

Е. Г. БОВЭ

ЭЛЕКТРОВОЗ Н8



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТРАНСПОРТНОЕ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва 1956

В книге приведены основные данные восьмиосного грузового электровоза Н8 и его оборудования. Описана конструкция механической части, электрических машин и аппаратов, впервые примененных на этом электровозе; подробно рассмотрено действие электрических схем, а также даётся описание схемы пневматики.

Книга рассчитана на работников электрифицированных железных дорог.

Редактор инж. Л. С. СОКОЛОВ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Коммунистическая партия и Советское правительство неуклонно осуществляют заветы В. И. Ленина об электрификации нашей страны. Составной частью электрификации народного хозяйства является электрификация железных дорог.

Учитывая, что перевод железных дорог на электрическую тягу является важнейшим мероприятием технической реконструкции железнодорожного транспорта и развития его на базе высшей техники, Центральный Комитет Коммунистической партии Советского Союза принял решение «О генеральном плане электрификации железных дорог», который рассчитан на 15 лет. Этим планом предусматривается электрификация 40 тыс. км железнодорожных линий; осуществление плана будет производиться по этапам, начиная с шестой пятилетки. При этом в первую очередь будут переводиться на электрическую тягу важнейшие грузонапряжённые направления и горные линии, а также железнодорожные магистрали с интенсивным пассажирским движением и пригородные участки крупных промышленных центров.

По шестому пятилетнему плану предусмотрено электрифицировать 8 100 км железных дорог, т. е. в 3,6 раза больше, чем в пятой пятилетке. Длина подлежащих электрификации линий превысит протяжённость всей сети железных дорог с электрической тягой Франции и Англии вместе взятых.

В отличие от прошлых лет в шестом пятилетии будет осуществлена электрификация целых направлений железных дорог: Москва—Куйбышев—Челябинск—Омск — Новосибирск—Иркутск; Москва—Харьков—Донбасс; Белореченская—Сочи—Сухуми и др.

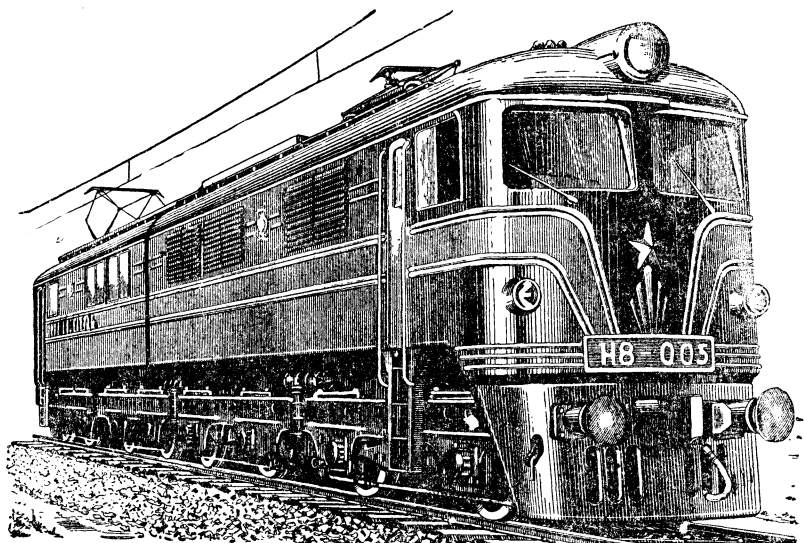
Наряду с намеченной программой электрификации железных дорог предусматривается техническая реконструкция тяги. Новые прогрессивные локомотивы: электровозы и тепловозы в конце шестой пятилетки будут выполнять 40—45% всего грузооборота. Для

работы на электрифицированных железных дорогах наша промышленность за годы шестой пятилетки построит не менее 2 000 магистральных электровозов, в том числе 400 восьмиосных мощностью по 5 700 л. с.

Восьмиосные электровозы Н8, спроектированные и выпускаемые Новочеркасским электровозостроительным заводом имени С. М. Буденного, являются самыми мощными локомотивами в нашей стране и предназначены для работы на грузонапряжённых магистралях, в первую очередь на дорогах Урала и Сибири.

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОСЬМИОСНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА Н8

Основные данные восьмиосного электровоза Н8 (фиг. 1) в сравнении с серийным электровозом ВЛ22^м приведены в табл. 1.



Фиг. 1. Восьмиосный электровоз

Мощность восьмиосного электровоза Н8 в 1,75 раза больше, чем у электровоза ВЛ22^м, и примерно в 1,5 раза больше, чем у тепловоза ТЭЗ. Сила тяги и скорость часового режима восьмиосного электровоза соответственно на 47,3 и 18,3% больше, чем у электровоза ВЛ22^м. На фиг. 2 приведены тяговые, а на фиг. 3—электромеханические характеристики восьмиосного электровоза.

На фиг. 4 приведены тяговые характеристики восьмиосного электровоза в сравнении с другими мощными локомотивами, из которых

видно, что во всём диапазоне скоростей сила тяги восьмиосного электровоза значительно больше, чем у других локомотивов.

Т а б л и ц а 1

Основные данные электровоза Н8 в сравнении
с электровозом ВЛ22^М

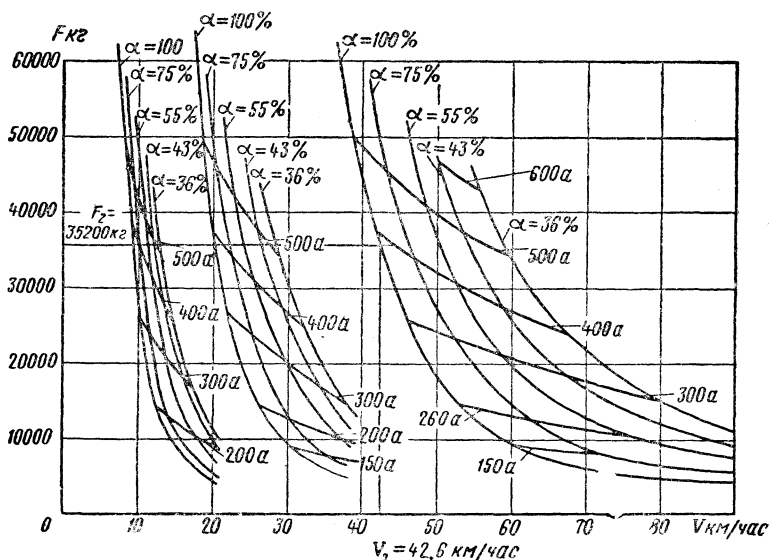
Показатель	Электровоз Н8	Электровоз ВЛ22 ^М
Род службы	Г р у з о в о й П о с т о я н н ы й 0-2 ₀ +2 ₀ +2 ₀ +2 ₀ -0 0-3 ₀ +3 ₀ -0 Р е к у п е р а т и в н о е	
Род тока		
Осевая формула		
Электрическое торможение		
Расчётное напряжение на пантографе в в	3 000	3 000
Часовой режим:		
Мощность на валах тяговых двигателей в квт	4 200	2 400
Мощность на ободу колёс в квт	4 086	2 340
Сила тяги в кг	35 200	23 900
Скорость в км/час	42,6	36,0
Ток в а	4×380	3×290
Длительный режим:		
Мощность на ободу колёс в квт	3 660	1 810
Сила тяги в кг	30 300	17 500
Скорость в км/час	44,3	38,0
Ток в а	4×340	3×225
Скорость конструктивная в км/час	90*	75
Сцепной вес в т	180**	132
» » с балластом в т	184	—
Нагрузка от оси на рельсы с балластом и без него в т	23/22,5	22
Диаметр колёс в мм	1 200	1 200
Передаточное число	82/21=3,905	89/20=4,45
Модуль зубчатой передачи	11	10
Длина по буферам в мм	27 520	16 390
Жёсткая база тележки в мм	3 200	4 200
Тип тягового двигателя	НБ-406А	ДПЭ-400А
Подвеска тягового двигателя	О п о р н о - о с е в а я	
Мощность часового режима тягового двигателя в квт	525	400
Отношение веса электровоза к его мощности при часовом режиме в кг/квт	44	56,5

* Восмиосные электровозы серийной постройки будут иметь конструктивную скорость 100 км/час.

** Первый восьмиосный электровоз Н8-001 имеет сцепной вес 191,2 т.

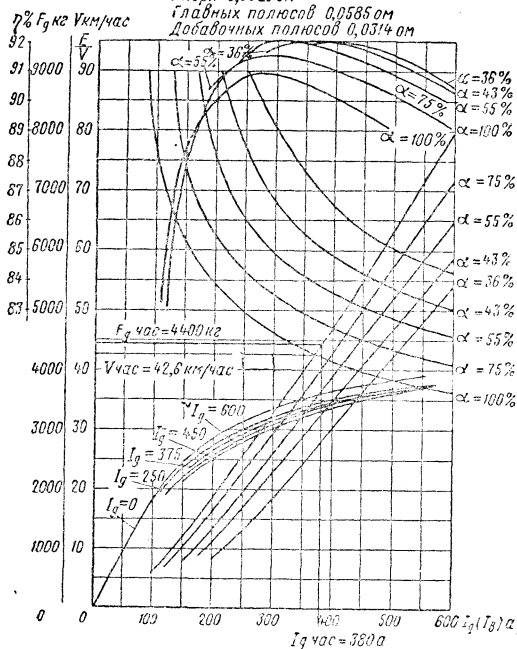
Восьмиосный электровоз на расчётном подъёме при 1-й ступени ослабления поля ($\alpha_1 = 75\%$), может везти поезд со скоростью 43 км/час, в то время как тепловоз ТЭЗ на расчётном подъёме имеет скорость 20 км/час.

Возможность восьмиосного электровоза реализовывать на расчётном подъёме большую силу тяги при столь высокой скорости зна-



Фиг. 2. Тяговые характеристики восьмипольного электровоза

Диаметр колеса 1200 мм
 Передаточное число $82/21=3,905$
 Сопротивление обмоток при 100°C :
 Якоря 0,0625 ом
 Гладких полюсов 0,0585 ом
 Добавочных полюсов 0,0314 ом

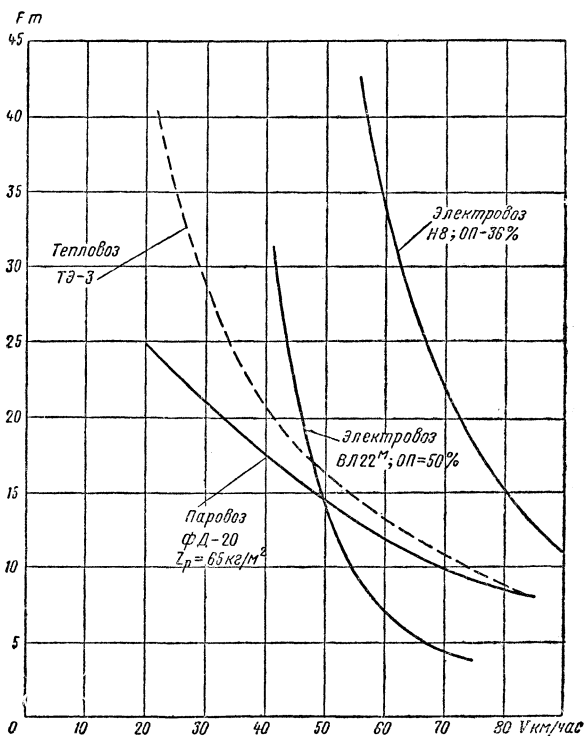


Фиг. 3. Электромеханические характеристики, отнесённые к ободу колеса

чительно увеличивает пропускную способность железной дороги, что является важным преимуществом этого локомотива.

На 9⁰/₀₀ расчётном подъёме восьмиосный электровоз по условию сцепления может взять состав весом 3 500 т.

Особенностью электровозов Н8 является более глубокое ослабление поля тяговых двигателей, доходящее до 36% против 50% у электровозов ВЛ. Это значительно повышает их тяговые свойства при больших скоростях. Из кривых фиг. 4 видно, что, например, при скорости 70 км/час сила тяги восьмиосного электровоза составляет 22 000 кг, в то время как у электровоза ВЛ22^м — 4 300 кг, у паровоза ФД20 — 10 000 кг и у тепловоза ТЭЗ — 11 000 кг.

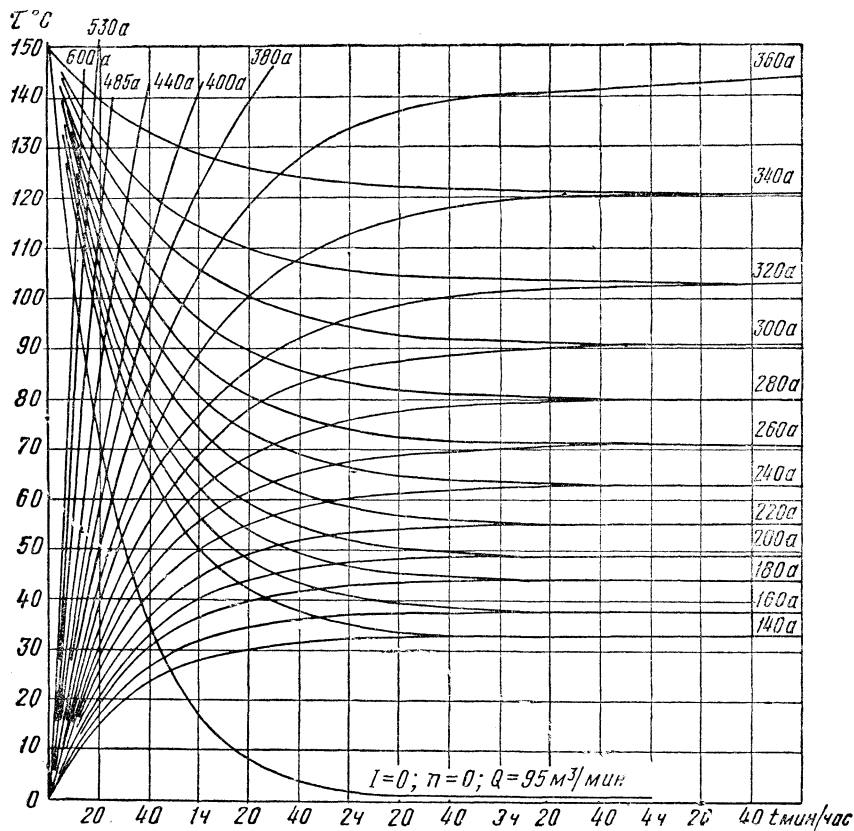


Фиг. 4. Сравнение тяговых характеристик наиболее мощных грузовых локомотивов

По условию нагревания тяговые двигатели восьмиосного электровоза могут работать с током до 340 а без ограничения времени и с током 380 а в течение одного часа (при высокой скорости вентиляторов) от момента, когда обмотки находились в холодном состоянии. Кривые нагревания и остывания тягового двигателя НБ-406А приведены на фиг. 5, а характеристики тепловых параметров (теп-

ловой постоянной T и установившегося перегрева τ_{∞}) — на фиг. 6.

В связи с предстоящей электрификацией ряда направлений с равнинным профилем интересно сравнение установившихся скоростей движения поездов на горизонтальном и прямом участках пути при использовании различных локомотивов. Например, для состава поезда весом 4 000 t установившиеся скорости на площадке и прямой равны: для восьмиосного электровоза Н8—85 км/час, электровоза ВЛ22^м—54 км/час, паровоза ФД—63 км/час и тепловоза ТЭ3—67 км/час.



Фиг. 5. Кривые нагревания и остывания обмотки якоря тягового двигателя НВ-406А

Расчёты воздействия на путь¹, произведённые с учётом результатов испытаний, позволили определить допустимые скорости движения восьмиосного электровоза на рельсах типа Р50 (с приведённым

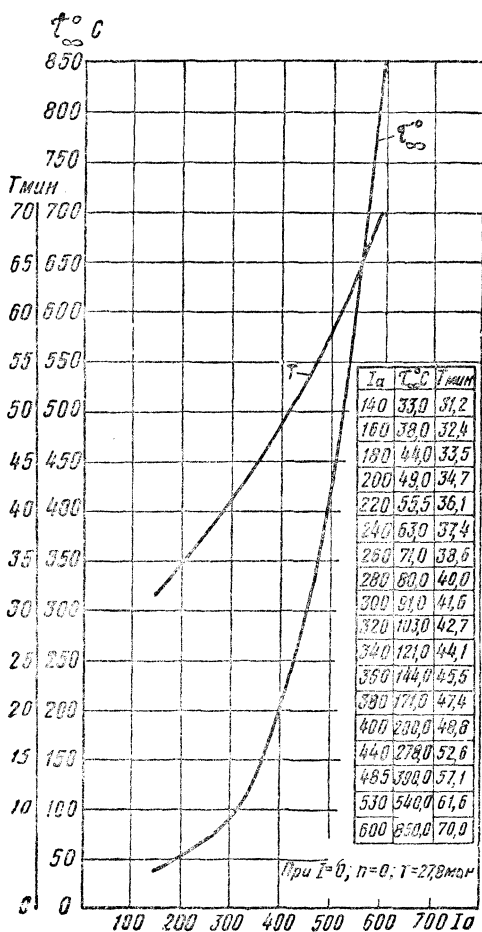
¹ Эти расчёты выполнены инж. С. С. Крепкогорским.

Таблица 2

Допустимые скорости восьмиосного электровоза в зависимости от характеристики пути

Балласт	Допустимые скорости движения электровоза Н8 в км/час							
	на прямой	при радиусах кривых в м						
		800	600	500	400	350	300	250
Щебень	90	90	90	90	80*	75*	70*	65*
Гравий	90	90	90	90	80*	75	65	55
Песок	90	90	90	75	65	55	50	40

* Скорости приняты по условию допустимого непогашенного центростремительного ускорения $0,5 \text{ м/сек}^2$ при возвышении наружного рельса 120 мм; по условию прочности пути эти скорости могут быть увеличены.



износом 6 мм), уложенных на щебёночном, гравийном и песчаном балластах при 1 840 шпалах на километр. Эти скорости для различных радиусов кривых пути и нагрузке от оси на рельсы 22,5 т приведены в табл. 2.

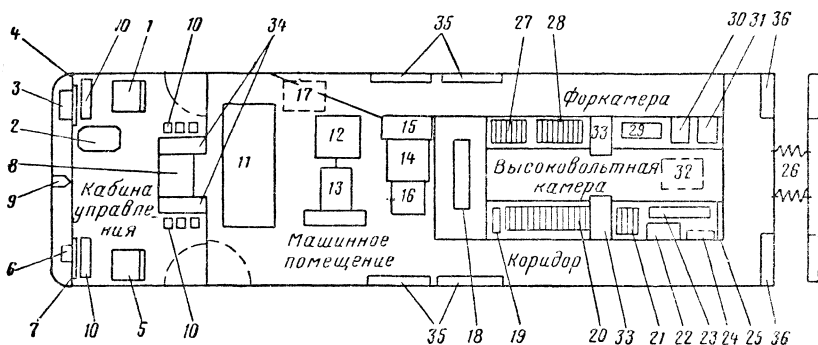
Из табл. 2 следует, что при указанной характеристике пути восьмиосный электровоз может развивать конструктивную скорость 90 км/час на прямых участках и в кривых с радиусом до 600 м. Ограничения скорости электровоза при щебёночном и гравийном балластах начинаются с кривых радиусом 400 м, а при песчаном балласте — 500 м.

Рекуперативные характеристики восьмиосного электровоза приведены в разделе о схемах электрического торможения.

Фиг. 6. Характеристики тепловых параметров тягового двигателя НБ-406А

РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

У восьмиосного электровоза расположение оборудования в каждой половине кузова почти одинаковое. Рядом с кабинами управления размещены вспомогательные машины. За машинными помещениями находятся высоковольтные камеры, в которых расположена электрическая аппаратура.



Фиг. 7. Расположение оборудования на восьмиосном электровозе:

1—сиденье машиниста; 2—контроллер; 3—щиток измерительных приборов; 4—щиток управления; 5—сиденье помощника машиниста; 6—щиток с вольтметром батарей; 7—щиток управления; 8—шкаф для одежды; 9—сигнальный щиток локомотивной сигнализации; 10—электрические печи; 11—преобразователь; 12—двигатель компрессора; 13—компрессор; 14—двигатель вентилятора; 15—вентилятор; 16—генератор управления; 17—аккумуляторная батарея (во второй половине кузова); 18—быстродействующий выключатель цепи тяговых двигателей; 19—разъединители главной и вспомогательной цепей; 20—электропневматические контакторы; 21—электромагнитные контакторы; 22—сопротивления шунтировки поля; 23—реле разные; 24—распределительный низковольтный щиток (во второй половине кузова); 25—соединительные вазимы; 26—межкузовной проход; 27—нулевой групповой контактор (во второй половине кузова—второй групповой контактор); 28—первый групповой контактор (во второй половине кузова—электропневматические контакторы); 29—отключатель двигателей; 30—реверсор; 31—тормозной переключатель; 32—индуктивные шунты; 33—канал для подачи охлаждающего воздуха к пусковым сопротивлениям; 34, 35, 36—ящики для песка

На фиг. 7 показано расположение оборудования в первой половине кузова.

В кабине управления для машиниста и его помощника имеются мягкие сиденья 1 и 5 с откидными спинками. Слева от сиденья машиниста расположен контроллер 2, а впереди щиток 3 с измерительными

приборами и сигнальными лампами и рычажный щиток 4 для управления пантографами, быстродействующими выключателями и вспомогательными машинами. Впереди сидения помощника машиниста 5 имеется небольшой щиток 6 с вольтметром батареи, сигнальными лампами реле обратного тока и реле контроля защиты, а также рычажный щиток 7 для управления включением электрических печей, прожектора, буферных фонарей и освещения. У задней стенки кабины расположен шкаф 8, предназначенный для хранения одежды. В передней части кабины между лобовыми окнами у небольшого простенка находится щиток 9 с лампами локомотивной сигнализации. Кабина управления обогревается восемью электрическими печами 10. Две печи расположены на полу около сидений машиниста и его помощника; остальные шесть печей по три установлены на стенке кабины против наружных дверей. Эти печи создают воздушную тепловую завесу, препятствующую быстрому охлаждению кабины при открытии наружных дверей.

В правом углу кабины расположены поездной тормозной кран Казанцева и кран вспомогательного тормоза электровоза. Справа от сидения машиниста находится небольшой щиток с двумя кнопками песочниц и с двумя кнопками звуковых сигналов (тифона и свистка). Машинист также может подавать звуковой сигнал с помощью ножной педали, установленной на полу кабины около сидения. Звуковой сигнал может подаваться также помощником машиниста, для чего слева от его сидения расположены соответствующие кнопки.

Справа от сидения машиниста имеется кнопка ускоренного отпуска вспомогательного тормоза электровоза. С помощью этой кнопки возбуждаются катушки электропневматических вентилей, которые выпускают сжатый воздух из тормозных цилиндров в атмосферу.

На задней стенке кабины установлен выключатель управления с плавким предохранителем. В нише этой стенки расположена электрическая плитка для чайника и подогрева завтрака локомотивной бригаде. Выключатель электрической плитки установлен рядом с выключателем управления.

В машинном помещении расположены: преобразовательный агрегат (двигатель-генератор) 11 для рекуперативного торможения, двигатель компрессора 12, компрессор 13, двигатель вентилятора 14, вентилятор 15, генератор управления 16. Как видно, в отличие от электровоза ВЛ22^м вспомогательные машины установлены в один этаж.

На стенке, обращённой к кабине, находятся: воздухораспределитель Матросова, клапан электрического торможения, автоматический выключатель управления, электропневматические клапаны песочниц и звуковых сигналов. Вверху, между ящиками песочниц, установлен тормозной запасной резервуар. Около генератора управления находятся устройства локомотивной сигнализации (дешифратор и усилитель). В машинном помещении второй половины кузова

около генератора управления расположен инструментальный ящик, а около компрессора у скошенной части стенки форкамеры находится аккумуляторная батарея 17.

Над машинным помещением для монтажа и демонтажа вспомогательных машин предусмотрен большой съёмный крышевой люк.

В высоковольтных камерах расположена электрическая аппаратура. Вход в высоковольтную камеру — со стороны межкузовного соединения. По обеим сторонам камеры имеются коридоры: проходной и тупиковый. Тупиковый коридор используется как форкамера. Через неё вентилятором засасывается воздух из жалюзи в стенке кузова.

В специальном отсеке высоковольтной камеры расположен быстродействующий выключатель 18 силовой цепи тяговых двигателей. Аналогично в высоковольтной камере второй половины кузова размещён быстродействующий выключатель, защищающий цепь вспомогательных машин.

По одну сторону высоковольтной камеры первой половины кузова расположены главный разъединитель и разъединитель вспомогательных цепей 19 (рядом с этими разъединителями находится счётчик электрической энергии), индивидуальные электропневматические контакторы и контакторы шунтировки поля 20, электромагнитные контакторы 21, сопротивления шунтировки поля 22 (имеющие доступ со стороны коридора), реле разные 23 и соединительные зажимы 25.

Во второй половине кузова по эту сторону высоковольтной камеры смонтированы сопротивления шунтировки поля (имеющие доступ со стороны коридора), реле разные, контакторы шунтировки поля, электромагнитные контакторы 21, распределительный низковольтный щиток (панель управления) 24, переключатель вентиляторов и соединительные зажимы 25. Доступ к распределительному щитку предусмотрен со стороны коридора, а к соединительным зажимам — со стороны межкузовного прохода 26 (одноимённые зажимы обеих половин кузова соединены между собой).

По другую сторону высоковольтной камеры находятся нулевой групповой контактор 27 (во второй половине кузова — второй групповой контактор), первый групповой контактор 28 (во второй половине кузова — индивидуальные электропневматические контакторы), отключатель двигателей 29, реверсор 30 и тормозной переключатель 31. В углублении пола высоковольтной камеры около входа в неё расположены индуктивные шунты 32.

На первом образце восьмиосного электровоза Н8-001 индуктивные шунты установлены по обе стороны межкузовного прохода. Над каждой высоковольтной камерой (исключая отсеки, в которых находятся быстродействующие выключатели) расположено по 8 ящиков фехралевых пусковых сопротивлений. Эти сопротивления имеют принудительную вентиляцию. Охлаждающий воздух забирается от общей системы вентиляции тяговых двигателей и под-

водится к пусковым сопротивлениям через специальные воздухопроводы.

В каждой половине кузова имеется по восемь ящиков для песка. Засыпка песка производится через крышу так же, как и на электровозе ВЛ22^м. Под колёса 1-й и 8-й осей песок подаётся из ящиков 34 (объём 260 л), расположенных у внутренних стенок кабины управления. Под колёса 2-й, 3-й, 6-й и 7-й осей песок подаётся из ящиков 35 (объём 90 л), стоящих у продольных стенок кузова. Под колёса 4-й и 5-й осей песок подаётся из ящиков 36 (объём 220 л), которые смонтированы у торцовых стенок кузова, около межкузовного прохода 26. Общий запас песка 2 640 л, или около 4 т (на электровозе Н8-001 — около 4,9 т).

Под кузовом электровоза расположены четыре главных воздушных резервуара с объёмом $4 \times 360 = 1\,440$ л; продувка их осуществляется спускными кранами, приводы которых выведены в машинное помещение и коридор. На первом восьмиосном электровозе Н8-001 главные воздушные резервуары смонтированы вертикально на внешней стороне торцовых стенок кузова по обе стороны межкузовного прохода.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Кузов восьмиосного электровоза состоит из двух однотипных половин и имеет полуобтекаемую форму. Применение такой конструкции объясняется принятой осевой формулой с двухосными тележками, которые хорошо вписываются в кривые и в изготовлении значительно проще четырёхосных тележек. В месте прохода из одного кузова в другой они соединены гибкой связью — брезентом, сложенным в виде гармошки по контуру торцовых дверей. На первом образце электровоза это соединение располагается по контуру кузова.

Ширина кузова 3 105 мм, длина 12 900 мм. Кузов с оборудованием весит 68 400 кг, а без него—36 400 кг.

Хребтовые балки выполнены из двутавра высотой 45 см (на электровозе Н8-001—55 см).

Обшивка кузовов стальная толщиной 2,5 мм (на электровозе Н8-001—3 мм).

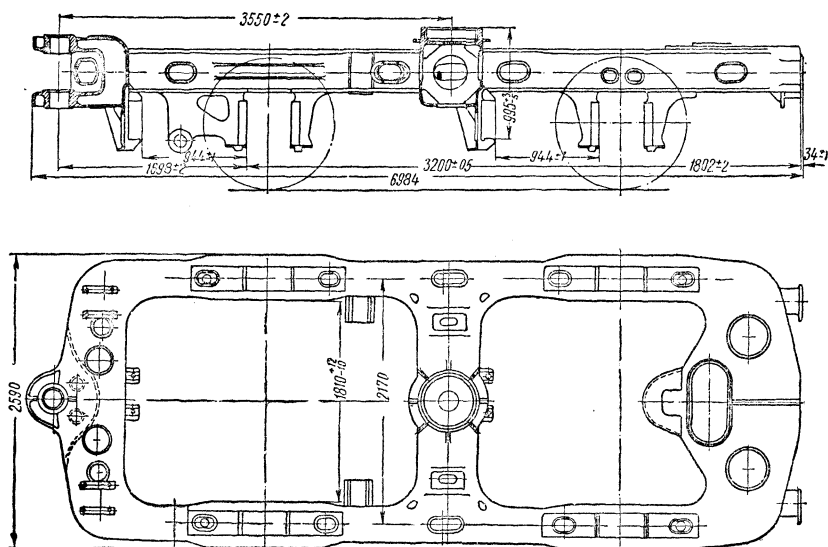
Вес каждой половины кузова передаётся через две главные и две дополнительные опоры на две двухосные тележки. Чертёж крайней тележки (первой или четвёртой) приведён на фиг. 8.

Все четыре тележки электровоза выполнены цельнолитыми из стали. Первая и четвёртая тележки весят по 5 900 кг каждая, вторая тележка — 5 650 кг и третья — 5 600 кг.

Боковины тележки, её брусья: буферный, шкворневой и сочленения имеют коробчатое сечение, что придаёт им большую прочность при меньшей затрате металла. Ширина тележек составляет 2 590 мм.

Пять главных опор кузова, как и у электровозов ВЛ22^м, имеют цилиндрическую форму и плоскую рабочую поверхность. Одна из главных опор каждой половины кузова лежит в цилиндрическом углублении на поверхности шкворневого бруса первой или четвёртой тележек. Другая опора лежит в таком же углублении на поверхности прямоугольного подпятника, который располагается в соответствующем гнезде шкворневого бруса средних (второй и третьей) тележек. В продольном направлении подпятник короче гнезда и может перемещаться вдоль оси каждой половины кузова на 30 мм в каждую сторону. Это связано с изменением расстояния между центрами тележек при прохождении электровозом кривых участков пути.

Дополнительные опоры, расположенные по концам кузовов, лежат на скользунах буферных брусьев крайних тележек и брусьев среднего сочленения второй и третьей тележек. Применение дополнительных опор у кузовов вызвано смещением вертикальной оси

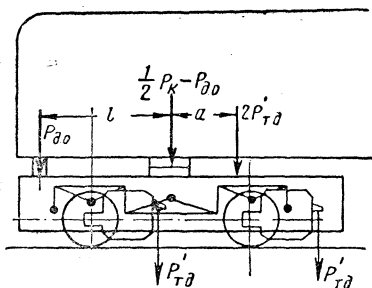


Фиг. 8. Крайняя (1-я или 4-я) тележка

центра тяжести собранной тележки от оси главной опоры. Это объясняется расположением тяговых двигателей в тележках по одну

сторону от колёсных пар. Применение продольного балансира выравнивает вертикальные нагрузки, передающиеся на оси колёс. Рессорное подвешивание выполнено на двух точках. На фиг. 9 приведена схема действия вертикальных нагрузок на тележку электровоза¹. Через главную опору на тележку передаётся голова

вина веса одного кузова ($\frac{1}{2} P_K$) за вычетом веса, воспринимаемого Равнодействующая сила $2P'_{Td}$ от



Фиг. 9. Схема вертикальных нагрузок, действующих на тележку дополнительной опорой ($P_{до}$) зарессоренной части тяговых двигателей смещена от центра тележки в продольном направлении на расстояние a и создаёт мо-

¹ На этой схеме для простоты не показано, что ось балансира немного смещена (на 50 мм) вправо от оси главной опоры.

мент, поворачивающий её в вертикальной плоскости. Край тележки, стремящийся подняться, упирается в дополнительную опору кузова, которая препятствует повороту тележки и передаёт на неё часть веса кузова $P_{д.о.}$. Момент, образованный этой силой, действующей на плече l , равному расстоянию между дополнительной и главной опорой, уравнивает момент от силы веса зарессоренной части тяговых двигателей, действующей на плече a .

Когда электровоз не развивает силы тяги (или тормозной силы от электрического торможения), часть веса кузова, передающаяся на тележку через дополнительную опору, определяется соотношением:

$$P_{д.о.} = 2P'_{тд} \frac{a}{l}$$

и, как показывает расчёт, составляет около 2,7 т. Передача этой силы через дополнительную опору амортизируется двумя шайбами, изготовленными из специальной резины толщиной 20 мм.

При движении электровоза дополнительные опоры кузова перемещаются по скользящим на тележках. Возникающие при этом силы трения препятствуют влиянию электровоза, что особенно важно при движении его с большой скоростью.

Проведённые динамические испытания электровоза показали, что у него размахи горизонтальных влияний меньше, а периоды их больше, чем у электровоза ВЛ22^м. Это указывает на более плавный ход электровозов Н8, чему способствуют силы трения в местах соприкосновения дополнительных опор с тележками.

На фиг. 10 приведён чертёж ходовой части электровоза.

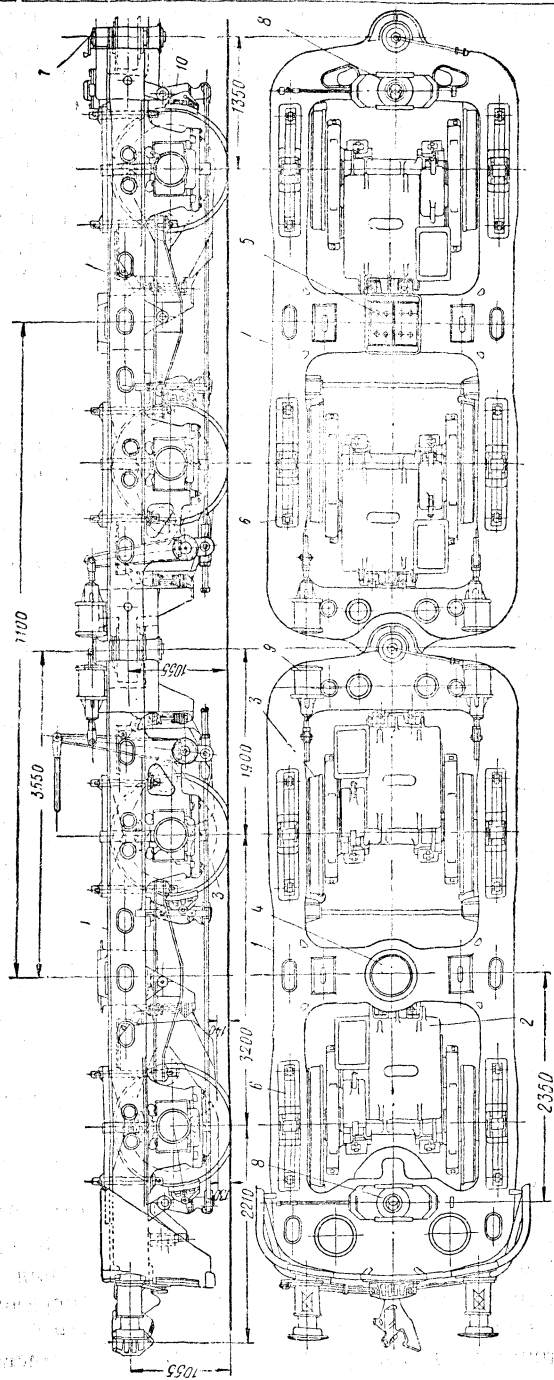
Тележки электровоза соединены с помощью трёх сочленений. Сочленения между 1-й и 2-й и между 3-й и 4-й тележками предусматривают незначительное их взаимное вертикальное перемещение (до 18 мм), что объясняется применением дополнительных опор, при которых горизонтальные плоскости тележек остаются всегда почти параллельными между собой. Сочленение между 2-й и 3-й тележками допускает большее их вертикальное взаимное перемещение (до 78 мм), как это имеет место на электровозах ВЛ22^м.

Тяговые двигатели, как уже указывалось, расположены в тележках по одну сторону от колёсных пар, причём по направлению к сочленению тележек данной половины электровоза. Такое расположение двигателей повышает использование сцепного веса электровоза примерно на 6%.

Рессорное подвешивание всех тележек — одинаковое с продольными балансирами, как это указано на фиг. 11.

Особенностью рессорного подвешивания является то, что витые цилиндрические пружины размещаются непосредственно над корпусом буксы. При этом лучше амортизируются удары, передаваемые во время движения электровозу от неровностей пути.

Листовые рессоры и витые цилиндрические пружины расположены между стенками литой рамы тележки.

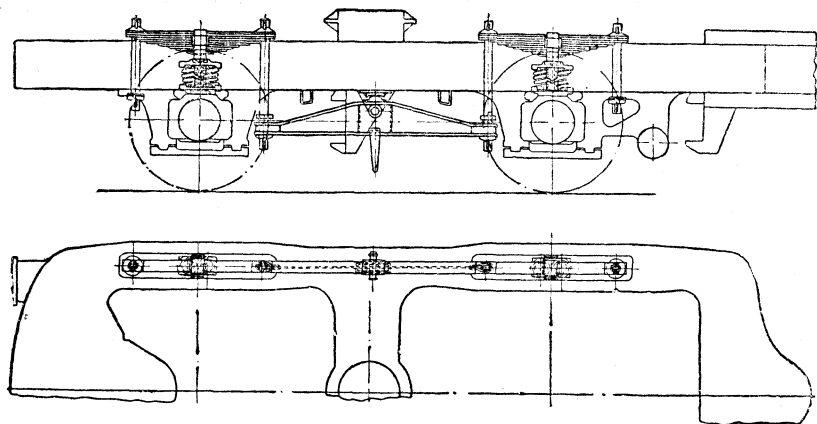


Фиг. 10. Ходовая часть:

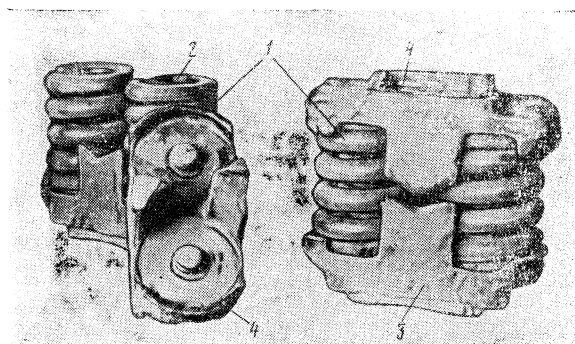
1—рамы тележек; 2—тяговый двигатель; 3—колёсная пара; 4—гнездо неподвижного подшипника; 5—гнездо подвижного подшипника; 6—листовая рессора; 7—сочленение; 8—дополнительная опора; 9—гормозной цилиндр

Рессорное подвешивание выполнено на призмах. Конструкция рессорных подвесок значительно упрощена — они представляют собой стальные планки прямоугольного сечения.

Конструкция цилиндрических рессор показана на фиг. 12. В местах сопряжения цилиндрических пружин 1 и 2 с корпусом буксы и хомутом листовой рессоры имеются специальные обоймы 3 и 4. Эти обоймы обеспечивают правильное вертикальное направление передачи усилия на центр буксы. Зазор между выступами



Фиг. 11. Рессорное подвешивание



Фиг. 12. Витые цилиндрические рессоры

верхней и нижней обойм не должен быть меньше 15 мм. Вертикальные выступы на обоймах предотвращают чрезмерное сжатие пружин во время прохождения электровоза значительных неровностей пути.

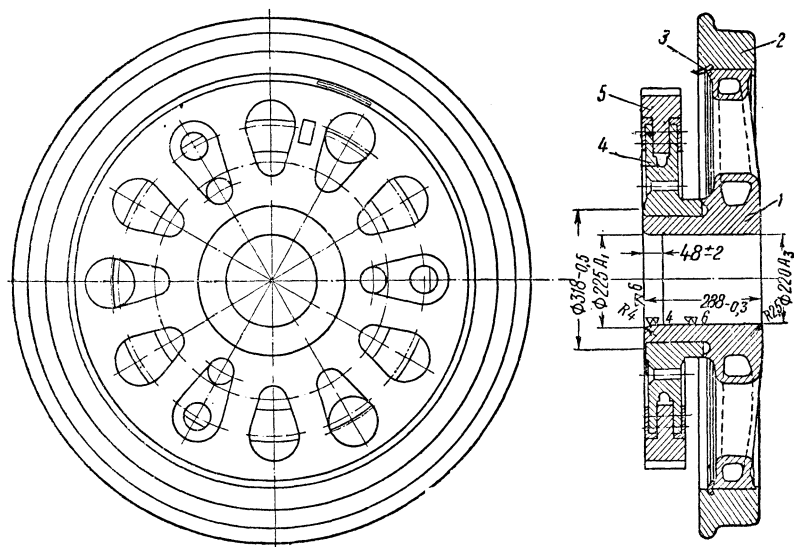
У восьмиосного электровоза жёсткость рессорного подвешивания на один буксовый узел, по сравнению с электровозом ВЛ22м,

уменьшена со 140 до 118 кг/мм, что должно повысить сохранность оборудования.

Передача вращающего момента от тяговых двигателей к колёсным парам — двусторонняя.

Особенностью колёсной пары является новая конструкция колёсного центра и гибкого элемента большого зубчатого колеса, что можно видеть на фиг. 13.

Колёсный центр выполнен дисковым по типу центров паровоза Л. Центр зубчатого колеса насажен на продолжение ступицы колёсного центра с давлением 50—80 т.



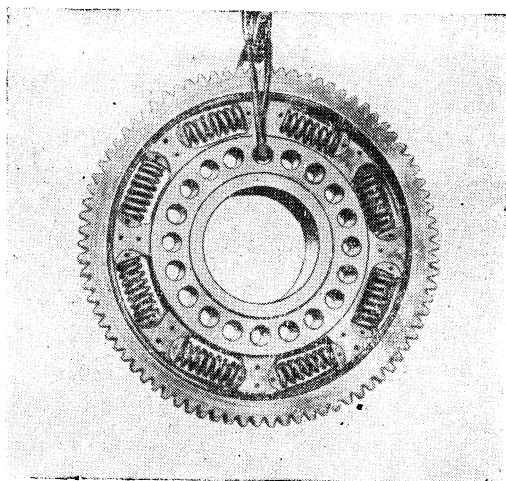
Фиг. 13. Колесо электровоза с зубчатым колесом:

1 — колёсный центр; 2 — бандаж; 3 — стопорное кольцо; 4 — центр большого зубчатого колеса; 5 — венец большого зубчатого колеса

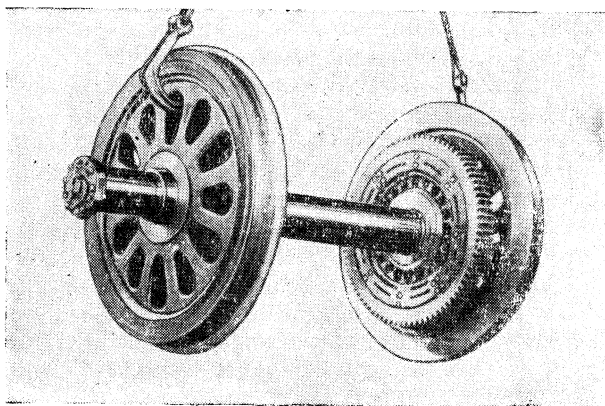
На фиг. 14 показано зубчатое колесо со снятыми шайбами. Вращающий момент от венца на его центр передаётся через восемь цилиндрических пружин. Этим обеспечивается более равномерное распределение нагрузок между редукторами колёсной пары и смягчаются удары зубьев при резких изменениях вращающего момента на валу тягового двигателя. С каждой стороны зубчатого колеса к его центру крепятся с помощью горячей посадки специальные шайбы. Они предусмотрены для предотвращения выпадения из гнезд цилиндрических пружин в случае их поломки.

Большое зубчатое колесо изготавливается из стали 37ХНЗА или 30ХНЗА, а малая шестерня — из стали 12ХНЗА. Они подвергаются термообработке. Большое зубчатое колесо закаливается кислородно-ацетиленовым пламенем со скоростью подачи горелки 120—130 мм/мин при температуре закалочной воды 40—60°C.

Затем производится отпуск в ванне с маслом при температуре 200°C . Малая шестерня подвергается газовой цементации в течение 30 часов при температуре 920°C , охлаждению в печи или воздухом, нормализации при $900\text{—}920^{\circ}\text{C}$ и закалке при $800\text{—}820^{\circ}\text{C}$ в масле. За-



Фиг. 14. Зубчатое колесо (со снятыми шайбами)



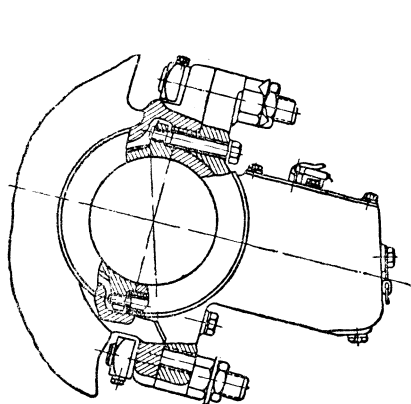
Фиг. 15. Общий вид колёсной пары

тем шестерня проходит отпуск в течение 5 часов при $150\text{—}180^{\circ}\text{C}$ и охлаждение на воздухе.

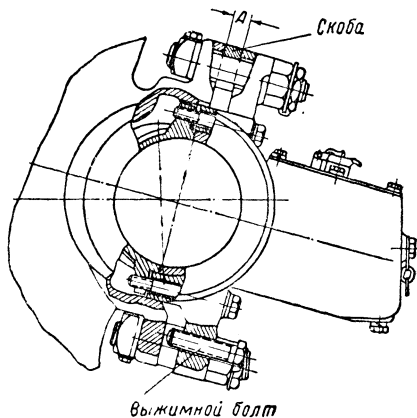
Большое зубчатое колесо имеет вес 150 кг, а малая шестерня— 21,8 кг.

Колёсные пары (фиг. 15) имеют буксовые подшипники со сферическими роликами. Диаметр шейки оси 180 мм, а в месте установки моторно-осевых подшипников — 220 мм. Сформированная колёсная пара весит 2 736 кг.

Тележки сменных буксовых направляющих не имеют. Буксовые наделки приварены к кронштейнам у буксовых челюстей.



Фиг. 16. Узел сочленения буксы моторно-осевого подшипника с остовом тягового двигателя до вывода зубчатой передачи из зацепления



Фиг. 17. Узел сочленения буксы моторно-осевого подшипника с остовом тягового двигателя после вывода зубчатой передачи из зацепления

При роликовых подшипниках перемещение буксы вдоль оси колёсной пары незначительное. Это позволяет иметь буксы только с внешними буртами. Максимальное перемещение колёсной пары относительно тележки, например влево, ограничивается упором буртов противоположной правой буксы в наделки кронштейнов буксовой челюсти. Поперечное усилие от рамы тележки на колёсную пару передаётся через роликовые подшипники этой буксы. В связи с этим отпадает необходимость в антифрикционных дисках, что значительно упрощает буксовый узел.

У нового электровоза поперечные разбеги колёсных пар составляют 1,9—5,2 мм, а продольные 0,8—2,3 мм.

На электровозе, на случай заклинивания двигателя, предусмотрена возможность вывода из зацепления зубчатой передачи. Для этого необходимо ослабить гайки на шпильках, крепящих буксы (шапки) моторно-осевых подшипников, вернуть по два выжимных болта в специально предусмотренные на буксах отверстия и сместить ими тяговый двигатель с кожухами зубчатой передачи в сторону от оси колёсной пары и моторно-осевых подшипников примерно на 35 мм. Специальная конструкция уплотнения кожуха зубчатой передачи в месте его сопряжения с осью колёсной пары допускает такое перемещение.

Отжимать тяговый двигатель следует поочерёдно болтами в левой и правой буксах, не допуская перекашивания оси двигателя и колёсной пары. В образовавшиеся зазоры между привалочными поверхностями корпуса тягового двигателя и букс моторно-осевых подшипников надо вставить специальные скобы¹, по две у каждой буксы в местах диагонально расположенных шпилек. Далее, несколько вывернув выжимные болты, следует затянуть гайки на шпильках, крепящих буксы моторно-осевых подшипников. Выполнив это и отключив тяговый двигатель данной оси, можно везти поезд на аварийной схеме.

На фиг. 16 и 17 показан узел моторно-осевого подшипника до и после выведения зубчатой передачи из зацепления.

¹ Специальные скобы и выжимные болты входят в инвентарь электро-воза.

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Применение на восьмиосном электровозе двух кузовов нашло своё отражение в конструкции отдельных аппаратов и в построении электрической схемы.

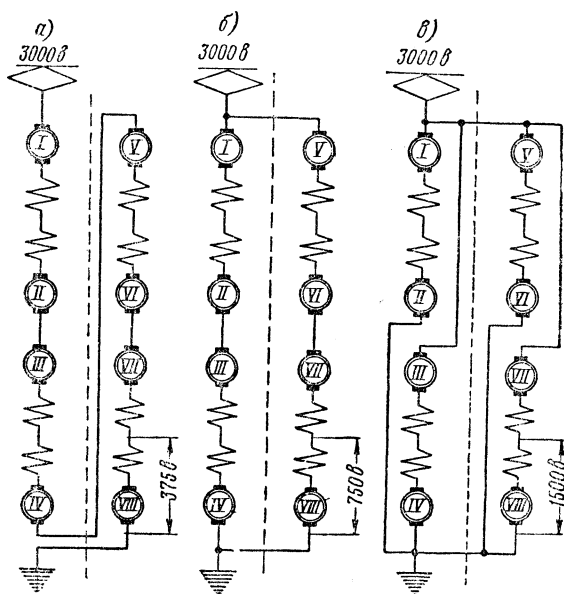
Принципиальная силовая схема электровоза приведена на фиг. 18.

С целью уменьшения количества низковольтных и высоковольтных проводов между обоими кузовами в каждом из них имеется по одному реверсору, тормозному переключателю, отключателю тяговых двигателей и возбуждательному агрегату для питания обмоток возбуждения тяговых двигателей при рекуперативном торможении.

Кроме того, для переключения тяговых двигателей вместо одного группового контактора на три положения применено три групповых контактора на два положения. Исходные положения групповых контакторов соответствуют последовательному соединению тяговых двигателей. На ходовой 16-й позиции этого соединения напряжение на зажимах тяговых двигателей равно 375 в (фиг. 19), или одной четверти номинального напряжения. Нулевой групповой контактор (КСПО), расположенный в первой половине кузова, осуществляет переключение тяговых двигателей на последовательно-параллельное соединение, при котором четыре последовательно включённых тяговых двигателя (с I по IV и с V по VIII) данной половины электровоза образуют самостоятельные цепи. На ходовой 27-й позиции последовательно-параллельного соединения напряжение на зажимах тяговых двигателей равно 750 в, т. е. половине номинального напряжения. Первый и второй групповые контакторы (КСPI, КСПII) производят переключение тяговых двигателей в соответствующих половинах электровоза на параллельное соединение. На ходовой 37-й позиции параллельного соединения напряжение на каждом тяговом двигателе равно номинальному — 1 500 в.

На ходовых позициях 16, 27 и 37-й предусмотрено применение четырёх ступеней ослабления поля, которое осуществляется обычным способом — шунтировкой обмоток главных полюсов тяговых двигателей на сопротивление. Коэффициенты ослабления поля равны 75, 55, 43 и 36%.

На опытном образце восьмиосного электровоза Н8-001 ослабление поля на 1-й и 2-й ступенях (75 и 60%) достигается шунтировкой обмоток главных полюсов сопротивлением, на 3-й ступени (50%) — пересоединением этих обмоток в параллельные цепи и на 4-й ступени (43%) — комбинированным способом: шунтированием уже параллельно соединённых обмоток главных полюсов на сопротивление. Такой способ ослабления поля позволяет значительно уменьшить размеры и вес индуктивных шунтов, но значительно усложняет схему.



Фиг. 19. Схемы соединений тяговых двигателей:
 а — последовательное; б — последовательно-параллельное;
 в — параллельное

При отключении какого-либо тягового двигателя схема восьмиосного электровоза в отличие от схемы электровозов ВЛ позволяет осуществлять разгон поезда с места при оставшихся исправных двигателях. Для этого собирается схема семи последовательно соединённых двигателей. На 16-й позиции напряжение на каждом из них составляет около 430 в.

Для того чтобы на последовательно-параллельном соединении в каждой цепи было одинаковое количество последовательно включённых двигателей, производится закорачивание одного из них в половине электровоза с исправными двигателями. Для этой цели специально предусмотрены два индивидуальных электропневматических контактора 0-1 и 0-2. При отключении какого-либо двигателя в первой половине электровоза контактором 0-2 закорачивается двигатель VI, а при отключении одного из двигателей во второй по-

ловине электровоза контактором 0-1 закорачивается двигатель 11. Следует отметить, что у этих двигателей производится закорачивание как обмотки возбуждения, так и обмотки якоря. Это не представляет опасности, поскольку закорачивание приводит к размагничиванию двигателя и уменьшению до нуля его э. д. с. На 27-й позиции напряжение на зажимах каждого двигателя равно 1 000 в.

На позициях параллельного соединения контакторы 0-1 и 0-2 выключены и тяговые двигатели соединены в три параллельные цепи по два двигателя последовательно. На 37-й позиции напряжение на зажимах каждого двигателя равно номинальному 1 500 в. Таким образом, при отключении одного из тяговых двигателей на последовательном соединении работают семь, а на последовательно-параллельном и параллельном соединениях — шесть двигателей.

На электровозе применена новая схема рекуперативного торможения, разработанная инж. Тихменевым Б. Н. и Птицыным Г. В. Особенностью её является отсутствие стабилизирующих сопротивлений.

Противокомпаундная характеристика тяговых двигателей, необходимая при рекуперативном торможении, получается с помощью генераторов, которые имеют независимую и встречно включённые последовательные обмотки возбуждения, находящиеся в силовой цепи якорей тяговых двигателей.

Равномерное распределение тока на последовательно-параллельном соединении достигается путём применения для обмоток возбуждения двигателей каждой параллельной цепи отдельных генераторов, имеющих свои последовательные обмотки в соответствующих цепях якорей тяговых двигателей. На параллельном соединении равномерное распределение тока осуществляется также и с помощью схемы циклического соединения обмоток возбуждения тяговых двигателей.

Отсутствие в схеме рекуперативного торможения стабилизирующих сопротивлений позволяет существенно уменьшить мощность, габариты и вес возбудительного агрегата (преобразователя). У электровоза ВЛ22^м отношение мощности возбудителя к мощности тяговых двигателей составляет $\frac{57\,000}{2\,400} = 23,75 \text{ вт/квт}$, а у восьмиосного электровоза всего $\frac{2 \times 22\,000}{4\,200} = 10,5 \text{ вт/квт}$, т. е. меньше в два с лишним раза.

Схема рекуперативного торможения собирается автоматически с помощью реле рекуперации, когда при наборе тормозного контроллера или увеличении скорости поезда электродвижущая сила тяговых двигателей становится равной или достаточно близкой к напряжению в контактной сети.

Защита тяговых двигателей на восьмиосных электровозах имеет ряд особенностей. Применено дифференциальное реле, действующее на отключение быстродействующего выключателя при электриче-

ских перебросах или замыканиях на землю в цепи тяговых двигателей. Такая защита более совершенна и является необходимой при применении электрических схем, в которых обмотки возбуждения отдельных тяговых двигателей включаются до обмоток якорей.

Для каждого тягового двигателя применены дифференциальные сигнальные реле типа СР (без блокировок), которые с помощью специальных флажков позволяют определить в схеме место замыкания на землю.

Срабатывание реле перегрузок при недопустимом увеличении тока тяговых двигателей воздействует не на отключение быстродействующего выключателя, как на электровозах ВЛ22^м, а на выключение контакторов, которые вводят в цепь двигателей часть пускового сопротивления. При рекуперативном торможении срабатывание реле перегрузок или реле максимального напряжения сопровождается увеличением сопротивления в цепи обмоток независимого возбуждения генераторов преобразователей (возбудителей), приводящим к уменьшению электродвижущих сил тяговых двигателей.

На восьмиосных электровозах для каждой пары тяговых двигателей применены реле боксования, с помощью которых машинисту подаётся световой сигнал о нарушении сцепления колёс с рельсами. Это реле при рекуперативном торможении играет роль реле юзования и, кроме подачи светового сигнала, автоматически действует на токи возбуждения и рекуперации, уменьшая их и этим снижая тормозную силу электровоза.

Защита вспомогательных машин выполнена быстродействующей. На первом образце электровоза Н8-001 установлен быстродействующий выключатель ВАБ-2, а на последующих электровозах быстродействующий выключатель типа БВП с электромагнитным приводом и модернизированной ЦНИИ МПС дугогасительной системой. Цепь вспомогательных машин так же, как и цепь тяговых двигателей, защищается дифференциальным реле, воздействующим на отключение быстродействующего выключателя. Двигатели преобразователей имеют также токовую защиту; реле перегрузки воздействуют на отключение быстродействующего выключателя вспомогательной цепи. В цепи других вспомогательных высоковольтных машин индивидуальной защиты не предусмотрено.

Восьмиосные электровозы оборудованы совершенными устройствами техники безопасности. Вход в высоковольтную камеру, доступ к электрическим аппаратам из коридора через боковые дверцы камеры и выход на крышу электровоза заблокированы в зависимости от наличия высокого напряжения на пантографах.

В высоковольтной камере электровоза установлен дополнительный пятикнопочный щиток для управления быстродействующими выключателями и контакторами преобразователей. Этот щиток запирается единым, выдаваемым на электровоз, ключом КУ

и поэтому позволяет производить проверку действия схемы электро-
воза при запертых основных щитках в кабинах управления,
г. е. в более безопасных условиях для обслуживающего персо-
нала.

На электровозах Н8 от № 002 и выше смена прожектор-
ных ламп и регулировка их светового луча производятся из ка-
бины управления что также повышает безопасность обслужи-
вающего персонала.

На всех восьмиосных электровозах установлена щелочная кад-
миево-никелевая аккумуляторная батарея 40-НКН-100 ёмкостью
100 а-ч, требующая меньшего ухода и допускающая большие раз-
рядные токи.

ТЯГОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

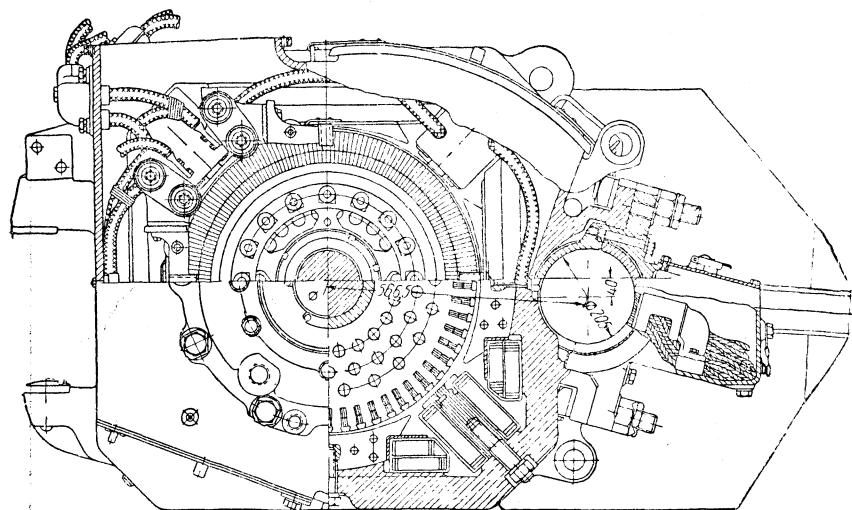
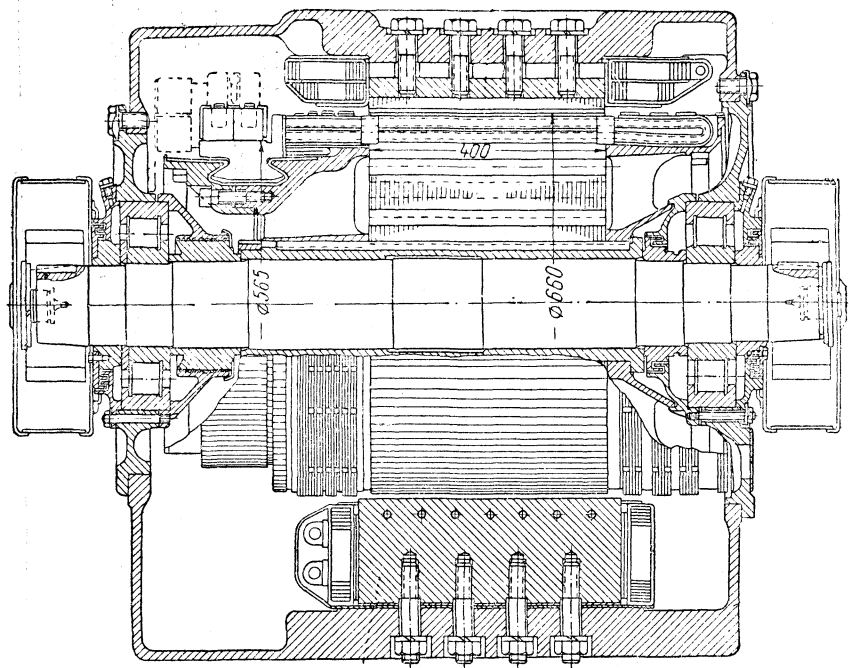
Тяговый двигатель. Основные данные тягового двигателя НБ-406А в сравнении с двигателем ДПЭ-400 приведены в табл. 3.

Таблица 3

Основные данные тягового двигателя НБ-406А в сравнении
с двигателем ДПЭ-400

Показатель	Д в и г а т е л и	
	НБ-406А	ДПЭ-400
Род тока	П о с т о я н н ы й	
Возбуждение	П о с л е д о в а т е л ь н о е	
Номинальное напряжение в <i>в</i>	1 500	1 500
Напряжение относительно корпуса в <i>в</i>	3 000	3 000
Вентиляция	П р и н у д и т е л ь н а я	
Количество охлаждающего воздуха в <i>м³/мин</i>	95	70
Класс изоляции	В	В
Часовой режим:		
Мощность в <i>квт</i>	525	400
Ток в <i>а</i>	380	290
Скорость в <i>об/мин</i>	735	710
К. п. д.	0,921	0,919
Длительный режим:		
Мощность в <i>квт</i>	470	310
Ток в <i>а</i>	340	225
Скорость в <i>об/мин</i>	765	770
К. п. д.	0,922	0,918
Наиболее глубокое ослабление поля в %	36	50
Максимальная скорость вращения в <i>об/мин</i>	1 550	1 550
Тип подвески	О п о р н о - о с е в а я	
Вес в <i>кг</i>	5 400	4 220
Вес на единицу мощности часового режима в <i>кг/квт</i>	10,3	10,55

Общий вид двигателя НБ-406А приведён на фиг. 20, а продольный и поперечный разрезы — на фиг. 21.



Фиг. 21. Продольный и поперечный разрезы тягового двигателя НБ-406А

Остов двигателя НБ-406А по своему устройству похож на остов двигателя ДПЭ-400, но имеет несколько увеличенные размеры. Охлаждающий воздух подводится к остову сверху через гибкий патрубок по типу двигателей ДПЭ-340А электровозов ВЛ19.

Железо якоря и коллектор собираются на втулке (коробке), которая запрессовывается на вал без шпонки. Корпус коллектора выполнен как одно целое с передней нажимной шайбой якоря. Это сделано для большей надёжности работы коллектора, обмотки якоря и уравнительных соединений.

Железо якоря имеет диаметр 660 мм и длину 400 мм. Вентиляционные каналы диаметром 26,5 мм расположены в нём по трём концентрическим окружностям.

Якорь имеет петлевую обмотку с уравнительными соединениями. Обмотка (фиг. 22) располагается в 58 пазах, имеющих высоту 51 мм и ширину 13,8 мм.

Секция обмотки якоря (фиг. 23)—неразрезная. В каждом пазу железа якоря имеется по 14 проводников. Число параллельных проводников равно двум. Мёртвых проводников нет. Число параллельных цепей обмотки якоря $2a=2p=4$. Шаг обмотки якоря по пазам 1—15, а по коллектору 1—2. Сечение меди якорной обмотки $(1,08 \times 8,6) 2=18,16 \text{ мм}^2$. Изоляция проводов обмотки из микаленты толщиной 0,075 мм, одним слоем в полуперекрышу. Корпусная изоляция секции состоит из восьми слоёв микаленты 0,1 мм в полуперекрышу и одного слоя стеклоленты 0,15 мм в полуперекрышу.

Уравнительные соединения (фиг. 24) по одному на паз размещаются под передними лобовыми соединениями якорной обмотки.

Сечение меди уравнительных соединений $1,08 \times 4,4 = 4,75 \text{ мм}^2$. Соединение выполнено с шагом по коллектору 1—204.

Обмотка якоря закрепляется в пазах гетинаксовыми трапециoidalными клиньями. На лобовые части обмотки накладываются стальные бандажи из проволоки диаметром 2 мм.

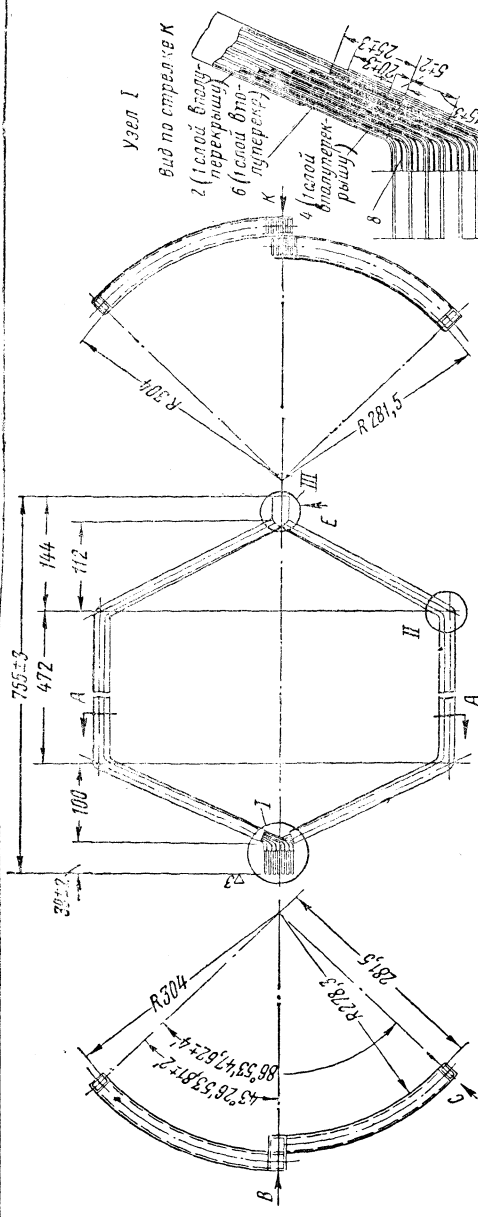
Двигатель имеет четыре главных и четыре дополнительных полюса. Дополнительные полюсы крепятся к остову четырьмя шпильками из диамагнитной стали с гайками, а главные — четырьмя болтами.

Зазор между главными полюсами и железом якоря составляет 7,7 мм, а между дополнительными полюсами и железом якоря 8 мм.

Между дополнительными полюсами и остовом двигателя имеются диамагнитные прокладки толщиной 6 мм.

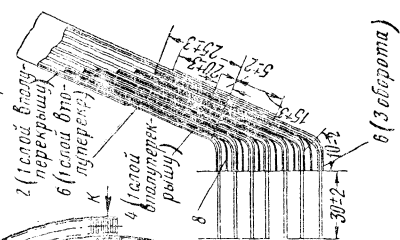
Катушка главного полюса намотана в два ряда. Число витков в нижнем ряду 27,5, а в верхнем — 20,5. Сечение меди $4,1 \times 32 = 130,3 \text{ мм}^2$.

Катушка дополнительного полюса состоит из 34 витков, намотанных на ребро медной шины сечением $4,4 \times 28 = 123,7 \text{ мм}^2$.



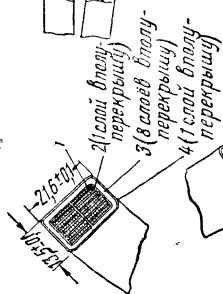
Узел I

вид по стрелке К



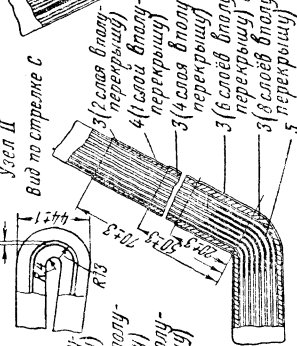
разрез по А А

вид по стрелке Е



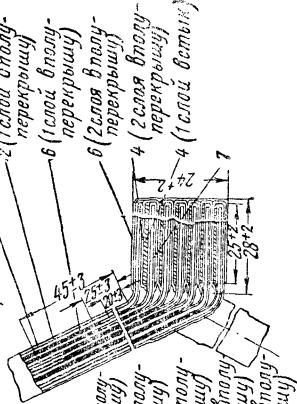
Узел II

вид по стрелке С



Узел III

вид по стрелке В



Фиг. 23. Секция обмотки якоря:

1—медь обмоточная; 2—микрокалента 0,075×20; 3—микрокалента 0,1×20; 4—стеклопласт 0,1×25; 5—прокладка слюдяная (флаконит № 6) 0,03×18×30; 6—микрокалента на шелку 0,1×10; 7 и 8 прокладки

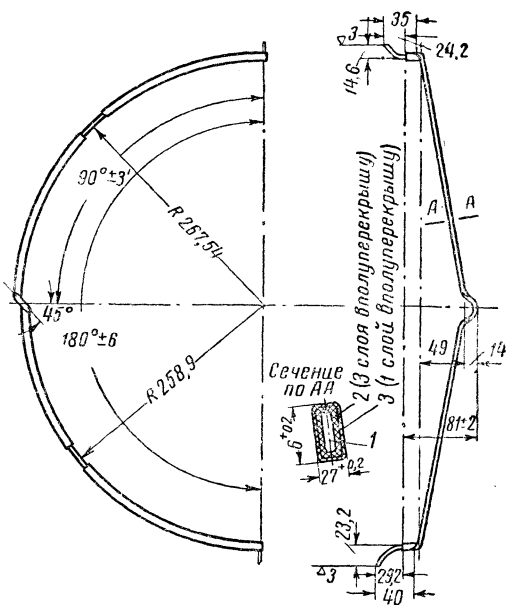
На тяговых двигателях электровоза Н8-001 сечение меди катушек дополнительных полюсов равно $4,4 \times 32 = 139,9 \text{ мм}^2$.

Изоляция катушек главных и дополнительных полюсов состоит из одного слоя асбестовой ленты 0,4 мм встык, семи слоёв микаленты 0,13 мм в полуперекрышу и двух слоёв киперной ленты 0,45 мм: первого из них встык, а второго — в полуперекрышу. Схема соединения обмоток двигателя приведена на фиг. 25.

Величины сопротивления обмоток двигателя приведены в табл. 4.

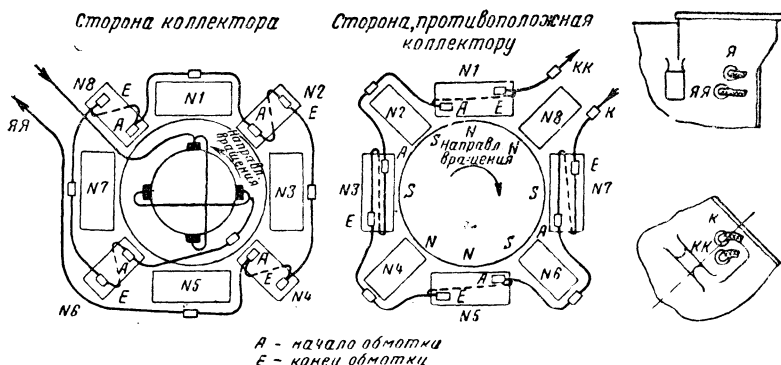
У тяговых двигателей электровоза Н8-001 сопротивление обмоток дополнительных полюсов при 20°C составляет 0,0196 ом и при 100°C — 0,0259 ом.

Коллектор двигателя имеет 406 пластин. Рабочая поверхность нового коллектора имеет диаметр 565 мм при длине 113 мм. Ширина рабочей поверхности новой коллекторной пластины 3,375 мм. Толщина коллекторного миканита между пластинами 1 мм.



Фиг. 24. Уравнительное соединение обмотки якоря:

1—медь обмоточная 1,08×4,4×960; 2—микалента 0,075×15; 3—стеклолента 0,1×25



Фиг. 25. Схема соединения обмоток тягового двигателя НБ-406А

Среднее напряжение между коллекторными пластинами снижено до 14,7 в против 21,1 в у тягового двигателя ДПЭ-400, что спо-

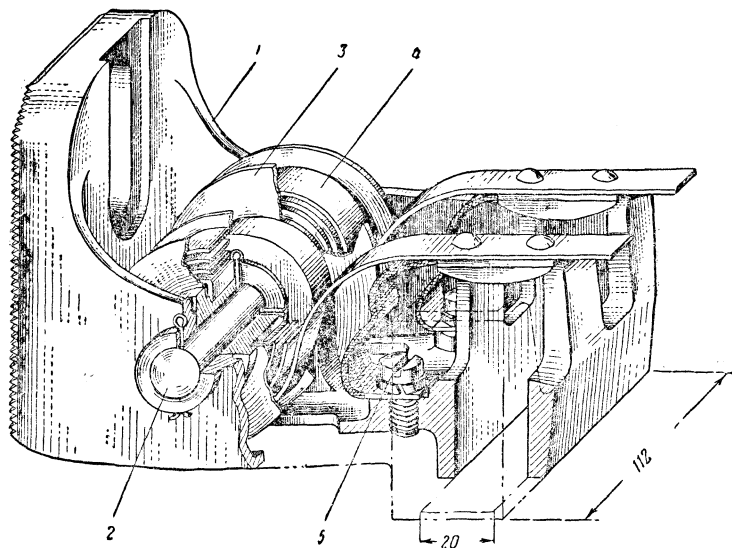
Сопротивление обмоток тягового двигателя НБ-406А

О б м о т к и	Сопротивление в ом при температуре		
	0°С	20°С	100°С
Якоря	0,0437	0,0473	0,0625
Главных полюсов	0,0407	0,0442	0,0585
Дополнительных полюсов	0,0218	0,0237	0,0314

способствует более устойчивой работе нового двигателя против образования круговых огней и перебросов электрической дуги с коллектора на корпус.

В каждом из четырёх щёткодержателей (фиг. 26) — по две щётки марки ЭГ-2А. Щётки имеют ширину 20 мм, длину 50 мм и высоту 60 мм. Минимальная высота щётки допускается 35 мм. Зазоры в обойме щёткодержателя по длине 1 мм и по ширине 0,35 мм. Давление щётки на коллектор должно быть в пределах от 3,6 до 4,2 кг. Расстояние от рабочей поверхности коллектора до щёткодержателя должно составлять 4—6 мм.

Якорные подшипники двигателя — роликовые, причём со стороны коллектора подшипник — фиксирующий.



Фиг. 26. Щёткодержатель тягового двигателя НБ-406А:

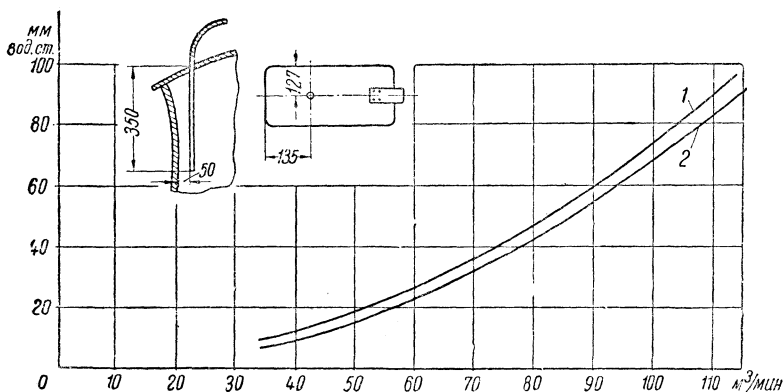
1—корпус; 2—ось; 3—шайба; 4—пружина; 5—винт

У тяговых двигателей электровозов от № 002 имеется снегозащитный кожух. На фиг. 27 приведена кривая зависимости стати-

ческого давления воздуха в коллекторной камере тягового двигателя от количества прогоняемого через него охлаждающего воздуха.

Буксы моторно-осевых подшипников тягового двигателя оборудованы польстерной системой смазки (фиг. 28).

Внутри корпуса буксы 1 болтом 9 крепится кронштейн 3. В него вставляется подушка 4, заправленная шерстяной подбивкой. Пружина 8 через тарелку 7 прижимает подушку 4 к оси колёсной пары. Заправка буксы производится через крышку 6, которая имеет уплотняющую прокладку 5. Для спуска масла из буксы предусмотрена пробка 2.



Фиг. 27. Зависимость статического давления воздуха в коллекторной камере тягового двигателя НБ-406А от количества охлаждающего воздуха:

1 — при наличии кожуха зубчатой передачи и снегозащитного кожуха;
2 — без снегозащитного кожуха

Вспомогательные электрические машины и компрессор. На электровозе имеется два комплекта следующих вспомогательных электрических машин:

- двигатель компрессора НБ-431 *;
- двигатель вентилятора НБ-430;
- генератор управления ДК-405К;
- двигатель преобразователя НБ-429М;
- генератор (возбудитель) преобразователя НБ-429Г.

Основные данные этих машин приведены в табл. 5.

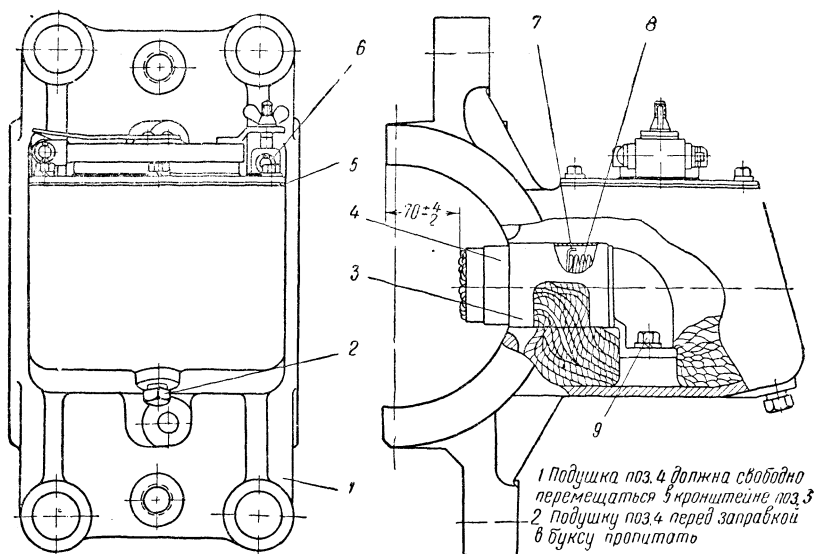
Двигатель компрессора НБ-431 характерен малой скоростью вращения 440 об/мин. Применение тихоходного двигателя позволило соединить валы машин без редуктора при помощи эластичной муфты. Это существенно упростило агрегат (двигатель-компрессор) и повысило эксплуатационную надёжность его работы. Однако при малой скорости вращения якоря система самовентили-

* На электровозе Н8-001 установлен двигатель компрессора ДК-403К.

ции (вентилятор на валу машины) не могла бы обеспечить необходимый отвод тепла от обмоток якоря и полюсов. Поэтому двигатели компрессоров выполнены с принудительной вентиляцией. Для их охлаждения воздух забирается из каналов общей системы вентиляции тяговых двигателей и подводится к двигателю снизу со стороны коллектора. В процессе эксплуатации следует обращать внимание на чистоту сеток, установленных в патрубке, подводящем охлаждающий воздух к корпусу двигателя.

Вес двигателя НБ-431 равен 1 040 кг, а его якоря — 300 кг.

Электрическая схема соединения обмоток двигателя НБ-431 приведена на фиг. 29.



Фиг. 28. Букса моторно-осевого подшипника

Двигатель вентилятора НБ-430 является наиболее мощным из всех вспомогательных машин на восьмиосном электровозе. В связи с большим моментом на его валу он выполнен с сравнительно малой скоростью. Каждый из вентиляторов типа ВРС № 8 прогоняет охлаждающий воздух через четыре тяговых двигателя, пусковые сопротивления и двигатель компрессора. Производительность вентилятора составляет 680 м³ воздуха в минуту при противодавлении 200 мм водяного столба.

Схема соединения обмоток двигателя НБ-430 приведена на фиг. 30.

Генератор управления ДК-405К предназначен для питания цепей управления, освещения и сигнализации, а также обмоток независимого возбуждения двигателя и генератора преоб-

Основные данные электрических вспомогательных машин

Наименование и тип электрической машины	Двигатель компрессора * НВ-431	Двигатель вентилятора НВ-430	Преобразователь		Генератор управления ДК-405К
			Двигатель НВ-429А	Генератор НВ-429Г	
Режим работы	ПВ 50%	Длительный	40-минутный	Длительный	
Вентиляция	Принудительная 14 м³/мин	Самостоятельное	Смешанное	В (А—независимое возбужд.)	Параллельное
Мощность в квт	21	30	29	22	4,5
Напряжение в в	3000	3000	3300	36	50
Ток в а	9,5	14	11	600	90
Скорость в об/мин	440	800	1200	1200	800
Возбуждение	А	А	А	А	А
Класс изоляции	А	А	А	А	А
Диаметр железа якоря в мм	423	423	423	423	282
Ширина железа якоря в мм	180	275	180	115	115
Число пазов	49	49	49	57	57
Размер паза	10,8×26	11,9×24,2	13,2×23	10,2×42,3	10,2×32,5
Проводов в пазу	98	42	56	8	8
Витков в секции	7	3	4	1	1
Соединение обмотки	В	В	В	Петлевое	Волновое
Шаг по пазам	1-13	1-13	1-13	1-10	1-7
Шаг по коллектору	1-172	1-172	1-172	1-2	1-54
Число полюсов:					
главных	4	4	4	6	4
дополнительных	4	4	4	6	Нет
Зазоры между якорем и полюсами:					
главными	3	2,5	3	3,5	2,2
дополнительными	5+2**	4,5+2,5**	5+2**	4,5	—
Число витков катушек на главном полюсе:					
последовательного возбуждения	560	337	120	2	—
параллельного	—	—	—	—	510

Наименование и тип электрической машины	Двигатель компрессора * НБ-431	Двигатель вентилятора НБ-430	Преобразователь		Генератор управления ДК-405К
			Двигатель НБ-429М	Генератор НБ-429Г	
независимого возбуждения	—	—	228	280	—
Число витков катушки дополнительного полюса	390	189	219	8	—
Провод и размер меди обмоток:					
якоря	ПЭЛШД Ø 0,45/1,06	ПЭЛШД Ø 1/1,25	ПЭЛШД Ø 1/1,25	(1,56×8) 2	ПБ00 1,25×5,5
дополнительных полюсов	ПБД Ø 1,81	ПБД 1,56×3,63	ПБД 1,68×3,05	(4,1×15,6)3	—
последовательной	ПБД Ø 1,81	ПБД 1,95×3,8	ПБД 1,68×3,05	(3,8×22)2	—
параллельной	—	—	—	—	ПБД Ø 2,1
независимой	—	—	ПБД 1,81×2,1	ПБД Ø 2,83	—
Сопротивление обмоток при 20 С:					
якоря	22,0	4,01	9,35	0,00376	0,0226
дополнительных полюсов	6,23	1,828	1,76	0,0017	—
последовательной	13,0	3,55	1,54	0,000321	—
параллельной	—	—	—	—	5,85
независимой	—	—	4,08	0,631	—
Диаметр коллектора в мм	390	390	390	380	222
Число пластин коллектора	343	343	343	228	107
Число щёткодержателей	4	4	4	6	4
Число щёток в щёткодержателе	1	1	1	5	1
Размер щёток (марки ЭГ-2А)					
мм×мм	10×25	10×25	10×25	16×32	16×32
Давление на щётку в кг	1,2—1,5	1,2—1,5	1,2—1,5	1,0—1,2	1,0—1,2

* На электровозе Н8-001 установлены двигатели компрессоров ДК-403К 25 квт, 1 160 об/мин. Сопротивление обмоток при 20°С: якоря 12,4 ом, дополнительных полюсов 2,6 ом, главных полюсов 7,68 ом. На электровозе Н8-002 обмотки дополнительных и главных полюсов двигателя НБ-431 выполнены из провода ПБД диаметром 2,1 мм и при 20°С имеют сопротивление 4,56 и 9,76 ом, число витков главного полюса — 365.

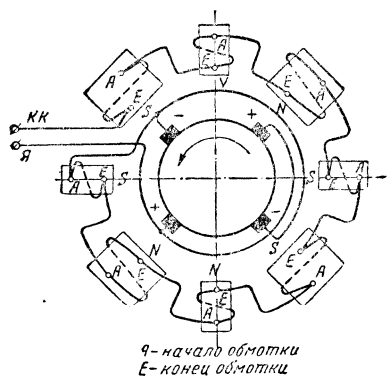
** После знака + указана толщина диамагнитной прокладки между полюсом и остовом.

разователей. Якорь генератора насажен на продолжение вала двигателя вентилятора НБ-430, а остов крепится к его переднему буксовому щиту. Генератор управления ДК-405К в основном похож на генератор ДК-405 (работающий на электровозах ВЛ22^м). В связи с уменьшенной скоростью вращения генератора ДК-405К по сравнению с генератором ДК-405 длина железа якоря и полюсов увеличена с 80 до 115 мм.

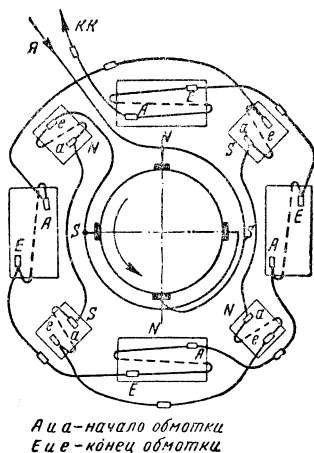
Двигатель вентилятора НБ-430 с генератором управления ДК-405К весят 1 680 кг. Вес генератора управления составляет 274 кг. Якорь НБ-430 имеет вес 470 кг, а якорь ДК-405К — 96,5 кг.

Общий вид двигателя вентилятора НБ-430 и генератора управления ДК-405К приведён на фиг. 31.

Двигатель НБ-429М и генератор (возбудитель) НБ-429Г составляют преобразователь, предназначенный



Фиг. 29. Схема соединения обмоток двигателя компрессора НБ-431



Фиг. 30. Схема соединения обмоток двигателя вентилятора НБ-430

для независимого питания обмоток возбуждения тяговых двигателей при рекуперативном торможении. Эти машины имеют общий неразрезной остов, якоря машин находятся на одном валу. Вентилятор насажен на вал со стороны генератора.

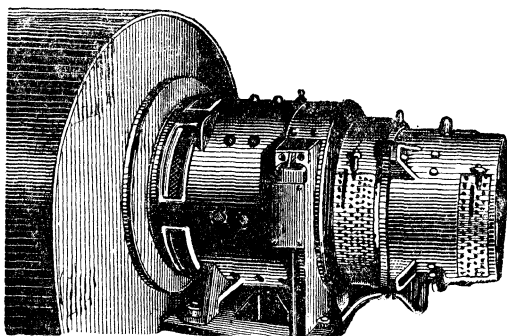
На конце вала укреплен привод ограничителя скорости, блокировка которого включена в цепь питания катушки электромагнитного контактора 40.

На фиг. 32 показан общий вид преобразователя.

Двигатель преобразователя НБ-429М имеет смешанное возбуждение. На каждом его главном полюсе две обмотки — независимого и последовательного возбуждения. Обмотка независимого возбуждения питается от низкого напряжения 50 в генератора управления.

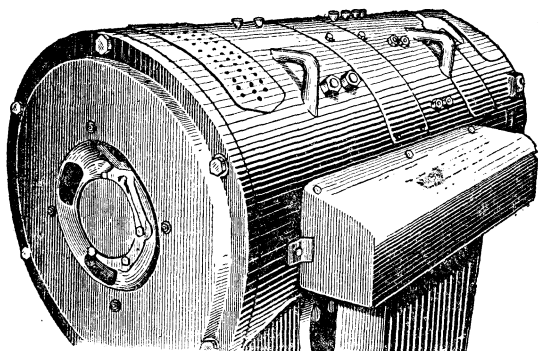
Магнитный поток последовательной обмотки направлен согласно с магнитным потоком обмотки независимого возбуждения. Таким образом, двигатель преобразователя имеет компаундную характеристику.

Ампервитки обмотки независимого возбуждения почти постоянны и значительно больше ампервитков последовательной обмотки. Этим обеспечивается сравнительно малое изменение скорости двигателя при различных значениях напряжения в контактной сети.



Фиг. 31. Двигатель вентилятора НБ-430 и генератора управления ДК-405К

Ампервитки последовательной обмотки возбуждения, усиливая магнитный поток при пуске, ускоряют разгон двигателя. При толчках напряжения в контактной сети ампервитки этой обмотки препятствуют резкому увеличению тока.

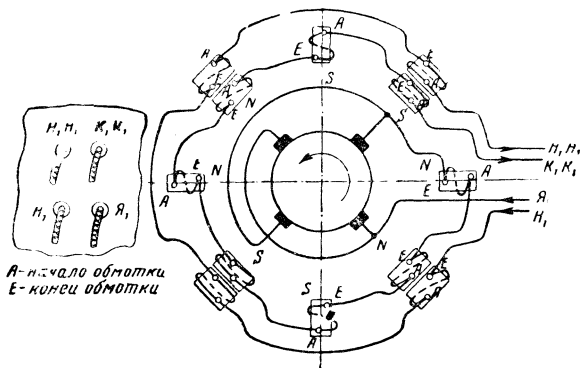


Фиг. 32. Преобразователь НБ-429

Схема соединения обмоток двигателя преобразователя НБ-429М приведена на фиг. 33.

Генератор (возбудитель) преобразователя НБ-429Г имеет также смешанное возбуждение. Обмотка независимого возбуждения

состоит из шести катушек, соединённых в две параллельные цепи — по три катушки последовательно, причём в каждую параллельную цепь входят катушки одинаковой полярности. Такое соединение катушек выполнено с целью сохранения одинакового магнитного потока всех полюсов при возможной некоторой неравномерности распределения тока между параллельными цепями катушек. Обмотки независимого возбуждения первого и второго генераторов преобразователей соединяются последовательно и питаются от напряжения 50 в генератора управления через сопротивление, регулируемое с помощью тормозной рукоятки контроллера. Ампервитки этих об-



Фиг. 33. Схема соединения обмоток двигателя преобразователя НБ-429М

моток создают основной магнитный поток. Обмоток последовательного возбуждения — две. Каждая из них состоит из трёх последовательно соединённых катушек, находящихся на полюсах одинаковой полярности. Эти обмотки включены в цепи якостей тяговых двигателей и по ним проходит ток рекуперации. Ампервитки их действуют против ампервитков обмоток независимого возбуждения. Таким образом, генераторы преобразователей НБ-429Г имеют противокомпаундную характеристику.

В связи с тем, что эти генераторы питают обмотки возбуждения тяговых двигателей, то за счёт этого при рекуперативном торможении они искусственно приобретают необходимую для устойчивой работы противокомпаундную характеристику.

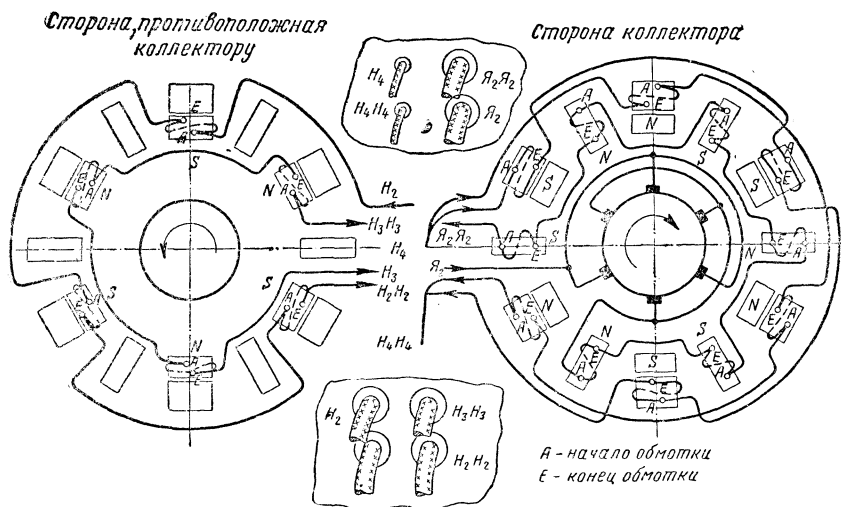
Следует отметить, что магнитная система генераторов преобразователей мало насыщена, поэтому изменение тока рекуперации в обмотках последовательного возбуждения значительно сказывается на изменении магнитного потока и электродвижущей силы.

Монтажная схема соединения обмоток генератора преобразователя НБ-429Г приведена на фиг. 34. Вес преобразователя (двигателя и генератора) составляет 1900 кг, а якостя — 802 кг.

Компрессор. На восьмиосных электровозах установлено два компрессора типа 1-КТ, которые хорошо зарекомендовали себя на тепловозах. Эти компрессоры, рассчитанные на 740 об/мин.

на электровозе работают с меньшей скоростью — 440 об/мин, имея производительность около 3 000 л воздуха в минуту при противо-давлении 8 ат.

Компрессор (фиг. 35 и 35а) двухступенчатого сжатия имеет три цилиндра. Два цилиндра низкого давления 4 диаметром 198 мм раз-мещены под углом 55° к цилиндру высокого давления 5, который имеет диаметр 140 мм и расположен вертикально. Каждый цилиндр



Фиг. 34. Схема соединения обмоток генератора преобразователя НБ-429Г

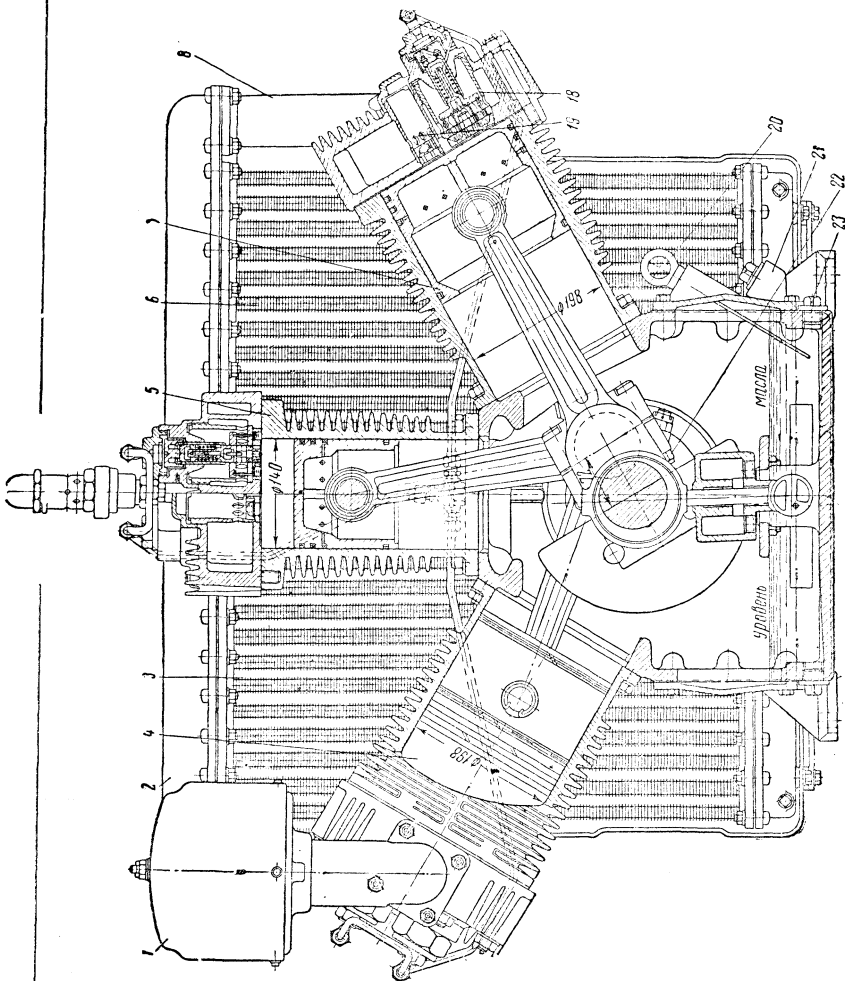
представляет собой отдельную часть и крепится к картеру шпильками. Вал 12 компрессора — одноколенчатый, подшипники вала — шариковые. На колене вала крепятся мотылёвые головки шатунов 22 поршней всех трёх цилиндров, оси которых смещены вдоль вала на 44 мм. Ход поршня 144 мм. Каждый поршень имеет четыре кольца: два уплотнительных и два маслосрезающих, выполненных из чугуна Сч.21-40 ГОСТ 1412—48.

Соединение поршней с шатунами производится стальными пальцами, которые входят в бронзовые втулки, запрессованные в головки шатунов. Одна мотылёвая головка шатуна имеет баббитовую заливку. Зазор между баббитом подшипника и шейкой коленчатого вала регулируется латунными прокладками в разтёмной головке шатуна. Клапаны — пластинчатые, два всасывающих 18 и один нагнетательный 19, расположены на крышках цилиндров. Пластины каждого клапана толщиной 1,5 мм изготовлены из стали 2Х13 ГОСТ 5632—51, закалены и отпущены при температуре 500°C . Подъём их составляет 1,5—1,9 мм.

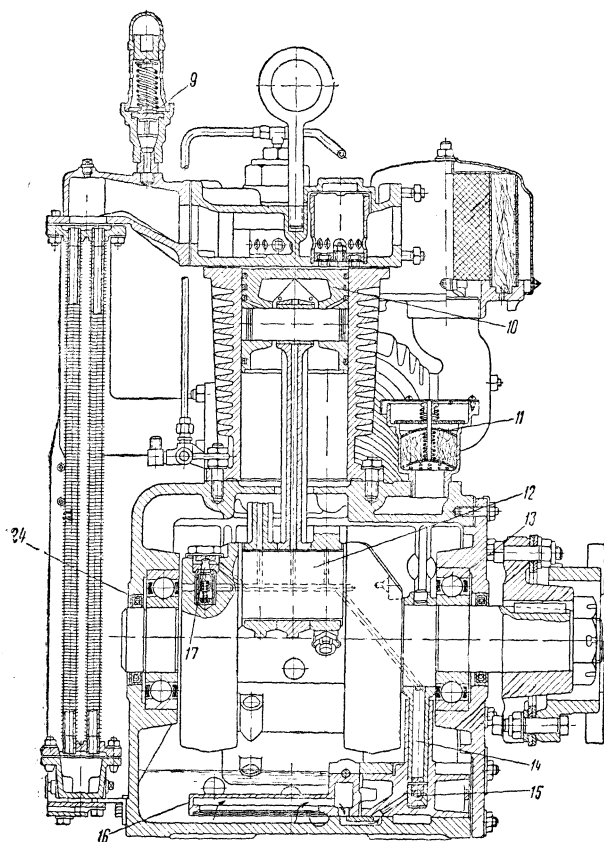
У всасывающих клапанов седло располагается сверху, а у нагнетательных — снизу. Сёдла ставятся в крышку цилиндра на прокладке из красной меди. Предусмотренное на всасывающих клапа-

Фиг. 35. Компрессор 1-КТ:

1 — воздушный фильтр; 2 — крышка верхнего коллектора холодильника; 3 — холодильник; 4 — цилиндр низкого давления; 5 — цилиндр высокого давления; 6 — реористая трубка; 7 — поршень; 8 — соединительный патрубок; 9 — предохранительный клапан низкого давления; 10 — поршень; 11 — шатун; 12 — коленчатый вал; 13 — шарикоподшипник вала; 14 — масляный насос; 15 — шариковый клапан; 16 — сетчатый фильтр; 17 — разгрузочный клапан; 18 — всасывающий клапан; 19 — нагнетательный клапан; 20 — мерный щуп; 21 — штуцер для заливки масла; 22 — шатун; 23 — сливная пробка



нах приспособление для выключения их, когда давление воздуха достигает 8 ат (при работе компрессора на тепловозе), — на электро-возе не используется. Цилиндры и цилиндровые крышки имеют воздушное охлаждение. Для улучшения охлаждения на их внешних поверхностях имеются рёбра.



Фиг. 35а Компрессор 1-КТ (значение позиций см. на фиг. 35)

Смазка пальцев шатунов и мотылёвой шейки коленчатого вала производится под давлением. К насосу 14 масло поступает через сетчатый фильтр 16, рабочую полость насоса и шариковый клапан 15. От насоса 14 через наклонный канал в щеке вала со стороны двигателя масло проходит по центральному, затем по радиальным каналам к мотылёвому подшипнику, от которого по осевому каналу шатуна — к пальцу его верхней головки. Давление масла в каналах регулируется клапаном 17, установленным в щеке вала со стороны,

противоположной двигателю. Смазывание цилиндров осуществляется путём набрызгивания масла на их стенки шатунами.

Воздух, прошедший фильтр 1 и сжатый в двух цилиндрах низкого давления, поступает в холодильник 3, а затем — к всасывающим клапанам в крышке цилиндра высокого давления. На патрубке между верхним коллектором холодильника и всасывающими клапанами цилиндра высокого давления установлен предохранительный клапан 9. Он отрегулирован на 4,2 ат.

К верхнему коллектору холодильника крепится решётка с вальцованными ребристыми трубками 6. На трубках, идущих от нижних коллекторов холодильника, предусмотрены краники для спуска конденсата.

Для вентиляции картера на нём установлен сапун 11. В его корпусе между двумя решётками набит конский волос, задерживающий масло. При повышении давления в картере в верхней части сапуна приподнимается установленный в нём легкий клапан. Этот клапан воздух обратно в картер не пропускает.

Уровень масла в картере компрессора проверяется мерным щупом и должен быть немного ниже верхней отметки на стержне щупа. Ненормально высокий уровень вызывает попадание масла через трубопроводы в тормозные приборы и приводы электрической аппаратуры. Излишек масла приводит также к образованию нагара в цилиндрах и попаданию его под клапаны, что может вызвать порчу компрессора.

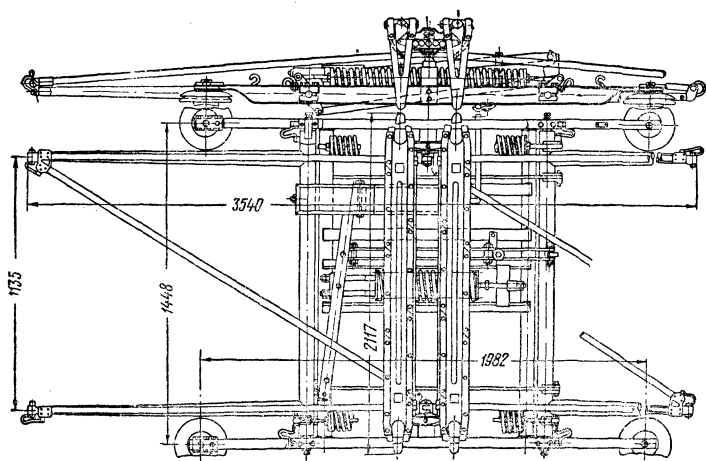
В зимнее время, после продолжительного отстоя электровоза, за 5—10 мин перед запуском двигателей компрессоров следует в их картерах произвести перезаправку масла, подогрев его до 60—70°.

Вес компрессора типа 1-КТ 606 кг.

На электровозах Н8, выпускаемых со второй половины 1956 г., устанавливаются компрессоры типа КТ-6, которые отличаются от компрессоров 1-КТ: большим диаметром цилиндра высокого давления (155 мм), расположением всех цилиндров в одной плоскости, соединением шатунов с шейкой вала с помощью промежуточной головки. На новых компрессорах установлены специальные масляные насосы и четырёхлопастной вентилятор, который приводится во вращение от коленчатого вала и предназначен для охлаждения воздуха в холодильнике.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

Пантограф ПЗ (фиг. 36) в основном отличается от пантографа ДЖ-5К, тем, что имеет два полоза. В связи с этим у него несколько изменена конструкция узла соединения верхних рам с полозами, что показано на фиг. 37. Верхние рамы пантографа соединяются шарниром 2. Полозы 1 шарнирно связаны с кареткой 8.



Фиг. 36. Пантограф ПЗ

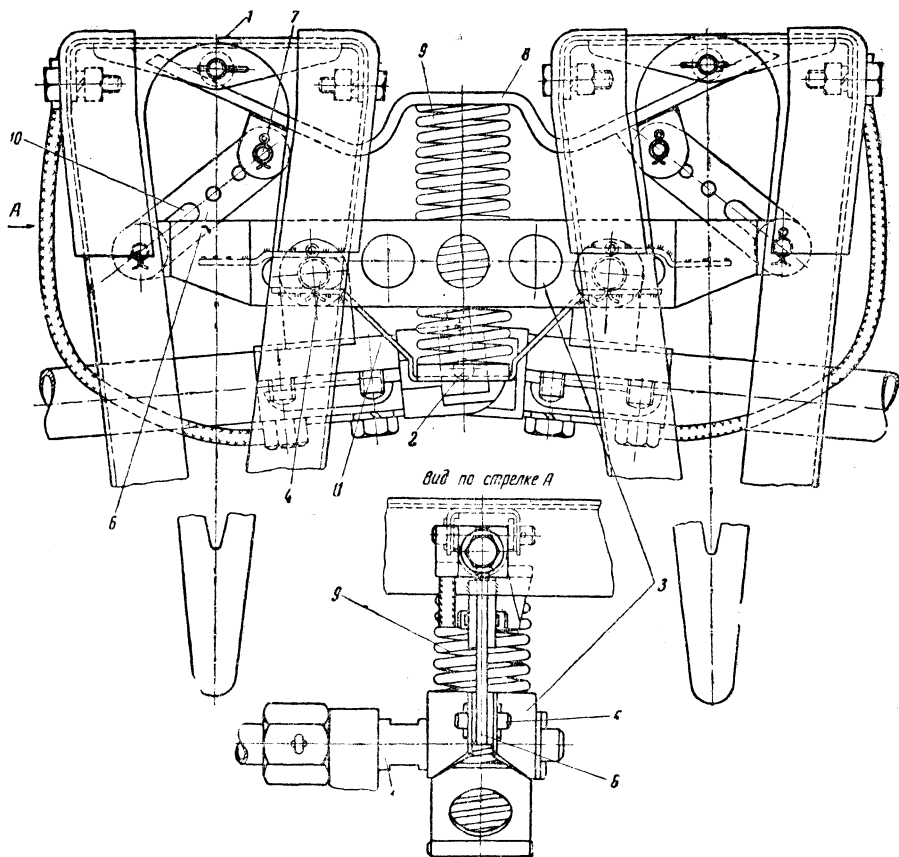
Она лежит на пружине 9, которая опирается на коромысло 3. Коромысло 3 связано с верхними рамами пальцами 4. Каретка 8 с помощью планок 6 и шарниров 7 и 5 связана также с коромыслом 3. Овальное отверстие 10 в планках 6 у шарнира 5 позволяет каретке 8 и полозам 1 перемещаться вниз до 25 мм, вне зависимости от опускания пантографа. Начальное давление пружины 9 верхнего шарнира 11—12 кг, а конечное—38—40 кг. В переработанной конструкции узла верхнего шарнира ход каретки 8 по вертикали увеличен до 50 мм и изменено давление пружины 9: начальное на 16—17,4 кг, а конечное на 35,5—39 кг.

Конструкция узла верхнего шарнира предусматривает выравнивание давления полозов на контактный провод.

Продольные связи нижних подвижных рам пантографа с целью облегчения изготовлены из тонкостенных стальных конусных труб. Опускающий рычаг главного вала пантографа имеет несколько изменённую рабочую поверхность.

Особенностью пантографа ПЗ является применение корректора (фиг. 38), представляющего собой наклонную плоскость, на которую опирается ролик главной тяги. Корректор служит для регулирования величины момента опускания и уменьшения трения в опускающем рычаге.

Наружные пружины пантографа имеют 30,5 активных витков. При растягивании пружины силой 200 кг она должна удлиниться на 180—200 мм.

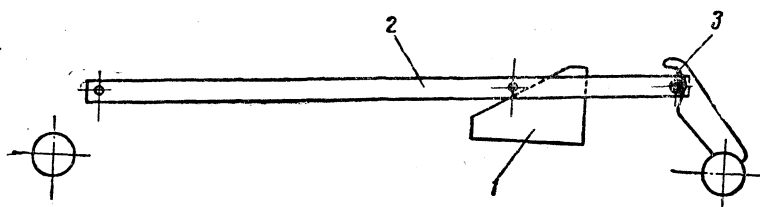


Фиг. 37. Верхний шарнир пантографа ПЗ

При опущенном положении пантографа его высота от опорной поверхности изоляторов составляет 470 мм. Рабочая высота панто-

графа находится в пределах от 400 до 1 900 мм, а наибольшая — 2 200 мм. Статическое давление полозов на контактный провод в пределах рабочей высоты пантографа должно быть зимой при подъёме не менее 10 кг и при опускании — не более 13 кг, а летом соответственно 8 и 11 кг.

Изменение давления полозов на контактный провод во время опускания или подъёма пантографа (при движении его в одну сторону), в пределах рабочей высоты, должно быть не более 2 кг.



Фиг. 38. Схема действия корректора:

1 — корректор; 2 — главная тяга; 3 — опускающий рычаг

Время полного подъёма пантографа должно составлять 4—7 сек, а опускания с максимальной высоты 3—5 сек. Минимальное давление воздуха в цилиндре для подъёма составляет 3,5 ат.

Пантограф рассчитан на ток 1 500 а. Вес пантографа 320 кг.

В и л и т о в ы й р а з р я д н и к РМВЭ устанавливается на крыше электровоза вблизи межкузовного соединения. Его детали размещаются в полom цилиндрическом фарфоровом изоляторе, армированном двумя литыми силуминовыми фланцами.

В нижней части разрядника расположены вилитовые диски, сложенные в столбик и покрытые по боковой поверхности изоляционной обмазкой. Нижний вилитовый диск соединяется с силуминовым диском нижнего фланца разрядника, который крепится к крыше электровоза и имеет потенциал земли.

В верхней части разрядника установлены два последовательно соединённых искровых промежутка, отдельно зашунтированные многоомными тиритовыми сопротивлениями. Электроды искровых промежутков находятся в двухщелевой дугогасительной камере, причём каждый искровой промежуток располагается в отдельной щели.

Для сдувания с электродов возникающей при срабатывании разрядника электрической дуги под искровыми промежутками помещены два постоянных магнита. Полюсы их прилегают к боковым стенкам камеры. Воздушный зазор искрового промежутка равен 1,2 мм.

В собранном разряднике специальными пружинами обеспечивается хороший контакт между токопроводящими поверхностями деталей, а также их неподвижность относительно корпуса. Герметичность разрядника достигается прокладками из озоностой-

кой резины, которые ставятся между торцами изолятора и латунными диафрагмами. Эти диафрагмы имеют сравнительно небольшую прочность и должны прорываться раньше, чем давление в разряднике возрастёт до опасного значения.

Схема соединения разрядника приведена на фиг. 39. Действие разрядника основано на том, что при перенапряжении пробиваются искровые промежутки 1, зашунтированные сопротивлениями 4, и защищаемая разрядником цепь 2 шунтируется сопротивлением, состоящим из вилтовых дисков 3. Эти диски обладают свойством резко уменьшать своё сопротивление при повышении на них напряжения. Благодаря этому при атмосферных разрядах напряжение на вилтовых дисках, а следовательно, и на защищаемой цепи не возрастает до опасных для изоляции значений.

После отвода тока разряда и уменьшения воздействующего напряжения сопротивление вилтовых дисков восстанавливается до прежнего значения (140—160 ом при 3 300 в). При этом за счёт рабочего напряжения в контактной сети через разрядник стремится установиться ток, равный 25—30 а. Однако под действием магнитного потока постоянных магнитов электрическая дуга искровых промежутков растягивается и разрывается в дугогасительной камере.

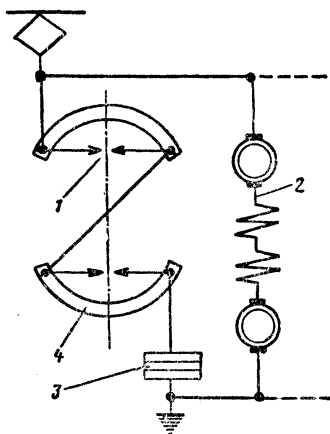
Благодаря применению постоянных магнитов для гашения дуги на искровых промежутках вилтовый разрядник обладает определённой полярностью. Полярность разрядника должна соответствовать полярности напряжения в контактной сети.

Знаки полярности разрядника наносятся на нём двумя способами: краской и насечкой (на верхнем привесе крышки).

Изменение полярности разрядника достигается поворачиванием брусков постоянных магнитов на 180°.

Быстродействующий выключатель БВП-3А (фиг. 40), защищающий цепь тяговых двигателей, выполнен по типу усовершенствованного выключателя БВП-1 ЦНИИ, разработанного И. И. Рыковым, В. Д. Радченко и Г. А. Петровым.

Быстродействующие выключатели старой конструкции типа БВП-1 не обеспечивают надёжного гашения электрической дуги при установившихся токах короткого замыкания более 4 000 а. Отключение даже сравнительно небольших токов сопровождается выхлопом пламени дуги из дугогасительной камеры. Это объясняется недостаточной длиной дуги в пределах самой камеры, большим соб-



Фиг. 39. Схема вилтового разрядника

ственным временем¹ быстродействующего выключателя и малой скоростью нарастания сопротивления дуги вначале разведения контактов.

В усовершенствованном быстродействующем выключателе применена лабиринтная камера, в пределах которой дуга может быть растянута на 3,5 м, т. е. в два с лишним раза больше, чем в камере выключателя БВП-1. Боковые стенки новой камеры, расположенные под небольшим углом к вертикали, вместе с лабиринтовыми перегородками образуют расширяющиеся кверху полости. Ширина устья камеры над контактами составляет 4—5 мм, а ширина верхней части лабиринтной полости доходит до 100 мм. При таком устройстве камеры создаются естественные условия выдувания дуги, так как значительно уменьшается сопротивление движению её вверх.

Магнитопровод дугогасительной системы представляет собой незамкнутый тороид, набранный из цельных полос железа. Отсутствие стыков этих полос уменьшает до минимума магнитные потоки рассеивания. Применение более узких контактов (10 мм) уменьшило расстояние между полюсами магнитопровода до 31 мм. Рациональная конструкция магнитопровода позволила создать в нижней части камеры мощное магнитное дутьё, необходимое для ускорения деионизации дуги и увеличения скорости нарастания её сопротивления в начале разведения контактов.

Рог неподвижного контакта является частью камеры. Это позволило хорошо уплотнить её устье и почти устранить выход вниз ионизированных газов из камеры.

В верхней части камеры у каждой лабиринтной полости установлены металлические деионные решётки, которые отбирают тепло от дуги и этим способствуют её гашению.

Собственное время срабатывания быстродействующего выключателя уменьшено с 0,003—0,008 сек до 0,001—0,002 сек. Это достигнуто за счёт уменьшения индуктивности размагничивающего витка (путём увеличения высоты его сердечника с 9 до 22 мм) и подключения параллельно ему шунта, имеющего примерно в 9 раз большую индуктивность. При коротком замыкании в защищаемой цепи ток в первый момент почти весь проходит через размагничивающий виток, ускоряя отключение быстродействующего выключателя.

Уставка (ток регулировки) быстродействующего выключателя главной цепи должна составлять $2\,500 \pm \frac{100}{50} \text{ а}$, нажатие контактов выключателя 19—20 кг, а раствор их 30,5—35,5 мм.

На восьмиосных электровозах применена быстродействующая защита вспомогательных машин. Для этой цели использован быстродействующий выключатель БВЭ, который отличается от выключателя БВП-3А тем, что имеет электромагнитную систему включе-

* ¹ Собственным временем называется период от момента достижения током короткого замыкания тока установки выключателя до момента начала размыкания его контактов.

ния и дугогасительную катушку с большим количеством витков из меди меньшего сечения.

Уставка быстродействующего выключателя БВЭ составляет 180 ± 20 а, нажатие контактов 9—10 кг и раствор их 24—27 мм. Минимальное напряжение включения автомата 30 в.

У быстродействующих выключателей БВП-3А и БВЭ линия касания силовых контактов должна быть не менее 80%, а их взаимное смещение не должно превышать 0,5 мм. Зазор между пластинами контактного рычага и краями дугогасительной камеры должен быть в пределах 2—5 мм.

Раствор блокировочных контактов автоматов 5,5 мм, притирание 2—3 мм, а нажатие: начальное 400 г и конечное 600 г.

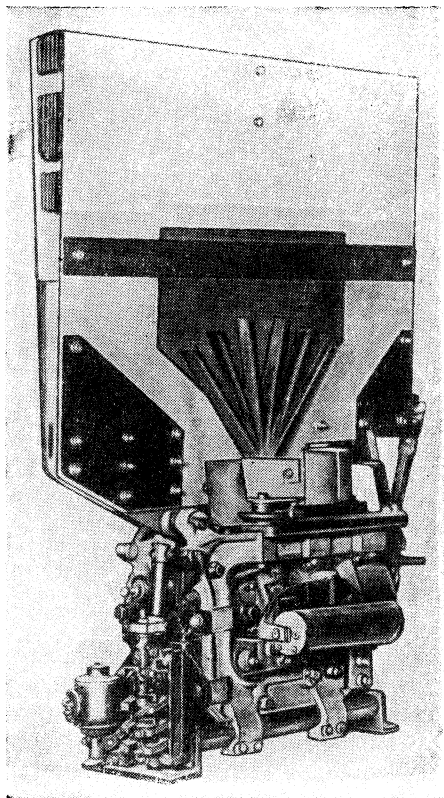
На первом восьмиосном электровозе Н8-001 для защиты главной и вспомогательной цепей установлены подстанционные быстродействующие выключатели типа ВАБ-2, имеющие электромагнитное включение.

Д и ф ф е р е н ц и а л ь н о е р е л е является защитным аппаратом. Оно воздействует на отключение быстродействующего выключателя при замыканиях или электрических пробоях на землю в цепи тяговых двигателей и вспомогательных машин.

На электровозе Н8-001 применено дифференциальное реле типа Д1, на электровозах от № 002 до № 008 типа Д2 и на электровозах от № 009 типа Д4.

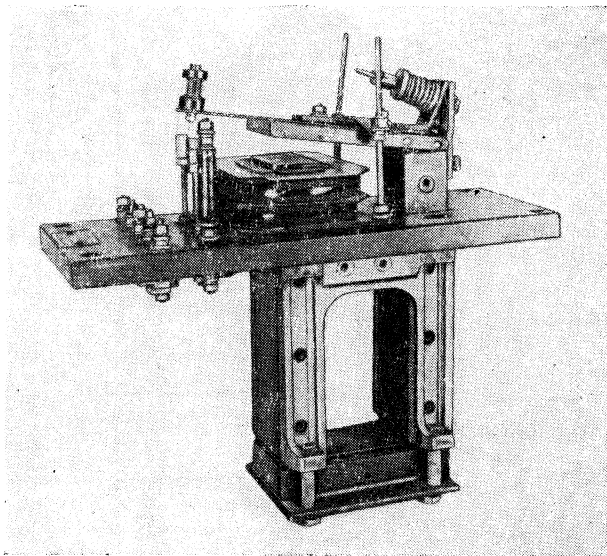
Принципиальные схемы дифференциальных реле типов Д2 и Д4 приведены на фиг. 41.

У дифференциального реле Д2 якорь 2 притягивается к магнитопроводу 1 под действием магнитного потока, вызванного ампервитками низковольтных катушек — подмагничивающей 6 и включающей (возврат) 7. Удержание якоря дифференциального реле в притянутом состоянии осу-



Фиг. 40. Быстродействующий выключатель БВП-3А

Когда в защищаемой цепи происходит замыкание на землю, то через силовые катушки реле проходят токи разной величины: по катушке 4 ток I_3 , а по катушке 5 ток $I_3 - I_k$, где I_k — ток, отходящий на землю в месте замыкания. Под действием преобладающих ампервитков силовой катушки 4 появляется магнитный поток, действующий навстречу магнитному потоку подмагничивающей катушки 6. Это приводит к уменьшению результирующего



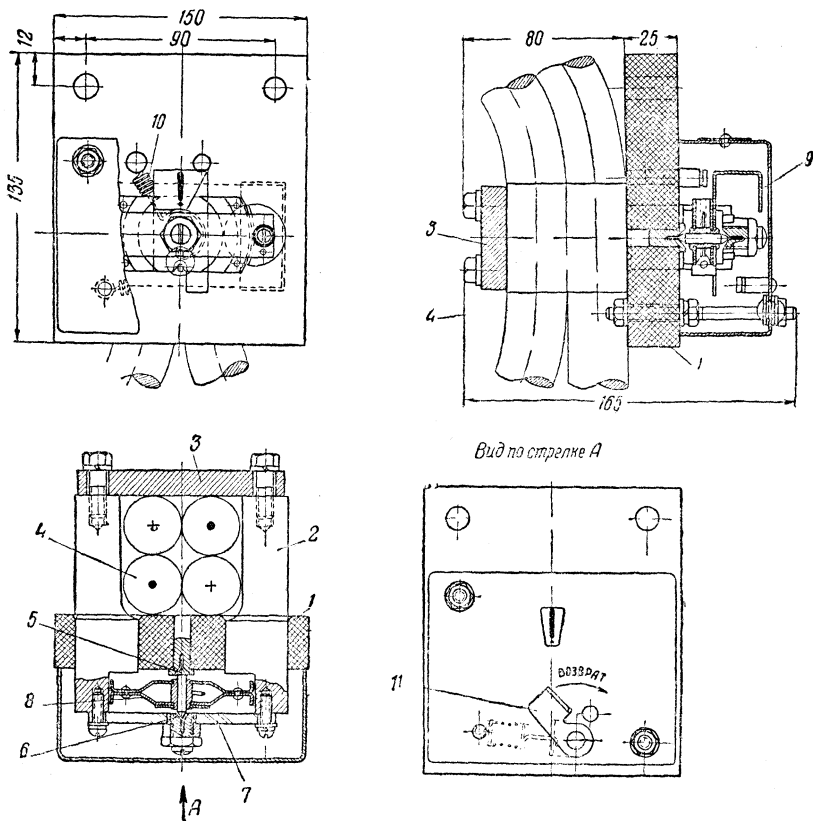
Фиг. 42. Дифференциальное реле типа Д4

магнитного потока и к уменьшению силы притяжения якоря реле к магнитопроводу. Если ток I_k , или, как его называют, ток небаланса, достигнет значения, при котором сила притяжения якоря не сможет компенсировать силу от натяжения регулировочной пружины 3, то якорь 2 приподнимется и разомкнёт блокировочные контакты 8. В результате произойдёт отключение быстродействующего выключателя, чем предотвратится дальнейшее возможное повреждение аппарата или машины в месте замыкания на землю.

Магнитный шунт А реле предусмотрен для того, чтобы при больших токах небаланса предотвратить переманчивание магнитной системы, приводящее к несрабатыванию дифференциального реле. При наличии такого шунта через него будет проходить часть магнитного потока, вызванного большой разностью ампервитков силовых катушек 4 и 5. Таким образом, другая часть этого магнитного потока, проходящая через якорь реле, будет уменьшена. Это в свою очередь будет препятствовать переманчиванию магнитной системы дифференциального реле.

Дифференциальное реле Д2 в цепи тяговых двигателей имеет ток небаланса 140 а, а в цепи вспомогательных машин — около 50 а.

Дифференциальное реле Д4 отличается от реле Д2 в основном тем, что его магнитопровод выполнен не из цельного стержня, а из



Фиг. 43. Сигнальное дифференциальное реле

шихтованных листов железа. За счёт этого уменьшено действие вихревых токов, которое привело к уменьшению времени срабатывания до 0,007 сек (примерно в 10 раз), а также к снижению до 85—90 а тока небаланса у реле в цепи тяговых двигателей и у реле в цепи вспомогательных машин примерно до 30 а.

На фиг. 42 приведён общий вид дифференциального реле типа Д4. Раствор блокировочных контактов этого реле равен 20 мм, а притирание составляет 2—3 мм. Сопротивление подмагничивающей катушки — 6,8 ом.

Сигнальное дифференциальное реле предназначено для определения номера тягового двигателя, на ко-

тором было замыкание на землю, послужившее причиной отключения быстродействующего выключателя. Реле блокировок не имеет и сигнализирует о срабатывании поворотом индикаторного флажка.

На изоляционной панели 1 (фиг. 43) укреплено два полюса 2 магнитопровода. К ним крепится ярмо 3, образуя рамку, в которую закладываются четыре провода 4, идущие от обмоток якоря и главных полюсов тягового двигателя. В центрах 5 и 6, укрепленных на панели 1 и изоляционной планке 7, может поворачиваться на небольшой угол якорь 8, связанный с флажком 9.

При нормальной работе тягового двигателя результирующий магнитный поток реле равен нулю. Если же в двигателе имеется замыкание на землю, то по проводам 4 будет проходить ток разной величины. В магнитопроводе реле и между полюсами 2 и якорем 8 появится магнитный поток, под действием которого повернутся якорь и сигнальный флажок 9 с нанесенным на нём восклицательным знаком. При этом немного натянется пружина 10, которая защёлкнет якорь и флажок в повернутом положении. Благодаря этому положение реле не изменится и после восстановления равенства токов в проводах 4. Возвращение якоря и флажка в исходное положение осуществляется рычажком 11 путём поворачивания его по часовой стрелке. Передняя часть реле закрыта кожухом.

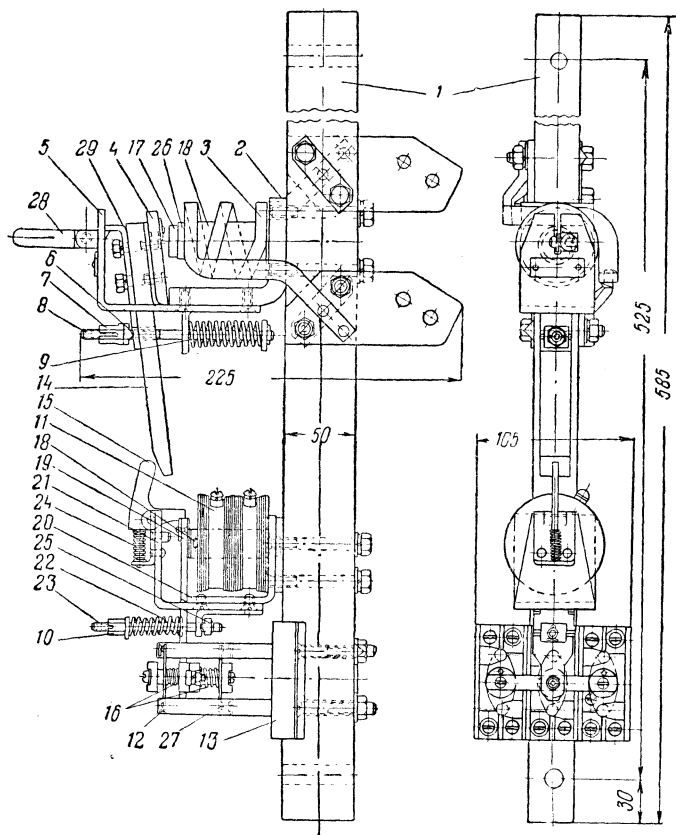
Сигнальное дифференциальное реле срабатывает при токе небаланса около 100 а.

Реле перегрузки тяговых двигателей РП-406А несамовосстанавливающего типа. После его срабатывания новое положение блокировок не меняется до приведения в действие возвратного электромагнитного механизма.

Реле (фиг. 44) состоит из двух частей: верхней — высоковольтной и нижней — низковольтной, собранных на изоляционном стержне 1. Магнитопровод верхней части состоит из ярма 2, сердечника 17 и якоря 4. Силовая катушка 3 имеет 2,5 витка из медной шины сечением $9 \times 12,5 \text{ мм}^2$. Катушка изолирована от сердечника миканитовой трубкой 26. Концы катушки соединяются с выводными планками и крепятся на стержне 1. К якорю 4 двумя болтами крепится ударник 14 (из изоляционного материала) и планка 29, загнутая вверху влево для удержания в горизонтальном положении указателя 28, который шарнирно укреплен на стойке 5. Якорь 4 нижним острым углом упирается в ярмо 2 и оттягивается от сердечника 17 регулировочной пружиной 9. Пружина находится на шпильке 8, свободно проходящей через отверстие в ударнике 14. Правый конец этой шпильки через седло давит на пружину 9, а левый с помощью регулировочной гайки 7 и призмы 6 опирается на планку 29, стремясь повернуть её ударник 14 и якорь 4 против часовой стрелки. При этом планка 29 упирается в стойку 5.

В нижней части реле размещены блокировки и электромагнитный возвратный механизм. Магнитопровод его состоит из ярма 20, сердечника 18 и якоря 19, который посредством пружины 24 при-

жат к сердечнику защёлкой 15. Эта защёлка шарнирно укреплена на стойке 21, которая в свою очередь крепится к ярму 20. На нижнюю часть якоря действует пружина 22, которая с помощью шпильки 23, гайки 10 и призмы 25 стремится переместить её вправо,



Фиг. 44. Реле перегрузки РП-406А тяговых двигателей

однако этому препятствует защёлка 15. Нижняя часть якоря связана с блокировочным устройством, которое стойкой 13 крепится к стержню 1. При восстановленном реле (якорь 19 прижат защёлкой 15 к сердечнику 18) блокировочные контакты 12 замкнуты, а 27—разомкнуты. Пружины 16 осуществляют нажатие и притирание блокировочных контактов.

При повышении тока в цепи данной группы тяговых двигателей до тока уставки реле перегрузки магнитный поток катушки 3 увеличивается до такого значения, при котором якорь 4, преодолевая силу сжатия пружины 9, притягивается к сердечнику 17. При этом ударник 14 ударяет по защёлке 15, которая освобождает якорь 19.

Под действием пружины 22 якорь 19 поворачивается против часовой стрелки и своим нижним концом изменяет положение блокировочных контактов. Контакты 12 размыкаются, а 27 замыкаются.

Когда притягивается якорь 4, то планка 29 освобождает указатель 28, который под действием своего веса опускается и этим сигнализирует машинисту о срабатывании реле.

После устранения перегрузки защищаемой цепи якорь 4 вместе с ударником 14 и планкой 29 возвращаются в исходное положение, однако блокировки реле остаются в изменённом положении, а указатель 28 — опущенным. Для восстановления реле необходимо кратковременно возбудить низковольтную катушку 11. Установка указателя 28 в горизонтальное положение производится вручную.

Реле регулируется на ток 625 ± 25 а. Раствор его блокировочных контактов 3—4 мм, притирание также 3—4 мм. Сопротивление катушки возвращающего механизма при 20°C равно 109 ом.

Реле перегрузки РП-429 двигателя преобразователя имеет конструкцию, аналогичную реле РП-406А. Это реле не имеет указателя. Высоковольтная катушка его с большим числом витков (20,5) из медной шины меньшего сечения ($1,56 \times 10,8$ мм²). Регулируется реле на ток 50 а.

Реле рекуперации РТ-2 предназначено для управления автоматическим подключением тяговых двигателей к контактной сети при сборе схемы рекуперативного торможения.

Реле (фиг. 45) имеет две катушки: одна из них подключается к напряжению контактной сети, а другая — к тяговым двигателям. Магнитные потоки этих катушек направлены навстречу друг другу. У реле имеется одна нормально замкнутая блокировка, которая управляет контакторами, подключающими тяговые двигатели к напряжению контактной сети.

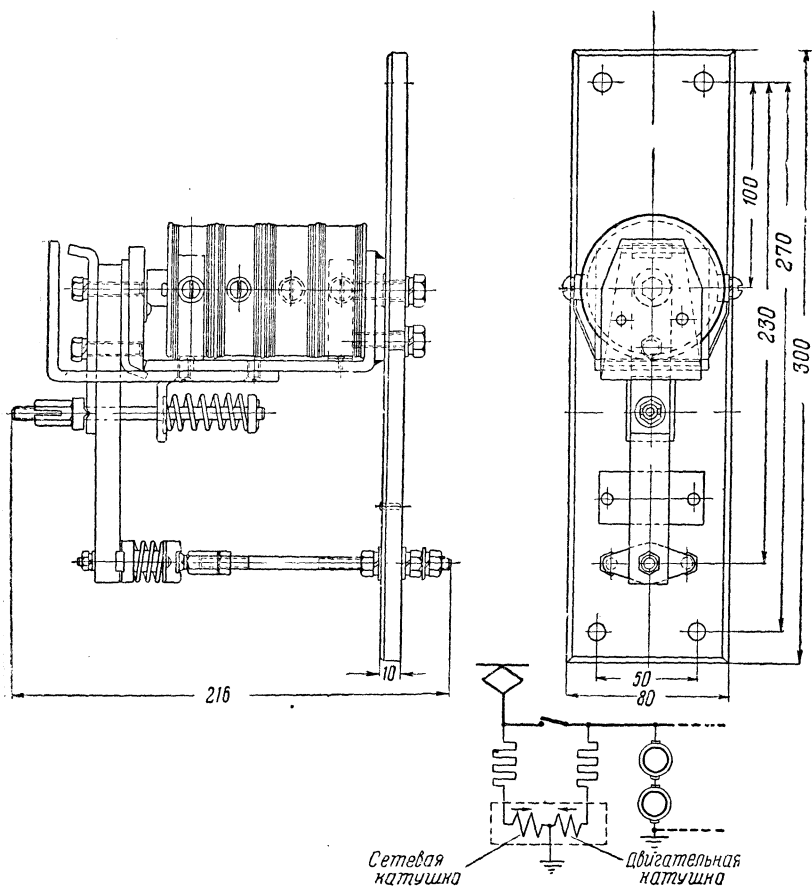
Сетевая катушка реле находится под напряжением до сбора схемы рекуперативного торможения. Под действием магнитного потока этой катушки якорь реле притянут к сердечнику, а блокировка разомкнута.

При увеличении э. д. с. тяговых двигателей (посредством перестановки тормозной рукоятки на вышестоящие позиции или от повышения скорости поезда) увеличиваются ампервитки двигательной катушки реле. В результате этого уменьшаются магнитный поток и сила притяжения якоря реле к сердечнику. Когда возрастающая электродвижущая сила тяговых двигателей будет отличаться от напряжения в контактной сети менее чем на ± 100 в, магнитное притяжение якоря уменьшится на столько, что не сможет преодолевать силу сжатия регулировочной пружины. Якорь отпадает, а замкнувшаяся блокировка создаёт цепь питания катушкам вентилей контакторов, которые подключают тяговые двигатели к контактной сети.

Сопротивление сетевой катушки реле при 20°C—328 ом, а двигательной — 154 ом. Раствор и притирание контактов находятся в пределах от 3 до 4 мм.

Реле боксования (юзования) РБ-1 применено для сигнализации машинисту о случаях нарушения сцепления колёс с рельсами и для автоматического снижения тормозной силы при юзовании во время рекуперативного торможения.

На восьмиосном электровозе для каждой пары постоянно последовательно соединённых тяговых двигателей предусмотрено



Фиг. 45. Реле рекуперации РТ-2

свое реле боксования. Реле (фиг. 46) имеет две одинаковые катушки 1 и 2 и одну нормально разомкнутую блокировку 3.

Каждая катушка, соединённая с добавочным сопротивлением 12 000 ом, подключена параллельно якорю тягового двигателя. Ампервитки катушек направлены навстречу друг другу. Поэтому при отсутствии проскальзывания колёс, когда скорость тяговых двигателей и напряжения на зажимах их якорей одинаковы, ре-

зультирующие ампервитки катушек, а также магнитный поток реле равны нулю.

Если же в результате нарушения сцепления колёс с рельсами возрастёт (при тяге) или уменьшится (при торможении) скорость одной из колёсных пар, то из-за разности электродвижущих сил напряжение между тяговыми двигателями перераспределится, и за счёт неравенства ампервитков катушек 1 и 2 образуется результирующий магнитный поток реле. Под действием этого потока якорь реле притянется, а блокировка 3 замкнёт цепь сигнальной лампы. После восстановления сцепления колёс с рельсами напряжение на якорях тяговых двигателей выравнивается и реле выключается.

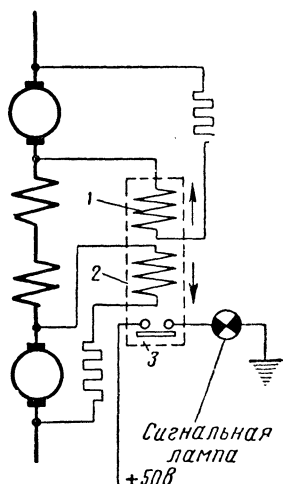
Реле боксования (юзования) срабатывает при разности напряжений между якорями тяговых двигателей 160—180 в.

Данные блокировочных контактов реле следующие: раствор не менее 1,5 мм; притирание 1,5—2 мм, нажатие: начальное 25—30 г и конечное 120—150 г.

Г р у п п о в ы е к о н т а к т о р ы .
На восьмиосном электровозе имеются три групповых контактора: нулевой (КСП0), первый (КСП I) и второй (КСП II). Они предназначены для переключения тяговых двигателей и имеют по два фиксированных положения. Конструкция всех групповых контакторов одинаковая. Нулевой групповой контактор имеет девять контакторных элементов, а первый и второй по семи. На каждом групповом контакторе один контакторный элемент не используется.

Привод групповых контакторов—пневматический, управляемый двумя вентилями: одним включающего и другим выключающего типа. Схема привода показана на фиг. 47.

Когда катушки вентиля 8 и 9 не возбуждены, то в цилиндр 1 через нижний клапан выключающего вентиля 9 входит сжатый воздух, а цилиндр 2 через верхний клапан включающего вентиля 8 сообщён с атмосферой. Под действием силы сжатого воздуха поршень 3 вместе с зубчатой рейкой 5 и поршнем 4 перемещаются вправо, поворачивая против часовой стрелки шестерню 6 и ось кулачкового вала 7. В результате фиксируется исходное (1-е) положение группового контактора. Для того чтобы групповой контактор повернулся во 2-е положение необходимо возбудить катушки вентиля 8 и 9. При этом цилиндр 2 через нижний клапан включающего вентиля 8 сообщается с источником сжатого воздуха, а цилиндр 1 через верхний клапан выключающего вентиля 9 соединяется с атмосферой. В итоге, под действием сжатого воздуха на поршень 4, он вместе с зубчатой рейкой 5 и поршнем 3 перемещается влево, поворачивая по



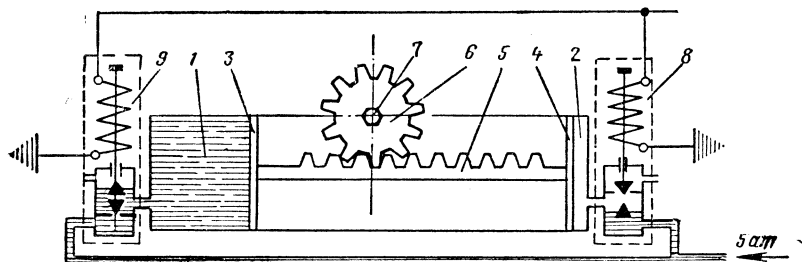
Фиг. 46. Схема включения реле боксования РБ-1 (юзования)

направлению часовой стрелки шестерню 6 и ось кулачкового вала 7. За счёт этого фиксируется 2-е положение группового контактора.

Диаметр цилиндра привода групповых контакторов 100 мм, ход поршня 89 мм. Привод рассчитан на нормальное давление воздуха 5 ат.

Кулачковые шайбы групповых контакторов выполнены из специальной износостойчивой пластмассы (изодина).

Контакторные элементы групповых контакторов выполнены с одним отключающим рычагом и имеют следующие технические данные: раствор контактов 24—27 мм; принудительный раствор 4—6 мм; притирание контактов 11—14 мм и нажатие: начальное 4,5—9 кг, конечное 16—21 кг.



Фиг. 47. Схема привода группового контактора

Сопротивление катушек вентилях при 20°C: включающего 328 ом, выключающего 109 ом (с допуском $\pm 7\%$). Нажатие блокировочного пальца 1—2,5 кг.

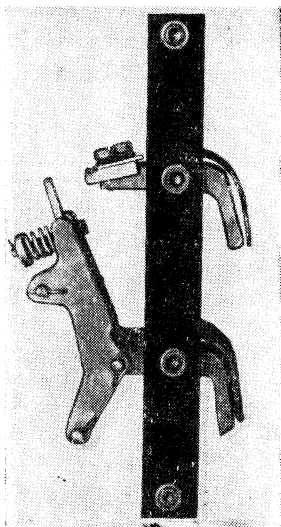
Электропневматические контакторы ПК-141 отличаются от широко распространённых контакторов ПК-301 уширенными до 35 мм контактами, уширенной четырёхщелевой дугогасительной камерой и большим сечением медной шины дугогасительной катушки. Контакты крепятся двумя болтами.

Электропневматические контакторы типа ПК-141 применены в качестве линейных.

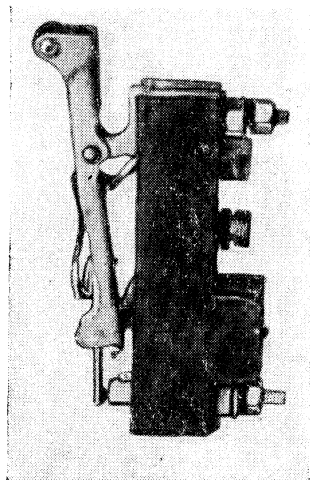
Реверсор и тормозной переключатель кулачкового типа. Их высоковольтные и низковольтные контакторные элементы располагаются по обе стороны вала, на котором укреплены пластмассовые кулачковые шайбы. Каждая шайба действует на переключение двух противоположно расположенных элементов. У реверсора имеется 16 высоковольтных и 4 низковольтных контакторных элемента, а у тормозного переключателя соответственно 18 и 8. Поворот вала с кулачковыми шайбами осуществляется двухцилиндровым пневматическим приводом. Управление приводом производится двумя вентилями включающего типа. Возбуждение катушки каждого вентиля реверсора соответствует установке его в положения «вперёд» или «назад». У тормозного переключателя возбуждение катушки одного из вентилях (ТК-М) соответствует

тяговому (моторному) положению, а катушки другого вентиля (ТК-Т) тормозному положению.

Высоковольтные силовые контакторные элементы (фиг. 48) имеют два ролика: включающий и выключающий. Нажатие контактов, представляющих собой прямоугольные медные пластины, осуществляется с помощью витой пружины, которая сжимается за счёт



Фиг. 48. Высоковольтный контакторный элемент реверсора и тормозного переключателя



Фиг. 49. Низковольтный контакторный элемент реверсора и тормозного переключателя

нажатия выступа кулачковой шайбы на включающий ролик. Выключающий ролик в это время входит во впадину кулачковой шайбы.

Размыкание контакторного элемента производится нажатием противоположного выступа кулачковой шайбы на выключающий ролик. Это сопровождается перемещением включающего ролика во впадину шайбы. Шарнир кронштейна подвижного контакта шунтируется гибкими медными проводами.

Для уменьшения нагревания контактов на их рабочие поверхности наплавлены пластины из сплава СРМ-900 (90% серебра и 10% меди). Между выводной пластиной кронштейна неподвижного контакта и самим контактом также с целью уменьшения нагревания установлен шунт из медной полосы.

Нажатие контактов высоковольтного контакторного элемента 13—15 кг, раствор контактов 22—26 мм, а притирание 6—7 мм.

В нижней части реверсора и тормозного переключателя установлены низковольтные контакторные элементы типа КМЭ-8. Контакты этих элементов (фиг. 49), имеющие также напайки из сплава СРМ-900, замкнуты под действием пружины, когда их ролик находит-

ся во впадине кулачковой шайбы. Размыкание контакторного элемента производится принудительно, путём нажатия на его ролик выступа кулачковой шайбы.

Нажатие контактов низковольтного контакторного элемента составляет 150—200 г, раствор контактов 4,5—5,5 мм, а притирание 3 мм, номинальный ток 15 а.

Отключатель двигателей (фиг. 50) позволяет производить отключение одного неисправного тягового двигателя. На электровозе имеется два отключателя по одному в каждой высоковольтной камере.

Отключатель имеет 11 ножей. Держатели ножей, верхние и нижние врубы укреплены на фарфоровых изоляторах, смонтированных на стальных панелях. Для отключения каждого тягового двигателя применяются два спаренных ножа, один из них осуществляет переключение, а другой — выключение цепи. Пары ножей I и II (V и VI) тяговых двигателей механически заблокированы расположенным между ними одинарным ножом I—II (V—VI) двигателей, который предназначен для выключения цепи. Пары ножей III и IV (VII и VIII) тяговых двигателей заблокированы расположенными между ними спаренными перекидными ножами III—IV (VII—VIII) двигателей. Если, например, необходимо отключить III тяговый двигатель, то сперва следует переключить в нижнее положение пару ножей III—IV двигателей, а затем ножи III двигателя.

Отключатель двигателей имеет блокировки мостикового типа. Переключение одинарного ножа I—II (V—VI) двигателей и спаренных ножей III—IV (VII—VIII) двигателей не влияют на положение блокировок. Положение блокировок изменяется лишь при переключении любой пары ножей данного тягового двигателя.

На электровозах от № 008 установлены отключатели двигателей улучшенной конструкции. Каждый элемент их собирается на двух изоляционных (гетинаксовых) стойках, смонтированных на верхнем и нижнем основаниях. Между этими стойками проходят укрепленные к ним заклёпками три или две пластины. Одна из них, средняя, служит держателем ножа, а другие две (или одна верхняя) являются врубами. Эти же пластины выполняют роль выводов. В противоположной стороне их имеются отверстия, с помощью которых к ним болтами подсоединяются монтажные провода.

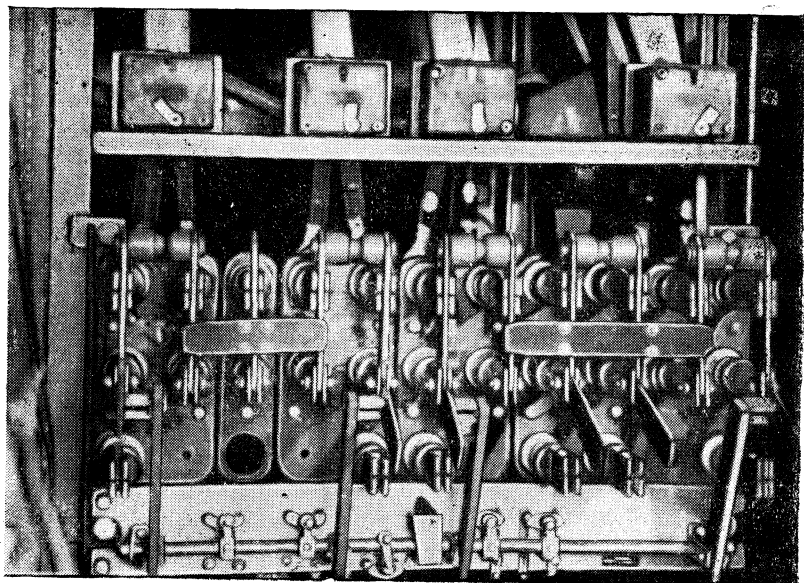
Ножи отключателя состоят из двух пластин, обжимающих держатель и врубы. Контактное соединение ножа с держателем обеспечивается обычным способом, с помощью болтового скрепления и пружинящих лепестковых шайб. Соединение ножа с врубами осуществляется по принципу линейных контактов, для чего в месте касания каждая пластина ножа немного вдавлена во внутреннюю сторону.

Отключатель двигателей рассчитан на ток длительного режима 500 а.

На усовершенствованном отключателе двигателей в отличие от старой конструкции воздействие на срабатывание блокировок осу-

ществляется в процессе переключения одинарного ножа I — II (V—VI) тяговых двигателей или спаренных перекидных ножей III—IV (VII—VIII) двигателей. Эти ножи находятся посередине отключателя; они механически блокируют положение спаренных ножей каждого тягового двигателя.

Начиная с электровоза № 009 для главного разъединителя применены строенные ножи указанной конструкции.



Фиг. 50. Отключатель двигателей (снизу видны мостиковые блокировки отключателя, а сверху—сигнальные дифференциальные реле)

Пусковые сопротивления—фехралевые. В каждой половине кузова имеется по 8 ящиков сопротивлений. Они располагаются двумя рядами над высоковольтными камерами и имеют принудительную вентиляцию. Охлаждающий воздух подводится снизу. Он омывает элементы сопротивлений и выходит наружу через продольные дефлекторы крышевых люков.

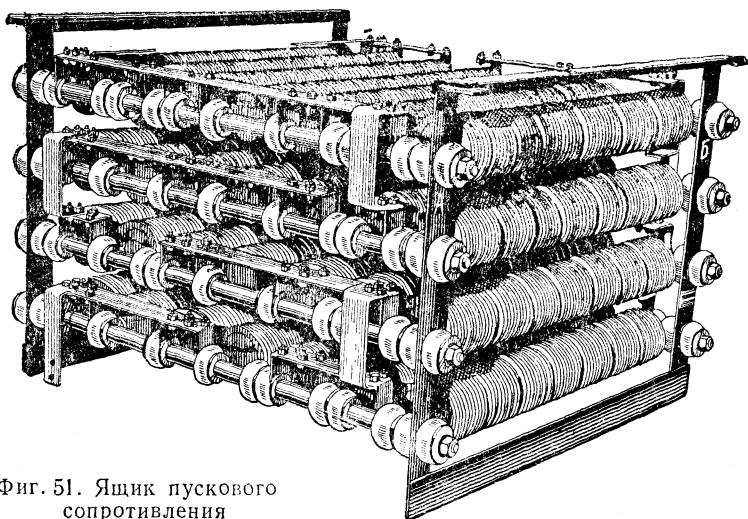
Ящик пускового сопротивления (фиг. 51) состоит из 28 элементов. По высоте ящика размещаются 4, а по его ширине — 7 элементов.

Элемент сопротивления (фиг. 52) представляет собой намотанную на ребро фехралевую ленту ($1,6 \times 15$ мм). Эта лента укрепляется на составных фарфоровых изоляторах, имеющих рёбра.

Сопротивление такого элемента $1,05$ ом, а ток длительного режима 50 а (при перегреве 350°C).

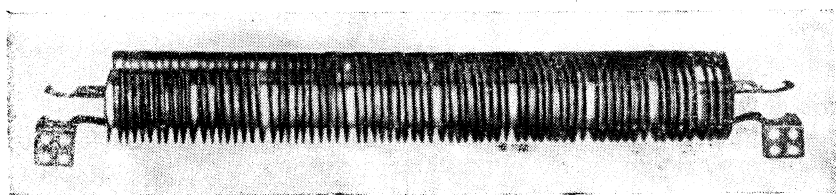
Секции пускового реостата, в зависимости от интенсивности их загрузки, составлены из нескольких параллельных цепей элементов сопротивления.

Уравнительные сопротивления *P43-P45*, *P43A-P44*, *P46-P47* и *P46-P48*, используемые при рекуперативном торможении, собираются из таких же элементов и размещаются вместе с пусковыми сопротивлениями. Сопротивления переходные и шунтировки поля имеют аналогичную конструкцию.



Фиг. 51. Ящик пускового сопротивления

Ящики пусковых сопротивлений могут осматриваться снизу через потолочные люки высоковольтной камеры, сбоку через дверцы камеры и сверху — при снятой крышке крышевого люка.



Фиг. 52. Элемент пускового сопротивления

Контроллер машиниста КМЭ-8 имеет три рукоятки: главную, тормозную и реверсивно-селективную. Валы всех трёх рукояток кулачкового типа. Главная рукоятка имеет 37 позиций, из них 16, 27 и 37-я ходовые. Тормозная рукоятка имеет 20 позиций, из них 15 тормозных, 1 тормозная подготовительная 02 и 4 ослабления поля. Реверсивно-селективная рукоятка имеет 9 позиций: нейтральную и по 4 для каждого направления, из них 1 тяговая и 3 тормозные.

Когда реверсивно-селективная рукоятка находится в нейтральном положении или вынута из контроллера, то главная и тормозная рукоятки заперты.

При установке реверсивно-селективной рукоятки на одну из позиций тягового режима главная рукоятка может быть поставлена на любую позицию. Когда главная рукоятка находится на позициях 16, 27 или 37-й, то тормозная рукоятка может переставляться на позиции ослабления поля ОП1, ОП2, ОП3 и ОП4. После этого дальнейшее передвижение главной рукоятки невозможно, но сброс её на нижестоящие позиции возможен. При этом тормозная рукоятка автоматически возвращается на нулевую позицию.

При установке реверсивно-селективной рукоятки в одну из тормозных позиций (С, СП или П) тормозная рукоятка может быть поставлена на подготовительную позицию 02.

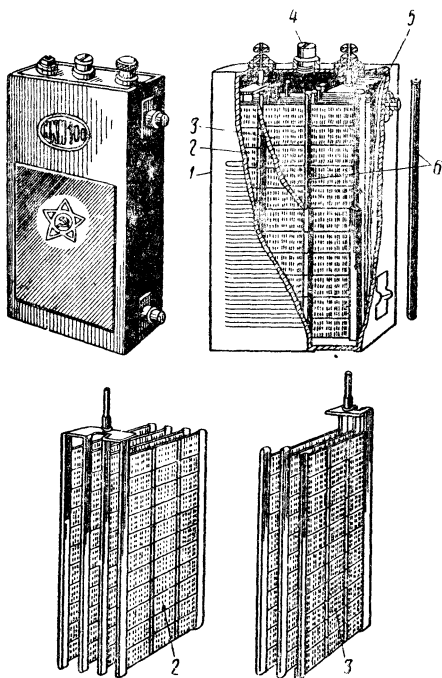
Это позволяет главную рукоятку поставить на позицию 1 (или 16, когда это требуется в случае неисправности реле рекуперации), а затем передвигать тормозную рукоятку до 15-й позиции. Сброс тормозной рукоятки сперва возможен до позиции 1, а после перестановки главной рукоятки на позицию 0 тормозная рукоятка может быть поставлена на позиции 02 и 0.

Если главная или тормозная рукоятка переставлена из нулевой на одну из рабочих позиций, то изменение положения реверсивно-селективной рукоятки невозможно.

На главном валу контроллера имеется 24 контакторных элемента, на тормозном 22 и на реверсивно-селективном 10.

Контакторные элементы контроллера типа КМЭ-8, такие же как и на реверсоре и тормозном переключателе.

В последнее время изготавливаются усиленные низковольтные контакторные элементы. Они имеют раствор контактов не менее 4 мм, притирание 2,5—4 мм, нажатие контактов 250—300 г и рассчитаны на ток 30 а.



Фиг. 53. Щелочной аккумулятор:

1 — корпус; 2 — положительные пластины; 3 — отрицательные пластины; 4 — пробка; 5 — эбонитовые пластины; 6 — эбонитовые палочки

Внизу контроллера установлены два сопротивления типа ТС-35 для обогревания контактов в зимнее время.

Индуктивный шунт ИШ-406А по своему устройству похож на шунт ИШ-6, применяемый для I—II и V—VI тяговых двигателей электровозов ВЛ22^м.

Индуктивный шунт ИШ-406А имеет две последовательно соединённые катушки. На каждой из них по 80 витков медной шины сечением $2,1 \times 30$ мм². Изоляция катушек класса В. Сопротивление двух катушек индуктивного шунта при 20°C — 0,0628 ом. Сердечник шунта набирается из листов СТ-2 толщиной 1 мм.

Индуктивность шунта до тока 200 а составляет 87 мГн, при токе 250 а — 60 мГн, 300 а — 39 мГн и 350 а — 28 мГн.

Вес шунта 560 кг, в том числе двух катушек 140 кг.

Аккумуляторная батарея. На восьмиосных электровозах от № 002 в опытном порядке установлены щелочные кадмиево-никелевые аккумуляторные батареи 40-НКН-100 (фиг. 53). Такое обозначение батареи расшифровывается следующим образом: 40 — число аккумуляторных элементов, Н — накальная (преимущественное применение для питания цепи накала), КН — кадмиево-никелевая, 100 — ёмкость в ампер-часах.

Кислотные (свинцовые) аккумуляторы, широко применяемые на электроподвижном составе, имеют ряд положительных качеств: сравнительно высокую электродвижущую силу (около 2 в), большую отдачу, незначительное внутреннее сопротивление и невысокую стоимость. В то же время кислотные аккумуляторы обладают и существенными недостатками. Их пластины имеют малый срок службы, при толчках и тряске свинец легко деформируется, что приводит к разрушению и выпадению активной массы. Долгое бездействие и случайные короткие замыкания кислотного аккумулятора также приводят к разрушению активной массы пластин. Кроме этого, свинец даже при соблюдении необходимых мер предосторожности вредно действует на здоровье обслуживающего персонала, особенно работников, связанных с ремонтом аккумуляторов. Серная кислота также требует осторожного обращения.

Щелочные аккумуляторы не имеют указанных недостатков.

Конструктивное отличие щелочных аккумуляторов от кислотных в первую очередь заключается в способе удержания активной массы на пластинах и в устройстве сосудов, которые предохраняют электролит от соприкосновения с воздухом.

Каждый аккумулятор кадмиево-никелевой батареи собирается в прямоугольном, сваренном автогеном, никелированном корпусе. Размер корпуса $70 \times 128 \times 330$ мм, а с учётом цапф и борн — $70 \times 152 \times 349$ мм.

Положительные пластины состоят из ряда стальных никелированных пакетов, в которые впрессован гидрат окиси никеля с добавлением чешуйчатого графита. Стальная лента пакетиков перфорируется для удержания на них активной массы. Отверстия перфорации также служат для выхода газов, образующихся при зарядке

и для прохождения электролита. Положительные пластины (их на одну больше отрицательных) объединяются стальным мостом, который имеет штырь с гайкой для крепления к корпусу и для подсоединения подводящих проводов.

Отрицательные пластины по своему устройству ничем не отличаются от положительных пластин, но их активной массой служит смесь кадмия (высокодисперсного) и железа. Штырь отрицательных пластин изолирован от корпуса с помощью эбонитовых шайб и резиновой втулки.

При изготовлении пластин в них по всей длине выдавливают мелкие канавки, в которые при сборке вставляются круглые эбонитовые палочки. Они фиксируют положение пластин и предохраняют их от внутренних коротких замыканий. Между торцами пластин и стенками корпуса аккумулятора прокладываются тонкие эбонитовые листы.

На крышке аккумулятора имеется отверстие для заливки электролита. Это отверстие имеет резьбу для ввинчивания специальной стальной никелированной пробки. Для уплотнения под пробку прокладывается резиновая шайба. В верхней части пробки имеется резиновое кольцо, которое препятствует проникновению воздуха внутрь корпуса, но обеспечивает выход наружу газов, скопившихся в аккумуляторе.

Электролитом служит раствор едкого кали плотности 1,19—1,21 (23—25° по Боме) с добавкой моногидрата лития 20 г на 1 л. Такой электролит рекомендуется для температур от —15 до +35°C при допустимом кратковременном повышении её до +45°C. При температуре ниже —15°C плотность раствора едкого кали должна быть повышена до 1,26—1,28 (30—32° по Боме). При отсутствии едкого кали допускается применение едкого натра (каустическая сода, ГОСТ 2263—43, сорт А) плотностью 1,17—1,19 (21—23° по Боме) с добавкой моногидрата лития 10 г на 1 л. Этот электролит можно использовать в летнее время в пределах температур от +10 до +45°C.

На каждый аккумулятор расходуется 1,2 л электролита. Вес одного аккумулятора с электролитом 6,5 кг, а без него 5,1 кг.

С целью предохранения электролита от поглощения углекислоты из воздуха рекомендуется в каждый аккумулятор вливать около 10 см³ вазелинового масла.

В процессе эксплуатации необходимо следить за уровнем электролита, который должен быть выше пластин на 5—12 мм. Добавлять электролит следует дистиллированной водой. Допустимо применение и естественной воды, которую необходимо подщелочить добавлением к двум объёмам воды одного объёма готового электролита. Подщелоченная вода должна отстояться около 5 час.; осветлевшая её часть пригодна для доливки аккумуляторов.

При нормальном 6-часовом заряде аккумулятора током 25 а ему сообщается ёмкость 150 а-ч. При 8-часовом режиме разряда аккумулятора током 12,5 а до напряжения 1 в на каждом элементе

ёмкость батареи должна быть не меньше 100 а-ч. Таким образом при указанных режимах 6-часового заряда и 8-часового разряда отдача аккумулятора по ёмкости равна 100/150 или 66%.

После 1-часового режима разряда аккумулятора током 100 а напряжение на каждом элементе не должно быть ниже 0,5 в. При последующем заряде аккумулятора током 6-часового режима и разряда током 8-часового режима ёмкость должна оставаться не ниже номинальной.

В условиях эксплуатационной проверки щелочных кадмиево-никелевых аккумуляторных батарей на электровозах с целью обеспечения более полного заряда можно уменьшить число последовательно включённых элементов, например, до 36.

Во время длительных стоянок электровоза целесообразно периодически (примерно два раза в месяц) производить полную зарядку батареи 6-часовым током путём выключения на низковольтном распределительном щитке рубильника усиленной зарядки аккумуляторной батареи.

Спецификация электрических машин и аппаратов восьмиосного электровоза приведена в табл. 6.

Таблица 6

Перечень машин и аппаратов восьмиосного электровоза Н8

Обозначение в схеме	Количество	Наименование	Тип
1	2	3	4
Машины			
<i>1—VIII</i>	8	Тяговый двигатель постоянного тока	НБ-406А
<i>К-1, К-2</i>	2	Двигатель компрессора . . .	НБ-431
<i>В-1, В-2</i>	2	Двигатель вентилятора . . .	НБ-430
<i>Г-1, Г-2</i>	2	Генератор управления	ДК-405К
<i>П-1, П-2</i>	2	Преобразователь (двигатель)}	НБ-429
<i>ПГ-1, ПГ-2</i>	2	Преобразователь (генератор)}	
Аппараты			
<i>3-1, 2-1, 2-2, 3-2, 4-1, 1-1, 1-2, 4-2</i>	8	Контактор электропневматический	ПК-141
<i>213-1, 213-2</i>	2	То же	ПК-304Б
<i>13-1, 13-2</i>	2	»	ПК-301И
<i>14-1, 15-1, 16-1, 14-2, 15-2, 16-2</i>	6	»	ПК-302Г
<i>214-1, 215-1, 216-1, 214-2, 215-2, 216-2</i>	6	»	ПК-303Б
<i>0-1, 0-2, 5-1—8-1, 10-1—12-1, 5-2—8-2, 10-2—12-2</i>	16	»	ПК-301Ж
<i>22-1—27-1 (119), 22-2—27-2 (120)</i>	2	Переключатель кулачковый .	ПКГ-7
<i>29-0—37-0 (121)</i>	1	То же	ПКГ-9

Обозначение в схеме	Количество	Наименование	Тип
1	2	3	4
40-1, 40-2, 41-1, 41-2	4	Контактор электромагнитный	МК-310Б-1
42-1, 42-2	2	То же	МК 310Б-2
43-1, 43-2,	4	»	МК-15-01
44-1, 44-2			
45-1, 45-2	2	Пантограф	П-3
46-1, 45-2	2	Выключатель заземления . . .	—
47	2	Переключатель однополюсный	ГВ-1Б
48	1	То же	РВЦ-1Г
49-50	2	Шина контактная	ШКЭ-2
51 (БВ1)	1	Выключатель автоматический	БВП-3А
52	1	Реле дифференциальное	Д-4 (Д-2)
53 (БВ2)	1	Выключатель автоматический	БВЭ
54	1	Реле дифференциальное	Д-4 (Д-2)
55-1, 55-2	2	Контактор электромагнитный	МКП-23
56	1	То же	МК-15-01
57-1, 57-2	2	Реле перегрузки	РП-429
400-403	4	Реле боксования тяговых двигателей	РБ-1
59	1	Переключатель вентилятора . .	ПШ-5Б
60, 61	2	Вольтметр 0—4 000 в	М-730
62	1	Реле рекуперации	РТ-2
63	1	Реле пониженного напряжения	РТ-3
64	1	Реле максимального напряжения	РТ-1
65-1, 65-2, 66-1, 66-2	4	Реле защиты тягового двигателя	РТ-406
67-1, 67-2, 68-1, 68-2	4	Шунт к амперметру	750а; 75мв
69-1, 69-2	2	Амперметр 0—750 а	М-730
71-1, 71-2, 72-1, 72-2	4	Шунт индуктивный	ИШ-406А
73, 74, 75	3	Контактор электромагнитный	КПМ-220
76, 320	2	То же	КПМ-220
77	1	Щит распределительный	ПУ-3А-1
78	1	Аккумуляторная батарея . . .	40-ННН-100
79, 80	2	Выключатель	ВУ-221
81, 82	2	То же	—
86, 87	2	Выключатель (с возврат.) . . .	ВУ-213А
84, 85	2	Выключатель	—
201, 204	4	Выключатель (с возврат.) . . .	КУ-121-3
322	1	Разрядник магнитный	РМВЭ
89, 113	2	Выключатель торможения автоматический	Э-119А
90	1	Регулятор давления	АК-6А
91, 92, 533, 534	4	Выключатель	ВУ-213Б
93, 94	2	Клапан электропневматический	КП-17-09
95, 96	2	Контроллер машиниста	КМЭ-8
97, 98	2	Реверсор	—
99, 100	2	Переключатель кулачковый . .	—
70-1, 70-2	2	Амперметр 700—0—750 а . . .	М-730
102, 103	2	Реле промежуточное	РП-04
530, 531	2	Сигнал	С-31-А

Обозначение в схеме	Количество	Наименование	Тип
1	2	3	4
105	1	Реле контроля защиты . . .	РТ-4
106	1	Счётчик	—
107, 107А	2	Планка	—
108—111, 205—208	8	Клапан электропневматический	КП-1
112	1	Выключатель	КУ-34
—	4	Розетка междукузовного соединения	РЗ-37А
117—118	2	Переключатель рубящий 2-полюсный	ПР-11
122—123	2	Вентиль регенерации	Э/104-Б
128	1	Предохранитель	—
209	2	Щиток с предохранителем . .	—
129-1—136-1, 129-2—136-2	16	Печи трубчатые	ПЭТ-2
—	16	Соединительный зажим	—
СР-1—СР-8 (137—144)	8	Реле сигнальное	С-2
191	1	Клапан электропневматический	—
460	1	Реле промежуточное	РП—2,2
Сопротивления			
P1-P8, P23-P30	—	Сопротивление пусковое . .	—
P9-P18, P31-P40	—	Сопротивление шунтировки поля	—
P43-P45, P43А-P44, P46-P47, P46-P48	4	Сопротивление стабилизирующее	—
P83-P84, P81-P82	2	Сопротивление переходное . .	КФ-16
P58-P59, P66-P67	2	Сопротивление демпферное . .	ПП-03
—	1	Сопротивление цепи возбуждения	—
P55-P56, P63-P64	2	Сопротивление демпферное . .	ПП-02
P56-P57, P64-P65	2	Сопротивление пусковое . . .	ПП-02
P60-P62, P68-P70	2	Сопротивление демпферное . .	—
532, 535	2	Электроплитка	—
P77-P78, P78-P79	—	Сопротивление добавочное к реле минимального и максимального напряжений . . .	—
P73-P74, P75-P76	—	Сопротивление добавочное к реле рекуперации	—
P51-P52	1	Сопротивление добавочное к защитному вентилю	—
P131-P132	1	Сопротивление дополнительное к прожектору	—
P121-P122	1	Сопротивление дополнительное	—
P183-P182, P183-P184	2	Сопротивление к сигналу . . .	—
P85-P120, P123-P130	—	Сопротивление дополнительное к электролампам	—
P133-P135, P155-P157, P123-P193, P127-P192	—	Сопротивление дополнительное к электролампам	—
P136-P137, P94-P95	2	Сопротивление разрядное . .	—

Обозначение в схеме	Количество	Наименование	Гип
1	2	3	4
<i>P180-P181</i>	1	Сопротивление регулировочное	—
<i>P138-P139, P139-P140, P140-P141, P141-P142, P142-P143, P143-P144, P145-P146, P146-P147, P147-P148, P148-P149, P149-P150, P150-P151, P158-P159, P160-P161, P162-P163, P164-P165, P166-P167, P168-P169, P170-P171, P172-P173, P175-P176, P175-P177</i>	12	Сопротивление обогрева . . .	—
	8	Сопротивление добавочное к реле боксования	—
	1	Сопротивление в цепи возбуждения двигателей преобразователей	—

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОВОЗОМ

Схема силовых цепей восьмиосного электровоза приведена на фиг. 18, а цепей управления — на фиг. 54.

Подготовка электровоза к работе. Поднятие пантографа. Допустим, что двери высоковольтных камер закрыты; в запасном резервуаре пантографа имеется сжатый воздух; включены главный разъединитель 47, разъединитель вспомогательной цепи 48 и все ножи отключателей двигателей; на низковольтном распределительном щитке 77 включены рубильники батареи, а все плавкие предохранители находятся в своих зажимах. При этом через обратную блокировку реле обратного тока и провод *К41** замыкается цепь сигнальных ламп, указывающих на выключенное положение реле и отсутствие подзарядки аккумуляторной батареи.

От предохранителя *пантографа* по проводу *К43* напряжение подаётся к кнопке *пантографа* на рычажном щитке управления 81 (82). При включении этой кнопки напряжение подаётся к кнопкам *пантограф передний* и *пантограф задний*, а также по проводу *Э49*** к низковольтной катушке вентиля безопасности 191. При возбуждении катушки вентиль пропускает сжатый воздух из запасного резервуара пантографа через пневматические блокировки дверей высоковольтных камер к клапанам пантографов. При включении, например, кнопки *пантограф задний* от провода *Э51 (Э50)**** возбуждается катушка 94(93) клапана заднего пантографа. Сжатый воздух проходит в цилиндры заднего пантографа, в результате чего он поднимается. От разъединителя вспомогательной цепи 48 через сопротивление *Р53-Р54* получают питание обмотки вольтметров 60 и 61, указывающих величину напряжения контактной сети. Одновременно через сопротивление *Р51-Р52 (25 800 ом)* получают питание соединённые последовательно катушка реле контроля защиты 105 и высоковольтная катушка вентиля безопасности 191. В резуль-

* Буква *К* указывает на то, что провод проходит через межкузовое соединение.

** Буква *Э* указывает на то, что провод является электровозным (вначале предполагалась работа электровозов Н8 по системе многих единиц).

*** Номера проводов, указанные в скобках, соответствуют управлению электровозом из кабины № 2.

тате замыкания блокировки реле 105 в цепи проводов *H110 (H111)** и *K62* при включении кнопки *сигнализация* на рычажном щитке 84 (85) замыкается цепь сигнальных ламп (красного цвета); загорание этих ламп указывает на целостность цепи высоковольтной катушки вентиля безопасности 191.

Возбуждение высоковольтной катушки вентиля безопасности 191 при ранее возбуждённой низковольтной катушке не приводит к изменению положения клапанов вентиля, так как ампервитки его обеих катушек действуют согласованно.

При поднятом пантографе становится под напряжение вилитовый разрядник 322 и через сопротивления *P71-P72* проходит ток по вольтметровой катушке счётчика электрической энергии 106.

Включение быстродействующего выключателя вспомогательных машин осуществляется нажатием кнопки *БВ2* на щитке управления. При этом напряжение от провода *K42* подаётся на провод *Э58*. От этого провода возбуждается подмагничивающая катушка дифференциального реле 54 и получает питание разрядное сопротивление *P94-P95* (40 ом). После нажатия кнопки *возврат БВ2* от провода *Э59* возбуждаются катушки возврат реле перегрузок 57-1 и 57-2 двигателей-преобразователей и катушка возврат дифференциального реле 54**.

Замкнувшиеся блокировки реле 54, 57-1 и 57-2 создают цепь питания удерживающей катушки быстродействующего выключателя *БВ2*. Одновременно от провода *Э59* возбуждается катушка электромагнитного контактора 76, который включается и образует цепь питания катушки *возврат* быстродействующего выключателя *БВ2* от провода *H190* через плавкий предохранитель 128 и провод *H71*.

Под действием магнитного потока катушки *возврат* якорь быстродействующего выключателя притягивается к сердечнику, а подвижной контакт приближается к неподвижному.

При отключении кнопки *возврат БВ2* (эта кнопка имеет возвратную пружину) питание провода *Э59* прерывается, контактор 76 выключается, разрывается цепь питания катушки *возврат* и происходит замыкание контактов быстродействующего выключателя.

При включении быстродействующего выключателя замыкаются его блокировки. Одна из них в проводах *Э48-H73* prepares цепь питания удерживающей катушки быстродействующего выключателя главной цепи *БВ1*; другие две параллельно соединённые блокировки в проводах *Э58-K53* создают цепь питания сигнальных ламп быстродействующего выключателя *БВ2* и подают напряжение к кнопкам *низкая скорость вентиляторов, высокая скорость вентиляторов, возбудитель, печи I группы, печи II группы и обогрев контакторов*, а также к контактам регулятора давления 90.

* Буква *H* указывает на то, что провод проходит только в одной половине электровоза.

** Схема включения дифференциального реле Д-4 на электровозах от №009 приведена на фиг. 80.

При включении быстродействующего выключателя вспомогательных машин кнопку *возврат БВ2* не следует держать включённой более 2—4 сек, так как катушка имеет малое сопротивление и потребляет большой ток (на электровозе Н8-001 предусмотрено автоматическое выключение этой катушки, но это усложняет схему).

Пуск двигателей вентиляторов осуществляется включением кнопки *высокая скорость вентиляторов*; при этом от провода *К53* напряжение подаётся на провод *Э56*, от которого возбуждается катушка вентиля высокой скорости переключателя вентиляторов *ПВ-В*. Цепь земли эта катушка получает через обратные блокировки контакторов двигателей вентиляторов *42-2* и *42-1*. После установки переключателя вентиляторов в положение высокой скорости замыкаются блокировки *ПВ-В* в цепи проводов *Э56-Э50* и *Э56-Э57*, через которые возбуждаются катушки контакторов *42-1* и *42-2* двигателей вентиляторов. Одновременно проводом *К50* подаётся напряжение к кнопкам *91* и *92* нагревательных элементов контроллеров *323-326*.

В силовой схеме вспомогательных цепей после включения быстродействующего выключателя *БВ2 (53)* высокое напряжение было уже подано к неподвижным контактам всех электромагнитных контакторов. Включённые контакторы *42-1* и *42-2* создают две самостоятельные цепи для *I* и *II* двигателей вентиляторов. В каждой из них имеется пусковое (оно же—балластное) сопротивление *Р60-Р62* и *Р68-Р70* по 29,9 ом каждое. В цепи земли *II* двигателя вентилятора имеются силовые пальцы и сегменты переключателя *ПВ-В*.

Если необходима работа вентиляторов на низкой скорости, то после включения соответствующей кнопки напряжение получает провод *Э54*. Переключатель вентиляторов устанавливается в положение низкой скорости и включается контактор *42-2*. С помощью силовых пальцев и сегментов переключателя вентиляторов *ПВ-Н II* и *I* двигатели вентиляторов образуют последовательную цепь с сопротивлением *Р68-Р70*. После разгона этих двигателей напряжение на каждом из них равно половине напряжения в контактной сети (если пренебречь падением напряжения в сопротивлении *Р68-Р70*). При этом производительность вентиляторов составляет примерно $\frac{2}{3}$ их производительности при работе на высокой скорости.

При высокой скорости вентиляторов работает один из генераторов управления. При низкой скорости работают оба генератора. Обмотки их якорей с помощью низковольтного барабана-переключателя вентиляторов соединяются последовательно, при этом рубильник генераторов должен находиться в положении 1-го генератора.

В процессе пуска двигателей вентиляторов включается реле обратного тока. Его контакты подсоединяют генератор управления к аккумуляторной батарее и к цепям управления, сигнализации и освещения. Одновременно размыкаются контакты реле в цепи провода *К41*, от которого питались лампы, указывающие положение реле обратного тока.

Пуск двигателей компрессоров осуществляется включением кнопок *компрессор № 1* и *компрессор № 2*. Провод *Э52*, получающий напряжение от провода *К53* (через контакты регулятора давления *90*), соединяется с проводами *К60* и *К52*, от которых питаются катушки электромагнитных контакторов *41-1* и *41-2*.

Эти контакторы подключают *I* и *II* двигатели компрессора к напряжению контактной сети. В цепи каждого двигателя имеется постоянно включённое сопротивление *P58-P59* и *P66-P67 27 ом*. Двигатели компрессоров включаются и выключаются контакторами *41-1* и *41-2* в зависимости от положения контактов регулятора давления *90*.

Пуск двигателей преобразователей производится перед применением рекуперативного торможения. После включения кнопки *возбудитель* напряжение подаётся на провод *Э57*, далее на катушку контактора *73* и через обратную блокировку контактора *75* на катушку контактора *320*. Контакт *320*, включаясь, закорачивает сопротивления *P175-P176* и *P175-P177* в цепи обмоток независимого возбуждения двигателей преобразователей, а контактор *73*, соединяя провода *Н50* и *К42*, подключает эти обмотки к напряжению *50 в*. После включения контактора *73* замыкается его блокировка в проводах *Э57-К49* и через блокировки ограничителей скорости двигателей преобразователей возбуждаются катушки контакторов *40-1* и *40-2*.

Этими контакторами двигатели преобразователей подключаются к контактной сети. В начале в цепи каждого двигателя имеется балластное сопротивление *10,8 ом (P55-P56 и P63-P64)* и пусковое сопротивление *86,4 ом (P56-P57 и P64-P65)*. При уменьшении пускового тока примерно до *11 а* автоматически включаются контакторы *55-1* и *55-2*, которые закорачивают указанные пусковые сопротивления.

Включение быстродействующего выключателя главной цепи происходит в следующей последовательности. При включении рубильника выключателя управления *79 (80)* напряжение от провода *К67* подаётся на провод *Н1 (Н2)*, который подходит к кнопке *песок* на щитке *201 (202)*, кнопке *БВ1* на щитке управления *81 (82)*, а также к контакторному элементу главного вала контроллера машиниста.

При включении кнопки *БВ1* от провода *Э48* возбуждается подмагничивающая катушка дифференциального реле *52* и получает питание разрядное сопротивление *P136-P137 (40 ом)*. При нажатии кнопки *возврат БВ1* создаётся цепь тока: провод *Н27 (Н28)*, контакторный элемент главного вала контроллера, замкнутый на нулевой позиции, провод *Э47*, параллельно соединённые катушки *возврат БВ1* и дифференциального реле *52*, земля. В результате включается дифференциальное реле и образуется цепь тока: провод *Э48*, блокировка тормозного переключателя первой половины кузова *ТК1-М*, провод *Н65*, замкнувшаяся блокировка дифференциального реле *52*, провод *Н66*, удерживающая катушка быстродей-

ствующего выключателя *БВ1*, земля. Одновременно за счёт впуска сжатого воздуха в цилиндр *возврат БВ* якорь быстродействующего выключателя передвигается к сердечнику, несколько сближаются главные контакты, а также замыкаются блокировки быстродействующего выключателя, причём одна из них в проводах *Э48-К54* замыкает цепь питания сигнальных ламп. При отключении кнопки *возврат БВ1* прекращается питание провода *Н27 (Н28)* и катушек *возврат* и осуществляется замыкание главных контактов быстродействующего выключателя.

Если после прекращения нажатия кнопки *возврат БВ1* гаснут сигнальные лампы, то это, как известно, указывает на отсутствие цепи удерживающей катушки. Считая, что схема действует нормально, такой случай всё же может быть, когда тормозной переключатель *ТК1* не находится в положении тягового режима и его блокировка в цепи проводов *Э48-Н65* разомкнута. Чтобы тормозной переключатель повернулся в положение тягового режима, необходимо поставить главную рукоятку на *1-ю* позицию (при реверсивно-селективной рукоятке, установленной в положении *М*). При этом образуется цепь тока: провод *Н1 (Н2)*, контакторные элементы главного и реверсивно-селективного валов контроллера, провод *Э3*, параллельно соединённые катушки вентиля тягового положения тормозных переключателей *ТК1-М* и *ТК11-М*, земля. Тормозные переключатели устанавливаются в тяговое положение и замыкаются все их блокировки с индексом *М*. После постановки контроллера на нулевую позицию и кратковременного нажатия кнопки *возврат БВ1* включится быстродействующий выключатель главной цепи.

При включённом быстродействующем выключателе *БВ1* замкнуты его блокировки в проводах *Э48-Н65, Н4-Н3, Н35-Н36, Н18-К32*.

Действие схемы на тяговом режиме. 1-я позиция. Пусть при управлении электровозом из 1-й кабины реверсивно-селективная рукоятка контроллера установлена в положение *вперёд М*. При этом замкнуты контакторные элементы в цепи проводов *Э1, Э3* и *Э6*.

При установке главной рукоятки контроллера на *1-ю* позицию замыкаются контакторные элементы в цепи проводов *Э0, Н1, без номера* (пятый сверху), *Э8, Э23* и *Э24*.

От провода *Н1* напряжение подаётся на провода *Э8, Э23* и *Э24* главного вала и провода *Э1, Э3* и *Э6* реверсивно-селективного вала контроллера. Провод *Э0* соединяется с землёй через верхний контакторный элемент главного вала контроллера и контакторный элемент, замкнутый на нулевой позиции тормозного вала контроллера. От провода *Э1* возбуждаются катушки вентиля реверсоров *вперёд ВП1* и *ВП11*; от провода *Э3* возбуждаются катушки вентиля тягового режима тормозных переключателей *ТК1-М* и *ТК11-М*; от провода *Э23* через блокировку второго группового контактора *КСП11-С-СП* и провод *К29* напряжение подаётся к катушкам вен-

тилей контакторов 6-2, 6-1, 11-2 и 5-1; от провода Э24 через блокировку тормозного переключателя ТКII-М и провод К30 возбуждаются катушки *возврат* реле перегрузок 65-1, 66-1, 65-2, 66-2 и реле максимального напряжения 64.

После установки реверсоров в положение *вперёд* и тормозных переключателей в тяговое положение от провода Э1 создаётся цепь тока: блокировки реверсоров ВПИ и ВПИ, провод Н3, блокировка тормозного переключателя ТКI-М, провод Н4, блокировка быстродействующего выключателя БВ1, провод К3 и далее по двум направлениям. Первое из них — катушка вентиля контактора 3-1, земля. Второе — параллельно соединённые катушки вентиля контактора 4-1 (последовательно с катушкой 4-1 соединена блокировка ТКI-М) и сдвоенных контакторов 3-2 и 4-2, провод К6, блокировка тормозного переключателя ТКI-М, провод К7, блокировки нулевого, первого и второго групповых контакторов КСП0-С, КСПI-С-СП и КСПII-С-СП, провод Э0, контакторный элемент главного вала контроллера, замкнутый на 1-й позиции, контакторный элемент тормозного вала контроллера, замкнутый на нулевой позиции, земля.

Таким образом, включаются индивидуальные контакторы 3-1, 4-1, 3-2 и 4-2.

После включения контактора 4-1 через его блокировку от провода Н7 образуется вторая цепь земли катушек вентиля контактора 4-1 и сдвоенных контакторов 3-2 и 4-2. Эта блокировка контактора 4-1 требует от машиниста некоторой задержки рукоятки контроллера на 1-й позиции.

После включения контактора 4-1 и восстановления реле перегрузок от провода Э6 через блокировки групповых контакторов КСП0-С, КСПI-С-СП и КСПII-С-СП, провод К18, блокировки реле перегрузок тяговых двигателей 66-2, 65-2, 66-1 и 65-1, провод Н30, блокировку 4-1 и провод К27 напряжение подаётся к катушкам вентиля контакторов 11-1, 12-1, 12-2, 5-2, 10-1, 7-1, 10-2 и 7-2.

С 1-й по 16-ю позицию ни одна из катушек вентиля групповых контакторов не возбуждена. Исходные положения каждого из трёх групповых контакторов фиксируются впуском сжатого воздуха в один из цилиндров через электропневматические вентили выключающего типа. При этом замкнуты следующие контакторные элементы: 32-0, 22-1, 25-1, 22-2 и 25-2.

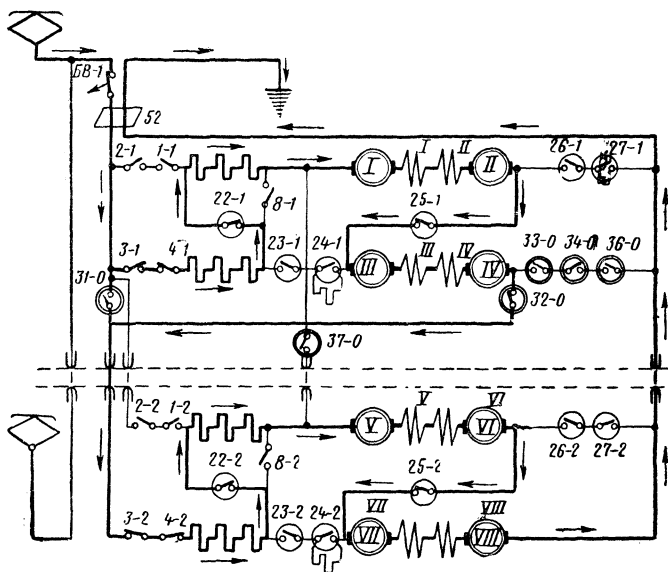
Путь тока в силовой цепи тяговых двигателей на 1-й позиции контроллера показан на упрощённой принципиальной схеме, приведённой на фиг. 55*.

Величина пускового сопротивления на 1-й позиции равна 25, 47 ом.

П о з и ц и и с о 2-й по 16-ю. На 2-й позиции контроллера замыкаются контакторные элементы в цепи проводов Э0 и Э24 и замыкается контакторный элемент в цепи провода Э11. Контактный элемент Э0 прерывает начальное соединение с землёй катушек

* На упрощённых схемах не показан контакторный элемент 30-0 нулевого группового контактора КСП0.

вентилей контактора 4-1 и сдвоенных контакторов 3-2 и 4-2. Контакторный элемент Э24 разрывает цепь питания катушек *возврат* реле перегрузок 65-1, 65-2, 66-1, 66-2 и реле максимального напряжения 64. Замкнувшийся контакторный элемент Э11 соединяет с землёй катушку вентили контактора 6-2, которая находится под напряжением от провода Э23. Контактор 6-2 закорачивает секцию реостата P23-P24. Пусковое сопротивление уменьшается на 6,9 ом и становится равным 18,57 ом.



Фиг. 55. 1-я позиция в силовой схеме

На 3-й позиции замыкается контакторный элемент Э12, который соединяет с землёй катушку вентили контактора 6-1. Этот контактор закорачивает секцию сопротивления P1-P2, равную 5 ом.

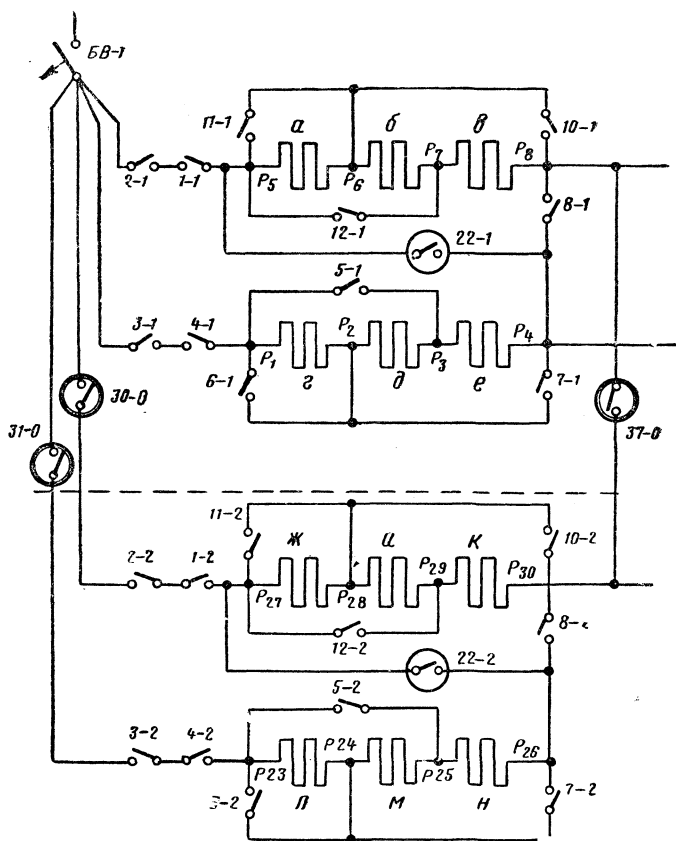
На каждой последующей позиции производится уменьшение пускового сопротивления как за счёт закорачивания его секций, так и путём соединения некоторых из них в параллельные цепи.

Схемы включения секций пускового сопротивления на каждой позиции поясняет табл. 7. Условные обозначения секций, принятые в этой таблице, приведены на схеме фиг. 56.

Порядок действия силовой схемы при разгоне электровоза можно проследить по табл. 8 замыкания и размыкания контакторов.

В процессе разгона, когда напряжение на тяговых двигателях и введённом в их цепь пусковом сопротивлении второй половины электровоза станет больше 1 900 в, срабатывает реле пониженного напряжения 63. Блокировка этого реле в цепи проводов K18-K40 замкнёт цепь тока сигнальных ламп, указывающих машинисту на правильное действие схемы.

В порядке подготовки к переходу на последовательно-параллельное соединение на 16-й позиции замыкается контакторный элемент контроллера в цепи провода 39, от которого через блокировку КСПО-С и провод К22 возбуждается катушка вентиля

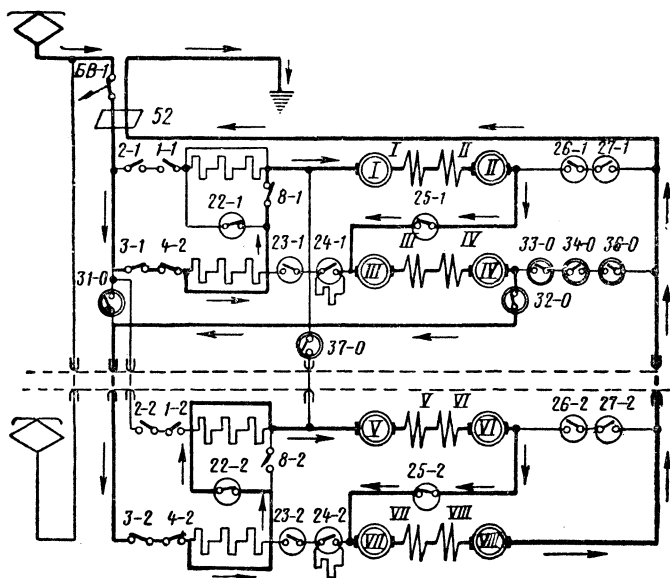


Фиг. 56. Схема пусковых сопротивлений

контактора 8-1. Этот контактор дополнительно закорачивает секции *P5-P6*, *P6-P7*, *P7-P8*. После включения контактора 8-1 получает цепь земли катушка вентилля контактора 5-1 (через блокировку контактора 8-1, провод *H24*, блокировку первого группового контактора *КСП-С-СП* и провод *Э12*). Контактор 5-1 дополнительно закорачивает секции *P1-P2* и *P2-P3* (в первой половине кузова электровоза всё пусковое сопротивление, кроме секции реостата *P3-P4*, величиной 1,19 ом закорочено по двум путям).

Переход с 16-й на 17-ю позицию. Прохождение тока на 16-й позиции показано на упрощённой силовой схеме фиг. 57.

На 17-й позиции контроллера размыкаются контакторные элементы: без номера (пятый сверху), Э13, Э18, Э19, Э20, Э21 и Э22. Замыкаются контакторные элементы Э5, Э7 и Э24.



Фиг. 57. 16-я позиция в силовой схеме

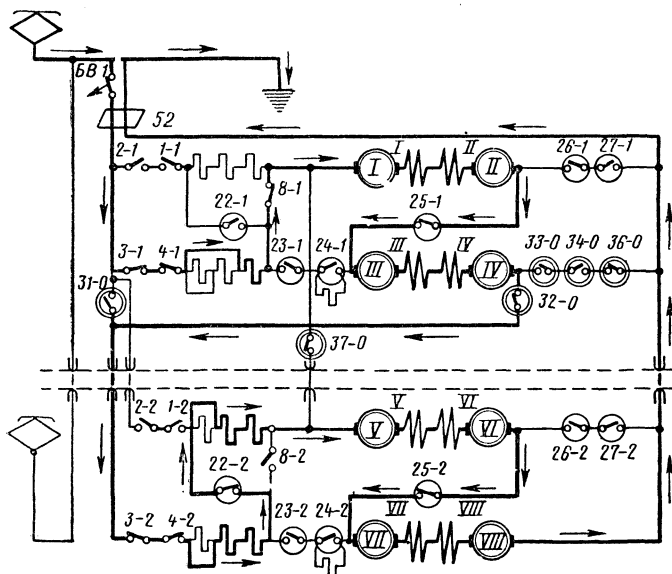
Размыкание контакторного элемента *без номера* приводит к снятию напряжения с проводов Э6 и К27, а следовательно, к прекращению питания катушек вентилях контакторов 11-1, 12-1, 12-2, 5-2, 10-1, 7-1, 10-2, 7-2. Все эти контакторы выключаются. Размыкание контакторных элементов Э13 и с Э18 по Э22 дополнительно прерывает цепь тока (со стороны земли) катушек вентилях контакторов 11-1, 5-2, 10-1, 7-1, 10-2 и 7-2. Прекращение питания провода Э6 приводит также к погасанию сигнальных ламп реле пониженного напряжения.

Одновременно от провода Э7 получают питание катушки двух вентилях нулевого группового контактора КСП0. Однако групповой контактор не может сразу же начать переключаться, так как для поступления в его цилиндр сжатого воздуха и для выхода воздуха из противоположного цилиндра необходимо некоторое время, кроме того, вал группового контактора должен развить необходимое угловое ускорение.

Индивидуальные контакторы, перечисленные выше, выключаются значительно быстрее и за счёт этого фиксируется 1-е переходное положение: в цепь тяговых двигателей первой половины кузова

вводится секция реостата $P3-P4$ с сопротивлением $1,19\text{ ом}$, в цепь двигателей второй половины кузова — секции $P24-P25$, $P25-P26$, $P28-P29$ и $P29-P30$ с общим сопротивлением $3,17\text{ ом}$. При этом ток и сила тяги каждого двигателя несколько уменьшаются.

Путь прохождения тока на 1-м переходном положении показан на схеме фиг. 58.



Фиг. 58. 1-е переходное положение на 17-ю позицию

При вращении вала нулевого группового контактора замыкается контакторный элемент $31-0$, который, закорачивая тяговые двигатели с I по IV и соединённую с ними последовательно секцию сопротивления $P3-P4$ ($1,19\text{ ом}$), образует 2-е переходное положение*. При этом ток тяговых двигателей $V-VIII$ и их сила тяги несколько увеличиваются.

Одновременно замыкается контакторный элемент $30-0$, подготовляющий образование самостоятельной цепи сопротивлений $P27-P30$ на параллельном соединении тяговых двигателей.

Схема, показывающая прохождение тока на 2-м переходном положении, приведена на фиг. 59.

Ток в закороченной цепи определяется противоэлектродвижущими силами тяговых двигателей $I-IV$, их внутренним сопротивлением и сопротивлением секции $P3-P4$. Этот ток быстро

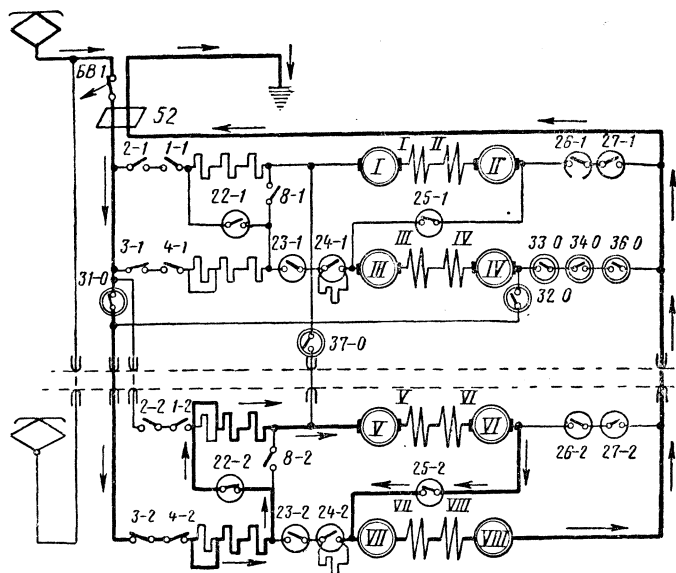
* На электровозе Н8-001 при образовании последовательно-параллельного соединения на 2-м переходном положении тяговые двигатели $I-IV$ шунтируются на специальное сопротивление $2,01\text{ ом}$.

Величины пусковых сопротивлений по позициям контроллера машиниста

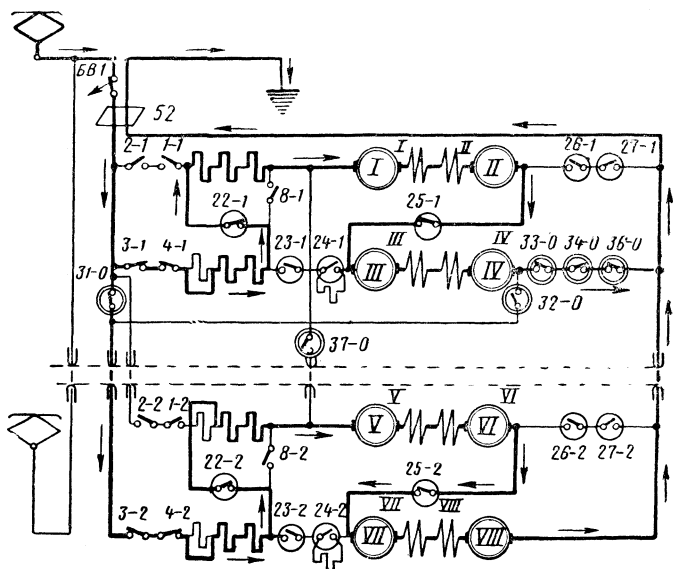
Соединения	Позиции	Секции сопротивлений												Величина сопротивле- ния в Ом
		в первой половине электровоза						во второй половине электровоза						
		а	б	в	г	д	е	жс	и	к	л	м	н	
		3,44	1,36	1,29	5,0	0,96	1,19	2,16	1,04	0,53	6,9	0,8	0,8	
Последова- тельное	1	а + б	а + в	а + г	а + д	а + е	а + жс	а + и	а + к	а + л	а + м	а + н	25,47	
	2	а + б	а + в	а + г	а + д	а + е	а + жс	а + и	а + к	а + л	а + м	а + н	18,57	
	3	а + б	а + в		а + д	а + е	а + жс	а + и	а + к	а + л	а + м	а + н	13,57	
	4	б + в	а + в	а + г	а + д	а + е	а + жс	а + и	а + к	а + л	а + м	а + н	10,13	
	5	б + в	а + в	а + г	а + д	а + е	а + жс	а + и	а + к	а + л	а + м	а + н	7,97	
	6		в	а + г	а + д	а + е	а + жс	а + и	а + к	а + л	а + м	а + н	6,61	
	7		в	а + г	а + д	а + е	а + жс	а + и	а + к	а + л	а + м	а + н	5,57	
	8		в		а + д	а + е	а + жс	а + и	а + к	а + л	а + м	а + н	4,61	
	9		в		а + д	а + е	а + жс	а + и	а + к	а + л	а + м	а + н	3,81	
	10	(а б в)				а + е	а + жс	а + и	а + к	а + л	а + м	а + н	3,075	
	11	(а б в)	а + г	а + д	а + е	а + жс	а + и	а + к	а + л	а + м	а + н	а + н	2,365	
	12	(а б в)	а + г	а + д	а + е	а + жс	а + и	а + к	а + л	а + м	а + н	а + н	1,835	
	13		в	а + г	а + д	а + е	а + жс	а + и	а + к	а + л	а + м	а + н	1,28	
	14		в	а + г	а + д	а + е	а + жс	а + и	а + к	а + л	а + м	а + н	0,8	
	15		в	а + г	а + д	а + е	а + жс	а + и	а + к	а + л	а + м	а + н	0,378	
Последователь- но-параллель- ное	17	(а + б + в	а + г	а + д	а + е)	а + жс	а + и	а + к	а + л	а + м	а + н	а + н	2,29	
	18	(б + в	а + г	а + д	а + е)	а + жс	а + и	а + к	а + л	а + м	а + н	а + н	1,91	
	19	(в	а + г	а + д	а + е)	а + жс	а + и	а + к	а + л	а + м	а + н	а + н	1,65	

Соединения	Позиции	Секции сопротивлений										Величина сопротивле- ния в ом		
		в первой половине электрова					во второй половине электрова							
		а	б	в	г	д	е	ж	и	к	л		м	н
		3,44	1,36	1,29	5,0	0,96	1,19	2,16	1,04	0,53	6,9		0,8	0,8
Последователь- но-параллель- ное	20		(в			+ д	+ е)			(к	+ м	+ н)	1,315	
	21		(в				+ е)			(к	+ м	+ н)	1,145	
	22	[(а б в)					+ е]			(к	+ м	+ н)	0,964	
	23	[(а б в)					+ е]			(к	+ м	+ н)	0,757	
	24	[(а б в) + (г д е)]						[(ж и к)		(к	+ м]	+ н]	0,538	
	25		г			д е	е	[(ж и к)		(к	+ м]	+ н]	0,334	
26		г			д е	е	ж и к					0,186		
Параллельное	28	(а + б + в)			г	д + е	+ е)	[(ж + и + к)		(л + м	+ н)	+ н)	1,463	
	29	(а + б + в)				д	+ е)	[(ж + и + к)		(л + м	+ н)	+ н)	0,986	
	30	(б + в)				д	+ е)	[(ж + и + к)		(л + м	+ н)	+ н)	0,816	
	31	(б + в)				д	+ е)	[(ж + и + к)		(л + м	+ н)	+ н)	0,627	
	32	(б + в)				д	+ е)	[(ж + и + к)		(м + н)	+ н)	+ н)	0,475	
	33	в					е	[(ж + и + к)		(м + н)	+ н)	+ н)	0,348	
	34	в					е			(м + н)	+ н)	+ н)	0,242	
	35	а б в					е				н	н	0,173	
	36	а б в			г	д	е	ж и к		л м	н	н	0,102	

Примечание. Обозначение секций сопротивлений см. на фиг. 56.

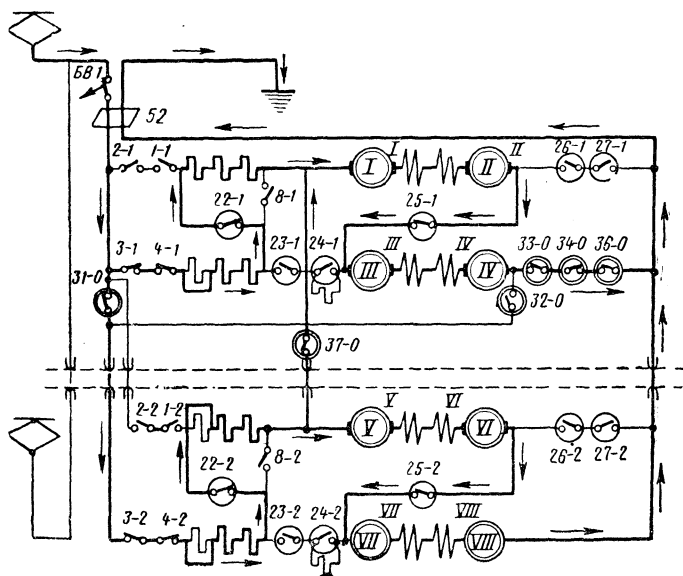


Фиг. 60. 3-е переходное положение на 17-ю позицию



Фиг. 61. 4-е переходное положение на 17-ю позицию

33-0, 34-0 и 36-0, которые, как видно из схемы фиг. 61, соединяя обмотку IV якоря с землёй, образуют вторую цепь тяговых двигателей. На 4-м переходном положении в цепи I—IV тяговых двигателей пусковое сопротивление равно 8,24 ом, а в цепи V—VIII двигателей — только 3,17 ом. При разных сопротивлениях в параллельных цепях двигателей токи в них также различны.



Фиг. 62. 17-я позиция в силовой схеме

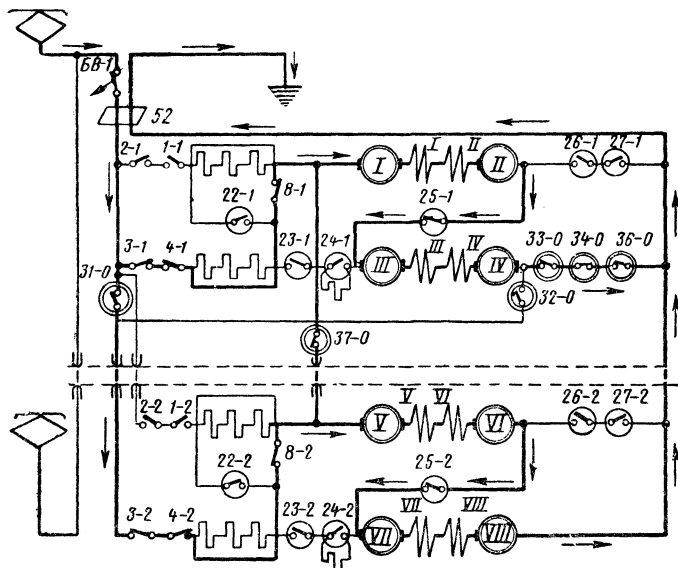
Перед остановкой вала нулевого группового контактора в положении последовательно-параллельного соединения включается контакторный элемент 37-0*, который, замыкая цепь уравнильного провода, приводит к выравниванию токов в параллельных цепях тяговых двигателей. На фиг. 62 приведена схема, показывающая путь тока на 17-й позиции контроллера машиниста. Направление тока по уравнильному проводу (в цепи контакторного элемента 37-0) показано с учётом того, что на 17-й позиции пусковое сопротивление в первой половине кузова больше, чем во второй.

После установки нулевого группового контактора в положение последовательно-параллельного соединения на 17-й позиции замыкается блокировка КСП0-СП-П в цепи проводов Э5-Н11, через которую от провода Э5 восстанавливается питание сигнальных ламп реле пониженного напряжения 63, а также восстанавливается подача напряжения к проводу К27 и катушкам вентилей реостатных контакторов 11-1, 12-1, 12-2, 10-1, 7-1, 10-2 и 7-2.

* Одновременно включается контакторный элемент 29-0, который используется только при рекуперативном торможении.

На 17-й позиции от провода Э24 возбуждаются катушки *возврат* реле перегрузок 65-1, 66-1, 65-2, 66-2 и реле максимального напряжения 64. Это предусмотрено для возможности восстановления их в случае срабатывания на позициях 17-27.

Позиции с 18-й по 27-ю. На 18-й позиции катушка вентиля контактора 11-1 соединяется с землёй через замкнувшийся контакторный элемент контроллера в цепи провода Э13. Контактор 11-1 закорачивает секцию сопротивления Р5-Р6 величиной 3,44 ом. В результате этого пусковое сопротивление в цепи тяговых двигателей уменьшается с 2,29 до 1,91 ом.



Фиг. 63. 27-я позиция в силовой схеме

На 19-й и следующих позициях последовательно-параллельного соединения производится уменьшение пускового сопротивления путём закорачивания и соединения в параллельные цепи секций реостата (см. табл. 7).

На 27-й позиции закорочено всё пусковое сопротивление и напряжение на зажимах каждого тягового двигателя равно 750 в.

В порядке подготовки схемы к переходу на параллельное соединение тяговых двигателей на 27-й позиции от провода Э10 получает питание катушка вентиля контактора 8-2 и, через блокировку КСПО-СП-П, катушка вентиля контактора 8-1. Эти контакторы включаются и дублируют обходные цепи секций сопротивлений Р27-Р28, Р28-Р29, Р29-Р30 и Р5-Р6, Р6-Р7, Р7-Р8.

Переход с 27-й на 28-ю позицию. На схеме фиг. 63 показан путь прохождения тока по тяговым двигателям на 27-й позиции контроллера машиниста.

Последовательность замыкания и

Режимы	Соединения	Позиции	Первая															
			Индивидуальные контакторы															
			1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13 213	14 214	15 215	16 216	
Тяга	Последовательное	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		1	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		2	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		3	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		4	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		5	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		6	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		7	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		8	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		9	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		10	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		11	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		12	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		13	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		14	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		15	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	16	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Ion	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	*	*	*	*		
	IIon	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	*	*	*	*		
	IIIon	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	*	*	*	*		
	IVon	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	*	*	*	*		
Резеж	Переход	1	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		2	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		3	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		4	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ивы	Последовательно-параллельное	17	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		18	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		19	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		20	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		21	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		22	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		23	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		24	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		25	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		26	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		27	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		Ion	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	*	*	*	*	
		IIon	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	*	*	*	*	
		IIIon	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	*	*	*	*	
		IVon	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	*	*	*	*	
Я	Переход	1	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		2	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		3	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		4	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		5	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
П	Параллельное	28	1	2	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		29	1	2	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		30	1	2	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		31	1	2	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		32	1	2	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		33	1	2	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		34	1	2	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		35	1	2	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		36	1	2	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		37	1	2	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		Ion	1	2	3	4	—	—	—	—	—	—	—	*	*	*	*	
		IIon	1	2	3	4	—	—	—	—	—	—	—	*	*	*	*	
		IIIon	1	2	3	4	—	—	—	—	—	—	—	*	*	*	*	
		IVon	1	2	3	4	—	—	—	—	—	—	—	*	*	*	*	
Реку-перат.	СП П	1	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		1	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		1	1	2	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		1	1	2	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

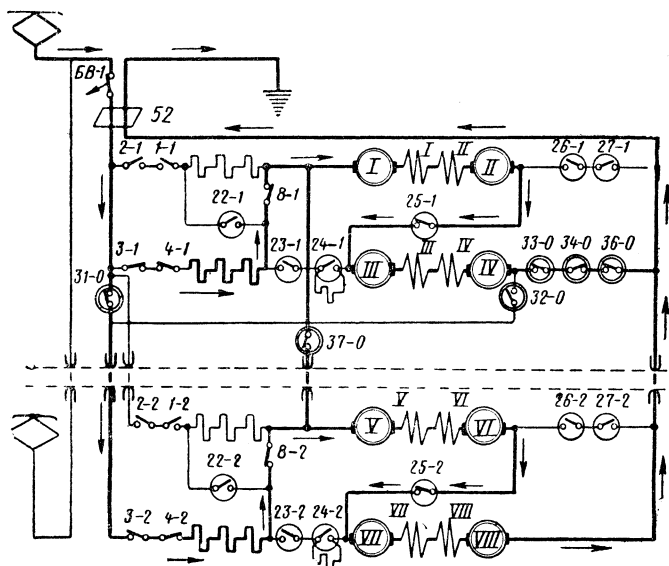
91

Режимы	Соединения	Позиции	В т о р а я п о л о в и н а															
			Индивидуальные контакторы															
			1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13 213	14 214	15 215	16 216	
Т я г о в ы й р е ж и м	Последовательное	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		1	—	—	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		2	—	—	3	4	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		3	—	—	3	4	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		4	—	—	3	4	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		5	—	—	3	4	—	6	—	—	—	11	—	—	—	—	—	
		6	—	—	3	4	—	6	—	—	—	11	—	—	—	—	—	
		7	—	—	3	4	—	6	—	—	—	11	12	—	—	—	—	
		8	—	—	3	4	—	6	—	—	—	11	12	—	—	—	—	
		9	—	—	3	4	5	6	—	—	—	11	12	—	—	—	—	
		10	—	—	3	4	5	5	—	—	—	11	12	—	—	—	—	
		11	—	—	3	4	5	—	—	—	—	11	12	—	—	—	—	
		12	—	—	3	4	5	5	—	—	10	11	12	—	—	—	—	
		13	—	—	3	4	5	—	—	—	10	11	—	—	—	—	—	
		14	—	—	3	4	5	—	—	—	10	11	—	—	—	—	—	
		15	—	—	3	4	5	—	7	—	10	11	—	—	—	—	—	
	16	—	—	3	4	5	6	7	—	10	11	—	—	—	—	—		
	1оп	—	—	3	4	5	6	7	—	10	11	—	*	*	—	—		
	11оп	—	—	3	4	5	6	7	—	10	11	—	*	*	—	—		
	111оп	—	—	3	4	5	6	7	—	10	11	—	*	*	*	—		
	IVоп	—	—	3	4	5	6	7	—	10	11	—	*	*	*	*		
Последовательно-параллельное	Переход	17	—	—	3	4	—	6	—	—	—	11	—	—	—	—	—	
		18	—	—	3	4	—	6	—	—	—	11	—	—	—	—	—	
		19	—	—	3	4	—	6	—	—	—	11	—	—	—	—	—	
		20	—	—	3	4	—	6	—	—	—	11	12	—	—	—	—	
		21	—	—	3	4	—	6	—	—	—	11	12	—	—	—	—	
		22	—	—	3	4	—	6	—	—	—	11	12	—	—	—	—	
		23	—	—	3	4	5	6	—	—	—	—	12	—	—	—	—	
		24	—	—	3	4	5	—	—	—	10	—	12	—	—	—	—	
		25	—	—	3	4	5	—	—	—	10	—	12	—	—	—	—	
		26	—	—	3	4	5	6	7	—	10	—	12	—	—	—	—	
		27	—	—	3	4	5	6	7	8	10	11	12	—	—	—	—	
		1оп	—	—	3	4	5	6	7	8	10	11	12	*	*	—	—	
		11оп	—	—	3	4	5	6	7	8	10	11	12	*	*	—	—	
		111оп	—	—	3	4	5	6	7	8	10	11	12	*	*	*	—	
		IVоп	—	—	3	4	5	6	7	8	10	11	12	*	*	*	*	
Переход	Параллельное	1	—	—	3	4	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	
		2	—	—	3	4	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	
		3	—	—	3	4	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	
		4	—	—	3	4	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	
		5	—	—	3	4	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	
Рекуперат.	С СП П	28	1	2	3	4	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	
		29	1	2	3	4	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	
		30	1	2	3	4	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	
		31	1	2	3	4	—	—	—	8	—	11	—	—	—	—	—	
		32	1	2	3	4	—	6	—	8	—	11	—	—	—	—	—	
		33	1	2	3	4	—	6	—	8	—	11	—	—	—	—	—	
		34	1	2	3	4	—	6	—	8	—	11	12	—	—	—	—	
		35	1	2	3	4	5	—	—	8	—	—	12	—	—	—	—	
		36	1	2	3	4	5	—	7	8	10	—	12	—	—	—	—	
		37	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	—	—	—	—	
		1оп	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	*	*	—	—	
		11оп	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	*	*	—	—	
		111оп	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	*	*	*	—	
IVоп	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	*	*	*	*			

к у з о в а						Величина пусковых сопротивлений в ом	Величина сопротивления шунтировки поля в ом
Групповые контакторы КСПИ							
22	23	24	25	26	27		
22	—	—	25	—	—	—	—
22	—	—	25	—	—	25,47	—
22	—	—	25	—	—	18,57	—
22	—	—	25	—	—	13,57	—
22	—	—	25	—	—	10,13	—
22	—	—	25	—	—	7,97	—
22	—	—	25	—	—	6,61	—
22	—	—	25	—	—	5,57	—
22	—	—	25	—	—	4,61	—
22	—	—	25	—	—	3,81	—
22	—	—	25	—	—	3,075	—
22	—	—	25	—	—	2,365	—
22	—	—	25	—	—	1,835	—
22	—	—	25	—	—	1,28	—
22	—	—	25	—	—	0,8	—
22	—	—	25	—	—	0,378	—
22	—	—	25	—	—	0,00	—
22	—	—	25	—	—	0,00	0,285
22	—	—	25	—	—	0,00	0,077
22	—	—	25	—	—	0,00	0,022
22	—	—	25	—	—	0,00	0,00
22	—	—	25	—	—	—	—
22	—	—	25	—	—	—	—
22	—	—	25	—	—	—	—
22	—	—	25	—	—	2,29	—
22	—	—	25	—	—	1,91	—
22	—	—	25	—	—	1,65	—
22	—	—	25	—	—	1,315	—
22	—	—	25	—	—	1,145	—
22	—	—	25	—	—	0,964	—
22	—	—	25	—	—	0,757	—
22	—	—	25	—	—	0,538	—
22	—	—	25	—	—	0,334	—
22	—	—	25	—	—	0,186	—
22	—	—	25	—	—	0,00	—
22	—	—	25	—	—	0,00	0,285
22	—	—	25	—	—	0,00	0,077
22	—	—	25	—	—	0,00	0,022
22	—	—	25	—	—	0,00	0,00
22	—	—	25	—	—	—	—
—	23	—	25	—	—	—	—
—	23	—	25	—	—	—	—
—	23	—	25	—	—	—	—
—	23	24	—	26	27	—	—
—	23	24	—	26	27	1,463	—
—	23	24	—	26	27	0,986	—
—	23	24	—	26	27	0,816	—
—	23	24	—	26	27	0,627	—
—	23	24	—	26	27	0,475	—
—	23	24	—	26	27	0,348	—
—	23	24	—	26	27	0,242	—
—	23	24	—	26	27	0,173	—
—	23	24	—	26	27	0,102	—
—	23	24	—	26	27	0,00	—
—	23	24	—	26	27	0,00	0,285
—	23	24	—	26	27	0,00	0,077
—	23	24	—	26	27	0,00	0,022
—	23	24	—	26	27	0,00	0,00
22	—	—	25	—	—	0,00	—
22	—	—	25	—	—	0,00	—
—	23	24	—	26	27	0,00	—

При переходе на 28-ю позицию размыкаются контакторные элементы контроллера Э5, Э11, Э12, Э13, Э14, Э16, Э17, Э18, Э19, Э20, Э21, Э22, Э23 и замыкаются контакторные элементы Э4 и Э24.

Размыкание контакторного элемента Э5 приводит к прекращению питания сигнальных ламп реле пониженного напряжения. Размыкание контакторных элементов Э5 и Э23 прерывает цепь проводов К27 и К29 и соединённых с ними катушек вентилей реостатных контакторов. Цепь земли этих катушек прервана контакторными элементами Э11-Э22.



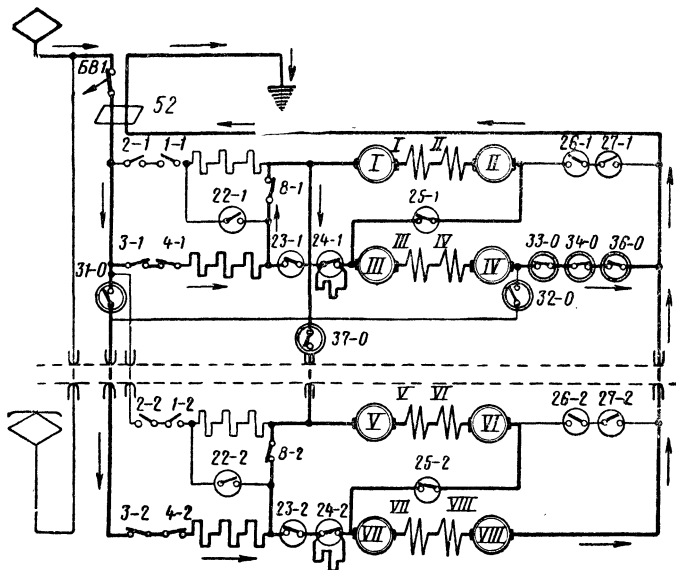
Фиг. 64. 2-е переходное положение на 28-ю позицию

В результате выключается одиннадцать реостатных контакторов, которые ранее закорачивали все секции пускового сопротивления. На 1-м переходном положении в цепь последовательно-параллельно соединённых тяговых двигателей вводятся только секции сопротивления $P1-P2$, $P2-P3$, $P3-P4$ и $P23-P24$, $P24-P25$, $P25-P26$. Секции $P5-P6$, $P6-P7$, $P7-P8$ и $P27-P28$, $P28-P29$, $P29-P30$ закорочены соответственно контакторами 8-1 и 8-2.

Пусковое сопротивление на 1-м переходном положении составляет 3,98 ом. Введение в цепь этого сопротивления вызывает уменьшение тока всех двигателей и их силы тяги.

Замыкание на 28-й позиции контакторного элемента контроллера Э4 создаёт цепь питания катушек вентилей первого и второго групповых контакторов КСП I и КСП III. Ток проходит по пути: провод

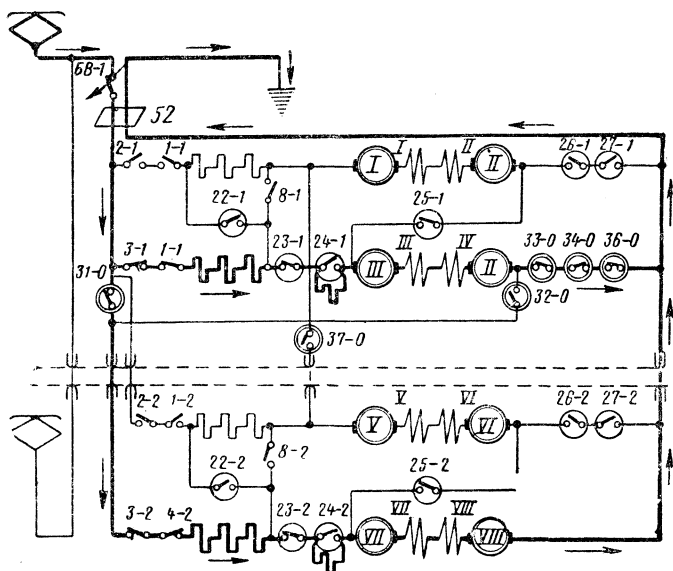
Э4, блокировка контактора аварийного режима 0-1, провод НЗ4, блокировка контактора 8-1, провод К5, блокировка контактора аварийного режима 0-2, провод Н26, блокировка контактора 8-2, провод Н21, катушки вентилей групповых контакторов, земля. Несмотря на возбуждение катушек вентилей, первый и второй групповые контакторы, как и нулевой групповой контактор при переходе с 16-й на 17-ю позицию, начинают переключаться после небольшой выдержки времени. За счёт этого фиксируется 1-е переходное положение процесса переключения тяговых двигателей с последовательно-параллельного на параллельное соединение.



Фиг. 65. 3-е переходное положение на 28-ю позицию

В начале вращения валов групповых контакторов КСП I и КСП II на 2-м переходном положении (фиг. 64) размыкаются контакторные элементы 22-1 и 22-2. За счёт этого группы пусковых сопротивлений $P5-P8$ и $P27-P30$ готовятся к подключению в конце процесса пересоединения тяговых двигателей. Далее замыкаются контакторные элементы 23-1 и 23-2, которые шунтируют тяговые двигатели I—II и V—VI на специально предусмотренные для этого сопротивления $P81-P82$ и $P83-P84$ (по 2,01 ом каждое). Это сопровождается некоторым увеличением тока тяговых двигателей III—IV и VII—VIII и силы тяги их осей. Токи в шунтированных I—II, V—VI тяговых двигателях вызваны теперь их противоэлектродвижущими силами и зависят от внутренних сопротивлений обмоток и падения напряжения в шунтирующих сопротивлениях. Эти

токи быстро спадают, меняют своё направление и, снова уменьшаясь (по абсолютному значению) за счёт размагничивания двигателей, стремятся к нулю. Кратковременно, когда по тяговым двигателям $I-II$ и $V-VI$ протекает ток обратного направления, они работают в режиме реостатного торможения. Шунтирующие сопротивления $P81-P82$ и $P83-P84$ несколько уменьшают величину генераторного тока и тормозной силы, создавая этим большую плавность изменения силы тяги электровоза при переключении тяговых двигателей. На фиг. 65 приведена схема, поясняющая прохождение тока на 3-м переходном положении.



Фиг. 66. 4-е переходное положение на 28-ю позицию

При дальнейшем вращении валов групповых контакторов на 4-м переходном положении выключаются контакторные элементы 25-1 и 25-2, которые разрывают зашунтированные цепи тяговых двигателей $I-II$ и $V-VI$ (см. схему на фиг. 66).

Далее, в процессе вращении валов групповых контакторов замыкаются контакторные элементы 24-1, 26-1, 27-1, 24-2, 26-2 и 27-2. Контактные элементы 24-1 и 24-2 замыкают сопротивления $P81-P82$ и $P83-P84$ в цепях $III-IV$ и $VII-VIII$ тяговых двигателей, а контакторные элементы 26-1, 27-1, 26-2 и 27-2 соединяют с землёй обмотки II и VI якорей. Осуществляется 5-е переходное положение, на котором образуются самостоятельные параллельные цепи $I-II$ и $V-VI$ тяговых двигателей. Эти двигатели на 3-м и 4-м переходных положениях не принимали участия в создании силы тяги электровоза.

Путь тока на 5-м переходном положении показан на схеме фиг. 67.

В конце поворачивания валов первого и второго групповых контакторов замыкается ряд их блокировок, в том числе блокировки *КСП-I* и *КСП-II* в цепях проводов *КЗ-Н225* и *КЗ-Н226*. Первая из них замыкает цепь тока катушки вентиля сдвоенных контакторов *1-1* и *2-1*, а вторая — *1-2* и *2-2*. Эти контакторы замыкаются и отдельно подсоединяют группы пусковых сопротивлений *P5-P8* и *P27-P30* параллельно ранее включённым. Общее пусковое сопротивление уменьшается до $1,463\text{ ом}$.

На этом заканчивается образование 28-й позиции параллельного соединения тяговых двигателей (см. схему на фиг. 68).

С целью подготовки схемы цепи управления к следующим позициям в конце пересоединения тяговых двигателей на параллельное соединение за счёт замыкания блокировок групповых контакторов в цепях проводов *Э4-К29*, *К16-К17* и *К17-Н12* подаётся напряжение от провода *Э4* к проводам *К29* и *К27*, с которыми соединены катушки вентилях всех реостатных контакторов. Одновременно от провода *Э4* восстанавливается питание сигнальных ламп реле пониженного напряжения. Эти лампы, как можно заметить, гаснут в начале и загораются в конце переключения тяговых двигателей, указывая машинисту на правильную работу аппаратов и схемы.

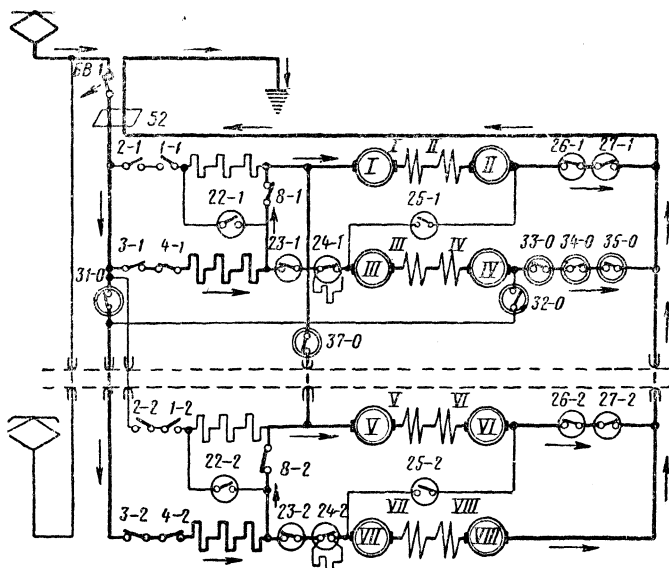
Возбуждение на 28-й позиции от провода *Э24* катушек *возврат* реле перегрузок и реле максимального напряжения производится с целью восстановления их в случае срабатывания на позициях 28-37.

Позиции с 29-й по 37-ю. На 29-й позиции контроллера замыкается контакторный элемент в цепи провода *Э12*, который создаёт цепь земли катушки вентиля контактора *6-1*. Этот контактор закорачивая секцию реостата *P1-P2* (5 ом) уменьшает общее пусковое сопротивление до $0,986\text{ ом}$.

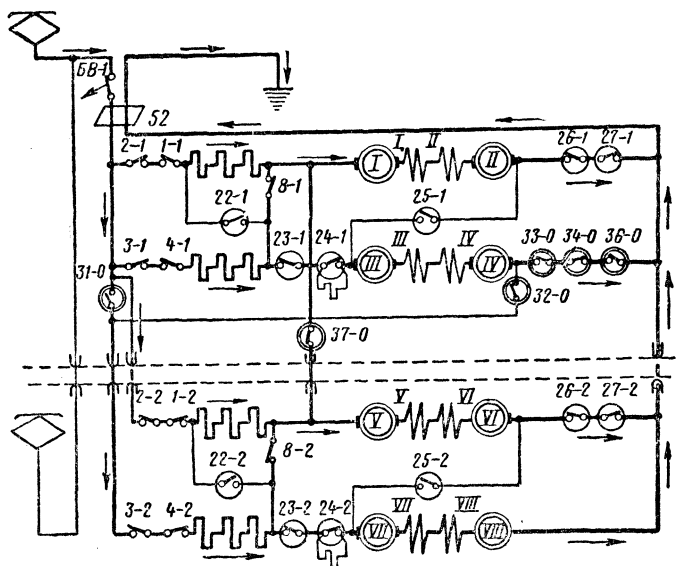
На следующих позициях происходит закорачивание секций реостата и соединение их в параллельные цепи, что приводит к дальнейшему уменьшению пускового сопротивления (см. табл. 7).

Следует пояснить назначение блокировок контакторов *12-2*, *5-2* и *8-2* в цепи проводов *Э11-Э16*.

На позиции *34-й* в результате подачи земли на провод *Э16* включается контактор *12-2*, блокировка которого в цепи проводов *Э11-Н220* создаёт второй путь земли для катушки вентиля контактора *6-2*. Поэтому на следующей *35-й* позиции размыкание контакторного элемента *Э11*, прерывающего первую цепь земли катушки вентиля контактора *6-2*, не приводит к его выключению. Этот контактор выключается лишь в результате размыкания контакторного элемента *Э18* после того, когда выключится контактор *5-2* и своей блокировкой в цепи проводов *Н220-Н25* прервёт вторую цепь земли катушки вентиля контактора *6-2*. Таким образом, при переходе с *34-й* на *35-ю* позицию контактор *6-2* выключается



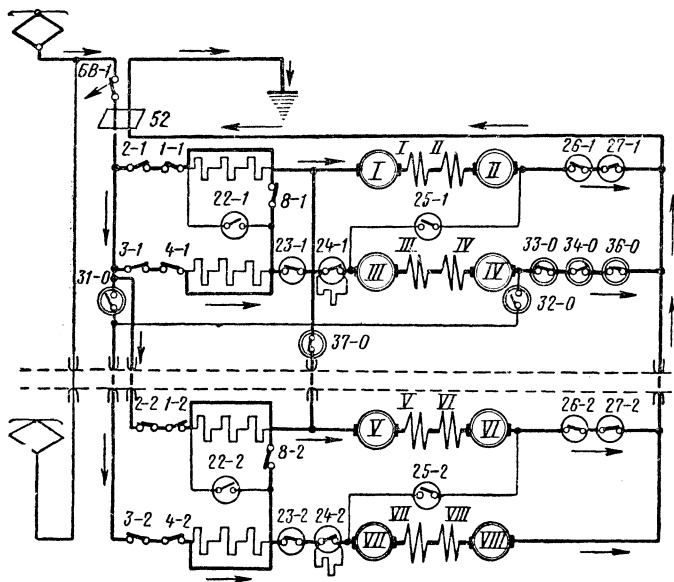
Фиг. 67. 5-е переходное положение на 28-ю позицию



Фиг. 68. 28-я позиция в силовой схеме

только после включения контактора 5-2. Это сделано для того чтобы в случае замедленного включения контактора 5-2 не могло бы произойти временного увеличения пускового сопротивления за счёт введения в его параллельную цепь секции *P23-P24* (при выключении контактора 6-2 до включения контактора 5-2).

На 37-й позиции (см. схему на фиг. 69) закорочены все секции пускового сопротивления. Напряжение на зажимах каждого тягового двигателя равно номинальному 1 500 в.



Фиг. 69. 37-я позиция в силовой схеме

В табл. 9 приведён порядок включения и выключения индивидуальных контакторов. Этой таблицей удобно пользоваться при проверке схемы электровоза.

Ослабление поля тяговых двигателей. На ходовых позициях 16, 27 и 37-й могут быть осуществлены четыре ступени ослабления поля 75, 55, 43 и 36%. При установке тормозной рукоятки (от себя) на позицию, соответствующую первой ступени ослабления поля (ОП1), замыкается контакторный элемент в цепи провода Э31. От этого провода, получившего напряжение, через блокировки отключателей тяговых двигателей ОМ1 и ОМ2 возбуждаются катушки вентилей сдвоенных контакторов: в первой половине кузова 13-1 и 213-1 и во второй—13-2 и 213-2. Эти контакторы подключают соединённые последовательно сопротивления шунтировки поля и обмотку индуктивного шунта параллельно обмоткам возбуждения каждой пары тяговых двигателей.

**Включение и выключение индивидуальных контакторов
на электровозах Н8 (от № 002 до № 007)**

№ позиций	Включаются контакторы		Выключаются контакторы	
	в I половине электровоза	во II половине электровоза	в I половине электровоза	во II половине электровоза
1	3-1; 4-1	3-2; 4-2	—	—
2	—	6-2	—	—
3	6-1	—	—	—
4	11-1	—	—	—
5	—	11-2	—	—
6	12-1	—	—	—
7	—	12-2	—	—
8	5-1	—	11-1	—
9	—	5-2	—	—
10	10-1	—	6-1	6-2
11	7-1	—	—	—
12	—	10-2	—	—
13	11-1	—	—	12-2
14	6-1	—	12-1	—
15	—	7-2	5-1	—
16	5-1; 8-1	6-2	—	—
17	—	—	5-1; 7-1; 8-1; 10-1; 11-1	5-2; 7-2; 10-2
18	11-1	—	—	—
19	12-1	—	—	—
20	—	12-2	—	—
21	5-1	—	11-1	—
22	10-1	—	—	11-2
23	—	5-2	6-1	—
24	7-1	10-2	—	6-2
25	11-1	—	—	—
26	—	6-2; 7-2	12-1	—
27	6-1; 8-1	8-2; 11-2	—	—
28	1-1; 2-1	1-2; 2-2	5-1; 6-1; 7-1; 10-1; 11-1	5-2; 6-2; 7-2; 10-2; 11-2; 12-2
29	6-1	—	—	—
30	11-1	—	—	—
31	—	11-2	—	—
32	—	6-2	—	—
33	5-1; 12-1	—	—	—
34	—	12-2	6-1; 11-1	—
35	10-1	5-2	—	6-2; 11-2
36	7-1	7-2; 10-2	—	—
37	6-1; 11-1	6-2; 11-2	—	—

Примечания. 1. На 16-й позиции замкнуты контакторы: 3-1, 4-1, 5-1, 6-1, 7-1, 8-1, 10-1, 11-1, 3-2, 4-2, 5-2, 6-2, 7-2, 10-2, 11-2.

2. На 27-й позиции замкнуты контакторы: 3-1, 4-1, 5-1, 6-1, 7-1, 8-1, 10-1, 11-1, 3-2, 4-2, 5-2, 6-2, 7-2, 8-2, 10-2, 11-2, 12-2.

3. На 37-й позиции замкнуты контакторы: 1-1, 2-1, 3-1, 4-1, 5-1, 6-1, 7-1, 8-1, 10-1, 11-1, 12-1, 1-2, 2-2, 3-2, 4-2, 5-2, 6-2, 7-2, 8-2, 10-2, 11-2, 12-2.

2-я, 3-я и 4-я ступени ослабления поля (ОП2, ОП3 и ОП4) осуществляются путём уменьшения шунтирующих сопротивлений.

Обратное передвижение главной рукоятки контроллера. Разное время включения индивидуальных и групповых контакторов требует введения в схему управления специальных блокировок, обеспечивающих при обратном передвижении рукоятки контроллера соблюдения строго обратного порядка замыкания и размыкания контакторов.

При перемещении рукоятки контроллера от 37-й до 28-й позиции в силу того, что при этом работают только индивидуальные контакторы, таких блокировок не требуется.

При переходе с 28-й на 27-ю позицию сначала должны установиться в положение последовательно-параллельного соединения первый и второй групповые контакторы, а затем включиться индивидуальные контакторы. Для обеспечения этой последовательности в схеме предусмотрены блокировки: первого группового контактора КСП-С-СП в цепи проводов Н11-К19 и второго группового контактора КСПII-С-СП в цепи проводов К19-К18 и Э23-К29. Эти блокировки обеспечивают замыкание цепи тока катушек вентилях индивидуальных реостатных контакторов (от проводов Э5 и Э23) только после того, когда с помощью групповых контакторов закончится переключение тяговых двигателей на последовательно-параллельное соединение.

При отсутствии в схеме указанных блокировок индивидуальные контакторы включились бы до переключения групповых контакторов, т. е. тогда, когда тяговые двигатели были ещё соединены параллельно и на некоторое время образовалась бы 37-я позиция. Это сопровождалось бы недопустимыми бросками тока двигателей и силы тяги электровоза.

Для предотвращения разрыва цепи тяговых двигателей I—II и V—VI контакторами 8-1 и 8-2 при переходе с 28-й на 26-ю или нижестоящие позиции, минуя позицию 27-ю, в цепи катушек вентилях этих контакторов предусмотрены параллельно соединённые блокировки групповых контакторов КСП-П и КСПII-П. Эти блокировки дают возможность выключиться контакторам 8-1 и 8-2 только после того, когда в процессе переключения тяговых двигателей включатся контакторные элементы групповых контакторов 22-1 и 22-2.

При переходе с 17-й на 16-ю позицию задержку включения индивидуальных контакторов до окончания переключения тяговых двигателей на последовательное соединение осуществляет блокировка нулевого группового контактора КСП0-С в цепи проводов Э6-Н11.

При быстром сбрасывании рукоятки контроллера с позиций 37—28 на позиции 16—1 для задержки переключения нулевого группового контактора до того, как первый и второй групповые контакторы станут в положение последовательно-параллельного соединения, в схеме предусмотрена блокировка контактора 8-2 в цепи проводов Э8-Э7. Она соединяет находящийся под напря-

жением с 1-й по 37-ю позицию провод Э8 с катушками вентиля нулевого группового контактора. При этом катушка вентиля контактора 8-2 питается от того же провода Э8 через параллельно соединённые блокировки КСПИ-П и КСПИИ-П, которые размыкаются в конце переключения первого и второго групповых контакторов в положение последовательно-параллельного соединения двигателей.

Действие защиты при тяговом режиме. При коротких замыканиях в цепи тяговых двигателей и пусковых сопротивлений действует быстродействующая защита. Если ток короткого замыкания превосходит ток уставки быстродействующего выключателя (2 500 а), то последний отключается непосредственно за счёт встречного магнитного потока размагничивающего витка. Если ток короткого замыкания меньше тока уставки быстродействующего выключателя, то его отключение вызывается дифференциальным реле. Блокировка 52 этого реле в цепи проводов Н65-Н66 прерывает питание удерживающей катушки БВ1.

На параллельном соединении при равномерной перегрузке всех цепей тяговых двигателей током, превышающем уставку быстродействующего выключателя, он отключается за счёт действия размагничивающего витка.

При случайной перегрузке одной из параллельных цепей тяговых двигателей током, превышающим уставку реле перегрузки РП-406А (625 а), размыкаются блокировки одного из этих реле (65-1, 66-1, 65-2, 66-2), в результате чего снимается напряжение с провода К27, выключаются реостатные контакторы 11-1, 12-1, 12-2, 5-2, 10-1, 7-1, 10-2, 7-2 и в цепь тяговых двигателей вводится часть пусковых сопротивлений. Одновременно в цепи проводов Э48-Э61 замыкается другая блокировка реле перегрузки. За счёт этого от провода Э61 получают питание сигнальные лампы и катушки звуковых сигналов 530 и 531, указывающие на перегрузку тяговых двигателей.

Пользуясь обозначениями секций сопротивлений, указанными на фиг. 56, схемы их соединения после срабатывания реле перегрузки можно представить в следующем виде:

а) на 37-й позиции при параллельном соединении

$$(a + b + e) \parallel e \parallel (n + k) \parallel (m + n); \quad r_{\sigma} = 0,44 \text{ ом};$$

б) на 27-й позиции при последовательно-параллельном соединении

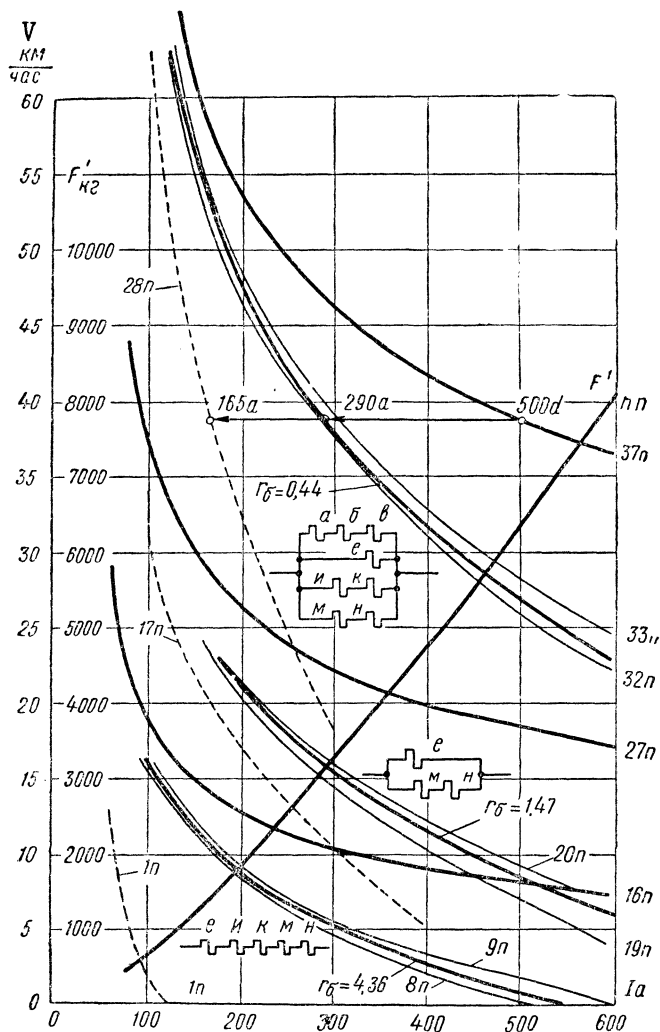
$$e \parallel (m + n); \quad r_{\sigma} = 1,47 \text{ ом};$$

в) на 16-й позиции при последовательном соединении

$$(e + u + k) + (m + n); \quad r_{\sigma} = 4,36 \text{ ом}.$$

При введении части пускового сопротивления в цепь тяговых двигателей прекращается их перегрузка, причём ток двигателей уменьшается до некоторого значения, зависящего от положения рукояток контроллера, первоначального тока и от величины сопротивления, которое играет как бы роль буфера. Благодаря этому указанная защита двигателей от токовой перегрузки получила название буферной.

На фиг. 70 приведены электромеханические характеристики (при полном поле), поясняющие действие буферной защиты.



Фиг. 70. Электромеханические характеристики, поясняющие действие буферной защиты

Предположим, что буферная защита сработала на 37-й позиции, когда ток в цепи двигателей, не имеющих перегрузки, был равен 500 а, а скорость движения электровоза — 38,8 км/час. При срабатывании этой защиты на параллельном соединении в цепь тяговых двигателей вводится буферное сопротивление $r_b = 0,44$ ом. Харак-

теристика скорости, соответствующая этому сопротивлению, проходит между характеристиками скорости 32-й и 33-й позиций. Ток тягового двигателя при введённом буферном сопротивлении и скорости 38,8 км/час, как видно из кривых фиг. 70, уменьшится до 290 а.

Для восстановления буферной защиты машинист обязан пере-ставить главную рукоятку контроллера на первую позицию дан-ного соединения тяговых двигателей (в нашем примере на 28-ю позицию). При этом ток двигателей уменьшится до 165 а.

При срабатывании буферной защиты, а также при её восстано-влении уменьшение тока двигателей приводит к уменьшению силы тяги электровоза, что можно проследить по характеристике силы тяги, приведённой на фиг. 70 для одной оси электровоза. На 28-й позиции от провода Э24 получают питание катушки *возврат* реле перегрузок 65-1, 66-1, 65-2, 66-2 и реле максимального напряжения 64. Разомкнувшаяся при срабатывании буферной защиты блоки-ровка одного из реле перегрузок замыкается и восстанавливает подачу напряжения на провод К27 к катушкам вентилей реостатных контакторов. Одновременно другая блокировка реле перегрузки (в цепи проводов Э48-Э61) размыкается, в результате чего гаснут сигнальные лампы буферной защиты и прекращается действие звуковых сигналов 530 и 531.

Далее при передвижении рукоятки контроллера к 37-й позиции схема электровоза действует в обычном порядке.

Таким образом, буферная защита имеет целью устранить токо-вую перегрузку двигателей без выключения быстродействующего выключателя и без полной потери силы тяги электровоза.

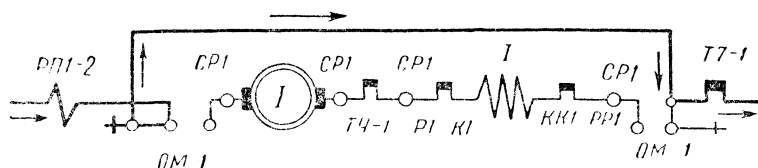
При боксовании какой-либо оси электровоза повышается напря-жение на данном тяговом двигателе и срабатывает соответствующее реле боксования (см. схему на фиг. 46). Блокировка этого реле в цепи проводов К18-К37 создаёт цепь питания сигнальным лампам, которые указывают машинисту на нарушение сцепления колёс с рельсами. Промежуточное реле 460, катушка которого получает питание вместе с сигнальными лампами, на тяговом режиме не используется.

Аварийный режим. Для отключения какого-либо тягового дви-гателя надо переставить в нижнее положение ножи отключателя двигателей, имеющие соответствующую нумерацию.

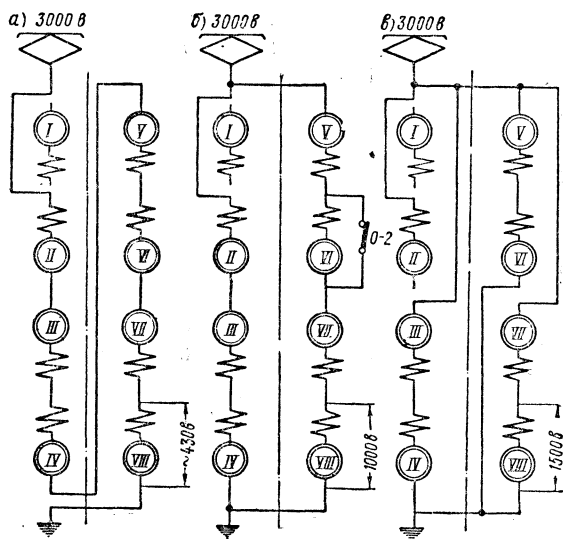
Допустим, что неисправен тяговый двигатель (или колёсная пара) 1-й оси. В этом случае необходимо переставить в нижнее положение сначала нож ОМ1-2, а затем пару ножей ОМ1.

С 1-й по 16-ю позицию действие схемы цепи управления не изме-няется. Рассматривая силовую схему, можно проследить, что на этих позициях будут последовательно соединены семь тяговых двигателей. На фиг. 71 показан элемент схемы, поясняющий отклю-чение неисправного двигателя. На 16-й позиции (фиг. 72,а) при напряжении в контактной сети 3 000 в напряжение на зажимах каждого работающего двигателя будет около 430 в.

При переходе с 16-й на 17-ю позицию после поворачивания вала нулевого группового контактора в положение последовательно-параллельного соединения тяговых двигателей образуется следующая цепь тока: контакторный элемент контроллера Э23, блокировка нулевого группового контактора КСП0-СП-П, провод Н20,



Фиг. 71. Обходной путь тока отключённого тягового двигателя при аварийном режиме



Фиг. 72. Схемы соединений тяговых двигателей при аварийном режиме (пример отключённого I тягового двигателя):

а — последовательное; б — последовательно-параллельное; в — параллельное

блокировка отключателя двигателей ОМ1, провод К11, блокировка отключателя двигателей ОМ2, провод Н21, катушка вентиля контактора аварийного режима 0-2, провод Н221, блокировка второго группового контактора КСП2-С-СП, земля. Включается контактор 0-2, который закорачивает VI тяговый двигатель. В результате этого в каждой параллельной цепи будет равное количество тяговых двигателей: в одной из них II, III и IV, а в другой

V, VII и VIII. С 17-й по 27-ю позицию схема управления действует как и при нормальном режиме.

На фиг. 72,б приведена схема соединения тяговых двигателей на *27-й* позиции при аварийном режиме. В начале перехода с *27-й* на *28-ю* позицию прекращение питания провода *Э23* приводит к выключению контактора *0-2*, который вводит тяговый двигатель *VI* в цепь *V, VII и VIII* двигателей.

Одновременно замкнувшаяся блокировка контактора *0-2* (в цепи проводов *K5-H26*) создаёт цепь питания катушек вентилей первого и второго групповых контакторов от провода *Э4*. Эта блокировка контактора *0-2* предотвращает возможность попадания двигателя *V* под увеличенное напряжение при закороченном двигателе *VI* и переходе групповых контакторов в положение параллельного соединения.

На позициях параллельного соединения цепь двигателя *II* разомкнута со стороны земли ножом отключателя двигателей *ОМ1-2*.

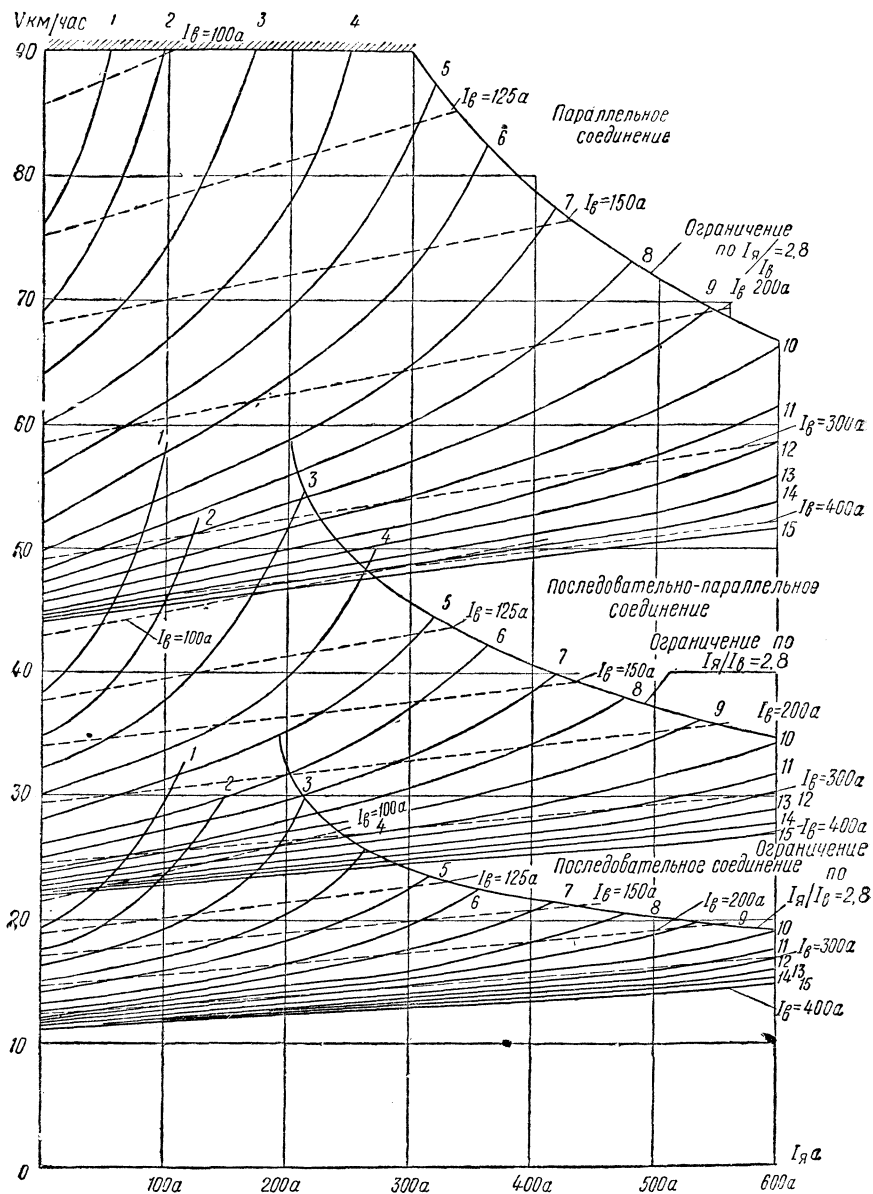
С *28-й по 37-ю* позицию схема цепи управления действует так же, как и при нормальном режиме. На фиг. 72, в приведена схема соединения двигателей на *37-й* позиции.

При переходе с *27-й* на *28-ю* позицию в случае отключения двигателей *III* или *IV* шунтируются на сопротивление *P81-P82* соответственно двигатели *IV* или *III*, а не двигатели *I* и *II*, как это имеет место при обычном режиме. Сделано это для того, чтобы предотвратить ненормальное повышение напряжения на нешунтируемых двигателях. Аналогичное изменение схемы при аварийном режиме предусмотрено при отключении двигателей *VII* и *VIII*.

Применение ослабленного поля при аварийном режиме не допускается. (В цепи провода *Э31* имеются блокировки отключателей двигателей *ОМ1* и *ОМII*). Для того чтобы иметь возможность применять ослабление поля на аварийном режиме, необходимо для обмотки возбуждения каждого тягового двигателя предусмотреть самостоятельные шунтирующие цепи. Это требует увеличения количества контакторов шунтировки поля в 2 раза, что нельзя признать целесообразным.

Для обеспечения правильной последовательности замыкания и размыкания контакторов во время обратного перехода с *28-й* на *27-ю* позицию в цепи катушек вентилей контакторов аварийного режима *0-1* и *0-2* введены блокировки *КСПИ-С-СП* и *КСПИ-С-СП* (в проводах *H20-H222* и *H221-земля*). Эти блокировки предусмотрены для предотвращения ненормального повышения напряжения на двигателях *I* или *V*, которое имело бы место при закорачивании двигателей *II* или *VI* до переключения первого и второго групповых контакторов в положение последовательно-параллельного соединения.

Из рассмотрения аварийной схемы видно, что она допускает работу электровоза при одном и большем количестве отключённых тяговых двигателей. Однако не рекомендуется применять езду при



Фиг. 73. Токовые характеристики рекуперативного торможения при напряжении в контактной сети 3300 в

отключении более двух двигателей, так как это может привести к недопустимым повышением напряжения (до 3 000 в) на коллекторах и перегрузкам.

Рекуперативное торможение. Перед тем как применять рекуперативное торможение, необходимо запустить двигатели преобразователей. После этого следует установить реверсивно-селективную рукоятку в положение, соответствующее необходимому соединению тяговых двигателей. При скоростях 45—90 км/час применяется параллельное соединение; при 23—50 км/час — последовательно-параллельное и при скорости 12—30 км/час — последовательное соединение тяговых двигателей*.

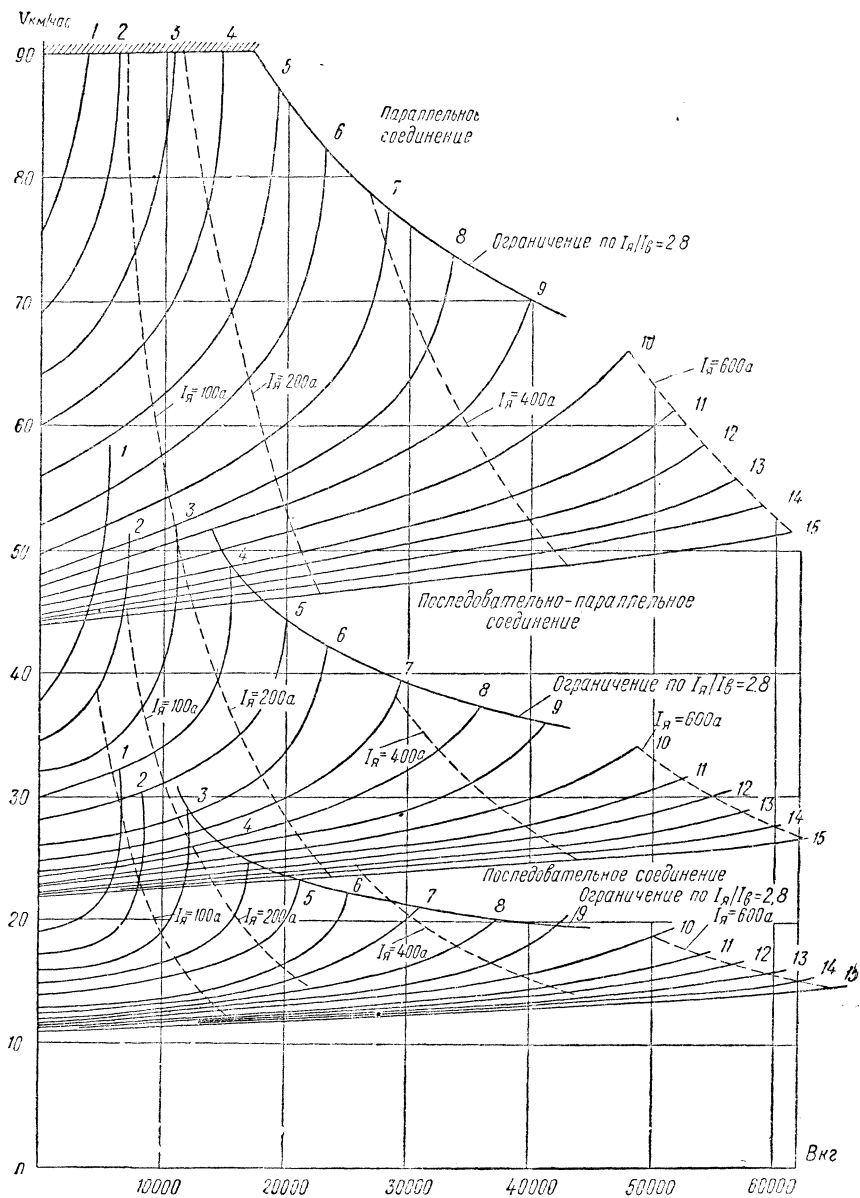
Токовая и тормозная характеристики восьмиосного электровоза при рекуперативном режиме и напряжении в контактной сети 3 300 в приведены на фиг. 73 и 74.

Рекуперативное торможение при параллельном соединении тяговых двигателей. При установке реверсивно-селективной рукоятки из положения *вперёд М* в положение *вперёд П* замыкаются контакторные элементы контроллера машиниста *Н1 (Н2)*, *Э7*, *Э8*, *Э4* и *Э10* и размыкаются *Э3* и *Э6*; контакторный элемент *Э1(Э2)* остаётся замкнутым. От провода *Н1 (Н2)*, идущего от выключателя управления, получают напряжение провода *Э7*, *Э8*, *Э4* и *Э10*. От провода *Э7* образуется цепь тока катушек вентиля нулевого группового контактора, а от провода *Э10* — катушки вентиля контактора 8-2. После переключения тяговых двигателей на последовательно-параллельное соединение от провода *Э10* через блокировку *КСП0-СП-П* получает питание катушка вентиля контактора 8-1. Замкнувшиеся блокировки контакторов 8-2 и 8-1 создают цепь тока катушкам вентиля первого и второго групповых контакторов от провода *Э4*. Тяговые двигатели переключаются на параллельное соединение.

Следует заметить, что размыкание контакторного элемента *Э3* преследует цель заранее прервать цепь питания катушек вентиля тягового режима *ТК1-М* и *ТК11-М* тормозных переключателей.

После установки реверсивно-селективной рукоятки в положение *вперёд П* необходимо поставить тормозную рукоятку из нулевой в подготовительную позицию *02*. При этом подготавливается подача напряжения на провод *Э30*, получает питание провод *Э28* и соединяются с землёй провода *Э27* и *Э26*. Одновременно за счёт размыкания контакторного элемента *без номера* (четвёртого снизу) заранее прерывается цепь земли провода *Э0*. Образуется следующая цепь тока: провод *Э4*, блокировки *0-1*, *8-1*, *0-2* и *8-2*, провод *К16* (по этому пути уже питаются катушки вентиля групповых контакторов *КСП1* и *КСП11*), блокировки групповых контакторов *КСП11-П*, *КСП1-П*, *КСП0-СП-П*, провод *К18*, параллельно соединённые катушки вентиля тормозного

* Диапазон скоростей рекуперативного торможения зависит от величины напряжения в контактной сети.



Фиг. 74. Рекуперативные тормозные характеристики при напряжении в контактной сети 3300 в

режима *TKI-T* и *TKII-T* тормозных переключателей, провод *K20*, блокировки отключателей двигателей *OMI* и *OMII*, провод *Э26*, контакторный элемент тормозного вала контроллера, земля. Тормозные переключатели устанавливаются в положение тормозного режима, образуя для тяговых двигателей каждой половины электровоза самостоятельные схемы независимого возбуждения обмоток главных полюсов от генераторов преобразователей (возбудителей). Одновременно все блокировки тормозных переключателей с индексами *M* размыкаются, а с индексом *T* замыкаются. В результате замыкания блокировки *TKII-T* в проводах *Э28-K30* возбуждаются катушки *возврат* реле перегрузок *65-1*, *66-1*, *65-2*, *66-2* и реле максимального напряжения *64*. Разомкнувшаяся блокировка *TKI-M* в проводах *Э48-H65* вводит в цепь удерживающей катушки быстродействующего выключателя главной цепи *BB1* следующие замкнутые блокировки: быстродействующего выключателя вспомогательной цепи *BB2*, автоматического выключателя управления *113* (установленного на воздухопроводе, идущем к тормозным цилиндрам второй половины электровоза), электромагнитных контакторов *40-2* и *40-1* и автоматического выключателя управления *89*, установленного на воздухопроводе, идущем к тормозным цилиндрам первой половины электровоза.

Дальше главная рукоятка контроллера машиниста должна быть установлена на *1-ю* позицию. В результате этого образуется цепь тока: провод *H1(H2)*, одноимённый контакторный элемент главного вала контроллера; контакторный элемент тормозного вала контроллера в цепи провода *Э30*, блокировки тормозных переключателей *TKII-T* и *TKI-T*, провод *H35*, блокировка быстродействующего выключателя *BB1*, провод *H36*, параллельно соединённые катушки: электромагнитного контактора *74* (низковольтного) и промежуточных реле *102* и *103*, земля. Контактор *74* замыкает цепь тока обмоток независимого возбуждения генераторов преобразователей. Путь прохождения тока следующий: провод *Э27*, сопротивление реостата *r1-r14*, провод *Э46*, секция реостата *r14-r15*, провод *H32*, контактор *74*, провод *H33*, обмотка независимого возбуждения генератора первого преобразователя, провод *K33*, обмотка независимого возбуждения генератора второго преобразователя, земля. Одновременно замкнувшаяся блокировка контактора *74* создаёт следующую цепь питания катушки вентиля контактора *3-1*: провод *K18* (получающий напряжение от провода *Э4*), блокировка контактора *74*, провод *H4*, блокировка быстродействующего выключателя *BB1*, провод *K3*, катушка вентиля контактора *3-1*, земля. Контактор *3-1* включается, подсоединяя через добавочное сопротивление *P76-P75* сетевую катушку реле рекуперации *62* к напряжению контактной сети. Его блокировка *62* отсоединяет провод *H5* от провода *Э25*.

В результате прохождения тока по обмоткам независимого возбуждения появляется магнитный поток и электродвижущая сила генераторов преобразователей. Это вызывает ток в обмотках воз-

буждения тяговых двигателей, что можно наблюдать по амперметрам 69-1 и 69-2. У тяговых двигателей также появляется магнитный поток и электродвижущая сила, что возбуждает двигательную катушку реле рекуперации 62 через группу пускового сопротивления $P4-P1$ и добавочное сопротивление $P73-P74$. Если схема рекуперативного торможения собирается при достаточно большой скорости и разность между электродвижущей силой двигателей и напряжением в контактной сети незначительна (от +100 до -100 в), то за счёт уменьшения результирующих ампервитков сетевой и двигательной катушек реле рекуперации блокировка 62 вновь замкнётся. Однако пока тормозная рукоятка контроллера находится на позиции 02, рекуперативное торможение ещё не начнёт действовать.

Следует заметить, что одновременно включившиеся промежуточные реле 102 и 103 своими блокировками соединяют провода Э11-Э14 и Э19-Э22 с проводом Н31, подготавливая цепь земли катушек вентилей контакторов 6-2, 6-1, 1-11, 11-2, 10-1, 7-1, 10-2 и 7-2.

После перевода тормозной рукоятки контроллера с позиции 02 на позицию 1 включается контакторный элемент Э25, через который, в случае замкнутой блокировки реле рекуперации 62, образуется цепь земли катушки вентиля контактора 4-1 и катушек вентилей сдвоенных контакторов 3-2, 4-2, 1-1, 2-1 и 1-2, 2-2. Замкнувшиеся блокировки контактора 4-1 в проводах Н31, земля и Н30-К27 приводят к включению контакторов 6-2, 6-1, 11-1, 11-2, 10-1, 7-1, 10-2 и 7-2.

Таким образом, тяговые двигатели подключаются к напряжению контактной сети и закорачиваются все секции пусковых сопротивлений.

На 1-й позиции тормозной рукоятки размыкается контакторный элемент Э28 и прерывается цепь питания катушек *возврат* реле перегрузок и реле максимального напряжения.

Если якорь реле рекуперации 62 притянут под действием превалярующих ампервитков сетевой катушки, то замыкание контакторного элемента Э25 на 1-й позиции тормозного контроллера не приводит к сбору схемы рекуперативного торможения.

Для того чтобы собралась схема рекуперативного торможения, необходимо постепенно передвигать тормозную рукоятку на 2-ю, 3-ю и следующие позиции.

На 2-й позиции замыкается контакторный элемент Э33, которым закорачивается секция сопротивления $r1-r2$ (2,35 ом) в цепи обмоток независимого возбуждения генераторов преобразователей. За счёт возрастания тока в этих обмотках увеличивается магнитный поток и электродвижущая сила генераторов преобразователей. Это приводит к возрастанию тока в обмотках возбуждения тяговых двигателей, а следовательно, и к увеличению их магнитного потока и наведённой электродвижущей силы. В результате возрастает ток в двигательной катушке реле рекуперации 62 и увеличиваются её

ампервитки, действующие, как указывалось, против ампервитков сетевой катушки.

На 3-й позиции через контакторный элемент Э29 блокировки первого тормозного переключателя ТК1-Т и быстродействующего выключателя БВ1 возбуждаются катушки вентилей электрического торможения 122 и 123. Кроме этого, контакторным элементом Э34 закорачивается секция сопротивления $r2-r3$ (2,12 ом) и в результате также увеличиваются электродвижущая сила тяговых двигателей и ампервитки сетевой катушки реле рекуперации 62. Принципиально то же самое происходит и на последующих позициях тормозного контроллера. При высокой скорости движения поезда схема рекуперативного торможения собирается на начальных позициях контроллера. Если же скорость невелика (например около 50 км/час), то схема собирается на одной из последних позиций тормозного контроллера.

При сборе схемы рекуперативного торможения во всех случаях устанавливается вначале небольшой тормозной или тяговый ток (до 50 — 100 а). Направление этого тока в якорях зависит от того, что было больше в момент включения реле рекуперации: электродвижущая сила тяговых двигателей или напряжение в контактной сети.

При дальнейшем передвижении рукоятки тормозного контроллера на вышестоящие позиции электродвижущая сила тяговых двигателей продолжает увеличиваться. За счёт этого растут ток рекуперации и тормозная сила.

При неизменном напряжении в контактной сети на каждой позиции контроллера данному значению скорости соответствуют определённые величины рекуперативного тока и тормозной силы.

Например, на 7-й позиции параллельного соединения двигателей при скорости 70 км/час, как видно из данных фиг. 73 и 74, ток рекуперации составляет 360 а, а тормозная сила — 26 800 кг.

Машинист при управлении электровозом может выбрать такую позицию тормозного контроллера, на которой устанавливаются необходимые для ведения поезда ток рекуперации и тормозная сила. При этом для обеспечения нормальной коммутации тяговых двигателей ток рекуперации не должен превосходить тока возбуждения более чем в 2,8 раза. Для предотвращения юзования при неблагоприятных условиях сцепления и больших токах рекуперации машинист обязан приводить в действие песочницы, посыпая песок периодически на рельсы малыми порциями. Машинист также должен иметь в виду, что во избежание ненормально большого перегрева обмоток преобразователей нельзя допускать при рекуперативном торможении тока возбуждения тяговых двигателей 300 а дольше 40 мин или 400 а дольше 15 мин от момента холодного состояния этих обмоток.

Отметим одну особенность схемы цепи управления при рекуперативном торможении. При переходе с 5-й на 6-ю тормозную позицию замыкается контакторный элемент контроллера в цепи провода

Э37, от которого образуется следующая цепь тока: блокировка промежуточного реле 460 (катушка этого реле может получать питание от провода *K18* через одну из четырёх блокировок реле боксования), провод *H179*, блокировки реле перегрузок 65-1 и 66-1, провод *H181*, блокировка реле максимального напряжения 64, провод *H182*, катушка электромагнитного контактора 75 (низковольтного), провод *K15*, блокировки реле перегрузок 65-2 и 66-2, земля. Включающийся контактор 75 закорачивает секцию сопрствления *r14-r15* (0,3 ом) в цепи обмоток независимого возбуждения генераторов преобразователей. Блокировка контактора 75 в цепи проводов Э57-*K24* разрывает цепь питания катушки контактора 320. За счёт выключения этого контактора в цепь обмоток независимого возбуждения двигателей преобразователей вводятся параллельно соединённые сопротивления *P175-P176* и *P175-P177*; осуществляется ослабление поля и возрастание скорости этих двигателей; увеличивается электродвижущая сила генераторов преобразователей, в результате чего как и при переходе на другие вышестоящие тормозные позиции контроллера, возрастают токи возбуждения и рекуперации и зависящая от них тормозная сила электровоза.

Выключение рекуперативного тормоза должно производиться в следующем порядке: тормозная рукоятка постепенно передвигается на нижестоящие позиции, пока ток рекуперации не станет близким к нулю. После этого переставляются на нулевые позиции сначала главная, а затем тормозная рукоятки.

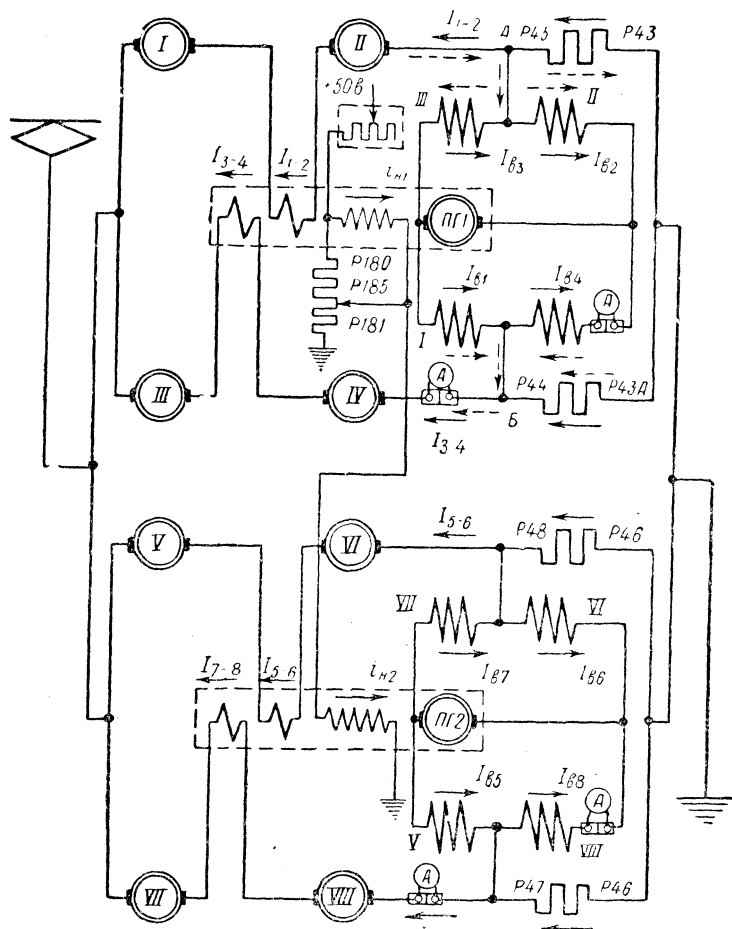
Особенности силовой схемы рекуперативного торможения при параллельном соединении тяговых двигателей. На фиг. 75 приведена упрощённая схема рекуперативного торможения при параллельном соединении тяговых двигателей. Обмотки возбуждения двигателей каждой половины электровоза питаются раздельно от своих генераторов преобразователей ПГ1 и ПГ2. Эти обмотки соединены по циклической (перекрёстной) схеме.

Например, в первой половине электровоза обмотки возбуждения II и III тяговых двигателей образуют одну параллельную ветвь, а обмотки возбуждения I и IV двигателей — другую параллельную ветвь. Легко заметить, что в каждую параллельную ветвь включены обмотки возбуждения тех двигателей, якоря которых находятся в различных цепях. В каждой параллельной цепи якорей двигателей находится уравнительное сопротивление (по 0,15 ом) и противокомпаундная обмотка генератора преобразователя. Магнитные потоки этих обмоток направлены против магнитного потока обмотки независимого возбуждения. Ток в обмотках независимого возбуждения i_n регулируется с помощью тормозной рукоятки контроллера.

Равномерное распределение токов возбуждения и рекуперации между группами тяговых двигателей первой и второй половин электровоза достигается регулировкой электродвижущих сил генера-

торов преобразователей с помощью потенциометра $P180-P185-P181$, действующего на соотношение токов $i_{н1}$ и $i_{н2}$ в обмотках независимого возбуждения.

Правильное распределение токов рекуперации между параллельными цепями тяговых двигателей данной половины электроваза осуществляется с помощью циклической схемы включения



Фиг. 75. Схема рекуперативного торможения при параллельном соединении тяговых двигателей

обмоток возбуждения двигателей. Допустим, например, что за счёт расхождения характеристик электродвижущие силы у $I-II$ тяговых двигателей несколько меньше, чем у $III-IV$ двигателей. При отсутствии в схеме выравнивающего действия это привело бы к тому, что ток $I-II$ двигателей был меньше тока $III-IV$ двигателей ($I_{1-2} < I_{3-4}$).

В рассматриваемой схеме, когда ток I_{1-2} стремится стать меньше тока I_{3-4} , падение напряжения в уравнительном сопротивлении, включенном между точкой A и землёй, будет уменьшаться, а в таком же сопротивлении, включённом между точкой B и землёй—увеличиваться. В результате потенциал точки A относительно земли будет возрастать быстрее потенциала точки B . Это вызовет протекание уравнительного тока (см. на схеме фиг. 75 стрелки, указанные пунктиром) от точки A через параллельные цепи обмоток возбуждения тяговых двигателей к точке B . Уравнительный ток в обмотках возбуждения I и II двигателей, как видно из приведённой схемы, совпадает с основным током (I_{a1} и I_{a2}), а в обмотках III и IV двигателей направлен навстречу основным токам (I_{a3} и I_{a4}). Такое изменение токов возбуждения приводит к увеличению электродвижущих сил и токов $I-II$ двигателей и уменьшению этих величин у $III-IV$ двигателей.

Таким образом, при некотором значении уравнительных токов в обмотках возбуждения уравниваются токи рекуперации в обеих параллельных цепях тяговых двигателей данной половины электровоза.

Циклическая схема включения обмоток возбуждения или, как её иногда называют схема циклической стабилизации, также выравнивает токи в параллельных цепях тяговых двигателей при юзовании. Например, если проскальзывает 1-я или 2-я ось, то уменьшение электродвижущих сил и токов рекуперации двигателей этих осей так же, как было указано выше для случая расхождения характеристик, приводит к выравниванию токов в параллельных цепях $I-II$ и $III-IV$ тяговых двигателей.

Обмотки последовательного возбуждения генераторов преобразователей включены в цепи якорей тяговых двигателей. Токи рекуперации, проходящие по этим обмоткам, создают ампервитки, направленные против ампервитков обмотки независимого возбуждения. За счёт этого тяговые двигатели искусственно получают противокомпаундную характеристику, необходимую для устойчивой работы рекуперативного торможения.

Кроме этого, действие указанных обмоток приводит к сглаживанию толчков тока и тормозной силы при изменениях напряжения в контактной сети. В самом деле, допустим, что, например, в результате прекращения тяги другого, вблизи идущего электровоза, напряжение в контактной сети увеличилось. Это, казалось, должно было бы привести к резкому уменьшению тока рекуперации и тормозной силы. Однако при уменьшении тока рекуперации за счёт уменьшения ампервитков противокомпаундных обмоток генераторов преобразователей увеличиваются их магнитный поток и электродвижущие силы. Это приводит к росту тока возбуждения, магнитного потока и электродвижущих сил тяговых двигателей. Увеличение электродвижущих сил тяговых двигателей препятствует сильному уменьшению тока рекуперации и тормозной силы.

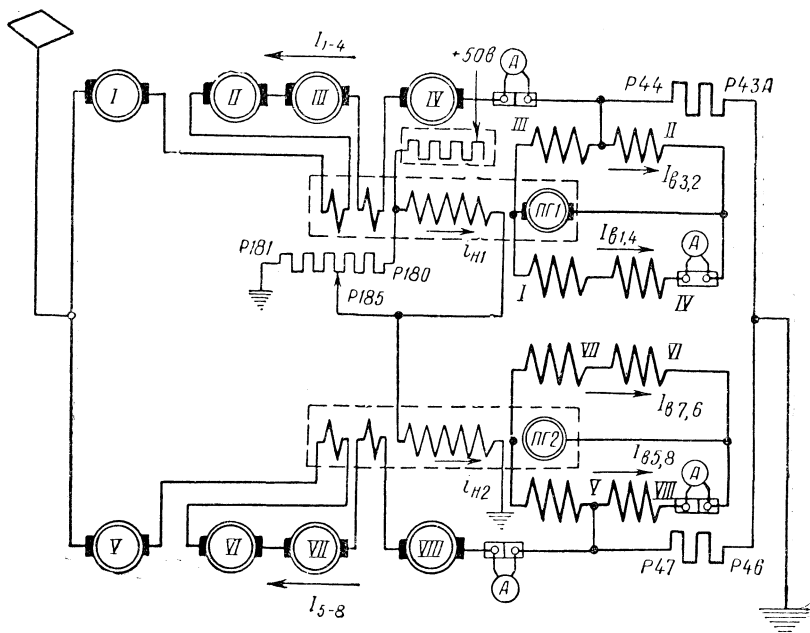
Аналогично при уменьшении напряжения в контактной сети действие прстивокомпаундных обмоток генераторов преобразователей направлено на предотвращение резкого увеличения тока рекуперации и тормозной силы.

Рекуперативное торможение при последовательно-параллельном соединении тяговых двигателей. Данная схема соединения тяговых двигателей при рекуперативном режиме может быть использована при необходимости езды на спусках со скоростью 23—50 км/час. При рекуперативном торможении на последовательно-параллельном соединении реверсивно-селективная рукоятка установлена в положение *вперёд СП*, на котором замкнуты контакторные элементы в цепи проводов *Э1(Э2)*, *Н1(Н2)*, *Э5*, *Э7* и *Э8*. Порядок сбора схемы такой же, как и при параллельном соединении. Изменение действия схемы управления заключается в следующем: катушки вентиляей первого и второго групповых контакторов не возбуждаются (провод *Э4* не получает питания); катушки вентиляей реостатных контакторов 6-2, 6-1, 11-2 получают питание от провода *Э23* (вместо провода *Э4*); катушки вентиляей других реостатных контакторов, контакторов 3-1 и 4-1, сдвоенного контактора 3-2, 4-2 и тормозных переключателей получают питание от провода *Э5* через блокировки групповых контакторов *КСП0-СП-П*, *КСП1-С-СП* и *КСП11-С-СП* и, наконец, контакторы 8-1 и 8-2 и сдвоенные контакторы 1-1, 2-1 и 1-2, 2-2 не включаются.

Упрощённая схема последовательно-параллельного соединения тяговых двигателей при рекуперативном торможении приведена на фиг. 76. Её действие аналогично схеме параллельного соединения с той лишь разницей, что отсутствует циклическая стабилизация тока рекуперации в параллельных цепях тяговых двигателей. Выравнивание токов рекуперации в параллельных цепях двигателей осуществляется за счёт применения отдельных генераторов для питания обмоток возбуждения каждой цепи двигателей, а также за счёт предварительной регулировки электродвижущих сил этих генераторов с помощью потенциометра *Р180-Р185-Р181*.

Рекуперативное торможение при последовательном соединении тяговых двигателей. Рекуперативное торможение на этом соединении двигателей может быть использовано для поддержания на спусках неизменной скорости поезда около 15 км/час. Когда реверсивно-селективная рукоятка установлена в положение *вперёд С*, то замкнуты контакторные элементы в цепи проводов *Э1(Э2)*, *Н1(Н2)* и *Э6*. Порядок сбора схемы такой же, как при последовательно-параллельном и параллельном соединениях тяговых двигателей. Изменение действия схемы управления по сравнению со схемой последовательно-параллельного соединения сводится к следующему: катушки вентиляей нулевого группового контактора не возбуждаются (провод *Э7* не получает питания); катушки вентиляей реостатных контакторов

(соединённых с проводом *K27*), контакторов *3-1* и *4-1*, двояных контакторов *3-2*, *4-2* и тормозных переключателей получают питание от провода *Э6* через блокировки групповых контакторов *КСПО-С*, *КСПИ-С-СП* и *КСПИ-С-СП*. Кроме этого, при рекуперативном торможении на последовательном соединении катушка вентиля двояного контактора *3-2*, *4-2* соединяется с землёй не через блокировку реле рекуперации *62*, а по цепи: блокировка нулевого группового контактора *КСПО-С*,



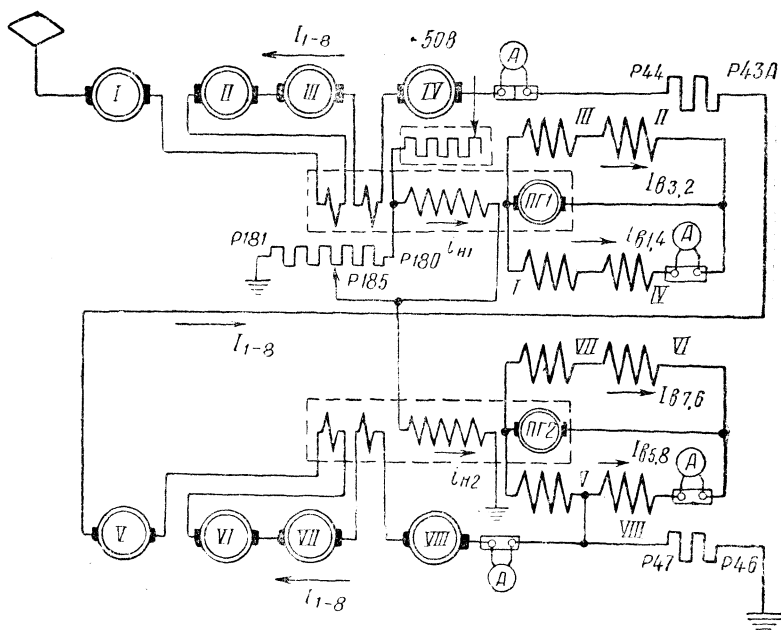
Фиг. 76. Схема рекуперативного торможения при последовательно-параллельном соединении тяговых двигателей

провод *H6*, блокировка первого тормозного переключателя *ТКИ-Т*, провод *Э26*, контактный элемент тормозного вала контроллера, земля. Таким образом, контакторы *3-2* и *4-2* включаются до срабатывания реле рекуперации на подготовительной позиции тормозного контроллера *02*. Это необходимо для того, чтобы двигательная катушка реле рекуперации (с добавочным сопротивлением *P75-P76*) могла бы находиться под напряжением, равным сумме электродвижущих сил всех восьми последовательно соединённых тяговых двигателей.

На фиг. 77 приведена упрощённая схема последовательного соединения тяговых двигателей при рекуперативном торможении. Действие этой схемы такое же, как и схемы последовательно-параллельного соединения двигателей при рекуперативном торможении.

Действие защиты при рекуперативном торможении. При рекуперативном торможении направление магнитного потока размагничивающего витка, быстродействующего выключателя в его якоре совпадает с магнитным потоком удерживающей катушки. В связи с этим при перегрузке двигателей большим током генераторного режима (при параллельном соединении) быстродействующий выключатель не действует. По той же причине быстродействующий выключатель не действует при коротком замыкании в контактной сети.

Отключение быстродействующего выключателя при рекуперативном торможении может происходить в результате внутренних коротких замыканий на самом электровозе.



Фиг. 77. Схема рекуперативного торможения при последовательном соединении тяговых двигателей

Кроме этого, отключение быстродействующего выключателя при рекуперативном торможении может происходить косвенно, путём прекращения питания удерживающей катушки. Это может быть в следующих случаях: при коротких замыканиях, вызывающих срабатывание дифференциального реле; при отключении быстродействующего выключателя вспомогательной цепи; при срабатывании ограничителя скорости вращения одного из преобразователей, воздействующего на выключение электромагнитных контакторов двигателей преобразователей; при применении пневматического торможения (посредством размыкания блокировок автоматических выключателей управления 113 и 89 в цепи проводов

Н73-Н59 и Н57-Н65). Во всех этих случаях отключение быстродействующего выключателя происходит несколько замедленно.

При перегрузке одной из параллельных цепей или при повышении напряжения в контактной сети до 4 000 в срабатывает буферная защита. Её действие заключается в том, что размыкание одной из блокировок реле перегрузок 65-1, 66-1, 65-2 и 66-2 или реле максимального напряжения 64 приводит к выключению электромагнитного контактора 75 (см. цепь провода Э37), который вводит дополнительное сопротивление r_{14-r15} (0,3 ом) в цепь обмоток независимого возбуждения генераторов преобразователей. Одновременно за счёт замыкания блокировки 75 в цепи проводов Э57-К24 получает питание катушка электромагнитного контактора 320, который, включаясь, закорачивает параллельно соединённые сопротивления $P_{175-P176}$ и $P_{175-P177}$ в цепи независимого возбуждения двигателей преобразователей. Это ведёт к усилению их магнитного потока и снижению скорости преобразовательных агрегатов. Указанное приводит к уменьшению магнитного потока и электродвижущей силы генераторов преобразователей, уменьшению тока возбуждения, магнитного потока, электродвижущей силы и тока рекуперации тяговых двигателей.

Буферная защита при рекуперативном торможении действует, начиная с 6-й позиции.

Восстановление буферной защиты при рекуперативном торможении может быть осуществлено на подготовительной позиции 02 тормозной рукоятки контроллера. На этой позиции получает питание провод Э28, от которого возбуждаются катушки *возврат* реле перегрузки 65-1, 66-1, 65-2, 66-2 и реле максимального напряжения 64.

При юзовании во время рекуперативного торможения срабатывает одно из реле боксования. За счёт замыкания блокировки этого реле в цепи проводов К18-К37 получают питание сигнальные лампы и катушка промежуточного реле 460. Блокировка реле 460 прерывает цепь проводов Э37-Н179, что приводит к выключению контактора 75 и к уменьшению токов возбуждения и рекуперации тяговых двигателей, а следовательно, и тормозной силы электровоза. Это должно способствовать прекращению юзования.

После восстановления сцепления размыкается блокировка реле боксования (юзования), гаснут сигнальные лампы, включается промежуточное реле 460 и, за счёт замыкания его блокировки в проводах Э37-Н179, вновь замыкается контактор 75. Таким образом восстанавливается схема, которая действовала до начала юзования.

Рассмотренное действие схемы, способствующее прекращению юзования, действует, начиная с 6-й позиции тормозной рукоятки контроллера.

ИЗМЕНЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЕ

Изменения в схеме электровоза № 008. На этом электровозе в опытном порядке произведён ряд изменений схемы:

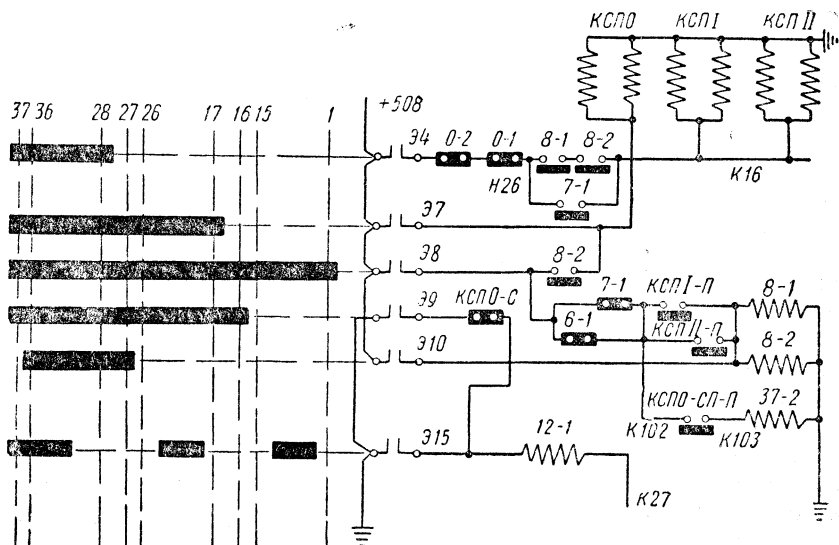
1. При переключении тяговых двигателей с последовательно-параллельного на параллельное соединение шунтирование двигателей производится на отдельные секции пускового сопротивления. При этом исключены из схемы контакторные элементы 24-1 и 24-2 и переходные сопротивления *P81-P82* и *P83-P84*, а спаренные ножи отключателей двигателей *ОМ3-4* и *ОМ7-8* заменены на одинарные.

2. Контактторы 0-1 и 0-2, используемые при аварийном режиме, перенесены из цепей II и VI двигателей в цепи IV и VIII двигателей. Это позволило применить контакторы 0-1 и 0-2 для образования уравнительных соединений в схеме циклической стабилизации токов при рекуперативном торможении на параллельном соединении тяговых двигателей. Такое изменение дало возможность исключить из схемы контакторные элементы тормозных переключателей *T18-1* и *T18-2*, а также контакторный элемент нулевого группового контактора 29-0. При этом для сохранения амперметров 70-1 и 70-2 в цепи якорей тяговых двигателей (при рекуперативном торможении на параллельном соединении) шунты 68-1 и 68-2 включены соответственно до обмоток возбуждения IV и VIII двигателей после контакторных элементов тормозных переключателей *T17-1* и *T17-2*. В связи с дополнительным использованием контакторов 0-1 и 0-2 соответственно изменена схема управления ими. При рекуперативном торможении на параллельном соединении тяговых двигателей напряжение на провод *K16* к катушкам вентилей первого и второго групповых контакторов подаётся непосредственно с контакторного элемента контроллера реверсивно-селективного вала.

3. Исключён из схемы контакторный элемент 30-0 нулевого группового контактора.

Изменения в схеме электровозов от № 009. 1. Для уменьшения нагревания контакторов 6, 7, 10 и 11, закорачивающих группы пусковых сопротивлений, а также линейных контакторов 1, 2, 3 и 4, приняты меры для выравнивания в них тока на ходовых позициях

последовательно-параллельного и параллельного соединений тяговых двигателей. Это достигается путём выключения уравнильных контакторов на позициях 27 и 37. Эти контакторы, необходимые на реостатных позициях для выравнивания тока в параллельных цепях тяговых двигателей, на ходовых позициях для этой цели не требуются. В то же время при различных переходных сопротивлениях самих контакторов и неравном их числе в обходных цепях параллельно соединённых групп пусковых сопротивлений, отдельные контакторы, составляющие цепь с меньшим сопротивлением, значительно перегружаются.



Фиг. 78. Схема управления уравнительными контакторами на электровозах от № 009

Для возможности выключения на ходовых позициях уравнительного контактора 37 соответствующий ему контакторный элемент нулевого группового контактора 37-0 заменён индивидуальным электропневматическим контактором 37-2, расположенным во второй половине кузова электровоза.

Новая схема управления уравнительными контакторами 37-2, 8-1 и 8-2 приведена на фиг. 78.

При переходе с 16-й на 17-ю позицию уравнильный контактор 37-2 замыкается после окончания переключения тяговых двигателей нулевым групповым контактором на последовательно-параллельное соединение. Катушка вентиля контактора 37-2 получает питание от провода 38 через параллельно включённые обратные блокировки контакторов 6-1 и 7-1, провод K102, блокировку нулевого группового контактора КСПО-СП-П и провод K103.

На ходовой 27-й позиции последовательно-параллельного соединения тяговых двигателей включается контактор 6-1 и за счёт размыкания его блокировки выключается уравнительный контактор 37-2. Блокировка контактора 7-1 была разомкнута ранее при включении его на 24-й позиции. Эта блокировка необходима для сохранения питания катушки вентиля контактора 37-2 на позициях 18-20, на которых контактор 6-1 включён и его блокировка разомкнута.

На 27-й позиции с целью подготовки перехода на параллельное соединение тяговых двигателей включаются уравнительные контакторы 8-1 и 8-2, катушки вентиля которых получают питание непосредственно от провода Э10.

В начале перехода с 27-й на 28-ю позицию выключаются все реостатные контакторы, в том числе 6-1 и 7-1. Замыкание блокировок этих контакторов в цепи проводов Э8-К102 приводит к включению уравнительного контактора 37-2.

В конце переключения тяговых двигателей на параллельное соединение замыкаются блокировки первого и второго групповых контакторов КСП-I и КСП-II в цепи проводов Э10-К102. Эти блокировки создают вторую цепь питания катушек вентиля контакторов 8-1 и 8-2 от провода Э8, что является необходимым для правильного действия схемы при обратном переходе с 28-й на 26-ю и нижестоящие позиции, минуя позицию 27 (см. описание схемы при обратном передвижении рукоятки контроллера).

На 37-й позиции прерываются две цепи питания катушек вентиля уравнительных контакторов: размыкается контакторный элемент контроллера Э10 и после включения контактора 6-1 размыкается его блокировка в цепи проводов Э8-К102 (блокировка контактора 7-1 в цепи этих проводов размыкается на предыдущей 36-й позиции). В результате выключаются уравнительные контакторы 8-1, 8-2 и 37-2.

Для сохранения цепи питания катушек вентиля первого и второго групповых контакторов (КСП-I и КСП-II) от провода Э4 после выключения на 37-й позиции контакторов 8-1 и 8-2 их блокировки в цепи проводов Н26 и К16 на 36-й позиции шунтируются блокировкой контактора 7-1.

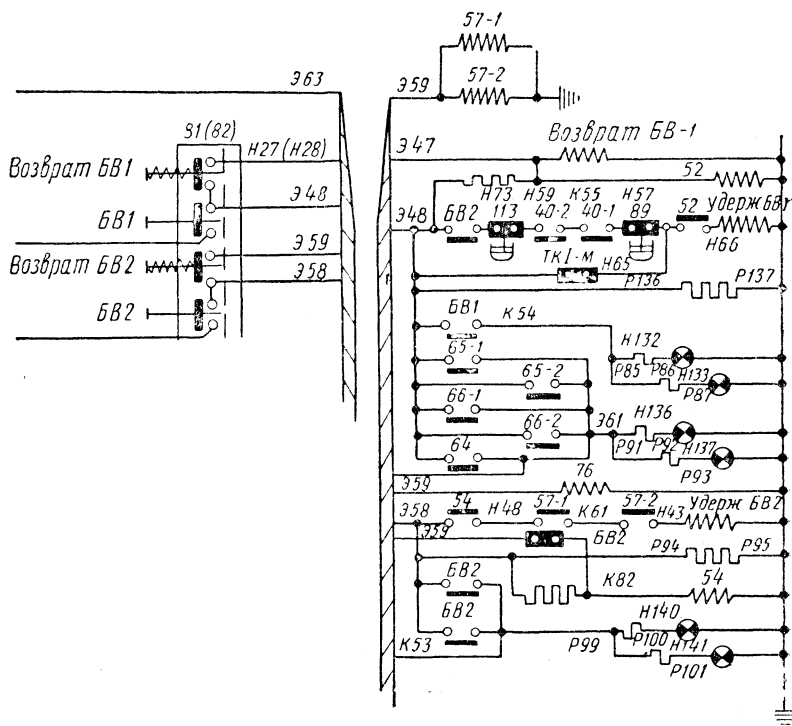
При выключенных уравнительных контакторах на ходовых (37-й и 27-й) позициях токи в линейных и обходных контакторах групп пусковых сопротивлений определяются величиной и распределением токов в параллельных цепях тяговых двигателей и поэтому не могут превосходить допустимых значений.

2. Изменение порядка включения уравнительных контакторов привело к необходимости некоторого изменения схемы при переключении тяговых двигателей с последовательного на последовательно-параллельное соединение.

В прежней схеме контактор 8-1 включающийся на 16-й позиции и при переходе на 17-ю позицию закорачивающий группу пускового сопротивления Р5-Р8 на 1-м, 2-м и 3-м переходных по-

4. Изменение схемы включения дифференциальных реле Д4 вызвано тем, что оно имеет одну низковольтную катушку выполняющую функции подмагничивающей и включающей катушек, имеющихся у реле Д2.

На фиг. 80 приведена схема управления дифференциальными реле Д4, которые применены на восьмиосных электровозах от №009.



Фиг. 80. Схема включения дифференциальных реле Д4 на электровозах от № 009

При включении кнопки быстродействующего выключателя главной цепи *БВ1*, от провода *Э48* через сопротивление в цепи проводов *Э48-Э47* получают питание низковольтная катушка дифференциального реле *52* и катушка вентиля *возврат БВ1*. Указанное сопротивление (300 ом) настолько ограничивает ток в этих катушках, что вентиль *возврат БВ1* не может сработать и дифференциальное реле *52* не может включиться.

При включении кнопки *возврат БВ1* напряжение +50 в подается на провод *Э47* и непосредственно к катушкам вентиля *возврат БВ1* и дифференциального реле *52*. В результате этого включается дифференциальное реле *52* и замыкается его блокировка в проводах *Н65-Н66*. Создается цепь питания удерживающей катушки быстродействующего выключателя. Одновременно за счёт возбуждения

катушки *возврат БВ1* осуществляется сближение якоря быстродействующего выключателя с его сердечником.

После прекращения нажатия кнопки *возврат БВ1* в цепь катушек вентиля *возврат БВ1* и дифференциального реле 52 вновь вводится сопротивление, подключённое между проводами Э48 и Э47. При уменьшенном токе в катушке вентиля *возврат БВ1* его якорь не в состоянии удержаться в притянutom состоянии. Цилиндр *возврат БВ1* сообщается с атмосферой. Это приводит к замыканию контактов быстродействующего выключателя. Уменьшенное значение тока в катушке дифференциального реле 52 является достаточным для удержания его якоря во включённом положении, при котором блокировка 52 в цепи проводов Н65—Н66 замкнута.

При включении кнопки быстродействующего выключателя вспомогательной цепи *БВ2* от провода Э58 через сопротивление в цепи проводов Э58-К82 получает питание низковольтная катушка дифференциального реле 54. При указанном сопротивлении (300 ом) ток в катушке реле 54 и её магнитный поток невелики. Созданная этим магнитным потоком сила притяжения якоря к сердечнику реле является недостаточной для его включения.

При включении кнопки *возврат БВ2* напряжение +50 в подаётся на провод Э59. От этого провода получают питание катушки *возврат* реле перегрузок 57-1 и 57-2 двигателей преобразователей НБ-429М, включающая катушка электромагнитного контактора 76 и низковольтная катушка дифференциального реле 54. Благодаря тому, что катушка 54 подключается к напряжению без добавочного сопротивления, её магнитный поток становится достаточным для включения дифференциального реле. При включении дифференциального реле замыкается его блокировка 54 в проводах Э58-Н48. В результате образуется цепь питания удерживающей катушки быстродействующего выключателя вспомогательной цепи *БВ2*.

Включившийся контактор 76 создаёт цепь питания катушки электромагнитного привода (катушки *возврат*) быстродействующего выключателя *БВ2*.

При прекращении питания этой катушки, после того когда машинист перестаёт держать кнопку *возврат БВ2* нажатой, выключается контактор 76 и включается быстродействующий выключатель *БВ2*. При этом размыкается его блокировка в проводах Э59-К82 и в цепь низковольтной катушки дифференциального реле 54 снова вводится добавочное сопротивление (300 ом). Однако уменьшенного тока и магнитного потока дифференциального реле 54 достаточно для удержания его якоря в притянutom положении.

Намеченные изменения схемы на восьмиосных электровозах серийной постройки. На серийных электровозах Н8 предполагается произвести следующие изменения электрической схемы:

1. Вместо аварийной схемы, предусматривающей одиночное отключение тяговых двигателей с целью осуществления разгона состава поезда семью двигателями, намечается применение аварий-

ной схемы с парным отключением двигателей. Такая схема, позволяющая на аварийном режиме производить разгон поезда шестью двигателями (один из семи исправных двигателей — не используется), даёт возможность существенно упростить ряд аппаратов: уменьшить количество ножей отключателей двигателей, контакторных элементов, реверсоров и тормозных переключателей, а также сократить длину и число монтажных проводов. Новая схема предусматривает применение ослабления поля тяговых двигателей при аварийном режиме.

2. Буферная защита при тяговом режиме, действующая сейчас на введение в цепь двигателей части пускового сопротивления, в новой схеме будет действовать на выключение контакторов шунтировки поля (т. е. на переход с ослабленного на полное поле).

3. Буферная защита при рекуперативном режиме, начиная со 2-й позиции, будет действовать на введение сопротивления в цепь обмоток независимого возбуждения генераторов преобразователей, а начиная с 6-й позиции вызывать снижение скорости вращения преобразователей (за счёт выведения сопротивления из цепей обмоток независимого возбуждения двигателей преобразователей).

4. Намечено упразднение сигнальных дифференциальных реле.

5. Вспомогательные цепи электровоза будут защищаться не быстродействующим выключателем, а специальным контактором (КВЦ) с двойным разрывом и лабиринтно-щелевой дугогасительной камерой. Контактёр этого типа применён на опытных электровозах ВЛ23.

6. В связи с принятым парным реверсированием обмоток возбуждения тяговых двигателей для обеспечения правильного действия циклической стабилизации в новой схеме при изменении направления движения электровоза будет производиться пересоединение уравнильных проводов контура возбуждения (стходящих от средних точек обмоток возбуждения тяговых двигателей). Эти пересоединения будут осуществляться контакторными элементами реверсора.

7. При переходе с последовательного на последовательно-параллельное соединение тяговых двигателей будет производиться шунтирование и отключение тяговых двигателей второй половины электровоза (V, VI, VII и VIII-го).

8. При срабатывании защиты во время рекуперативного торможения для ускорения спадания электродвижущих сил генераторов преобразователей предусматривается разрыв цепей контуров возбуждения индивидуальными электропневматическими контакторами.

9. Включение катушек реле боксования будет произведено по мостовой схеме, позволяющей повысить его чувствительность почти в 2 раза.

Кроме указанных изменений схемы, на восьмиосных электровозах серийной постройки намечается применение индивидуальных

электропневматических и групповых контакторов с лабиринтно-щелевой дугогасительной камерой; реверсоров и тормозных переключателей с улучшенными контакторными элементами; отделение форкамер от высоковольтных камер; подача воздуха в высоковольтные камеры для уменьшения в них температуры; увеличение размеров высоковольтных камер и улучшение расположения в них оборудования; применение открывающихся окон в машинных помещениях; охлаждение индуктивных шунтов потоком воздуха; применение косозубчатой передачи; улучшение конструкции роликовых букс, системы пескоподачи и ряда других узлов.

ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА

Пневматическая схема восьмиосного электровоза приведена на фиг. 81, а условные обозначения к ней — на фиг. 82.

Компрессоры 1 через обратные клапаны 2 нагнетают сжатый воздух в четыре главных резервуара 3. Каждая пара главных резервуаров через разобшительные краны 4 соединяется с напорной магистралью. От напорной магистрали сжатый воздух подводится к кранам двойной тяги 5 в каждой кабине управления. В рабочей кабине кран двойной тяги открыт, и сжатый воздух проходит через поездной кран машиниста 6 (с полуавтоматическим ускорителем отпуска тормозов) и открытый комбинированный кран 7 в тормозную магистраль. Трубы тормозной магистрали имеют концевые краны 8 и соединительные рукава.

В каждой кабине электровоза установлены электропневматические клапаны автостопа 9 (ЭПК-150), которые соединяются с напорной и тормозной воздушными магистралями.

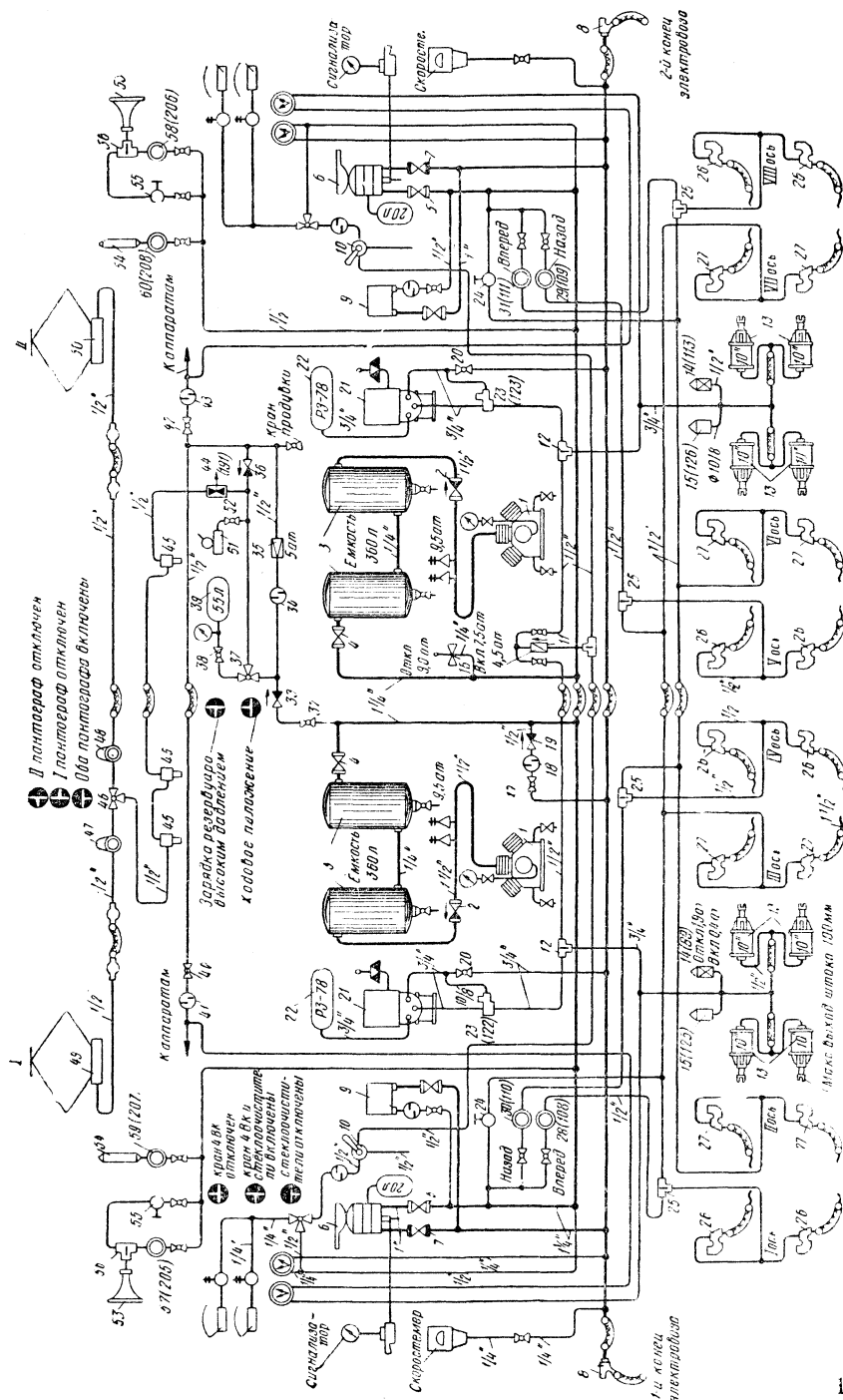
От напорной магистрали сжатый воздух также подводится к вспомогательным кранам 10. При установке этого крана в положение торможения сжатый воздух подходит к клапану максимального давления 11, а затем через переключательные клапаны 12 к восьми десятидюймовым тормозным цилиндрам 13.

На трубах, подходящих к тормозным цилиндрам, установлены автоматические выключатели управления 14 (89 и 113)* и электропневматические вентили ускоренного отпуска тормозов 15 (125 и 126).

Автоматические выключатели управления предназначены для прекращения рекуперативного торможения при действии пневматического тормоза электровоза. Эти вентили имеют блокировки, которые размыкаются при повышении давления воздуха в тормозных цилиндрах выше 1,9 атм и замыкаются при уменьшении давления ниже 0,4 атм.

Управление электропневматическими вентилями ускоренного отпуска тормозов производится путём возбуждения их катушек, к которым подводится напряжение при нажатии кнопки 86 или 87 (см. фиг. 54).

* В скобках приводятся номера аппаратов, принятые в электрической схеме электровоза (см. фиг. 54).



Фиг. 81. Пневматическая схема восьмиосного электрообдува

Изобра- жение	Тип	Наименование	Количес- тво на электр	Изобра- жение	Тип	Наименование	Количес- тво на электр
	ЗПК	Клапан переключа- тельный	9		1050	Кран водоспускной	6
	З-119/А	Выключатель управления авто- матический	2		СП-2	Скоростемер локомотивный	2
		Форсунка песоч- ницы	16			Ревун	2
	383	Кран разобща- тельный 1/2"	28			Свисток	2
	379	Кран разобща- тельный 3/4"	2		СП-19	Стеклоочиститель	4
	КП17-03	Клапан сигнала	4		З-155	Клапан обратный	2
	КП-1	Клапан пневма- тический	8		КП-1709	Клапан панто- графа	2
	Ф150 0-10 ат	Манометр тор- мозной	4		350	Клапан золот- никовый питатель- ный скрпштейном	1
	444	Рукав переходной для электровозов	18		3-117	Клапан максимал- ного давления	1
	449	Рукав ДЖГОСТ2593-44	13		З-175	Клапан обратный 1/2"	3
	448	Рукав ЗЦП ГОСТ 2593-44	2		3104/5	Клапан электро- блокировочный	2
	201-00	Рукав соедини- тельный баганный	2			Изолятор проходной	4
		Вентиль защитный	1		З-216	Клапан предо- хранительный	4
	135 136 145	Воздухораспре- делитель скаме- рой и ускорителем	1		16-3302	блокировка пневматическая	3
	1К1	Компрессор	1		3-114	Клапан ускорен- ного отпуска	2
	П-3	Пантограф	2		14b	Фильтр кан- такторный	8
	МК100бх10	Манометр здно- шкальный	1		424	Клапан выпус- кной двойной	2
	МК100х10		2		114	Кран трехходовой	4
	445	Цилиндр тормозной	8		377	Кран комбини- рованный	2
		Воздушный резервуар			190-00	Кран двойной тяги	6
	48a	Кран вспомога- тельный	1		3ПК-150	Кран концевой	2
	18a	Кран машиниста с автоматическ. ускор отпуско	2		КР-11	Клапан электр- пневматический	2
	АК-6А	Регулятор давления	1		8K	Клапан редуктор- ный стеклоочистите- льный	4
	МР-1	Ручной насос	1	вкл		Включено	
				откл		Отключено	

Фиг. 82. Условные обозначения, принятые в пневматической схеме фиг. 81

На напорной магистрали (трубе, идущей от главного резервуара, установлен регулятор давления 16 (90). Его контакты размыкаются при давлении воздуха в главных резервуарах 9 ат и замыкаются при давлении 7,5 ат.

Тормозная магистраль может сообщаться с напорной магистралью через разобщительный кран 17 недействующего локомотива, фильтр 18 и обратный клапан 19. Такое соединение между тормозной и напорной магистралями сделано с целью зарядки главных резервуаров от постороннего источника сжатого воздуха при подведении его к электровозу через один из концевых кранов 8.

Тормозная магистраль через разобщительный кран 20 соединяется с воздухораспределителями 21 типа МТЗ-135. Эти воздухораспределители снабжены двумя режимными переключателями. Один из переключателей имеет три положения: вертикальное — для равнинного профиля, горизонтальное — для горного профиля и под углом 45° — для пассажирских поездов. Другой переключатель имеет два положения: вертикальное — для порожнего и горизонтальное — для гружёного режимов.

У каждого воздухораспределителя 21 имеется запасный резервуар 22.

При понижении давления в тормозной магистрали воздухораспределитель 21 сообщает запасный резервуар 22 через электроблокировочные клапаны 23 (122 и 123) и переключательные клапаны 12 с тормозными цилиндрами 13.

Во время рекуперативного торможения возбуждены катушки вентилей электроблокировочных клапанов 23 (122 и 123). Эти клапаны или, как их обычно называют, вентили электрического торможения превращают действие пневматического торможения во время рекуперации при давлении воздуха в тормозной магистрали выше 2,5 ат. Если при торможении поезда давление в тормозной магистрали уменьшится и станет ниже 2,5 ат, вентили электрического торможения откроют доступ воздуха к тормозным цилиндрам. При повышении в них давления до 1,9 ат сработают автоматические выключатели управления 14 (89 и 113), а их блокировки прервут цепь питания удерживающей катушки быстродействующего выключателя БВ1. Это приведёт к прекращению действия рекуперативного торможения.

Таким образом, при снижении давления в тормозной магистрали ниже 2,5 ат рекуперативное торможение электровоза автоматически замещается пневматическим.

Управление песочницами предусмотрено как пневматическое, так и электропневматическое.

При срабатывании ручного клапана песочницы 24 сжатый воздух из напорной магистрали через переключательный клапан 25 подходит к форсункам песочниц 26 первых осей первых тележек кузовов (по ходу электровоза) и непосредственно к форсункам песочниц 27 первых осей других тележек.

Электропневматическое управление песочницами действует следующим образом. Предположим, что электровоз движется вперёд при управлении им из кабины № 1. При нажатии кнопки *песок* на щитке 201 от провода *H1* подаётся напряжение $+50$ в на провод 363, от которого через блокировки реверсоров *ВП1* и *ВП11*, провода *H176* и *H175* получают питание катушки вентиля электропневматических клапанов 108 и 109 (на схеме фиг. 81 эти клапаны имеют номера 28 и 29). Через них и переключательные клапаны 25 сжатый воздух проходит от напорной магистрали к форсункам песочниц 1-й и 5-й осей электровоза. Если электровоз движется вперёд при управлении им из кабины № 2, то при нажатии кнопки *песок* получают питание катушки вентиля электропневматических клапанов 111 и 110. В результате сжатый воздух подойдёт к форсункам песочниц 8-й и 4-й осей электровоза.

От напорной магистрали (трубы, идущей от главного резервуара) воздух проходит разобщительный кран 32, обратный клапан 33, фильтр 34, золотниково-питательный клапан 35 и далее по трём направлениям: 1) обратный клапан 36, трёхходовой кран 37 и разобщительный кран 38 к запасному резервуару пантографа 39; 2) разобщительный кран 40, фильтр 41 к электропневматическим вентилям электрических аппаратов в первой половине кузова электровоза и 3) аналогичным путём через кран 42 и фильтр 43 к аппаратам во второй половине кузова электровоза.

Когда машинист включает кнопку *пантографы*, напряжение $+50$ в подаётся к низковольтной катушке защитного вентиля 44(191). При срабатывании этого вентиля сжатый воздух проходит три пневматические блокировки 45 (одну — выхода на крышу и две — входа в высоковольтные камеры), трёхходовой кран 46 и подводится к клапанам пантографов 47 и 48. При возбуждении катушек этих клапанов сжатый воздух проходит в цилиндры пантографов 49 и 50.

При поднятии пантографа с помощью ручного насоса 51 необходимо открыть разобщительный кран 52, переставить трёхходовой кран 37 в положение зарядки резервуара пантографа 39 высоким давлением и, убедившись, что крышка люка выхода на крышу и двери высоковольтных камер закрыты, включить кнопку *пантографы* на щитке управления. При этом возбуждается низковольтная катушка защитного вентиля 44 (191), через клапаны которого образуется проход для воздуха от разобщительного крана 52 к пневматическим блокировкам 45. При накачивании воздуха ручным насосом поочерёдно срабатывают пневматические блокировки 45 и сжатый воздух через трёхходовой кран 46 подходит к клапанам пантографов 47 и 48. После того как сработают все три пневматические блокировки 45, следует включить кнопку одного из пантографов и одновременно несколько эффективнее продолжить накачивание воздуха насосом до тех пор, пока в цилиндре пантографа (49 или 50) давление воздуха повысится примерно до 3—3,5 ат, необходимых для поднятия пантографа. После этого обычным порядком должны быть запущены двигатели компрессоров.

Когда компрессоры повысят давление воздуха, следует установить трёхходовой кран 37 в ходовое положение и перекрыть разобшительный кран 52.

В случаях когда на электровозе с опущенными пантографами необходимо на возможно длительное время сохранить сжатый воздух в запасном резервуаре пантографа 39, следует переставить трёхходовой кран 37 в положение зарядки резервуара пантографа высоким давлением. После того как компрессоры доведут давление воздуха в запасном резервуаре пантографа до максимального значения, закрыть разобшительный кран 38. Когда этот кран хорошо притёрт, после указанной зарядки сжатый воздух сохраняется в запасном резервуаре пантографа 39 дольше суток. Давление его при этом падает до 4—3 ат.

С каждой стороны электровоза на крыше расположены тифон 53 и свисток 54, которые приводятся в действие, как обычно, сжатым воздухом напорной магистрали.

С помощью ножной педали машинист может воздействовать на клапан сигнала 55, который через переключательный клапан 56 соединяет тифон 53 данного конца электровоза с напорной магистралью.

Машинист и его помощник могут привести в действие одновременно тифоны обоих концов электровоза. Для этого необходимо нажать кнопку *сигнал* либо на щитке 201 или 202 у сидения машиниста, либо на щитке 203 или 204 у сидения помощника машиниста. При этом становится под напряжение провод К48, от которого получают питание катушки вентилях электропневматических клапанов 205 и 206. Эти клапаны, обозначенные на фиг. 81 номерами 57 и 58, соединяют через переключательные клапаны 56 тифоны 53 обоих концов электровоза с напорной магистралью.

Машинист и его помощник могут пользоваться свистком. Для этого, например, при управлении электровозом из кабины № 1 необходимо нажать кнопку *свисток* на щитке 201 или 203. При этом становится под напряжение провод Н105, от которого получает питание катушка вентиля электропневматического клапана 207, обозначенного на фиг. 81 под номером 59. Через этот клапан свисток 54 первого конца электровоза соединяется с напорной магистралью. При управлении электровозом из кабины № 2 при нажатии той же кнопки *свисток* на щитке 202 или 204 срабатывает электропневматический клапан 60(208), который пропускает сжатый воздух из напорной магистрали к свистку 54 второго конца электровоза.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Основные данные и характеристики восьмиосного электровоза Н8	5
Расположение оборудования	11
Механическая часть	15
Особенности электрического оборудования и электрической схемы	24
Тяговые двигатели и вспомогательные машины	29
Электрические аппараты	48
Электрические схемы и управление электровозом	74
Изменения в электрической схеме	120
Пневматическая схема	128

Евгений Генрихович Бовэ

Электровоз Н8

Обложка художника А. А. Медведева

Технический редактор Е. Н. Боброва

Корректор А. И. Левина

Сдано в набор 9/VIII 1956 г.

Подписано к печати 22/XI 1956 г.

Формат бумаги 60 × 92¹/₁₆.

Печатных листов 10¹/₂ (2 вкл.).

Бум. листов 5¹/₄. Учётно-изд. листов 9,3,

Тираж 25 000. Т10786. ЖДИЗ 55228. Зак. тип. 766.

Цена 3 р. Переплёт 1 р.

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ. Москва, Басманный туп., 6а

1-я типография Трансжелдориздата МПС.

Москва, Б. Переяславская, 46.

В С Е С О Ю З Н О Е
ИЗДАТЕЛЬСКО-ПОЛИГРАФИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ» МПС

ИМЕЮТСЯ В ПРОДАЖЕ КНИГИ

МОЛЧАНОВ И. К. Экономия электрической энергии при мотор-вагонной тяге. 1954, 32 стр. Ц. 60 коп.

ГАЛЬПЕРИН Л. Л. Обслуживание моторвагонного подвижного состава. 1952, 52 стр. Ц. 1 руб.

Энергоснабжение, электрический подвижной состав, энергетика. Труды ЛИИЖТ. Вып. 145. 1953, 191 стр. Ц. 8 р. 30 к.

КРОНКАЛН Л. А. Опыт работы электровозных машинистов. 1954, 24 стр. Ц. 50 коп.

Исследование работы устройств электрической тяги. Труды ЦНИИ. Вып. 42. 1951, 132 стр. Ц. 4 р. 80 к.

Вопросы электрификации железных дорог. Труды МЭМИИТ. Вып. 63. 1953, 219 стр. Ц. 11 р. 80 к.

ПРОДАЖА ПРОИЗВОДИТСЯ

отделениями Трансжелдориздата на дорогах,
их инструкторами по распространению печати на узлах,
в вагонах-клубах, в вагонах технической пропаганды,
в вагонах-лавках и магазинах орсов,
в магазине «Железнодорожная книга» (Москва)

НАЛОЖЕННЫМ ПЛАТЕЖОМ

литературу высылает отдел

«Книга — почтой» магазина

«ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ КНИГА»

(Москва, Б-78, Садово-Спасская, 21)

О П Е Ч А Т К А
к книге Е. Г. Бовэ «Электровоз Н8»

Стр.	Напечатано	Следует читать
135 Выходные сведения	Цена 3 р. переплет 1 р.	Цена 3 р. 25 к., переплет 1 р.

Зак. 766