивные сигналы устанавливаются на передней стенке будки (один со стороны машиниста и один со стороны помощника).

Общий блок счётчика и переключателя (фиг. 377) устанавливается на верхней части задней стенки будки и даёт возможность переключать питание устройств на резервный источник.



Фиг. 377. Блок счётчика и переключателя

Питание устройств и монтаж электропроводов производится, как и при точечном автостопе системы лауреата Сталинской премии Танцюра, и описаны выше.

К особенностям локомотивной сигнализации этого вида относятся:

- 1) приспособленность её к совместной работе с автоблокировкой;
- 2) возможность применения с кодированием и без кодирования путей на станциях;
- 3) тождественность показаний напольных светофоров и локомотивных сигналов при принятой предупредительной сигнализации;
- 4) индивидуальное (местное) кодирование рельсовых цепей, при котором не нарушается нормальная работа перегона в целом в случае вывода из строя кодовых устройств какой-либо одной из рельсовых цепей.

### СКОРОСТНАЯ АВТОРЕГУЛИРОВКА

Наличие рукоятки бдительности как в системе индуктивно-резонансного точечного автостопа, так и в непрерывных системах локомотивной сигнализации с автостопом, делает эти системы перmissive, т. е. допускающими возможность проезда закрытых напольных сигналов при нажатии этой рукоятки без какого-либо ограничения скорости поезда.

Применение рукоятки бдительности вызывается эксплуатационной необходимостью проследования запрещающих перmissive светофоров на перегонах, при приёме на станцию по пригласительному огню и при неисправностях автоблокировки или централизации.

Обеспечение принудительного снижения скорости поезда при подходе его к закрытому напольному сигналу может быть осуществлено посредством устройств скоростной авторегулировки. Эти устройства работают в зависимости от показания сигналов и скорости хода поезда.

Если скорость поезда превышает величину, допустимую при данном показании сигнала, устройства автоматически снижают её или осуществляют контроль снижения скорости машинистом в соответствии с требованием сигнала.

Устройства скоростной авторегулировки могут быть выполнены как в виде точечных систем, так и в виде непрерывных.

Системы авторегулировки в принципе представляют собой дальнейшее развитие устройств локомотивной сигнализации с автостопом.

При скоростной автоматической регулировке передача воздействий с пути на локомотив осуществляется теми же способами, что и в системах локомотивной сигнализации с автостопом.

В локомотивных устройствах точечных и непрерывных систем авторегулировки для измерения фактической скорости поезда и осуществления зависимостей между нею и показанием сигналов предусматривается установка скоростемера (или скоростемеров) с электрическими контактами, производящими необходимые переключения электрических цепей и других приборов для воздействия на тормоза поезда.

Устройства авторегулировки, осуществляющие ступенчатое служебное торможение, соответствующее различным сигнальным показаниям, довольно сложны.

Более простыми они оказываются в том случае, когда скорость поезда приводится в соответствие с показанием сигнала самим машинистом, а устройства авторегулировки лишь контролируют поддержание скорости в установленных пределах, вызывая экстренное торможение в случае нарушения машинистом допускаемого режима скорости.

## АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПЕРЕЕЗДНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

### ВИДЫ ОГРАЖДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ПЕРЕЕЗДАХ

На пересечениях в одном уровне железнодорожного пути с дорогами авто-гужевого транспорта, трамвайными линиями, двух железнодорожных линий вводятся ограждающие устройства в виде: типовых знаков, сигналов, шлагбаумов, автоматической переездной сигнализации.

Характеристика переездов приведена в

ТСЖ, том 5, стр. 195 (путевые знаки и сигналы там же, стр. 199). Оборудование переездов разных категорий указано в табл. 93.

### ШЛАГБАУМЫ МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ

Принудительное заграждение переезда при подходе к нему поезда производится шлагбаумами. Конструктивные данные шлагбаумов даны в табл. 94.

Таблица 93.

Оборудование переездов ограждающими устройствами и сигнализацией

Устройства	Категории переездов			
	I	II	III	IV
Шлагбаумы	На устройства составляется индивидуальный проект	Автоматизированные или механизированные	Механизированные (на охраняемых переездах)	Механизированные или немеханизированные (на охраняемых переездах)
Автоматическая переездная сигнализация	То же	Световая и звуковая	—	—
Переездные сигналы	»	Типовые сигналы	Типовые сигналы	Типовые знаки
Освещение	»	Электрическое	Электрическое или др.	—
Связь		Телефон	Телефон	—

Таблица 94

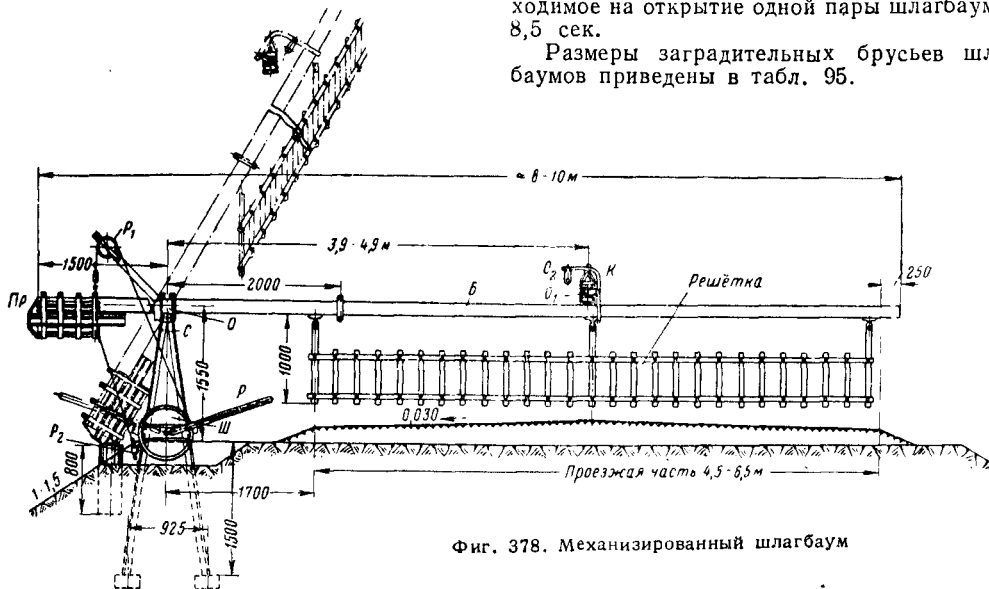
Конструктивные данные шлагбаумов с рычажным переводным механизмом

Характеристика шлагбаума	Ширина проезжей части переезда в м				
	4,5	6,5	7,5	9,0	12,0
Длина шлагбаума общая в м . . . . .	7,95	9,95	6,95	7,7	9,2
« длинного плеча в м . . . . .	6,45	8,45	5,45	6,20	7,7
« короткого « « « . . . . .	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Вес шлагбаума в кг . . . . .	96,0	121,0	86,0	94,4	118,8
Усилие на рукоятке лебедки в кг:					
в начале закрытия . . . . .	1,0—3,0	1,0—3,0	2,3—6,9	1,5—4,5	2,0—6,0
« конце « . . . . .	5,4—16,2	5,7—17,1	5,0—15,0	5,0—15,0	5,7—17,1

**Механизированный односторонний шлагбаум** (фиг. 378) состоит из буферного бруса *Б* с противовесом *Пр*, вращающегося на оси *О*,

При ширине переездов более 6,5 м (до 12 м) устанавливают два шлагбаума с каждой стороны переезда на расстоянии 10 м от головки ближайшего рельса. Время, необходимое на открытие одной пары шлагбаумов, 8,5 сек.

Размеры заградительных брусьев шлагбаумов приведены в табл. 95.



Фиг. 378. Механизированный шлагбаум

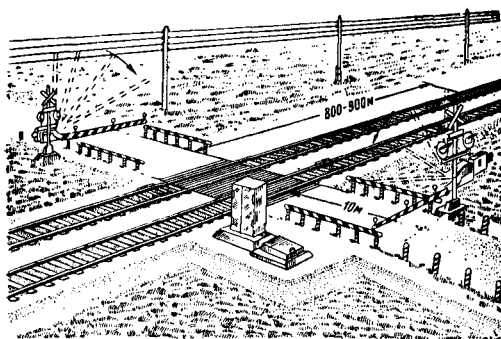
стойки *С*, кронштейна *К* с фонарём и сигнальными очками; *О*<sub>1</sub> — красного и *О*<sub>2</sub> — зелёного.

Управление шлагбаумом механическое посредством гибкой передачи и рычажного станка *Р*.

**Автоматизированные шлагбаумы** с электрическим приводным механизмом работают автоматически при приближении к переезду поезда.

Автоматизированные шлагбаумы, разработанные Трансигналсвязьпроектом, устанавли-

ливаются по обе стороны переезда (фиг. 379) на расстоянии не менее 10 м от крайнего рельса.



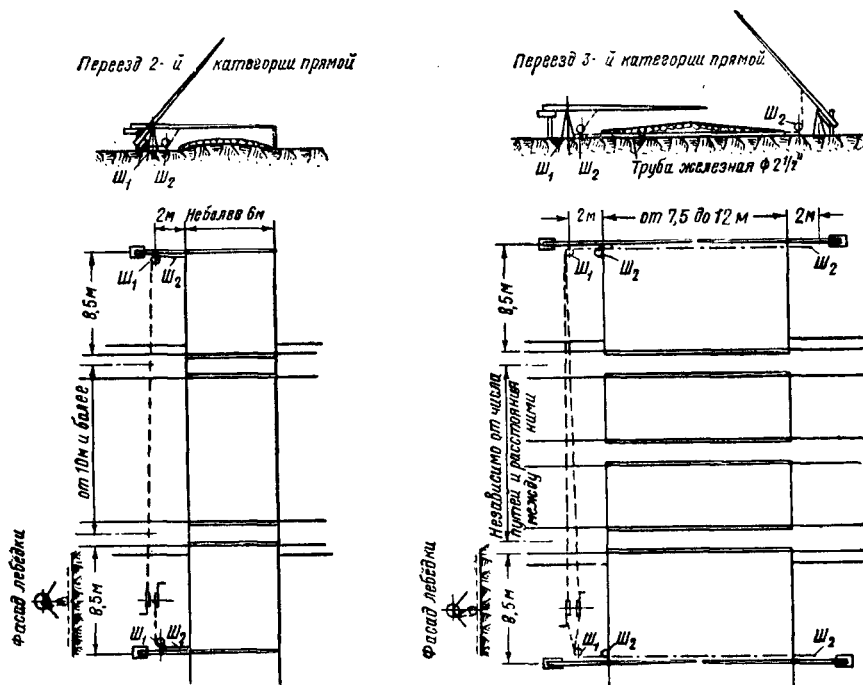
Фиг. 379. Установка шлагбаумов

Таблица 95

Заградительные брусья шлагбаума

Число шлагбаумов	Ширина проезжей части переезда в м	Длина заградительного бруса шлагбаума
2	14,0	7,5
2	(автострада)	
2	12,0	6,5
2	9,0	5
1 или 2	7,5	7,5 или 4,25
1	6,5	6,5
1	4,5	4,25

Приводной механизм заградительного бруса имеет следующие части: а) электродвигатель мощностью 0,25 квт, 30 в, 8,5 а, 400 об/мин.; б) редуктор с передаточным числом 160; в) фрикционное сцепление; г) сцепляющий электромагнитный



Фиг. 380. Схема переездов

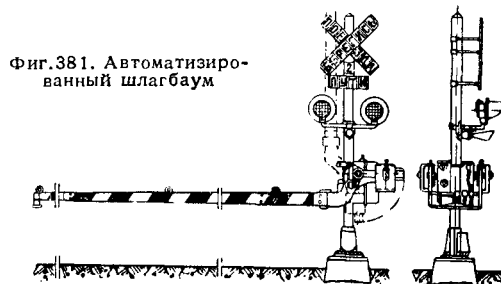
Схема переездов приведена на фиг. 380.

Автоматизированный шлагбаум (фиг. 381) имеет следующие части: мачту, приводной механизм заградительного бруса, заградительный брус, световые мигающие сигналы, звуковой сигнал (ревун), щитковые указатели, противовесы, уравновешивающие заградительный брус.

Брус окрашивается в чёрный и белый цвета косыми полосками с рефлектирующими шариками на чёрных полосах.

На брус расположены 2—3 сигнальных двусторонних фонаря, горящих при заграждающем положении шлагбаума красным мигающим или немигающим светом.

При открытом положении бруса огни гаснут.



Фиг. 381. Автоматизированный шлагбаум

механизм (табл. 96); д) контроллер с контактами; е) реле, управляющее электродвигателем; ж) регулируемое сопротивление.

Т а б л и ц а 96

Электрические характеристики сцепляющего механизма и управляющего реле

Обмотка	Напряже- ние в в	Сопротив- ление в ом	Ток в а
Удерживающая сцепляющего механизма . . . . .	12	600	0,02
Притягивающая сцепляющего механизма . . . . .	24	22,2	1,25
Управляющего реле	24	230	0,104

Нормально брус шлагбаума поднят и удерживается в вертикальном положении при помощи храповичка и собачки возбужденного сцепляющего механизма. При вступлении поезда на изолированную секцию перед переездом через 3—5 сек. выключается сцепляющий механизм и освобожденный брус под действием силы тяжести опускается в течение 10—15 сек. в горизонтальное положение. Подъем бруса электродвигателем длится 6 сек.

### АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПЕРЕЕЗДНАЯ И ЗАГРАДИТЕЛЬНАЯ СИГНАЛИЗАЦИИ

Автоматическая переездная сигнализация (табл. 97) даёт сигнал остановки (красный мигающий огонь) в сторону авто-гужевой дороги заблаговременно, до приближения к переезду поезда. Сигнал остановки подаётся до полного освобождения переезда поездом.

Переездную сигнализацию оборудуют посредством рельсовых цепей.

Рельсовые цепи перед переездом делаются такой длины  $L$ , чтобы переездные сигналы включались не менее чем за 30 сек. до подхода поезда к переезду.

Длина  $L$  (от начала её до переезда) равна

$$L = \frac{1000 v T}{3600} \text{ м,}$$

где  $v$  — скорость самого быстроходного поезда в км/час;

$T$  — время начала предварительного включения огней при подходе к переезду поезда в сек.

Ограждение переезда с густым автотранспортным движением со стороны поезда в случае аварии на переезде осуществляется заградительной сигнализацией.

На участках с автоблокировкой заградительная сигнализация (фиг. 382) представляет собой светофоры, установленные на расстоянии 50 м с обеих сторон переезда для каждого пути. Светофоры имеют красные огни, нормально погашенные. При аварии на переезде дежурный по переезду, срывая пломбу с рубильника и перебрасывая его в другое положение, включает все заградительные сигналы и одновременно закрывает проходные сигналы автоблокировки. Заградительная сигнализация применяется на всех ограждаемых переездах. Типовая схема автоматической переездной сигнализации для однопутных железных дорог (фиг. 383) выполняется с применением двух рельсовых цепей.

При отсутствии поезда на участках 1 и 2 сигнальные и мигающее реле выключены и переездные сигналы А и Б погашены.

При движении поезда в нечётном направлении с момента вступления поезда на участок 1 путевое реле  $1ПР$  отпускает якорь и включает реле  $НСР$  и  $МР$ . После этого через тыловой контакт реле  $1ПР$  и попеременно переключающиеся контакты реле  $МР$  получают питание лампы сигналов А и Б и начинают гореть мигающим светом с частотой 40—45 миганий в минуту.

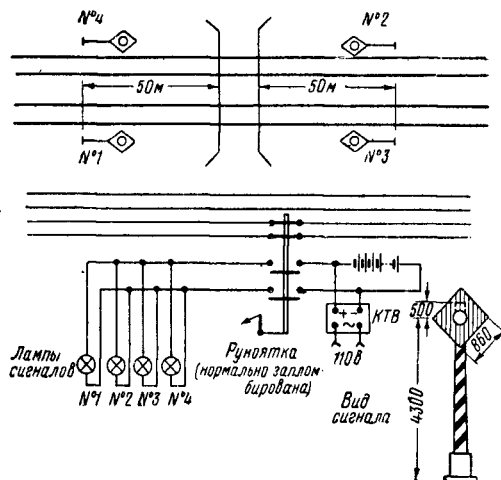
Т а б л и ц а 97

Основные приборы автоматической переездной сигнализации

Наименование приборов	Условное обозначение	Тип прибора	Характеристика прибора	Примечание
Исключающие реле	ЧИР, НИР	НР-1	900 ом, 4ф-4т	Осуществляют взаимоисключающие зависимости в схемах Осуществляет мигающую сигнализацию переездных сигналов Работают в режиме пульс-пары и осуществляют мигающую сигнализацию переездных сигналов взамен реле МР
Мигающее реле	МР	МР-1	1 000 ом	
Мигающие реле	1МР, 2МР	НР-1	900 ом, 4ф-4т	
Зажигающие реле	1ЗР, 2ЗР	НПР-1	150 ом, 4 фу, 2ф-2т	
Путевые реле	1ПР, 2ПР, 3ПР, 4ПР	НР-1	2 ом, 4ф-4т	Повторяют работу контактов МР и управляют сигнальными и звуковыми цепями При питании переменным током ДСР
Сигнальные реле	1ЧСР, 2ЧСР	НР-1	900 ом, 4ф-4т	
Выключающее реле	1НСР, 2НСР	НПР-1	150 ом, 4ф-4т, 2ф-2т	
Повторители выключающего реле	ВР	НПР-1	900 ом, 4ф-4т, 400 ом, 6ф-6т	
Управляющее реле	ПВР, ППВР	НР-1	150 ом, 2 фу, 2 ту, 2ф-2т	Производит открытие и закрытие трамвайных сигналов
Трамвайное сигнальное реле	УР	НПР-2	1000 ом, 6ф-6т	
Аварийные реле	ТСР	НР-1	—	
Купроксные или селеновые выпрямители	1АР, 2АР	АР-1	—	
Путевой трансформатор	—	ПТВС-2	110/2,2 в	
Линейный трансформатор	—	КТВС-2	110/13,2 в	
Аккумуляторы	—	ПОБС	—	
	—	ОМ-0,3/6	—	
	—	АБН-72	—	

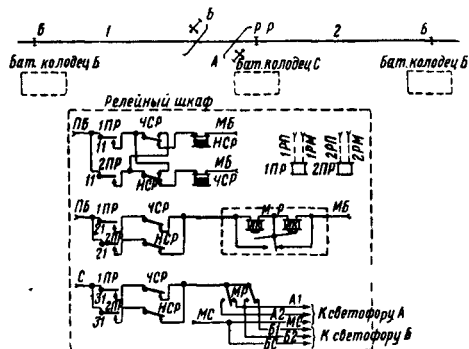
Примечание. Приборы шлагбаума: удерживающий механизм УМ; нагрузочное реле НР

При вступлении поезда на участок 2 путевое реле  $2ПР$  отпускает свой якорь и устанавливает цепь самоблокировки реле  $НСР$ , чем исключается работа реле  $ЧСР$  при нечётном направлении движения. Замедление сиг-



Фиг. 382. Заградительная переездная сигнализация

нального реле  $НСР$  необходимо для того, чтобы при проходе короткой подвижной единицы с большой скоростью с участка 1 на 2 оно не отпустило своего якоря, а осталось возбуждённым на всё время, пока поезд



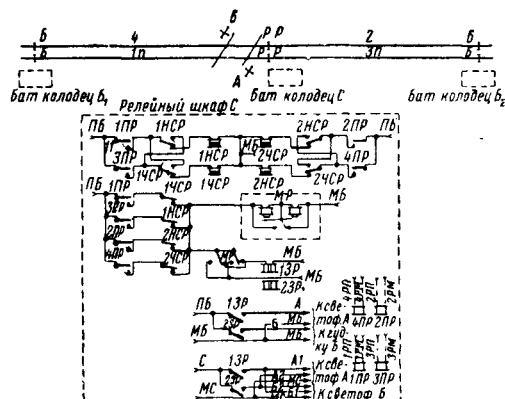
Фиг. 383. Схема автоматической переездной сигнализации на однопутном участке

не освободит участка 2. С момента освобождения поездом участка 1 прекращается работа сигналов, а после освобождения участка 2 выключается реле  $НСР$ , и схема приходит в нормальное состояние. При движении поезда в чётном направлении схема работает аналогично. Приведённая схема применима при смешанной системе питания и питании переменным током. В последнем случае путевые реле берутся типа ДСР, а сигнальные и мигающее реле питаются постоянным током через выпрямитель.

Схема на двухпутных участках (фиг. 384) выполняется, как для двух однопутных участков, с двумя группами сигнальных взаимоисключающих реле и одним мигающим реле. На фиг. 384 дополнительно применены реле

$13Р$  и  $23Р$  для обеспечения устойчивой работы контактов при индуктивной нагрузке от электромагнитов акустических сигналов.

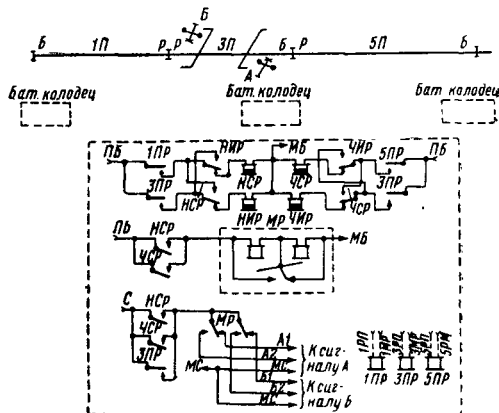
Действие приборов схемы происходит аналогично схеме на фиг. 383. При возвращении



Фиг. 384. Схема автоматической переездной сигнализации на двухпутном участке

толкачей после проследования их через переезд применяется схема с тремя рельсовыми цепями, приведённая на фиг. 385.

В случае следования поезда в нечётном направлении и вступлении на участок 1П

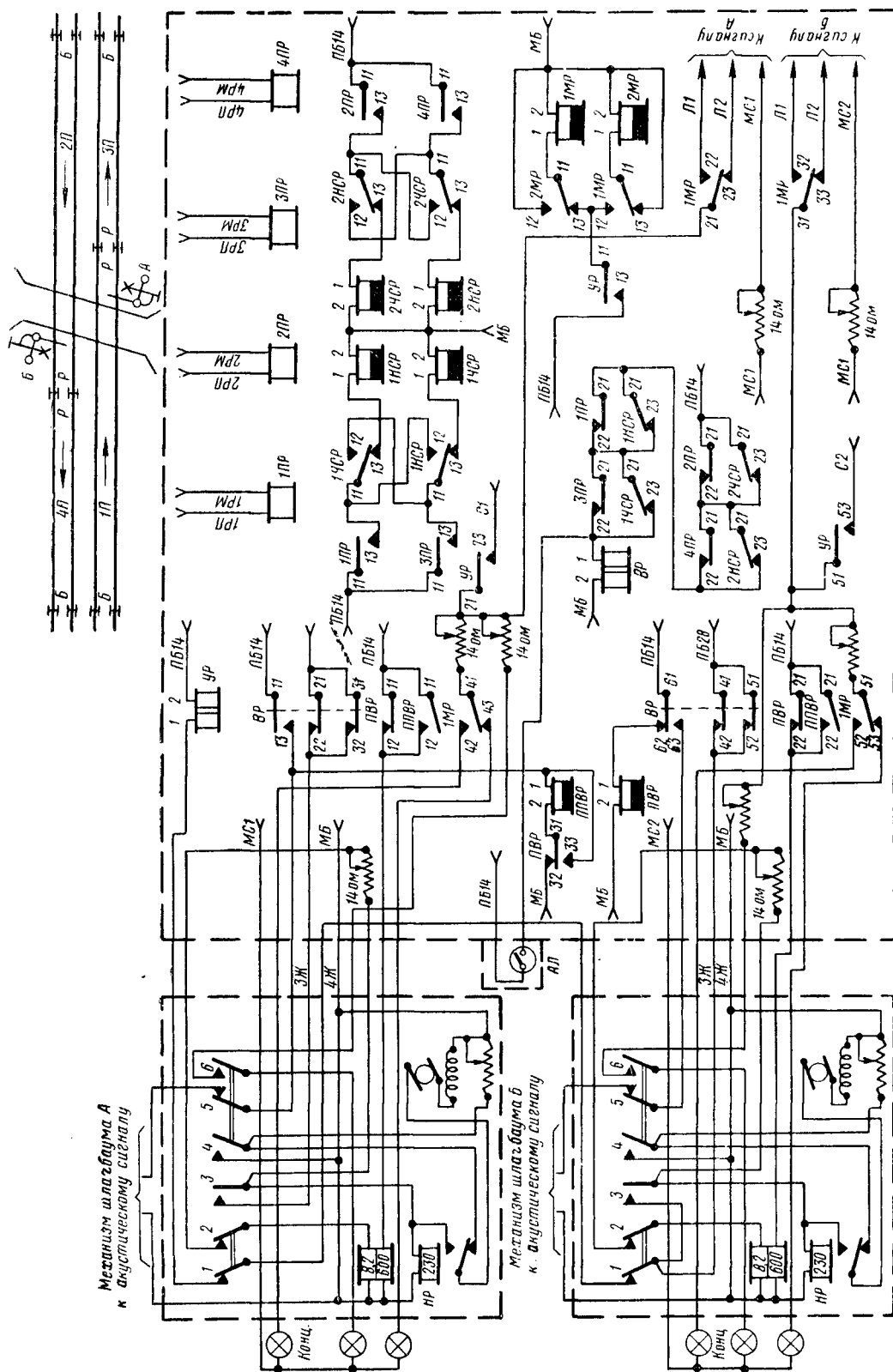


Фиг. 385. Схема автоматической переездной сигнализации с возвратом толкачей

возбуждается реле  $НСР$ , которое включает переездные сигналы А и Б.

При выходе поезда на участок 3П происходит самоблокирование реле  $НСР$  и возбуждение реле  $ЧИР$ . Последнее размыкает цепь реле  $ЧСР$  и подготавливает цепь самоблокировки. Переездные сигналы А и Б продолжают работать. При выходе поезда на участок 5П реле  $ЧИР$  остаётся возбуждённым по цепи самоблокировки, реле  $НСР$  и  $МР$  выключаются, прекращая работу сигналов А и Б. После освобождения поездом участка 5П выключается реле  $ЧИР$ , и схема приходит в нормальное состояние. В случае возвращения толкача с участка 5П при обратном выходе его на участок 3П остаётся возбуждённым





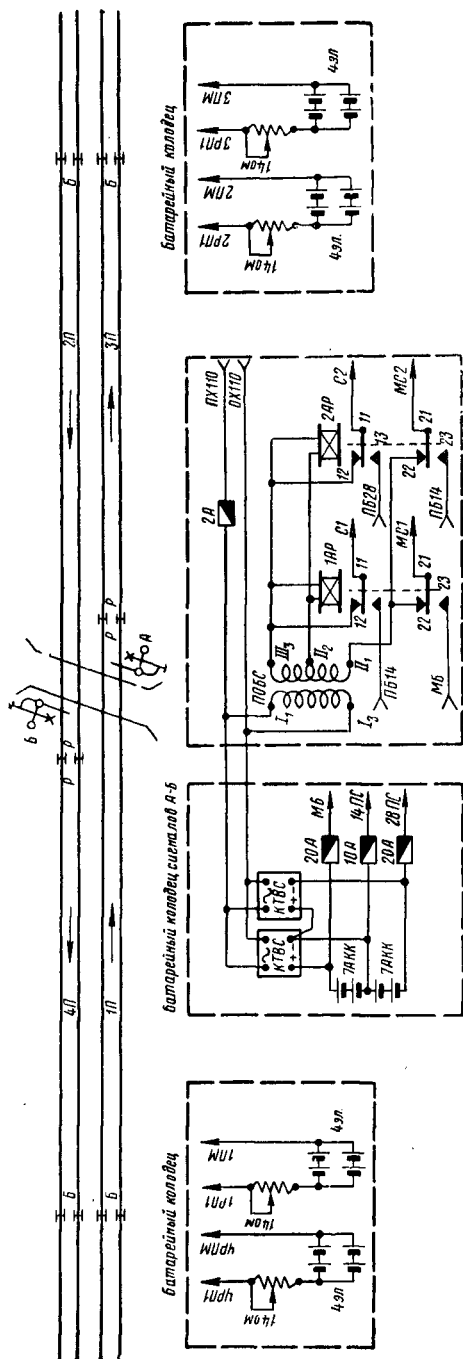
Фиг. 386. Схема автоматической переездной сигнализации с автоматизированным шлагбаумом



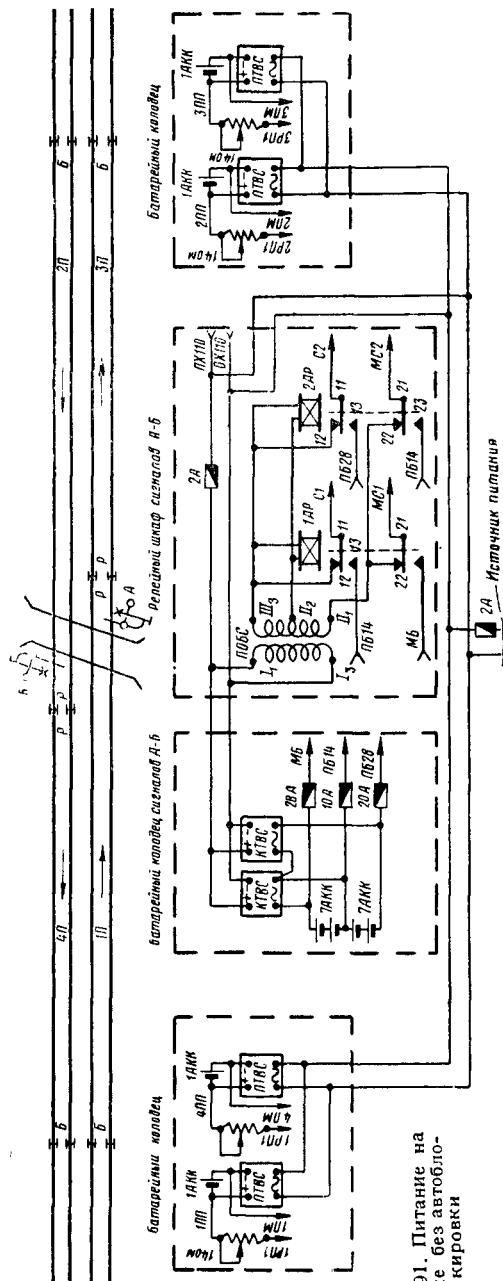


4) при прохождении трамвая по пересечению и отсутствии поезда, приближающегося к пересечению, перегонные сигналы *Н* и *Ч* не закрываются благодаря тому, что в ли-

к пересечению поезда узнаёт о занятости пересечения трамваем при подходе к предупредительному сигналу *НП* или *ЧП*, на расстоянии тормозного пути от пересечения.



Фиг. 390. Система питания от первичных элементов



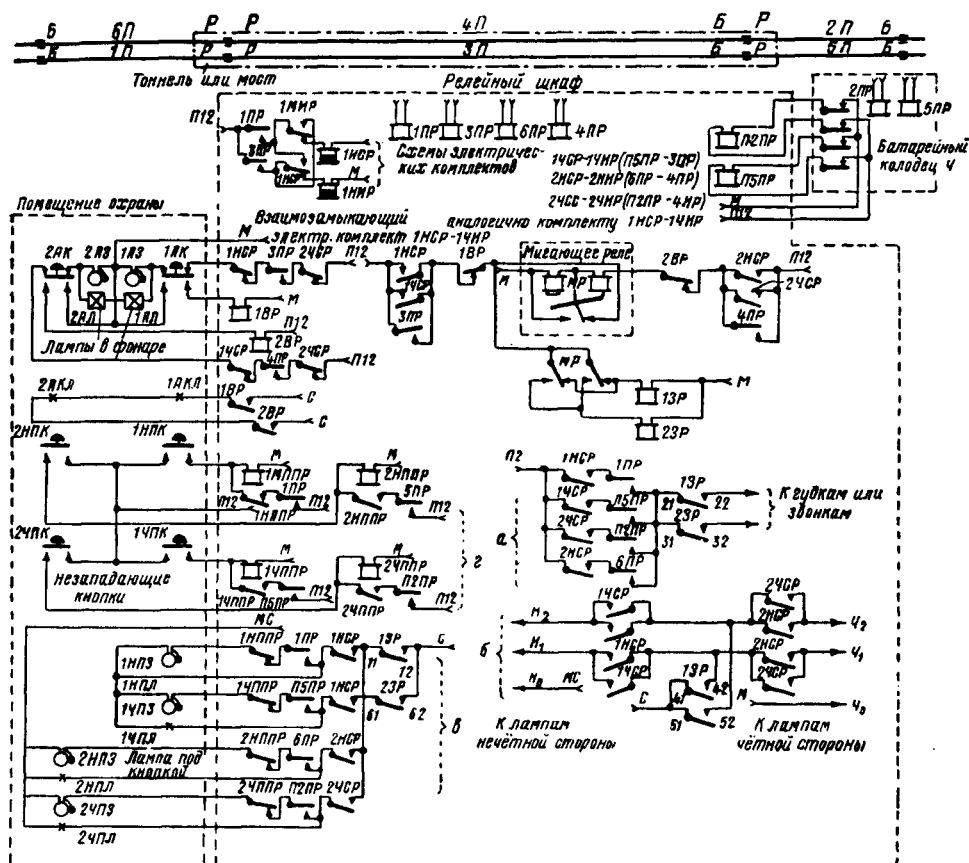
Фиг. 391. Питание на участке без автоблокировки

нейных проводах автоблокировки контакты реле *ЗаПР* и *ЗбПР* зашунтированы контактами реле *ТСР*. Шунт снимается при приближении поезда к пересечению, и сигналы закрываются. Машинист приближающегося

### ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ УСТРОЙСТВ ПЕРЕЕЗДНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Устройства питаются по системам, принятым для автоблокировки; при этом для переезд-

Работа схемы тоннельной или мостовой сигнализации (фиг. 392) для двухпутного участка с двусторонним движением аналогична схеме на фиг. 387 с добавлением следующих реле и приборов:



Фиг. 392. Схема тоннельной или мостовой сигнализации

2) повторительных звонков НПЗ или ЧПЗ и лампочек НПЛ и ЧПЛ, установленных в помещении охраны, повторяющих работу основных сигналов;

3) кнопок *НПК* или *ЧПК* в помещении охраны и реле *НППР* или *ЧППР* в релейном шкафу, работающих от нажатия кнопок, для выключения повторительных звонков;

4) контрольных аварийных звонков *АЗ* и ламп, помещённых в фонарях *АЛ*, в помещении охраны, для контроля повреждения рельсовой цепи в тоннеле или на мосту, когда на подходах к тоннелю или мосту нет поездов;

5) аварийных кнопок *1АК* и *2АК* в помещении охраны и выключающих реле *1ВР* и *2ВР* в релейном шкафу, работающих от нажатия кнопок, для прекращения действия аварийной сигнализации и выключения всей сигнализации.

### ОГРАЖДЕНИЕ РАЗВОДНЫХ МОСТОВ

Установка для ограждения разводных мостов состоит из:

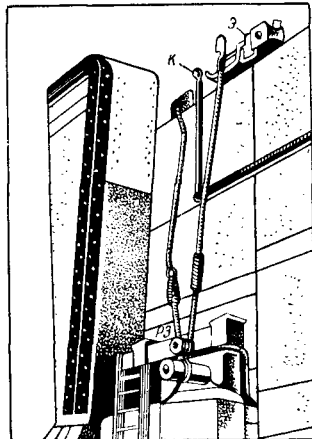
1) светофоров ограждения с предупредительными светофорами для каждого пути, подходящего к мосту;

2) мостовых ригельных замков *РЗ* (фиг. 393) для запираания разводной части моста в нормальном положении и приводимых в действие электроприводами *Э*;

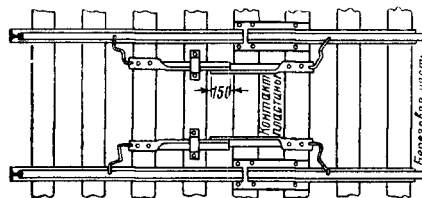
3) контроллеров *К* или аналогичных приборов для проверки правильного положения запирающих ригелей, а также в некоторых случаях для шунтирования береговых рельсовых цепей при разведённом состоянии моста;

4) приводных или врубающих контактов (фиг. 394) для соединения мостовых рельсов с береговыми для создания рельсовой цепи и пропуска тягового тока при электро-тяге.

Между устройствами ограждающей сигнализации и механизации разводных мостов осуществляется полная взаимосключающая



Фиг. 393. Мостовые ригельные замки



Фиг. 394. Врубающиеся контакты на мосту

зависимость. Аппаратура сигнализации устанавливается на посту управления разводной частью.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Установка, обеспечивающая централизованное управление стрелками и сигнальными приборами при помощи электроэнергии, называется электрической централизацией стрелок и сигналов (сокращённо ЭЦ).

Устройство электрической централизации состоит из управляющего (или централизованного) аппарата, табло, совмещаемого с аппаратом или устанавливаемого отдельно от последнего, релейного оборудования, устройств питания (аккумуляторов, выпрямителей, зарядно-разрядных щитов и т. п.), напольных устройств — светофоров, стрелочных электроприводов, оборудования рельсовых цепей и подземной кабельной сети для электрической связи приборов централизации и передачи электроэнергии.

По конструкции различают следующие системы электрической централизации стрелок и сигналов:

1) механико-электрическую — основные замыкания стрелок и сигналов осуще-

ствляются между управляющими рукоятками аппарата механическим путём — посредством осей, линеек и замычек (ящика механической зависимости аппарата);

2) электрозащёлочную — замыкание между управляющими рукоятками аппарата выполняется электромеханическим путём посредством электрозащёлок;

3) релейно-шаговую — необходимые замыкания между стрелками и сигналами осуществляются при помощи шаговых реле системы ЦНИИ;

4) релейную — замыкания между стрелками и сигналами осуществляются чисто электрическим путём при помощи реле;

5) релейно-кодovou — релейная централизация с кодовым управлением удалёнными стрелками и сигналами.

По способу управления различают следующие системы электрической централизации:

1) с индивидуальным управлением стрелками и сигналами;

2) маршрутные, где при нажатии двух кнопок устанавливаются и запираются