

УПРАВЛЕНИЕ ТЯГОВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

1. Регулирование скорости вращения тягового двигателя

Скорость вращения якоря тягового двигателя, как и всякой электрической машины постоянного тока, пропорциональна подведённому к двигателю напряжению и обратно пропорциональна его магнитному потоку. Поэтому регулирование скорости вращения двигателя, а следовательно, и скорости движения электровоза может осуществляться двумя способами:

- 1) изменением величины напряжения на зажимах двигателя;
- 2) изменением величины магнитного потока (поля возбуждения) двигателя.

Регулирование скорости вращения двигателя изменением величины напряжения. При постоянном напряжении контактной сети напряжение на зажимах двигателя может изменяться или последовательным соединением разного числа двигателей или включением в цепь регулируемого омического сопротивления.

Регулирование скорости посредством сопротивлений приводит к значительным потерям электрической энергии и поэтому применяется только при пуске электровоза.

Различное соединение двигателей между собой даёт возможность изменять величину напряжения, подводимого к каждому из них, т. е. менять скорость движения электровоза без дополнительных потерь электроэнергии.

Обычно тяговые двигатели выполняются не на полное напряжение контактной сети, а рассчитываются на работу при последовательном соединении двух двигателей.

При шести тяговых двигателях, рассчитанных на рабочее напряжение на коллекторе 1 500 в и напряжение в контактной сети 3 000 в, применяются следующие соединения:

- 1) серийное, когда все шесть двигателей соединяются последовательно между собой (фиг. 281, А, 282, А);
- 2) серийно-параллельное, когда двигатели соединяются в две параллельные цепи по три двигателя, последовательно соединённых, в каждой (фиг. 281, Б, 282, Б);

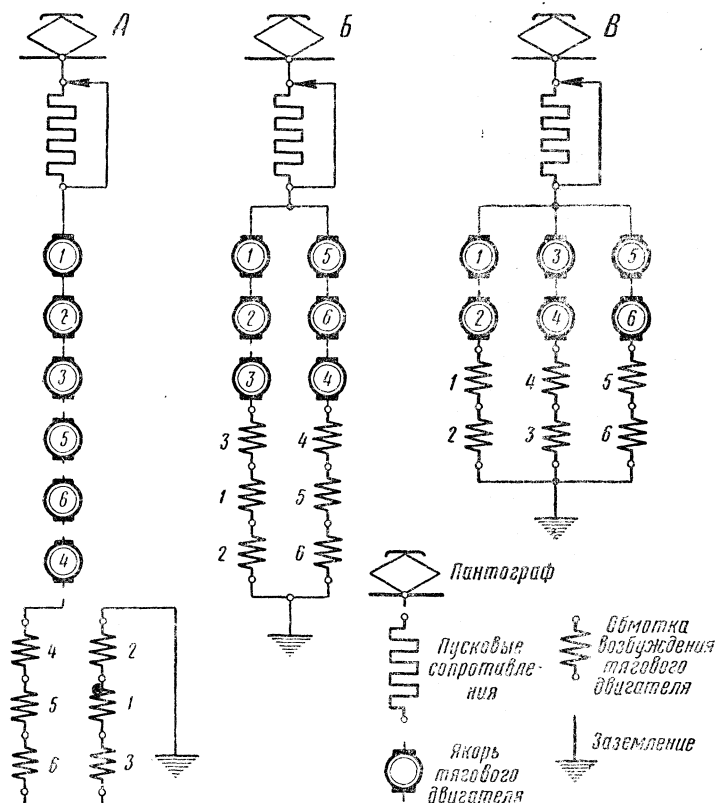
3) параллельное, когда двигатели соединяются в три параллельные цепи по два двигателя, последовательно соединённых, в каждой (фиг. 281, В, 282, В).

Величина напряжения на зажимах каждого двигателя при перечисленных выше соединениях будет:

Для сериесного соединения $\frac{3000}{6} = 500 \text{ в}$

» сериес-параллельного соединения . . . $\frac{3000}{3} = 1000 \text{ »}$

» параллельного соединения $\frac{3000}{2} = 1500 \text{ »}$

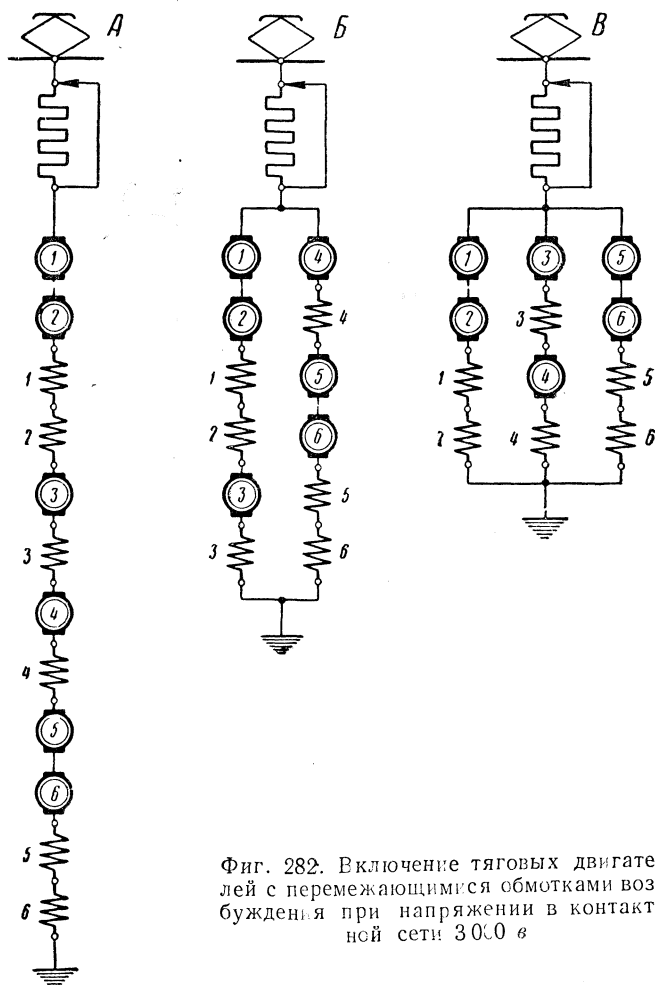


Фиг. 281. Включение тяговых двигателей на моторном режиме при напряжении в контактной сети 3000 в

В данном случае напряжение на каждом двигателе при сериес-параллельном соединении составляет $\frac{2}{3}$, а при сериесном — $\frac{1}{3}$ напряжения параллельного соединения. Соответственно при одинаковом токе скорость движения электровоза составляет при

серис-параллельном соединении $\frac{2}{3}$ и при серисном — $\frac{1}{3}$ скорости параллельного соединения.

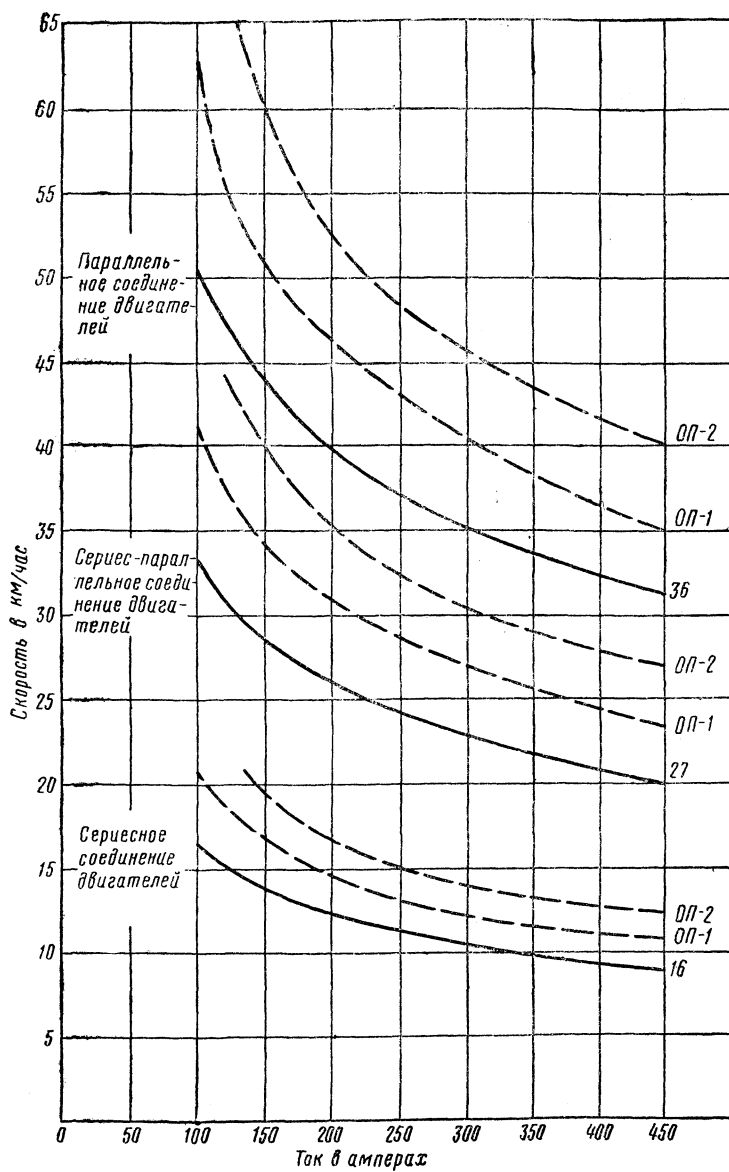
На фиг. 283 сплошными линиями показаны кривые зависимости скорости движения электровоза от величины тока на параллельном



Фиг. 282. Включение тяговых двигателей с перемежающимися обмотками возбуждения при напряжении в контактной сети 3000 в

(кривая 36), серис-параллельном (кривая 27) и серисном (кривая 16) соединениях двигателей. Эти кривые носят название скоростных характеристик электровоза.

На электровозах с шестью тяговыми двигателями, выполненных для работы на два напряжения — 3 000 и 1 500 в, при напряжении контактной сети 3 000 в применяются те же соединения двигателей, а при напряжении сети 1 500 в применяются следующие:

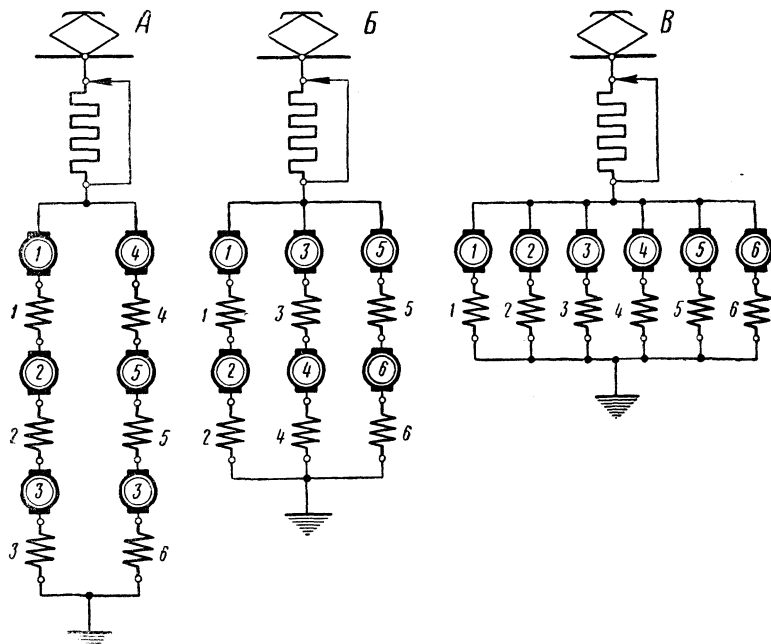


Фиг. 283 Скоростные характеристики электровоза серии ВЛ22

1) сериес-параллельное, когда двигатели соединяются в две параллельные цепи по три двигателя, последовательно соединённых, в каждой (фиг. 284, А);

2) параллельное, когда двигатели соединяются в три параллельные цепи по два двигателя, последовательно соединённых, в каждой (фиг. 284, Б);

3) полное параллельное (вторая параллель), когда все шесть двигателей соединены параллельно (фиг. 284, В).



Фиг. 284. Включение тяговых двигателей на моторном режиме при напряжении в контактной сети 1 500 в

Величина напряжения, подводимого к зажимам двигателя, при этом будет:

$$\begin{aligned}
 &\text{Для сериес-параллельного соединения} \quad \dots \quad \frac{1\,500}{3} = 500 \text{ в} \\
 &\text{» параллельного соединения} \quad \dots \quad \frac{1\,500}{2} = 750 \text{ »} \\
 &\text{» полного параллельного соединения} \quad \dots \quad \frac{1\,500}{1} = 1\,500 \text{ »}
 \end{aligned}$$

В этом случае получаются ступени напряжения и скорости $1/3$, $1/2$ и 1.

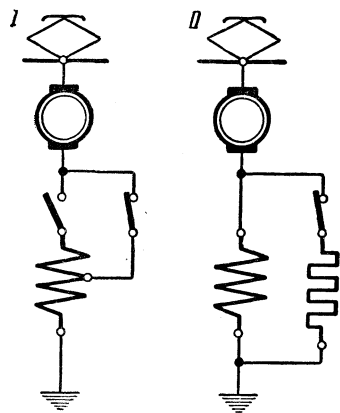
Регулирование скорости изменением величины магнитного потока двигателя. Изменение (ослабление) величины магнитного потока главных полюсов

тягового двигателя осуществляется или выключением части витков обмоток возбуждения главных полюсов (фиг. 285, I), или присоединением параллельно этим обмоткам шунтирующего сопротивления (фиг. 285, II). Режим работы тяговых двигателей с выключением части витков обмоток главных полюсов или с присоединением параллельно этим обмоткам шунтирующего сопротивления называется режимом ослабленного поля. Езду же с ослабленным полем тяговых двигателей иногда называют «ездой с шунтировкой поля».

Способ шунтирования сопротивлением более удобен для получения нескольких ступеней ослабленного поля, так как не требует вывода дополнительных кабелей из тягового двигателя. На электровозах железных дорог Советского Союза применён именно этот способ ослабления поля двигателей, причём на каждом из трёх соединений двигателей возможно получить две ступени ослабления поля (ОП-1 и ОП-2).

Следовательно, электровозы имеют девять ступеней скорости, т. е. девять рабочих характеристик.

В отличие от ступеней, которые получаются посредством пусковых сопротивлений, эти ступени называются экономическими или ходовыми. На фиг. 283 характеристики при ослабленном поле изображены пунктиром и обозначены ОП-1 и ОП-2. Процент ослабления поля тяговых двигателей типов ДПЭ-340 и ДПЭ-400 составляет на первой ступени ослабления поля 33 и на второй ступени—50. Это значит, что на первой



Фиг. 285. Ослабление магнитного потока тягового двигателя путём выключения части витков обмотки главных полюсов (I) и путём шунтирования сопротивлением обмотки главных полюсов (II)

ступени 33% величины тока, проходящего через якорь тягового двигателя, проходит по шунтирующему сопротивлению и 67% — по обмоткам полюсов, а на второй ступени токи в обмотках главных полюсов и шунтирующем сопротивлении равны между собой.

При переходе с полного поля на ослабленное уменьшается величина магнитного потока главных полюсов, а следовательно, и противоэлектродвижущая сила якоря. Это ведёт к увеличению тока, т. е. мощности, развиваемой тяговым двигателем. Ток возрастает до тех пор, пока магнитный поток не достигнет прежней величины, т. е. не наступит равновесия между противоэлектродвижущей силой якоря и приложенным к нему напряжением. Поэтому ослабление поля сопровождается увеличением тока якоря при сохранении величины магнитного потока и, следовательно, увеличением вращающего момента двигателя и силы тяги электровоза. В результате скорость движения увеличивается.

2. Пуск в ход тяговых двигателей

Если к зажимам неподвижного тягового двигателя приложить напряжение U (в), то при сопротивлении обмоток якоря и полюсов r (ом) в цепи установится ток

$$I = \frac{U}{r} a.$$

Сопротивление обмоток якоря и полюсов серийных тяговых двигателей электровозов составляет доли ома. Так, сопротивление последовательно включённых обмоток якоря главных и дополнительных полюсов тягового двигателя типа ДПЭ-400 составляет около 0,2 ом. Если соединить шесть тяговых двигателей типа ДПЭ-400 последовательно и включить их в сеть с напряжением 3 000 в, то в обмотках неподвижных двигателей установится ток

$$I = \frac{3\,000}{6 \cdot 0,2} = 2\,500 \text{ а.}$$

При таком токе вращающий момент двигателя будет очень велик и может вызвать повреждение частей самого двигателя и зубчатой передачи. Кроме того, обмотки двигателя при таком токе быстро нагреются и сгорят.

Для ограничения величины тока при пуске в цепь двигателей вводится дополнительное омическое сопротивление, которое значительно увеличивает сопротивление цепи. Если величина дополнительного сопротивления (реостатов) R , то величина пускового тока будет

$$I = \frac{U}{r + R}.$$

Например, при $R = 28,8$ ом ток

$$I = \frac{3000}{6 \cdot 0,2 + 28,8} = 100 \text{ а,}$$

а сила тяги электровоза 5 700 кг (см. фиг. 214).

Если этой силы тяги недостаточно для трогания электровоза с составом, то можно уменьшить величину R замыканием накоротко отдельных секций реостатов. Так, при $R = 13,8$ ом пусковой ток будет 200 а и сила тяги 14 700 кг, при $R = 8,8$ ом ток будет 300 а и сила тяги 24 900 кг и т. д.

Как только электровоз сдвинется с места, т. е. якоря двигателей начнут вращаться, в проводниках последних появится э. д. с., которая направлена против подводимого к двигателям напряжения. Величина противо-э. д. с., как это известно из теории работы электрических машин, увеличивается с возрастанием скорости вращения.

Если обозначить величину суммарной э. д. с. последовательно включённых двигателей через E , то величина тока вращающегося двигателя может быть выражена, как

$$I = \frac{U - E}{r + R}.$$

Из этой формулы следует, что при неизменном сопротивлении реостатов R и постоянном напряжении контактной сети U с увеличением противо-э. д. с. E , т. е. с увеличением скорости движения, величина тока I падает. При уменьшении величины тока уменьшается и сила тяги.

Чтобы сохранить постоянную величину силы тяги при пуске (разгоне) электровоза, необходимо поддерживать постоянной величину тока. Для этого следует постепенно уменьшать величину сопротивления R . Осуществить плавное уменьшение величины сопротивления практически сложно. Поэтому уменьшение сопротивлений производится замыканием накоротко частей реостатов (секций) и их переключением, что приводит к ступенчатому колебанию пускового тока, а следовательно, и величины тягового усилия при разгоне. Чтобы уменьшить величину колебания тока при пуске, обычно предусматривают достаточно большое количество ступеней сопротивлений.

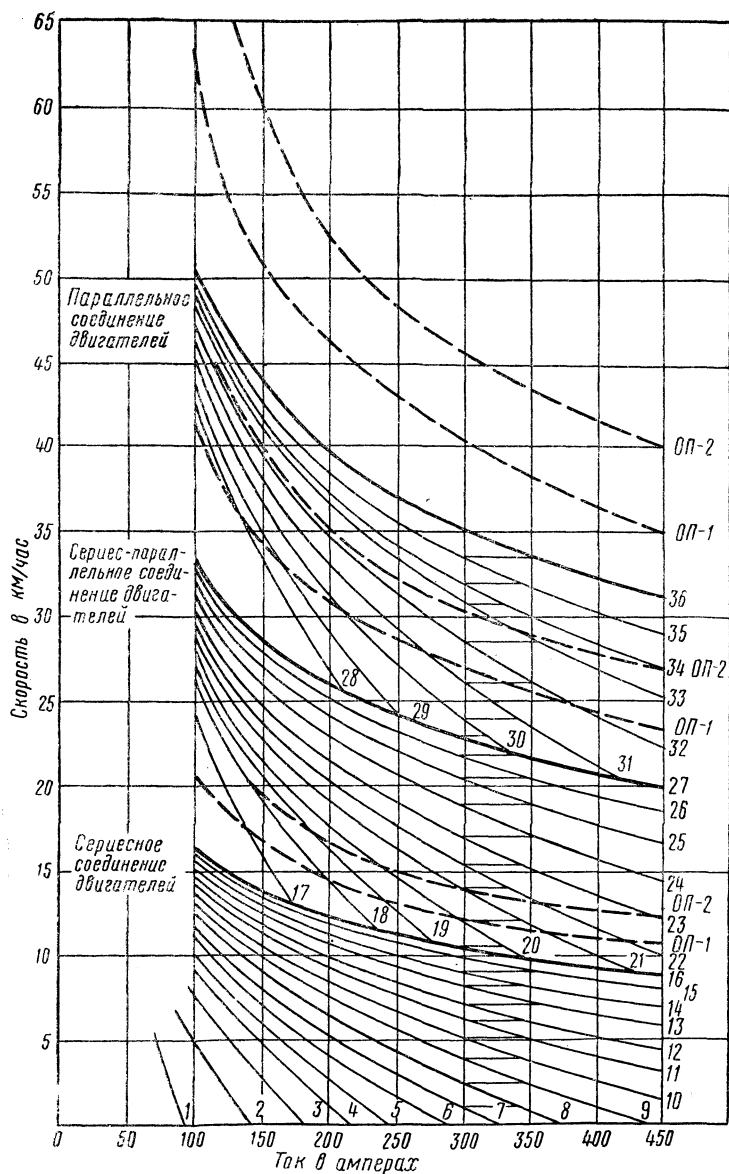
На фиг. 286 приведена пусковая диаграмма электровоза серии ВЛ22. Кривые представляют собой скоростные характеристики электровоза для всех реостатных (1-й—15-й, 17-й—26-й и 28-й—35-й) и безреостатных (16-й, 27-й и 36-й) позиций контроллера.

На пусковой диаграмме в виде примера показано изменение величины тока при разгоне электровоза с минимальным значением пускового тока 300 а на двигатель, т. е. когда машинист производит переключение контроллера на следующую позицию после уменьшения тока при разгоне на заданной позиции до 300 а . Движение электровоза в этом случае начинается при токе 325 а , т. е. на 7-й позиции контроллера. По мере увеличения скорости величина тока уменьшается по кривой 7 до 300 а ; в этот момент производится выключение одной ступени сопротивлений и величина тока возрастает до 340 а . Затем, по мере увеличения скорости, ток уменьшается по кривой 8 до 300 а , когда снова производится выключение секции сопротивления и ток возрастает до 345 а . Этот процесс продолжается до выхода на кривую 16, представляющую собой рабочую характеристику электровоза, при которой двигатели соединены последовательно, а пусковые реостаты полностью выведены из цепи, т. е. $R = 0$.

Дальнейший разгон электровоза осуществляется выводением сопротивлений на серийно-параллельном и параллельном соединениях двигателей до выхода на кривую 36.

Увеличение скорости движения по любой характеристике возможно в том случае, если сопротивление движению поезда меньше усилия тяги, которое развивает электровоз.

Чтобы поднять величину тяги при пуске, машинист должен переходить с одной позиции контроллера на другую при больших значениях тока; наоборот, для того чтобы уменьшить пусковую



Фиг. 286. Пусковая диаграмма электровоза серии ВЛ22 при напряжении в контактном проводе 3000 в

силу тяги, например при разгоне одиночного электровоза, переход с одной позиции на другую следует производить при меньших токах.

Как видно из пусковой диаграммы (фиг. 286), толчки тока при переходе с одной позиции на другую, т. е. с одной скоростной характеристики на лежащую выше, тем больше, чем больше расстояние между характеристиками и чем ближе они расположены.

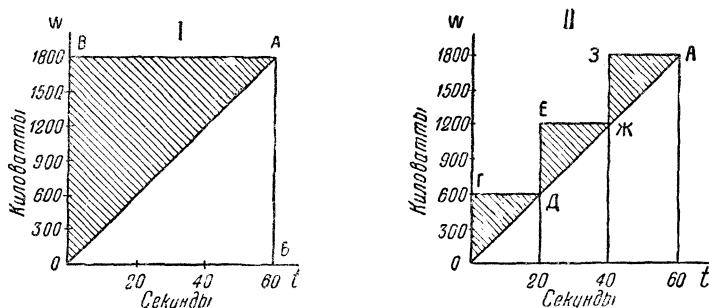
Применение во время пуска электровоза переключения тяговых двигателей даёт значительную экономию электрической энергии.

Так, если во время пуска электровоза три цепи двигателей сразу соединены параллельно и пусковой ток каждого двигателя равен 200 а , то общий ток в процессе всего пуска будет $200 \cdot 3 = 600\text{ а}$, а мощность, потребляемая из сети, $600 \cdot 3\,000 = 1\,800\,000\text{ вт}$, или $1\,800\text{ квт}$. Если пуск длился 60 сек. , то расход энергии за период пуска составит

$$\frac{1\,800 \cdot 60}{3\,600} = 30\text{ квт-ч.}$$

Мощность тяговых двигателей во время пуска растёт почти прямо пропорционально времени и может быть изображена прямой OA (фиг. 287). При этом полезная работа за время пуска электровоза выразится площадью треугольника OAB или величиной

$$\frac{1\,800 \cdot 60}{3\,600 \cdot 2} = 15\text{ квт-ч.}$$



Фиг. 287. График мощности двигателей и потерь энергии в реостатах во время разгона электровоза

Таким образом, энергия, потерянная в реостатах, изображённая площадью треугольника OAB (фиг. 287, I), будет равна также 15 квт-ч . Следовательно, при чисто реостатном пуске 50% электрической энергии теряется бесполезно.

Если в процессе пуска производится также переключение двигателей, то первые 20 сек. пуска будут осуществлены на серийном соединении двигателей, вторые 20 сек. — на серийно-параллельном соединении и последние 20 сек. — на параллельном. При серийном соединении двигателей общий ток электровоза будет равен 200 а ,

а энергия, потерянная в реостатах, изобразится площадью треугольника *ОГД* (фиг. 287, *II*) и составит

$$\frac{600 \cdot 20}{3 \cdot 600 \cdot 2} = 1,66 \text{ квт-ч.}$$

При серийно-параллельном соединении двигателей общий ток электроваза равен 400 *а*, а энергия, потерянная в реостатах, изобразится площадью треугольника *ДЕЖ* (фиг. 287, *II*). При параллельном соединении двигателей общая величина тока равна 600 *а*, а энергия, потерянная в реостатах, изобразится площадью треугольника *ЖЗА* (фиг. 287, *II*).

Площади треугольников *ОГД*, *ДЕЖ* и *ЖЗА* равны между собой, а следовательно, общая потеря энергии в реостатах во время пуска равна $1,66 \cdot 3 = 5 \text{ квт-ч}$, т. е. в 3 раза меньше, чем при чисто реостатном пуске.

3. Переключение двигателей с одного соединения на другое

Наиболее простым способом перехода с одного соединения двигателей на другое был бы разрыв силовой цепи и новое её замыкание при изменённой комбинации включения двигателей. Существенным недостатком такого способа является прекращение тока на время перехода с одного соединения на другое, а следовательно, и уменьшение тягового усилия до нуля.

Переход с одного соединения двигателей на другое на электровазах осуществляется методами короткого замыкания или шунтировки, которые являются более совершенными, так как позволяют на время перехода использовать тяговое усилие части двигателей.

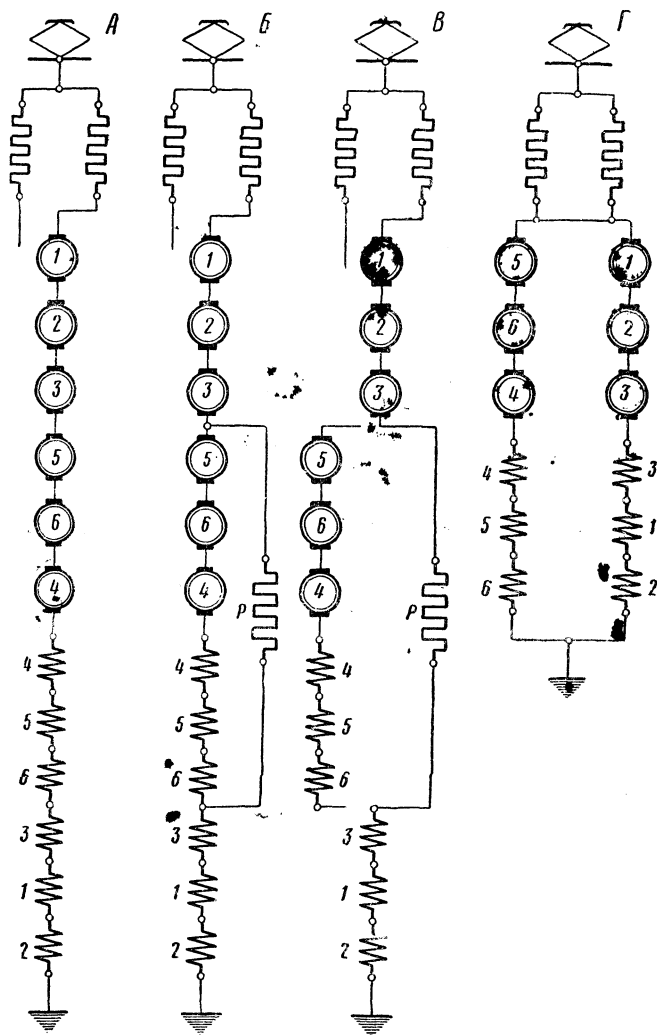
При переходе с серийного соединения двигателей на серийно-параллельное (фиг. 288, *А — Г*) двигатели 1, 2 и 3 остаются включёнными в течение всего времени перехода и развивают тяговое усилие. Двигатели же 5, 6 и 4 шунтируются сопротивлением *Р* (фиг. 288, *Б*) или замыкаются накоротко, как это сделано на электровазах серии ВЛ19 и серии ВЛ22^м без электрического торможения.

При шунтировке ток, пройдя обмотки якорей двигателей 1, 2 и 3, разветвляется: часть его проходит через двигатели 5, 6 и 4, а большая часть — через сопротивление *Р*. Ток, идущий через двигатели 5, 6 и 4, незначителен и определяется величиной падения напряжения в сопротивлении *Р*.

В следующий момент происходит отключение двигателей 5, 6 и 4 (фиг. 288, *В*).

Шунтировка трёх двигателей (из шести соединённых последовательно) резко уменьшает суммарную противо-э. д. с. всей цепи и, следовательно, вызывает значительное увеличение тока, которое приводит к резкому увеличению тягового усилия и может вызвать боксование колёс, появление кругового огня на коллекторе и поломку отдельных частей передачи и двигателя.

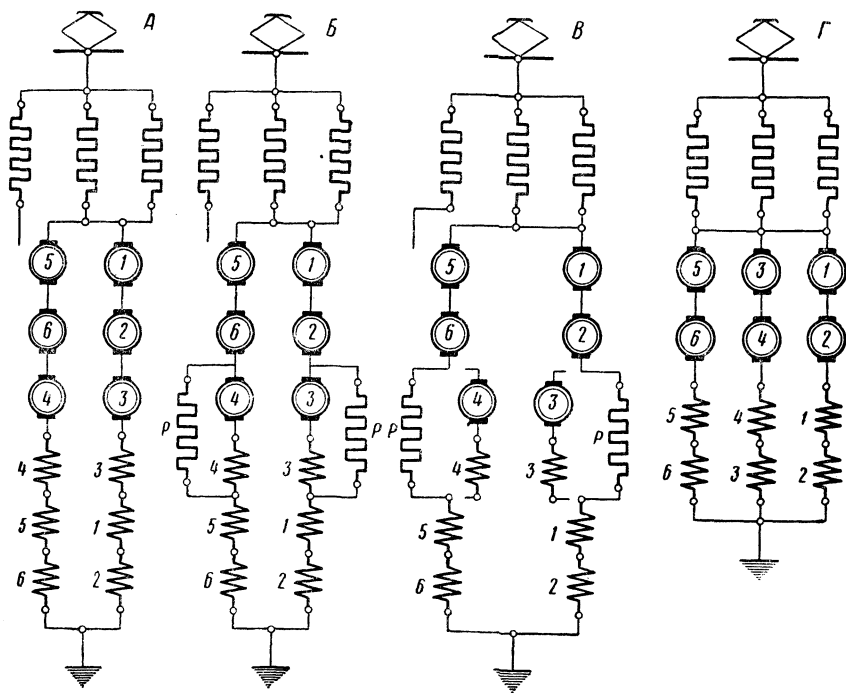
Для устранения этого нежелательного явления перед моментом шунтировки в цепь всех шести двигателей вводится часть пусковых сопротивлений (фиг. 288, А), вследствие чего последующее шунтирование двигателей не вызывает уже чрезмерного увеличения тока.



Фиг. 288. Переход по способу шунтировки при шести тяговых двигателях с серийного на серийно-параллельное соединение

После отключения трёх двигателей — 5, 6 и 4 — они включаются параллельно работающим двигателям 1, 2 и 3 через пусковые сопротивления (фиг. 288, Г).

Чтобы в обеих цепях двигателей ток имел одну и ту же величину, при дальнейшем пуске следовало бы выводить одновременно из каждой цепи одинаковое сопротивление. Однако это сильно усложнило бы схему соединения пусковых сопротивлений. Поэтому отдельные ветви сопротивлений соединяются уравнительным проводником (фиг. 288, Г), которым выравниваются напряжения на зажимах обеих цепей двигателей при разных сопротивлениях ветвей. При этом достаточно вывести какую-либо секцию сопротивле-



Фиг. 289. Переход по способу шунтировки при шести тяговых двигателях с series-параллельного на параллельное соединение

ний из любой ветви, чтобы увеличить ток на одну и ту же величину в обеих цепях двигателей.

Все соображения, положенные в основу метода перехода с series-параллельного на параллельное соединение двигателей, действительны и для перехода с series-параллельного на параллельное соединение.

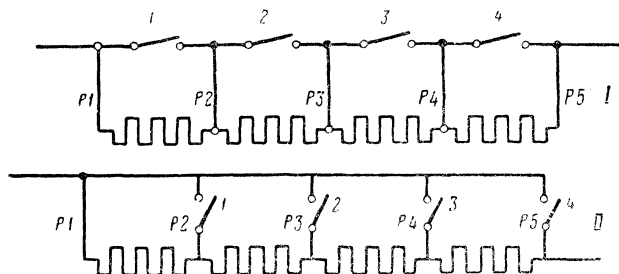
Порядок перехода на параллельное соединение следующий. В цепь шести двигателей (две цепи по три двигателя, последовательно соединённых в цепи) вводятся две ветви сопротивлений (фиг. 289, А).

Часть сопротивлений подготавливается (один конец подключён к высокому напряжению, другой конец пока остаётся свободным) для присоединения к отключённым во время перехода двигателям.

Далее в каждой цепи двигателей шунтируется сопротивлением P по одному двигателю — 3 и 4 (фиг. 289, Б). Затем эти двигатели отключаются (фиг. 289, В), после чего они подключаются к подготовленному сопротивлению, а ветви сопротивлений соединяются между собой уравнительным проводником (фиг. 289, Г). Благодаря наличию уравнительных соединений при пуске на параллельном соединении достаточно в какой-либо из трёх ветвей вывести часть сопротивлений, чтобы на одну и ту же величину возросло напряжение, приложенное к каждой цепи двигателей. Таким образом, при разгоне электровоза двигатели будут находиться в одинаковых условиях.

4. Выключение пусковых сопротивлений

Пусковые сопротивления, включаемые последовательно с тяговыми двигателями, выводятся по мере увеличения скорости электровоза закорачиванием отдельных секций. В электрических схемах электровоза отдельные секции пусковых сопротивлений в количестве от трёх до семи включают между собой последовательно и образуют группу, или ветвь. Группы пусковых сопротивлений,



Фиг. 290. Схемы соединений секций пусковых сопротивлений отдельной группы

как и тяговые двигатели, включаются между собой последовательно, последовательно-параллельно и параллельно. Это даёт возможность более равномерно нагрузить секции сопротивлений при различном соединении двигателей и обеспечить наибольшее число ступеней сопротивлений при наименьшем числе отдельных секций.

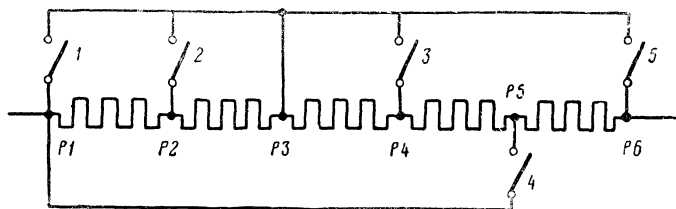
На фиг. 290 показаны два способа соединения секций пусковых сопротивлений, замыкаемых накоротко при помощи контакторов 1—4.

Последовательным замыканием контакторов 1, 2, 3 и 4 из цепи двигателей выключаются секции $P1—P2$, $P2—P3$, $P3—P4$ и $P4—P5$.

Расположение контакторов по второму способу (фиг. 290, II) имеет то преимущество, что ток полной величины протекает при замкнутых накоротко пусковых сопротивлениях только через последний контактор 4, тогда как при первом способе (фиг. 290, I) ток

протекает через все контакторы. Это заставляет применять на электровозах второй способ соединения секций.

Чтобы увеличить число ступеней пусковых сопротивлений без увеличения числа секций, отдельные секции в процессе пуска электровоза сначала включаются последовательно, а затем параллельно (фиг. 291). Последовательным замыканием контакторов 2,



Фиг. 291. Соединение секций пусковых сопротивлений отдельной группы по последовательно-параллельной схеме

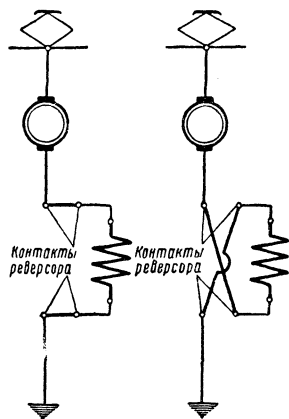
1, 3 и 4 замыкаются накоротко секции сопротивлений $P_2—P_3$, $P_1—P_2$, $P_3—P_4$ и $P_4—P_5$. Далее контакторы 1, 2 и 3 размыкаются и замыкается контактор 5. При этом параллельно секции $P_5—P_6$ включаются секции $P_1—P_2$, $P_2—P_3$ и $P_3—P_4$, $P_4—P_5$.

Замыканием контакторов 2 и 3 уменьшается общее сопротивление группы, после чего все секции замыкаются накоротко контактором 1 и ток через контакторы 1 и 5, минуя группу пусковых сопротивлений, проходит к тяговым двигателям.

5. Изменение направления вращения двигателей

Чтобы изменить направление движения электровоза, необходимо изменить направление тока в обмотках главных полюсов или обмотках якорей тяговых двигателей. При этом изменится взаимодействие между током, протекающим по проводникам обмотки якоря, и магнитным потоком главных полюсов, и якорь двигателя будет вращаться в другую сторону, т. е. изменится направление движения электровоза. Изменение направления движения электровозов осуществлено изменением направления тока в обмотках главных полюсов, для чего концы этих обмоток переключаются (фиг. 292). Переключение именно концов обмоток главных полюсов более удобно потому, что напряжение на них значительно ниже, чем на зажимах якорей.

Изменение направления вращения двигателя называется реверсированием.



Фиг. 292. Переключение обмоток главных полюсов тягового двигателя для изменения направления вращения якоря

6. Электрическое торможение

Часть электровозов имеет электрические схемы, позволяющие осуществлять электрическое торможение, т. е. использовать тяговые двигатели в качестве генераторов электрической энергии при движении поезда по спуску или при необходимости снизить скорость.

Существуют два вида электрического торможения — рекуперативное и реостатное.

Рекуперативное торможение. При рекуперативном торможении электроэнергия, вырабатываемая тяговыми двигателями, отдаётся в контактную сеть и используется другими электровозами или возвращается через тяговую подстанцию в высоковольтную линию передачи.

Во время рекуперативного торможения обмотки возбуждения тяговых двигателей переключаются на независимое питание от специального возбудителя. Параллельно обмоткам возбуждения двигателей включаются стабилизирующие сопротивления, которые служат для создания устойчивого режима работы рекуперативного торможения при параллельном включении тяговых двигателей.

Стабилизирующие сопротивления придают тяговому двигателю, работающему на генераторном режиме, противокомпаундную характеристику, при которой значительное изменение напряжения на зажимах машины даёт небольшое изменение тока в якоре, т. е. нагрузки.

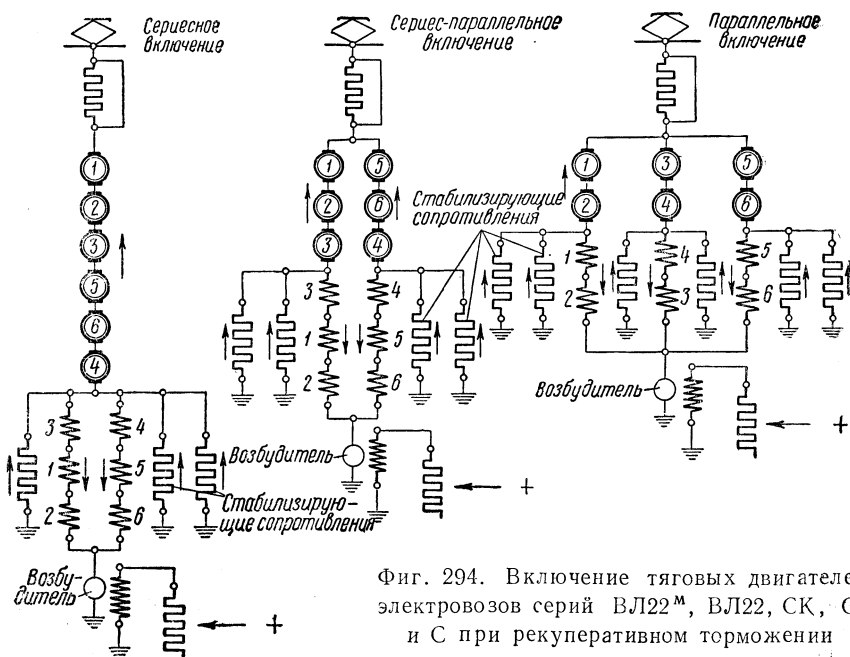
Если по каким-либо причинам понизится напряжение в контактной сети, то при постоянной величине тока в обмотке возбуждения I_a (фиг. 293) сохранится неизменной э. д. с. якоря, в результате чего возрастёт отдаваемый в контактную сеть ток I_a . Последнее приведёт к увеличению момента, необходимого для вращения якоря двигателя, т. е. к увеличению тормозной силы, независимо от желания машиниста.

Фиг. 293. Принципиальная схема включения тягового двигателя при рекуперативном торможении

Чтобы уменьшить толчок тормозного усилия при изменении напряжения в контактной сети, ток, проходящий от возбудителя в обмотки полюсов тягового двигателя, заставляют протекать вместе с током якоря через стабилизирующее сопротивление. Это приводит к тому, что при постоянном напряжении на зажимах возбудителя ток в обмотке возбуждения полюсов двигателя уменьшается с увеличением тока в якоре, так как при увеличении тока в якоре возрастает падение напряжения на стабилизирующем сопротивлении. Уменьшение величины тока в обмотках возбуждения тягового двигателя вызовет уменьшение

э. д. с. якоря, т. е. тока, отдаваемого в контактную сеть. Следовательно, в результате включения стабилизирующих сопротивлений тормозное усилие электровоза не будет резко возрастать с понижением напряжения в контактной сети.

Аналогичное действие стабилизирующие сопротивления оказывают при повышении напряжения в контактной сети. В случае от-

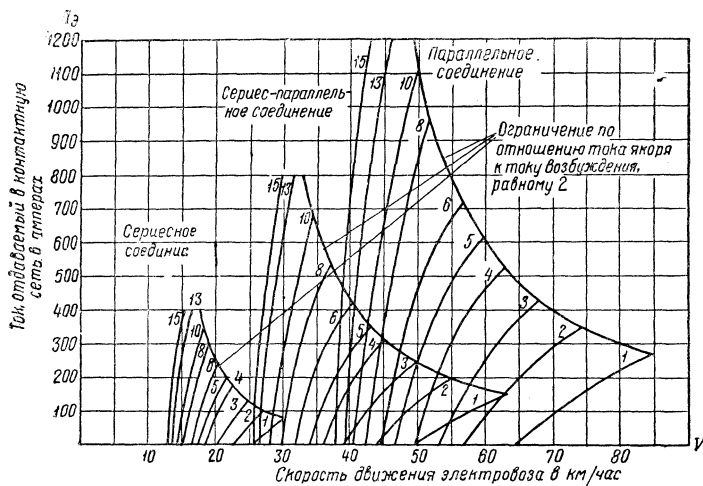


Фиг. 294. Включение тяговых двигателей электровозов серий ВЛ22^м, ВЛ22, СК, Сс и С при рекуперативном торможении

сутствия этих сопротивлений с повышением напряжения в контактной сети падал бы ток в цепи якорей двигателей, а следовательно, сильно снижалось бы тормозное усилие. При включении стабилизирующих сопротивлений с падением тока в цепи якорей уменьшается падение напряжения на стабилизирующих сопротивлениях, а следовательно, возрастает ток в цепи обмоток возбуждения главных полюсов, что ведёт к увеличению э. д. с. якорей и отдаваемого тока. Таким образом, тормозное усилие электровоза не будет сильно падать при увеличении напряжения в контактной сети.

Действие стабилизирующих сопротивлений при расхождении характеристик тяговых двигателей, включённых в разные параллельные цепи, такое же, как при изменении напряжения в контактном проводе: увеличение или уменьшение величины тока в отдельной группе якорей двигателей приводит соответственно к уменьшению или увеличению тока возбуждения и выравниванию нагрузки с другими группами двигателей.

Изменение тормозного усилия при рекуперации достигается уменьшением или увеличением напряжения на зажимах возбuditеля, который имеет независимую обмотку возбуждения. Независимая обмотка возбуждения возбудителя питается током низкого напряжения. В цепи независимой обмотки возбуждения возбудителя предусматривается регулируемое сопротивление. При уменьшении этого сопротивления увеличивается ток в обмотке возбудителя, напряжение на его зажимах и, следовательно, ток возбуждения тяговых двигателей.



Фиг. 295. Зависимость рабочего тока электровоза серии ВЛ22^М от скорости движения при рекуперативном торможении для различных позиций тормозной рукоятки контроллера при напряжении в контактной сети 3 300 в

У электровозов с шестью тяговыми двигателями при рекуперативном торможении якоря тяговых двигателей могут быть соединены серийно, серийно-параллельно и параллельно (фиг. 294).

Стрелками на фиг. 293 и 294 указано направление тока при рекуперативном торможении.

При серийном соединении якорей двигателей и напряжении в контактной сети 3 300 в напряжение на коллекторе каждого двигателя составляет 550 в, при серийно-параллельном соединении — 1 100 в и при параллельном соединении — 1 650 в. Скорость движения электровоза во время рекуперативного торможения получается наибольшей при параллельном соединении якорей двигателей и наименьшей при серийном соединении якорей двигателей.

Так как при рекуперативном торможении напряжение в контактной сети несколько поднимается, то зависимость между величиной тока, отдаваемого электровозом в контактную сеть, и скоростью движения при рекуперативном торможении показывается обычно для напряжения в контактной сети 3 300 в (фиг. 295).

Реостатное торможение. При реостатном торможении двигатели работают как серийные генераторы и включаются на пуск с реостата, в которых полученная во время торможения электрическая энергия превращается в тепловую.

В начальный момент торможения серийный двигатель начинает работать как генератор за счёт остаточного магнетизма; поэтому ток в якоре машины при переходе на генераторный режим изменит своё направление по отношению к току якоря при моторном режиме (э. д. с. сохранит своё направление). Во избежание размагничивания машины перед началом торможения концы катушек возбуждения двигателя переключаются таким образом, чтобы ток якоря, проходя по виткам катушек возбуждения, усиливал магнитный поток остаточного магнетизма и тем полностью производил возбуждение машин.

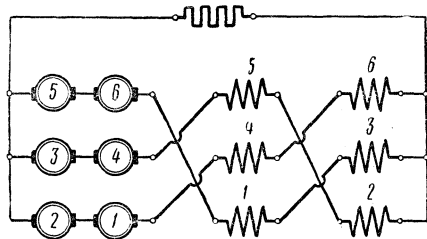
Параллельно включённые серийные генераторы не дают устойчивого режима работы, а поэтому при электрическом торможении обмотки возбуждения двигателей включаются с перекрещиванием (фиг. 296), что даёт устойчивую работу серийных генераторов.

По этой схеме ток первой группы якорей (якори двигателей 1 и 2) протекает последовательно через обмотки возбуждения двигателей 4 и 6. Ток второй группы якорей (якори 3 и 4) протекает последовательно через обмотки возбуждения двигателей 5 и 2. Ток третьей группы якорей (якори 5 и 6) протекает последовательно через обмотки возбуждения двигателей 1 и 3.

Если по каким-либо причинам возрастает напряжение на первой группе якорей, то эти якори в первый момент создают в цепи больший ток, но, поскольку путь тока лежит через обмотку возбуждения якоря 4 (вторая группа) и обмотку возбуждения якоря 6 (третья группа), очевидно, что увеличение протекающего тока повлечёт за собой увеличение напряжения на второй и третьей группах якорей. Таким образом, получится автоматическое выравнивание напряжений на зажимах отдельных групп двигателей.

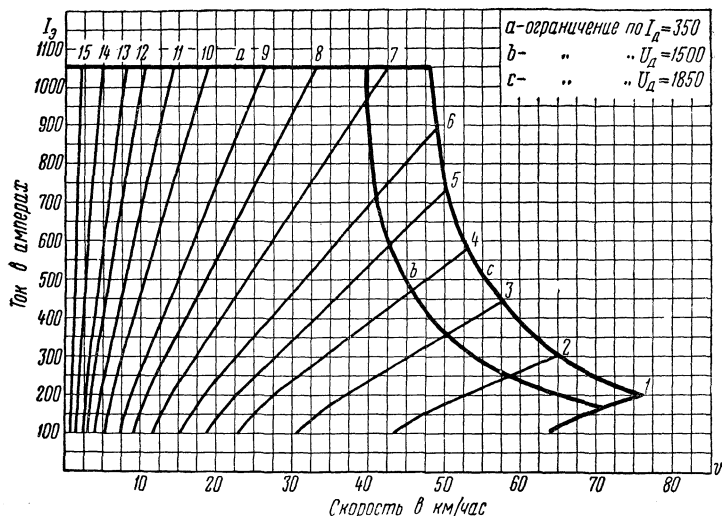
Изображённая на фиг. 296 схема включения двигателей с перекрещиванием обмоток возбуждения носит название **двойной циклической схемы**.

При уменьшении скорости движения электровоза во время торможения будет падать э. д. с. якорей двигателей, а следовательно, и величина тока. Падение тока вызовет снижение тормозного усилия электровоза. Чтобы поддержать тормозную силу с уменьшением скорости движения, т. е. поддержать определённый ток, снижают величину сопротивления реостатов, на которые включены двигатели.



Фиг. 296. Включение тяговых двигателей электровоза серии ЕЛ19 при реостатном торможении

Двигатели при реостатном торможении соединяются параллельно, так как при последовательном соединении суммарное напряжение было бы слишком велико для электрического оборудования электровоза и сильно ограничило бы максимально возможную скорость тормозного режима. Так, если включено шесть двигателей



Фиг. 297. Характеристика рабочего тока электровоза серии ВЛ19 при реостатном торможении

последовательно и напряжение на зажимах каждого равно 1 500 в, то общее напряжение будет равно 9 000 в, что, конечно, недопустимо по прочности изоляции машин и аппаратов, рассчитанных на максимальное напряжение 4 000 в.

На фиг. 297 даны кривые зависимости рабочего тока от скорости движения электровоза серии ВЛ19 для различных величин сопротивлений реостатов, причём цифрами 1—15 обозначены тормозные позиции контроллера машиниста.

ГЛАВА VIII

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА

Электрическая аппаратура электровоза включает токоприёмники, аппараты для управления тяговыми двигателями и вспомогательными машинами, аппараты для защиты электрических цепей от перегрузок и высоких напряжений, а также отопительные, осветительные и измерительные приборы.

В зависимости от назначения и места включения аппарата в схеме изоляция его токонесущих или находящихся под напряжением частей рассчитана на полное напряжение контактной сети или на работу при низком напряжении, например при напряжении 50 в, которое применяется для всех цепей управления и освещения электровоза.

Ниже будет рассмотрена аппаратура электровозов серий ВЛ22^м, ВЛ22, ВЛ19^м, ВЛ19, СК, ПБ, Сс, С и частично аппаратура электровоза серии С^и. На электровозах первых восьми серий установлено много однотипной аппаратуры; часть же аппаратов имеет много общих деталей и отличается друг от друга или количеством сегментов (реверсоры, тормозные переключатели) или развёрткой кулачкового вала (групповые переключатели, контроллеры машиниста).

Кроме описания электрической аппаратуры, в данной главе приведены краткие сведения о кабелях и проводах, при помощи которых соединены между собой отдельные аппараты и машины, а также о механических скоростемерах.

Полный перечень электрической аппаратуры электровозов и основные технические данные отдельных аппаратов приведены в приложениях 8—15 и 17—22.

1. Пантограф

Для создания электрического соединения между контактным проводом и цепью тяговых двигателей на электровозах устанавливаются токоприёмники. При движении электровоза токоприёмник скользит по расположенному вдоль пути контактному проводу.

Токоприёмники в зависимости от величины тока, скорости движения электровоза и рабочего напряжения в контактном проводе выполняются различными по конструкции. В электровозной

практике получил наибольшее распространение так называемый пантографный токоприёмник, или, как его просто называют, пантограф. На электровозах промышленного типа иногда применяются дуговые токоприёмники трамвайного типа. Дуговые токоприёмники не обеспечивают достаточной силы нажатия контактной поверхности к рабочему проводу при больших скоростях движения и имеют незначительную поверхность соприкосновения с проводом, не позволяющую пропустить большой ток; кроме того, дуговые токоприёмники требуют перестановки их при изменении направления движения электровоза и неудобны для управления подъёмом и опусканием из кабины машиниста.

Поэтому на электровозах железных дорог Советского Союза установлены пантографы. Пантограф состоит из четырёх лёгких рам, шарнирно соединённых между собой. В верхней части пантографа расположены одна или две контактные лыжи. Посредством пружинного механизма рамы поднимают лыжу (лыжи) вверх и прижимают её (их) к контактному проводу. При изменении высоты провода система рам пантографа позволяет подниматься или опускаться лыже (лыжам), непрерывно сохраняя нажатие лыжи (лыж) на контактный провод.

Электровозы, как правило, имеют по два пантографа, причём в работе обычно находится только один, а второй является запасным.

Второй пантограф поднимается в тех случаях, когда необходимо уменьшить или прекратить искрение, например во время гололёда.

Пантограф типа ДЖ-4. Пантограф типа ДЖ-4 (фиг. 298 и 299) состоит из нижней опорной рамы, подвижной части, контактных лыж и пневматического механизма, воздействующего на подвижную часть через пружины.

Нижняя рама 1 пантографа является жёсткой системой, собираемой из углового железа, и служит основанием для рабочей части пантографа. К раме прикреплены скобы и кронштейны под опорные изоляторы 2 пантографа. Опорные изоляторы (фиг. 300) нижним фланцем укрепляются при помощи болтов на специальных опорах или брусках на крыше электровоза; для установки и укрепления на изоляторах рамы пантографа применяется специальный фасонный держатель, который монтируется на опорной поверхности изолятора.

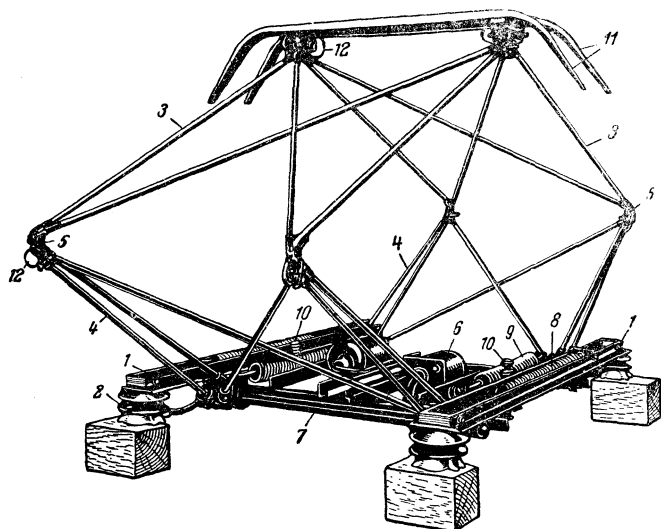
Подвижная часть пантографа выполнена из верхних 3 и нижних 4 подвижных рам. Подвижные рамы сделаны из цельнотянутых тонкостенных стальных труб, скреплённых в литых шарнирах 5. Для придания системе жёсткости верхние и нижние рамы снабжены диагональными трубчатыми связями.

Контактные лыжи 11 выполнены из оцинкованной или облуженной стали. На лыжах при помощи латунных винтов укрепляются медные пластины (накладки), которые непосредственно скользят по контактному проводу.

Длина лыж рассчитана на зигзагообразную подвеску контактного провода, применяемую для большей равномерности износа пантографных накладок.

Пневматический механизм состоит из двух цилиндров 6 с поршнями. Шток поршня передаёт усилие посредством рычагов на главный и вспомогательный валы, растягивающие пружины и передающие таким образом усилие на подвижную часть пантографа.

По обеим сторонам опорной рамы 1 укреплены на роликовых подшипниках главные валы 7, жёстко связанные с нижними подвижными рамами 4. Оба вала 7 связаны между собой двумя тягами,



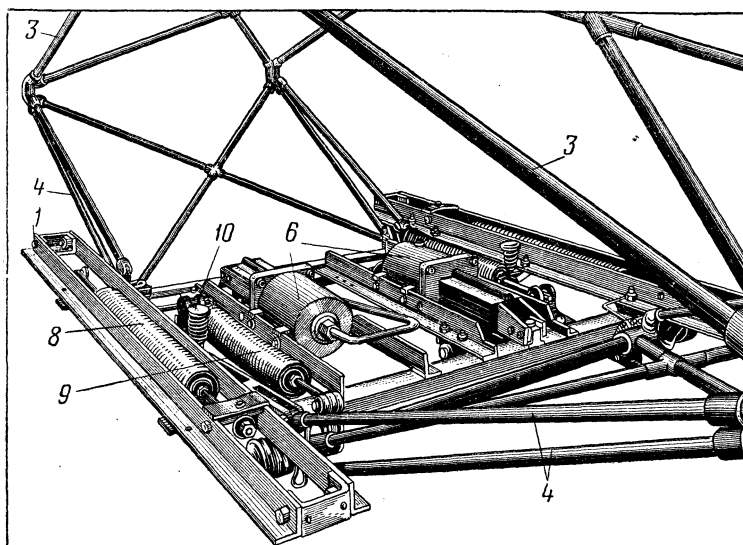
Фиг. 298. Пантограф типа ДЖ-4

так что при повороте одного вала следует такой же поворот другого вала. На валах 7 посажены кривошипы, к которым присоединены наружные 8 и внутренние 9 пружины (фиг. 298, 299, 301 и 302).

Другие концы наружных пружин жёстко прикреплены к опорной раме пантографа. Наружные пружины соединены с валом таким образом, что при опущенном пантографе эти пружины находятся в растянутом (напряжённом) состоянии. Внутренние пружины, соединённые посредством вспомогательных валов 10 (фиг. 302) и кривошипов с поршнями пневматических цилиндров 6, при опущенном состоянии пантографа ослаблены.

Наружные пружины имеют 37 витков, а внутренние — 33 витка. Внутренний диаметр тех и других пружин равен 69 мм. Пружины выполнены из круглой стальной проволоки диаметром 18 мм для наружных и 15 мм для внутренних пружин.

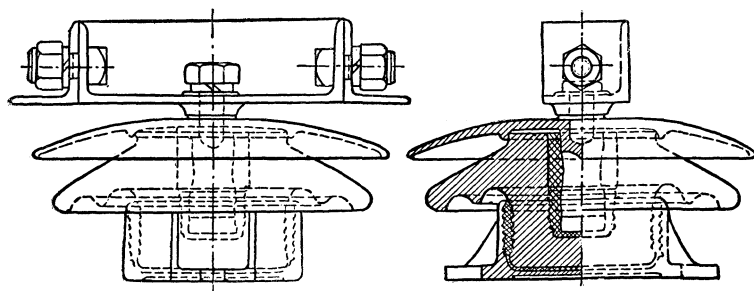
При впуске сжатого воздуха в цилиндры 6 поршни 14 (фиг. 303) передвигаются и поворачивают кривошипы 15, которые растягивают внутренние пружины 9 (фиг. 301—303). Совместным усилием наружных (растянутых) и внутренних пружин преодолевается вес подвижных рам пантографа, поворачиваются валы 7 (направле-



Фиг. 299. Нижняя часть пантографа типа ДЖ-4

ние движения на фиг. 301 показано стрелками) и пантограф поднимается.

Сила нажатия лыж пантографа на контактный провод зависит только от регулировки внутренних и внешних пружин, так как



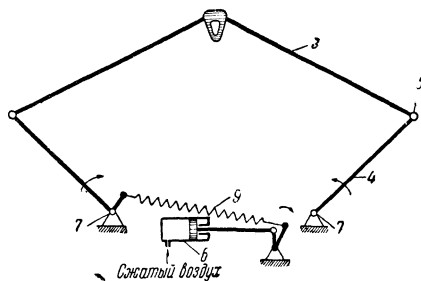
Фиг. 300. Опорный изолятор пантографа типа ДЖ-4

при крайних положениях поршней в цилиндрах 6 изменение давления воздуха не может вызвать изменения натяжения пружин, действующих на подвижные рамы пантографа. Натяжение пружин может регулироваться поворотом болтов; головки болтов упру-

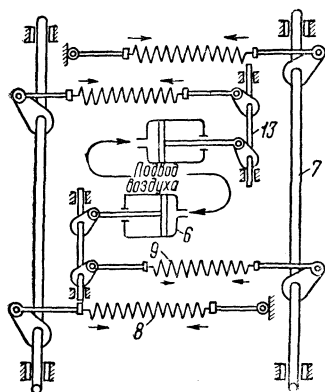
раются в валики рычагов, а нижней частью ввёрнуты в специальную дисковую гайку, захватывающую первые витки пружины. Минимальное давление воздуха, при котором поршни становятся в крайние положения и пантограф начинает подниматься, равно 2,5—3 ат.

Опускание пантографа происходит под действием силы тяжести при выпуске сжатого воздуха из цилиндров 6. При падении пантографа растягиваются наружные пружины, что ослабляет удар подвижных рам. Кроме того, для смягчения удара при опускании пантографа имеется два пружинных амортизатора 10, установленных на опорной раме (фиг. 298 и 299).

Верхние подвижные рамы 3 соединены между собой шарнирно и несут на себе по две лыжи 11. Каждая лыжа укреплена самостоятельно на снабжённых спиральными пружинами каретках (фиг. 304), выполненных для облегчения из алюминиевых сплавов. Такое устройство позволяет лыжам иметь самостоятельный ход около 50 мм независимо от подъёма подвижных рам пантографа, что значительно



Фиг. 301. Схема пантографа типа ДЖ-4



Фиг. 302. Схема привода пантографа типа ДЖ-4

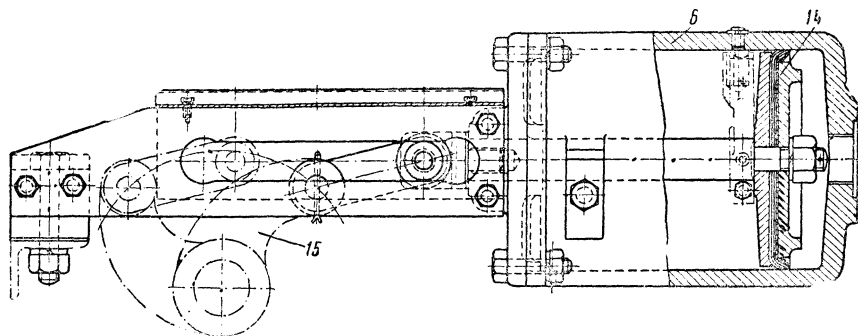
смягчает удары, возникающие от жёстких точек в подвеске контактного провода или же при небольших, но резких колебаниях высоты последнего.

Все шарнирные соединения подвижных рам и каретки, имеющие подшипники скользящего трения, снабжены медными гибкими шунтами 12 (фиг. 298), по которым проходит ток. Этим уменьшается электрическое сопротивление пантографа и достигается предохранение соединений от разъедания.

Сложность конструкции пантографа объясняется особенно высокими требованиями, предъявляемыми к токоприёмнику электровоза. В эксплуатации необходимо, чтобы на провод всё время было определённое нажатие со стороны скользящих лыж, причём это нажатие должно быть приблизительно одинаковым на любой высоте контактного провода.

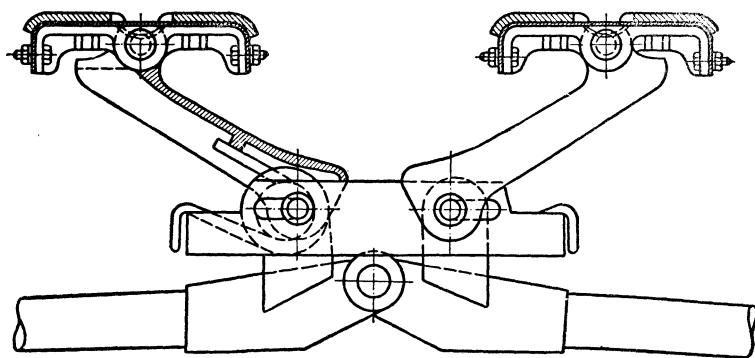
Величина нажатия на контактный провод определяется величинами снимаемого тока, скоростью движения и площадью соприкосновения контактных поверхностей лыж и провода.

Колебание нажатия, оказываемого пантографом на контактный провод, в пределах нормальной рабочей высоты как при опускании, так и при подъёме не должно превышать $\pm 10\%$. Это основное требование выполняется надлежащим расчётом пружин и рычагов, тщательным исполнением деталей, а также точной регулировкой всего аппарата.



Фиг. 303. Цилиндр пантографа типа ДЖ-4

Зависимость силы нажатия на контактный провод при различной высоте подъёма лыж над основанием называется статической характеристикой пантографа. Статическая характеристика даётся в виде двух кривых: одной для силы нажатия на контактный провод при движении лыж вверх, другой — при движении их вниз (фиг. 305).



Фиг. 304. Верхняя каретка пантографа типа ДЖ-4

Хорошая работа пантографа определяется не только его благоприятной статической характеристикой, но и его динамическими характеристиками, зависящими в основном от величины массы (веса) подвижных частей пантографа.

Пантограф типа ДЖ-4 рассчитан на продолжительный ток в 1 000 а при скорости движения до 100 км/час и имеет изоляцию в виде опорных изоляторов на 4 000 в. В течение 2 мин. пантограф может снимать ток в 2 000 а. Длина рабочей части лыжи 1 620 мм; расстояние между концами рогов по горизонтали 2 260 мм; высота рога 400 мм; вес пантографа 550 кг.

Нормальной рабочей высотой пантографа является предел от 400 до 1 900 мм от нижнего положения лыжи. Наибольшая высота поднятия лыж от нижнего положения равна 2 400 мм.

Разница между нажатиями на контактный провод в пределах нормальной рабочей высоты при подъёме и опускании пантографа получается за счёт трения в шарнирах.

Нажатие пантографа на контактный провод в пределах нормальной рабочей высоты должно быть:

1) для зимних условий—при подъёме не менее 8 кг, при опускании не более 13 кг;

2) для летних условий—при подъёме не менее 7 кг, при опускании не более 12 кг.

Нажатие пружин верхнего шарнира по центру лыж должно быть не меньше 4 кг при верхнем положении лыж и не больше 19 кг при нижнем положении их.

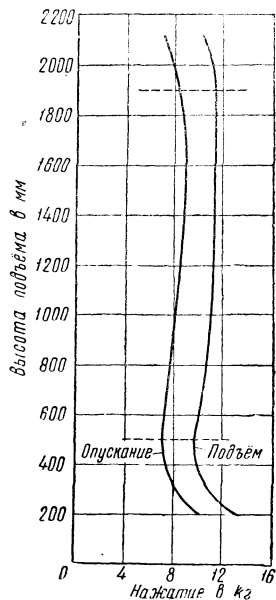
Номинальное рабочее давление сжатого воздуха равно 5 ат.

Пантограф типа ДЖ-5. В 1941 г. завод «Динамо» имени С. М. Кирова начал выпускать пантографы типа ДЖ-5 (фиг. 306 и 307) более лёгкой конструкции и с лучшей динамической характеристикой. Наружные пружины 1 (фиг. 306 и 308) предназначены для подъёма контактного полоза; их усилие передаётся контактному полозу через главные валы 7, нижние рамы 8 и верхние рамы.

Средняя пружина 2, работающая на сжатие, предназначена для опускания полоза и рассчитана на преодоление натяжения крайних пружин и трения поршня пневматического цилиндра 3 при отсутствии в нём воздуха. Усилие средней пружины передаётся через тягу 4, ролик 5 и рычаг 6 на правый главный вал 7.

Чтобы обеспечить одновременность поворота главных валов, они соединены между собой тягами 9.

Уменьшение усилия средней пружины 2 по мере её сжатия компенсируется увеличением плеча, на которое передаётся нажатие ролика 5, вследствие того, что при движении тяги 4 слева на-

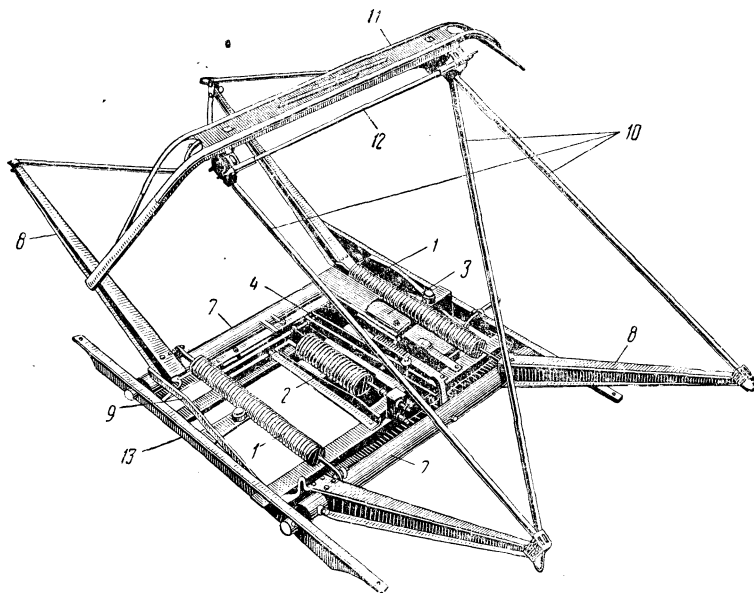


Фиг. 305. Характеристика нажатия пантографа типа ДЖ-4 на контактный провод

право ролик катится по поверхности профильного рычага 6 снизу вверх.

При впуске сжатого воздуха в цилиндр происходит сжатие средней и крайних пружин, оба главных вала начинают вращаться (правый против часовой стрелки, левый по часовой стрелке) и полоз поднимается.

При выпуске воздуха из цилиндра средняя пружина давит на рычаг 6 и создаёт на правом валу момент вращения, направленный по часовой стрелке. Этот момент передаётся соединительными тягами левому валу, действие крайних пружин компенсируется и полоз опускается.



Фиг. 306. Пантограф типа ДЖ-5

В случае поломки средней пружины, поскольку она работает на сжатие и через неё пропущены шпильки, отдельные части пружины, упираясь друг в друга, продолжают работать на сжатие. Это исключает самопроизвольный подъём пантографа при поломке пружины.

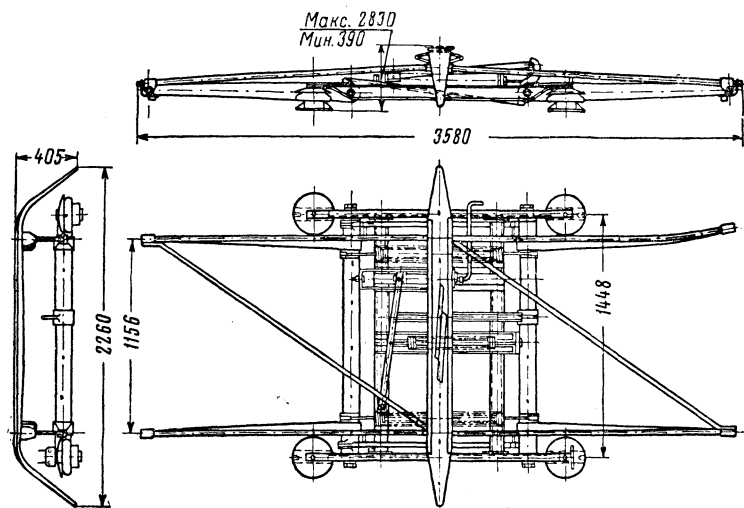
Нижние рамы пантографа выполнены из листовой стали и имеют двутавровое сечение.

Верхние рамы пантографа выполнены из стальных высококачественных труб наружным диаметром 29 мм, а диагонали—из труб диаметром 25 мм; толщина стенок труб 1 мм. Концы труб заделываются в стальные литые башмаки, которые соединяются валиками с нижними рамами и механизмом полоза (фиг. 309).

Верхние рамы 1 заканчиваются башмаками 2, которые соединяются в шарнире 3 общим валиком. Этот валик одновременно

является осью вращения пружинодержателя 4. Пружины 5 упираются одним концом в пружинодержатель, а другим — в кронштейн 6, вращающийся на оси 7. На кронштейне укреплена лыжа 8 пантографа.

Рычажное устройство, соединяющее между собой оси шарниров механизма, служит для обеспечения параллельного перемещения лыжи. Две рычажные системы, расположенные по концам полоза, соединены между собой тягами 9, которые при движении рычагов одной системы начинают вращаться, чем вызывают такое же движение рычагов другой системы. При таком устройстве всякое повышение давления контактного провода на любое место полоза

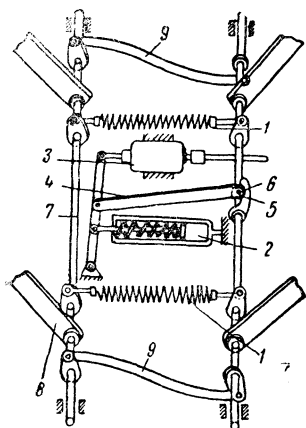


Фиг. 307. Основные размеры пантографа типа ДЖ-5

вызывает опускание шарниров 7 обеих систем вниз, равномерное сжатие всех частей пружин механизма и параллельное перемещение лыжи.

Ось 10 связывает вращение соединительных тяг друг с другом и обеспечивает одинаковый угол поворота их. Пружинодержатель 4 и кронштейн 6 связаны между собой осью, установленной на пружинодержателе. Для этой оси в кронштейне предусмотрена вертикальная щель, позволяющая лыже опускаться относительно пружинодержателя. Вращение лыжи на оси 7 необходимо для надёжной работы пантографа, так как позволяет лыже следовать всем искривлениям контактного провода в вертикальной плоскости. Поворот полоза в любую сторону вызывает поворот пружинодержателя в противоположную сторону, т. е. создаёт значительную разницу в сжатии левой и правой пружин. Эта разница усилий всегда стремится выровнять лыжу и поставить её в нейтральное положение.

Такая конструкция механизма позволяет работать пантографу при высоких скоростях движения и обеспечивает равномерный износ накладок лыжи. Для уменьшения массы подвижные детали механизма лыжи отливаются из силумина.



Фиг. 308. Схема механизма пантографа типа ДЖ-5

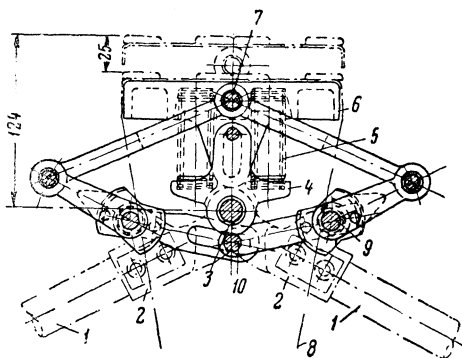
Механизм лыжи обеспечивает колебание высоты лыжи только при резких изменениях положения контактного провода (примерно до 25 мм). Значительные изменения высоты обеспечиваются движением рам и работой главного механизма.

Лыжа пантографа штампуются из листовой стали толщиной 1,5 мм и для увеличения жёсткости делается коробкообразного сечения.

Пантограф типа ДЖ-5 рассчитан на длительный ток до 800 а при скоростях движения до 150 км/час; нажатие на контактный провод при подъёме около 6 кг, при опускании — около 10 кг (фиг. 310); вес пантографа около 300 кг.

Впуск и выпуск сжатого воздуха из цилиндра пантографа типа ДЖ-5 производится через редукционный клапан.

Корпус 1 редукционного клапана (фиг. 311) ввёрнут в отверстие цилиндра 10 пантографа. В корпус запрессовано бронзовое седло 3, на которое опирается бронзовый притёртый клапан 2, прижимаемый к седлу пружиной 6. Пружина в свою очередь удерживается муфтой 5, в которую ввёрнута пробка 7. На пробку 7 навёрнуто кольцо 8 с отростком, к которому подведён воздухопровод 9. В клапан 2 запрессован винт 4, имеющий прямоугольную нарезку, образующую винтовой канал, создающий значительное сопротивление движению воздуха. Благодаря этому цилиндр пантографа наполняется сжатым воздухом медленно, и пантограф поднимается плавно, без удара полоза о контактный провод. При выпуске сжатого воздуха из подводящего воздухопровода 9 под давлением сжатого воздуха в цилиндре клапан 2



Фиг. 309. Механизм лыжи пантографа типа ДЖ-5

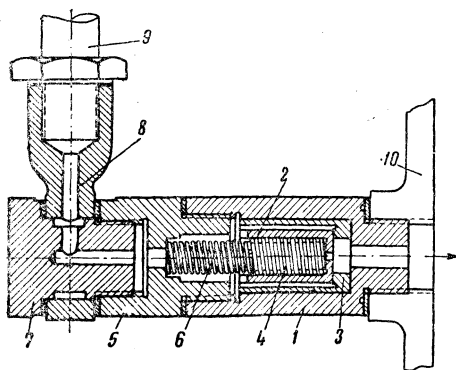
отжимается от седла 3, и воздух быстро выходит через зазор между клапаном и седлом. При снижении давления воздуха в цилиндре пружина вновь прижимает клапан к седлу и остаток воздуха выходит из цилиндра через винтовой канал, т. е. с замедлением. Таким образом, лыжа отходит от контактного провода быстро, чем устраняется обгорание контактного провода при случайном опускании пантографа под током, а в конце опускания замедленное движение пантографа уменьшает удар подвижной части об его основание.

Пантограф электровоза серии С^и.

На электровозах серии С^и (фиг. 312) установлены пантографы, имеющие одну уширенную лыжу 1 с накладками из меди и только одностороннюю связь у верхних подвижных рам.

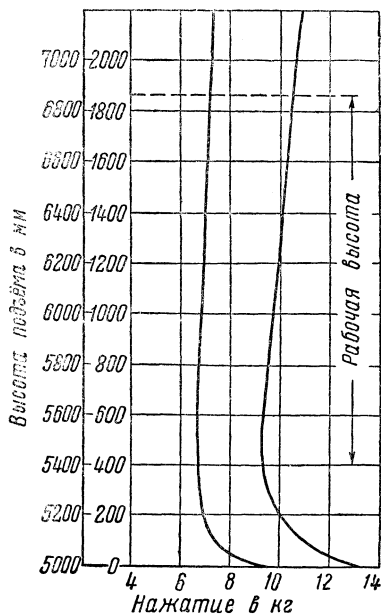
Основание этого пантографа состоит из рамы 2, установленной на изоляторах 3, укрепленных на стойках. На раме помещены валы 4, предназначенные для подъема пантографа и соединенные с системой труб 5. Комбинация труб, составляющих пантограф, выполнена таким образом, что при небольшом искривлении труб и перекосах опорной рамы токоприёмник работает вполне нормально.

Главные шарниры токоприёмника снабжены бронзовыми подшипниками, смазываемыми периодически через особые отверстия ручным пресс-насосом.



Фиг. 311. Редукционный клапан пантографа типа ДЖ-5

Расположение пантографов на крышах электровозов всех серий предусматривает минимальное расстояние их лыж от оси центральных опор



Фиг. 310. Характеристика нажатия пантографа типа ДЖ-5 на контактный провод

Для подъема пантографа имеется только один пневматический цилиндр, в котором помещены два поршня и пружины.

Пружины 6 служат для облегчения поднятия пантографа, как и наружные пружины пантографа типа ДЖ-4.

Этот пантограф опускается также под действием собственного веса и под действием пружин, заключенных в цилиндре.

Пантограф электровоза серии С^и рассчитан на ток 1 000 а при езде и 1 200 а при пуске в ход. Вес его 250 кг.

Нажатие лыжи на провод может быть регулируемо в пределах от 7 до 12 кг.

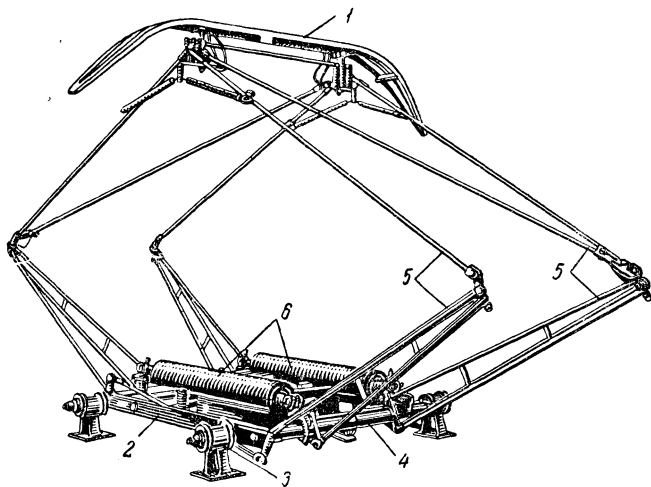
кузова, что уменьшает отход пантографов от оси пути при прохождении кривых.

Цилиндры пантографа соединены с общей пневматической системой электровоза при помощи трубопровода, имеющего резиновую вставку или проходной изолятор (электровоз серии С^и) для изоляции пантографа от кузова.

Пантографы электровозов могут нормально работать при высоте контактного провода от 5 300 до 6 800 мм над головкой рельсов.

Уход за пантографом. Нормальная работа пантографа определяется токосъёмом без дугообразования и минимальным износом накладок, которые должны работать без смены при пробеге электровоза 10 000—12 000 км.

Для уменьшения износа накладок и контактного провода между накладками лыж закладывается графитовая смазка, состоящая из смеси солидола и чешуйчатого графита. Графит добавляется



Фиг. 312. Пантограф электровоза серии С^и

для улучшения проводимости. Обычно берут на две части (по весу) солидола одну часть графита. На участках с большим движением поездов с паровой тягой это соотношение доводят до 1 : 1.

Скользящие подшипники шарниров пантографа заполняются солидолом посредством специального пресс-насоса. Шариковые подшипники вала смазываются смазкой № 1—13 или констатином.

Цилиндры пантографа следует смазывать вазелиновым маслом МВП, а кожаные манжеты поршней пропитывать составом № 12 (смесь из 88% полимеризованного касторового масла и 12% воска).

В периоды сильных морозов (ниже -40°) необходимо удалить густую смазку из шарниров и подшипников пантографа, промыть

их керосином и смазать смазкой МВП; смазку лыж рекомендуется удалить совсем. При обнаружении вялого опускания или подъёма пантографа, что может быть вызвано образованием корки льда в его цилиндре, необходимо влить в цилиндр 3—5 см³ смазки МВП и произвести несколько подъёмов и опусканий пантографа.

Медные пластины (накладки) на лыжах пантографа заменяются новыми при равномерном износе 3—3,5 мм или местном износе 2 мм. Новые пластины опиливаются по краям и с них снимаются все заусеницы. Толщина новых пластин 6 мм. Наименьшая толщина пластин, допустимая в эксплуатации, 2,5 мм. Наименьшее допустимое расстояние от верхней плоскости новых пластин до головки крепёжного винта 0,25—0,75 мм.

В местах стыков пластины должны быть строго на одном уровне, без каких бы то ни было выступов или острых кромок.

Всякие углубления в пластинах препятствуют свободному перемещению контактного провода вдоль полоза и вызывают усиленный местный износ, который быстро увеличивается в процессе работы. Поэтому поверхности пластин должны быть тщательно выровнены. Если этого невозможно достигнуть, накладки необходимо сменить.

Лыжи до установки новых пластин очищаются от грязи, промываются керосином, протираются тряпкой и проверяются по шаблону.

Во время осмотра пантографа в депо производятся следующие работы:

1) промывается керосином и тщательно обтирается рама пантографа, очищаются от грязи и пыли изоляторы и резиновый шланг;

2) проверяются горизонтальность лыж в поперечном направлении кузова и смещение центров лыж относительно центра основания пантографа.

Проверка горизонтальности лыж производится установкой линейки длиной 1 000 мм с уровнем на середину лыжи. Подъём одного конца линейки на 20 мм от горизонтального положения уровня даёт браковочный размер.

Разность высот верхних поверхностей лыжи от основания пантографа, измеренная по шарнирам лыж, не должна превышать 10 мм.

Смещение центра лыж относительно центра основания пантографа определяется опусканием отвеса из центра лыжи на основание, где помещается линейка с нанесённым центром основания. Смещение на 30 мм даёт браковочный размер;

3) проверяется состояние кареток, шарниров, гибких шунтов, затяжка всех гаек и болтов;

4) проверяется вручную качка рам пантографа. Большая качка указывает на износ частей шарниров; изношенные оси и втулки шарниров заменяются новыми;

5) при обнаружении утечки воздуха в цилиндрах вынимается поршень и проверяется состояние кожи и бронзовых пружинящих

шайб, прижимающих кожаные манжеты к стенкам цилиндра. Если кожа сухая, производится прожировка манжет.

Отдельные манжеты не должны быть расслоёнными.

Стенки цилиндра очищаются от старой смазки и смазываются тонким слоем смазки МВП, после чего вставляется поршень.

Пружинящие шайбы с обломанными лепестками, а также пересохшая или рваная кожа заменяются новыми; при замене кожаные уплотнения меняются целиком, а не отдельные слои манжет;

6) производится заполнение лыж, подшипников и маслёнок шарниров рам смазкой;

7) проверяется усилие пружин верхнего шарнира лыж, которое может снизиться против допустимой величины вследствие усадки пружин или сильных ударов полоза о контактный провод;

8) проверяется нажатие пантографа на контактный провод при подъёме и опускании при помощи динамометра. Чрезмерная разность нажатий при опускании и подъёме указывает на повышенное трение в шарнирах, которое необходимо устранить.

Величина нажатия лыж на провод регулируется изменением нажатия подъёмных пружин. Максимальная разность нажатий при опускании и подъёме на одной и той же рабочей высоте не должна превышать: для пантографов типа ДЖ-4 — 4 кг, для пантографов типа ДЖ-5 — 3 кг.

2. Разъединители

Разъединителями, или отключателями, называются приборы, при помощи которых вручную осуществляется разъединение цепей в обесточенном состоянии.

Наиболее распространённым типом контакта для разъединителей является клиновой упругий контакт плоского типа. Этот контакт характеризуется тем, что замыкающий элемент, обычно в форме ножа, вклинивается между двумя контактными щёками и удерживается трением; необходимое давление на контактной поверхности создаётся упругостью самих щёк.

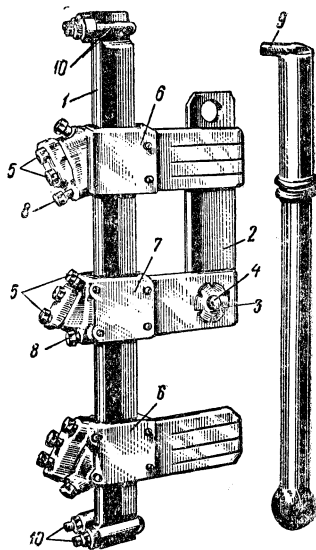
Нормальная работа разъединителей определяется чистотой контактных поверхностей и плотностью их прилегания одной к другой. Загрязнение или окисление контактных поверхностей и недостаточное давление значительно увеличивают переходное сопротивление, что при наличии тока ведёт к повышенному выделению тепла. Повышение температуры сверх допустимой (нагрев контактов клинового типа допускается не выше 90°) ускоряет процесс окисления контактных поверхностей, что влечёт к дальнейшему повышению температуры контактов. Окисление поверхностей контактов происходит не только при перегревании контактов, но и просто с течением времени; зачищенный медный контакт через сутки увеличивает переходное сопротивление в 5 раз. Отсюда следует, насколько тщательно надо следить за чистотой контактных поверхностей.

Поэтому в конструкциях всех контактов предусматривается перемещение одной контактной поверхности по отношению к другой в период замыкания, чтобы при помощи трения зачищался контакт. Для предохранения от окисления применяется также лёгкое смазывание поверхностей техническим вазелином.

Для отключения высоковольтных цепей в обесточенном состоянии на электровозах установлены главные разъединители, разъединители вспомогательных цепей и отключатели двигателей.

Главный разъединитель. Главный разъединитель типа ГВ-1 (фиг. 313) представляет собой однополюсный переключатель на два положения: когда нож разъединителя находится в верхнем положении, цепь тяговых двигателей соединяется с пантографом; когда же он переключён книзу, цепь двигателей соединяется с шинами, к которым может быть подведено низкое напряжение для питания электроэнергией двигателей при вводе электровоза в депо.

Разъединитель состоит из изолированного стержня 1, к которому с помощью винтов 8 крепятся три медные колодки 6 и 7 со щеками. Средняя колодка 7 имеет отверстие для оси 4, которая укреплена шайбами 3. На оси 4 вращается нож 2, имеющий на другом конце отверстие. В это отверстие вставляется конец 9 изолированной штанги, при помощи которой переключается нож. В колодки 6 и 7 ввёрнуто по два винта 5 для укрепления кабельных наконечников.



Фиг. 313. Главный разъединитель типа ГВ-1

Разъединитель крепится к угольникам каркаса для аппаратуры при помощи U-образных хомутов 10, под которые подложены металлические обхваты, имеющие вырезы для этих хомутов.

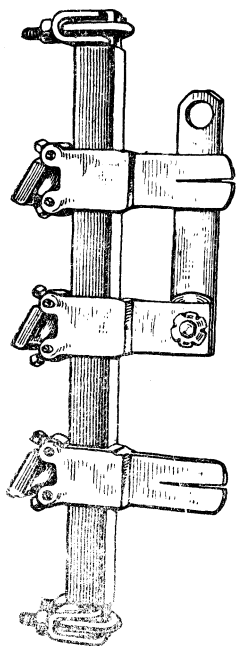
Главный разъединитель типа ГВ-1 выполнен на напряжение 4 000 в, длительный ток 800 а и часовой ток 1 450 а. Вес его около 11,5 кг.

Переключение рубильников следует производить только при опущенных пантографах и выключенном быстродействующем выключателе.

Разъединитель вспомогательных цепей. Для отключения цепи вспомогательных машин и отопления на электровозах установлен разъединитель вспомогательных цепей. Конструктивно разъединитель типа РВЦ-1 (фиг. 314) выполнен в виде переключателя, похожего на главный разъединитель, но имеющего несколько об-

легчённые щёки и нож, рассчитанный на ток 400 а. В верхнем положении нож соединяет вспомогательные цепи с пантографом. Это положение является рабочим. В нижнем положении ножа вспомогательные цепи соединяются с шинами, к которым подводится напряжение при вводе электровоза в депо.

На электровозах серии С разъединители вспомогательных машин установлены в ящике, в котором также смонтирован предохранитель, защищающий цепи вспомогательных машин.



Фиг. 314. Разъединитель
вспомогательных цепей
типа РВЦ-1

Ящик выполнен из дерева, и его корпус разделён огнеупорными перегородками на два отделения: в одном помещён разъединитель, а в другом предохранитель. Разъединитель ножевого типа включается и выключается рукояткой, помещённой с наружной стороны ящика. Повёртывание рукоятки влечёт за собой движение деревянной тяги внутри ящика, которая воздействует через шарнир на нож. С рукояткой связана механическая и электрическая блокировка ящика, фиксирующая включённое положение ножа. Когда разъединитель включён, механическая блокировка не даёт возможности открыть дверцу ящика. Электрическая блокировка, связанная с цепью управления вспомогательных машин, замыкает контакты этой цепи при включённом разъединителе. Блокировочное приспособление устроено так, что цепь управления контакторами вспомогательных машин отключается ранее, чем нож разъединителя начнёт разрывать силовую цепь.

Как предохранитель, так и разъединитель смонтированы на фарфоровых изоляторах, укреплённых на дне ящика. Стенка ящика оклеена листовым асбестом.

Так как разъединитель выключает цепи вспомогательных машин без тока, то он никаких дугогасительных устройств не имеет.

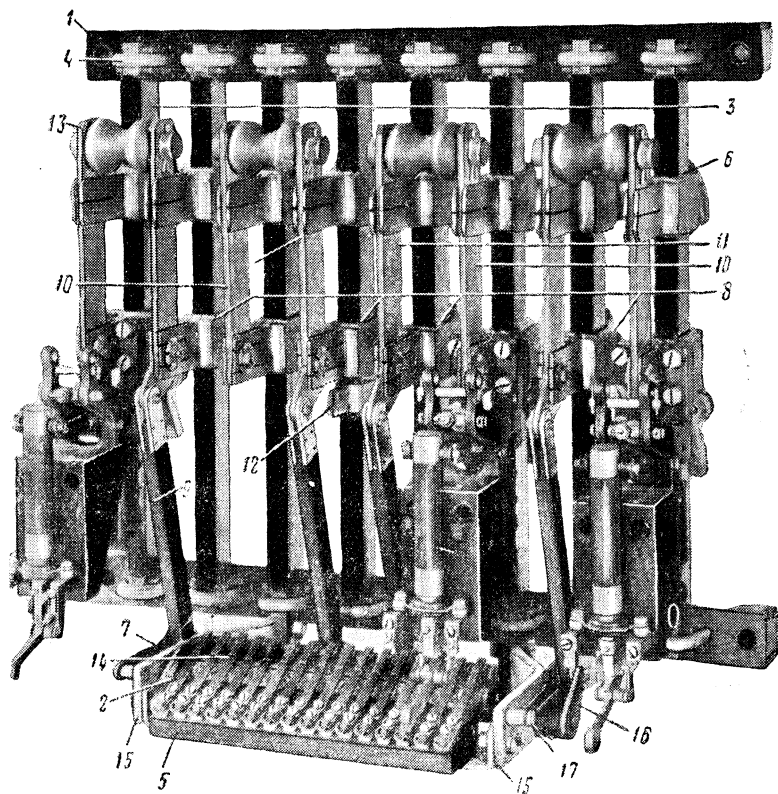
Отключатели двигателей. Отключатели тяговых двигателей на электровозах предназначены для отключения неисправных групп двигателей и переключения цепи управления на схему аварийной работы.

Отключатели тяговых двигателей на большинстве электровозов выполнены в виде четырёх двухплюсных рубильников.

Отключение любого рубильника, т. е. любой пары ножей, влечёт за собой отключение одного или двух двигателей, а также переключение ряда проводов в цепи управления.

На фиг. 315 и 316 показан отключатель двигателей типа ОМ-1 вместе с блокировочными контактами цепи управления и тремя реле перегрузки типа РП-1, смонтированными вместе с ним.

Каждая пара ножей 10 и 11 соединена между собой деревянной ручкой 13. Ножи вращаются на осях, укрепленных на щеках латунных держателей 8. Такие же держатели со щеками 6 служат



Фиг. 315. Отключатель тяговых двигателей

для врубания ножей отключателя. Латунные держатели укреплены на изолированных стойках 3. Последние U-образными скобами 4 прикреплены к угольникам 1. Каждая пара ножей соединена изолированной тягой 9 и кривошипом 16 с колодкой 14, на которой укреплены контактные сегменты. На кривошип действует усилие пружины 7, укрепленной другим концом при помощи штифта 17 к основанию 15 блокировочного механизма. Пружины 7 стремятся противодействовать отключению рубильника и этим создают чёткость работы механизма. На концах тяг имеются прорезы, допускаю-

щие поворот блокировочной колодки 14 в случае отключения любой пары ножей. К основанию 15 механизма прикреплена планка, на которой расположена изоляционная колодка 5 с пальцами 2 блокировок цепи управления.

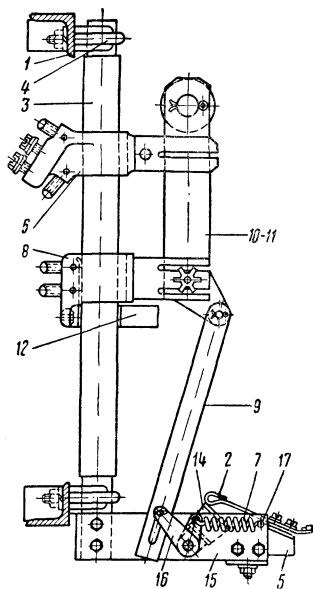
На изолированной стойке одной пары ножей укреплен упор 12, чтобы ограничить движение ножей. Для остальных ножей упоры сделаны на реле перегрузки.

Отключатель двигателей типа ОМ-1 выполнен на длительный ток 400 а и напряжение 4 000 в. Вес его без реле перегрузки около 80 кг.

На электровозах серии ВЛ19 на два напряжения установлены отключатели двигателей типа ОМ-6, имеющие шесть двухполюсных рубильников.

Во время осмотра отключателей двигателей необходимо обращать внимание на чистоту контактных поверхностей. Деревянные ручки отключателей двигателей должны быть покрыты шеллаком или другим изоляционным лаком, так как они могут находиться под полным напряжением контактной сети.

Если отключатель двигателей подвергается разборке, то после сборки его необходимо обратить особенное внимание на работу низковольтной блокировки, так как в случае перекоса пружина 7 не сможет преодолеть трение и блокировка останется невключенной.



Фиг. 316. Вид на отключатель тяговых двигателей сбоку

с ножом переключателя последовательно соединённых моторов компрессоров соединяется со средней точкой моторов вентиляторов, которые в этот период, поддерживая одинаковое напряжение на зажимах моторов компрессоров, частично заменяют динамотор.

На электровозах серий Сс и С установлены переключатели типа ПЦК-2 или ДН-89А. Переключатель типа ПЦК-2 (фиг. 317) представляет собой однополюсный переключатель на два направления, выполненный по типу разединителя вспомогательных цепей.

С ножом переключателя механически связана блокировка цепи управления электровоза. Во время перевода ножа 1 из верхнего положения, соответствующего нормальной работе с динамотором, в нижнее положение колодка 3, на которой укреплены контактные сегменты, поворачивается на некоторый угол. Это ведёт к переключению между пальцами 4 блокировок цепи управления. Поворот колодки 3 осуществляется под действием изоляционной тяги 2.

Детали переключателя компрессоров однотипны с деталями отключателей двигателей типа ОМ-1. Вес переключателя около 5 кг.

3. Индивидуальные контакторы

Общие сведения о контакторах. Контакттор является одним из наиболее широко применяемых аппаратов в электровозах и служит для включения и выключения высоковольтных цепей. По системе привода контакторы разделяются на три основных типа:

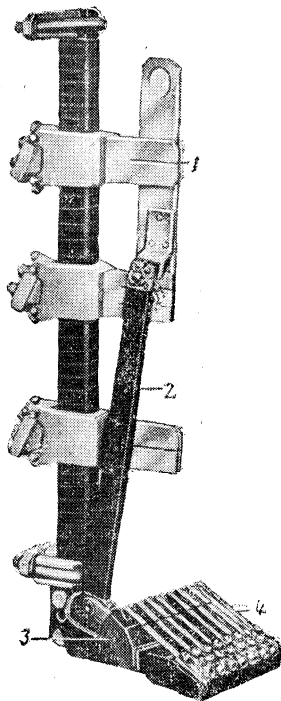
- 1) контакторы с механическим кулачковым приводом;
- 2) контакторы с электромагнитным приводом, или электромагнитные контакторы;
- 3) контакторы с электропневматическим приводом, или электропневматические контакторы.

Кулачковый привод применяется в качестве группового привода для определённой серии контакторов; последние два типа контакторов имеют индивидуальный, не зависящий от других контакторов привод.

Включение тяговых двигателей под напряжение, замыкание накоротко секций пусковых сопротивлений, ослабление поля тяговых двигателей, включение стабилизирующих сопротивлений или заземление пусковых реостатов при переходе на тормозной режим на электровозах всех серий осуществляется при помощи электропневматических контакторов.

Электропневматический контактор представляет собой выключатель, сконструированный таким образом, что позволяет разрывать значительные токи при высоком напряжении. Разрыв тока осуществляется при помощи быстрого раздвижения контактов 1 и 2 (фиг. 318), причём образовавшаяся при этом дуга выдувается специальным дугогасительным устройством 3, находящимся на контакторе. Раздвижение контактов происходит под действием сильной пружины 5. Включение контактора, т. е. сближение контактов, производится при помощи сжатого воздуха, воздействующего на поршень 4, связанный с подвижным контактом 2 через изолятор 6.

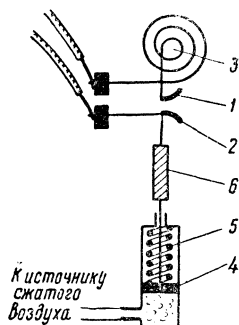
Применение электропневматических контакторов в силовой схеме тяговых двигателей объясняется тем, что при значительных токах (порядка 250—350 а) более надёжно и экономично достигаются большие нажатия контактов при пневматическом приводе, чем при других системах (например при электромагнитном приводе).



Фиг. 317. Переключатель мотор-компрессоров типа ПЦК-2

Бóльшие нажатия контактов необходимы для того, чтобы уменьшить величину сопротивления в месте соприкосновения контактных поверхностей и тем самым уменьшить нагревание контактов.

В большинстве случаев выключение тока связано с дугообразованием. Возникновение дуги вызвано тем, что в момент, предше-



Фиг. 318. Схема электропневматического контактора

ствующий раздвижению контактов, поверхность соприкосновения контактов и нажатие их друг на друга настолько уменьшаются и, следовательно, сопротивление контакта в переходном слое настолько возрастает, что при разрыве тока в этом месте поверхность контактов сильно нагревается; вследствие наличия горячего катода появляется поток электронов, ионизирующий окружающий воздух, и в результате ток не разрывается, а поддерживается через ионизированную среду, которая по линии прохождения тока нагревается до высокой температуры, что способствует дальнейшей ионизации среды.

Дуга обладает определённым сопротивлением, зависящим от её длины, сечения, условий охлаждения и среды, и может существовать между электродами до тех пор, пока напряжение на искровом промежутке не станет меньше напряжения, необходимого для поддержания дуги.

Средняя температура в области дуги составляет около 5000° , причём середина столба дуги, так называемый ствол дуги, имеет температуру около 10000° , а к периферии дуги температура уменьшается до $2000 - 3000^{\circ}$.

Применение больших скоростей размыкания цепи с большой индуктивностью может быть особенно опасным в отношении перенапряжений; поэтому в идеальном случае большая скорость при гашении дуги является необходимой только для доведения дуги до её критической длины, а далее желательно уменьшать скорость выключения (критической длиной дуги называется такая длина дуги, которая без дальнейшего раздвижения контактов должна погаснуть сама по себе).

Чрезмерное перенапряжение при гашении дуги может быть причиной пробоя изоляции аппаратов и машин электрической цепи, а также иногда вторичного зажигания дуги.

Раздвижение контактов до расстояния, соответствующего критической длине дуги, потребовало бы больших габаритов аппаратов; поэтому увеличение длины дуги создаётся обычно при помощи специальных дугогасительных устройств.

В качестве дугогасительных устройств для контакторов применяются специальные камеры из огнеупорных материалов, в которых дуга гасится преимущественно при помощи магнитного дутья. Эти камеры служат одновременно и для ограждения от переброса

дуги на окружающие предметы и на заземлённые части электровоза.

Принцип гашения дуги при помощи магнитного дутья основан на физическом законе о взаимодействии между током и магнитным потоком.

При отключении контактора между расходящимися контактами появляется электрическая дуга. Вокруг дуги образуется магнитное поле (фиг. 319), которое взаимодействует с полем дугогасительной катушки таким образом, что дуга вытесняется из этого поля по направлению к рогам и перекидывается на них. Затем дуга начинает двигаться по рогам до тех пор, пока не произойдёт её разрыв.

Дугу можно рассматривать как проводник, который свободно перемещается в магнитном поле; магнитное поле создаётся специальными, так называемыми дугогасительными катушками. Направление движения свободного проводника в магнитном поле определяется по правилу левой руки; следовательно, выбором соответствующего направления магнитного потока в дуговом промежутке можно заставить дугу выдвигаться в желаемом направлении.

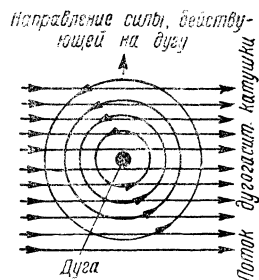
На фиг. 320 показано электромагнитное дугогасительное устройство контактора, состоящее из рогов 1 и 2, дугогасительной катушки 3, надетой на железный сердечник 4, и искрогасительной камеры 5. Камера выполняется обычно в виде плоской коробки из асбестоцементных листов; в боковые стенки её между листами закладываются железные листовые полюсные наконечники 6, которые при надевании камеры замыкаются сердечником 4. Жирными линиями показаны последовательные фазы движения дуги.

Дугогасительная катушка намотана так, что ток по ней протекает против часовой стрелки; поэтому магнитный поток между полюсами будет направлен за плоскость фигуры. Создаваемое вокруг линии тока в дуге дополнительное магнитное поле тока будет взаимодействовать с полем дугогасительной катушки в сторону удлинения и выдувания дуги из камеры (положения дуги I, II, III, IV).

При перемене направления тока, проходящего через контактор, меняется одновременно и направление магнитного поля гашения и поля дуги; поэтому направление силы, действующей на дугу, не меняется.

Дугогасительные рога у контактора имеют следующее значение:

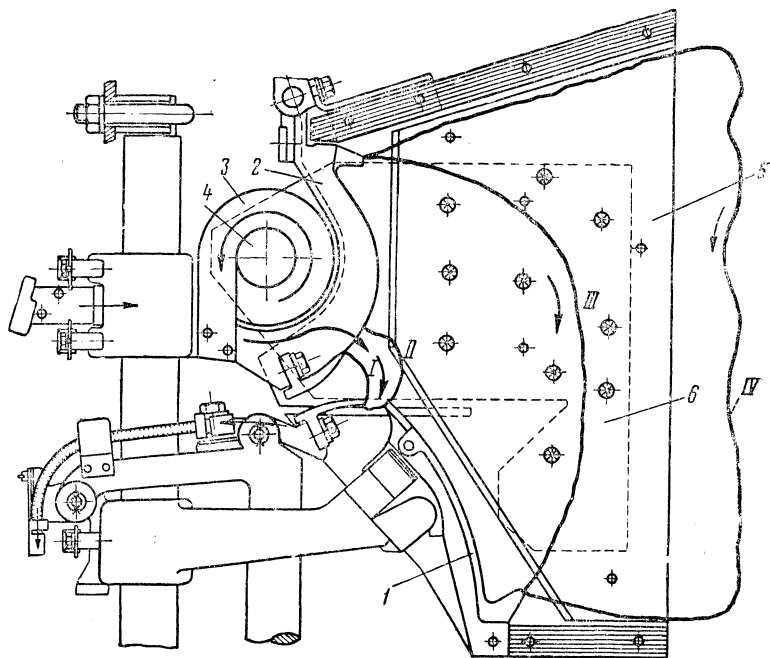
- 1) защитить от обгорания рабочие контакты;
- 2) удалить возникающее при горении дуги катодное пятно с рабочих контактов, а также, заставив его быстро перемещаться по холодной поверхности рога, тем самым охладить его и способствовать уменьшению катодной эмиссии и ионизации воздуха.



Фиг. 319. Взаимодействие магнитного потока, дугогасительной катушки и дуги

Кроме того, рога оказывают на дугу дополнительное электродинамическое действие, которое при правильной конструкции может быть также использовано для удлинения дуги.

Для лучшего гашения дуги дугогасительные камеры выполняются с продольными или поперечными перегородками. Первые из них (фиг. 321, I) рассчитаны на то, чтобы расщепить дугу на несколько параллельных пучков, которые вследствие соприкосновения



Фиг. 320. Схема гашения дуги в камере контактора типа ПК-301

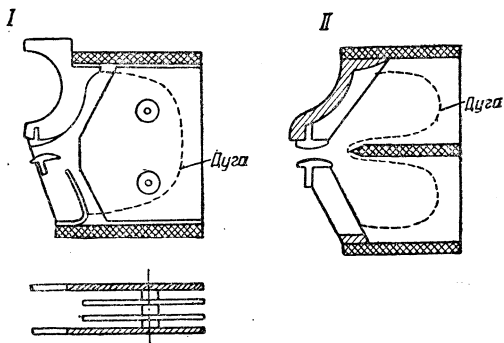
с холодными перегородками будут охлаждаться и деионизироваться. Поперечные перегородки предназначены для увеличения длины дуги при данных размерах камеры (фиг. 321, II).

Мощность выключающих аппаратов, в том числе и контакторов, определяется по их номинальному напряжению и по длительному току, на который рассчитаны токопроводящие детали. Максимальный ток, на который должен быть рассчитан аппарат, значительно выше номинального длительного тока (от 3 до 15 раз в зависимости от назначения аппарата).

Электропневматические контакторы типа ПК. Основным типом электропневматического контактора на 3 000 в являются контакторы типа ПК-301А, ПК-301В и ПК-301Ж. Кроме того, для включения шунтирующих сопротивлений при ослаблении поля тяговых

двигателей на электровозах применены следующие контакторы: ПК-301Б, ПК-302, ПК-303 и ПК-304. На фиг. 322 показан контактор типа ПК-301А.

К изолированному стержню 1 прикреплён снизу пневматический цилиндр 2, отлитый из чугуна. Несколько выше укреплен нижний кронштейн 4 для подвижного контакта. Этот кронштейн имеет выступ с валиком 5 и щеки 6 для крепления съёмной дугогасительной камеры. Над кронштейном 4 расположен рычаг 7, который может вращаться на валике 8. Ещё выше на стержне 1 укреплен верхний кронштейн 9 неподвижного контакта, который служит одновременно дугогасительным рогом. К кронштейну 9 при помощи винта прикреплен неподвижный контакт 11. Подвижный контакт 20 укреплен на держателе 12, который может поворачиваться на валике 13, пропущенном через отверстия в приливах подвижного рычага 7 и закреплённом шплинтами. Чтобы ток от подвижного контакта не проходил к кабельному наконечнику, укрепляемому на кронштейне 7, через валики 13 и 8, держатель контакта соединён непосредственно с болтом, крепящим кабель, гибким медным шунтом 17. Гибкий шунт свит из большого количества голых медных проводников.



Фиг. 321. Расположение перегородок в дугогасительной камере

Предохранением от спадания этих шунтов с рычага 7 служат пружинные пластинки 18.

Кронштейн 4 и рычаг 7 отлиты из бронзы или ковкого чугуна с последующей оцинковкой; кронштейн 9 выполнен из бронзы.

Рычаг 7 соединён валиком с изоляционным цилиндрическим стержнем 15, связанным с поршнем, помещённым в цилиндре 2. Поршень цилиндра имеет тройные кожаные уплотняющие шайбы, так называемые манжеты, пропитанные в специальных жирных составах. Стержень 15 несёт на себе кронштейн 16, передвигающий блокировочную колодку.

Пневматический цилиндр снизу закрыт крышкой, имеющей отверстие, через которое подаётся сжатый воздух от электропневматического вентиля 3 (фиг. 322 и 323).

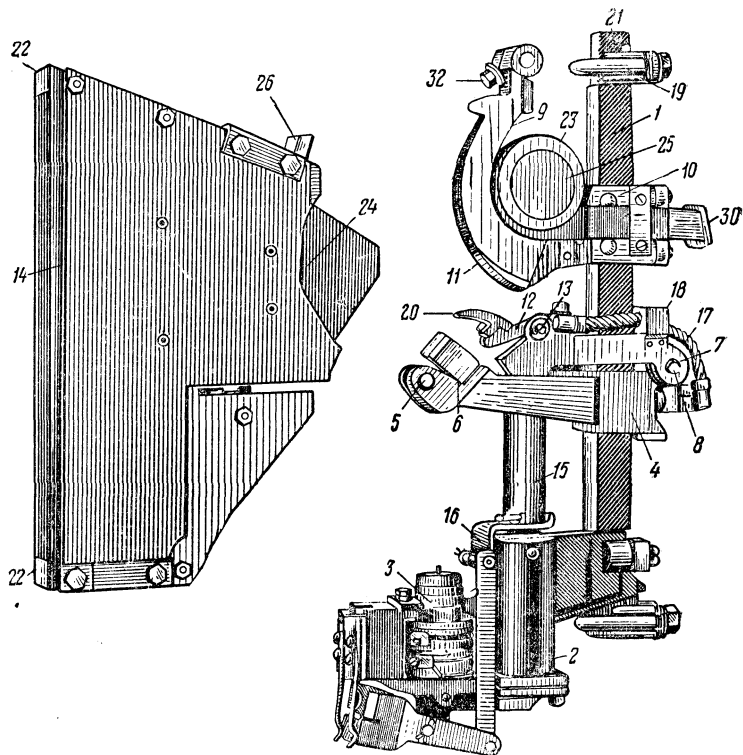
Магнитопровод вентиля 3 служит одновременно местом крепления колодки пальцев блокировочных контактов.

Контактор крепится к угольникам каркаса, на котором при помощи U-образных хомутов 19 монтируется аппаратура; под

хомуты подложены металлические обхватки 21, как и у главного разъединителя типа ГВ-1 силовой цепи электровоза.

Магнитное поле, необходимое для выдувания дуги в дугогасительную камеру, создаётся дугогасительной катушкой 23 (фиг. 322 и 324).

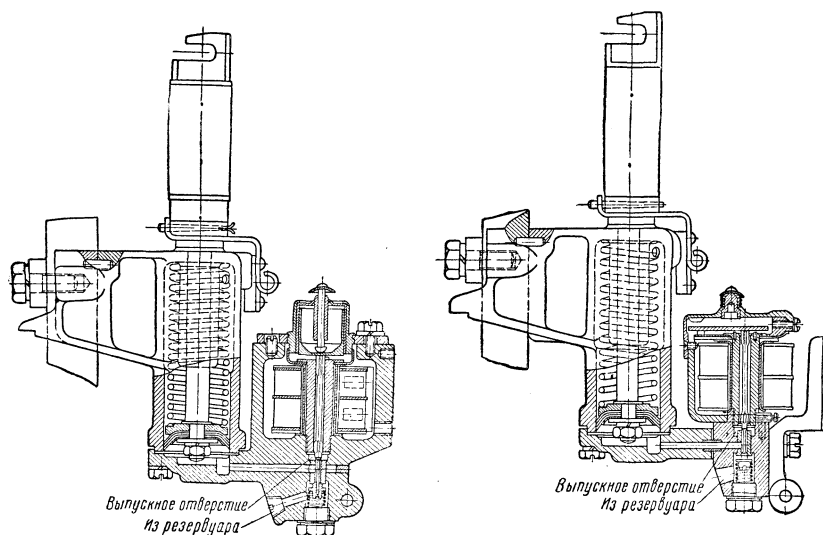
Дугогасительная катушка имеет несколько витков медной шины и является частью цепи главного тока. Дугогасительная катушка крепится к верхнему кронштейну контактора; один конец её 30 соединяется с подводящим кабелем и удерживается пластинкой 10,



Фиг. 322. Электropневматический контактор типа ПК-301А .

другой же приклёпывается к отливке кронштейна недалеко от не подвижного контакта и пропаивается. Внутри дугогасительной катушки заложен железный сердечник 27, кончающийся по краям полюсными шайбами 25. К этим шайбам прилегают полюсы 24 съёмной дугогасительной камеры, покрытые изоляцией из полотна, пропитанного бакелитовым лаком. Катушка изолирована от сердечника миканитовой втулкой 29, а от полюсных шайб 25 — фибровыми шайбами 28.

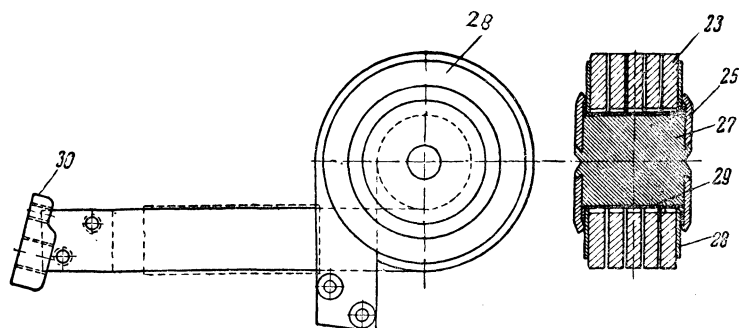
Дугогасительная камера представляет собой коробку, собранную из листового огнеупорного материала. Боковые стенки камеры 14 при помощи болтов скреплены с огнеупорными изоля-



Фиг. 323. Пневматический привод контактора типов ПК-301А и ПК-301В

ционными брусками 22. Внутри камера разделена двумя перегородками на три параллельные щели.

Крепление дугогасительной камеры к контактору осуществляется откидным винтом 32, который заводится в прорезь изогну-



Фиг. 324. Дугогасительная катушка контактора типа ПК-301

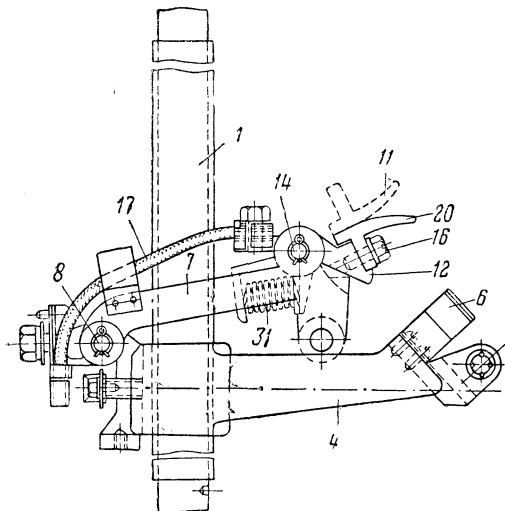
той пластины 26, укрепленной в верхней части камеры. Нижним концом камера опирается на валик 5. Для снятия камеры необходимо ослабить винт и повернуть его вместе с валиком вверх.

Включение контактора происходит при возбуждении катушки включающего вентиля 3. В этом случае сжатый воздух попадает под поршень цилиндра 2, сжимает пружину, помещённую между поршнем и верхней крышкой цилиндра, и поднимает стержень 15, который поворачивает рычаг 7 и замыкает контакты 20 и 11. При наличии воздуха контактор можно включить вручную нажатием кнопки на клапане.

Отключение контактора происходит после прекращения возбуждения катушки вентиля, который сообщает камеру цилиндра с атмосферой. Сжатый воздух выходит из-под поршня, и последний

под действием сжатой пружины быстро опускается и размыкает контакты.

Чтобы обеспечить хороший контакт между контактами во время включения контактора, подвижный контакт имеет притирающий ход, или «притирание». Притирание создаётся специальной притирающей пружиной 31, помещённой внутри рычага 7 и связанной с держателем 12 контакта (фиг. 325). При отключённом контакторе держатель 12 вместе с контактом под действием притирающей



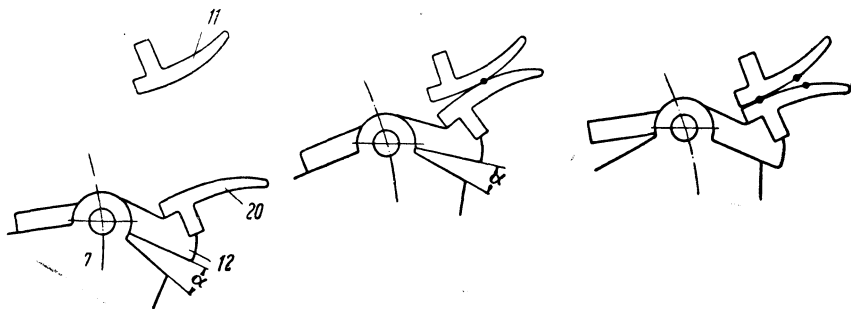
Фиг. 325. Подвижный контактный механизм контактора типа ПК-301

пружины отклоняется на некоторый угол α (фиг. 326).

Этот угол сохраняется до тех пор, пока подвижный контакт не соприкоснётся с неподвижным. После соприкосновения контактов начинается процесс притирания. Рычаг 7 под действием сжатого воздуха продолжает двигаться вверх и заставляет держатель контакта поворачиваться на своей оси. Подвижный контакт в это время накатывается на неподвижный и происходит притирание (фиг. 326). Притирание продолжается до того момента, пока держатель 12 контакта не получит упора в рычаг 7 и движение рычага вверх не прекратится. Во время притирания контактов происходит не только накатывание одного контакта на другой, но и проскальзывание поверхности одного контакта относительно другого; вследствие этого стирается пыль и сдираются слои окисла, которые могут образоваться на контактных поверхностях и увеличить переходное сопротивление. Добавочный ход подвижного контакта после соприкосновения контактов называется провалом (ранее назывался притиранием контактов).

Для правильной работы контакта притирающая пружина имеет ещё другое не менее важное значение, чем притирание контактов.

Дело в том, что в начальный момент замыкания всяких контактов, а при линейных и точечных контактах и после замыкания, возникает искривление линий тока в материале контактов, как это схематически показано на фиг. 327; это искривление линий тока вследствие появления внутри угла изгиба магнитных потоков одного направления вызывает электродинамические усилия, стре-



Фиг. 326. Положение контактов при включении

мящиеся выпрямить линию тока; составляющая этих усилий вдоль оси контакта оказывает отталкивающее действие на контакты.

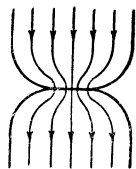
Наличие такого усилия может при недостаточной силе начального нажатия контакта вызвать отжатие и даже временный отрыв контакта и, следовательно, появление дуги, которая в свою очередь может вызвать местный перегрев и выгорание части поверхности контакта.

Возможность отскакивания контакта в контакторах облегчается тем, что при больших скоростях замыкания, имеющих здесь место, происходит упругая деформация материала, что вызывает дополнительную реакцию в направлении отталкивания контактов.

Следовательно, для правильной работы необходимо, чтобы контакты имели определённую силу нажатия не только в конце замыкания, но с самого первого момента касания контактов, причём это начальное нажатие должно превосходить сумму усилий, вызываемых сужением линий тока и реакцией упругого удара контактов. Это достигается применением соответствующей величины начального сжатия притирающей пружины.

Нажатие контактов у замкнутого контактора при нормальном давлении воздуха в цилиндре (5 ат) равно 35—37 кг.

Начальное нажатие на контактах от притирающей пружины составляет от 3,5 до 4,5 кг, а конечное нажатие — от 5,5 до 7 кг; начальная сила нажатия контактов определяется в момент сопри-



Фиг. 327. Ток в контакте

косновения, а конечное — непосредственно перед тем, как контакт закончит своё движение. В момент окончания движения получается нажатие на контакты значительно большее (35—37 кг), чем конечное нажатие от притирающей пружины.

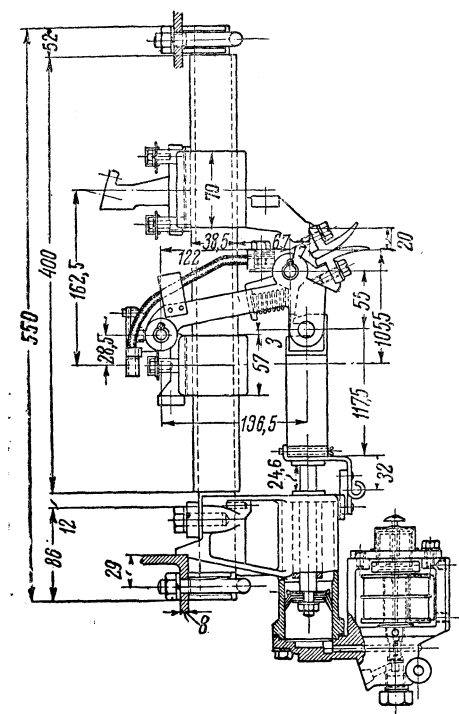
Разрыв контактов, т. е. расстояние по воздуху между разомкнутыми контактами, у новых контакторов равно 24—27 мм; максимальный разрыв в условиях эксплуатации допускается не более 34 мм. Толщина новых контактов у пятки составляет 6,5 мм, изношенных — не менее 3,0 мм. Провал контактов равен 4—5,5 мм.

Контактор типа ПК-301А выполнен на максимальное напряжение 4 000 в, длительный ток 350 а и часовой ток 525 а. Минимально допустимое давление воздуха 3,5 ат. Вес контактора около 27 кг.

Несмотря на то, что изоляция контакторов типа ПК-301 рассчитана на полное напряжение для разрыва силовой цепи, при напряжении 3 000 в соединяются обычно по два контактора последовательно.

Выше было сказано, что на электровозах применяются, кроме контакторов основного типа ПК-301А, контакторы типов ПК-301Б, ПК-302, ПК-303 и ПК-304.

Включение первой ступени ослабления поля тяговых двигателей производится контакторами типов ПК-301Б и ПК-304. Первые отличаются от контакторов типа ПК-301А только добавочным отверстием



Фиг. 328. Контактор типа ПК-302

ем в крышке цилиндра, через которое питаются сжатым воздухом контакторы ПК-304.

Включение второй ступени ослабления поля осуществляется контакторами типов ПК-302 и ПК-303 (фиг. 328 и 329), отличающимися от контакторов типа ПК-301 тем, что они не имеют дугогасительных камер и дугогасительных катушек, так как они не разрывают больших токов. Контактор типа ПК-303 не имеет электромагнитного вентиля и его цилиндр питается сжатым воздухом через вентиль контактора типа ПК-302. (Детали контактора типа ПК-303 на фиг. 329 обозначены такими же цифрами, как и детали контактора типа ПК-301 на фиг. 322.)

Контактор типа ПК-304 не имеет электромагнитного вентиля и питается сжатым воздухом от вентиля контактора ПК-301Б. В остальном этот контактор не отличается от контактора типа ПК-301А. В цилиндре контактора ПК-304 имеется отверстие с резьбой, как и у контактора типа ПК-303.

Контакторы типов ПК-302, ПК-303 и ПК-304 весят соответственно 15, 12 и 26 кг.

Диаметр пневматических цилиндров контакторов типов ПК-301, ПК-302, ПК-303 и ПК-304 равен 45 мм, ход поршня — 24,5 мм. Время от момента выключения тока вентиля до начала движения контактов составляет 0,05—0,1 сек.; время гашения дуги в среднем — 0,015—0,06 сек.

Полное время включения контактора от момента включения тока вентиля до замыкания контактов составляет 0,05—0,1 сек.

Электропневматический контактор электровоза серии Си (фиг. 330) выполнен на часовой ток 275 а, длительный ток 232 а и напряжение 3 800 в.

Каждый электропневматический контактор электровоза серии Си состоит из следующих основных частей:

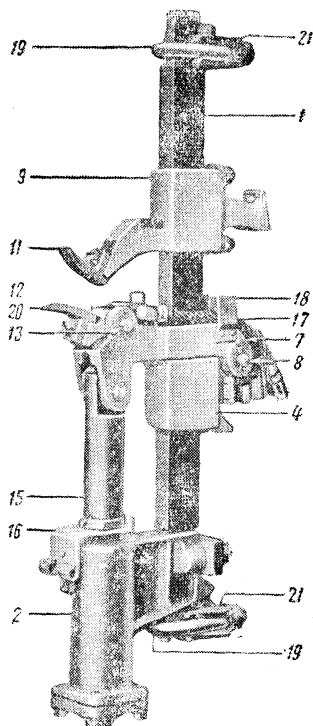
1) контактов 1 и 2 направляющих 3 и 4 для дуги при разрыве тока;

2) приспособления для охлаждения и выдувания дуги, состоящего из дугогасительной катушки 5, электромагнита с сердечником 6, полюсных башмаков и дугогасительных камер с поперечными перегородками;

3) приводного механизма, состоящего из рычага 9, пневматического цилиндра 7 и электропневматического вентиля 11.

Замыкание контактора происходит под действием сжатого воздуха, поступающего при возбуждении электромагнитного вентиля 11 в цилиндр 7, под поршень 8. Поднятию поршня 8 противодействует пружина 10, служащая для размыкания контактора. Вместе с поршнем 8 поднимается рычаг 9, соединенный с подвижным контактом контактора. Размыкание контактора происходит при выпуске воздуха из цилиндра 7 под действием пружины 10 и собственного веса подвижной части контактора. На большинстве контакторов смонтирована изолированная пластинка 12, перемещающаяся вместе с подвижной частью контактора. На этой пластинке закреплены медные контакты, соединяющие между собой пальцы 13, смонтированные на неподвижной части контакторов и составляющие блокировочные контакты цепи управления.

Уход за электропневматическими контакторами. Примерно через месяц работы электровоза электропневматические контакторы подвергаются тщательному осмотру, во время которого необходимо:



Фиг. 329. Контактор типа ПК-303

1) проверить состояние главных контактов, зачистить на них медную окись, наплывы и брызги меди жёсткой проволочной щёткой или напильником, стараясь не нарушать правильного сопряжения контактных поверхностей; при сильном разрушении или износе (больше чем на половину толщины) контакты нужно заменять новыми;

2) тщательно очистить стенки и перегородки дугогасительной камеры от копоти и медных брызг, присутствие которых

ухудшает дугогашение; если стенки и перегородки в сильной степени разрушены и изоляция полюсов повреждена, то камеру следует заменить новой; небольшие отверстия и трещины в стенках можно заделать замазкой, составленной из равных количеств асбестового волокна и гипса, разведённых в шеллачном лаке, и затем камеру просушить; внутренние перегородки камеры пропитывать и покрывать лаком или маслом ни в коем случае нельзя;

3) проверить состояние всех трущихся поверхностей деталей; места, где обнаружится недостаток смазки, очищаются от пыли и грязи и смазываются вазелиновым маслом МВП (ГОСТ 1805-51);

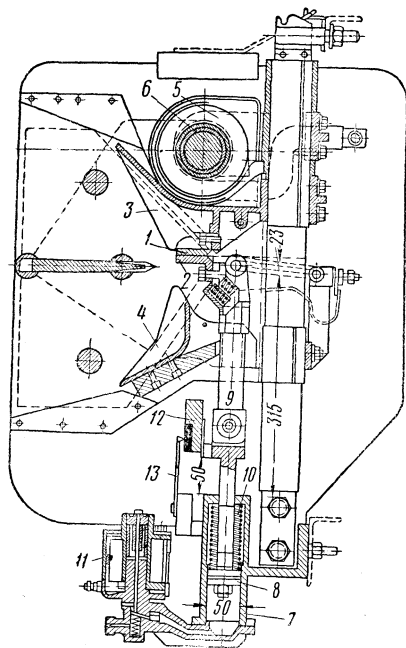
4) проверить крепление и в случае надобности подтянуть гайки и болты, особенно крепящие контактные детали (кабельные наконечники, соединительные шины, гибкие шунты, кон-

такты); изношенные шунты, сечение которых стало меньше 70% первоначального, следует заменить новыми;

5) очистить и проверить состояние поверхностей изолированных стержней и изоляторов, соединяющих шток поршня с рычагом подвижного контакта; если на поверхности изоляции имеется небольшое механическое повреждение или следы от переброса электрической дуги, то повреждённое место следует зачистить, отполировать и покрыть красной глифталевой эмалью (№ 2204); сильно повреждённые детали следует заменить новыми;

6) проверить работу пневматического привода¹, для чего не-

¹ Это указание относится ко всем пневматическим приводам с поршнями, имеющими кожаное уплотнение.



Фиг. 330. Электропневматический контактор электровоза серии С^и

сколько раз нажать кнопку вентиля, наблюдая за работой аппарата, и убедиться на слух в отсутствии утечки воздуха через кожаные уплотнения цилиндра и уплотнения фланцев и крышек.

Все пневматические аппараты должны работать при давлении воздуха от 3,5 до 5,5 ат.

Проверку на утечку воздуха при осмотрах следует производить при давлении 5,5 ат.

Если пневматический привод имеет замедленный ход или кожаное уплотнение пропускает воздух, рекомендуется влить в цилиндр 1 см³ масла МВП, затем, нажимая на кнопки вентиля, несколько раз передвинуть поршень привода, чтобы равномерно распределить смазку. Если заливкой смазки не удаётся ликвидировать утечку воздуха, то кожаное уплотнение необходимо сменить.

Вне зависимости от того, имеется ли замедленное движение привода или утечка воздуха, нужно не реже 1 раза в месяц вливать в каждый цилиндр по 0,5 см³ масла МВП.

Во время подъёмного ремонта, но не реже 1 раза в год, приводы необходимо разобрать, все детали очистить от грязи и смазки, внутренние стенки цилиндров и крышек, штоки, поршни и все прочие детали, находящиеся внутри цилиндра, промыть в бензине так, чтобы нигде не оставалось следов смазки.

Кожаные манжеты, имеющие повреждения, а также те, которые лопнули, потрескались, стали ломкими, расслоились, затвердели, следует заменить новыми.

Перед сборкой пневматического привода стенки цилиндров, кожаные прокладки и пружины нужно смазать тонким слоем графитовой смазки № 2А. Толстый слой смазки будет ухудшать работу аппарата, особенно в зимних условиях, так как при низких температурах смазка густеет.

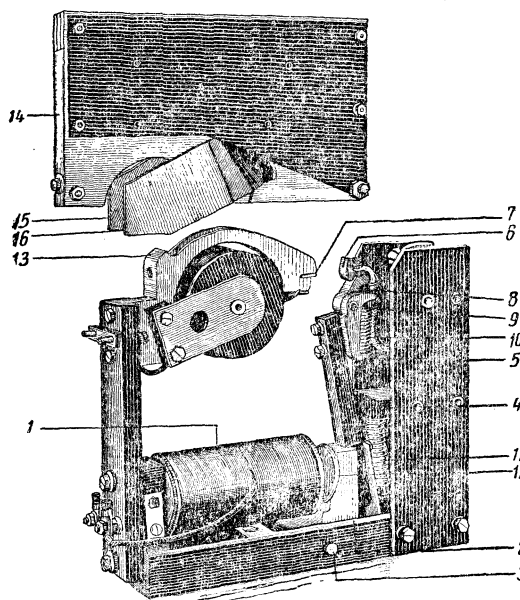
После установки привода на аппарат произвести проверку соответствия давлений воздуха, необходимых для действия привода, техническим данным аппарата. Такая проверка особенно важна для контакторов, так как она позволяет установить величину трения в механизме привода и аппарата и проверить работу пружины.

Электромагнитные контакторы. Замыкание цепей вспомогательных машин и отопления осуществляется при помощи электромагнитных контакторов. Последние применяются с той целью, чтобы было возможно включить машины в том случае, если нет сжатого воздуха в пневматической системе электровоза.

На электровозах установлены электромагнитные контакторы типа МК-310А и МК-310Б или типа МК-300А.

Контактор типа МК-310 (фиг. 331 и 332) работает следующим образом. Во время прохождения тока низкого напряжения (50 в) через катушку 1 к сердечнику последней притягивается якорь 2, поворачивающийся на оси 3. При повороте якоря 2 происходит замыкание подвижных 6 и неподвижных 7 контактов. Подвижный контакт 6 укреплен на держателе 8, который может поворачиваться

на оси 9 относительно кронштейна 5. Последний привинчен к изоляционному держателю 4, укрепленному на якоре 2. На держатель 8 контакта 6 действует усилие пружины 10, обеспечивающее притирание контактов. Размыкание контактора после выключения цепи катушки 1 происходит под действием пружины 11. Якорь контактора сбалансирован так, что даже при лопнувшей



Фиг. 331. Электромагнитный контактор типа МК-310

пружине контактор выключится под влиянием силы тяжести. Несмотря на это, пружина всё-таки необходима, так как она препятствует контактам замыкаться под влиянием ударов и тряски при движении электровоза. Чтобы якорь не «прилипал» к сердечнику электромагнита, на якоре укреплен бронзовый диск 12. Неподвижный контакт 7 соединён с дугогасительной катушкой, помещённой под кронштейном 13. Сверху контактор закрывается дугогасительной камерой 14, имеющей стальные полюсы 15 и 16.

Контакторы типа МК-310 выполняются на разные токи—от 3

до 50 а, в зависимости от чего меняются данные их дугогасительных катушек (см. приложение 8).

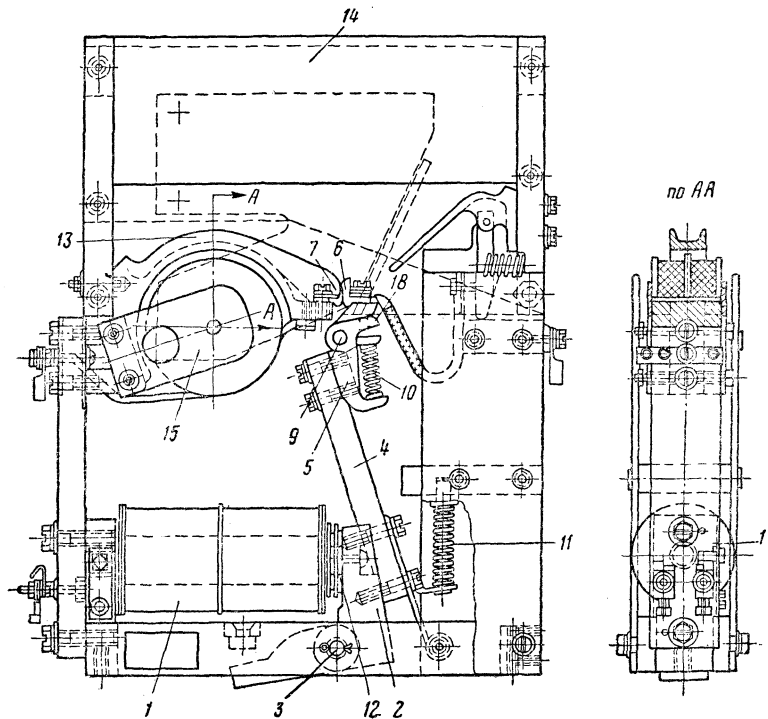
Контакторы типа МК-310Б отличаются от контакторов типа МК-310А только устройством камеры. Вес контакторов типа МК-310А около 20 кг, номинальное напряжение 3 000 в, часовой ток 75 а, длительный ток 50 а, начальное нажатие контактов 0,8—1,3 кг, конечное нажатие контактов 1,8—2,7 кг, разрыв контактов (для новых контактов) 30—34 мм, провал контактов 7—9 мм.

Величина разрыва контактов в эксплуатации должна составить не более 40 мм; толщина контактов не менее 3 мм (нового—6 мм).

Конструкция контакторов типа МК-300А (фиг. 333) во многом сходна с конструкцией контактора типа ПК-301, так как в обоих типах используется большое количество одинаковых деталей. Кронштейны неподвижного и подвижного контактов укреплены на стальном изолированном стержне точно так же, как и у контакторов типа ПК-301. Верхний неподвижный кронштейн и дугогаси-

тельная камера одинаковы у контакторов обоих типов. Дугогасительная катушка у контакторов типа МК-300А имеет другое сечение провода и другое число витков, так как эти контакторы предназначены для токов меньшей величины.

Включение подвижного контакта производится электромагнитным приводом, смонтированным в нижней части контактора. Ярмо электромагнита 1 и прикрепленный к нему сердечник с включающей катушкой 2 жестко связаны со стержнем. Якорь электромагнита 5 соединен посредством изоляционной тяги 3 с рычагом 4



Фиг. 332. Устройство контактора типа МК-310

подвижного контакта. Якорь вращается на шарнире 6 и имеет противовес 7. Последний даёт возможность уменьшить размеры включающей катушки.

Когда катушка 2 электромагнита возбуждается, якорь 5 притягивается к сердечнику и перемещает тягу 3 вверх. Усилие от тяги передаётся на контакты через притирающую пружину. Когда катушка выключается, рычаг контакта под действием собственного веса отпадает вниз и контактор размыкается. Во избежание «прилипания» якоря к сердечнику вследствие действия остаточного магнетизма на сердечнике укреплена медная шайба. Последняя увеличивает зазор между якорем и сердечником.

В момент разрыва контактов появляется электрическая дуга, которая выдувается дугогасительной катушкой с контактов в дугогасительную камеру.

На электровозах имеется несколько форм выполнения контактора типа МК-300А, отличающихся своими дугогасительными катушками (см. приложение 8).

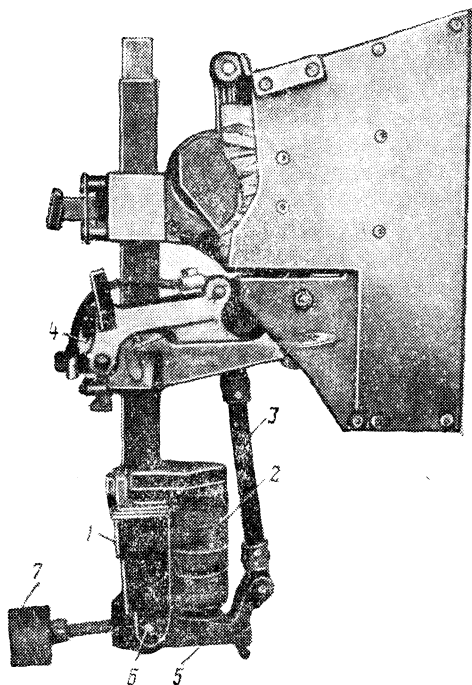
Некоторые контакторы типа МК-300А на электровозах серии Сс имеют блокировку, обеспечивающую правильность работы схемы.

Контакторы типа МК-300А имеют разрыв между контактами от 17,5 до 20,5 мм, провал от 8,5 до 10,5 мм, начальное нажатие контактов от 1,5 до 2,5 кг и конечное нажатие от 3,2 до 4,5 кг.

Во время эксплуатации разрыв между контактами должен быть не более 28,5 мм, а толщина контакта у пятки не менее 2,5 мм (нового — 6,5 мм).

Ток, при котором происходит включение контактора, равен 0,75 а. Вес контактора около 30 кг.

Преимущество этого типа электромагнитного контактора заключается в его одностипности с электропневматическими контакторами, работающими на электровозе. Однако контактор типа МК-300А нельзя считать удачной конструкцией, так как, во-первых, горизонтальное расположение его контактов



Фиг. 333. Электромагнитный контактор типа МК-300А

не способствует гашению дуги при малых токах вспомогательных цепей и, во-вторых, по своей конструкции этот контактор очень тяжёл по сравнению с другими типами электромагнитных контакторов.

На электровозах серии С^и установлены электромагнитные контакторы плунжерного типа (фиг. 334).

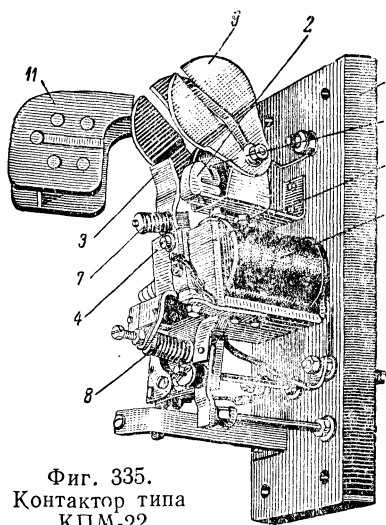
Этот контактор имеет контакты 1 и 2; первый из них неподвижен и соединён с дугогасительной катушкой 3, а второй может вращаться вокруг неподвижной оси 4 на рычаге 5. Рычаг соединён через тягу 6 и пружину 7 с якорем 8. Последний находится внутри катушки 9, питаемой от цепи управления.

Отключение контакта 2 производится пружинной 7 после прекращения возбуждения катушки 9.

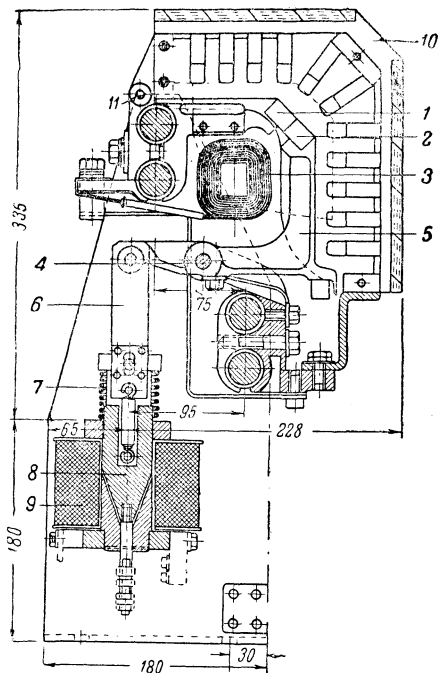
В момент размыкания контактов дуга выдувается магнитной системой, состоящей из дугогасительной катушки 3, железного сердечника и магнитных башмаков. Разрыв дуги происходит в дугогасительной камере 10, выполненной из обработанного этернита. Держатель неподвижного контакта и рычаг 5 подвижного контакта являются одновременно и дугогасительными рогами. Дугогасительная камера—решётчатого типа; чередующиеся выступы решётки создают большое количество продольных каналов, предназначенных для удлинения дуги. Однако внутренний объём камеры оказывается недостаточным и дугогасительные качества камеры оказываются ограниченными, что заставляет включать в некоторые цепи по два-три контакта последовательно. Электромагнитные контакторы в цепи моторов вентиляторов, моторов компрессоров и отопления собраны в группы по два последовательно и смонтированы на специальных стойках. Три контактора цепи мотора рекуперативного агрегата смонтированы вместе на подобной же стойке.

Для удобства осмотра и замены контактов контактора искрогасительная камера 10 открывается поворотом её вокруг оси 11.

Недостатком электромагнитных контакторов электровоза серии С^н является слабое нажатие контактов — всего около 1,5 кг.



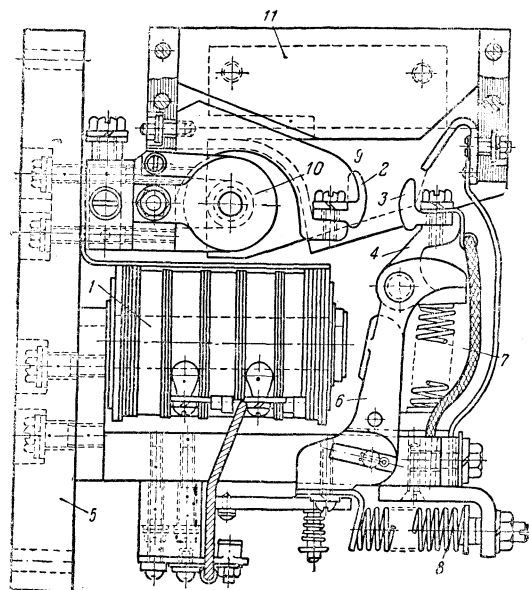
Фиг. 335.
Контактор типа
КПМ-22



Фиг. 334. Электромагнитный контактор электровоза серии С^н

Электромагнитный контактор для цепей управления. Для замыкания цепи обмотки возбуждения генератора и шунтовой обмотки мотора мотор-генератора на электровозах, имеющих рекуперативное торможение, служат электромагнитные контакторы, называемые иногда реле поля возбуждения. На электровозах серии ВЛ22^м установлены контакторы типа КПМ-22 (фиг. 335), на электровозах серии ВЛ22 и СК—типа МК-604Б (фиг. 336) и на электровозах серии С — типа ДВ-938А (фиг. 337). Эти контакторы состоят из электромагнитной системы с катушкой 1, неподвижного 2 и подвижного 3 контактов и дугогасительного уст-

ройства, смонтированных на изоляционной панели 5. Подвижный контакт 3 укреплен на держателе 4, связанном с якорем 6. Дугогасительное устройство состоит из катушки 10, полюсов 9 и дугогасительной камеры 11. Пружина 8 служит для размыкания контактов; пружина 7 обеспечивает притирание контактов.

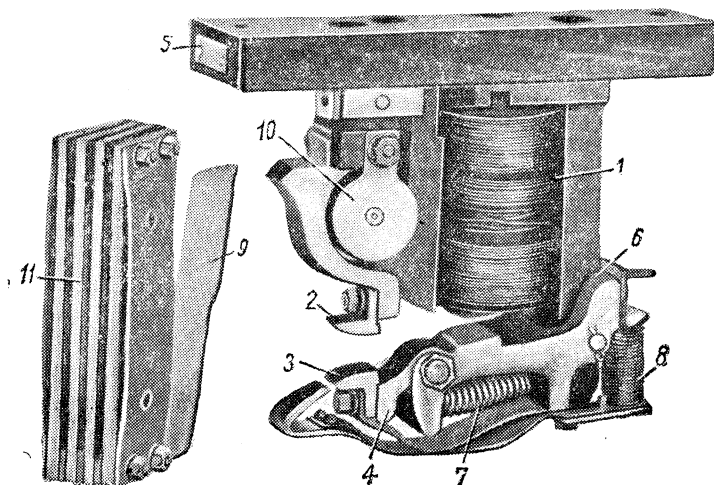


Фиг. 336. Контактор типа МК-604Б

(фиг. 338). Контактор состоит из магнитной системы 7, катушки 6 и контактов 1, смонтированных на изоляционной панели. Во время возбуждения катушки 6 притягивается якорь 3, с которым связан подвижный контакт. Этот

При возбуждении катушки 1 контакты 2 и 3 замыкаются и включают цепь обмоток возбуждения мотор-генератора. Разрыв контактов контактора типа МК-604Б 14,5—17 мм, притирание контактов 5—6,5 мм, начальное нажатие 0,7—1,1 кг, конечное нажатие 1,6—2,3 кг.

Контактор тока управления. На электровозе серии С^И для выключения и включения цепи тока управления тяговыми двигателями служит электромагнитный контактор



Фиг. 337. Контактор типа ДВ-938А

контакт замыкает цепь тока управления тяговыми двигателями. Нажатие от якоря 3 передаётся подвижному контакту через притирающую пружину 2.

Возбуждение катушки 6 происходит при нажатии кнопки «Цепи управления», помещённой в кабине машиниста. После обесточивания катушки 6 происходит размыкание контактов под действием пружины 5. Регулировка силы натяжения этой пружины производится винтом 4.

Контактор пусковой панели. Чтобы ограничить величину тока в момент пуска моторов вентиляторов, компрессоров, динамотора и мотора мотор-генератора, на электровозах последовательно с этими машинами включены демпферные, или добавочные, пусковые сопротивления.

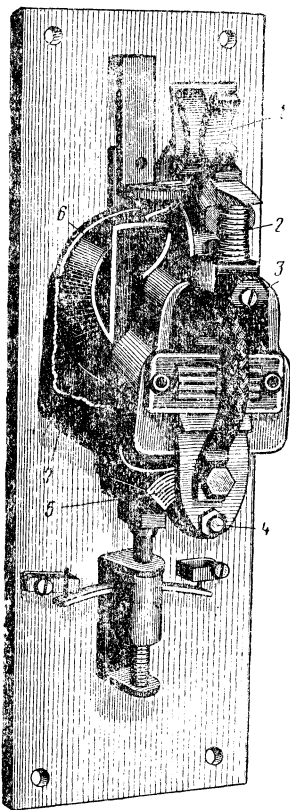
Эти сопротивления или остаются включёнными в цепи вспомогательной машины или автоматически выключаются в процессе пуска. В последнем случае применяются так называемые пусковые панели.

На фиг. 339 приводится принципиальная схема пусковой панели, состоящей из дополнительного пускового сопротивления R и электромагнитного контактора 1 с двумя катушками 3 и 4 и с короткозамкнутым витком 2.

На фиг. 340 приведено устройство пускового контактора и дана схема его магнитной цепи. Магнитопровод катушек 3 и 4 имеет два воздушных зазора A и B . Зазор B может регулироваться посредством винта 5.

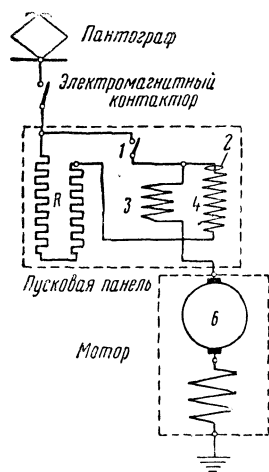
Одна из катушек 4, носящая название включающей, работает только в период пуска, а потом замыкается накоротко вместе с пусковым сопротивлением R . Другая же катушка 3 называется удерживающей; она остаётся возбуждённой в течение всего периода работы машины. Направление витков катушек такое, что их магнитодвижущие силы складываются и дают общий магнитный поток. Внутри удерживающей катушки помещён якорь 6 плунжерного типа, который может двигаться в латунной трубке, помещённой в полый сердечник. Механизм контактора устроен таким образом, что контакты 1 включаются в тот момент, когда якорь 6 притянется к верхнему яру 7.

Так как в магнитопроводе имеется два воздушных зазора, то при возбуждённых катушках на якорь будут действовать две



Фиг. 338. Контактор тока управления электровоза серии С^и

притягивающие силы: одна через зазор *A*, другая через зазор *B*. Если ток, а следовательно, и магнитный поток незначительны по величине, то притягивающая сила в зазоре *B* будет мала, так как основная масса силовых магнитных линий пройдёт через полый сердечник удерживающей катушки. Когда

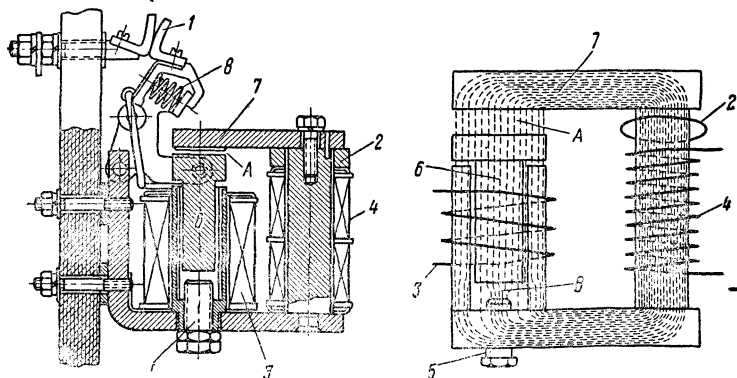


Фиг. 339. Схема пусковой панели

по катушкам протекает значительный ток, основная часть магнитного потока из-за насыщения полого сердечника будет проходить через воздушный зазор *B* и притягивающая сила в этом зазоре резко увеличится. Посредством регулировочного винта *5* можно достигнуть такого положения, что в момент, когда ток катушек упадёт до определённой величины, сила притяжения в зазоре *A* превзойдёт силу в зазоре *B*. Якорь притянется к верхнему ярму *7*, и контакты *1* включатся, замыкая на короткое элементы сопротивления.

С прекращением тока, проходящего через удерживающую катушку *3*, что произойдёт после выключения электромагнитного контактора, включённого последовательно с пусковой панелью, якорь *6* под действием своего веса упадёт и разомкнёт контакты *1*.

На сердечнике включающей катушки *4* имеется замкнутый виток *2*, представляющий собой медное кольцо. Этот виток служит для уменьшения скорости нарастания магнитного потока во время



Фиг. 340. Контактор пусковой панели

пуска машины, являясь как бы вторичной короткозамкнутой обмоткой трансформатора.

При этом влияние кольца сказывается неодинаково на магнитных потоках в зазорах *A* и *B*. Магнитный поток в зазоре *A* почти

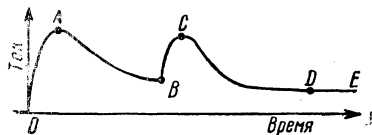
полностью пронизывает короткозамкнутое кольцо, в то время как поток в зазоре *B*, как показали экспериментальные исследования, в значительной части замыкается по воздуху, охватывая удерживающую катушку. Поэтому при включении машины замедление нарастания потока в зазоре *A* происходит в большей степени, чем в зазоре *B*. Вследствие этого не происходит включения контактора в процессе нарастания тока цепи машины после включения, когда, очевидно, ток достигает величины, соответствующей току замыкания контактора панели. Этому способствует также инерция подвижной системы контактора.

В момент пуска машины сопротивление *R* включается последовательно со вспомогательной машиной и автоматически замыкается накоротко контактором *I* после понижения тока до определённой величины. Величина тока, при которой замыкается контактор *I*, устанавливается в зависимости от характеристики машины. В соответствии с типом машины подбирается и величина сопротивления *R*.

На фиг. 341 показано изменение тока в цепи вспомогательной машины в процессе пуска её пусковой панелью. Кривая *OA* изображает нарастание тока после включения электромагнитного контактора *I* (фиг. 339). Кривая *AB* соответствует спадаанию тока при увеличении скорости вращения якоря машины. Точка *B* отвечает моменту замыкания контактора *I* (фиг. 339). После замыкания этого контактора идёт нарастание тока (кривая *BC*), а затем, с дальнейшим увеличением скорости вращения якоря, спадание тока по кривой *CD*. Линия *DE* изображает установившийся режим работы машины.

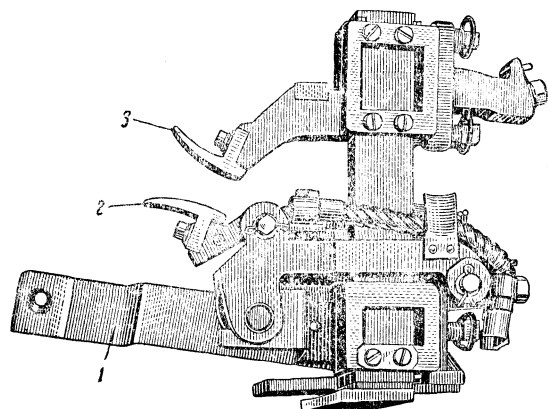
Чтобы был допуск на износ контактов, якорь *б* имеет притирающий ход, во время которого контакты *I* (фиг. 340) накатываются друг на друга под действием специальной притирающей пружины *δ* и создают необходимое конечное давление, составляющее у нового аппарата около 2,2 кг. По мере изнашивания контактов притирание, а следовательно, и рабочее давление на контактах уменьшается, что может привести к перегреванию и подгоранию последних. Если воздушный зазор *A* в момент касания контактов менее 1,2 мм, то последние должны сменяться. При новых контактах в момент их касания воздушный зазор *A* равняется 2,5—4 мм, а в разомкнутом положении контактов—10,5—11,5 мм. Расстояние между контактами равно 11—14 мм, притирание — 4,5—6,5 мм, начальное нажатие контактов равно 0,6—1,2 кг, конечное — 1—1,8 кг.

Как указывалось выше, регулировка величины тока включения производится винтом (винт *5* на фиг. 340): завёртывание регулировочного винта понижает ток включения и, наоборот, отвёртывание винта увеличивает его.



Фиг. 341. Изменение тока при пуске вспомогательной машины

Пуск мотора мотор-генератора типа ДК-401 и динамотора типа ДД-60 производится панелями типов ПП-3А-1 и ПП-3Б-1, имеющими сопротивление элементов реостата $2 \cdot 10 = 20 \text{ ом}$; пуск мотора типа ДДИ-60 — панелью типа ПП-3А-6, имеющей сопротивление элемента реостата 20 ом . На электровозах серий Сс и С для пуска мотор-генератора типа ДМ1-1500/95 служит панель типа ПП-3А-2 с сопротивлением $2 \cdot 3 = 6 \text{ ом}$ и для пуска мотор-вентиляторов — панель



Фиг. 342. Контактор заземления типа КН-7

типов. Последнее достигается тем, что сердечник электромагнита контактора, закорачивающего сопротивление, соединён рычагом со специальным задерживающим часовым механизмом.

Контактор заземления. На электровозах серии ВЛ22^м внутри высоковольтной камеры установлен контактор заземления типа КН-7 (фиг. 342). Этим контактором с целью безопасности работы в высоковольтной камере пантографы соединяются с землёй при открытии двери в камеру.

На конце рычага 1 контактора имеется ролик, который входит в криволинейный прорез в верхней части двери. При открытии двери этот ролик заставляет поворачиваться рычаг 1 вверх и замыкает подвижный 2 и неподвижный 3 контакты. В качестве деталей контактора типа КН-7 использованы детали контакторов типов ПК-302 и ПК-303.

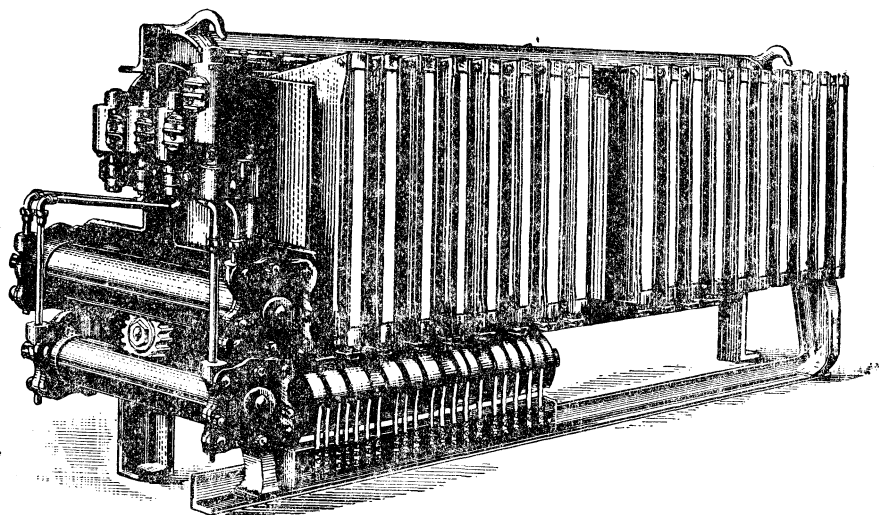
4. Групповой переключатель

Групповой переключатель состоит из ряда контакторных элементов, замыкающихся и размыкающихся кулачками, посаженными на вал, который приводится во вращение пневматическим механизмом.

Групповым переключателем производится переключение тяговых двигателей с одного соединения на другое. Иногда групповой

переключатель используется также для переключений групп пусковых сопротивлений.

При переходе с одного соединения двигателей на другое очень важно, чтобы контакторы, производящие эти переключения, замыкались и размыкались в строгой последовательности. Групповой переключатель обеспечивает эту последовательность без усложнения схемы цепи управления (см. главу X). На большинстве электро-



Фиг. 343. Групповой переключатель типа ПКГ

возов установлены групповые переключатели типа ПКГ на три положения различных исполнений.

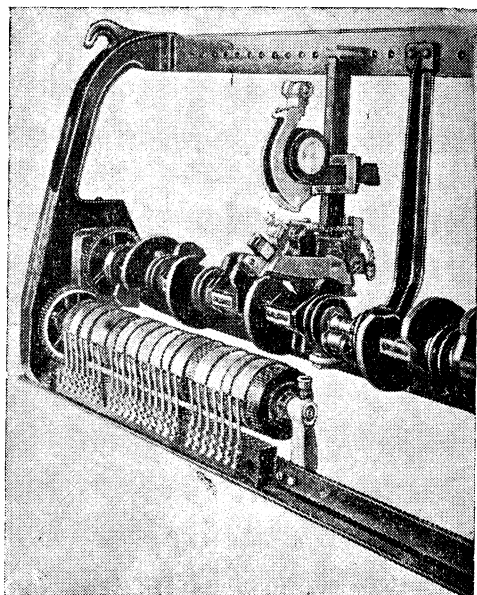
Групповой переключатель типа ПКГ (фиг. 343) состоит из

- 1) 15—18 контакторных элементов типа КЭ-1;
- 2) кулачкового вала для замыкания и размыкания этих контакторных элементов в определённой последовательности;
- 3) электропневматического механизма, состоящего из двух воздушных цилиндров и четырёх вентиля;
- 4) блокировочного барабана, вращающегося одновременно с кулачковым валом и замыкающего и размыкающего блокировочные контакты.

На фиг. 344 показан переключатель в полуразобранном виде без привода.

Вся контактная часть и дугогасительное устройство элемента КЭ-1 такие же, как и у контактора типа ПК-301. Различие заключается лишь в изменённой конструкции рычага 2 подвижного контакта (фиг. 345). Этот рычаг посредством оси 1 шарнирно соединён с нижним кронштейном; на этом рычаге установлены держатель подвижного контакта и ролик 3, выполненный в виде шарикового подшипника.

При повороте вала выступ кулачка нажимает на катящийся по его рабочей поверхности ролик 3 и заставляет весь рычаг, повернувшись вокруг оси 1, прижать нижний контакт к верхнему. В процессе выключения при сбегании ролика с выступа кулачка нижний контакт отходит от верхнего под действием сжатой во время включения притирающей пружины и веса подвижных частей. Кроме того, чтобы гарантировать своевременное отключение



Фиг. 344. Кулачковый вал, контакторный элемент и блокировочный барабан группового переключателя типа ПКГ

контактора, каждый кулачок имеет ролик 4, который во время выключения ударяет по хвостовику рычага 2. Такое устройство обеспечивает отключение контактора в случае заедания движущих частей или приваривания контактов.

Контакторный элемент крепится U-образными хомутами к угольникам, составляющим вместе с боковыми рамами остова группового переключателя.

Кулачковый вал 5 (см. фиг. 345 и 346) выполняется из профильной шестигранной стали и опресовывается изоляцией на том отрезке длины, где насаживаются кулачки. Изоляция состоит из слюды и бумаги, склеенных бакелитовым лаком. На кулачковый вал насаживается необходимое количество

кулачков 6 различной конфигурации. Кулачки представляют собой чугунные отливки, обработанные по соответствующим шаблонам.

Профиль кулачков определяется моментом включения и выключения отдельных контакторных элементов при изменениях схемы включения тяговых двигателей.

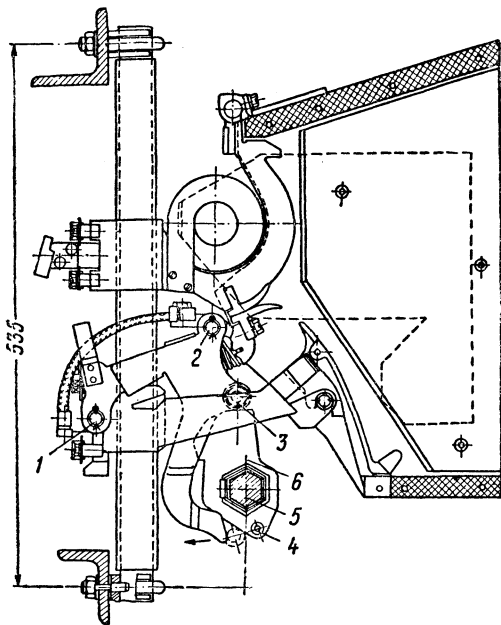
Кулачки изолируются друг от друга специальными изоляторами. Втулки кулачков имеют в соответствии с сечением вала также шестигранное отверстие. Соединение их с валом достигается при помощи зажимных болтов.

Пневматический механизм состоит из двух цилиндров, расположенных один над другим (фиг. 347).

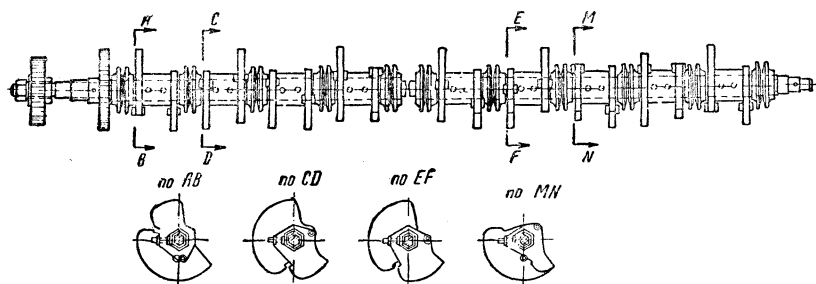
В нижнем II и верхнем I цилиндрах расположено по два поршня 1, 2 и 3, 4 и по зубчатой рейке 13 и 15. Поршни представляют собой отливки из цилиндрического чугуна. У торцевой части поршней

посредством шпилек 6 прикреплены манжеты 7 и бронзовые штампованные шайбы 8. Последние обеспечивают плотное прижатие кожаных манжет к цилиндрам. Во избежание заедания диаметр чугунных частей поршней сделан на 0,1—0,2 мм меньше диаметра цилиндров.

Для смазки поршни имеют два соединённых между собой отверстия 9 и 10. В отверстие 9 поршня смазка может быть залита лишь в том его положении, когда отверстие 9 находится под отверстием 11 в стенке цилиндра, т. е. когда поршень дойдёт до упора 12. Из отверстия 9 смазка через канал попадает в отверстие 10 и впитывается в войлок, прижатый к стенкам цилиндра пружинкой. Зубчатые рейки 13 и 15 верхнего и нижнего цилиндров сцеплены с шестернёй, плотно насаженной на конец кулачкового вала. Верхняя рейка для предотвращения поворота поршней перемещается в направляющих салазках 14.



Фиг. 345. Контактный элемент группового переключателя



Фиг. 346. Кулачковый вал

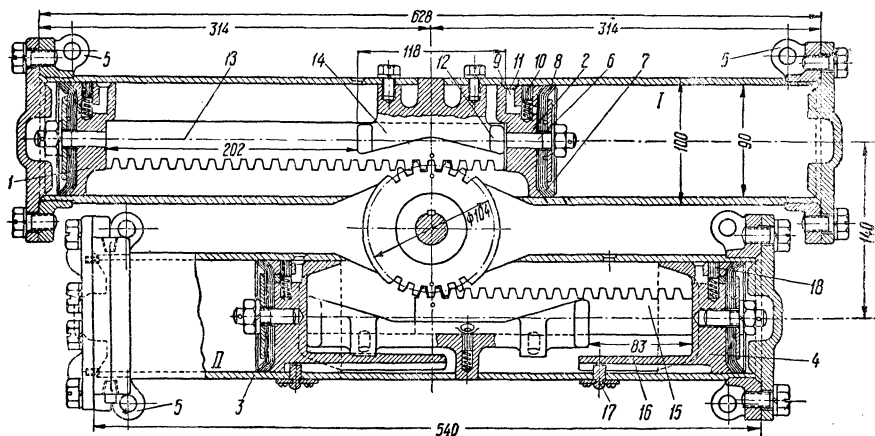
Поршни в верхнем цилиндре прикреплены к рейке, а в нижнем свободны.

Чтобы поршни нижнего цилиндра не могли повернуться и сохранялось всегда верхнее положение смазочного отверстия 18, они имеют приливы 16, в пазы которых входят штыри 17.

Пневматический механизм крепится болтами, пропущенными через приливы 5, к раме переключателя.

Для управления действием механизма, приводящего во вращение кулачковый вал, на нём установлено четыре электромагнитных вентиля, из которых один выключает и три включает действия. Вентили смонтированы на специальном держателе, прикреплённом к раме, и соединены с цилиндрами трубопроводами.

Групповой переключатель имеет три положения кулачкового вала, соответствующие серийному, серийно-параллельному и параллельному включениям тяговых двигателей. Этим трём поло-



Фиг. 347. Пневматический механизм

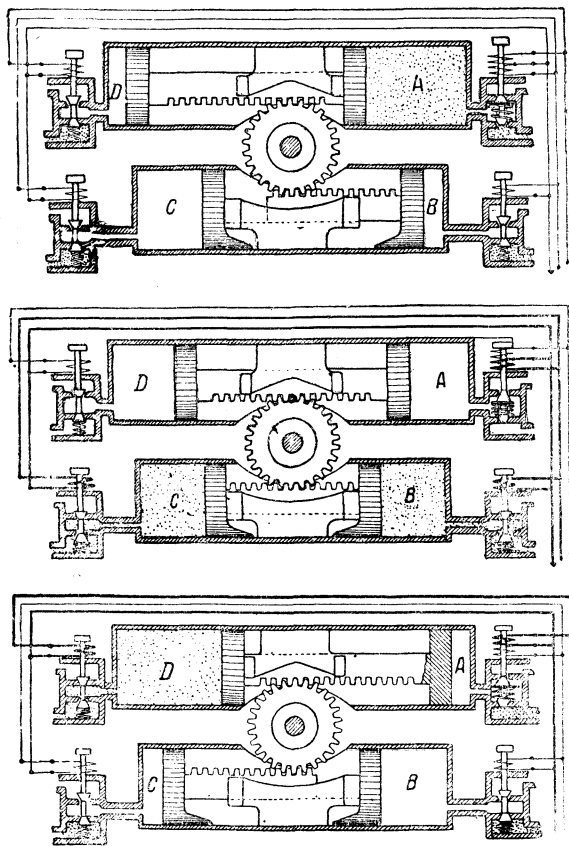
жениям кулачкового вала соответствуют три положения пневматического механизма (фиг. 348).

В первом положении катушки вентиля не возбуждены. Пространство А верхнего цилиндра сообщается через вентиль выключаящего типа с источником сжатого воздуха. Пространство верхнего цилиндра D, а также оба пространства В и С нижнего цилиндра сообщаются с атмосферой. Поршень верхнего цилиндра в этом случае займёт крайнее левое положение, дойдя до упора (это видно и на фиг. 347).

Кулачковый вал группового переключателя при этом включит контакторы, соединяющие все двигатели электровоза последовательно.

Во втором положении возбуждены катушки включающих вентиля нижнего цилиндра и выключаящий вентиль. При этом пространство А сообщается с атмосферой и сжатый воздух поступает

с двух сторон в пространства *B* и *C*, заставляя оба поршня переместиться к середине. Нижняя рейка пройдёт расстояние, составляющее около половины полного своего хода (83 мм из общего хода 202 мм), и повернёт шестерню, а следовательно, и кулачковый вал на соответствующий угол. Прохождение нижней рейкой расстояния точно 83 мм обеспечивается упорами, не позволяю-



Фиг. 348. Положение пневматического механизма группового переключателя

щими поршням передвигаться больше чем на эту величину. Рейка нижнего цилиндра имеет длину, равную расстоянию между упорами, и поэтому не мешает поршням дойти до последних.

При повороте кулачкового вала во второе положение двигатели электровоза в надлежащей последовательности пересоединяются на серийно-параллельное соединение.

В третьем положении привода возбуждены вентили верхнего цилиндра.

В этом случае пространства *A*, *B* и *C* сообщаются с атмосферой, а пространство *D* — с источником сжатого воздуха, что заставляет перемещаться верхний поршень и рейку в крайнее правое положение. Рейка при своём движении повернёт шестерню и кулачковый вал в положение, соответствующее параллельному соединению двигателей, а левый поршень дойдёт до упора, который и остановит его дальнейшее движение.

Во избежание резкого поворота кулачкового вала клапан выключателя типа снабжён регулировочным винтом в выходном отверстии, который позволяет уменьшить сечение выхода воздуха из камеры *A*. Этим обеспечивается замедленный переход с первого на второе положение, поскольку этот переход сопровождается выходом воздуха из камеры *A*. Для создания такой «воздушной подушки» при переходе со второго на третье положение возбуждаются все катушки клапанов, и так как выключающий клапан имеет две катушки, включённые таким образом, что магнитный поток, создаваемый одной, уничтожается магнитным потоком другой, то при возбуждении обеих катушек выключающего клапана последний работает так, как будто катушки не возбуждены (обесточены).

При возбуждении катушек клапанов в обратной последовательности или при снятии напряжения с катушек клапанов, т. е. при прекращении возбуждения их вообще, кулачковый вал возвращается в первоначальное положение, соответствующее серийному соединению тяговых двигателей.

Блокировочный барабан имеет ряд контактов, замыкающих и размыкающих при его повороте определённые провода цепи управления, чем обеспечивается правильность работы схемы. Этот барабан представляет собой бакелитовый цилиндр диаметром 127 мм, на котором укреплены медные сегменты.

Блокировочный барабан приводится во вращение от кулачкового вала посредством зубчатой передачи с отношением 1 : 1. Угол поворота блокировочного барабана равен 223°.

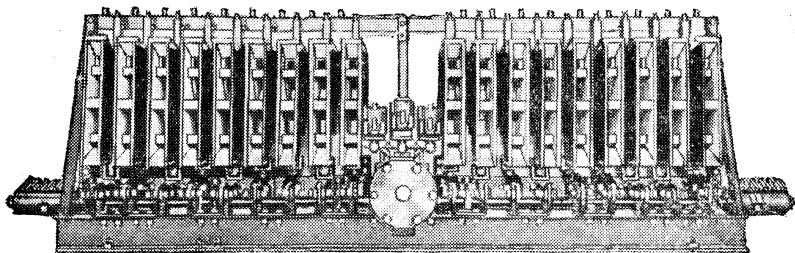
Кулачковый вал для уменьшения трения вращается на шариковых подшипниках. Кроме боковых подшипников, имеется ещё промежуточная опора, укреплённая на средней раме. Блокировочный барабан имеет подшипники скользящего типа с бронзовыми вкладышами.

Время поворота кулачкового вала из одного положения в другое составляет 2—3 сек.

Контактные элементы типа КЭ-1 рассчитаны на длительный ток 350 а и часовой ток 525 а при напряжении 3 000—4 000 в, нажатие рабочих контактов 16—20 кг; разрыв контактов от 24 до 27 мм; провал 11—14 мм; начальное нажатие контактов от 4,5 до 9,0 кг, конечное нажатие от 16 до 20 кг; нормальное давление воздуха, необходимое для работы группового переключателя, 3,8—5 ат; вес переключателя 635 кг (типа ПКГ-305); нажатие блокировочных контактов цепи управления 1—2,5 кг.

У группового переключателя электровозов серии С^и (фиг. 349) пневматический механизм помещён в средней части этого переключателя и имеет конструкцию, отличную от механизма, описанного выше.

Этот пневматический механизм состоит из цилиндра с тремя камерами 1, 2 и 3, из которых первые две равного диаметра, а третья большего (фиг. 350). Под действием сжатого воздуха в камерах перемещаются поршни 4, 5 и 6;

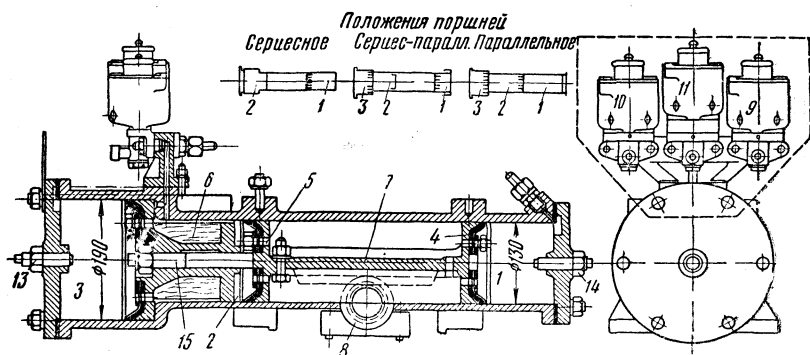


Фиг. 349. Групповой переключатель электровоза серии С^и

поршни 4 и 5 связаны между собой зубчатой рейкой 7, находящейся в зацеплении с шестерней 8, сидящей на валу с кулачками.

Сжатый воздух подводится в камеры через электромагнитные вентили 9, 10 и 11, из которых первые два включающего действия, т. е. подводят сжатый воздух из воздухопровода в цилиндры при возбуждении катушек этих вентилях, а третий выключающего действия, т. е. при возбуждении его катушки доступ сжатого воздуха в цилиндр прекращается и последний соединяется с атмосферой.

Вентиль 11 имеет сообщение с камерой 1. Вентили 9 и 10 имеют сообщение соответственно с камерами 3 и 2 цилиндров пневматического меха-

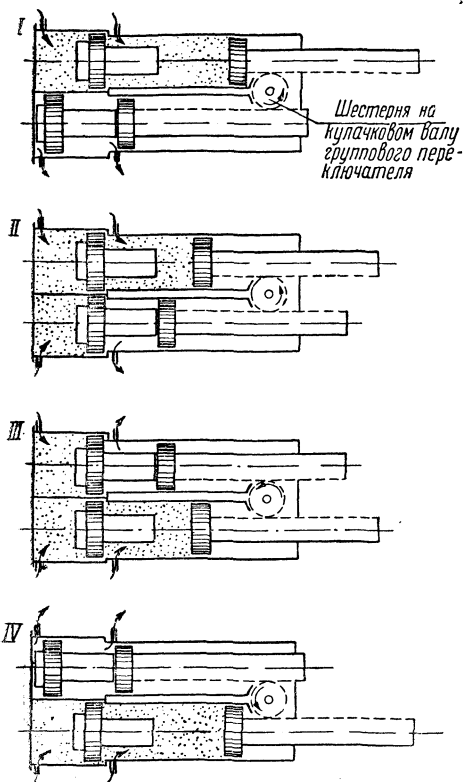


Фиг. 350. Пневматический механизм группового переключателя электровоза серии С^и

низма. Когда катушки вентилях обесточены, групповой переключатель должен занимать положение, соответствующее сериесному соединению тяговых двигателей. В этом случае сжатый воздух действует только на поршень 4 в камере 1, и если до этого переключатель не был в положении сериесного соединения, то под влиянием сжатого воздуха поршень 4 будет передвигать всю поршневую систему влево, вращая и кулачковый вал, пока поршень 5 не упрётся в болт 15 поршня 6, а тот, в свою очередь,

в регулировочный болт 13 в крышке левого большого цилиндра. Этот болт фиксирует первое положение переключателя.

Для перевода группового переключателя из положения, соответствующего серийному включению тяговых двигателей, в положение серийно-параллельного включения необходимо возбудить вентиль 9. При возбуждении этого вентиля воздух поступает в цилиндр 3. Оба поршня 6 и 4 оказываются под давлением сжатого воздуха, но так как диаметр поршня 6 больше диа-



метра поршня 4, то происходит смещение системы вправо до тех пор, пока поршень 6 не упрётся в выступ цилиндра 3. В таком положении поршней и рейки 7 контакторы переключателя устанавливают серийно-параллельную схему соединения тяговых двигателей. Чтобы перевести переключатель из серийно-параллельного положения в параллельное, необходимо возбудить все три вентиля — 9, 10 и 11. В этом случае сжатый воздух поступает в цилиндры 2 и 3 и выходит из цилиндра 1. Давлением воздуха в цилиндре 2 сдвигаются поршни 5 и 4 вместе с рейкой 7 в крайнее правое положение, фиксируемое регулировочным винтом 14, в который упирается при своём ходе поршень 4.

Групповой переключатель электровоза серии Си имеет два блокировочных барабана, расположенных на концах кулачкового вала (фиг. 349).

На электровозах серии ВЛ19 на два напряжения применяются групповые переключатели на четыре положения.

Схема устройства и действия такого привода дана на фиг. 351.

5. Реверсор

Фиг. 351. Схема привода на четыре положения

Реверсором называется переключатель, посредством которого производится изменение направления тока в обмотках возбуждения или обмотках якорей тяговых двигателей для перемены направления вращения якорей и, следовательно, изменение направления движения электровоза.

Обычно реверсоры включаются в цепь обмоток возбуждения тяговых двигателей, а не в цепь якорей, так как в этом случае напряжение между контактами реверсора значительно меньше, что позволяет уменьшить габаритные размеры аппарата.

Реверсор состоит из ряда сегментов, укрепленных на валу; к этим сегментам прижаты контактные пальцы. Развёртка пары сегментов реверсора дана на фиг. 352. На этой фигуре кружками изображены неподвижно укрепленные пальцы, которые в зависи-

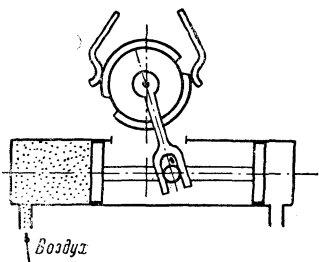
мости от положения сегмента, т. е. от угла поворота вала, соединяются между собой по горизонтальным линиям (положение а) или крестообразно (положение б).

Реверсоры принадлежат к аппаратам с малым углом поворота вала; поэтому для них чаще всего применяется тип кривошипного привода, при котором поступательное движение поршней превращается во вращательное движение вала при помощи пальца, установленного на рейке поршней, и вилки, установленной на оси вала (фиг. 353).

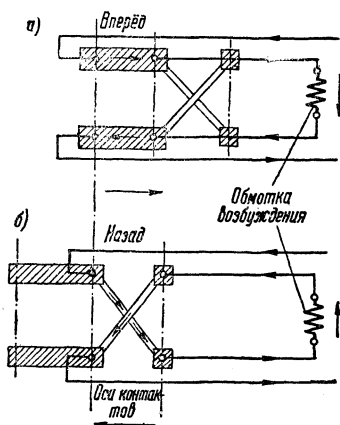
На большинстве электровозов установлены реверсоры типа ПР-151 с восемью парами двойных пальцев (фиг. 354 и 355); на части электровозов серии ВЛ19 установлено по два реверсора типа ПР-153 с шестью парами двойных пальцев; на электровозах серии ВЛ19 с двумя мотор-вентиляторами и некоторых электровозах на два напряжения установлено по одному реверсору типа ПР-156 с двенадцатью парами двойных пальцев. Реверсоры перечисленных типов различаются между собой только количеством пальцев.

Кабели силовой цепи (фиг. 354 и 355) подводятся к массивным литым пальцедержателям 20, сидящим на шестигранных изолированных стержнях 19. На пальцедержателях 20 установлены пальцы 15, которые соединяются между собой при помощи сегментов 6. Чтобы создать давление пальцев на сегменты, на каждом пальце имеется пружина 4, надетая на штифт 29, проходящий через палец и закреплённый в пальцедержателе 20. Кабельный наконечник 28 крепится к пальцедержателю при помощи винтов 21 и соединяется с пальцем при помощи шунта 8. На конце пальца имеется шип, который входит в углубление на пальцедержателе и фиксирует положение пальца. Такая конструкция делает палец легко регулируемым и позволяет обойтись без притирки его к сегменту.

Сегменты 6 отлиты из латуни и насажены на шестигранную изолированную ось 5. Между сегментами имеются воздушные промежутки.



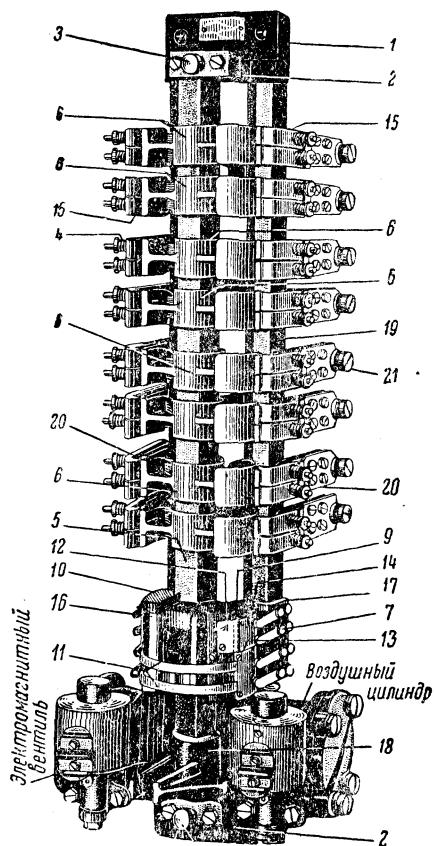
Фиг. 353. Схема привода реверсора



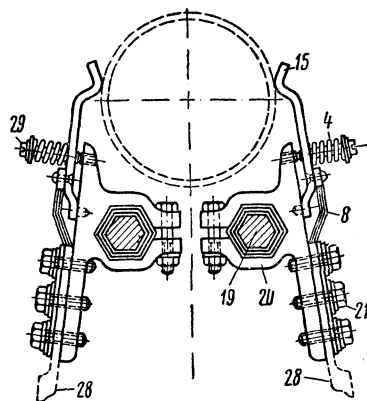
Фиг. 352. Схема переключения обмотки главных полюсов тягового двигателя сегментами реверсора

Нижняя часть барабана служит для переключений в цепи управления и состоит из деревянных колодок 9 и 10, укрепленных на держателе 16. На деревянных колодках укреплены медные сегменты 12 прямоугольной формы и сегменты 11 в виде изогнутых пластин (последние служат для переключения электрической цепи скоростемера при перемене направления движения электровоза). Между

медными сегментами на колодках помещены фибровые изоляционные сегменты 13 и 14. По сегментам скользят пальцы 7, укрепленные винтами на основании 17. Ось 5 барабана опирается на два скользящих подшипника 2, укрепленных при помощи винтов к скрепляющей планке 1 сверху и к пневматическому механизму внизу. Для смазки подшипников предусмотрены масленки 3. На ось 5 около нижнего подшипника на-



Фиг. 354. Реверсор типа ПР-151



Фиг. 355. Крепление пальцев реверсора

дет кривошип (мотыль 18), имеющий вырез для рукоятки, при помощи которой возможно переключить реверсор вручную.

Механизм, который служит для поворота реверсора, состоит из двух воздушных цилиндров 22 с двумя камерами, закрытых крышками 23 (фиг. 356). Крышки крепятся к корпусу цилиндра при помощи болтов.

Поршни, помещенные в цилиндры, имеют уплотняющие кожаные манжеты 25, укрепленные шайбами и гайками. Оба поршня

связаны между собой штоком 24. В штоке имеется валик 27, который при перемещении штока передвигается в прорези рамки 26 мотыля 18, посаженного на ось 5 (фиг. 354).

Подача и выпуск воздуха в цилиндры реверсора происходят через два включающих вентиля, укрепленных на корпусе цилиндра. Когда возбуждается катушка одного из этих вентилях, сжатый воздух попадает в цилиндр и передвигает поршень со штоком. Последний своим валиком поворачивает мотыль, а тот в свою очередь вал реверсора. Угол, на который поворачивается вал реверсора, ограничивается упорами на мотыле и корпусе цилиндра.

При правильно действующей схеме одновременное включение обоих вентилях исключено, а поэтому один из цилиндров всегда сообщен с атмосферой.

Реверсор не имеет дугогасительных устройств, а поэтому ряд блокировок в схемах электровозов обеспечивает его поворот из одного положения в другое всегда без тока. Реверсоры типов ПР-151 и ПР-153 имеют изоляцию на 1500 в и рассчитаны на длительный ток 400 а. Нажатие пальцев на сегменты равно 3,5—4 кг, притирание — 2—3 мм; диаметр воздушных цилиндров 90 мм; ход поршня 25,5 мм.

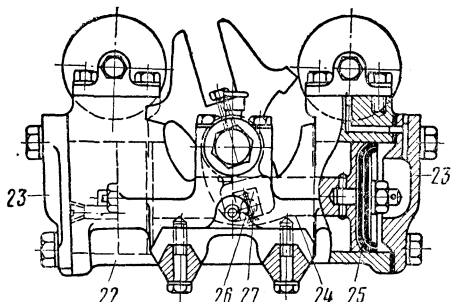
Пневматический механизм аппарата рассчитан на работу с давлением воздуха в цилиндре от 3,5 до 5 ат. Реверсор типа ПР-151А весит 76 кг.

Особенностями реверсоров типов ПР-151Г, ПР-151Д и ПР-158А электровозов серий ВЛ22 и ВЛ22^м является то, что у этих реверсоров вместо латунных сегментов 6 (фиг. 354) установлены чугунные сегментодержатели с привёрнутыми к ним контактными сегментами из полосовой меди; пальцедержатели 20 (фиг. 355) выполнены сварной конструкции, а основания 17 для пальцев цепи управления — из дерева.

6. Тормозной переключатель

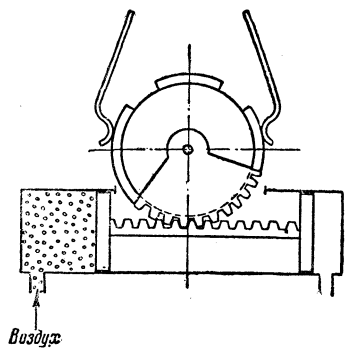
Переключение обмоток главных полюсов тяговых двигателей на независимое питание от генератора (возбудителя) во время рекуперативного торможения или по циклической схеме перед переходом на реостатное торможение осуществляет тормозной переключатель. Тормозной переключатель имеет два положения — тормозное и тяговое (моторное).

Так же как и реверсоры, тормозные переключатели выполняются с электропневматическим приводом. В конструктивном от-



Фиг. 356. Пневматический механизм реверсора

ношении они отличаются от реверсоров количеством контактных пальцев, а также числом и формой сегментов главного барабана. Кроме того, в связи с наличием в тормозном переключателе более высоких напряжений между сегментами требуется увеличение



Фиг. 357. Схема привода тормозного переключателя

воздушного зазора между ними; это вызывает необходимость идти на большие углы поворота переключателя. В то время как, например, у реверсоров типа ПР угол поворота равен 30° , в тормозных переключателях угол поворота составляет 110° . Поэтому для тормозных переключателей вместо кривошипного привода применяют привод с зубчатой рейкой (фиг. 357).

Тормозные переключатели устанавливаются согласно силовой схеме и схеме управления, так что переключение их может произво-

диться только при обесточенной силовой цепи; поэтому тормозные переключатели, подобно реверсорам, не имеют дугогашения. На электровозах серий ВЛ22^м, ВЛ22, СК и Сс с рекуперативным торможением установлены тормозные переключатели типа ПТК-153; на электровозах серии ВЛ19 с реостатным торможением — тормозной переключатель типа ПТК-155. Эти переключатели отличаются между собой расположением и количеством контактных пальцев.

Развёртки контактных сегментов тормозных переключателей даны на схемах электровозов (см. главу X).

Тормозной переключатель (фиг. 358 и 359) состоит из главного и вспомогательного барабанов, комплекта пальцев к обоим барабанам и электропневматического механизма с двумя вентилями включающего действия.

Главный барабан состоит из литых латунных сегментов 5 и 6, укрепленных на изолированном шестигранном валу 4. Этот вал может вращаться в подшипниках 2 и 3, укрепленных сверху к основанию 1, а снизу к пневматическому механизму.

Вспомогательный барабан блокировочных контактов представляет собой деревянный цилиндр 7, на котором укреплены медные и фибровые сегменты. Пальцы тормозного переключателя силовой цепи 10 и пальцы 17 цепи управления смонтированы на изолированных шестигранных стойках 9, укрепленных в основании 1 и в корпусе пневматического механизма. Чтобы создать постоянное давление на барабан, силовые пальцы 10 имеют пружины 12.

Кабельные наконечники прикрепляются к пальцам винтами 16.

Пневматический механизм (фиг. 359), который поворачивает

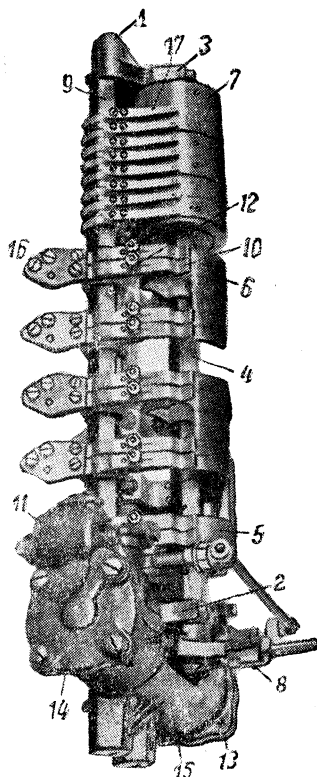
Барабан тормозных переключателей, состоит из цилиндра 15, закрытого с обоих концов крышками 13 и 14. В цилиндре помещены два поршня 18, связанных между собой зубчатой рейкой 19. Последняя сцепляется с зубчатым сектором 20 рычага 8, сидящего на валу 4. Рычаг 8 имеет вырез, в который вставляется рукоятка для поворота тормозного переключателя вручную. Поршни, передвигающиеся в цилиндрах, имеют кожаные манжеты с удерживающими шайбами, как у пневматического механизма реверсора. Для впуска и выпуска сжатого воздуха на цилиндрах пневматического приводного механизма устраиваются электрические вентили 11, укрепляемые на специальных фланцах 21.

Тормозные переключатели типов ПТК-153 и ПТК-155 выполнены на напряжение 1 500 в относительно земли и длительный ток 400 а. Давление пальцев 3,5—4 кг; притирание 2—3 мм; диаметр главного барабана 127 мм.

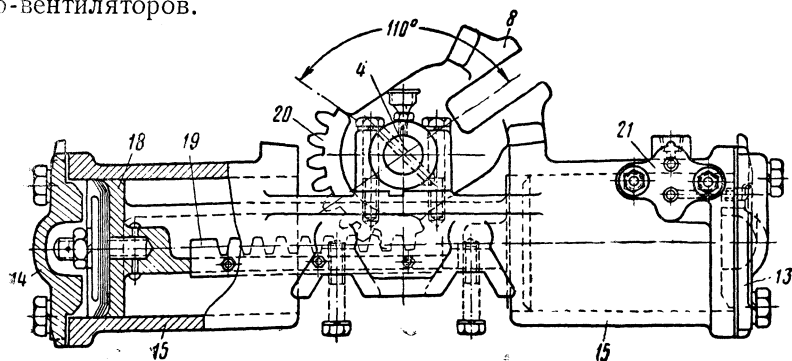
Пневматический механизм имеет цилиндры диаметром 90 мм, ход поршней 115 мм и рассчитан на работу с давлением воздуха 3,2—5 ат. Вес тормозного переключателя около 80 кг.

7. Переключатель мотор-вентиляторов

Для переключения мотор-вентиляторов с большой на малую скорость и обратно служит переключатель мотор-вентиляторов.

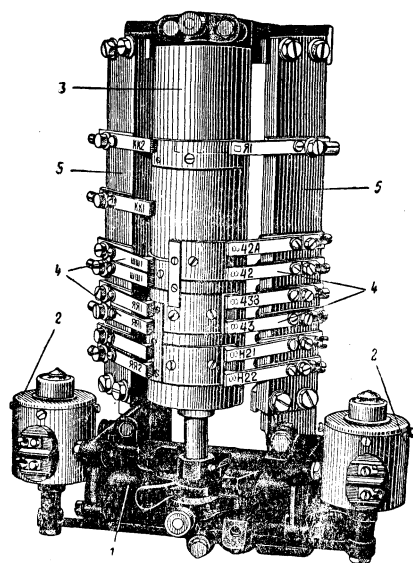


Фиг. 358. Тормозной переключатель



Фиг. 359. Пневматический привод тормозного переключателя

На электровозах серий ВЛ22^м и ВЛ22 установлен переключатель типа ПШ-5 (фиг. 360), который совместно с электромагнитными контакторами производит переключение мотор-вентиляторов с параллельного соединения (большой скорости) на последовательное (малую скорость). Этот же переключатель производит переключение генераторов тока управления с параллельного на последовательное соединение и обратно. Такое переключение необходимо потому, что генераторы приводятся во вращение моторами вентиляторов и на малой скорости последних напряжения на зажимах генераторов падает почти вдвое; суммарное же напряжение двух последовательно включённых генераторов на малой скорости почти равно напряжению генераторов на большой скорости.



Фиг. 360. Переключатель мотор-вентиляторов типа ПШ-5

Переключатель имеет пневматический механизм 1, управляемый двумя электромагнитными вентилями 2 подобно тому, как это имеет место в реверсоре типа ПР. Пневматическим механизмом осуществляется поворот изоляционного бакелитового цилиндра 3, на котором укреплены медные контактные сегменты. Этими контактами в зависимости от положения переключателя замыкаются между собой те или другие контактные пальцы 4, укрепленные на изоляционных стойках 5.

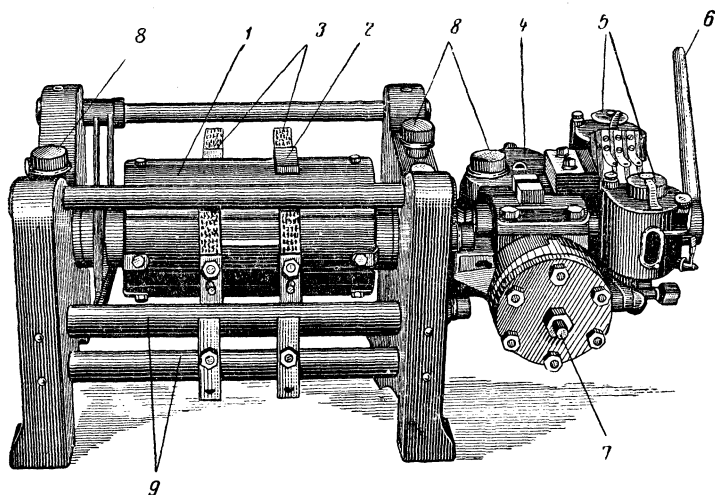
Переключатель мотор-вентиляторов электровоза серии С^м состоит из изолированного цилиндра 1 (фиг. 361), на котором укреплены медные пластины 2, замыкающие в различных комбинациях контактные пальцы 3. Изолированный цилиндр приводится во вращение пневматическим механизмом 4, управляемым двумя электромагнитными вентилями 5. Пневматический механизм состоит из двухкамерного цилиндра с двумя поршнями, которые несут зубчатую рейку. Последняя входит в зацепление с шестерней, сидящей на оси изолированного цилиндра. Во время возбуждения того или иного вентиля сжатый воздух попадает в соответствующую камеру цилиндра и отжимает поршень с рейкой. Рейка вращает шестерню, а вместе с ней и изолированный барабан, чем достигается переключение мотор-вентиляторов.

Кроме пневматического привода, переключатель имеет ручной

привод, состоящий из рукоятки 6, насаженной на конец оси цилиндра.

Крайнее положение рейки, а следовательно и изолированного цилиндра, регулируется винтами 7, ввёрнутыми в середину крышек цилиндра.

Для смазки рейки и осей переключателя имеются маслѐнки 8, расположенные на стойках переключателя и на корпусе пневматического механизма.



Фиг. 361. Переключатель мотор-вентиляторов электровоза серии С^и

Контактные пальцы (4 шт.) укреплены на изолированных стержнях 9, соединяющих стойки переключателя.

8. Переключатель напряжения

При помощи переключателя напряжения производится изменение в схемах цепей управления, вспомогательных машин и отопления при переходе с напряжения в контактном проводе 1 500 в на 3 000 в и обратно. На фиг. 362 показан переключатель типа ПТК-300А, детали которого в основном те же, что и у тормозного переключателя типа ПТК (фиг. 358). В зависимости от принятой схемы переключателя напряжения имеют различное число контактных пальцев и сегментов как в низковольтной (верхней), так и в высоковольтной (нижней) частях. Барабан переключателя напряжения имеет два положения, соответствующие напряжениям 1 500 и 3 000 в, и поворачивается в одно из положений в зависимости от возбуждения того или другого электромагнитного вентиля.

9. Сопротивления

Сопротивления предназначаются для поглощения электрической энергии путѐм превращения её в тепловую. На электровозах применяются пусковые, стабилизирующие, переходные, шунти-

рующие, демпферные, добавочные и регулировочные сопротивления.

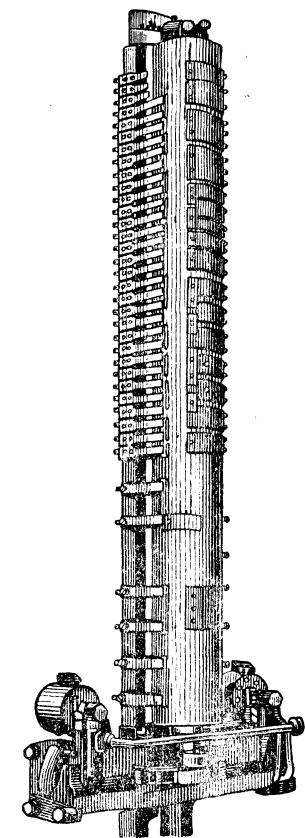
По форме исполнения сопротивления разделяются на литые пластинчатые, ленточные, витые проволоочные и трубчатые. Литые сопротивления применяются при больших нагрузках, ленточные — при средних и проволоочные — при малых нагрузках.

Литые пластинчатые сопротивления.

На большинстве электровозов в качестве сопротивлений для пуска тяговых двигателей и стабилизирующих сопротивлений применены литые чугунные сопротивления типа СЖ, собранные в ящики (фиг. 363).

Каждый ящик состоит из 112, 96 и 80 или менее элементов из специального чугуна, электрически соединённых между собой различным способом в зависимости от их работы в схеме. Элементы различаются между собой по величине сопротивления, длительному току, а также по способу крепления в ящике: на двух или трёх шпильках.

На фиг. 364 показано крепление сопротивлений типа СЖ-1. Элементы собраны на шпильках 4 диаметром $\frac{3}{4}$ " с гайками 6 на концах, которыми стягиваются элементы 3 и боковые рамы 1 и 2. Боковые рамы изготовляются из листовой стали толщиной 5 мм и имеют лапы, которыми ящик сопротивлений на специальных изоляторах приболчивается к угольникам в кузове электровоза. Элементы от шпильки 4 и рамы 1 и 2 изолированы миканитовыми трубками 5 и миканитовыми шайбами различных диаметров 10 и 11. Шайбы 9 выполнены разрезными и пружинящими.



Фиг. 362. Переключатель
напряжения типа
ПТК-300А

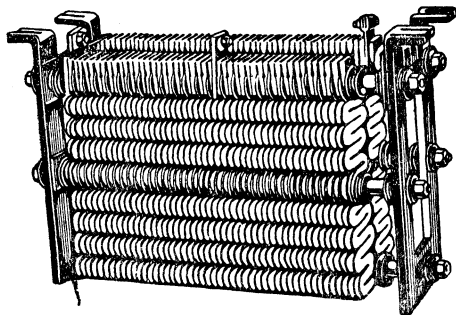
Под гайки 6 положены шайбы металлические 8 и миканитовые 7. Таким образом, шпильки 4 изолированы от боковых рам 1 и 2 и элементов 3.

Изоляцией одних элементов от других служат также миканитовые шайбы 13; электрическое соединение двух соседних элементов выполнено прокладкой между ними медных или латунных шайб 17 толщиной 0,25 мм.

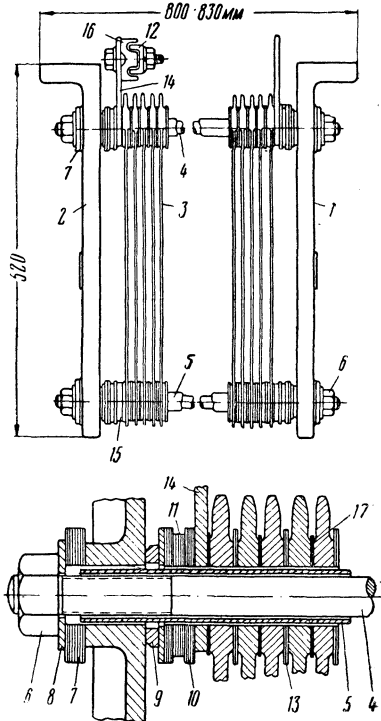
Надлежащей расстановкой изоляционных и медных шайб осуществляется или простое последовательное соединение элемен-

тов или комбинированное соединение в группы по несколько элементов параллельно с последовательным соединением групп между собой. Различные схемы соединений элементов в ящике приведены на фиг. 365.

Между соседними элементами оставляется промежуток для прохождения воздуха, который охлаждает элементы (фиг. 364). Необходимое расстояние между соседними элементами получается вследствие большей толщины их концов, выполненных в виде особой формы головок с отверстием или пазом для крепления элементов на шпильках.

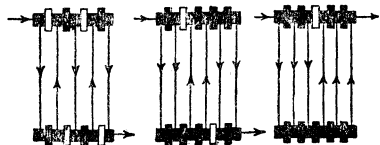


Фиг. 363. Ящик пусковых сопротивлений типа СЖ-1



Фиг. 364. Крепление элементов типа СЖ-1

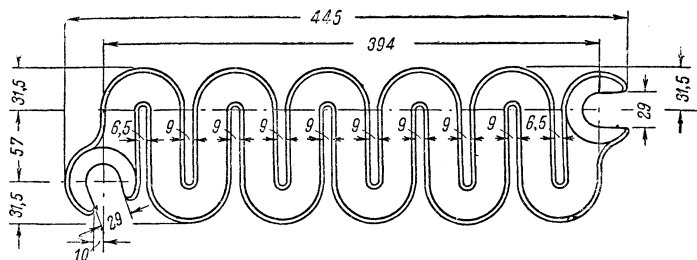
Изолирующие трубки выполнены из миканита (склеенной слюды), шайбы — из слюды или миканита и выдерживают высокую температуру нагрева сопротивлений (до 450°).



Фиг. 365. Схемы соединений элементов сопротивлений

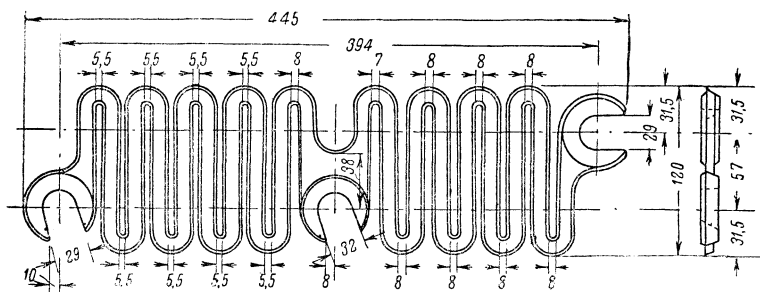
Для соединения элементов сопротивления с кабелями силовой цепи на шпильки надеты пластины 14, соприкасающиеся с элементами. Против этих пластин на другие шпильки надеты распорные шайбы 15 для того, чтобы сохранить одинаковое расстояние между боковыми рамами 1 и 2. На пластинах 14 при помощи болта стягиваются зажимные колодки 16 и 12. Между этими колодками зажимается конец кабеля, изогнутый в виде буквы П и вложенный во впадины колодки 16.

На фиг. 366 и 367 показаны элементы сопротивления СЖ-1А с двумя и тремя проушинами для крепления. Элементы № 60—62 имеют две проушины, элементы № 63—68 — три проушины. Пропушины в элементах устроены с таким расчётом, чтобы разбитый в середине ящика элемент можно было сменить, не разбирая всего ящика. Чтобы снять элемент, достаточно ослабить гайки, крепящие элементы.



Фиг. 366. Элемент с двумя проушинами

Во всех ящиках, составляющих пусковой реостат электровоза, обычно размещается одинаковое количество элементов. Однако секции реостата могут состояться из различного числа соединённых последовательно ящиков. Число элементов в секции может быть и не кратным числу элементов в ящике. В этом случае неполный ящик заполняется элементами другой секции, находящейся в последовательном соединении с первой, а в месте соединения



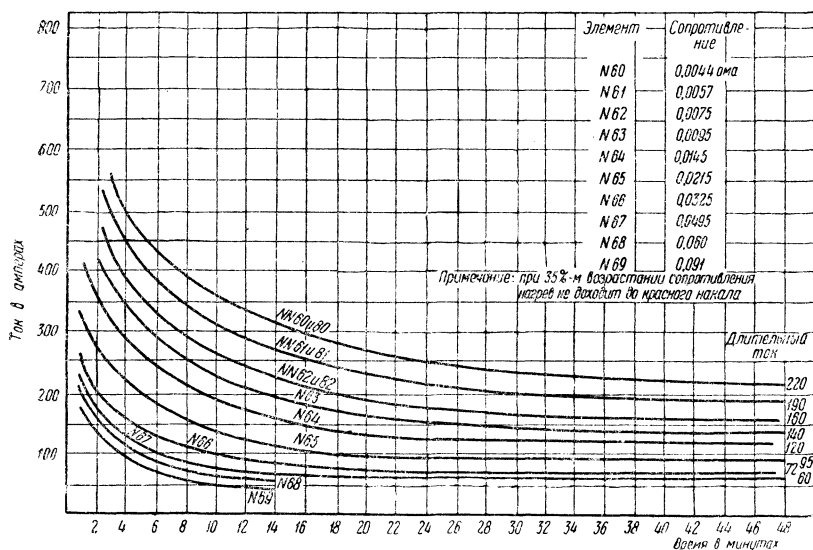
Фиг. 367. Элемент с тремя проушинами

элементов одной секции с элементами другой делается вывод для присоединения этой точки к соответствующим контакторам (фиг. 363). В одном ящике нельзя размещать элементы секций, принадлежащих разным группам сопротивлений, так как изоляция между элементами в пределах ящика рассчитывается на сравнительно низкое напряжение, а на высокое напряжение

ящик изолируется в целом установкой его на фарфоровых изоляторах.

Секции пускового реостата в процессе пуска работают неодинаковое время и на различных ступенях пуска нагружаются различно. В зависимости от режима работы секции составляются из элементов с различными тепловыми характеристиками и сопротивлениями, т. е. из элементов различного номера.

Элементы различных номеров сопротивлений типа СЖ-1 имеют одинаковые крепёжные размеры, а отличаются между собой числом зигзагов и сечением. Элементы с большим числом зигзагов



Фиг. 368. Тепловые характеристики элементов сопротивлений типа СЖ-1

имеют меньшее сечение, т. е. большее сопротивление, но допускают меньший длительный ток и меньшие токи кратковременной нагрузки.

На фиг. 368 приведены тепловые характеристики элементов сопротивлений типа СЖ-1. По вертикали отложены токи нагрузки элементов, а по горизонтали — время, в течение которого элементы нагреваются до предельного перегрева 450° из холодного состояния, точнее от температуры 25° .

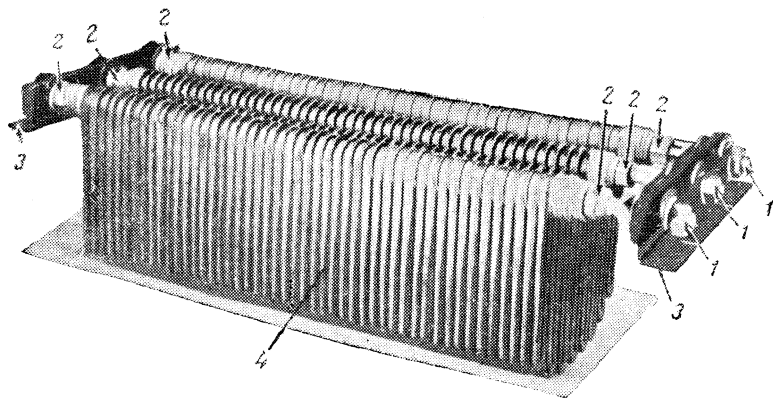
На электровозе имеется по 24—27 ящиков с сопротивлением типа СЖ. Вес ящика около 200 кг.

На фиг. 369 показан ящик пусковых сопротивлений электровоза серии С^и. Каждый ящик пусковых сопротивлений имеет от 34 до 63 (больше всего по 48) литых чугунных элементов 4 с тремя отверстиями, в которые пропущены стержни 1, изолированные миканитовыми трубками.

Элементы, надетые на три стержня, стянуты гайками 2 вместе с шайбами. Концы стержней 1 пропущены через отверстия в угольниках 3, которые на изоляторах прикреплены к кузову электровоза.

При осмотре сопротивлений необходимо следить, чтобы в ящиках не было сломанных элементов и выводные зажимы находились в полном порядке.

Соединения между ящиками, выполненные в виде шин, должны быть надёжно закреплены болтами. Гайки на концах изолированных стержней должны быть всегда туго затянуты. Особенно важно подтягивать эти гайки в начале эксплуатации новых сопротивлений и после того, как сопротивления подвергались ненормальному перегреву, так как в эти периоды они легко ослабевают.



Фиг. 369. Пусковые сопротивления электровоза серии С^и

Во время замены одного из элементов нужно осторожно разобрать и собрать ящик, чтобы не повредить и не сдвинуть изоляционные трубки на стержнях. Перед сборкой ящиков необходимо тщательно очистить при помощи наждачной бумаги поверхности, через которые осуществляется электрическое соединение отдельных элементов. Наждачную бумагу следует класть на доску, чтобы получить плоскую контактную поверхность у элементов.

Периодически и после ремонта реостатов следует измерять сопротивления секций.

Отклонение сопротивлений отдельных секций от расчётной величины не должно превышать $\pm 5\%$.

Величины сопротивлений секций пусковых и других реостатов силовых цепей тяговых двигателей даны в гл. X «Электрические схемы».

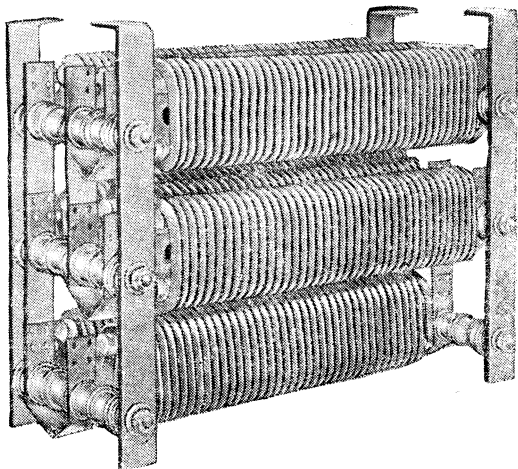
Ленточные сопротивления. В качестве сопротивлений, которые включаются параллельно обмоткам возбуждения тяговых двигателей на режиме ослабленного поля (шунтирующих сопротивлений) и в качестве переходных сопротивлений, на которых закор-

чиваются тяговые двигатели при переходе с одного соединения на другое, обычно применяют сопротивления ленточного типа. Каждый ящик этих сопротивлений (фиг. 370) состоит из нескольких элементов, смонтированных на изолированных стержнях.

Элементы выполнены из тонкой фехральной ленты, намотанной на ребро и образующей спираль с овальной формой витков. Спираль укрепляется на двух шпильках, изолированных фарфоровыми изоляторами.

Фехральные сопротивления отличаются высокой механической прочностью и допускают значительные перегревы — до 600—700°. В эксплуатации, однако, обычно не допускают перегревов свыше 450° по соображениям пожарной безопасности и сохранности окраски различных конструкций, находящихся вблизи сопротивлений.

В тепловом отношении фехральные сопротивления отличаются более высокой теплоотдачей, но вместе с тем меньшей теплоёмкостью по сравнению с чугунными сопротивлениями.



Фиг. 370. Ленточные сопротивления типа СЛ

Проволочные сопротивления. В качестве демпферных сопротивлений, включённых постоянно последовательно с моторами компрессоров и вентиляторов, и сопротивлений пусковых панелей применяются проволочные сопротивления, выполненные в виде отдельных элементов.

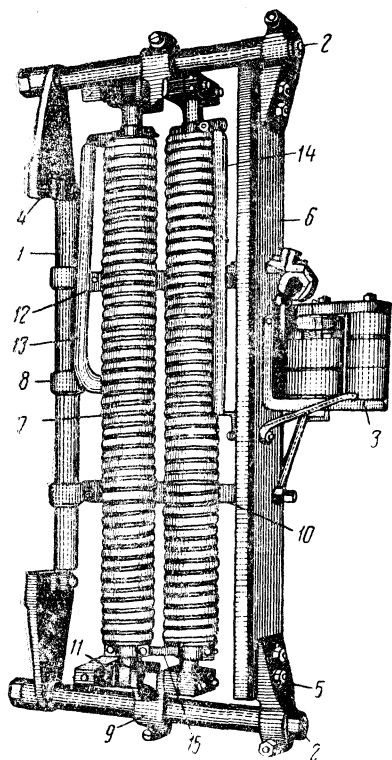
В зависимости от характеристики вспомогательной машины применяются демпферные сопротивления, имеющие различное сечение и сопротивление проводников элементов (см. приложение 10).

Элементы демпферных сопротивлений в количестве от одного до шести монтируются на панелях (фиг. 371 и 372).

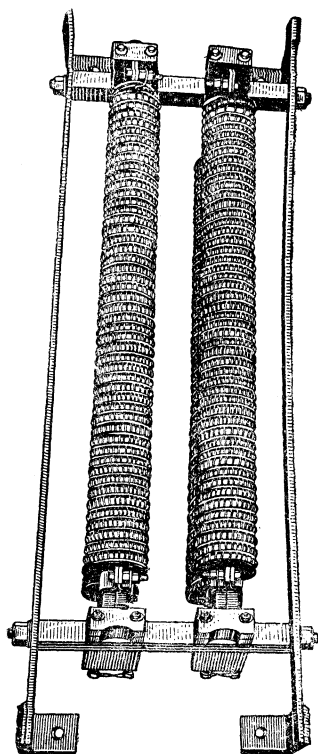
Конструктивно пусковая панель состоит из рамы, элементов сопротивления и контактора. Рама имеет два круглых изолированных стержня 2, которые крепятся с одной стороны держателями 4 к изолированной стойке 1 и с другой стороны держателями 5 к изоляционной планке 6. На стойке 1 укреплены зажимами 8 концы соединительных шин 10 и 12 и клеммы для концов кабелей. На изоляционной планке 6 подвешен пусковой контактор 3.

По середине стержней 2 имеются хомуты 9, на которых винтами укреплены фибровые зажимы 11; последние держат стойки элементов сопротивлений 7.

Стойки для элементов сопротивлений представляют собой металлические трубки, опрессованные миканитом. На трубки надеты специальные витые спиральные кольца из огнеупорного материала, между которыми проложены слюдяные шайбы. Кольца и шайбы



Фиг. 371. Пусковая панель типа ПП-3А



Фиг. 372. Демпферное сопротивление типа ПП-6Б

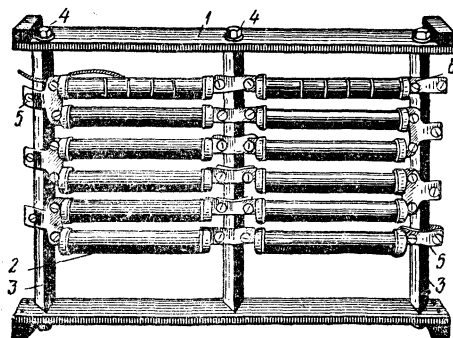
укладываются таким образом, что составляют винтовую линию в виде прямоугольного ручья по всей длине стойки. Самые сопротивления выполнены из нихромовой проволоки или ленты, навитой спиралью на асбестовый шнур и заложенный в ручей на стойках. Концы сопротивления соединяются зажимами с шинами 13 и 14. Между собой элементы сопротивлений соединены внизу короткой шинкой 15.

Трубчатые сопротивления. В качестве дополнительных сопротивлений, включаемых в цепи катушек реле максимального и пониженного напряжения, а также в качестве регулировочных сопро-

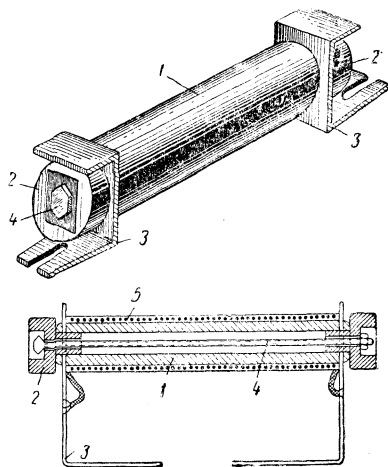
тивлений, включаемых последовательно с обмоткой возбуждения возбудителя на электровозах с рекуперативным торможением, применяются трубчатые сопротивления типа ТС. Элемент трубчатого сопротивления (фиг. 373) представляет собой фарфоровую или стеатитовую трубку диаметром 16 мм, на которую намотана нихромовая или константановая проволока 5. Сверху трубка залита специальной жароустойчивой стекловидной эмалью, предохраняющей обмотку от разматывания, замыкания и окисления при нагреве.

С обеих сторон трубки 1 надеты фарфоровые втулки 2 и металлические лапки 3. Все эти детали стянуты шпилькой 4. Выводные концы проволоки присоединены при помощи гибкого медного соединения к лапкам. Элементы сопротивлений могут выдерживать температуру до 300° . Трубки типа ТС изготавливаются с сопротивлением от 1,0 до 10 000 ом на длительный ток от 0,08 до 8 а (см. приложение 11). Мощность трубки 60 вт.

На фиг. 374 показана одна из панелей с укрепленными на ней трубками типа ТС. Элементы сопротивлений 2 крепятся на зажимах 5 винтами 6. Зажимы укреплены на изолированных стойках 3, которые своими концами пропущены через отверстия в планках 1 и крепятся гайками 4.



Фиг. 374. Панель с трубчатыми сопротивлениями



Фиг. 373. Трубчатое сопротивление типа ТС

В случае порчи эмали на трубке или плохого состояния выводов трубки её следует заменить новой.

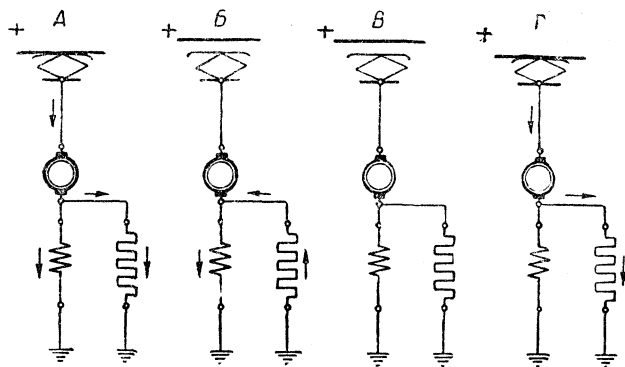
10. Индуктивный шунт

Обмотки возбуждения при ослаблении поля тяговых двигателей.

Индуктивные шунты во время движения электровоза на моторном режиме с ослабленным полем предотвращают прохожде-

Индуктивные шунты включаются последовательно с омическими сопротивлениями и вместе с ними шунтируют

ние больших токов через якоря двигателей во время кратковременных перерывов тока в цепи тяговых двигателей или короткого замыкания контактной сети на землю. Кратковременные перерывы

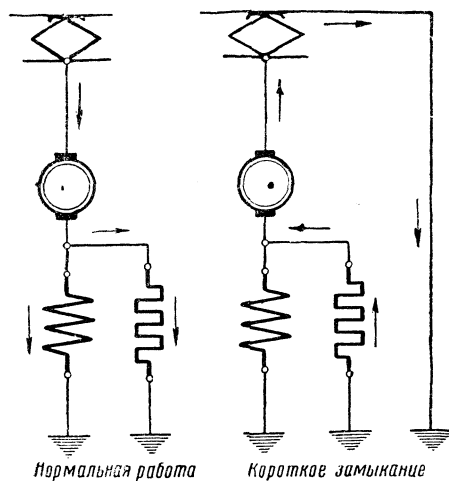


Фиг. 375. Направление тока в обмотках тягового двигателя и шунтирующем сопротивлении при отрыве пантографа от контактного провода

тока в цепи тяговых двигателей могут быть, например, тогда, когда пантограф отрывается от контактного провода.

При отсутствии индуктивного шунта отрыв пантографа сопровождается следующими явлениями. До отрыва пантографа от контактного провода ток, пройдя якорь тягового двигателя, разветвляется и частично проходит по обмоткам главных полюсов, а частично по шунтирующему сопротивлению (фиг. 375, А).

При отрыве пантографа сначала исчезает ток в якоре (фиг. 375, Б), а затем и в обмотках главных полюсов (фиг. 375, В). Как только пантограф снова коснётся контактного провода, ток в первый момент вследствие большого индуктивного сопротивления обмоток главных полюсов пойдёт через якорь и шунтирующее сопротивление в землю (фиг. 375, Г). Противо-э. д. с. якоря из-за отсутствия тока, а следовательно, и магнитного потока главных полюсов будет ничтожна, и величина тока, проходящая через якорь и шунтирующее со-



Фиг. 376. Направление тока при коротком замыкании контактного провода

противо-э. д. с. якоря из-за отсутствия тока, а следовательно, и магнитного потока главных полюсов будет ничтожна, и величина тока, проходящая через якорь и шунтирующее со-

противление, может достигнуть опасной для двигателя величины. Чаще всего подобное явление приводит к круговому огню на коллекторе.

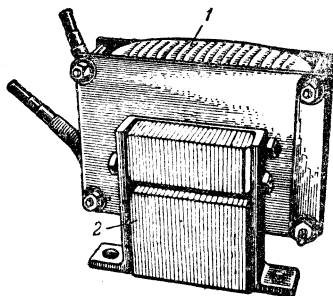
Индуктивные шунты, включённые последовательно с шунтирующими сопротивлениями, имеют значительную самоиндукцию, а поэтому обе параллельно включённые цепи более или менее одинаково «сопротивляются» нарастанию тока и между ними не происходит недопустимого перераспределения нагрузки, а следовательно, и дополнительного ослабления магнитного потока тягового двигателя.

При отсутствии индуктивного шунта и коротком замыкании контактного провода на землю ток в якоре скорее заменяет направление, чем в обмотках главных полюсов, что может также привести к значительным перегрузкам якоря (фиг. 376).

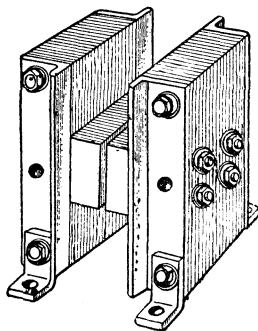
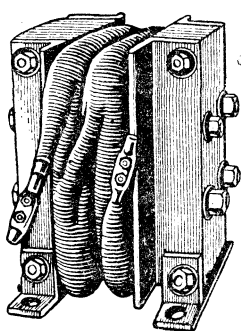
Индуктивные шунты значительно уменьшают толчки тока, а следовательно, и тяги во время перехода с полного на ослабленное поле.

На электровозах установлено по шесть индуктивных шунтов типа ИШ-340 или по два шунта типа ИШ-5 и по два шунта типа ИШ-6.

Индуктивный шунт типа ИШ-340 (фиг. 377) состоит из катушки 1, помещённой на железный сердечник 2. Катушка 1 намотана из изолированной полосовой меди сечением 1×50 мм. Катушка заключена между двумя массивными щеками, стянутыми бол-



Фиг. 377. Индуктивный шунт типа ИШ-340

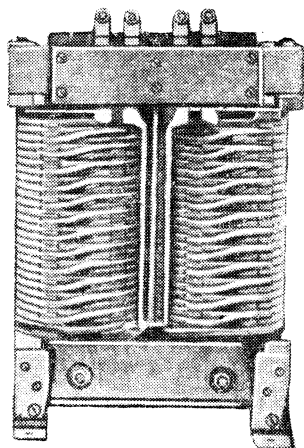


Фиг. 378. Индуктивный шунт типа ИШ-6 и его сердечник

тами. Сердечник 2 набран из листовой стали толщиной 1 мм и имеет два воздушных зазора по 25,5 мм, сделанных для установления необходимой индуктивности. При помощи четырёх лап индуктивный шунт прикрепляется к полу кузова электровоза.

Индуктивный шунт типа ИШ-340 изолирован на рабочее напряжение 3 000 в; его омическое сопротивление составляет около 0,065—0,070 ом; вес равен 275 кг. Катушка имеет 179 витков.

Индуктивные шунты типов ИШ-5 и ИШ-6 (фиг. 378) имеют по сравнению с шунтами типа ИШ-340 меньшее количество меди и более лёгкий вес. Шунты типа ИШ-5 имеют индуктивность в 2 раза меньшую, чем шунты типа ИШ-6, и включаются параллельно обмотке возбуждения одного тягового двигателя. Шунты типа ИШ-6 включаются параллельно двум последовательно включённым обмоткам возбуждения двух тяговых двигателей.



Фиг. 379. Индуктивный шунт электровоза серии Си

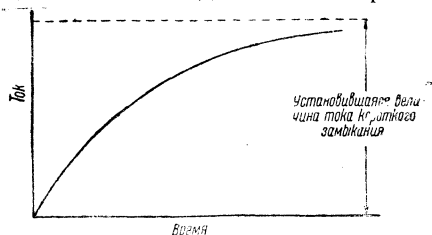
Индуктивный шунт типа ИШ-6 имеет две катушки по 94 витка; сопротивление двух катушек при 20°—0,112 ом. Индуктивный шунт типа ИШ-5 имеет катушку с числом витков 144 и сопротивлением при 20°—0,577 ом; длительный ток шунтов 70 а. При монтаже индуктивного шунта типа ИШ-6 важно, чтобы не было нарушено согласованное направление магнитодвижущих сил обеих катушек.

На электровозах серии Си установлено его два агрегата индуктивных шунтов. Один из них имеет четыре обмотки, включённые по две последовательно. Обмотки этого шунта включаются параллельно обмоткам первого, второго, пятого и шестого двигателей. Другой шунт имеет две отдельные обмотки (фиг. 379) и подключается к третьему и четвёртому двигателям.

11. Быстродействующий выключатель

Общие сведения. Быстродействующий выключатель, или, точнее, быстродействующий автоматический выключатель, служит для отключения (защиты) силовой цепи тяговых двигателей при их перегрузке или при коротких замыканиях, а также при повышении напряжения на зажимах тяговых двигателей выше установленной нормы.

Установившийся ток короткого замыкания зависит от напряжения источника тока (ртутного выпрямителя или генератора на тяговой подстанции) и сопротивления цепи. Так как напряжение при электровозной тяге велико (достигает 4 000 в), а сопротивление электрической цепи, особенно при



Фиг. 380. Кривая нарастания тока при коротком замыкании

нахождении электровоза вблизи тяговой подстанции, мало, то ток короткого замыкания может достигнуть значительной величины, опасной для тех аппаратов и машин, по которым он проходит. Однако установившейся (максимальной) величины ток короткого замыкания достигает немоментально вследствие самоиндукции цепи.

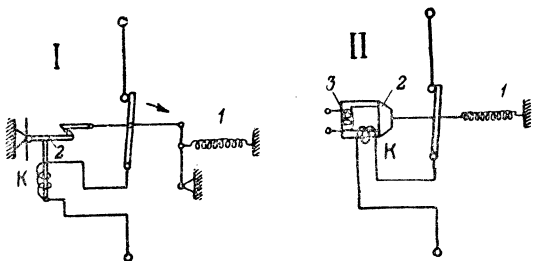
На фиг. 380 показана кривая нарастания тока короткого замыкания. Ток в начальный момент короткого замыкания нарастает значительно быстрее, чем в последующие моменты. С увеличением тока скорость нарастания всё время падает, и кривая располагается более отлого. Чем больше величина самоиндукции цепи, тем ниже располагается вся кривая нарастания тока короткого замыкания, и наоборот, — при уменьшении величины самоиндукции цепи кривая располагается выше. Величиной омического сопротивления цепи, а следовательно, и величиной установившегося тока короткого замыкания также определяется характер кривой нарастания тока.

Быстродействующий выключатель характерен тем, что он имеет такую скорость отключения, при которой ток короткого замыкания не успевает достичь своего максимума и вызвать большие повреждения аппаратов и машин от электрической дуги, возникшей в результате пробоя изоляции, переброса или, как следствие, кругового огня на коллекторе.

На фиг. 381 даются принципиальные схемы нормального автомата и быстродействующего выключателя. У нормального автомата (фиг. 381, I) выключающая катушка K , по которой проходит ток защищаемой цепи, действует на якорь 2, являющийся защёлкой, удерживающей системы рычагов; при перегрузке защёлка ссвобождает рычаги и пружина 1 производит выключение подвижного контакта выключателя. У быстродействующего выключателя (фиг. 381, II) подвижный контакт удерживается во включённом положении при помощи якоря 2 и удерживающей катушки 3 электромагнита.

Удерживающая катушка рассчитана так, чтобы противодействовать пружине 1 и размагничивающему действию катушки K , пока ток в цепи последней не достигнет некоторой максимальной величины (ток установки выключателя).

На фиг. 382 приводятся кривые изменения тока короткого замыкания, разрываемого в одном случае быстродействующим выключателем, в другом — нормальным автоматом, установленными на один и тот же ток перегрузки.

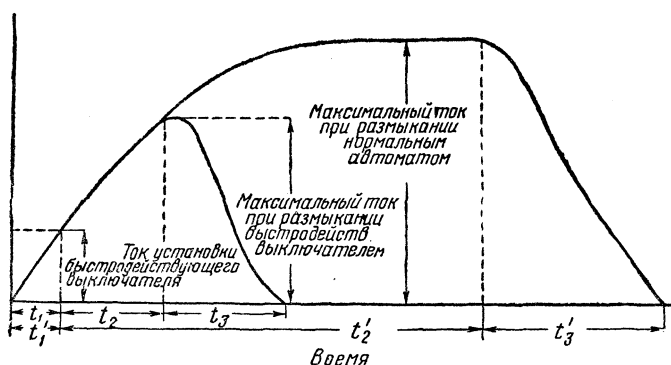


Фиг. 381. Схемы нормального автомата (I) и быстродействующего выключателя (II)

Время выключения для каждого из выключателей можно разбить на три периода.

Первый период продолжается от момента начала короткого замыкания до момента достижения током величины, на которую отрегулировано отключение выключателей; этот период — общий для обоих типов выключателей для заданной кривой нарастания тока короткого замыкания.

Второй период продолжается от момента достижения током отключающей величины до начала расхождения контактов и называется собственным временем выключения; длительность этого периода зависит в основном от механических характеристик того или иного типа автомата — силы пружины, инерции частей, системы запора и передачи и пр.



Фиг. 382. Кривые изменения тока при выключении быстродействующим выключателем и нормальным автоматом

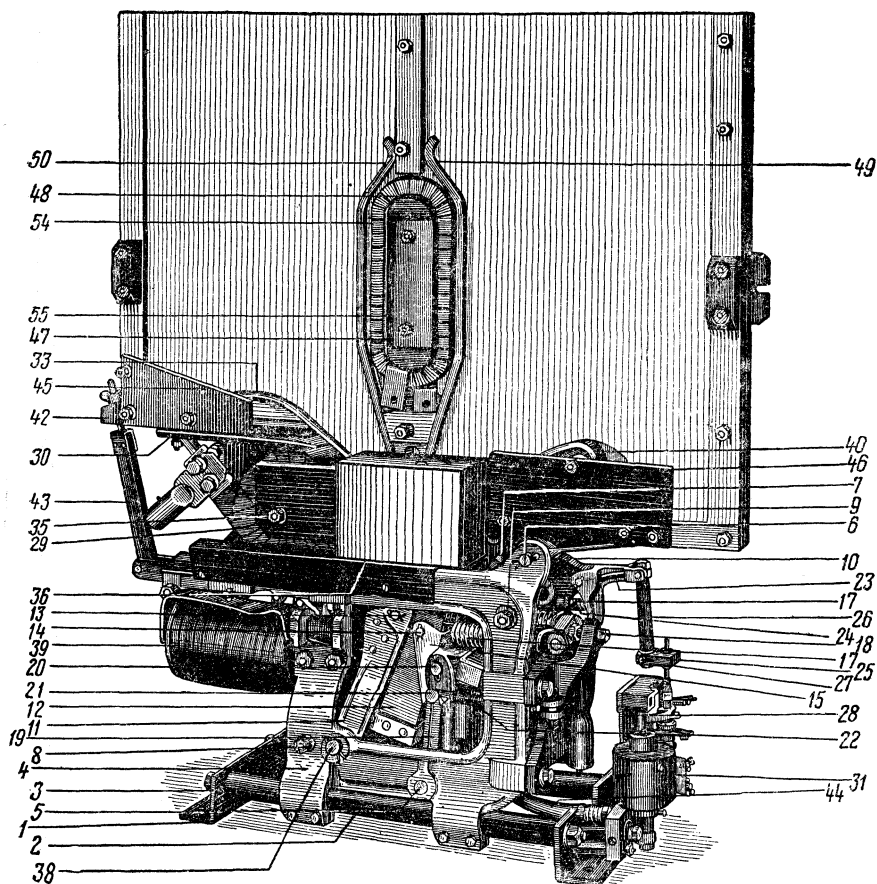
Если собственное время обычных автоматических выключателей составляет несколько сотых секунды, то у быстродействующего выключателя собственное время составляет всего 0,003—0,005 сек.

Это достигается тем, что у быстродействующего выключателя применены сильные выключающие пружины и выброшены все промежуточные сцепляющие механизмы и детали, как-то: собачки, бойки и пр.

Третий период длится от момента начала расхождения контактов до момента полного гашения возникшей дуги; он называется временем дуги и зависит как от скорости расхождения контактов, так и особенно от конструкции и мощности дугогасящих устройств.

Для нормального автомата общее время выключения (фиг. 382) $t' = t'_1 + t'_2 + t'_3$ составляет величину порядка 0,25—0,50 сек.; за этот период ток короткого замыкания успевает достичь установившейся величины.

Для быстродействующего выключателя за счёт сокращения главным образом собственного времени выключения общее время выключения $t=t_1+t_2+t_3$ колеблется в пределах 0,01—0,03 сек., т. е. процесс разрыва цепи наступает настолько быстро, что ток короткого замыкания не успевает достигнуть установившейся величины. Это значительно облегчает самый процесс отключения



Фиг. 383. Быстродействующий выключатель типа БВП-1А

и гашения дуги, а также создаёт и более надёжную защиту всех элементов цепи в отношении их термической и динамической прочности.

Быстродействующий выключатель типа БВП. В электрической схеме электровоза быстродействующий выключатель находится непосредственно за главным разъединителем и защищает всю силовую цепь тяговых двигателей.

На электровозах установлены быстродействующие выключатели типа БВП-1 различных исполнений или БВП-2.

На фиг. 383 показан быстродействующий выключатель типа БВП-1А с разрезанной дугогасительной камерой.

Механизм быстродействующего выключателя БВП-1 состоит из системы контактов, электромагнитного удерживающего устройства, электропневматического привода, дугогасительной системы и блокировок.

Весь механизм аппарата помещён между двумя рамами 4, отлитыми из алюминиевого сплава. Рамы скреплены между собой двумя болтами 8 и 9, на которые надеты распорные трубки 10, и укреплены на изолированных опорных стержнях 2, концы которых пропущены через монтажные угольники 1 и затянуты гайками. Между монтажными угольниками 1 и рамой 4 на опорные стержни надеты распорные изоляционные втулки 3.

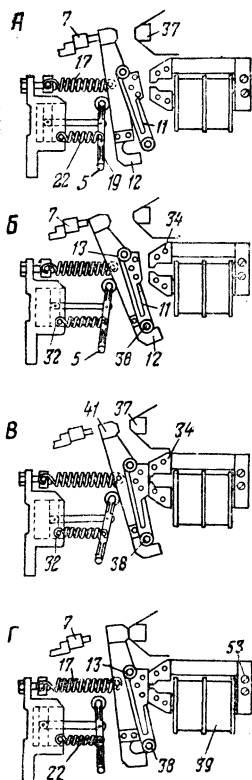
Контактная система (фиг. 384—386) состоит из неподвижного контакта 37, подвижного контакта 41, укрепленного на конце подвижного контактного рычага 12; этот рычаг посредством оси 13 шарнирно связан с якорем 11 электромагнитной удерживающей системы. Якорь 11 может вращаться на оси 38 в алюминиевой раме.

Две спиральные пружины 17 укреплены одним концом через регулирующий их натяжной винт 18 к цилиндру пневматического привода, а другим концом зацеплены за шпильку 14 контактного рычага 12. Усилие обеих пружин направлено таким образом, что оно стремится оторвать якорь 11 от полюсов электромагнита 34.

В разомкнутом положении контактный рычаг 12 опирается верхним концом на эластичный упор 7, закрепленный между рамами,

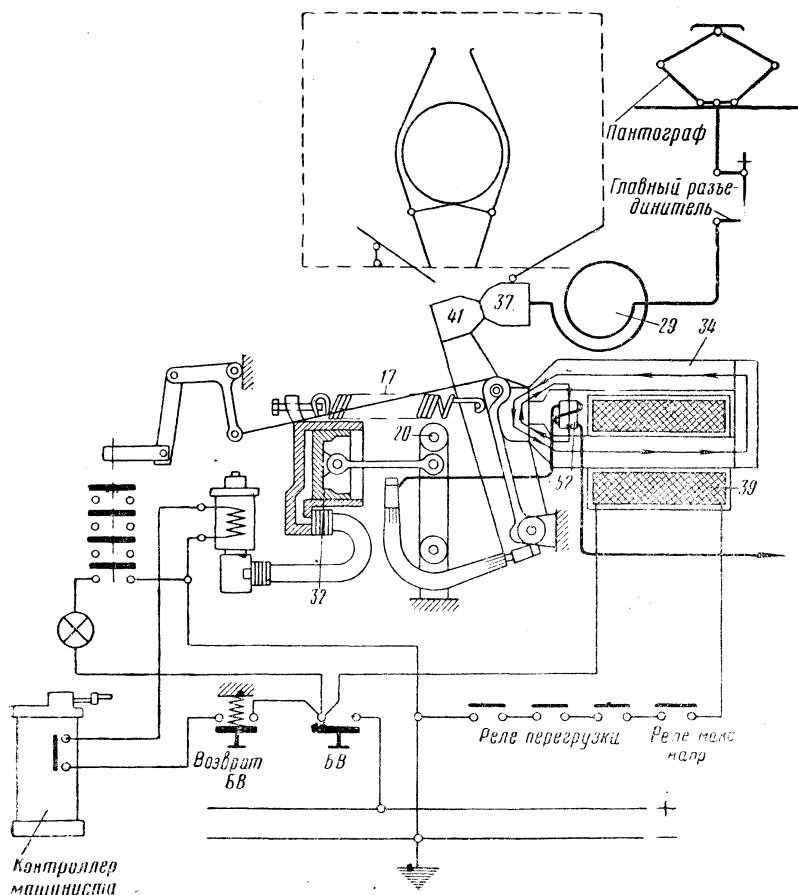
а в середине на включающий рычаг 19, приводящий в движение весь механизм и вращающийся на оси 5.

Включающий рычаг 19 связан со штоком поршня 32 пневматического цилиндра и находится под оттягивающим воздействием пружины 22, укрепленной на шпильке 21. При отсутствии сжатого воздуха в цилиндре эта пружина отводит поршень 32 в левое крайнее положение. На конце рычага 19 имеется ролик, который вращается на оси 20 и катится при включении по пластине 15 рычага 12.



Фиг. 384. Процесс включения быстродействующего выключателя

Поршень 32 выполнен из бронзы, имеет два уплотняющих кольца и шток, которым он связан с включающим рычагом 19. Цилиндр отлит из чугуна и жёстко прикреплён на четырёх болтах к алюминиевым рамам 4.



Фиг. 385. Схемы электрической и магнитной цепей быстродействующего выключателя

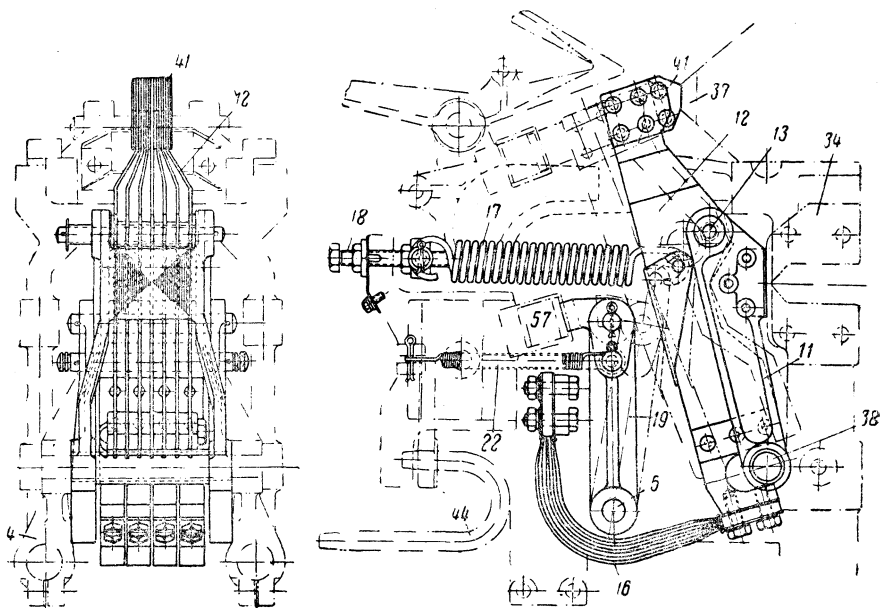
Сжатый воздух поступает в цилиндр через клапаны электромагнитного вентилля 31 и резиновый шланг 44. Вентиль укреплен на держателе, который прикреплен к угольнику 1.

Процесс включения быстродействующего выключателя показан на фиг. 384. Положение А показывает механизм при разомкнутом быстродействующем выключателе.

Включение быстродействующего выключателя осуществляется нажатием кнопок БВ («Быстродействующий выключатель») и

«Возврат БВ» («Ресет БВ»), имеющихся на щитке управления в кабине машиниста (фиг. 385).

При нажатии кнопки *БВ*, если вся схема подготовлена, т. е. все блокировки в цепи замкнуты, возбуждается удерживающая катушка 39. Нажатием кнопки «Возврат БВ» при нулевом положении рукоятки контроллера возбуждается электромагнитный



Фиг. 386. Конструкция включающего механизма быстродействующего выключателя типа БВП-1А

вентиль 31. Кнопка «Возврат БВ» имеет возвратную пружину, так как действие привода ограничивается только моментом включения быстродействующего выключателя.

При возбуждении катушки вентиля 31 (фиг. 383 и 387) сжатый воздух поступает в камеру цилиндра и начинает двигать поршень 32 (фиг. 384, 385 и 387).

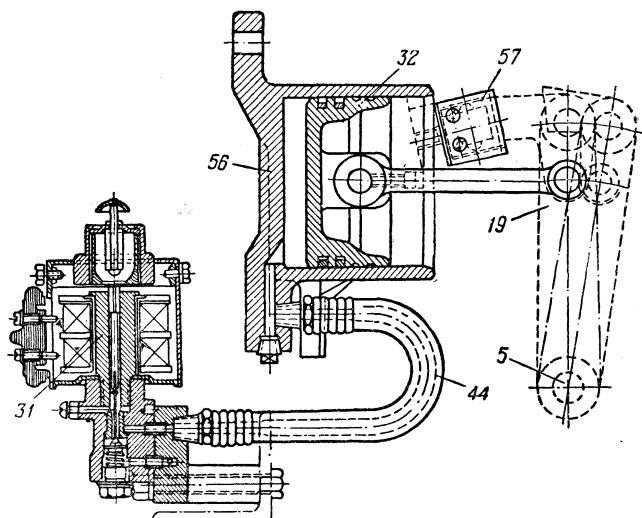
Движение поршня передаётся включающему рычагу 19, который, вращаясь вокруг оси 5, своим роликом толкает контактный рычаг 12 в сторону включения.

Первая стадия включения состоит в том, что контактный рычаг 12, не отрываясь ещё от верхнего упора 7, вращается под действием включающего рычага 19 вокруг оси 13 до соприкосновения нижним вырезом со втулкой оси 38 якоря 11. Это положение показано на фиг. 384, Б.

Далее главный рычаг отходит от упора 7 и движется вместе с якорем 11 до соприкосновения его с электромагнитом 34.

Во второй стадии главные контакты 41 и 37 ещё не замыкаются, но рычаг 12 останавливается, так как упирается в полюсы электромагнита 34. Это положение включения показано на фиг. 384, В.

Чтобы главные контакты 41 и 37 замкнулись, включающий рычаг 19 должен отойти в исходное положение. Это достигается



Фиг. 387. Пневматический привод быстродействующего выключателя

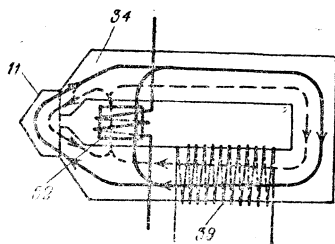
прекращением нажатия кнопки «Возврат БВ», т. е. выпуском сжатого воздуха из цилиндра. Катушка удерживающего электромагнита 39 возбуждается ещё до нажатия кнопки «Возврат БВ», и поэтому якорь 11 остаётся притянутым, а главный рычаг под действием пружин 17 повернётся вокруг оси 13 и замкнёт главные контакты 41 и 37 (фиг. 384, Г). Если удерживающий электромагнит не возбуждён, то при отпуске кнопки «Возврат БВ» рычаг 12 и якорь 11 займут исходное положение выключения (положение А) под действием отключающих пружин 17. То же самое произойдёт, если после замыкания контактов исчезнет или сильно уменьшится магнитный поток удерживающего магнита. Пружины 17 в этом случае разорвут уже замкнутые контакты.

При такой конструкции пружины 17 выполняют сразу две функции: во-первых, создают контактное давление, когда якорь удерживается полюсами удерживающего электромагнита, и, во-вторых, производят размыкание контактов, когда сила притяжения электромагнита уменьшится.

Кроме того, такая конструкция обеспечивает нормальное действие быстродействующего выключателя, если включение его произведено при наличии короткого замыкания в силовой цепи, так как замыкание контактов происходит только после возвращения включающего рычага в исходное положение.

Если после выключения одного короткого замыкания выключатель будет включён на не устранённое короткое замыкание вторично, то вследствие описанного выше способа включения замыкание контактов произойдёт только после обратного хода пневматического механизма и, следовательно, быстродействующий выключатель может свободно выключиться вторично. Скорость вторичного выключения останется прежней, так как приводной механизм не мешает обратному движению рычага контакта.

Чтобы ускорить отключение, контактный рычаг 12 сильно облегчён и сделан из набора ряда алюминиевых шин, а подвижный контакт 41 склёпан из медных пластин вперемежку с шинами рычага; контактная поверхность тщательно обрабатывается и припиливается к плоскости неподвижного контакта 37.



Фиг. 388. Направление магнитных потоков в магнитопроводе удерживающего магнита

Якорь 11 изготовляется также из алюминия, а самый якорь — из листовой стали (фиг. 386).

Подвод тока к подвижному контакту осуществляется гибким шунтом 16, состоящим из плоских гибких кабелей. Гибкие кабели состоят из тонких медных жил.

На фиг. 387 дана конструкция электропневматического привода, служащего для включения быстродействующего выключателя. Пневматический цилиндр 56 крепится между боковыми рамами. Поршень цилиндра связан шатуном с включающим рычагом 19 посредством шарнирных соединений. При обратном ходе поршня под действием отжимающей пружины 22 (фиг. 386) включающий рычаг упирается в буфер 57.

Действие быстродействующего выключателя при коротком замыкании заключается в следующем (фиг. 385 и 388).

При нормальной работе якорь 11 всё время притянут к электромагниту 34, так как по удерживающей катушке 39 проходит ток цепи управления.

Для воздействия на магнитную систему удерживающего электромагнита между сходящимися полюсами электромагнита 34 помещён так называемый магнитный мост 52, представляющий собой стальной сердечник.

Вокруг этого сердечника намотано два витка медной шины. По этим виткам протекает ток всех тяговых двигателей и поэтому, кроме основного магнитного потока от удерживающей катушки,

имеется ещё дополнительный поток, создаваемый двумя витками. Направление витков выбрано таким образом, что дополнительный поток направлен против основного потока в той своей части, которая пронизывает якорь 11. Витки магнитного моста 52 несут поэтому название размагничивающих витков.

На фиг. 388 магнитный поток, создаваемый удерживающей катушкой, изображён жирной линией, а поток, создаваемый размагничивающими витками, — пунктирными линиями.

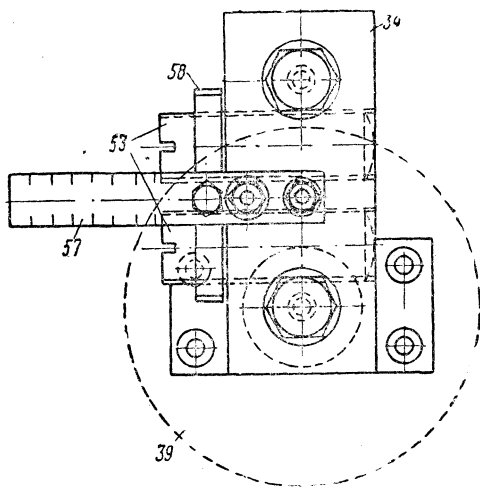
Сечение магнитного моста 52 и величины воздушных зазоров между этим мостом и магнитом 34 выбраны так, что при нормальной нагрузке тяговых двигателей суммарный магнитный поток (разность магнитных потоков от удерживающей катушки и от размагничивающих витков), проходящий через якорь 11, оказывается недостаточным по величине, чтобы противостоять отключающим пружинам 17 и удержать якорь 11 в притяннутом положении.

При увеличении тока, проходящего через размагничивающие витки, возрастает магнитный поток от этих витков, что ведёт к уменьшению суммарного магнитного потока, удерживающего якорь 11 в притяннутом положении. При определённом токе сила притяжения якоря и электромагнита падает настолько, что не в состоянии противодействовать усилию отключающих пружин 17; при этом якорь 11 отрывается от магнита 12 и главные контакты 41 и 37 размыкаются (фиг. 383 и 384).

Уменьшению времени отключения быстродействующего выключателя способствует то положение, что разрыв контактов при нарушении нормального режима происходит под влиянием тех же пружин, которые создают давление на контакты при нормальной работе. Этим также устраняется необходимость в дополнительных выключающих деталях, которые могли бы своим трением замедлить отключение. Выключающий механизм не связан жёстко с включающим пневматическим приводом, а потому последний совершенно не влияет на время отключения.

Полюсы электромагнита 34, якорь 11 и магнитный мост 52 (фиг. 385 и 386) размагничивающих витков набраны из листовой стали, а поэтому изменение в них магнитного потока будет по времени точно соответствовать изменению главного тока. При сплошных полюсах в сердечнике и якоре в случае нарастания тока образовались бы значительные вихревые токи, на что тратилась бы часть энергии, а поэтому создавалось бы отставание нарастания магнитного потока от нарастания тока. Так как магнитный мост 52 расположен между полюсами электромагнита и катушкой, то большая часть приращения магнитного потока будет направляться в сторону якоря 11, потому что в другом направлении нарастанию магнитного потока будет противодействовать удерживающая катушка, в которой при росте магнитного потока будет находиться добавочный ток, замедляющий нарастание потока.

Это явление приводит к тому, что скорость отключения быстродействующего выключателя зависит от быстроты нарастания тока, проходящего через размагничивающие витки. Чем быстрее нарастает ток, тем при меньшем токе начинается выключение. Это свойство быстродействующего выключателя является весьма ценным, поскольку особенно быстро нарастает ток при коротком замыкании. Для регулирования величины отключающего тока в ярме



Фиг. 389. Регулировочное устройство быстродействующего выключателя

электромагнита имеются два, а у быстродействующих выключателей типов БВП-1Б и 2Д — три винта 53 (фиг. 384 и 389) и регулировочная пластина 57 с делениями.

При ввёртывании и вывёртывании этих винтов на различную глубину сечение магнитопровода 34 меняется, а следовательно, меняется и величина магнитного потока. Чем глубже ввёрнуты винты, тем больше величина отключающего тока.

Положение головок винтов на регулировочной пластине быстродействующего выключателя указывает на величину отключающего тока.

Регулировочные винты стопорятся после установки при помощи замка 58.

Отключение быстродействующего выключателя может произойти в следующих случаях:

1) при коротком замыкании в любой точке цепи тяговых двигателей; в этом случае происходит описанное выше уменьшение магнитного потока, удерживающего якорь 11, за счёт увеличения магнитного потока размагничивающих витков;

2) при перегрузке какой-либо пары тяговых двигателей или повышении напряжения на зажимах двигателей; в этом случае происходит размыкание контактов реле перегрузки или реле максимального напряжения, включённых в цепь удерживающей катушки быстродействующего выключателя (фиг. 385); при выключении удерживающей катушки исчезает её магнитный поток, и отключающие пружины разрывают главные контакты.

Во время рекуперативного торможения ток в размагничивающих витках магнитного моста 52 меняет своё направление; в этом случае быстродействующий выключатель будет отключать цепь

только тогда, когда сработает реле перегрузки или реле максимального напряжения, а также при применении экстренного воздушного торможения, когда цепь удерживающей катушки разрывается контактами автоматического выключателя управления.

При размыкании тока на расходящихся контактах появляется дуга, от продолжительности горения которой зависит целостность контактов.

Прекратить горение дуги можно, увеличивая расстояние между контактами до величины, при которой напряжение не может поддержать дугу или применяя искусственный метод магнитного выдувания дуги. Метод магнитного выдувания позволяет значительно уменьшить размеры быстродействующего выключателя, что особенно важно при установке его на электровозе; поэтому он и нашёл применение.

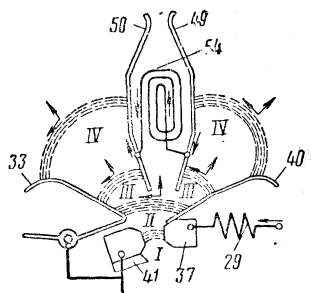
На фиг. 390 схематически показана верхняя часть быстродействующего выключателя с основными деталями дугогасительного устройства. Магнитное поле для гашения дуги возникает от прохождения тока силовой цепи тягового двигателя через дугогасительную катушку 29.

Дуга, появившись при разрыве между подвижным 41 и неподвижным 37 контактами, начинает удлиняться и под действием магнитного поля искрогасительной катушки 29 перекидывается на рога 33 и 40 и движется по ним вверх.

При движении вверх дуга встречает в дугогасительной камере дополнительные, так называемые малые рога 49 и 50, соединённые между собой последовательно через дополнительную дугогасительную катушку 54, внутри которой помещён сердечник 55. Катушка удерживается на сердечнике при помощи опор 48 и изолируется от него прокладками 47 (фиг. 383 и 391).

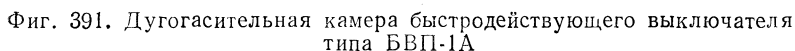
Показанные на фиг. 390 пунктирные линии со стрелками изображают четыре стадии (I, II, III и IV) выдувания дуги после разрыва контактов.

Неподвижный контакт 37 выполнен из твёрдой меди и прикреплён винтами к медной контактной плите. Последняя в свою очередь опирается на два медных изолированных стержня, привёрнутых четырьмя болтами к алюминиевым рамам 4. В круглое отверстие контактной плиты вставлен сердечник, на который насажены две главные дугогасительные катушки 29. Эти катушки изготовлены из голй полссовой меди трапецидального сечения; для изоляции витков между собой применены миканитовая пыль и лак. Кроме того, каждая катушка изолирована хлопчатобумажной лентой. Обе катушки соединены последовательно через соединитель-



Фиг. 390. Схема дугогашения

К сердечнику дугогасительных катушек посредством болта крепятся два полюса 35 (фиг. 383), которые вследствие своей формы сосредоточивают магнитное поле катушки в зоне разрыва контактов. Сердечник и полюсы набраны из листовой стали для того, чтобы не было отставания нарастания магнитного поля при увеличении



Дугогасительная камера быстродействующего выключателя состоит из двух боковых стенок и двух перегородок с прокладками между ними. Перегородками камера делится на три продольные щели, что способствует лучшему её охлаждению.

Материалом для перегородок дугогасительной камеры служит прессованный огнеупорный асбестоцемент. Снаружи дугогасительная камера изолирована полотном, пропитанным бакелитовым лаком.

Дугогасительная камера крепится при помощи шпильки 6, проходящей через ушки в раме 4 (фиг. 383). На этой же шпильке дугогасительная камера может быть откинута для осмотра контактов, для чего нужно предварительно отвернуть барашек на конце тяги 43 и освободить замок камеры 42. Пластины 45 и 46 служат для правильной установки дугогасительной камеры.

На электровозе быстродействующий выключатель подвергается сильной тряске. Поэтому камера его крепится дополнительно двумя болтами к специальной планке, укрепленной на стене электровоза. При осмотре контактов быстродействующего выключателя на электровозе необходимо отвернуть и эти болты.

Быстродействующий выключатель имеет блокировочные контакты дискового типа, которые служат для блокирования ряда других аппаратов. Эти контакты смонтированы на стержне, который при помощи колодки 27 и шарнира 25 связан с рычагом 26. Шарнир 25 также связан с коленчатым рычагом 23. Коленчатый рычаг приводится в движение от рычага включающего механизма, и на него действует сжимающая пружина 24. Неподвижные блокировочные контакты смонтированы на поддерживающем кронштейне 28.

Основные технические данные быстродействующего выключателя типа БВП следующие:

Рабочее напряжение	3 000 в
Максимальное напряжение	4 000 »
Длительный ток	625 а
Часовой ток	1 000 »
Пределы регулировки быстродействующего выключателя	900—1 500 а
Установочный ток при двигателях типа ДПЭ-340	1 400 ⁺⁵⁰
То же при двигателях типа ДПЭ-400	1 500 ⁺⁵⁰
Собственное время отключения	0,003—0,005 сек.
Полное время отключения	Около 0,02 »
Сопротивление удерживающей катушки при 15°	36,4 ом
Длительный ток катушки	1,18 а
Нажатие главных контактов	27—32 кг
Разрыв контактов	30,5—48 мм <i>до 62 мм</i>
Площадь »	20—31 мм ²
Натяжение отключающих пружин	115—125 кг
Минимальное давление воздуха	3,5 ат
Вес быстродействующего выключателя	Около 186 кг
Высота, длина и ширина	1 255×965×250 мм

Для увеличения номинальной величины тока быстродействующего выключателя без изменения сечения шины размагничивающей катушки применяется шунтирование последней при помощи медной шины, вследствие чего номинальный длительный ток может быть поднят до 2 000 а.

Чтобы подобрать индуктивность такого шунта, близкую к индуктивности размагничивающей катушки, шунт снабжается набором подковообразных обхватывающих стальных пластин. Это необходимо потому, что в случае безиндуктивного шунта и быстрого

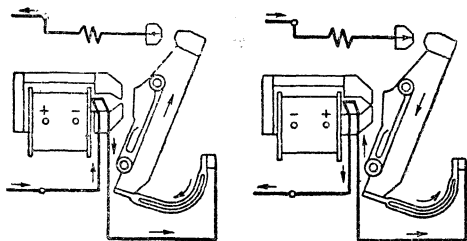
нарастания тока ток короткого замыкания может замкнуться в основном по шунту.

На электровозах серии ВЛ19, работающих на напряжении 1 500 в, установлены быстродействующие выключатели типа БВП-2, имеющие несколько изменённые размеры отдельных деталей и рассчитанные на большие токи.

Быстродействующие выключатели типа БВП-2 на 1 500 в имеют габаритные размеры $931 \times 817 \times 270$ мм, рассчитаны на длительный ток 1 250 а, часовой ток 2 000 а, имеют калибровку от 2 000 до 3 000 а и вес 155 кг.

Как уже указывалось, действие быстродействующего выключателя зависит от направления тока в удерживающей катушке и разматывающем витке.

На фиг. 392 показана разница в присоединении тока управления к катушке удерживающего магнита при различных полярностях напряжения в контактом проводе.



Фиг. 392. Направление тока в быстродействующем выключателе при различных полярностях контактной сети

Эксплуатация быстродействующих выключателей типа БВП-1. Во время эксплуатации электровоза необходимо содержать быстродействующий выключатель в чистоте и примерно один раз в месяц производить следующие работы:

- 1) осмотреть главные контакты и дугогасительные рога; все следы подгара на них удаляются и поверхность их тщательно зачищается и выравнивается без нарушения хорошего соприкосновения контактных поверхностей;
- 2) удалить все медные отложения, которые могут осесть на внутреннюю поверхность дугогасительной камеры;
- 3) проверить работу блокировочного механизма и убедиться в том, что стержень блокировки не заедает во время включения аппарата; сменить блокировочные контакты, если они сильно изношены;
- 4) проверить, нет ли ослабших гаек и изношенных деталей, особенно контактных;
- 5) осмотреть и проверить работу пневматического привода, который не должен давать утечек воздуха и должен включать аппарат при 3,5 ат;
- 6) включить быстродействующий выключатель несколько раз от руки, нажимая на кнопку вентиля, и убедиться в том, что все подвижные детали ходят легко и не заедают; при давлении воздуха 3,5 ат быстродействующий выключатель должен свободно включаться.

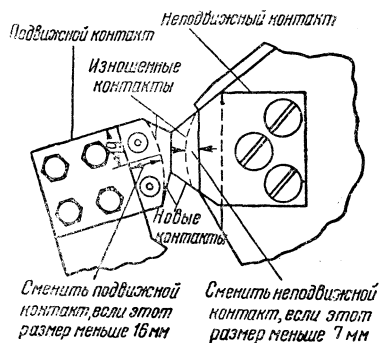
Для осмотра контактов необходимо открыть дугогасительную камеру. При осмотре следует проверить износ контактов. Новые контакты имеют размеры: неподвижный контакт — 65 мм, а подвижный — 66,5 мм в длину. Оба размера измеряются по средней линии контакта. Если сумма этих размеров вследствие износа или обгара уменьшилась на 14,5 мм, г. е. если она составляет меньше 117 мм, контакты должны быть заменены новыми (фиг. 393).

С этой целью сначала удаляются полюсы и прикрывающие их изоляционные корбки. Затем может быть снят неподвижный контакт, если отвернуть три болта, крепящих его к контактной плите. Чтобы снять подвижный контакт, нужно отвернуть четыре болта, которые стягивают вместе этот контакт и дюралюминовые пластины контактного рычага.

При сборке контактов после осмотра следует тщательно очистить контактные поверхности и смазать их вазелином. Контактные поверхности дюралюминовых пластин контактного рычага перед самой сборкой также должны быть смазаны вазелином, затем особенно тщательно очищены наждачным полотном и тут же опять покрыты тонким слоем вазелина, так как в противном случае поверхность их окислится и хороший контакт не будет достигнут. Контактные пластины должны плотно входить в промежутки пластин контактного рычага.

Чтобы сменить вспомогательную дугогасительную катушку или её рога или сменить внутреннюю перегородку камеры, нужно вынуть из камеры все болты и полностью разобрать её.

Если силовые контакты изнашивались, то давление отключающих пружин несколько снижается и калибровка быстродействующего выключателя нарушается. Чтобы снова отрегулировать быстродействующий выключатель на заданный ток, необходимо или увеличить натяжения отключающих пружин до нормы (27—32 кг при включённом аппарате), проверив их натяжение динамометром, или произвести регулирование отключающих пружин так, чтобы при прохождении через быстродействующий выключатель тока от источника низкого напряжения разрывной ток соответствовал величине, указываемой регулировочными винтами. В последнем случае необходимо, чтобы к зажимам удерживающей катушки было подведено напряжение 50 в и ток в ней равнялся 1,18 а. Регулирование быстродействующего выключателя под током даёт лучшие результаты и может применяться даже при сильно изношенных контактах.



Фиг. 393. Контрольные размеры главных контактов

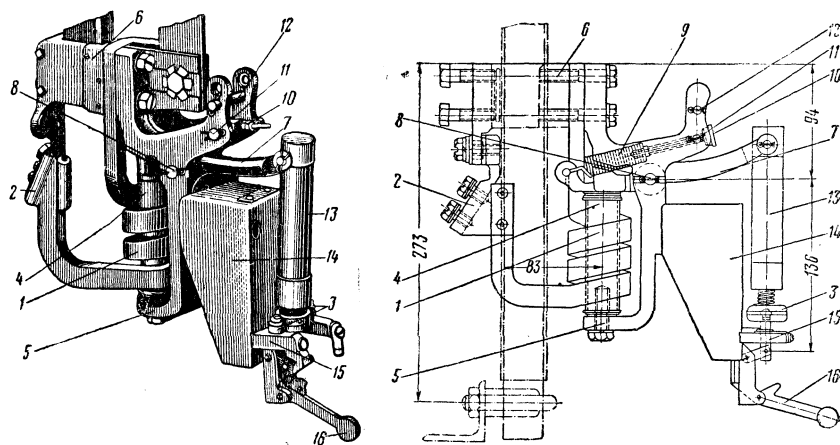
Продувать быстродействующий выключатель следует чистым, хорошо профильтрованным воздухом, без примеси масла и влаги, не направляя прямую струю на изоляционные детали.

12. Реле

Реле называется электрический аппарат, срабатывающий при определённых явлениях, на которые аппарат предназначен реагировать (например при достижении какой-либо величины определённого значения), и воздействующий при этом своими контактами на электрические цепи или непосредственно на соответствующий механизм.

На электровозах применяются следующие реле: реле перегрузки тяговых двигателей, реле перегрузки вспомогательных машин (реле тока), реле минимального напряжения, реле пониженного напряжения, реле компрессоров и вентиляторов (реле напряжения), реле обратного тока (реле тока), центральный ограничитель скорости (защитное реле), контакты звонка (сигнальное реле).

Реле перегрузки тяговых двигателей. Реле перегрузки служат для защиты тяговых двигателей и электрической аппаратуры от больших токов. Число реле перегрузок равно числу цепей парал-



Фиг. 394. Реле перегрузки типа РП-1

лельно включённых тяговых двигателей: на электровозах на одно напряжение — трём, на электровозах на два напряжения — шести.

Если перегрузится какая-либо из цепей тяговых двигателей, то срабатывает соответствующее реле перегрузки и размыкает своими блокировочными контактами цепь удерживающей катушки быстродействующего выключателя, что влечёт к отключению последнего.

На большинстве электровозов установлены реле перегрузки типа РП-1 (фиг. 394), смонтированные на выключателях двигателей

(фиг. 315). Реле типа РП-1 состоит из следующих основных частей: токовой катушки, электромагнитной системы и контактов.

Токовая катушка 1, навитая из пяти витков голой медной прямоугольной шины размером $9,3 \times 12,5$ мм, одним концом укреплена к нижнему держателю 16 отключателя двигателей, а другим к выводной клемме 2, изолированной прокладкой 6 от держателя 16. К клемме 2 крепятся болтами наксечник кабеля.

Магнитная система реле состоит из неподвижного чугунного держателя 5, укрепленного на нём сердечника 4 и подвижного якоря 7, вращающегося на оси 8. Сердечник 4 покрыт снаружи изоляцией из миканита для предотвращения замыкания витков катушки 1.

На якорь 7 действует усилие пружины 9, которая стремится оторвать его от сердечника 4. Натяжение этой пружины может регулироваться винтом 10, гайка которого опирается на валик 11.

Второй конец якоря 7 соединён с вертикальной деревянной тягой 13, имеющей снизу два серебряных контакта 3, укрепленных к латунному диску. Последний может перемещаться вдоль направляющего конца тяги, сжимая при этом притирающую пружину. Под контактами 3 помещены контактные пластины 15, к которым подведены провода цепи низкого напряжения. Контактные пластины 15 укреплены при помощи стерженьков на деревянной колодке 14, служащей одновременно изоляцией контактов цепи низкого напряжения от держателя 5.

Натяжение пружины 9 регулируется так, что нормальный ток тягсвых двигателей, протекающий по катушке 1, не в состоянии создать усилие, способное притянуть якорь к сердечнику. Когда в цепи двигателей возникнет большой ток, усилие в воздушном зазоре между якорем 7 и сердечником 4 преодолевает усилие пружины 9 и якорь притянется к сердечнику. В это время хвостовик якоря 7 приподнимет изоляционную тягу 13 и разомкнёт контакты 3 и 15, что приведёт к выключению быстродействующего выключателя.

Под контактами у реле перегрузки расположен семафоробразный указатель (индикатор) 16. Указатель удерживается в верхнем положении защёлкой. Когда реле срабатывает, указатель освобождается и отпадает. После исчезновения тока якорь реле под действием пружины возвращается в нормальное положение, а указатель остаётся в нижнем положении, что позволяет определить, какое из реле сработало. Указатель возвращается в нормальное положение вручную.

В верхней части держателя 5 имеется валик 12. В этот валик упираются ножи отключателей двигателей во время выключения, что предохраняет части реле.

Между якорем 7 и сердечником 4 проложена латунная прокладка, которая препятствует прилипанию якоря за счёт остаточного магнетизма.

Реле перегрузки типа РП-1 устанавливается при двигателях типа ДПЭ-340 на отключающий ток 450 а и при двигателях ти-

на ДПЭ-400 на $500+^{25}a$. Пределы его регулировки 400—700 а, длительная нагрузка 650 а.

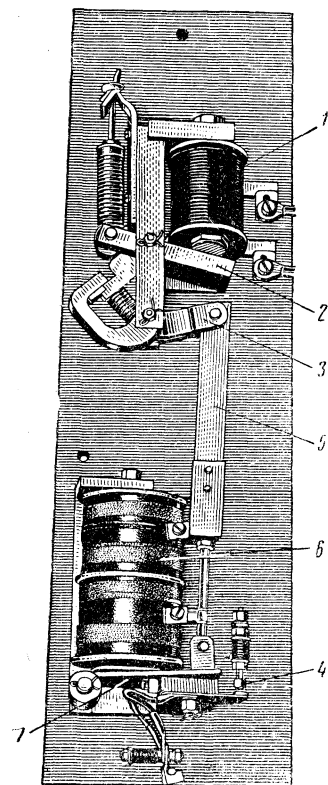
Величина разрыва контактов реле перегрузки должна быть равной 6,25 мм, провал 4,75 мм. Вес реле перегрузки около 5 кг.

Поверхности изоляционной тяги 13 и колодки 14 должны быть чистыми, гладкими и покрыты изоляционным лаком (№ 1201), так как они находятся под полным напряжением контактной сети.

У электровозов серии С" реле перегрузки смонтированы на специальном щите. Якори токовых катушек этих реле связаны изоляционными тягами с контактами, помещёнными в коробках. Токовые катушки закрыты металлическими крышками.

Эти реле регулируются изменением воздушного зазора между сердечником и якорем.

Реле перегрузки вспомогательных машин. Время разрыва цепи плавкими предохранителями значительно больше, чем контакторами. Особенно плохо работают плавкие предохранители во время выключения больших мощностей при высоких напряжениях, так как большие размеры дуги при перегорании предохранителей, насыщенной парами металла, чрезвычайно затрудняют её гашение. Это может привести к более длительному нахождению частей машин под током короткого замыкания и, следовательно, к значительной порче этих частей при пробое или перекрытии изоляции. Чтобы ускорить процесс отключения вспомогательных машин во время перегрузки или перебрсса по коллектору, в цепях вспомогательных машин установлены реле перегрузки типа РП-5 (фиг. 395). Это реле имеет токовую катушку 1, включённую послед-



Фиг. 395. Реле перегрузки типа РП-5

довательно в цепь защищаемой машины. Если ток, проходящий через катушку 1, превосходит величину тока, на которую отрегулировано реле, то якорь 2 притягивается к сердечнику катушки и освобождает рычаг 3. Последний поворачивается, перемещая вниз изоляционную тягу 5, и разрывает контакты 4 реле, через которые происходит питание катушки контактора цепи данной вспомогательной машины, а поэтому контактор выключается.

Для восстановления реле перегрузки из кабины машиниста служит вспомогательная катушка 6. Во время возбуждения этой ка-

тушки током низкого напряжения (50 в) к ней притягивается якорь 7, который замыкает контакты 4 и восстанавливает положение тяги 5 и рычага 3.

Реле перегрузки типа РП-5Б-1 рассчитано на напряжение 4 000 в и длительный ток 30 а. Минимально допустимая величина разрыва контактов реле 3 мм, минимальный провал 2,5 мм; нажатие на контакты 0,3—0,4 кг; сопротивление катушек при 15° вспомогательной — 21,5 ом, токовой — 0,0115 ом, предел регулировки реле от 30 до 75 а.

В цепи моторов компрессоров реле типа РП-5Б-1 устанавливается на 30 а, в цепи моторов вентиляторов — на 60 а.

В цепь мотора мотор-генератора включается реле перегрузки типа РП-5Б-1, которое отличается от реле типа РП-5Б-1 серийной катушкой, рассчитанной на длительный ток 60 а. Это реле имеет предел регулировки от 60 до 150 а и устанавливается на ток 110 а.

На электровозах серии Сс по предложению работников Пермской железной дороги установлено специальное реле для защиты вспомогательных машин. Питание всех вспомогательных машин и электропечей на этих электровозах происходит через рабочую катушку реле, присоединённую к пантографам через быстродействующий выключатель. В момент ненормального возрастания тока цепи вспомогательных машин катушка втягивает якорь, который производит размыкание цепи удерживающей катушки быстродействующего выключателя, т. е. выключает его; одновременно размыкается цепь питания индикаторных ламп, указывающих машинисту о выключении быстродействующего выключателя от перегрузки в цепи вспомогательных машин.

Защита вспомогательных машин описанным выше реле имеет тот недостаток, что одновременно быстродействующий выключатель в случае неисправности вспомогательных машин отключает цепь тяговых двигателей и в случае неисправности тяговых двигателей — цепь вспомогательных машин.

У электровоза серии С¹ цепь мотора рекуперативного агрегата защищена от перегрузок максимальным реле такого же типа, как и реле перегрузки тяговых двигателей. Мотор рекуперативного агрегата питается через контакты быстродействующего выключателя. При перегрузках мотора максимальное реле воздействует на удерживающую катушку быстродействующего выключателя, т. е. производит отключение всей цепи тяговых двигателей.

Максимальное реле мотора рекуперативного агрегата смонтировано на панели вместе с тремя реле перегрузки тяговых двигателей.

Реле максимального напряжения. Во время рекуперативного торможения может возникнуть высокое напряжение на зажимах тяговых двигателей вследствие больших падений напряжения в контактной сети или неполностью выведенных сопротивлений, включённых последовательно с якорями двигателей. При резком торможении быстрое выведение из цепи сопротивления также может привести к недопустимому повышению напряжения.

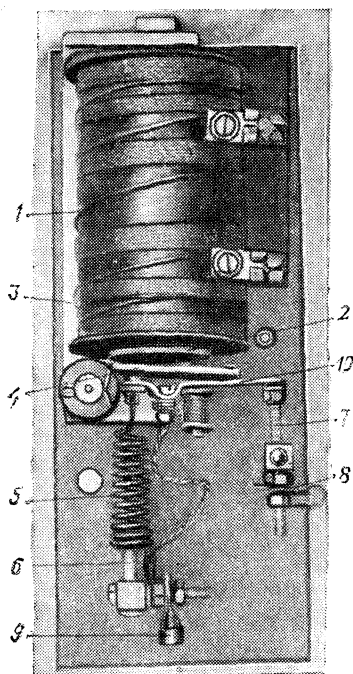
Чтобы защитить тяговые двигатели и аппаратуру электровоза от высоких напряжений, к силовой цепи тяговых двигателей за пусковыми сопротивлениями присоединено реле максимального напряжения.

Если напряжение на тяговых двигателях превысит величину, на которую отрегулировано реле максимального напряжения, то его контакты разрывают цепь удерживающей катушки быстродействующего выключателя или электромагнитных вентилей контакторов, в результате чего разрывается цепь главного тока.

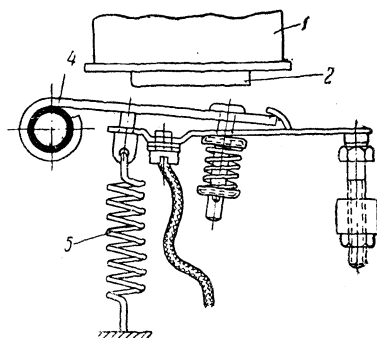
На большинстве электровозов установлены реле максимального напряжения типов Р-6А-1, Р-6Н и РМН-2.

Реле типа Р-6А-1 (фиг. 396 и 397) состоит из электромагнитной катушки 1 с сердечником 2 и магнитопроводом 3, якоря 4, оттягивающей якорь пружины 5 с регулирующим винтом 6 и неподвижного контакта 7 с зажимом 8 для присоединения проводов управления.

Катушка реле включается в цепь высокого напряжения после-



Фиг. 396. Реле максимального напряжения типа Р-6А-1



Фиг. 397. Механизм контактов реле типа Р-6А-1

довательно с сопротивлением, а к зажимам 9 присоединяются провода цепи управления.

При нормальном напряжении в силовой цепи якорь 4 не притягивается к сердечнику 2, и контактная пластина 10 замыкает цепь управления.

Если же напряжение в защищаемой цепи превышает допускаемую величину, то якорь 4 реле притягивается к сердечнику 2 и контакты размыкают цепь возбуждения электромагнитного вентилея контактора или удерживающей катушки быстродействующего выключателя.

Реле регулируется изменением величины сопротивления, включённого последовательно с катушкой реле, или изменением величины натяжения пружины 5.

Нормально реле максимального напряжения должно разрывать цепь при повышении напряжения выше 3 950—4 000 в. Данные реле типов Р-6 и РМН-2 приведены в приложении 12.

У электровозов серии С^и катушка реле максимального напряжения включена по схеме потенциометра на дополнительное сопротивление. Это реле регулируется как изменением сопротивления, к которому присоединена катушка, так и специальным винтом, действующим на пружину якоря. Нормально реле отрегулировано на отключение при 3 750 в и включение при 3 100 в. Контакты этого реле включены в цепь удерживающей катушки быстродействующего выключателя. Сопротивление катушки реле составляет 1 740 ом при 15°.

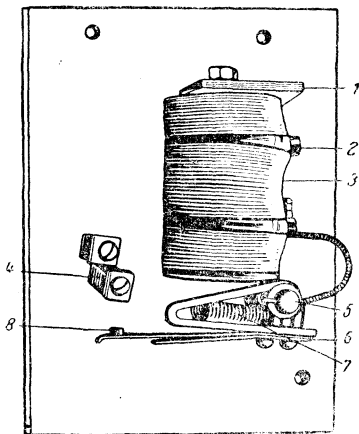
Во время осмотра реле необходимо проверять, свободно ли перемещается его якорь и соответствуют ли разрыв и притирание его контактов величинам, указанным в технических данных.

Реле пониженного напряжения. Пониженное напряжение контактной сети само по себе не представляет опасности для аппаратуры и машин электровоза. Однако оно опасно в том отношении, что внезапное восстановление полного напряжения вызывает перегрузку двигателей. Это может быть, например, в случае, если отключена ближайшая к электровозу тяговая подстанция и питание происходит от дальней подстанции с большим падением напряжения в сети, а затем включается ближайшая подстанция.

Для сигнализации машинисту о чрезмерном падении или снятии напряжения на электровозах установлено реле пониженного напряжения, катушка которого включена последовательно с катушкой реле максимального напряжения и дополнительным сопротивлением. Контакты реле пониженного напряжения замыкают цепь индикаторных ламп при напряжении на зажимах тяговых двигателей ниже 1 500 з; на электровозах серии ВЛ22^м реле регулируется на напряжение 2 200 в.

На электровозах серии Сс и первых выпусках электровозов серии ВЛ19 установлены реле пониженного напряжения типа РПН-3А-1 (фиг. 398). Магнитный поток, создаваемый катушкой 3, замыкается через ярмо 1, железный штифт 5, вклепанный в ярмо, и якорь 6, вращающийся на этом штифте.

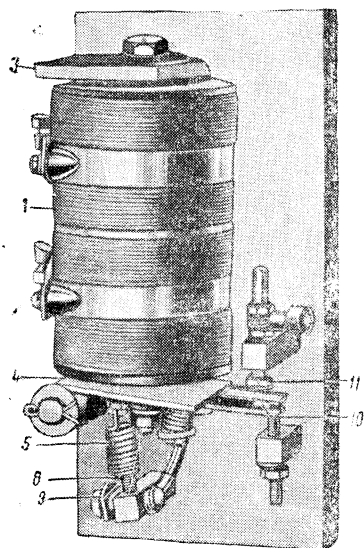
Во избежание потерь на трение между якорем и штифтом имеется тонкостенная латунная трубка. Якорь 6 оттягивается вниз выключающей пружиной 7. Концы обмотки катушки 3 присоединены к выводным клеммам 2.



Фиг. 398. Реле пониженного напряжения типа РПН-3А-1

Подвижный контакт 8 реле прикреплен к плоской пружинящей полоске, которая обеспечивает контакт с неподвижным контактом 4 при замыкании реле.

Опыт показывает, что подсобные контакты недостаточно надёжны для ответственной работы и, кроме того, легко подгорают при самом незначительном искрении. Поэтому с целью повышения надёжности работы реле на электровозах серии ВЛ19 более поздних выпусков и электровозах серий СК, ВЛ22 и С установлено реле пониженного напряжения типов Р-5А-1 (фиг. 399) и DB-1663А, у которых контакты имеют притирание наподобие притирания у электропневматических контактов.



Фиг. 399. Реле пониженного напряжения типа Р-5А-1

Конструктивно реле пониженного напряжения сходно с реле максимального напряжения и состоит из следующих частей: электромагнитной катушки 1 с сердечником, укрепленным на кронштейне 3, являющемся одновременно и ярмом магнитной системы, якоря 4, оканчивающегося контактом 10, неподвижного контакта 11, укрепленного на стойке, пружины 5 с регулировочным винтом 6 и упора для якоря, состоящего из стойки с винтом.

Подвижный контакт 10 соединен гибким проводником с зажимом 9.

При нормальном напряжении сети якорь 4 притянут катушкой 1, и контакты 10 и 11 цепи управления замкнуты.

При падении напряжения ниже допускаемого пружина 5 преодолевает остающееся притяжение якоря и разрывает указанные контакты, размыкая цепь индикаторных ламп.

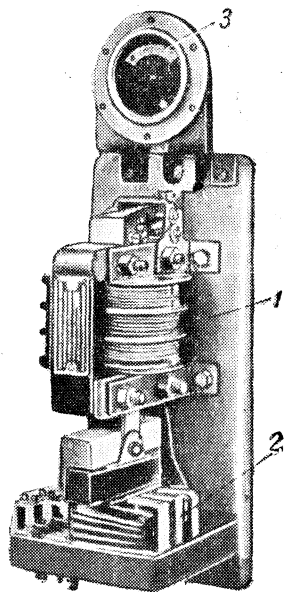
Данные реле типов РПН-3А-1, Р-5А-1 и Р-5Н приведены в приложении 12.

На электровозах серии Ся контакты реле пониженного напряжения включены, как и контакты реле максимального напряжения, в цепь удерживающей катушки быстродействующего выключателя.

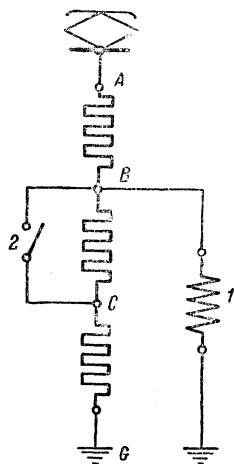
Когда напряжение в контактном проводе падает ниже 1600 в, реле пониженного напряжения производит размыкание быстродействующего выключателя. Сделано это для того, чтобы в случае временного снятия напряжения в контактном проводе тяговые двигатели на любом соединении не оказались вновь включенными без пусковых сопротивлений, если машинист не отключил тяговые двигатели от контактной сети. Дополнительное сопротивление АВСГ, к которому приключена катушка реле 1 (фиг. 400 и 401), служит: во-первых, для понижения напряжения на зажимах катушки реле; во-вторых, вследствие наличия двух выводов В и С при закорачивании этих то-

чек блокировочным контактом 2 самого реле пониженного напряжения меняется подводимое к нему напряжение. Поэтому реле пониженного напряжения замыкает контакт в цепи удерживающей катушки системы действующего его выключателя при напряжении в контактном проводе 2 600 в, а размыкает эту цепь только тогда, когда напряжение упадет до 1 600 в. Время срабатывания реле пониженного напряжения электровоза серии Си, а следовательно, и время, через которое происходит размыкание контактов, может быть отрегулировано при помощи часового механизма 3 (фиг. 400), соединенного с якорем реле и устанавливаемого на интервал времени от 0 до 10 сек. Этим избегается опускание якоря в случае выключения катушки реле на малое время, например в момент отскакивания пантографа от контактного провода. Катушка реле пониженного напряжения электровоза серии Си имеет сопротивление 1 740 ом при 15°.

Реле компрессоров и вентиляторов установлены на электровозах серий Сс (типа РПН-3А-2) и С (типа ДВ-1662В).



Фиг. 400. Реле пониженного напряжения электровоза серии Си



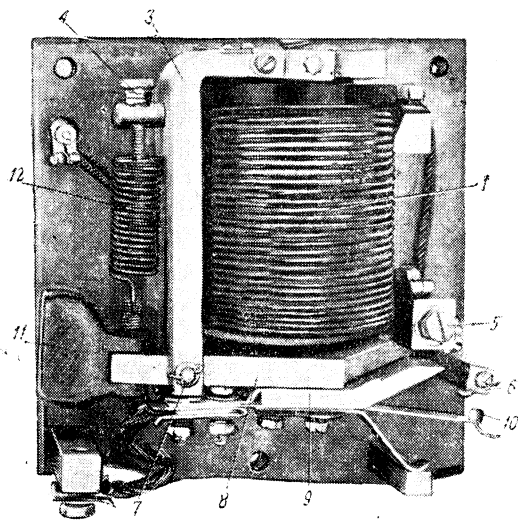
Фиг. 401. Схема включения реле пониженного напряжения на электровозе серии Си

Катушка реле компрессоров и вентиляторов соединена непосредственно с положительным полюсом генератора тока управления (см. главу X). Реле компрессора исключает возможность работы компрессоров, а на электровозе серии С и вентиляторов, когда остановится динамотор и переключатель компрессоров соединяет их моторы со средней точкой динамотора. Реле компрессоров устанавливаются только в случае последовательного включения моторов компрессоров, когда для равномерного распределения между ними напряжения они должны быть включены параллельно низковольтной и высоковольтной обмоткам якоря динамотора. Конструктивно реле компрессора типа РПН-3А-2 не отличается от реле пониженного напряжения типа РПН-3А-1 (см. приложение 12).

Реле обратного тока типа Р-15. На большинстве электровозов для автоматического включения и выключения аккумуляторной батареи от генератора тока управления установлены реле обратного тока типа Р-15.

Реле обратного тока типа Р-15 Б (фиг. 402 и 403) имеет серийную 1 и шунтовую 2 катушки, помещённые на сердечник, ввёрнутый в ярмо магнитопровода 3. Ближе к сердечнику помещена шунтовая катушка, состоящая из двух секций *аб* и *бв* (фиг. 403) и намотанная из эмалированной медной проволоки. Серийная катушка помещена поверх шунтовой и намотана из голой шинной меди; между витками этой катушки во избежание замыкания проложен асбестовый шнур.

На якоре 8, вращающемся на валике 7, укреплены главный контакт 9 и вспомогательный контакт 10. Главный контакт состоит из скреплённых медных пластин. Чтобы контакты не замыкались от



Фиг. 402. Реле обратного тока типа Р-15 Б

тряски, якорь уравновешен противовесом 11.

Под действием пружины 12 якорь 8 при обесточенных катушках 1 и 2 занимает положение, когда подвижные контакты 9 и 10 не касаются неподвижных контактов 5 и 6. В этом положении аккумуляторная батарея оказывается отключённой от генератора тока управления.

Когда генератор тока управления начинает работать, то через шунтовую катушку 2 протекает ток, создающий магнитный поток, притягивающий якорь 8 к

сердечнику реле. При напряжении на зажимах генератора 48 в момент усилия электромагнита становится больше момента силы пружины 12 относительно оси вращения якоря; последний притягивается к сердечнику реле и замыкает сначала вспомогательные контакты 10 и 6, затем и главные контакты 9 и 5. Главный контакт присоединяет аккумуляторную батарею к генератору тока управления, вспомогательный контакт замыкает накоротко секцию *бв* шунтовой катушки.

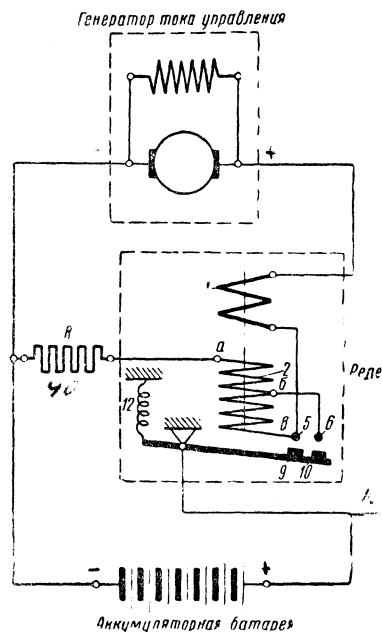
Напряжение генератора тока управления в момент включения реле выше напряжения аккумуляторной батареи, и поэтому после включения реле начинается процесс зарядки аккумулятора. Чтобы уменьшить влияние нагревания на сопротивление цепи шунтовой катушки, последовательно с шунтовой катушкой включено трубчатое сопротивление R типа ТС 40 ом, выполненное из константановой проволоки, которая практически не меняет величины сопро-

тивления при изменении температуры. Сопротивление R поглощает около 90% напряжения генератора и лишь около 10% напряжения поглощается шунтовой катушкой реле. Вследствие этого колебание напряжения генератора, при котором срабатывает реле, не превышает 1 в. Замыкание секции *бв* шунтовой катушки 2 при наличии большого сопротивления R в очень малой степени увеличивает в ней ток, тогда как число витков, а следовательно, и ампер-витков значительно уменьшается. Следовательно, уменьшается усилие, с которым якорь притягивается к сердечнику реле. Однако якорь остаётся в притяннутом положении, так как для удержания его требуется меньше усилия, чем для притяжения при максимальном воздушном зазоре между якорем и сердечником. Ток заряда аккумуляторной батареи, протекающий по серийной катушке реле, создаёт магнитный поток того же направления, что и создаваемый шунтовой катушкой, и, усиливая действие последней, увеличивает нажатие на контакт.

Когда напряжение на зажимах генератора становится ниже напряжения аккумуляторной батареи, то в серийной катушке реле меняет своё направление и уже не усиливает, а ослабляет действие шунтовой катушки. Так как усилие шунтовой катушки уменьшено, кроме того, замыканием секции *бв* и уменьшением напряжения, приложенного к ней, то достаточно обратного тока 2—3 а, чтобы усилие электромагнита стало меньше усилия пружины 12 и якорь отпал вниз.

Вследствие незначительной величины тока щёточный контакт легко рвёт возникающую при этом дугу, и поэтому реле не снабжено никаким дугогасительным устройством. Но всё же во избежание подгорания щётки главный и вспомогательный контакты устанавливаются таким образом, чтобы при включении реле вспомогательный контакт замыкал цепь раньше главного, а при выключении реле главный контакт разрывал цепь раньше вспомогательного. Размыкание вспомогательного контакта должно начаться при наличии зазора между щёткой 9 и контактом 5 в 1,5—2 мм.

Регулирование напряжения включения реле производится изменением натяжения пружины 12 регулировочным винтом 4.



Фиг. 403. Принципиальная схема включения реле обратного тока типа Р-15Б

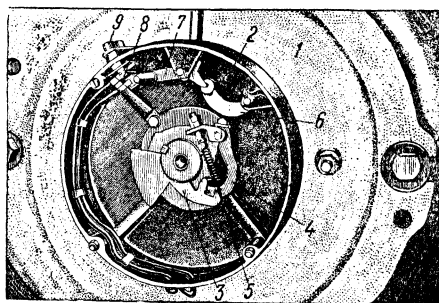
Реле обратного тока подключает генератор к аккумуляторной батарее при напряжении на зажимах генератора 48 в (при токе в шунтовой катушке $\frac{48}{40 + 4,22} \approx 1,08$ а).

Реле типов Р-15Б и Р-15Г имеют следующие данные:

Длительная нагрузка	70 а
Разрыв главного контакта	7—8 мм
» вспомогательного контакта	4—5 »
Провал главных контактов	2,5—3 »
» вспомогательных контактов	7—8 »
Нажатие главного контакта	1 кг
Сопrotивление шунтовой катушки при 15°:	
всей (950 витков)	4,22 ом
секций аб (810 витков)	3,48 »
Длительный ток шунтовой катушки	1,35 а
Число витков серийной »	25
Вес реле	8 кг

На электровозах первого выпуска устанавливалось реле обратного тока типа Р-7Б, отличающееся от реле типа Р-15 отсутствием среднего вывода шунтовой катушки, вследствие чего отключающая величина обратного тока у него больше и достигает 7—10 а. Вспомогательный контакт у реле угольный.

Центробежные ограничители скорости (фиг. 404) установлены на концах валов якорей мотор-генераторов и динамоторов и предохраняют эти машины от раз-



Фиг. 404. Центробежный ограничитель скорости

носа. Корпус ограничителя 2 укреплен на подшипниковом щите 1 машины. Внутри корпуса на клеммах 9 укреплены контакты 8, к которым подведены провода цепи управления данной машины. Контакты 8 нормально замкнуты замыкающими контактами рычага 7, который шарнирно укреплен в корпусе ограничителя. Другой конец рычага 7 схватывается вилкой выбрасывающего рычага 6.

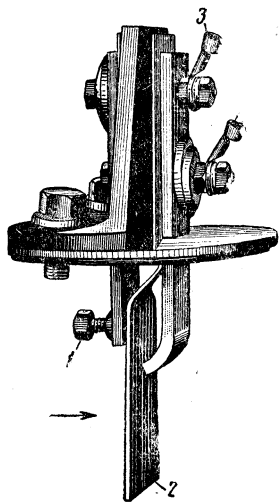
На вал машины наложена шайба 3 с укрепленным на ней шарнирно балансиром 4. Свободный конец этого балансира оттягивается к центру вала пружиной 5. При работе машины балансир 4 под влиянием центробежной силы стремится отклониться от центра вала. При скорости вращения машины, превышающей допустимую, центробежное усилие балансира 4 преодолевает усилие пружины 5, балансир несколько смещается от центра вала и ударяет по выбрасывающему рычагу 6, рычаг 6 поворачивается, вызывая по-

ворот рычага 7 и размыкание контактов 8, т. е. отключение контактора цепи данной машины.

Скорость вращения, при которой срабатывает ограничитель скорости, может изменяться регулировкой пружины 5. Для мотор-генераторов скорость, при которой срабатывает ограничитель, равна 1500 об/мин., для динамоторов—1800 об/мин.

Контакты звонка. На электровозах серий ВЛ19 и С с прекращением работы вентиляторов машинист может узнать только по прекращению или изменению шума. На электровозах серий ВЛ22^м, ВЛ22 последних выпусков и С^и для указания о прекращении работы вентиляторов установлены в кабинах машиниста сигнальные звонки, которые начинают действовать, как только прекратится подача воздуха в тяговые двигатели.

На электровозах серии С^и цепь этих звонков замыкается контактами, помещёнными на конце вентиляционного кузова электровоза. На фиг. 405 показано устройство этого контакта: одним контактом является винт 1, соединённый с зажимом 3; другим контактом служит пластинка 2, соединённая с зажимом 4. На конце винта 1 имеется платиновое остриё, против которого на пластинке 2 также укреплён платиновый контакт. Когда вентиляторы работают, воздух давит на пружинящую пластинку 2 в направлении, указанном стрелкой, вследствие чего контакты удерживаются в разомкнутом состоянии. После остановки вентиляторов воздух прекращает давить на пластинку 2, и она, отжимаясь, замыкает контакты.



Фиг. 405. Контакты звонка

13. Плавкие предохранители

Плавкие предохранители на электровозах используются для защиты высоковольтных и низковольтных цепей от перегрузок и коротких замыканий. В высоковольтных цепях плавкие предохранители устанавливаются в цепях вспомогательных машин и отопления; в низковольтных цепях плавкие предохранители включаются в отдельные цепи управления и освещения электровоза, а также в цепи генератора тока управления и аккумуляторной батареи.

Плавкий предохранитель обычно состоит из фибровой трубки, в которую помещена плавкая вставка, перегорающая во время прохождения по ней токов повышенной величины. На электровозах находят применение плавкие предохранители с засыпкой, стреляющие и герметические.

У предохранителей с засыпкой плавкая вставка помещена внутри фибровой втулки, заполненной мелкозернистым изолирующим веществом, например мраморной крошкой, кварцевым песком или мелом.

Под влиянием высокой температуры дуги фибра и засыпка выделяют значительное количество газа (водород, углекислый газ, водяной пар и т. д.); имеющийся внутри трубки воздух расширяется, и в результате давление в трубке повышается. Это способствует увеличению сопротивления дуги, т. е. гашению последней.

У стреляющих предохранителей плавкая вставка помещается внутри фибровой трубки, открытой с одного конца, вследствие чего образующиеся при перегорании вставки газы и пары металла, врываясь через открытый конец трубки, со звуком выстрела разрывают дугу.

У герметических предохранителей плавкая вставка помещается внутри толстостенной фибровой втулки с небольшим диаметром, герметически закрытой по концам металлическими колпаками-обоймами. При

перегорании вставки за счёт расширения продуктов сгорания и выделения газов фиброй давление внутри трубки достигает нескольких сотен атмосфер, что способствует увеличению сопротивления дуги. Перегорание предохранителей этого типа происходит бесшумно.

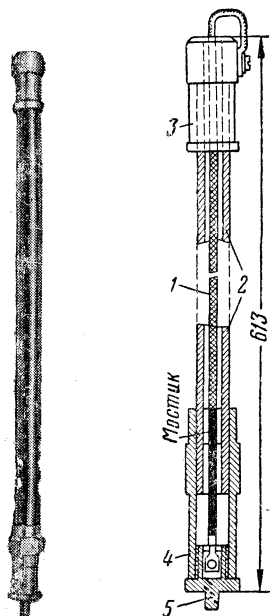
Предохранители закрытого типа обычно имеют цинковую вставку и засыпаются мраморной крошкой.

Высоковольтные предохранители.

На фиг. 406 показано устройство плавкого высоковольтного предохранителя ДПО-1. Этот предохранитель относится к типу стреляющих (открытых). Плавкая вставка 1 помещается в толстостенной фибровой трубке 2 с двумя латунными штуцерами 3 и 4 по концам. Верхний конец трубки открыт.

Вставка предохранителя (фиг. 407) выполнена из сплётённой медной или кадмиевой проволоки. Одна часть её имеет меньшее сечение, чем остальная

часть, и называется м о с т и к о м. Эта часть должна перегорать ранее всей остальной вставки. Верхняя часть вставки (над мостиком) обтягивается асбестовым чулком. Конец этой части вставки пропускается через отверстие в верхнем штуцере 3 и крепится к наружной его поверхности при помощи винта. Нижний конец вставки крепится винтом к пробке 5, закрывающей нижний штуцер 4 (фиг. 406).



Фиг. 406. Плавкий высоковольтный предохранитель

Во время перегорания вставки фибра трубки выделяет газ, способствующий гашению дуги и выталкиванию остатков сгоревшей вставки наружу.

Основные данные высоковольтных предохранителей электровозов приведены в приложении 13.

На электровозах для уменьшения величины тока плавких предохранителей установка последних обычно делается в каждой вспомогательной цепи отдельно и, кроме этого, ещё ставится общий предохранитель на все вспомогательные цепи. Такая система применена на электровозах серий ВЛ19 и СК.

На электровозах серии С все машины электровоза защищаются одним общим многоамперным предохранителем; это даёт значительное упрощение схемы, но приводит к более сильным повреждениям якорей машин.

Предохранители на 5 а в цепи отопительных печей ставились только на электровозах серии ВЛ19 первых выпусков и в последнее время не применяются, так как обмотка печи перегорает обычно при меньшем токе, нежели плавкая вставка.

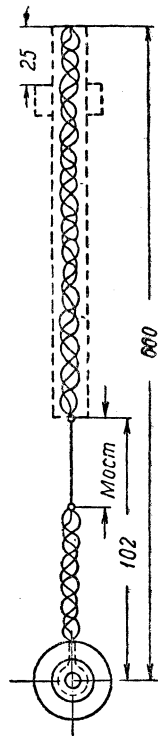
У электровозов серии С^и плавкие предохранители установлены в цепи каждой вспомогательной машины, кроме мотора рекуперативного агрегата, цепи отопительных печей, цепи вольтметров и реле минимального напряжения. Эти предохранители представляют собой трубки из бумажно-слюдяного прессованного материала, в которых помещена серебряная или цинковая проволока. Предохранители за исключением предохранителя цепи разрядника смонтированы на одном каркасе.

Для предотвращения возникновения дуги между предохранителями помещены перегородки из эбонита.

Плавкие предохранители типа ДПО-1 устанавливаются в ящиках типа ЯП-14А (фиг. 408). Этот ящик выполнен из дерева и оклеен внутри асбестом. Внутри ящика на изоляторах смонтированы две щеки, которые являются контактами и зажимами для трубчатых предохранителей. В верхней части ящика имеется сетка, через которую выходят газы во время перегорания предохранителя.

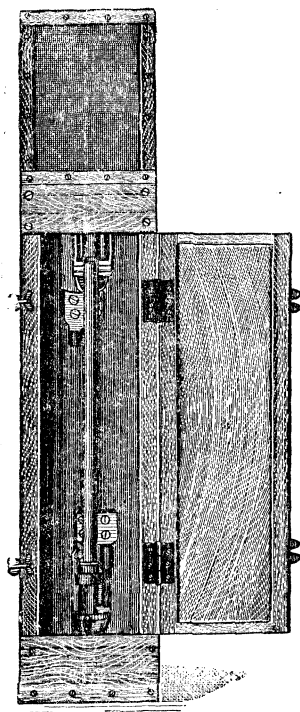
Общий плавкий предохранитель на электровозах серии С устанавливается в ящике типа ЯРП-1, предохранитель в цепи мотора мотор-генератора электровозов серии Сс — в ящике типа ЯП-2.

Низковольтные предохранители. Наиболее распространённым типом низковольтных предохранителей, применяемых для напряже-



Фиг. 407. Плавкая вставка предохранителя ДПО-1

ний до 250 в и токов до 80 а, являются предохранители, состоящие из изоляционной фибровой трубки 1, плавкой вставки 3 и двух латунных штампованных колпачков 2, напрессованных на концы трубки (фиг. 409, I). Колпачки дополнительно закреплены на трубках путём обжатия в надетом виде или при помощи специальных усов 5, высеченных в колпачках и отгибаемых внутрь отверстий, сделанных в фибровой трубке, а при тонкой фибре просто вдавливаемых внутрь с образованием в трубке вмятины.



Фиг. 408. Ящик для предохранителя типа ЯП-14А

На торцах колпачков имеются углубления с отверстиями, через которые концы вставки выводятся наружу и припаиваются к колпачку. Углубления облегчают процесс припайки.

Для предохранения внутренней поверхности трубки от обгорания во время перегорания вставки трубка внутри выложена асбестом 4.

Пространство между проволочной вставкой и трубкой заполнено засыпкой 6 из меловой крошки, которая способствует отводу тепла от вставки к трубке во время работы предохранителя.

Плавкие предохранители, рассчитанные на токи 15—20 а и выше (фиг. 409, II) и имеющие большую длину дуги во время перегорания вставки, обычно выполняются большего диаметра и длины. Колпачки у этих предохранителей крепятся винтами 10, для которых нарезана резьба в трубке 1. Чтобы колпачки не перегорали, концы вставки 3 закрыты пробками 7 из асбестоцемента, а пространство между пробкой и колпачком заполнено набивкой 8 из асбестовой ваты. В качестве засыпки 9 приме-

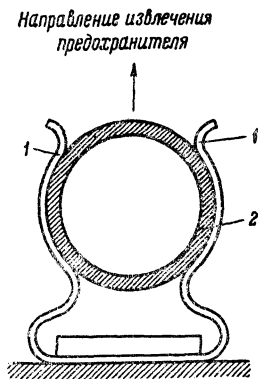
няется мраморная крошка, которая обладает более высокой теплопроводностью и лучше способствует гашению дуги, чем меловая крошка. Засыпка имеет размер зёрен около 1 мм.

В трубчатых предохранителях для больших токов со вставками из медной проволоки иногда применяются две или три параллельные проволоки, что улучшает теплоотдачу во время нагревания вставки током, а также уменьшает количество паров металла при её перегорании и способствует процессу гашения дуги.

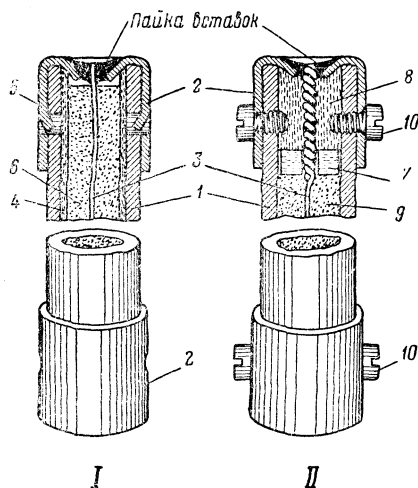
Из этих соображений для токов от 40 до 50 а и выше применяется вставка из листового цинка. Пары цинка представляют собой среду с большим сопротивлением для дуги, чем медные.

Трубчатые предохранители, рассчитанные на ток до 80 а, присоединяются к цепям при помощи двух изогнутых бронзовых контактов 1 (фиг. 410), которые зажимают между собой латунные колпачки 2 предохранителя. Для извлечения предохранителя из таких контактов концы последних должны быть раздвинуты на диаметр колпачка, для чего требуется некоторое усилие.

Такое устройство не позволяет предохранителю самопроизвольно выскакивать во время тряски. Во избежание продольного перемещения предохранителя в контактах, например при вертикальном его расположении, предусматриваются специальные упоры в виде угольников или часть контактов надрубается на концах и вдавливается внутрь, образуя уши, в которые упираются своими торцами предохранители.



Фиг. 410. Контактодержатель для трубчатого предохранителя



Фиг. 409. Трубчатые низковольтные предохранители:

I — для токов до 15—20 а; II — для токов от 15—20 до 80 а

Трубчатые предохранители, рассчитанные на ток 80 а и выше, присоединяются к цепям при помощи плоских клиновых контактов, для чего в колпачках 2 предохранителей (фиг. 411) предусмотрены на концах медные ножи 1. Эти ножи вклепаны в железные скобы 3, в которые ввёрнуты винты 4, скрепляющие скобы 3, трубку 5 и колпачки 2. Для выхода газов, образующихся при перегорании вставки, в колпачках 2 имеются отверстия, закрытые изнутри асбестовой прокладкой во избежание высыпания засыпки.

Плавкая вставка 6 для предохранителя на ток 80 а выполнена из двух цинковых пластинок толщиной 0,3 мм, прижатых к хвостам контактных ножей 1. Размеры пластинки даны на фиг. 412. По середине вставки имеется сужение, которое обеспечивает первоначальное расплавление вставки по середине предохранителя. Вследствие этого уменьшается опасность обгорания хвостов контактных ножей и скоб от действия дуги во время перегорания вставки.

Плавкие предохранители на выключателях электровозов

серии С^и выполнены в виде обычных пробок, употребляемых в осветительных сетях.

Сечения плавких вставок трубчатых предохранителей с засыпкой подбираются таким образом, чтобы предохранители удовлетворяли следующим требованиям:

1) при температуре окружающего воздуха 20° и длительной нагрузке током, равным 110% номинального, вставка не должна перегорать, трубка не должна обугливаться и никаких наружных следов расплавления спайки вставки и колпачка не должно быть заметно;

2) при температуре окружающего воздуха около 20° вставка предохранителя, имевшего в момент включения перегрев (превышение температуры по сравнению с температурой окружающего воздуха), равный нулю, должна перегорать при токе, равном 150% номинального, за время не более 1 мин. для предохранителей на ток 0—30 а и не более 2 мин. для предохранителей на ток 31—60 а.

До перегорания вставки не должно обнаруживаться обугливания трубки или расплавления спайки вставки и колпачка.

Низковольтные плавкие предохранители на ток до 45 а изготавливаются со вставками из медной лужёной проволоки.

Применять в качестве вставок нелужёную медную проволоку не следует.

Во время эксплуатации предохранителей необходимо периодически производить проверку нажатия пружинящих контактов, в которых

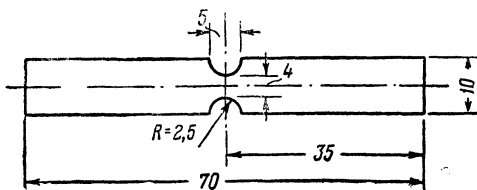
Фиг. 411. Разрез трубчатого предохранителя

держатся колпачки или ножи, затяжку винтов, укрепляющих колпачки, а также температуру частей предохранителя.

Неисправность контактов или вставок обычно проявляется в виде чрезмерного перегрева деталей после длительной работы предохранителя под полной нагрузкой. Это можно обнаружить ощупью, отключив предварительно аккумуляторную батарею и генератор тока управления.

Установившийся перегрев контактов предохранителя, измеренный термометром, при номинальном токе не должен превышать 85°.

При уменьшении нажатия пружинных контактов их можно подогнуть руками. Если поверхность контактов потемнела или покры-



Фиг. 412. Плавкая цинковая вставка на 80 а

лась цветом побежалости, то это почти всегда указывает на недопустимый перегрев и на то, что материал потерял упругие свойства; такие контакты следует заменять новыми. Если чрезмерно перегрета трубка, а контакты и пайка вставки предохранителя остались исправными, то необходимо разобрать предохранитель и вставку заменить новой.

При непрерывной работе предохранителя с одной и той же вставкой в течение полугода предохранитель надо перезарядить, так как долго работавшая вставка окисляется и правильная калибровка её нарушается. Во время перезарядки предохранителей следует вычистить внутренность трубки и сменить засыпку.

Машинист электровоза должен всегда иметь запасный комплект трубчатых предохранителей для замены перегоревших. Никогда не следует заменять сгоревшие предохранители открытыми проводками.

Новые или перезаряженные предохранители должны иметь на трубке цифры, указывающие номинальный ток, на который они рассчитаны.

Основные данные низковольтных предохранителей приведены в приложении 14.

14. Разрядники

В контактной сети во время грозových разрядов, при мгновенных отключениях нагрузки, обратных зажиганиях ртутного выпрямителя на тяговых подстанциях возникают перенапряжения, т. е. внезапно повышается электрический потенциал на отдельных частях сети.

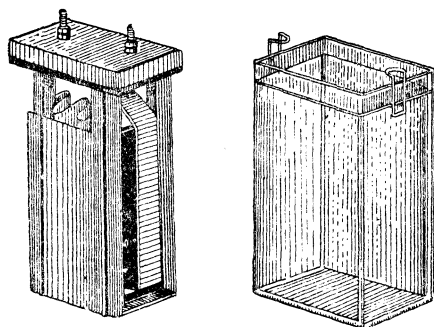
Перенапряжение характеризуется незначительной мощностью, но весьма высоким напряжением, иногда превосходящим в несколько раз номинальное напряжение сети. Поэтому перенапряжения опасны лишь для изоляции аппаратуры тяговых двигателей и вспомогательных машин. Изоляция отдельных частей электрического оборудования имеет определённый запас прочности и не рассчитана на высокое напряжение, которое возникает во время перенапряжений.

Повышение напряжения во время перенапряжений происходит настолько быстро, что не допускает применения для защиты от него каких-либо реле с подвижной системой, обладающей инерцией. На электровозах в качестве защиты от перенапряжения применяются в настоящее время алюминиевые и тиритовые разрядники; в виде опыта на нескольких электровозах установлены вилитовые разрядники.

Алюминиевый разрядник. Работа алюминиевого разрядника основана на вентильном свойстве окислов алюминия. Если в щёлочный электролит погрузить два электрода из алюминия и приложить к этим электродам некоторое напряжение, то первоначально через электроды и электролит потечёт значительный ток, определяемый

внутренним сопротивлением этого элемента. При протекании тока на аноде появится слой окиси и гидроокиси (водной окиси) алюминия, что вызовет значительное повышение внутреннего сопротивления элемента, в результате чего ток почти прекратится, т. е. элемент будет «заперт». Когда повышается напряжение, приложенное к электродам такого элемента, величина тока, начиная с некоторого значения напряжения, начнёт резко возрастать; при уменьшении напряжения вентильное действие элемента восстанавливается.

Алюминиевый разрядник состоит из ряда последовательно соединённых элементов. Число элементов разрядника при напряжении в контактной сети 3 000 в равно 12, при напряжении 1 500 в—6.



Фиг. 413. Разобранный элемент алюминиевого разрядника

В каждом элементе имеется два алюминиевых электрода. Положительный электрод (анод) изготавливается из листового алюминия толщиной 1,5 мм и имеет крупные гофрированные складки для увеличения поверхности. Отрицательный электрод (катод) изготавливается из листового алюминия толщиной 1 мм и обхватывает с двух сторон анод (фиг. 413). Алюминиевые пластины укрепляются

болтами на фарфоровой крышке, на которой отмечена полярность электродов.

Электроды элементов разрядника помещаются в прямоугольные стеклянные банки ёмкостью около 1 л и размером $60 \times 114 \times 140$ мм. Банки наполняются щёлочным электролитом. Сверху электролит заливается слоем масла толщиной 5—6 мм. Масло служит защитой от испарения воды из электролита, а также предохраняет от коррозии (разъедания) алюминиевые электроды на границе электролита и воздуха, где они особенно подвержены разрушению.

Соединённые последовательно элементы присоединяются к пантографу и земле (кузову электровоза). Через разрядник всё время проходит ток в несколько миллиампер, который поддерживает его нормальное состояние.

При возрастании напряжения в контактной сети, что может иметь место, например, в момент грозового разряда, плёнка окиси, покрывающая пластины элементов, пробивается, внутреннее сопротивление элементов падает и через разрядник проходит значительный ток.

5. Напряжение, при котором пробивается плёнка окиси, называется критическим (составляет около 350 в на элемент). При понижении напряжения в контактной сети плёнка на пластинах восстанавливается и величина тока падает.

Алюминиевый разрядник отличается постоянством величины

критического напряжения, вследствие чего пробивное напряжение может быть выбрано с небольшим превышением над рабочим напряжением сети.

В отношении своего действия алюминиевый разрядник напоминает работу предохранительного клапана, который во время превышения давления выше установленного открывается, выпускает излишек воздуха или пара и, когда давление понижается, сам автоматически закрывается.

Элементы разрядника могут иметь разные внутренние сопротивления, что вызывает неравномерное распределение падений напряжения между соединёнными последовательно элементами и срабатывание элементов с повышенным внутренним сопротивлением. Чтобы достигнуть равномерного распределения напряжения по элементам последовательно соединённой батареи разрядника, параллельно каждому элементу включены трубчатые уравнилительные сопротивления приблизительно в $10\,000\text{ ом}$ каждое (фиг. 373—разрез трубки типа ТС).

Напряжения на зажимах этих сопротивлений почти равны между собой, а напряжения на электродах элементов батареи равны напряжению на зажимах сопротивлений.

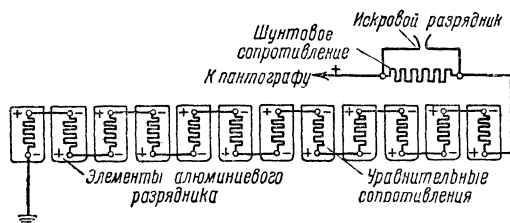
Между первым элементом и пантографом (фиг. 414) включается искровой разрядник, параллельно которому присоединяется шунтовое трубчатое сопротивление в $10\,000\text{ ом}$. Когда напряжение ниже критического, это сопротивление ограничивает ток, протекающий через элементы разрядника.

Когда напряжение достигает критической величины, искровой разрядник пробивается и сопротивление шунтируется этим разрядником.

На фиг. 415 показан алюминиевый разрядник типа АР-1А, установленный на электровозах, работающих под напряжением $3\,000\text{ в}$.

Батарея алюминиевого разрядника состоит из четырёх групп элементов по три в каждой группе. Элементы 2 соединены между собой перемычками. Вся батарея помещена в железный ящик 1, в котором имеется специальный фарфоровый ввод 4 для кабеля высокого напряжения. Около ввода помещено шунтовое сопротивление 3, включённое параллельно искровому разряднику.

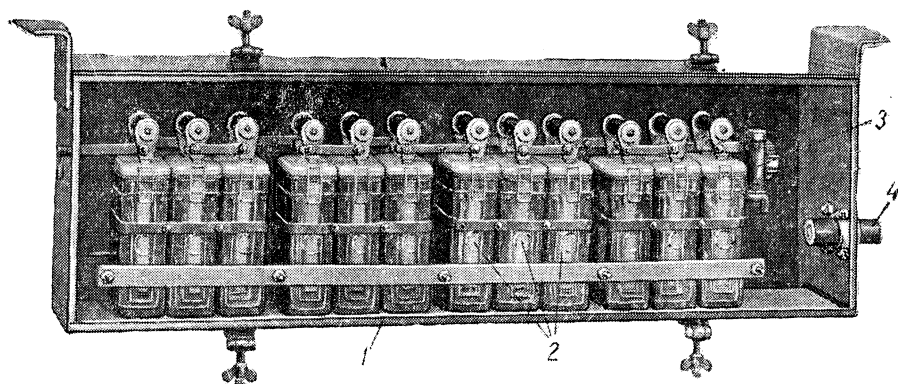
Алюминиевый разрядник работает нормально в пределах от -2 до $+40 \div 45^\circ$. Более низкая температура, чем -2° , приводит к замерзанию электролита. Поэтому в зимнее время алюминиевые разрядники обычно снимаются с электровоза.



Фиг. 414. Схема соединения сопротивлений и элементов алюминиевого разрядника

При температуре выше $+45^{\circ}$ слой окиси алюминия растворяется в электролите, и разрядник начинает пропускать значительный ток, который перегревает и повреждает его.

Процесс создания слоя окиси на электродах, называемый процессом формовки, заключается в следующем. Наполненные электролитом и залитые маслом банки элементов присоединяются каждая в отдельности к источнику постоянного тока в 250—300 в. Последовательно с элементом включается ламповый реостат, который ограничивает ток до 1 а. По лампам можно судить об образовании плёнки: они сначала горят ярко, а затем быстро гаснут, что указывает на готовность плёнки. Если лампы с самого начала не загораются,



Фиг. 415. Алюминиевый разрядник типа AP-1A

то следует разомкнуть цепь и опять замкнуть её. По искре во время размыкания можно судить, замкнута цепь или нет. Если имеется искра, то это значит, что плёнка окиси уже есть. Если плёнка растворилась, то необходимо пропускать ток довольно продолжительное время, чтобы снова получить её. При этом необходимо следить, чтобы не происходило кипения электролита.

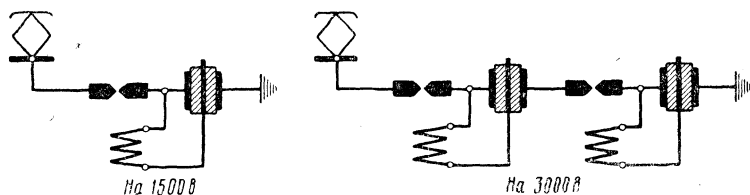
Электролит наливается в банки до указательной линии, нанесённой на расстоянии 25 мм от верха банки. Этот уровень должен поддерживаться во всё время работы разрядника.

Если электролит в элементе приобретает чёрную или коричневую окраску, то это показывает, что уравнительное сопротивление, включённое параллельно элементу, отключилось и данный элемент перегружен током. Если после восстановления цепи сопротивления окраска не пропадёт, то необходимо сменить электролит.

Электролит для разрядника изготавливается из борной кислоты, дистиллированной воды, аммиака и глицерина.

Для заливки электролита сверху применяют парфюмерное или вазелиновое масло. На один элемент идёт около 0,95 л электролита и 30 см³ масла.

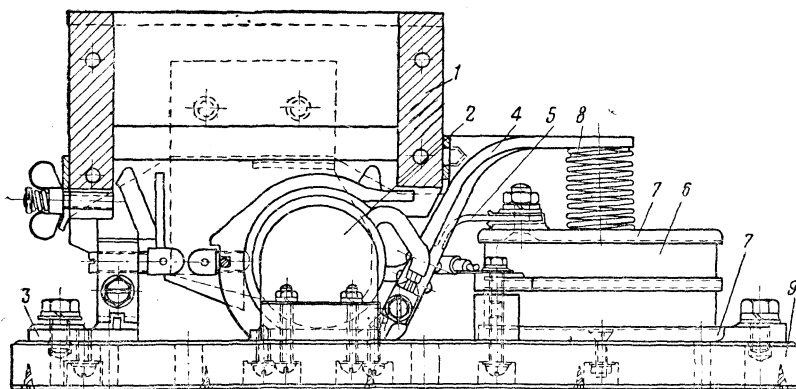
Тиритовый разрядник. Чувствительность алюминиевого разрядника к температуре окружающей среды, возможность растворения плёнки окиси алюминия, если разрядник длительное время находится без напряжения, и ряд других свойств, осложняющих его эксплуатацию, заставили конструкторов создать другие типы разрядников. Так, на электровозах, построенных в период 1938—1948 гг., устанавливались тиритовые разрядники. Эти разрядники по защитным свойствам и надёжности в эксплуатации несколько



Фиг. 416. Схема включения тиритовых разрядников

уступают алюминиевым, но менее чувствительны к колебаниям температуры и требуют меньше ухода.

Тиритовый разрядник на 1 500 в (фиг. 416) имеет искровой промежуток, последовательно с которым включено поглощающее сопротивление из двух тиритовых дисков. Параллельно одному из дисков включена дугогасительная катушка, создающая магнитное

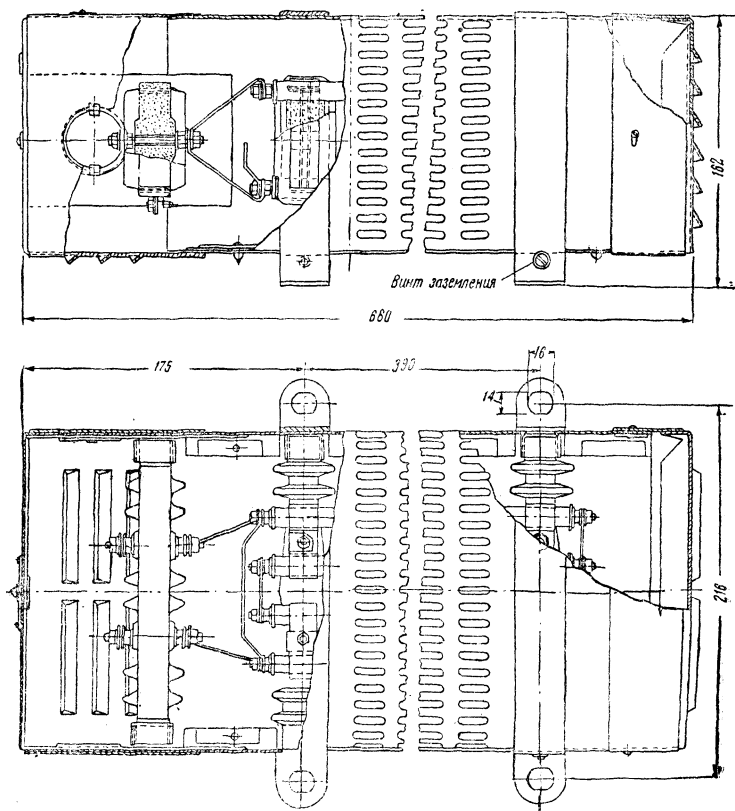


Фиг. 417. Тиритовый разрядник

поле для гашения дуги, возникающей при действии разрядника в искровом промежутке. Когда напряжение в контактной сети возрастает, искровой промежуток пробивается и через него и тиритовые диски ток разряда проходит в землю. Так как тирит уменьшает сопротивление при увеличении тока, то напряжение на разряднике повышается незначительно. Это способствует быстрому разряду и снижению напряжения в контактной сети до нормальной вели-

чины. Падение напряжения приводит к уменьшению тока и повышению сопротивления тиритовых дисков, поэтому дуга в искровом промежутке при помощи магнитного дутья легко рвётся. После этого разрядник снова готов к действию.

На фиг. 417 показана конструкция разрядника на напряжение 1 500 в. Дугогасительная катушка 2, имеющая 475 витков, помещена в дугогасительной камере 1, в нижней части которой расположен



Фиг. 418. Трубчатая печь типа ПЭТ

искровой промежутков. Тиритовые диски 6 зажаты между бронзовыми полированными дисками 7 пружиной 8. Между тиритовыми дисками помещён медный диск, являющийся выводом для подключения искрогасительной катушки 2. Искровой промежуток одним своим полюсом соединён с выводным зажимом 3, а другим через латунный кронштейн 4 и мягкий шунт 5 с тиритовыми дисками. Весь элемент смонтирован на изоляционной доске 9. Тиритовые диски изготовляются из смеси глины, графита и карборунда. Диаметр дисков 100 мм, высота 17 мм.

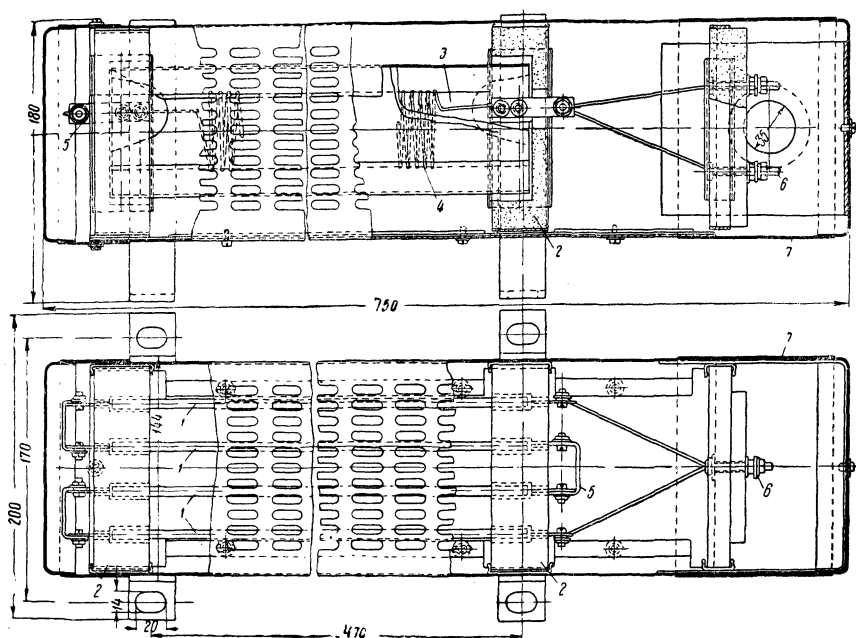
Тиристовый разрядник на напряжение 3 000 в представляет собой два последовательно включённых разрядника на 1 500 в (фиг. 416).

15. Электрические печи

Для отопления кабин машиниста в холодное время года применяются электрические печи.

На большинстве электровозов установлены трубчатые печи типа ПЭТ (фиг. 418).

Каждая такая печь имеет восемь трубок, через которые пропущены проволочные спирали, запрессованные в кварцевый песок.



Фиг. 419. Печь типа ЖС-4

Трубки укреплены в изоляторах, помещённых в железном перфорированном кожухе. Все восемь трубок включены последовательно.

Печи типа ПЭТ выполнены на напряжение 750 в и включаются при напряжении в контактном проводе 3 000 в по четыре последовательно, а при напряжении 1 500 в — по две последовательно. Мощность печи типа ПЭТ составляет 1 квт, потребляемый ток — 1,33 а и сопротивление — 566 ом. При закрытом кожухе все токопроводящие части печи не доступны для непосредственного касания.

Для заземления кожуха печи имеет контактный винт, обеспечивающий контакт между кожухом и кузовом электровоза.

Трубки печи рассчитаны на работу в течение 600 час.

В каждой кабине машиниста установлено обычно по 6 печей.

На некоторых электровозах ещё сохранились печи типа СЖ-4 (фиг. 419), имеющие при напряжении на зажимах 750 *в* мощность 1 *квт*. Печь типа СЖ-4 собрана из четырёх элементов 1, которые укрепляются на изоляторах 2 из горшечного камня на расстоянии 28 *мм* друг от друга. Изоляторы помещены в кожухе печи.

Кожух выполнен из перфорированного железа толщиной 1 *мм* и имеет четыре лапки для крепления в вертикальном или горизонтальном положении.

Каждый элемент печи состоит из миканитовой полосы 3, на которую намотана нихромовая, никелиновая или фехрелевая проволока 4. Полоса миканита 3 вместе с обмоткой обложена листами миканита и опрессована листовым железом.

Обмотки отдельных элементов соединены между собой последовательно медными шинками 5, а от крайних элементов сделаны выводы к зажимам 6, к которым через отверстие в колпаке 7 подведены высоковольтные кабели.

На электровозах серии *С^и* печи каждой кабины включены последовательно и выполнены в виде отдельных радиаторов: одного радиатора из двенадцати элементов на общую мощность в 1,2 *квт*, одного радиатора из шести элементов на 0,6 *квт* и двух радиаторов для обогрева ног из двух элементов по 0,2 *квт*. Элемент сопротивления состоит из плоской хромоникелевой проволоки, навитой на слюдяную основу, и защищён изолированной коробкой.

Печи, предназначенные работать при напряжении в контактном проводе 3 000 *в*, должны испытываться на электрическую прочность переменным током напряжением 7 000 *в* между кожухом и одним из зажимов. Изоляция обмотки печи от корпуса должна быть не менее 1 *мм* как в холодном, так и в горячем состоянии.

16. Выключатель тока управления

Выключателем тока управления, установленным в каждой кабине машиниста, производится отключение от источника тока цепей управления тяговыми двигателями.

На большинстве электровозов установлены выключатели тока управления типа ВУ-7В (фиг. 420). Корпус 1 этого выключателя выполнен из карболита. Нож 10, насаженный на валик 5, фиксируется в положении включения и выключения собачкой 4. Неподвижным контактом является бронзовая плоская пружина 9, укрепленная на клемме 7. Гашение дуги при разрыве тока происходит в камере 8, выполненной из асбестоцемента. Поворот ножа 10 производится несъёмной рукояткой 6, изготовленной из прессованной изоляционной массы.

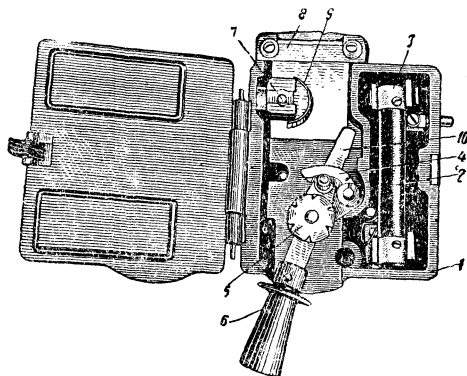
В отдельном углублении корпуса 1 расположен трубчатый предохранитель 2, удерживаемый бронзовыми пружинящими контактами 3.

Начиная с 1952 г., на электровозах устанавливается выключатель тока управления типа ВУ-221 (фиг. 421) с контактом мгновенного действия. Этот выключатель состоит из основания 1, к которому прикреплены помещённые в отдельные коробки предохранитель 2 и выключатель. При повороте ручки 3 выключателя влево контактная

пластина 4 прижимается под действием пружины 5 к контакту 6 и замыкает цепь управления. Выключатель типа ВУ-221 снабжён дугогасительной катушкой и дугогасительной камерой.

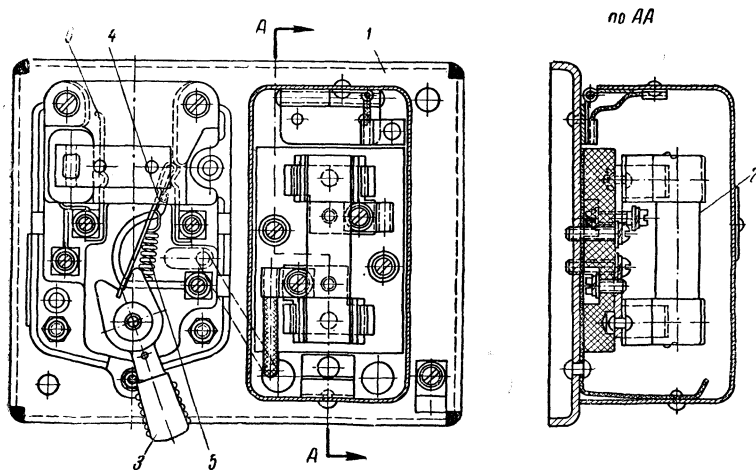
На электровозах, построенных до 1937 г., устанавливались выключатели типа ВУ-100-50, имеющие съёмную металлическую ручку. Выключатель тока управления типа ВУ-100-50 представляет

собой железный сварной ящик (фиг. 422), в котором к изоляционной доске 1 прикреплены вилка 2 и вращающийся нож 3. В выключенном состоянии нож 3 удерживается пружиной 5. Врубание ножа 3 в вилку 2 производится съёмной рукояткой, зуб которой, проходя через отверстие 6 в крышке выключателя, зацепляется за выемку скобы 7. Эта скоба укреплена на ноже 3, но от него изолирована. Вырез 6 расположен таким образом, что снять рукоятку с выключателя тока управления возможно лишь при выключенном положении ножа.



Фиг. 420. Выключатель тока управления типа ВУ-7В

управления возможно лишь при выключенном положении ножа.

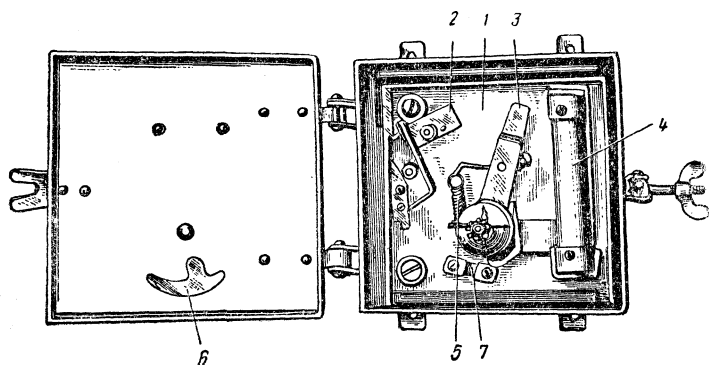


Фиг. 421. Выключатель тока управления типа ВУ-221

Последовательно с ножом 3 включён плавкий предохранитель 4.

Выключатель выполнен на напряжение 100 в и длительный ток 20 а. Вес его около 5 кг.

Во время осмотра выключателя тока управления следует проверять работу фиксирующего механизма и состояние поверхности контактов, удалять следы подгара и слегка смазывать трущиеся части. Перегоревший предохранитель нужно заменять новым и ни



Фиг. 422. Выключатель тока управления типа ВУ-100-50

в коем случае не допускать подмены его простой проволокой, так как перегорание проволоки может вызвать порчу всего аппарата.

17. Кнопочные выключатели

Для включения контакторов вспомогательных машин, управления пантографами, включения быстродействующего выключателя, отопления и освещения и восстановления реле вспомогательных машин в кабинах машиниста установлены кнопочные выключатели, т. е. выключатели ручного действия с кнопочным приводом.

На части электровозов имеются также кнопочные выключатели вне кабины машиниста — в помещении вспомогательных машин (кнопочные выключатели двойной тяги).

Каждый кнопочный выключатель состоит из группы кнопок, смонтированных на общем основании.

Кнопочные выключатели для управления вспомогательными машинами, пантографами и быстродействующими выключателями снабжены сверху съёмной ручкой, которая запирает все ответственные кнопки выключателя. Этим достигается гарантия, что при снятой ручке данные кнопки будут разомкнуты. На кнопочных выключателях освещения и отопления электровоза предусмотрены индивидуальные плавкие предохранители.

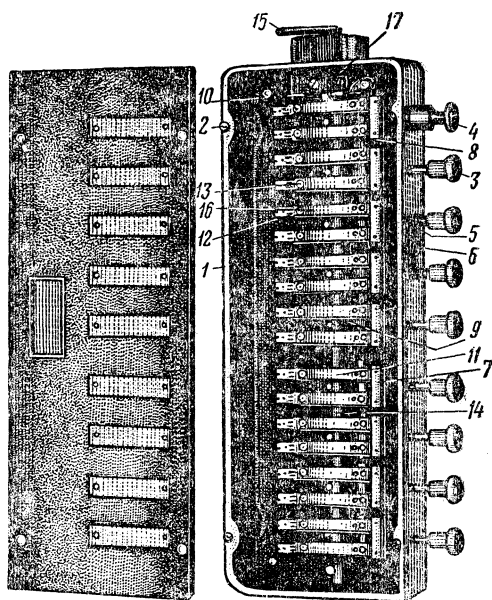
Кнопочные выключатели, установленные в кабинах машинистов электровозов с переключателями мотор-вентиляторов, имеют механическую блокировку между кнопками, включающими вентиляторы на низкую и высокую скорость, вследствие чего одновременно можно замкнуть только одну из этих кнопок.

Кнопки, управляющие включением катушки «Возврат» быстродействующего выключателя и катушки восстановления реле перегрузки вспомогательных машин, имеют возвращающие пружины, размыкающие контакты после прекращения нажатия на кнопку. Возвратная пружина гарантирует в этом случае размыкание цепи, если даже машинист забудет это сделать.

На электровазях применяются кнопочные выключатели типа КУ с различным количеством и расположением кнопок.

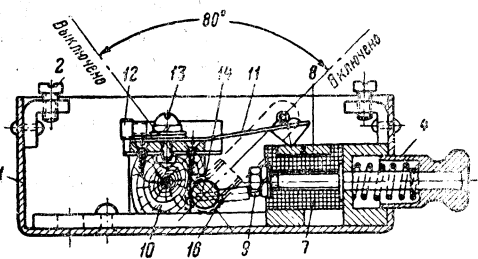
На фиг. 423 и 424

показан один из кнопочных выключателей со съёмной ручкой 15 и механической блокировкой 5, вращающейся на штифте 6, укрепленном на корпусе 1. Корпус 1 выполнен в виде коробки литой или сварной конструкции. Коробка закрывается крышкой, которая держится винтами 2. К дну коробки прикреплена изоляционная рейка 10. На рейке винтами 13



Фиг. 423. Кнопочный выключатель типа КУ

укреплены контактные пальцы 11. Эти же винты укрепляют конечники 12 для проводов. В боковой стенке корпуса 1 имеются вырезы, через которые проходят стержни кнопок 3 и 4 (последняя с возвращающей пружиной). Внутри корпуса стержни кнопок пропущены через изоляционные колодки 7 и имеют на концах гайки 9, удерживающие эти колодки. Колодки несут на себе контактные сегменты 8. Когда нажимается



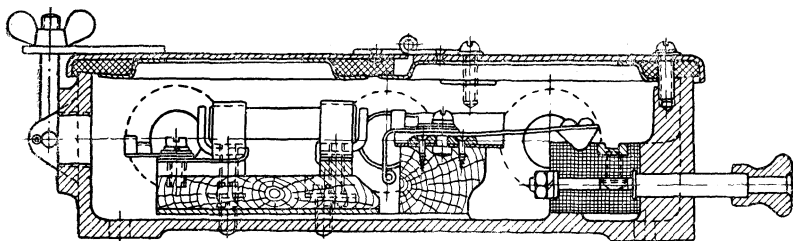
Фиг. 424. Разрез кнопочного выключателя

кнопка, этот сегмент попадает под соответствующие пальцы, которые и замыкаются. В сегментах контактов кнопок без возвратной пружины прорезаны канавки, куда западают сухарики пальцев, чем фиксируется их положение. Съёмная ручка 15 надевается на

конец запорного стержня 14, который помещён между пальцами и задней стенкой корпуса. На стержне 14 имеется ряд штифтов 16, которые при повороте ручки 15 упираются в колодки 7 и не дают им возможности перемещаться. Для фиксации положений стержня 14 в верхней части коробки укреплена плоская пружина 17. Ручка 15 может быть снята со своего места только тогда, когда заперты кнопки.

На фиг. 425 показан разрез кнопочного выключателя с литым корпусом, в котором, помимо выключателей, расположены трубчатые плавкие предохранители.

Этот кнопочный выключатель имеет две отдельные крышки: одну для закрывания выключателей, закрепляемую винтами, и другую для камеры предохранителей, на петлях, с легко отпирающимся барашковым или пружинным затвором, чем обеспечивается лёгкая смена перегоревших предохранителей. Кнопочные



Фиг. 425. Разрез кнопочного выключателя с плавкими предохранителями

выключатели рассчитаны на напряжение 125 в и допускают через пальцы длительный ток 10 а. Давление пальцев должно быть в пределах 1—2,5 кг.

После износа сухариков пальцев больше чем на половину их толщины они должны быть заменены новыми. Контакты должны содержаться в чистоте и смазываться тонким слоем вазелина.

Начиная с 1952 г., на электровозах устанавливаются кнопочные выключатели типа КУ серии 30 (фиг. 426) с контактами мгновенного включения по типу выключателя ВУ-221.

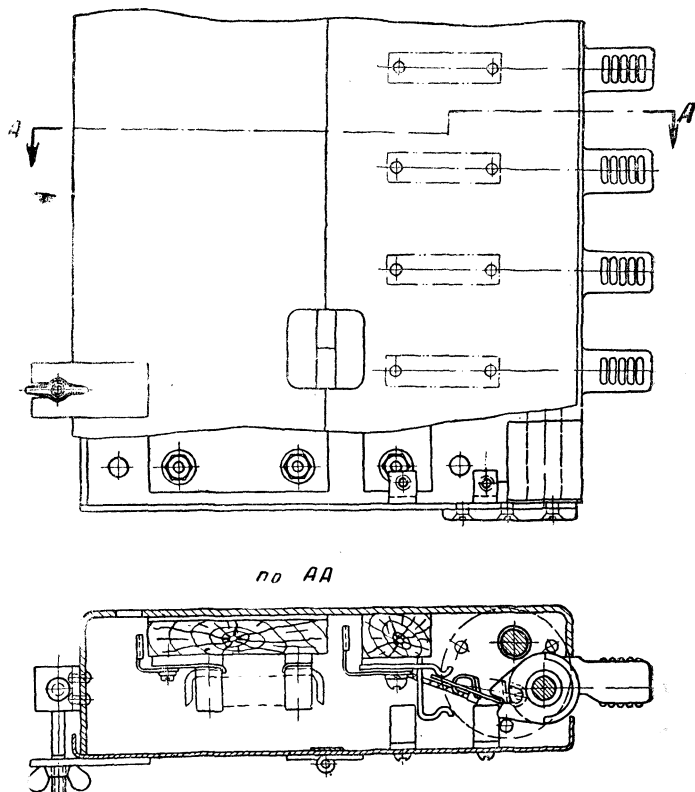
Расположения кнопок кнопочных выключателей для отдельных электровозов даны на схемах цепей управления.

18. Контроллер машиниста

Устройство. Контроллер машиниста служит для управления работой тяговых двигателей на моторном и тормозном режимах. Эти функции контроллер выполняет, включая и выключая в определённой последовательности провода цепи управления, т. е. включая в определённой последовательности те или иные аппараты силовой цепи тяговых двигателей.

По конструкции контроллеры машиниста бывают барабанного или кулачкового типа.

В барабанных контроллерах каждый элемент представляет собой сегмент барабана с расположенным по касательной к нему пружинным контактным пальцем (фиг. 427, I). При вращении барабана на определённый угол происходят замыкание и размыкание контактных пальцев и тем самым соответствующих цепей управления.



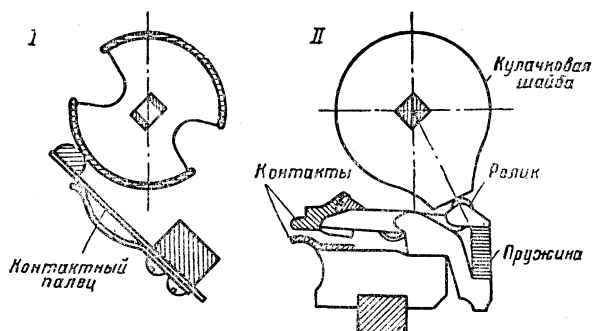
Фиг. 426. Кнопочный выключатель типа КУ новой конструкции

Кулачковые контроллеры состоят из укрепленных на отдельной стойке контакторных элементов, которые замыкаются или размыкаются при помощи кулачков, укрепленных на вращаемой рукояткой валу контроллера (фиг. 427, II).

В каждой кабине машиниста установлено по одному контроллеру.

Так как электровозы разных серий и выпусков имеют ряд отличий в своих схемах, то и их контроллеры отличаются между собой.

Электровозы без электрического торможения и с реостатным торможением имеют контроллеры машиниста с тремя рукоятками—главной, реверсивной и тормозной (ослабления поля). На электровозах с рекуперативным торможением контроллеры имеют четыре рукоятки—главную, реверсивную, тормозную и селективную.



Фиг. 427. Схема барабанного и кулачкового контроллеров

На электровозах серии С^и контроллер машиниста имеет три рукоятки, из которых одна несёт функции двух рукояток.

На фиг. 428 и 429 показаны внешний вид контроллера типа КМЭ-4Б электровозов серий ВЛ22^м и ВЛ22 с рекуперативным торможением и схема расположения его рукояток. Цифрами 1, 2, 3 и 4 соответственно обозначены главная, тормозная, селективная и реверсивная рукоятки.

Главная рукоятка имеет 36 позиций; 16-я, 27-я, 36-я позиции соответствуют ходовым скоростям электровоза (без реостата) при серийном, серийс-параллельном и параллельном соединениях тяговых двигателей. Все остальные позиции соответствуют разгону электровоза под реостатами.

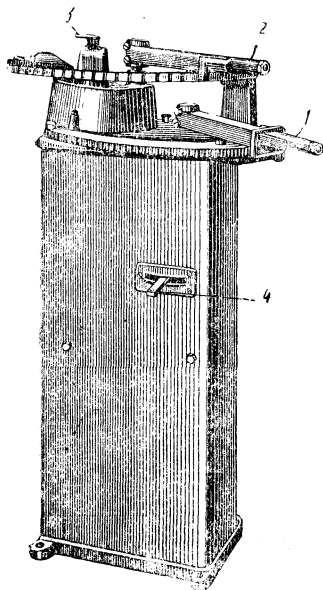
Реверсивная рукоятка управляет электромагнитными вентилями реверсоров. В отличие от остальных ручек контроллера реверсивная рукоятка съёмная и находится у машиниста или дежурного по депо. Вынимается реверсивная рукоятка только в положении «Стоп» и этим как бы запирает контроллер. Всего реверсивная рукоятка имеет три положения: «Вперёд», «Стоп» и «Назад».

Тормозная рукоятка служит, во-первых, для получения 1-й и 2-й ступеней ослабления поля тяговых двигателей (две позиции) и, во-вторых, для получения тормозной схемы включения тяговых двигателей (1-я тормозная позиция рукоятки) и регулирования тока возбуждения тяговых двигателей посредством изменения сопротивления в цепи независимого возбуждения возбудителя при рекуперативном торможении.

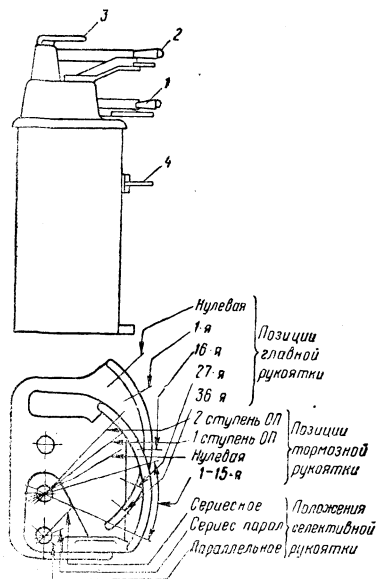
Селективная (избирательная) рукоятка контроллера служит для получения различных соединений тяговых двигателей при рекуперативном торможении, когда главная рукоятка может быть до-

ведена лишь до 16-й позиции. Эта рукоятка имеет три положения: сериесное (малая скорость), сериес-параллельное (средняя скорость) и параллельное (большая скорость).

На фиг. 430 показан контроллер типа КМЭ-4 со снятым кожухом, а на фиг. 431 дан поперечный разрез этого контроллера. К стойке 22, идущей по всей высоте контроллера, прикреплены контакторные элементы, замыкающиеся и размыкающиеся под действием кулачковых шайб 19 (фиг. 432), составляющих главный барабан контроллера.



Фиг. 428. Контроллер машиниста типа КМЭ-4



Фиг. 429. Схема расположения рукояток контроллера типа КМЭ-4

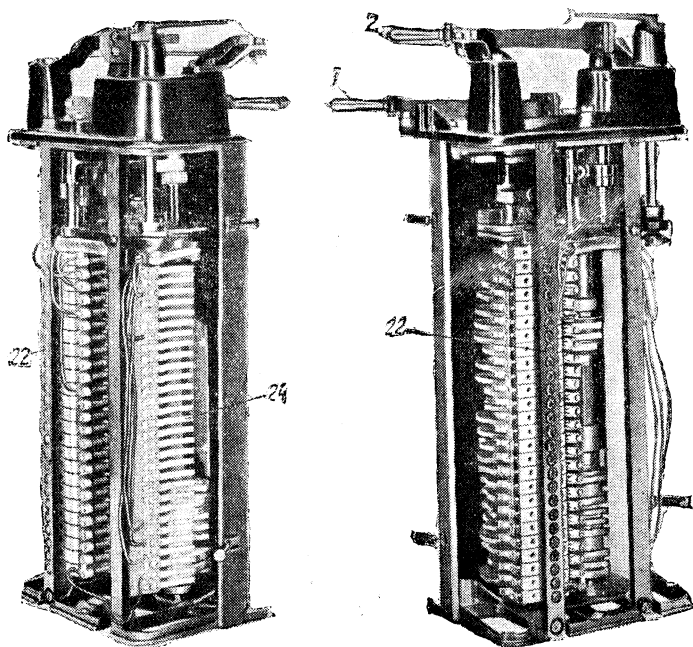
Тормозной барабан контроллеров выполнен частично из медного листа, выгнутого в цилиндр, имеющего форму в соответствии с развёрткой, изображённой на схемах цепи управления (см. главу X). Этот цилиндр прикреплён на держателях к валу 25 и изолирован от него. Часть тормозного барабана выполнена из латунных сегментов, укрепленных на деревянном цилиндре, насаженном на вал.

Контакты у этих барабанов осуществляются пружинящими пальцами 24, соединёнными с проводами управления.

Селективный барабан выполнен из ряда латунных сегментов, укрепленных на изоляционной колодке, связанной с валом и рукояткой.

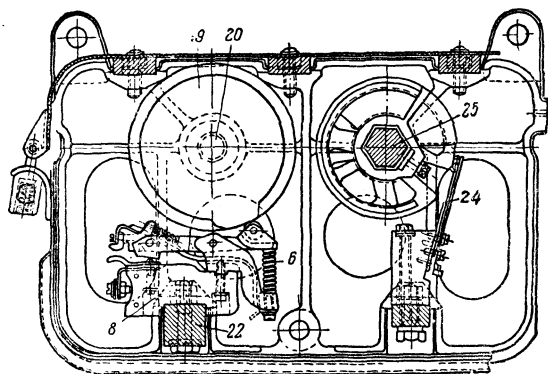
Валы барабанов контроллеров для уменьшения трения вращаются на шариковых подшипниках, укрепленных в корпусе контроллера.

Главная рукоятка 1 связана с главным барабаном контроллера через зубчатую передачу, состоящую из зубчатого сектора 26 и



Фиг. 430. Контроллер машиниста со снятым кожухом

шестерни 27, посаженной на ось 20 главного барабана (фиг. 433). Поэтому, когда главная рукоятка передвигается по часовой стрелке,



Фиг. 431. Поперечный разрез контроллера типа КМЭ-4

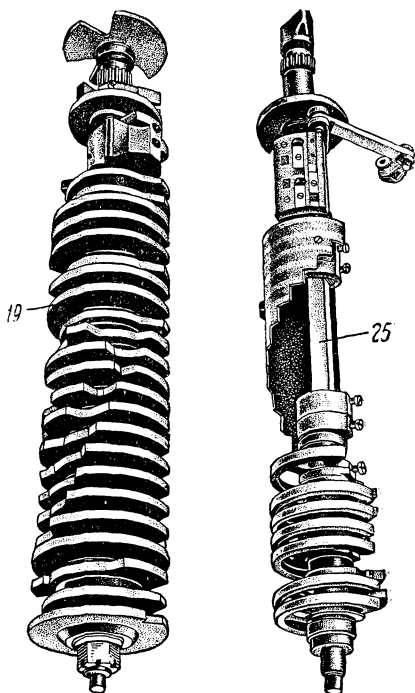
главный барабан вращается против часовой стрелки. Главная рукоятка контроллера имеет защёлку, зуб 28 которой входит в вырезы гребёнки 29, укрепленной на контроллере. Вследствие этого обеспечивается правильная установка рукоятки на всех позициях. Против вырезов в гребёнке указывается номер позиции. Кроме того, у главной рукоятки имеется кнопка, пропущенная через тело рукоятки. Эту кнопку необходимо нажимать в момент перевода рукоятки с 16-й на 17-ю или с 27-й на 28-ю позиции, так как иначе ручка, удерживаемая специальным уступом, не сдвинется.

Тормозная рукоятка имеет такой же передаточный механизм и такие же запорные устройства.

На главных и реверсивных барабанах контроллеров функции включения и выключения проводов управления исполняют контакторные элементы (фиг. 434).

Неподвижный контакт 17 вместе с шинкой 18 укреплен на изоляционной колодке 8. Подвижный контакт 12 винтом 14 укреплен на держателе 10. Под головкой винта 14 зажат конец гибкого шунта 13, соединяющего подвижный контакт с проводником, который крепится винтом 9 вместе с другим концом шунта. Держатель 10 сидит на оси 11, укрепленной на рычаге 5, и связан с этим рычагом пружиной 15. Рычаг 5 сидит на оси 23, укрепленной на держателе 21. Последний укреплен на изоляционной колодке 8. Пружина 6 всё время создаёт усилие на рычаг 5, поворачивающее его по часовой стрелке вокруг оси 23, т. е. в сторону включения контакта. Пружина 6 сидит свободно на штифте 7, укрепленном на держателе 21. Пружина 15, конец которой 16 входит в держатель 10, создаёт притирающий ход подвижного контакта.

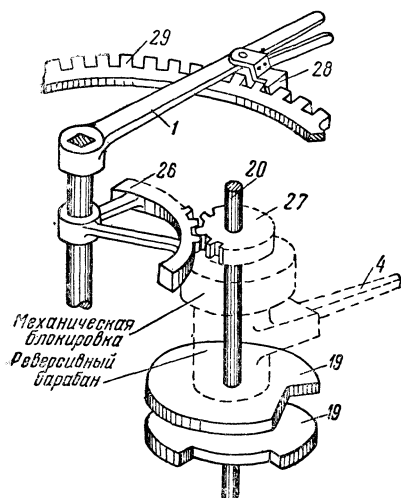
Кулачковая шайба 19 (фиг. 431), сидящая на оси 20, связанной с главной или реверсивной рукояткой, вращаясь в ту или иную сторону, своим кулачком нажимает на ролик. Последний нажимает через свою ось 24 на рычаг 5 и производит выключение контакта. Как только выступ кулачка пройдёт по ролику, пружина 6 снова включит контакт. Таким образом, изображённые ниже на



Фиг. 432. Главный и тормозной барабаны контроллера

схемах электровоза горизонтальные полосы у главного барабана контроллера представляют собой впадины на кулачковых шайбах, а самый главный барабан представляет набор таких шайб.

Кулачковые шайбы прессуются из изодина (обрезков бакелитовой бумаги). В центре шайбы имеется квадратное отверстие для установки её на вал.

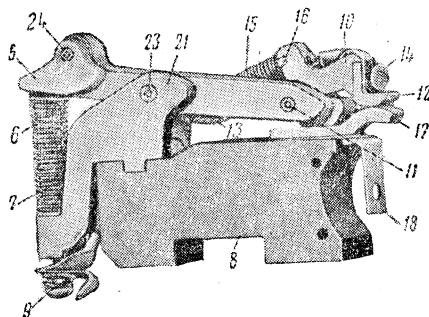


Фиг. 433. Схема привода главного барабана контроллера

поставлена в одну из рабочих позиций — «Вперёд» или «Назад». Реверсивная рукоятка не возвращается на нулевую позицию и не может быть вынута из контроллера, пока главная и тормозная рукоятки не возвращены на нулевые позиции.

Эта блокировка обеспечивает запираение главной и тормозной рукояток на нулевых позициях при снятии реверсивной рукоятки и препятствует переводу реверсора при замкнутой силовой цепи.

2. Тормозная рукоятка не переводится на позиции ослабленного поля, пока главная рукоятка не установлена на одну из ходовых позиций — 16-ю, 27-ю или 36-ю. Главная рукоятка не передвигается на следующие позиции, если тормозная находится на позициях ослабленного поля. При обратном движении главной рукоятки тормозная автоматически возвращается на нулевую позицию.



Фиг. 434. Контактный элемент контроллера

Эта блокировка предотвращает ошибочный пуск электровоза при ослабленном поле, что вызвало бы излишнюю перегрузку двигателей и пусковых сопротивлений.

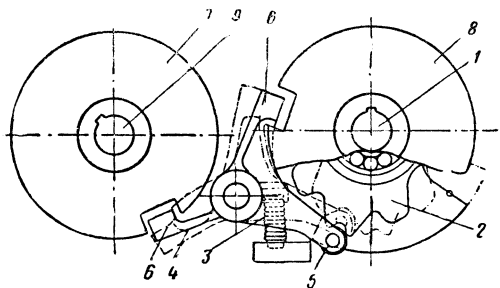
3. Селективная рукоятка не переводится с одной позиции на другую, если тормозная рукоятка установлена на одну из тормозных позиций. Эта блокировка требует предварительного выключения тормозного режима до перехода на тормозной режим при другом соединении двигателей.

4. Тормозная рукоятка не переводится на тормозные позиции до постановки главной на 1-ю позицию. На тормозных позициях тормозной рукоятки главная рукоятка не передвигается далее 16-й позиции, а при переводе на нулевую позицию тормозной рукоятки главная рукоятка запирается и остаётся запертой, пока тормозная рукоятка не будет возвращена на нулевую позицию.

Эти блокировки помогают машинисту соблюсти правильный порядок управления при рекуперативном торможении (см. главы X и XIII).

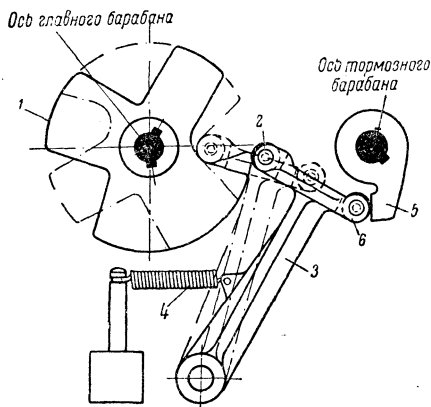
Блокировка между главным, тормозным и реверсивным барабанами (первое условие) осуществлена следующим образом (фиг.435). На валу 1 посажена звезда 2 реверсивного барабана, имеющая три впадины. К этой звезде под действием пружины 3 прижато плечо рычага 4 своим роликом 5. Рычаг 4 имеет ещё два плеча с выступами 6, которые находятся в плоскости шайбы 7 тормозного и шайбы 8 главного барабанов. Когда реверсивный барабан занимает среднее положение, ролик 5 западает в мелкую впадину на звезде 2 и выступы 6 рычага 4 западают в вырезы в шайбах 7 и 8. Последнее препятствует повороту главного 1 и тормозного 9 барабанов. Когда реверсивный барабан ставится в положение «Вперёд» или «Назад», ролик 5 западает в один из глубоких вырезов в звезде 2, отчего рычаг 4 под действием пружины 3 поворачивается в положение, показанное на фиг. 435 пунктиром; выступ 6 выходит из впадин шайб 7 и 8 и главный или тормозной барабан может быть повернут. Поворот же реверсивного барабана в этом случае станет невозможным, потому что выступ 6 рычага 4 упирается в боковые поверхности шайб 7 и 8 и не даёт возможности ролику 5 выйти из впадины звезды 2 реверсивного барабана.

На фиг. 436 показана механическая блокировка, осуществляющая второе условие. На оси главного барабана насажен блокировочный диск 1, имеющий три выреза, соответствующие 16-й, 27-й и 36-й



Фиг. 435. Механическая блокировка между главным, тормозным и реверсивным валами контроллера

позициям рукоятки главного барабана. На оси тормозного барабана также насажено блокировочное кольцо с выступом 5. В вырезы диска 1 на перечисленных позициях главной рукоятки западает ролик 2 рычага 3 под действием пружины 4 (на фиг. 436 это положение показано пунктиром). Отклонение рычага 3 даёт возможность повернуть тормозной барабан на некоторый угол по часовой стрелке, т. е. получить 1-ю и 2-ю ступени ослабления поля только на 16-й, 27-й или 36-й позиции главной рукоятки.



Фиг. 436. Механическая блокировка между главным и тормозным валами (блокировка ослабления поля)

Вал тормозного барабана связан с рукояткой через зубчатые секторы, поэтому тормозная рукоятка передвигается в данном случае против часовой стрелки (от себя). Когда главный барабан находится на каких-либо других позициях, ролик 2 удерживается на цилиндрической поверхности блокировочного диска 1. Ролик 6 не даёт возможности повернуться тормозному барабану по часовой стрелке, так как в него упирается выступ 5.

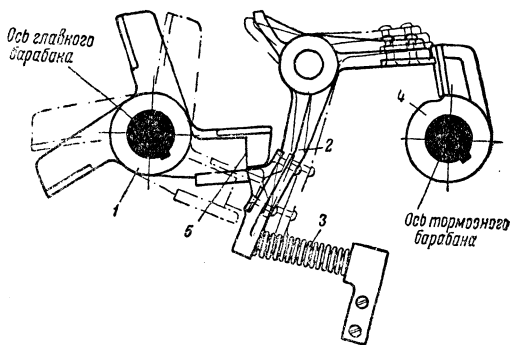
Когда главный барабан поворачивается по часовой стрелке с одной из позиций (16-й, 27-й или 36-й) в сторону выключения (к нулевой позиции), ролик 2 катится по стенке выреза и начинает отклонять рычаг 3 также по часовой стрелке. Если в это время тормозной барабан был установлен на одну из позиций ослабления поля, то ролик 6, нажимая на выступ 5, возвратит его в положение выключения ослабления поля.

У контроллеров электровозов серии ВЛ19 с реостатным торможением отсутствует селективная рукоятка, так как при реостатном торможении тяговые двигатели имеют только одно параллельное соединение. Первые две механические блокировки между рукоятками у этих контроллеров такие же, как у контроллеров электровозов с рекуперативным торможением.

Кроме того, тормозная рукоятка контроллеров электровозов с реостатным торможением может быть поставлена в тормозное положение только тогда, когда главная рукоятка находится на нулевой позиции, и, наоборот, передвижение главной рукоятки возможно только после постановки тормозной рукоятки на выключенное (моторное) положение.

На фиг. 437 показан механизм, препятствующий повороту тормозной рукоятки контроллера электровоза серии ВЛ19 с реостатным торможением в тормозное положение на рабочих позициях.

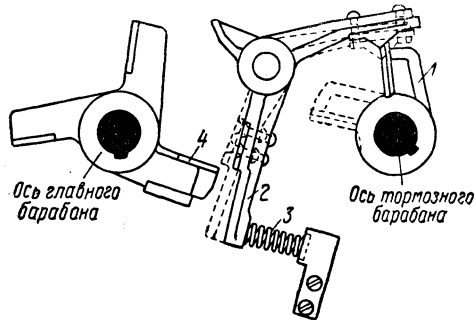
главной рукоятки. На оси главного барабана насажена на шпонке звёздочка 1, которая своим концом 5 в нулевом положении нажимает на выступ промежуточного рычага 2 (положение изображено пунктиром). Рычаг 2 является замком для тормозного барабана, на котором укреплено кольцо 4 с выступом. Как только главный барабан повернётся из нулевого положения на одну из рабочих позиций, конец 5 звёздочки 1 сойдёт с выступа рычага 2 и последний под действием пружины 3 повернётся на некоторый угол по часовой стрелке. Этим рычаг 2 создаст препятствие повороту тормозного барабана против часовой стрелки, т. е. на позиции торможения.



Фиг. 437. Механическая блокировка между тормозным и главным валами контроллера типа КМЭ-7

На фиг. 437 сплошными линиями показан механизм блокировки на 1-й позиции главной рукоятки.

На фиг. 438 показан механизм блокировки этого же контроллера, не позволяющий сдвинуть главную рукоятку с нулевой,



Фиг. 438. Механическая блокировка между главным и тормозным валами контроллера типа КМЭ-7

и 16-й и 27-й позиций при рабочих положениях тормозной рукоятки. На оси тормозного барабана укреплен рычаг 1, который на нулевой позиции тормозной рукоятки давит на выступ промежуточного рычага 2 и отжимает его против часовой стрелки. Когда тормозная рукоятка передвигается на одну из рабочих позиций, рычаг 1 сходит с выступа рычага 2 и последний под действием пружины 3 повернётся в положение, изображённое на фигуре пунктиром. При этом концы звёздочки 4, посаженной на ось главного барабана, будут упираться в выступ рычага 2 и не дадут возможности двигаться последнему против часовой стрелки, т. е. в сторону включения. Положение концов звёздочки при упоре в выступ рычага 2 соответствует нулевой, 16-й и 27-й позициям главной рукоятки контроллера.

У контроллеров электровозов, не имеющих электрического торможения, между главной, тормозной (ослабленного поля) и реверсивной рукоятками имеются блокировки, обеспечивающие такие же зависимости, как и первые две зависимости у контроллеров электровозов с электрическим торможением.

Основными типами контроллеров на электровозах с рекуперативным торможением являются контроллеры типа КМЭ-4А и КМЭ-4Б, отличающиеся между собой длиной рукояток. На части электровозов серии Сс установлены контроллеры типа КМЭ-2А, имеющие только контактные пальцы (барабанного типа) и выполненные в виде трёх отдельных корпусов, расположенных один над другим и связанных между собой в одно целое.

В нижнем корпусе контроллера расположены главный и реверсивный барабаны и рейки с пальцами к ним.

В среднем корпусе находятся селективный барабан и механическая блокировка контроллера. В верхнем корпусе размещён тормозной барабан.

Главный барабан имеет чрезмерно большой диаметр (306 мм), который не позволяет поместить другие барабаны рядом с ним, чем и вызывается многоступенчатость конструкции.

В этом отношении кулачковые контроллеры имеют большое преимущество. Одно и то же количество позиций даёт меньший диаметр кулачкового вала, чем барабанного, потому что там разрыв и набегание каждого пальца непосредственно составляют часть длины окружности барабана, а в кулачковом контакторе разрыв и притирание контактов могут быть больше, чем ход ролика в отношении плеч рычагов; кроме того, самый ход ролика может быть больше, чем развёрнутая длина одного переключения, отнесённая к образующей кулачка.

Если высота контроллера типа КМЭ-2А составляет 1 876 мм, то у более современных контроллеров, например типа КМЭ-4А, этот размер уменьшен до 1 165 мм; вес контроллера типа КМЭ-2А 260 кг, а контроллера типа КМЭ-4А—175 кг.

На электровозах серии ВЛ19 с реостатным торможением установлены контроллеры машиниста типов КМЭ-7А, КМЭ-7Б, КМЭ-18А, которые имеют три рукоятки—главную, реверсивную и тормозную.

На электровозах серии ВЛ19 на два напряжения установлены контроллеры типов КМЭ-17А и КМЭ-19А, первый из которых не имеет тормозной рукоятки.

Контроллеры типов КМЭ-18А и КМЭ-19А имеют на тормозном режиме по 20 позиций тормозной рукоятки.

На электровозах без электрического торможения наиболее распространённым типом контроллера является тип КМЭ-4В.

Контроллеры типа КМЭ выполнены на длительный ток 20 а и напряжение 150 в.

Контакторный элемент выдерживает длительный ток около 40 а при нажатии контактов 0,5—0,8 кг и ширине их 10 мм.

На фиг. 439 показан контроллер машиниста барабанного типа электро-
воза серии С^и. Этот контроллер имеет три барабана, вращающихся в под-
шипниках 5, укрепленных в корпусе. На барабанах укреплены медные
контактные полосы, расположение которых соответствует развёртке контрол-
лера, изображённой на схеме цепи управления электровоза серии С^и (см.
фиг. 514). Этот контроллер имеет
три барабана—главный 6, тормоз-
ной 8, реверсивный 7 и соответст-
венно им рукоятки 2, 13 и 10.

Реверсивный барабан 7, состоя-
щий из двух сцепленных бараба-
нов, служит не только для переме-
ны хода электровоза, но и для из-
менения соединения тяговых дви-
гателей при рекуперативном тормо-
жении.

Реверсивная рукоятка имеет од-
но нулевое (среднее) положение и
по три положения направо или на-
лево от нуля. Каждое из трёх по-
ложений соответствует серийному,
серийно-параллельному и параллель-
ному соединениям на рекуператив-
ном торможении. На моторном ре-
жиме реверсивную рукоятку можно
ставить на любую из трёх позиций.
Чтобы сдвинуть рукоятку с её сред-
него положения вправо или влево,
необходимо нажать на кнопку 11.
Возвращение рукоятки в нулевое
положение не требует нажатия на
кнопку.

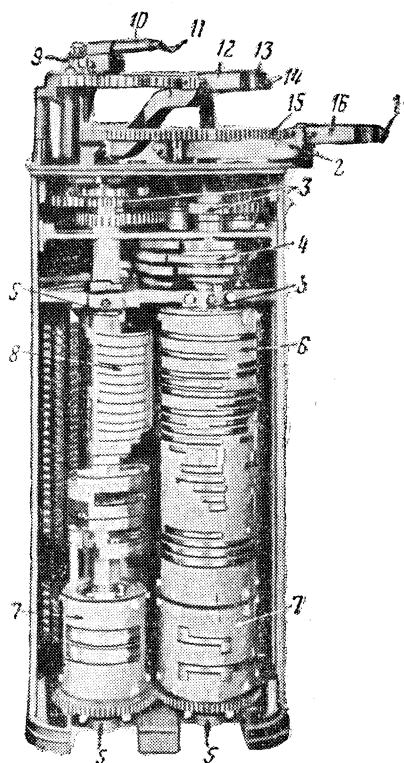
Реверсивная рукоятка блокиру-
ет две другие рукоятки контрол-
лера. Когда реверсивная рукоятка
находится в нулевом положении,
главная и тормозная рукоятки не
могут быть сдвинуты. Чтобы сдви-
нуть реверсивную рукоятку с нуле-
вого положения, необходимо вста-
вить ключ в особый замок 9. Этот
ключ может быть вынут только в
нулевом положении реверсивной ру-
коятки. Таким образом, пуск элек-
тровоза без ключа невозможен.

Барабаны контроллера имеют также ряд блокировок, аналогичных
блокировкам барабанов контроллеров типа КМЭ.

Так как реверсивный и селективный барабаны совмещены, а поворот
реверсивной рукоятки возможен лишь в нулевом положении главной и тор-
мозной рукояток, то исключается возможность изменения соединения дви-
гателей во время рекуперативного режима. Механическая блокировка
осуществляется при помощи кулачков 4 и зубчатых сегментов 3.

Во время передвижения главной и тормозной рукояток с позиции на
позицию необходимо отжимать защёлки 16 и 12 для освобождения собачки
из вырезов в секторе 15.

В момент перевода главной рукоятки с 16-й на 17-ю или с 27-й на 28-ю
позиции, кроме защёлки 16, нужно нажать кнопку 1; когда тормозная ру-
коятка переводится в положение шунтировки поля, надо кроме защёлки 12,
нажать и на кнопку 14, как у контроллеров КМЭ.



Фиг. 439. Контроллер машиниста
электровоза серии С^и

Осмотр контроллеров. Во время осмотра электровозных контроллеров типа КМЭ следует обращать внимание на величину нажатия пальцев и контакторных элементов. Нажатие пальцев должно быть в пределах 1—2,5 кг, притирание пальцев от 2 до 3 мм, нажатие контактов у контакторных элементов 0,5—1,0 кг, величина разрыва контактов от 4 до 9,5 мм, провал от 4 до 5,6 мм.

Пальцы, установленные на контроллере на тормозном барабане, должны быть так отрегулированы, чтобы они западали на 2—2,5 мм при сходе с сегментов. Пальцы, у которых износ контактного сухаря достиг больше половины толщины, должны быть заменены новыми.

Контакты контакторных элементов меняются в том случае, если толщина их становится меньше половины начальной.

Все контактные поверхности должны содержаться в чистоте. Контактные поверхности пальцев и сегментов следует смазывать тонким слоем вазелина для уменьшения износа.

При разборке контроллера машиниста во время ремонта шариковые подшипники должны тщательно промываться и набиваться смазкой.

Несоответствие между позициями главной или тормозной рукоятки и положениями главного или тормозного вала устраняется посредством установочных винтов, предназначенных для точной установки барабана относительно положения рукоятки.

Ролики контактных элементов следует смазывать небольшим количеством машинного масла.

19. Электромагнитные вентили

Устройство. Как было сказано выше, управление электропневматическими контакторами, поворот реверсора, группового переключателя тяговых двигателей, тормозного переключателя, переключателя мотор-вентиляторов и т. д. производится при помощи сжатого воздуха, выпуск и впуск которого осуществляются электромагнитными вентилями (клапанами).

Существует два вида электромагнитных вентилях—включающие и выключающие.

Вентили включающего типа осуществляют впуск сжатого воздуха в пневматические цилиндры аппарата или механизма при возбуждении электромагнитных катушек (прохождение тока по катушкам) и выпускают воздух из цилиндров в атмосферу при прекращении возбуждения (обесточивании) катушек.

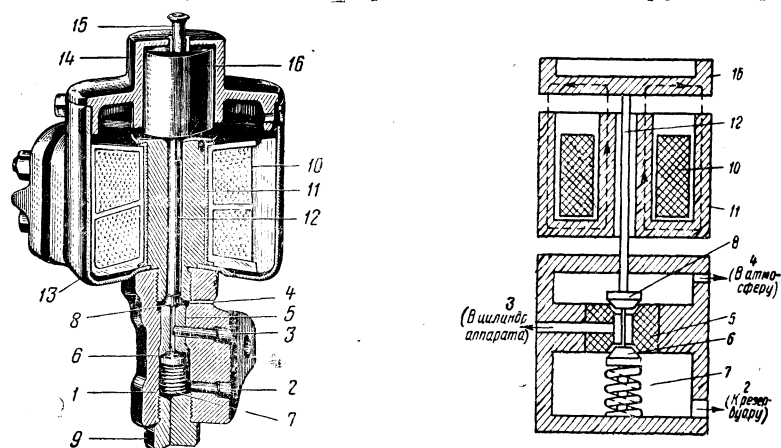
Выключающий вентиль имеет обратное действие, т. е. когда катушка не возбуждена, вентиль соединяет цилиндр механизма с резервуаром сжатого воздуха, а когда катушка возбуждена, сообщает его с атмосферой.

Каждый электромагнитный вентиль состоит из корпуса, в котором имеются клапаны, и электромагнита, управляющего этими клапанами.

По форме исполнения вентили разделяются на закрытые и открытые. Вентили закрытого типа снабжаются кожухом, защищающим катушку от пыли и влаги; у вентилей открытого типа защитой катушки служит её поверхностная изоляция. Внешние размеры вентилей открытого типа меньше, чем закрытого.

На фиг. 440 показаны включающий вентиль закрытого типа и его схема.

Внутри корпуса 1, отлитого из цилиндрического чугуна, помещена вся рабочая часть вентилей. Цилиндрический чугун отличается от простого более плотной структурой, вследствие чего сжатый воздух не просачивается сквозь стенки отливки. Корпус вентилей имеет фланец для крепления к цилиндру аппарата.



Фиг. 440. Включающий электромагнитный вентиль

В этом же фланце имеются отверстия 2 и 3, которые соответственно соединяют вентиль с резервуаром сжатого воздуха и цилиндром. Выше фланца в корпусе расположено выпускное отверстие 4, через которое воздух из цилиндра аппарата выпускается в атмосферу. Внутри корпуса запрессована бронзовая втулка 5 с седлами для клапанов и двумя отверстиями. Одно из этих отверстий идёт вдоль оси вентилей, а другое служит продолжением отверстия 3, т. е. ведёт к цилиндру аппарата. Впускной клапан 6 поддерживается в закрывающем положении расположенной под ним пружиной 7. Пружина вентилей во избежание ржавления обычно делается из бронзы. Ствол впускного клапана 6 проходит через отверстие в седле и упирается в выпускной клапан 8. Снизу корпус 1 закрыт пробкой 9, которая предусмотрена здесь для того, чтобы облегчить доступ к пружине и нижнему клапану на случай выемки их для ремонта, а также для проведения чистки и притирки впускного клапана.

Электромагнитная часть вентилей состоит из катушки 10, помещённой вместе с металлическим каркасом на сердечник 11. Сер-

дечник 11 ввёрнут в корпус 1. Сквозь отверстие в сердечнике 11 проходит ствол 12 выпускного клапана 8. Катушка 10 помещена в цилиндрический кожух 13, сваренный из листовой стали. Внутреннее пространство между катушкой и кожухом заливается массой, состоящей из каменноугольных смол. Эта масса хорошо отводит тепло от катушки и защищает её изоляцию от действия сырости и влаги. Сверху кожух 13 и катушка 10 закрыты крышкой 14, в которой помещён якорь 16. Якорь 16 имеет форму стакана и скользит в латунной втулке, запрессованной в крышку 14. Последняя обычно komponуется из стального штампованного кольца и фасонной стальной втулки, наглухо завальцованной в это кольцо. В дне якоря имеется отверстие, через которое внутренняя часть якоря сообщается с остальным пространством вентиля, что уменьшает потери на сжатие и разрежение воздуха при движении якоря. Сверху якоря помещена кнопка 15 («грибок») для ручного испытания действия вентиля. Выводы от катушки имеют специальные наконечники, в которые ввинчены болты, пропущенные сквозь карболитовый изолятор. Под головки болтов зажимают наконечники проводов цепи управления.

Впускной 6 и выпускной 8 клапаны выполнены из бронзы и притираются своими коническими поверхностями к седлу втулки 5.

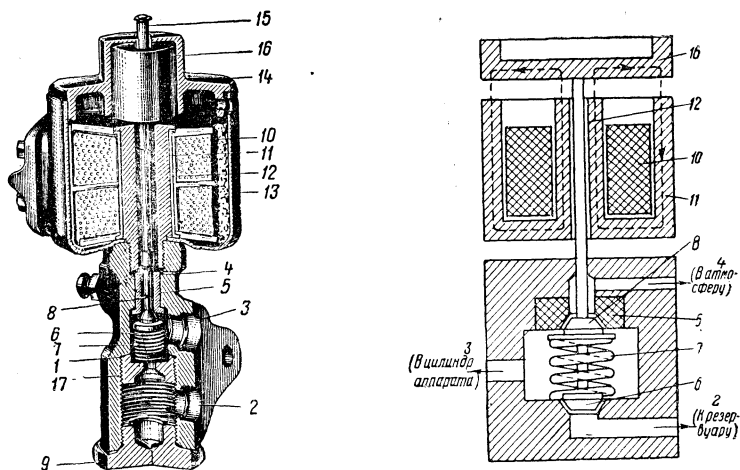
При невозбуждённой катушке 10 впускной клапан 6 прижимается своей пружиной 7 к седлу и закрывает доступ сжатого воздуха из резервуара в цилиндр, который в это время сообщён через выпускное отверстие 4 с атмосферой. Ствол впускного клапана входит в отверстие выпускного клапана 8 и поднимает его вместе с якорем 16, образуя воздушный зазор между якорем и сердечником 11.

При прохождении тока через обмотку катушки появляется магнитный поток, который проходит через сердечник 11, кожух 13, крышку 14, якорь 16 и воздушный зазор. Так как якорь 16 и втулка крышки 14 имеют большую поверхность, то магнитное сопротивление щели, образованной латунной втулкой, получается незначительным.

Как только магнитный поток достигнет определённой величины, при которой сила притяжения якоря к сердечнику превзойдёт сопротивление пружины 7, якорь притянется к сердечнику, нажмёт на ствол 12 выпускного клапана 8, а с ним вместе и на ствол впускного клапана 6. Размеры клапанов выбраны таким образом, что при определённом ходе якоря 16 выпускной клапан сядет на седло и тем закроет выпускное отверстие. Впускной клапан опустится и откроет впускное отверстие и вместе с ним доступ воздуха из резервуара в цилиндр. После прекращения возбуждения катушки пружина поднимает свой клапан в исходное положение, а выпускной клапан открывает выпускное отверстие. Ствол выпускного клапана, поднимаясь, возвращает якорь сердечника на прежнее место. На фиг. 441 показан в разрезе выключающий вентиль. В корпус 1 вентиля запрессована втулка 5, имеющая седло для выпускного клапана 8, ствол которого проходит через отверстие во втулке 5.

Пружина 7 всё время прижимает клапан 8 к своему седлу и тем разобщает канал 3, идущий к цилиндру аппарата, от выпускного отверстия 4. Внутри пружины 7 помещается впускной клапан 6, притёртый к седлу 17. Последний ввёрнут в корпус на резьбе с уплотняющей прокладкой. Снизу корпус закрыт пробкой 9. Через отверстие в магнитном сердечнике проходит штифт 12, упирающийся в якорь 16. Верхняя часть выключающего вентиля имеет такое же устройство, как и включающего вентиля; детали его обозначены теми же цифрами, что и соответствующие детали включающего клапана на фиг. 440.

Когда катушка вентиля не возбуждена, пружина 7 отжимает сверху выпускной клапан 8, открывая в то же время впускное от-



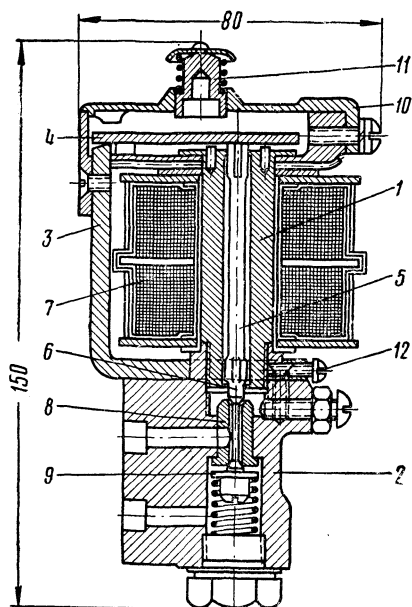
Фиг. 441. Выключающий электромагнитный вентиль

верстие. В этом случае цилиндр аппарата сообщается с резервуаром сжатого воздуха. Когда через катушку пройдёт ток, появится магнитный поток, который пройдёт через сердечник 11, кожух 13, крышку 14, якорь 16 и воздушный зазор. Якорь притянется к сердечнику и надавит вниз на штифт 12; штифт отождёт от седла выпускной клапан 8 и прижмёт впускной клапан 6. Этим откроется путь для выпуска сжатого воздуха из цилиндра в атмосферу. Вентили включающего типа имеются у электропневматических контакторов, реверсоров, тормозных и групповых переключателей быстродействующего выключателя. Вентили выключающего типа применяются в пневматической системе песочниц электро-возов и на групповых переключателях.

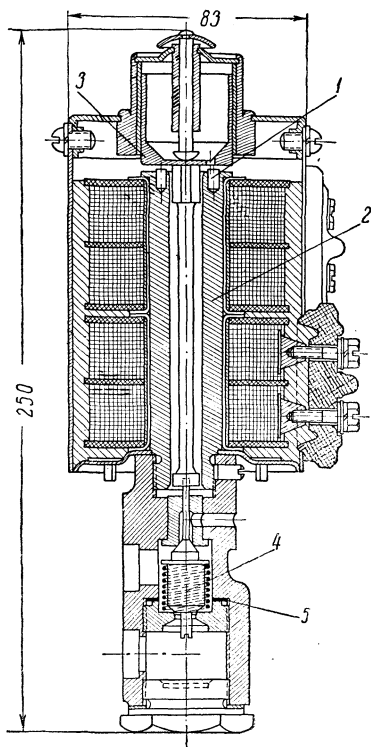
На контакторах и некоторых аппаратах установлены включающие вентили открытого типа (фиг. 442 и 323). В вентиле открытого типа магнитный поток замыкается через сердечник 1, корпус 2, ярмо 3 и якорь 4. Последний опирается с одной стороны на острую

грань ярма 3, а с другой — на конец ствола 5 верхнего выпускного клапана 6. Сердечник 1 закрепляется относительно ярма 3 стопорным винтом 12; ядро 3 вентиля выполнено из полосовой стали.

Сердечник и якорь защищены от попадания грязи крышкой 10, изготовленной из цинкового сплава и состоящей из двух частей — нижней, привинчиваемой к ярму и зажимаемой заплечиками, которыми оканчивается в верхней части сердечник, и верхней, которая при ремонте или чистке вентиля снимается. В верхней части крышки 10 имеется кнопка 11 для ручного включения вентиля. При



Фиг. 442. Включающий вентиль открытого типа



Фиг. 443. Выключающий вентиль закрытого типа с двумя катушками

возбуждении катушки 7 якорь опускается, прижимая выпускной клапан 6 к седлу 8, и открывает впускной клапан 9.

На фиг. 443 показан двухкатушечный выключающий вентиль группового переключателя на три положения типа ПКГ.

Медные штифты 1, вклепанные в торец сердечника 2, предотвращают прилипание якоря 3 при движении его снизу вверх и ограничивают ход якоря при износившемся впускном клапане 4.

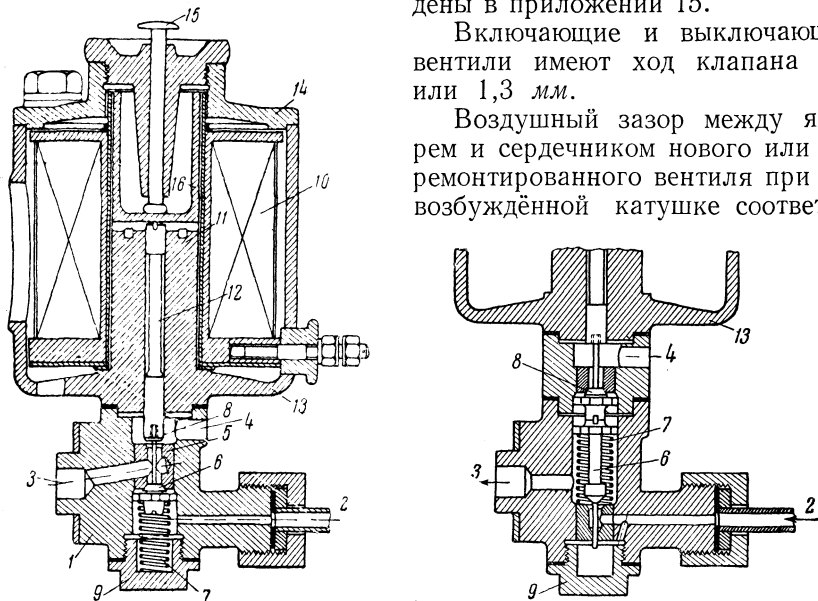
На фиг. 444 показаны вентили включающего (слева) и выключающего (справа) типов электровоза серии Си. Обозначения на фигуре соответствуют обозначениям клапанов, показанных на фиг. 440 и 441. Работа этих клапанов ничем не отличается от работы клапанов, описанных выше.

Катушки электромагнитных вентилей выполнены на рабочее напряжение 50 в и имеют изоляцию обмоток по отношению корпуса на 600 в. Нормально вентили могут работать при давлении воздуха от 5 до 7 ат.

Первоначально катушки вентилей реверсоров, тормозных и групповых переключателей выпускались сопротивлением 211 ом. Эти вентили срабатывают при токе 0,085 а и давлении 5 ат. Затем завод перешёл на выпуск катушек сопротивлением 156 ом, действующих при токе 0,092 а. Данные катушек вентилей приведены в приложении 15.

Включающие и выключающие вентили имеют ход клапана 0,9 или 1,3 мм.

Воздушный зазор между якорем и сердечником нового или отремонтированного вентиля при не-возбуждённой катушке соответст-



Фиг. 444. Электромагнитный вентиль электровоза серии С^и

венно должен быть равен 2,2 или 2,6 мм, а после возбуждения электромагнита зазор во всех вентилеях должен быть равен 1,3 мм. Предельная величина зазора, при котором клапан меняется или удлиняется, равна 0,8 мм.

Эксплуатация вентилей. Приведённые выше величины зазоров вентилей должны точно выдерживаться, так как уменьшение воздушного зазора против нормального может вызвать заедание клапанов в нижнем положении при выключенной катушке, а увеличение может привести к тому, что клапаны не будут опускаться при возбуждении катушки.

Для проверки хода клапанов применяют микрометр или калибр (фиг. 445). При измерении калибр ставят лапками на торец сердечника так, чтобы ствол клапана был прижат впадиной калибра.

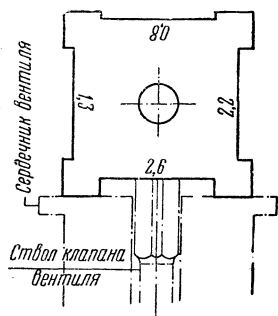
Стороной «0,8» измеряют износ клапанов. В прижатом положении калибра вентиль не должен пропускать воздуха через верх-

ний клапан; если воздух проходит, клапаны должны быть заменены новыми.

Стороной «1,3» измеряют зазор вентиля в нижнем положении клапанов, стороной «2,2» — зазор в верхнем положении у вентиля с ходом 0,9 мм и стороной «2,6» — зазор в верхнем положении вентиля с ходом 1,3 мм. В прижатом положении стороны «1,3» новый клапан не должен пропускать воздух через верхний клапан, а лапки калибра должны касаться торца сердечника.

Величина хода клапанов обычно выбита на их пробках.

Если при замыкании цепи катушки вентиля последний не работает, необходимо проверить его работу вручную. Если при нажатии ручной кнопки вентиля не ощущается чрезмерного трения и клапаны действуют исправно, а при электрическом управлении клапан не работает, необходимо отдельно проверить целостность обмотки и проводов цепи управления.



Фиг. 445. Калибр для измерения электромагнитных вентилях

Шипение воздуха при включённом или выключенном клапане показывает на его неисправность. Причиной её чаще всего бывают загрязнение или износ клапанов, а иногда изношенность уплотняющих шайб и прокладок или ослабление пробок и установочных болтов.

Незначительное загрязнение ликвидируется продувкой воздухом или промывкой бензином, который наливается внутрь клапана через отверстие сердечника.

При полной чистке клапана клапаны вынимаются и седла прочищаются деревянной палочкой, обмотанной куском чистой (желательно льняной) тряпки. Очищенные клапаны, седла и отверстие сердечника после чистки промываются бензином и просушиваются.

Клапаны разных клапанов вследствие индивидуальной притирки невзаимозаменяемы и поэтому должны после чистки вставляться в те же клапаны, откуда они были вынуты.

Если клапан пропускает воздух и после чистки, необходимо произвести притирку клапанов. При этом клапан должен быть жёстко укреплен в тисках или каким-либо подобным способом; ось притирающего инструмента должна строго совпадать с осью клапанов; притираемая поверхность должна быть покрыта мазью, состоящей из мелкого порошка пемзы и машинного масла густоты вазелина.

Притирка клапана к гнезду производится вращением его вправо и влево.

Если седло клапана сильно разработано вследствие многократной притирки и если поверхности седла и клапана повреждены в такой степени, что не могут быть восстановлены притиркой, необходимо произвести фрезеровку. Однако к этому следует прибегать

только в крайнем случае, так как частая фрезеровка быстро приводит детали в негодность. При чрезмерном износе клапанов и сёдел они должны быть заменены новыми.

Изношенное седло выколачивается из корпуса и взамен него запрессовывается новое при помощи винтового пресса. Затем в нём просверливается выпускное отверстие в соответствии с отверстием на корпусе и фрезеруются фаски для клапанов.

После смены деталей и фрезеровки производится притирка, а затем чистка вентиля.

Перед присоединением отремонтированных или новых вентилях к воздухопроводу клапан и воздухопровод необходимо продувать сжатым воздухом.

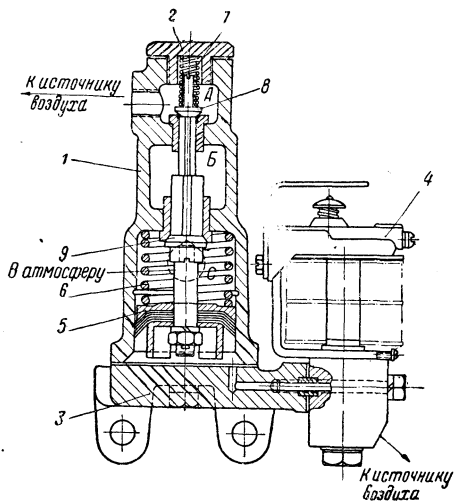
Ход клапанов выключающего вентиля может регулироваться изменением толщины шайбы 5 (фиг. 443), подложенной под нижнее седло.

20. Клапан пантографа

Клапаном пантографа называется электропневматический клапан, служащий для управления поднятием и опусканием пантографа с пневматическим приводом.

Клапаны пантографа отличаются от других электромагнитных клапанов тем, что, во-первых, они рассчитаны на пропуск больших объёмов воздуха, необходимых для заполнения пневматических цилиндров пантографа; во-вторых, здесь периоды впуска и выпуска воздуха должны резко различаться между собой, — подъём пантографа должен производиться плавно и не сопровождаться сильным ударом его о контактный провод, а опускание пантографа должно происходить с большой скоростью. Последнее необходимо, например, когда машинист заметит повреждение контактной сети.

На большинстве электровозов установлены клапаны пантографа типа КЛП-53А (фиг. 446). Этот клапан состоит из трёхкамерного цилиндра 1, закрытого сверху пробкой 2, а снизу литой крышкой 3. В нижней камере С помещён поршень 5, удерживаемый в нижнем положении пружиной 6. Эта камера через выпускную трубу постоянно сообщена с атмосферой.



Фиг. 446. Клапан пантографа типа КЛП-53А

Камера *Б* постоянно сообщена через патрубок с цилиндром пантографа. Верхняя камера *А* сообщена с резервуаром сжатого воздуха. На крышке *З* укреплен включающий вентиль *4*, управляющий впуском и выпуском сжатого воздуха.

При возбуждении катушки вентиля *4* сжатый воздух поступает в камеру *С* цилиндра *1*, поднимает поршень *5* и сжимает пружину *6*. Вместе с поршнем *5* поднимается большой клапан *9*, укрепленный на штоке поршня *5*, и закрывает отверстие между нижней камерой *С* и средней камерой *Б*. Одновременно малый клапан *8* открывает отверстие между верхней камерой *А* и средней камерой *Б*, и сжатый воздух из резервуара поступает в цилиндры пантографа.

При выключении катушки вентиля *4* сжатый воздух из-под поршня *5* выходит в атмосферу, поршень *5* под действием выключающей пружины *6* опускается, большой клапан *9* открывается и сжатый воздух из цилиндров пантографа выходит через выпускную трубу в атмосферу. Одновременно малый клапан *8* под действием силы веса и пружины *7* опускается и закрывает отверстие между верхней камерой *А* и средней *Б*, прекращая подачу сжатого воздуха из резервуара.

Клапан типа КЛП-53А должен четко работать при давлениях воздуха от 2 до 7 ат. Катушка клапана выполнена по типу катушек контакторов ПК-301 (см. приложение 15).

Корпусы клапанов пантографа выполняются из цилиндрического чугуна, клапаны и седла — из бронзы. Клапаны и седла должны быть тщательно обработаны и притерты друг к другу так, чтобы исключалась возможность утечки воздуха. Иногда на клапаны попадают смазка и ржавчина из цилиндров пантографа, что может быть причиной их плохой посадки в гнездо. В таком случае клапан следует вынуть и промыть чистым бензином или керосином. При износе клапана его следует или притереть или заменить новым с тщательной притиркой.

На фиг. 447 показан клапан пантографа типа КЛП-50, установленный на электровозах выпуска 1932—1937 гг. Этот клапан состоит из корпуса *1*, внутри которого помещены два клапана—малый клапан *3*, управляющий впуском сжатого воздуха в цилиндр пантографа, и большой клапан *5*, управляющий выпуском воздуха в атмосферу. При возбуждении катушки *16*, помещенной в яре *12*, плунжер *8* поднимается и толкает стержень *13*. Последний в свою очередь закрывает выпускной клапан *5*, прижимая его к гнезду *6*, и открывает клапан *3*, поднимая его над гнездом *4*. Этим резервуар сжатого воздуха сообщается с цилиндром пантографа. Плунжер *8* притягивается к неподвижному сердечнику *7*, запле-чки которого зажаты между верхом яра *12* и корпусом *1*.

Сердечник имеет отверстие для стержня *13*. Между сердечником *7* и плунжером *8* проложена фибровая шайба *14*, уменьшающая действие остаточного магнетизма. Над малым клапаном *3* находится пружина *10*, которая опускает клапаны после обесточивания

Корпус 1 клапана крепится сверху ярма 12 четырьмя винтами 11. Ярмо имеет потайные шпильки и сварено по местам стыков. К нижней части ярма прикреплен кронштейн 2, в котором имеются отверстия для укрепления клапана пантографа в кузове электровоза. Такие же два отверстия имеются на приливе корпуса 1 клапанов. В кронштейне 2 снизу сделано круглое отверстие для вытаскивания плунжера 8. Отверстие это закрывается круглой крышкой 15, удерживаемой тремя винтами. Когда катушка не возбуждена, плунжер 8 поддерживается крышкой 15.

Technical drawing of a gas valve assembly in cross-section. The drawing shows a vertical assembly with a valve mechanism at the top and a gas passage leading to a burner at the bottom. Key components are labeled with numbers 1 through 16. Text labels include "Клапан газовой" (Gas valve) pointing to the valve mechanism, "От резервуара" (From reservoir) pointing to the gas inlet, and "Выпуск" (Outlet) pointing to the burner area. The drawing is a detailed cross-section showing internal components like the valve seat, spring, and gas passages.

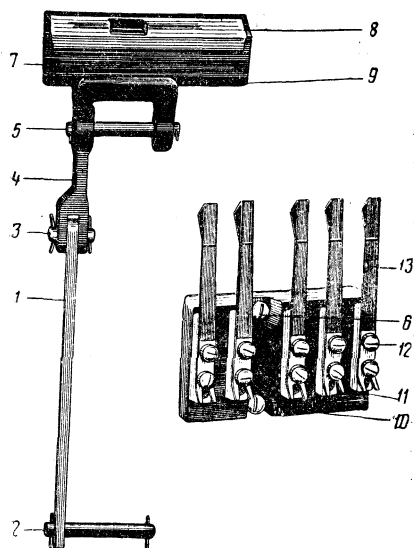
Фиг. 447. Клапан пантографа
типа КЛП-50

На электровозах серии С^и, помимо обычного клапана пантографа, похожего на клапан типа КЛП-50, установлен специальный клапан для быстрого опускания пантографа (на электровозе их два, как и клапанов пантографа). Этот клапан установлен ближе к цилиндру пантографа и сообщает его с атмосферой после понижения давления и прекращения возбуждения клапана пантографа.

21. Блокировочные контакты (блокировки)

Чтобы обеспечить необходимую последовательность включений и работы отдельных аппаратов, большинство аппаратов снабжается блокировочными контактами (блокировками), которыми производятся размыкание и замыкание проводов управления других аппаратов. Наиболее распространённым типом блокировочных

контактов в тяговой аппаратуре являются блокировки, состоящие из ряда пальцев, соединённых с проводами управления, и медных сегментов, укрепленных на подвижных колодках или барабанах и замыкающих или размыкающих указанные пальцы блокировки при определённом положении аппарата.



Фиг. 448. Блокировка типа Б-1

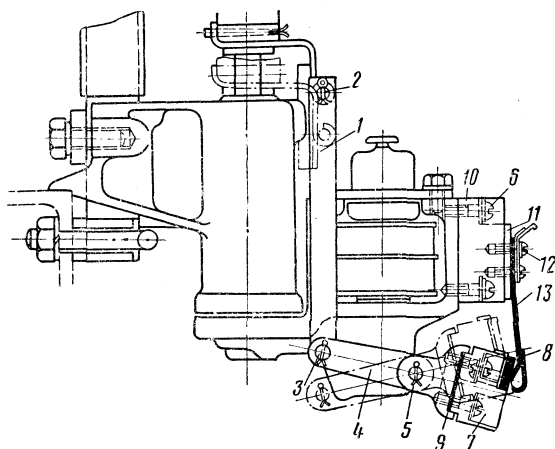
ки 3 соединён с тягой 1, которая другим концом соединена с валиком 2, передвигающимся вверх в момент включения контактора вместе с подвижной его частью. На колодке 7 укреплены медные сегменты 8, переключающие пальцы 13. Пальцы 13 винтами 12 прикреплены к пальцедержателям 11, а последние привёрнуты к фибровой колодке 10, которая вместе с пальцами прикреплена к остоу катушки электромагнитного вентиля винтами 6.

Вследствие различной конфигурации сегментов и различной расстановки их на колодке 7 могут быть получены разнообразные комбинации соединений между пальцами. Конфигурация

Блокировками снабжены многие из электропневматических и часть электромагнитных контакторов электровоза.

На фиг. 448 и 449 показана одна из таких блокировок типа Б-1 к контактору типа ПК-301.

Фибровая или деревянная, выполненная из бука или ясеня, колодка 7 вместе с прокладкой 9 укреплена двумя винтами к рычагу 4. Этот рычаг может вращаться на оси 5, пропущенной через отверстие в теле основания контактора. Конец рычага 4 при помощи шпильки



Фиг. 449. Электромагнитный вентиль, цилиндр и блокировка контактора типа ПК-301

сегментов и их расположение на неподвижной колодке показаны на схемах электровозов.

Давление блокировочных пальцев в описанной выше конструкции должно быть в пределах от 1 до 2,5 кг, притирание — от 2 до 3 мм.

Пальцевые контакты выполнены на длительный ток 20—25 а.

Сегменты необходимо содержать в чистоте и время от времени смазывать небольшим количеством смазки, которая уменьшает износ пальцев и сегментов и предохраняет их от окисления. Если сухарики пальцев изнашиваются больше чем на половину толщины, их необходимо сменить.

На быстродействующих выключателях применены блокировки мостикового типа (фиг. 450).

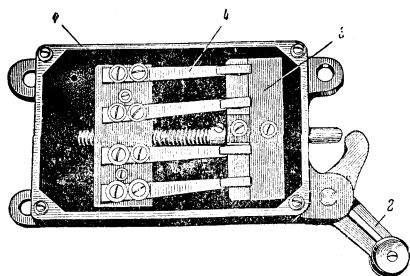
Провалом в блокировке мостикового типа является величина хода стержня с момента соприкосновения контактов. Разрывом называется расстояние между контактами при разомкнутой блокировке. Регулировка разрыва и притирания осуществляется двумя установочными гайками.

Двери высоковольтной камеры электровозов имеют блокировку с пантографом, так что последний может находиться в поднятом состоянии только при закрытых дверях высоковольтной камеры. На большинстве электровозов установлены блокировки дверей типа Б-831 (фиг. 451).

Фиг. 450. Блокировка мостикового типа

В корпусе 1 блокировки помещён сегментодержатель 3 с сегментами и пальцедержатель с пальцами 4. Движение сегментодержателю передаётся от рычага 2, который при открывании дверей перемещает его и выключает блокировку.

На части электровозов эта блокировка состоит из ряда пальцев, смонтированных около дверей, и контактных пластин, смонтированных на самих дверях. Когда двери от-



Фиг. 451. Блокировка дверей типа Б-831

крыты, эти контакты разомкнуты и тем самым разомкнута цепь управления клапанов пантографов, т. е. пантограф поднят быть не может.

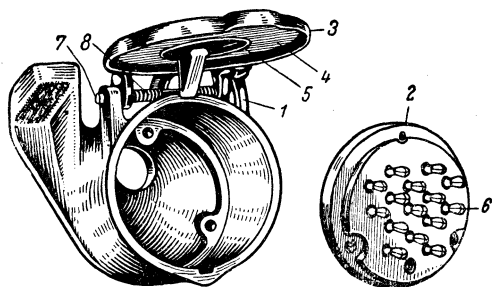
На электровозах серии С параллельно этим блокировкам включены кнопки, при нажатии которых можно открыть двери высоковольтной камеры при поднятом пантографе.

Необходимо соблюдать большую осторожность, пользуясь этими кнопками, и не допускать на это время никого в высоковольтную камеру.

На электровозах серии С^И блокировка дверей высоковольтной камеры выполнена в виде изоляционного цилиндрика, на котором укреплены контактные сегменты. По цилиндрику скользят контактные пальцы, замыкаясь или размыкаясь в зависимости от положения цилиндрика. Цилиндрик приводится во вращение рукояткой, отпирающей дверь высоковольтной камеры, и таким образом обеспечивает замыкание цепи клапанов пантографов только тогда, когда заперты двери.

22. Междуэлектровозные соединения

При управлении двумя или тремя электровозами по системе многих единиц цепи управления этих электровозов соединяются между собой. Для соединения цепей управления служит между-



Фиг. 452. Розетка междуэлектровозного соединения

электровозное соединение. Последнее состоит из штепселей и розеток.

Розетка междуэлектровозного соединения (фиг. 452) состоит из корпуса 1, который своим приливом укрепляется к колонкам. В корпусе помещается изоляционная карболитовая колодка 2 с укрепленными на ней контактными штифтами 6. Штиф-

ты как более ломкие детали установлены на неподвижных розетках. К гайкам, навинчиваемым на концы штифтов, припаиваются провода цепи управления. Изоляционная колодка 2 крепится к корпусу 1 тремя винтами. Крышка 3 розетки может поворачиваться вокруг оси 7. На ось надета пружина 8, стремящаяся закрыть крышку. Дно крышки покрыто уплотнением 4, удерживаемым шайбой 5. Крышка имеет выступ для предохранения от выпадения штепсельной головки, вставленной в розетку. В задней части корпуса 1 ставится уплотнение, через отверстие которого пропускаются провода.

В корпусе штепселя 9 (фиг. 453) помещена изоляционная колодка 10, в которой укреплено 16 гнезд 11. Положение гнезд соответствует положению штифтов. Колодка крепится к корпусу винтами 12.

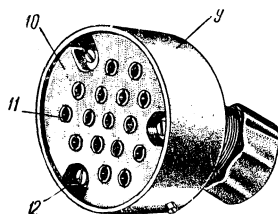
Задняя часть розеток и штепселей заливается изоляционной массой, защищающей от попадания влаги и грязи и предохраняющей от замыкания контактов. Изоляционная масса должна иметь точку

плавления около 90° , чтобы она могла быть выплавлена без повреждения изоляции проводов кабеля.

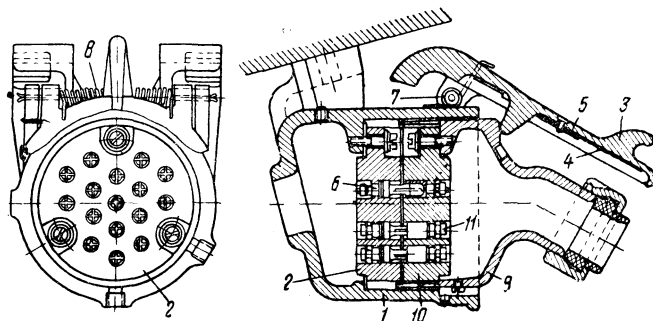
На фиг. 454 показаны штепсель типа ШУ и розетка типа РЗ во включённом положении. Для правильного попадания определённых гнезд на определённые штепсельные контакты в штепселе имеется направляющий винт, который входит в паз в корпусе розетки.

На электровозах с рекуперативным торможением с каждого конца на специальной колонке установлено по 4 розетки. Каждая розетка имеет 16 контактных штифтов, т. е. общее число соединяемых проводов у этих электровозов равно 64. У электровозов серии ВЛ19 с реостатным торможением имеется 3 розетки на 48 проводов. Нумерация проводов в розетках приведена на схемах цепей управления (см. главу X).

Две штепсельные головки электровозов соединяются между собой 16-жильным кабелем, имеющим достаточную длину для свободного соединения двух одноимённых розеток сцепленных электровозов.



Фиг. 453. Штепсельная головка с гнездами



Фиг. 454. Разрез розетки и штепсельной головки во включённом состоянии

Патрубки штепселей, куда входят соединительные кабели, снабжены резиновыми уплотняющими сальниками.

Если при соединении двух электровозов какой-нибудь из проводов оказывается незамкнутым, то следует слегка раздвинуть контактный штифт розетки при помощи отвёртки.

23. Регулятор напряжения

Назначение регулятора напряжения. Питание цепи освещения и цепи управления электровоза осуществляется током низкого напряжения (50 в), который вырабатывается генератором тока

управления. Генератор тока управления приводится во вращение мотором вентилятора или динамотором. Таким образом, число оборотов якоря генератора тока управления определяется числом оборотов этих машин.

Генератор тока управления представляет собой шунтовую машину; напряжение на его зажимах зависит от числа оборотов, величины нагрузочного тока и тока шунтовой обмотки возбуждения. Число оборотов мотор-вентилятора или динамотора, а следовательно, и генератора тока управления зависит от напряжения в контактном проводе. Напряжение же в контактном проводе в зависимости от количества работающих на участке электровозов может колебаться в сравнительно широких пределах (2 200—4 000 в) и будет вызывать значительные колебания числа оборотов мотор-вентилятора или динамотора, а следовательно, и напряжения генератора тока управления. С другой стороны, нагрузка генератора меняется в зависимости от режима работы электровоза, так как изменяется число работающих катушек контакторов и других аппаратов, а также количество осветительных и сигнальных ламп. Всеми этими условиями определяется довольно широкий интервал колебаний напряжения на зажимах генератора.

Представление о возможной величине колебания напряжения на зажимах генератора могут дать следующие цифры. При напряжении в контактном проводе 3 700 в ненагруженный динамотор типа ДД-60 имеет число оборотов в минуту, равное 1 480. При этой скорости вращения, нормальном возбуждении и отсутствии нагрузки на зажимах генератора тока управления типа ДУ-3 будет напряжение около 83 в.

Если напряжение в контактном проводе равно 2 000 в, то динамотор имеет 840 об/мин. Этому числу оборотов при полной нагрузке 60 а генератора тока управления соответствует напряжение на его зажимах около 30 в.

Такое большое колебание напряжения безусловно недопустимо, так как оно понижает надёжность работы аппаратов и нарушает нормальный режим работы осветительных ламп.

Чтобы автоматически поддерживать постоянное напряжение на зажимах генератора, применяют регуляторы напряжения, которые увеличивают или уменьшают сопротивление в цепи шунтовой обмотки генератора при повышении или понижении напряжения на его зажимах и тем увеличивают или уменьшают магнитный поток возбуждения.

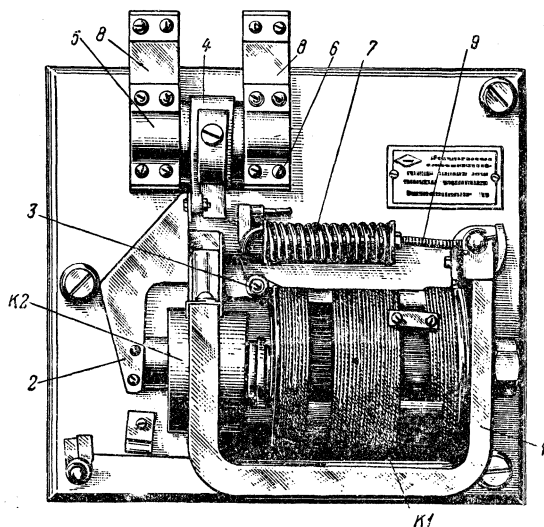
На электровозах серий ВЛ22^м, ВЛ22, ВЛ19^м и части электровозов серий ВЛ19 и Сс установлены вибрационные регуляторы напряжения типа СРН-2; на части электровозов серии ВЛ19 — регуляторы напряжения типа СРН-1 с вращающимися дисками; на части электровозов серии Сс — регуляторы системы Пинч с угольным сопротивлением; на электровозах серии С^и — контактный регулятор напряжения; на электровозах серии С — регулятор напряжения с угольными сопротивлениями типа S-150-ЕА.

Вибрационный регулятор напряжения типа СРН-2. Регулятор напряжения типа СРН-2 (фиг. 455 и 456) состоит из магнитопровода 1, на сердечнике которого помещена главная неподвижная катушка К1. Продолжение сердечника проходит через отверстие в верхней части магнитопровода (ярма). Между сердечником и ярмом имеется кольцевой зазор. В этом зазоре помещена небольшая катушка К2, укрепленная к алюминиевому коромыслу 2, которое может качаться на призме 3. На конце коромысла 2 укреплен цилиндрический угольный контакт 4, расположенный между двумя неподвижными угольными контактами 5 и 6. Общий зазор между подвижным 4 и неподвижными 5 и 6 угольными контактами составляет 0,5—2,5 мм. На коромысле 2 действует усилие пружины 7, которая при обесточенных катушках К1 и К2 прижимает подвижный контакт 4 к неподвижному контакту 6.

Катушки К1 и К2 соединены последовательно и через сопротивление R3 включены на зажимы генератора тока управления.

Таким образом, ток в этих катушках определяется напряжением на зажимах генератора. Сопротивление R3 служит для уменьшения влияния нагрева катушек на величину сопротивления их цепи. Сопротивление R1 (фиг. 456) включено последовательно обмотке возбуждения генератора. Спротивление R4 включается последовательно с сопротивлением R1 при разомкнутых контактах 4 и 6. Сопротивление R2 включается параллельно обмотке возбуждения генератора при замкнутых контактах 4 и 5.

Наибольший ток по обмотке возбуждения генератора протекает тогда, когда замкнуты контакты 4 и 6 и когда последовательно обмотке возбуждения генератора включено только сопротивление R1. Наименьший ток в обмотке устанавливается тогда, когда замкнуты контакты 4 и 5 и когда протекающий через сопротивления R1 и R4 ток разветвляется по двум цепям—через обмотку возбуждения и через сопротивление R2. При разомкнутых контактах, как это изображено на фиг. 456, по обмотке возбуждения проте-

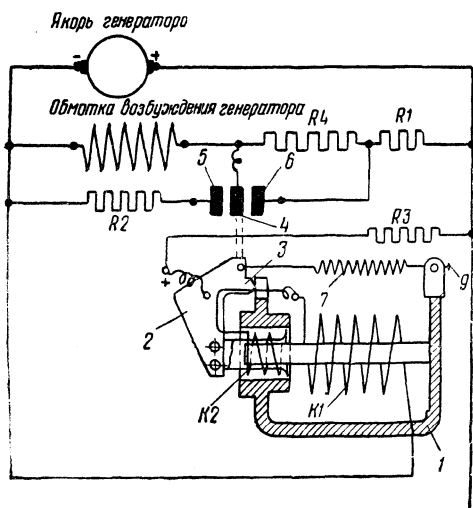


Фиг. 455. Вибрационный регулятор напряжения типа СРН-2

кает ток средней величины, определяемой омическим сопротивлением цепи: обмотка, сопротивление R_4 и сопротивление R_1 .

Работа регулятора напряжения типа СРН-2 происходит следующим образом. Между магнитным потоком, создаваемым неподвижной $K1$ и подвижной $K2$ катушками, действует сила взаимодействия (электродинамическое усилие), которая стремится притянуть эти катушки одна к другой.

При определённой величине тока в катушках $K1$ и $K2$ сила взаимодействия между ними преодолевает сопротивление пружины 7 и перемещает подвижный контакт 4 к неподвижному 5.



Фиг. 456. Принципиальная схема включения вибрационного регулятора типа СРН-2

Катушки регулятора $K1$ и $K2$ и сопротивление R_3 , а также натяжение пружины 7 подобраны таким образом, что когда напряжение на зажимах генератора равно 50 в, сила притяжения катушек и усилие пружины 7 уравновешиваются и контакт 4 не соприкасается с контактами 5 и 6. Увеличение напряжения на зажимах генератора выше 50 в ведёт к увеличению тока в катушках $K1$ и $K2$, и контакты 4 и 5 входят в соприкосновение. Вследствие этого

включается сопротивление R_2 и ток в обмотке возбуждения падает, т. е. снижается напряжение на зажимах генератора. Падение напряжения приводит к уменьшению тока в катушках $K1$ и $K2$, т. е. к отходу контакта 4 от контакта 5. Это приводит к увеличению тока в обмотке возбуждения и поднятию напряжения, т. е. процесс начнёт повторяться. Практически контакт 4 непрерывно вибрирует около одного из неподвижных контактов с большой частотой, устанавливая автоматически такое соотношение между временем, в течение которого контакты замкнуты, и временем, в течение которого контакты разомкнуты, когда средняя величина пульсирующего тока возбуждения обеспечивает постоянное напряжение на зажимах генератора в 50 в. Вибрация подвижного контакта 4 около неподвижного контакта 6 происходит до тех пор, пока напряжение на зажимах генератора не упадёт ниже 50 в.

Во время работы регулятора неизбежно искрообразование между угольными контактами, вследствие чего сопротивление их увеличивается в большей или меньшей степени в зависимости от сорта угля. Чтобы искрение не происходило в одних и тех же точ-

ках угольных плоскостей, неподвижные контакты регулятора установлены на биметаллических пластинках 8, которые под действием нагревания контактов изгибаются и перемещают плоскости угольных контактов одну относительно другой. Поскольку температура контактов не остаётся постоянной, положение плоскостей непрерывно меняется.

Биметаллические пластинки изготавливаются сваркой двух листов разнородных металлов с разным температурным коэффициентом расширения.

Регулировка регулятора производится изменением усилия пружины 7 посредством поворота регулировочного винта 9. При напряжении на зажимах генератора 50 в электродинамическое усилие катушек $K1$ и $K2$ должно быть уравновешено усилием пружины 7, а подвижный контакт 4 должен занимать среднее положение между неподвижными контактами 5 и 6, не касаясь ни одного из них.

Для хорошей работы регулятора необходимо, чтобы все его электрические соединения были надёжно закреплены.

Поверхность угольных контактов должна быть в хорошем состоянии и не иметь следов местных подгаров. Соприкосновение контактов должно происходить по всей поверхности.

Материалом для угольных контактов служит электрографитированный уголь.

Регулятор типа СРН-2А рассчитан на максимальный ток возбуждения 7 а.

Катушка $K1$ имеет 828 витков и сопротивление 2,62 ом при 15°, катушка $K2$ —145 витков и сопротивление 0,98 ом при 15°. Сопротивления $R1$, $R2$, $R3$ и $R4$, выполненные в виде трубок типа ТС, имеют следующие значения: $\frac{8}{2}$; 0; 11+14 и $\frac{16}{2}$ или $\frac{5,3}{2}$; 0,4; 11+14 и $\frac{9,25}{2}$ ом (цифры относятся соответственно к щиткам типов РЩ-37 и РЩ-19).

Дисковый регулятор напряжения типа СРН-1Б. Дисковый регулятор напряжения типа СРН-1Б (фиг. 457 и 458) состоит из соленоида и шунтового мотора 11, на оси которого насажен диск. На диске укреплены сопротивления и медные контакты 12, разделённые между собой изоляцией. Отдельные контакты соединены между собой через сопротивления $R1$, $R2$, $R3$ и $R4$. Контакт 12 касается две щётки, укреплённые в подвижном 13 и неподвижном 14 щёткодержателях.

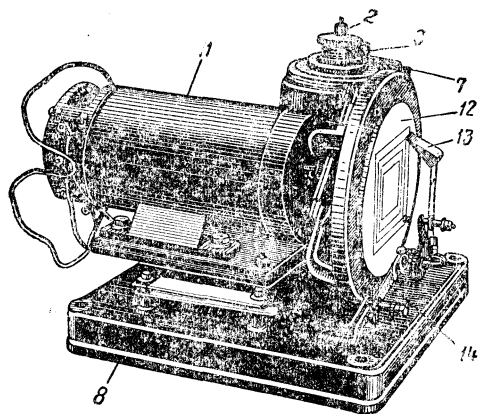
Подвижный щёткодержатель 13 может поворачиваться вокруг оси 10; он связан с соленоидом. Последний состоит из двух катушек: шунтовой 4 и серийной 5. Обмотка первой присоединена к зажимам 7 и «минусу» клеммовой дощечки.

Величина тока в катушке 4 зависит от величины напряжения на зажимах генератора, к которым она присоединена через регулиро-

вочное сопротивление 1. Концы серийной катушки 5 присоединены к зажимам 6. Через эту катушку протекает весь рабочий ток от якоря генератора.

Подвижный щёткодержатель 13 связан рычажной системой с сердечником соленоида, и при перемещении сердечника вверх щётка скользит по диску от края его к центру. При опускании сердечника щётка перемещается по диску от центра его к краю.

Во избежание ударов при втягивании сердечника соленоида служит воздушный демпфер. На головке соленоида 3 имеется специальный винт 2, при помощи которого регулируется выпуск или впуск воздуха, т. е. регулируется степень торможения сердечника.



Фиг. 457. Общий вид регулятора напряжения типа СРН-1Б

Сопротивления R_1 , R_2 , R_3 и R_4 , расположенные на диске, включаются через постоянное сопротивление R_5 последовательно с обмоткой возбуждения генератора. Параллельно сопротивлениям, расположенным на диске, присоединено постоянное сопротивление 9. Это сопротивление слу-

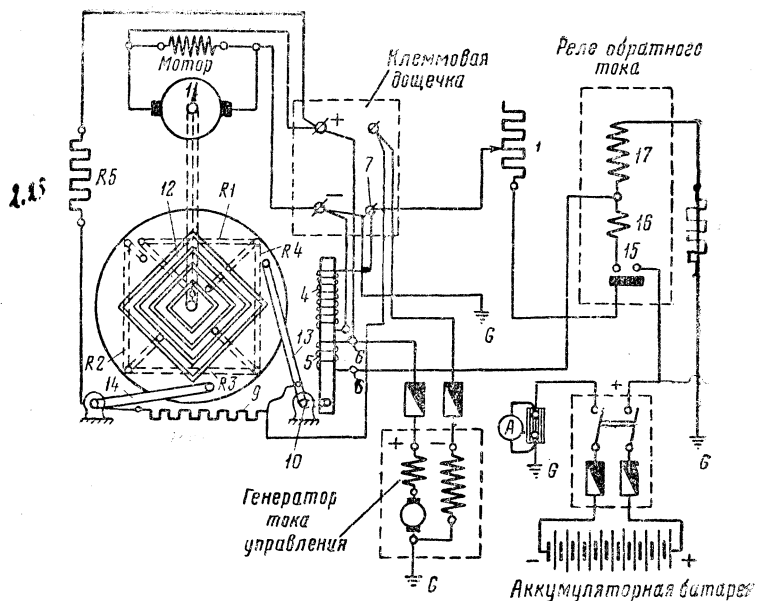
жит для того, чтобы не допускать перерыва цепи возбуждения генератора при отскакивании щёток от диска.

Во время работы генератора цепи управления мотор 11 всё время вращает диск. При повышенном напряжении на зажимах генератора сверх установленной величины шунтовая катушка 4 соленоида усиливает свой магнитный поток и втягивает сердечник вверх. Подвижная щётка 13 начнёт перемещаться по диску от края к его середине, вследствие чего увеличивает сопротивление в цепи обмотки возбуждения генератора. Последний ведёт к понижению напряжения на зажимах генератора. С понижением напряжения на зажимах генератора уменьшается ток в катушке 4, и сердечник под действием силы тяжести начнёт опускаться, перемещая подвижную щётку 13 от центра к краю диска. Это ведёт к уменьшению сопротивления в цепи возбуждения генератора и увеличению напряжения на его зажимах.

Во время перегрузок генератора увеличивается ток, проходящий по серийной катушке 5, магнитный поток которой совпадает с магнитным потоком шунтовой катушки 4. Суммарный магнитный поток обеих катушек 4 и 5 заставляет подняться сердечник соленоида, что приводит к увеличению сопротивления в цепи

возбуждения генератора. Последнее уменьшит напряжение на зажимах генератора и отдаваемую им мощность.

Когда щётка 13 находится на круглой части диска, сопротивления $R1$, $R2$, $R3$ и $R4$ в цепь обмотки возбуждения генератора не включены, а сопротивление 9 замкнорчено, т. е. последовательно с обмоткой возбуждения генератора тока управления включено только сопротивление $R5$. Когда подвижная щётка находится на первом контактном квадрате от края диска, в цепь обмотки возбуждения генератора дополнительно вводятся параллельно включён-



Фиг. 458. Схема включения регулятора напряжения типа СРН-1Б и реле обратного тока

ные сопротивление $R2$ и постоянное сопротивление 9. Если щётка находится на втором контактном квадрате, то вводятся параллельные сопротивления $R2 + R3$ и сопротивление 9. При нахождении подвижной щётки на третьем контактном квадрате в цепь обмотки возбуждения генератора вводятся параллельно сопротивления $R2 + R3 + R4$ и сопротивление 9. Когда подвижная щётка находится в центре, в цепь обмотки возбуждения вводятся все элементы сопротивления диска: $R1 + R2 + R3 + R4$ и параллельно им сопротивление 9.

Так как изолированные друг от друга части медного диска имеют квадратную форму, то подвижная щётка, находясь ближе к средней части диска, за один оборот мотора включает четыре раза в цепь то большее, то меньшее сопротивление. Однако при быстром вращении диска вследствие большой индивидуальной шунтовой обмот-

ки ток в цепи почти не изменяется и устанавливается средний ток, величина которого определяется средним по времени значением сопротивления цепи. По мере продвижения щётки к центру продолжительность включения сопротивления $R2$ увеличивается, а время закорачивания сопротивления $R3$ уменьшается и ток возбуждения генератора падает. Далее начинает включаться ступень с сопротивлениями $R2$ и $R3$ с плавным увеличением продолжительности включения и ток продолжает уменьшаться. Таким образом, получается плавное регулирование тока возбуждения генератора.

Шунтовой мотор 11 имеет мощность около 8 вт и вращает диск с числом оборотов около 450 в минуту. Мотор с диском и соленоид смонтированы на литой плите 8 , имеющей отверстия для крепления.

Регулятор типа СРН-1Б может менять значение величины тока возбуждения генератора в пределах от $2,14$ до $6,34 \text{ а}$ и изменять сопротивление в цепи возбуждения генератора от $2,25$ до $17,65 \text{ ом}$.

Из дисковых регуляторов, помимо регуляторов СРН-1Б, на электровозах устанавливаются регуляторы СРН-3Б, отличающиеся от описанного размерами мотора и плиты, а также сопротивлениями диска.

Для отключения аккумуляторной батареи от генератора в момент остановки последнего служит реле обратного тока. Это реле имеет шунтовую катушку 17 и серийную 16 . Магнитный поток этих катушек во время работы генератора совпадает и притягивает контакт 15 , соединяющий генератор с батареей. В момент остановки генератора при чрезмерном падении напряжения на его зажимах аккумуляторная батарея начнёт питать генератор. Направление тока в серийной обмотке изменится, и магнитный поток, создаваемый ею, ослабит магнитный поток, создаваемый шунтовой катушкой, что поведёт к размыканию контактов 15 .

Регулятор напряжения с угольными сопротивлениями. Принцип действия регулятора напряжения с угольными сопротивлениями (системы Пинч) заключается в следующем. Последовательно с обмоткой возбуждения 10 генератора тока управления включено переменное сопротивление 3 (фиг. 459), состоящее из столбиков тонких угольных шайб. Это сопротивление изменяется в зависимости от давления, приложенного к угольным столбикам.

Угольные столбики набраны из угольных колец толщиной $0,5 \text{ мм}$, наружным диаметром 35 мм и внутренним диаметром 30 мм . Столбики представляют, таким образом, полые цилиндры с толщиной стенок всего 3 мм , что создаёт весьма благоприятные условия для их охлаждения.

Давление на угольные столбики 3 создаётся пружиной 4 , которая стремится сжать столбики. Это давление на столбики частично уменьшается усилием электромагнита 2 , воздействующего через якорь 1 . Катушка 6 электромагнита включена параллельно якору генератора тока управления, и так как усилие электромагнита 2 зависит от величины тока в катушке, а последний зависит от напряжения на её зажимах, то, в конечном счёте, усилие электромагнита определяется величиной напряжения генератора.

Конструкция механизма регулятора выполнена таким образом, что при нормальном напряжении на зажимах катушек электромагнита три силы, действующие на якорь 1 , а именно: сила магнитного поля электромаг-

нита 2, угольных столбиков 3 и усилие натяжения пружины 4, находятся в состоянии равновесия. Когда якорь 1 поворачивается, изменяется плечо действия пружины 4 на якорь 1 таким образом, что при всяком положении последнего достигается равновесие между всеми тремя упомянутыми выше силами. Последнее приводит к тому, что якорь остаётся неподвижным в любом своём положении, если к зажимам его катушек подведено нормальное напряжение.

Если напряжение генератора увеличится, то увеличится ток, проходящий через катушку 6 электромагнита, и якорь 1 будет стремиться повернуться на некоторый угол. Этот поворот якоря может продолжаться только до тех пор, пока вызванное им изменение тока возбуждения не доведёт генератор до нормального напряжения, т. е. до тех пор, пока якорь не окажется в состоянии равновесия.

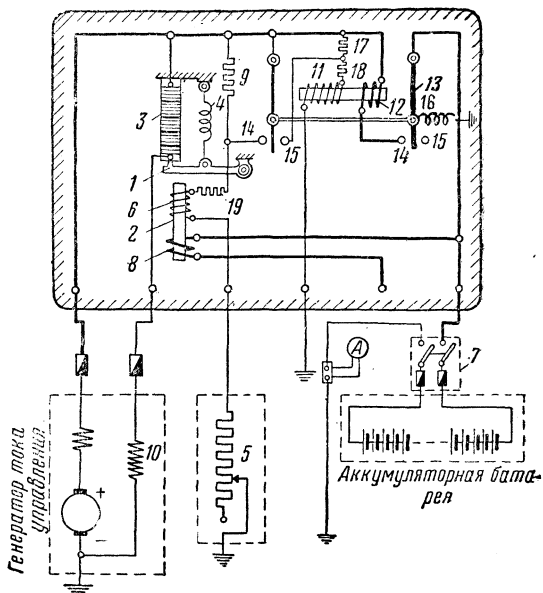
Как видно из схемы фиг. 459, последовательная обмотка 8 электромагнита 2 отключена и регулятор управляется лишь шунтовой катушкой 6. Серийная катушка применяется тогда, когда желательно установить регулятор на постоянную величину тока (при повышенном заряде батареи).

Чтобы уменьшить влияние температуры на величину сопротивления цепи катушки 6, последовательно с ней включено большое сопротивление 19, величина которого почти не зависит от температуры.

Во время резких изменений числа оборотов генератора или его нагрузки возможны качания якоря регулятора напряжения в силу инерции вращающихся частей и самоиндукции цепи. В результате качаний могут возникнуть периодические и долго не затухающие колебания напряжения генератора. Во избежание этого регулятор снабжён воздушным демпфером, который представляет собой поршень, плотно входящий в полый цилиндр. Поршень шарнирно связан с якорем, а в верхней части цилиндра сделано очень маленькое отверстие. При резком толчке якоря воздух не успевает быстро выйти из цилиндра или войти в него и задерживает движение якоря. Медленному перемещению якоря он не препятствует.

На одной панели с регулятором напряжения помещено реле обратного тока, представляющее собой электромагнит, на сердечнике которого намотаны две катушки—шунтовая 11 и серийная 12. Электромагнит воздействует на якорь 13, который в свою очередь замыкает или размыкает главные 14 и блокировочные 15 контакты.

Когда по катушкам 11 и 12 не течёт ток, якорь оттянут пружиной 16 в положение, замыкающее контакты 15; главные контакты 14 в этом положении разомкнуты, добавочное сопротивление 17 замыкается блокировочным контактом 15 накоротко и катушка 11 с последовательно соединённым с ней добавочным сопротивлением 18 включена на зажимы генератора.



Фиг. 459. Схема регулятора напряжения и реле обратного тока системы Пинч

Сопروتивление 18 имеет целью уменьшить влияние температуры катушки на регулировку реле, как и сопротивление 19 в цепи катушки 6.

Когда ток в шунтовой катушке 11 достигает определённой величины, при которой усилие электромагнита преодолевает усилие пружины 16 (реле регулируется так, чтобы это происходило при напряжении на зажимах генератора 48—49 в), якорь притягивается и замыкает главный контакт 14, соединяя плюс генератора с плюсом сети и аккумуляторной батареи. Генератор начинает питать цепь управления, заряжая одновременно батарею. Так как усилие электромагнита в положении, когда якорь притянут, увеличивается и, кроме того, ампер-витки серийной катушки 12 ещё больше его увеличивают, то для облегчения выключения реле ампер-витки шунтовой катушки ослабляются введением в её цепь добавочного сопротивления 17 одновременно с включением главного контакта 14. Замыкаемое коротко вместе с этим сопротивление 9, включённое последовательно с шунтовой катушкой 6 регулятора, служит для скорейшего возбуждения генератора перед включением его в сеть. Если напряжение генератора становится меньше напряжения аккумуляторной батареи, то через серийную катушку 12 протекает обратный ток от батареи к генератору. В этом случае серийная катушка уже не усиливает, а ослабляет действие шунтовой катушки 11. Пружина 16 преодолевает усилие электромагнита, якорь отпадает, главные контакты размыкаются, генератор отсоединяется и питание цепи управления переводится на аккумуляторную батарею.

При помощи добавочного регулируемого сопротивления 5 производится установка регулятора на определённое напряжение. Это сопротивление даёт возможность регулировать величину напряжения генератора, которую будет поддерживать регулятор, в пределах от 50 до 54 в. Увеличение сопротивления в цепи катушки вызывает увеличение напряжения генератора и наоборот. Изменением этого сопротивления достигается также компенсация усадки угольных столбиков регулятора напряжения.

На щите 7 смонтированы двухполюсный рубильник для отключения аккумуляторной батареи и плавкие предохранители трубчатого типа, защищающие батарею от коротких замыканий. Эти предохранители устанавливаются на 50 а и 50 в. Рубильник рассчитан на ток 100 а и напряжение 250 в.

Контактный регулятор напряжения и реле обратного тока электровозов серии Си. На электровозах серии Си зарядка аккумуляторной батареи производится двумя генераторами. Для выравнивания напряжения генераторов служат два регулятора напряжения. Регулятор напряжения вместе с рядом выключателей, реле и сопротивлений, соединённых между собой, схематически изображён на фиг. 460. Аппараты установлены на прочном каркасе из алюминия.

Регулятор напряжения состоит из электромагнита с двумя катушками. Между полюсами концентрично расположен поворачивающийся на прismaticких опорах якорёк 1. Над осью магнита находится контактный сектор 2, который прижимается пружиной к серии контактов, расположенных на дуге окружности и представляющих собой тонкие медные пластинки.

Регулятор имеет демпфер, действующий от вихревых токов и состоящий из алюминиевого диска, вращающегося в воздушном промежутке двух постоянных магнитов. Диск приводится в движение системой шестерёнок с двумя различными передачами. Справа от подвижной части прибора находится реле 3, а слева — максимальное реле 4 и реле 5 для регулирования зарядного тока.

Все движущиеся части регулятора расположены в передней части алюминиевого каркаса. Позади каркаса находятся сопротивления, катушки и внутренние соединения.

Регулятор напряжения действует следующим образом. Пока регулятор не работает, выключатель 3 находится в разомкнутом положении, а якорёк 1 удерживается в своём начальном положении спиральной регулируемой пружиной 6. Контактный сектор 2 даёт контакт с крайними левыми пластинками 7, так что положительный зажим 8 якоря генератора соединён

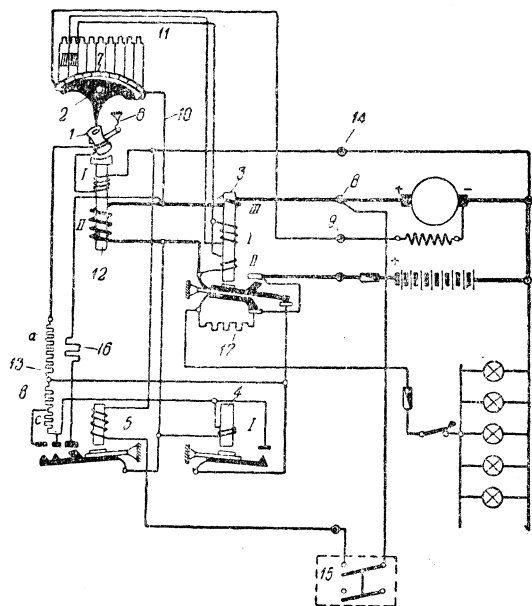
проводом 10 и контактным сектором 2 с обмоткой возбуждения (точкой 9), помимо регулирующего сопротивления 11. Катушка якоря 1 через сопротивление 13, реле 3 и катушки возбуждения электромагнита 12 замкнута на зажимы 8 и 14 якоря генератора тока управления.

С момента пуска в ход генератора напряжение возрастает очень быстро. По катушке 1 электромагнита 12 и катушке якоря 1 проходит ток, вследствие чего возникает вращающий момент, увеличивающийся с увеличением напряжения генератора до тех пор, пока он не пересилит сопротивления пружины 6. После этого контактный сектор 2 поворачивается около пластинок 7, соединённых с регулирующим сопротивлением 11. Пластины, начиная от 3-й и 4-й, освобождаются, вследствие чего включается под напряжение соединённая параллельно с этими пластинками катушка 1 реле 3. Якорь реле 3 притягивается и замыкает зажимы якоря генератора на аккумуляторную батарею. Одновременно включаются катушка 1 реле 4 и секции в и с сопротивления 13 последовательно с обмотками якоря 1 и электромагнита 12, отчего уменьшается регулировочный ток, а следовательно, и момент, действующий на якорёк 1. Вследствие этого пружина 6 пересиливает усилие якоря, контактный сектор возвращается назад и снова выключает регулирующие сопротивления, в результате чего напряжение генератора может слегка увеличиться.

Зарядный ток, возникающий при увеличении напряжения генератора, идёт через катушку III реле 3, усиливая поле электромагнита, и поэтому реле не может больше выключаться.

Если напряжение в зажимах генератора увеличивается вследствие повышения скорости вращения моторов, то электромагнитный момент пересиливает сопротивление пружины 6 и контактный сектор 2 начинает вращаться вправо, включая сопротивление 11 в цепь обмотки возбуждения генератора. Падение напряжения на зажимах генератора происходит до тех пор, пока сила пружины и усилие притяжения якоря 1 не придут в равновесие. Во время зарядки аккумуляторной батареи вследствие повышения зарядного напряжения ампер-витки катушки 1 электромагнита увеличиваются, в то время как ампер-витки катушки 11 уменьшаются в том же соотношении вследствие уменьшения зарядного тока и таким образом всё время сохраняется равновесие между усилием от магнита и силой пружины 6.

Для ограничения зарядки аккумуляторной батареи служит максимальное реле 4, которое при поднятии напряжения на зажимах генератора стягивает свой якорь и замыкает накоротко секции в и с сопротивления 13, оставляя в цепи катушки якоря 1 секцию а. При этом увеличивается ток в цепи обмоток якоря 1 и в катушке 1 электромагнита 12, вследствие



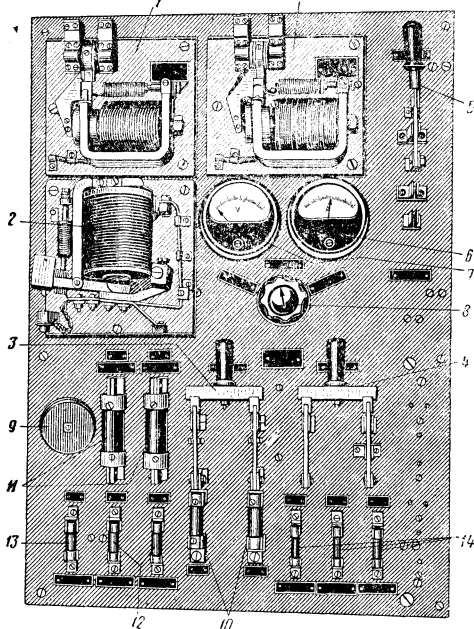
Фиг. 460. Схема включения регулятора напряжения и реле обратного тока электровоза серии Си

чего вводится часть сопротивления 11 в цепь обмотки возбуждения генератора.

В результате напряжение генератора уменьшается, и зарядка прекращается.

Выключатель 15 и реле 5 служат для того, чтобы ставить аккумуляторную батарею в положение усиленной зарядки. После замыкания выключателя 15 выключается реле 5, которое присоединяет параллельно обмотке 11 электромагнита 12 сопротивление 16, и, кроме того, замыкается накоротко секция с у сопротивления 13. Сопротивление 17, включающееся в осветительную сеть при действии реле 3, препятствует подаче к лампам напряжения больше номинального и, следовательно, препятствует изменению силы света в зависимости от того, находится ли аккумуляторная батарея в состоянии зарядки или нет. Сопротивление рассчитано на максимальное напряжение 2,55 в на элемент, которого может достигнуть аккумуляторная батарея во время нормальной зарядки и при замкнутом выключателе 15.

Реле 4 ограничения зарядки приходит в действие, как только достигается максимальное напряжение зарядки и зарядный ток доходит до нуля.



Фиг. 461. Распределительный щит типа РЩ-37Б-2

24. Распределительные щиты

Регуляторы напряжения, реле обратного тока, рубильники, плавкие предохранители сопротивления и измерительные приборы цепи аккумуляторной батареи и генератора тока управления обычно монтируются на специальном низковольтном распределительном щите.

На электровозах серий ВЛ22^м, ВЛ22 и ВЛ19 с двумя мотор-вентиляторами, на которых мотор-вентиляторы могут быть включены последовательно (на низкую скорость), генераторы тока управления могут также включаться последовательно, что позволяет поддерживать нормальный заряд аккумуляторной батареи независимо от режима работы мотор-вентиляторов. Переключение на последовательное соединение генераторов тока управления значительно усложнило схему распределительного щита и потребовало установки двух регуляторов напряжения.

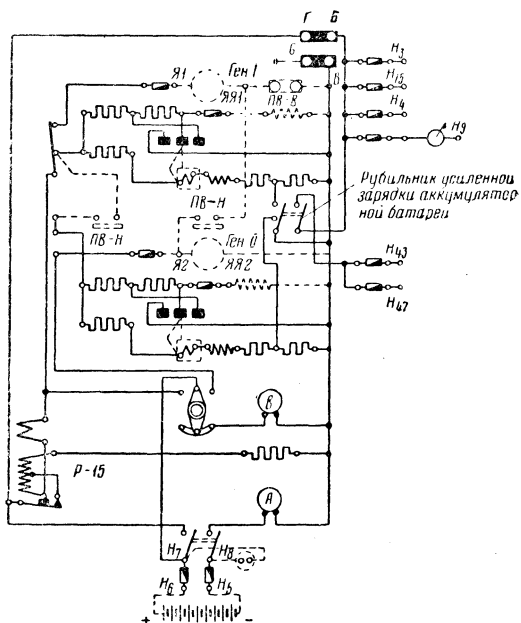
На фиг. 461 и 462 показаны общий вид и принципиальная схема распределительного щита типа РЩ-37Б-2, установленного на электровозах серий ВЛ22^м и ВЛ22.

На изоляционной доске этого распределительного щита смонтированы два регулятора напряжения 1 типа СРН-2, реле обратного тока 2 типа Р-15Б или Р-15Г, отключатель 3 аккумуляторной батареи, выполненный в виде двухполюсного рубильника, рубильник 4 усиленной зарядки аккумуляторной батареи, переключатель 5 генераторов, амперметр 6, показывающий ток заряда или разряда аккумуляторной батареи, вольтметр 7, переключатель 8 вольтметра, выключатель 9 освещения щита, плавкие предохранители: 10 — цепи батареи, 11 — якорей генераторов тока управления, 12 — возбуждения генераторов тока управления, 13 — освещения щитка и 14 — вспомогательных цепей. Трубоччатые сопротивления смонтированы на задней стороне щита.

Пунктирными линиями на фиг. 462 изображены цепи, находящиеся вне распределительного щита; контакты переключателя вентилятора изображены в положении, отвечающем высокой скорости вращения его, т. е. контакт ПВ-В замкнут, а ПВ-Н разомкнут.

Завод «Динамо» рекомендует следующую инструкцию по обслуживанию распределительного щита типа РЩ-37Б-2.

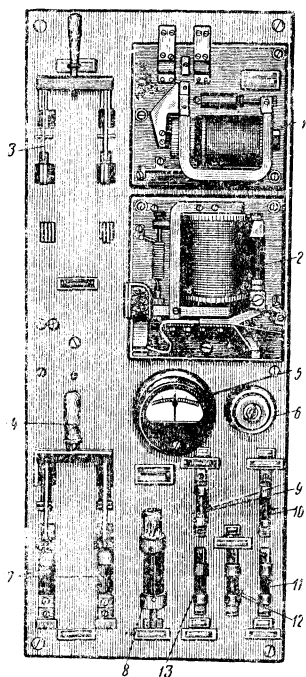
1. Если электровоз работает на участке с полярностью плюс (+) в контактном проводе, то перемычки на щитке должны занимать горизонтальное положение и соединять клемму В с клеммой Г и клемму В с клеммой Г. При полярности минус (—) в контактном проводе перемычки должны занимать вертикальное положение и соединять клемму В с клеммой В и клемму Г с клеммой Г.
2. Генераторы управления должны заземляться только через провод, идущий от щита. Нельзя заземлять генераторы управления помимо щита, так как это может привести к полному короткому замыканию генератора.
3. Нормально должен работать генератор управления I (верхнее положение переключателя), так как только в этом положении возможен переход вентиляторов на режим низкой скорости с



Фиг. 462. Принципиальная схема распределительного щита РЩ-37Б-2

сохранением нормальной величины напряжения на генераторах управления.

Если генератор *I* неисправен или неисправен его регулятор (установлен с правой стороны), необходимо перейти на работу генератора *II*, переключив переключатель в нижнее положение. При этом на режиме низкой скорости вентиляторов генератор не будет



Фиг. 463. Распределительный щит типа РЩ-19

давать полного напряжения, и цепь управления будет питаться от батареи. В этом случае необходимо следить за разрядом батареи при помощи амперметра и вольтметра. Нельзя доводить разряд батареи из 22 банок ниже 40 в даже при полном разрядном токе (20—21 а). Тем более нельзя разряжать батарею ниже этого напряжения при меньших токах.

4. Примерно один раз в месяц батарея должна подвергаться усиленной зарядке без предварительной разрядки и раз в три месяца — усиленной зарядке с предварительной полной разрядкой (до 38—40 в при 22 банках).

Примечание. Для правильного режима разряда перед усиленной зарядкой необходимо в последний час разряда производить током не более 4—5 а.

Усиленная зарядка всегда должна производиться двумя ступенями: 1-я ступень — нормальным напряжением в 50 в с доведением зарядного тока до 5—6 а и затем 2-я ступень — повышенным напряжением примерно до 62 в. Усиленная зарядка повышенным напряжением должна продолжаться от 2 до

3 час., причём зарядный ток должен снизиться до 4—5 а. Перевод зарядки на повышенное напряжение производится отключением рубильника «Заряд аккумуляторной батареи».

Необходимо помнить, что при этом управление электровозом становится невозможным в течение всего периода усиленной зарядки (прерывать процесс усиленной подзарядки не рекомендуется). Освещение при этом также выключается (кроме одной дежурной переносной лампы и лампы освещения щита).

Усиленная подзарядка может производиться как при высокой, так и при низкой скорости вентиляторов (см. п. 3).

На электровозах серии ВЛ19 с двумя мотор-вентиляторами установлены распределительные щиты типа РЩ-37А, отличающиеся от щитов РЩ-37Б количеством плавких предохранителей для цепей освещения.

В последнее время на электровозах серии ВЛ22^м устанавливаются распределительные щиты типа ПУ-3.

На электровозах серии ВЛ19, на которых установлен регулятор напряжения типа СРН-2А и имеется один генератор тока управления, установлен распределительный щит типа РЩ-19 (фиг. 463). На этом щите смонтированы регулятор напряжения 1, реле обратного тока 2 (типа Р-15Б-1), отключатель 3 генератора, выполняемый в виде двухполюсного рубильника, отключатель 4 аккумуляторной батареи, амперметр 5, показывающий величину тока заряда или разряда аккумуляторной батареи, выключатель 6 освещения щитка, плавкие предохранители: 7 — цепи батареи, 8 — якоря генератора тока управления, 9 — возбуждения генератора тока управления, 10 — освещения щита, 11 — штепселя для переносной лампы, 12 — вспомогательных цепей и 13 — цепей клапанов пантографов. Трубочатые сопротивления к регулятору напряжения и реле обратного тока смонтированы на обратной стороне распределительного щита. На электровозах серии СК, где имеется два генератора тока управления, отключатель 3 генератора используется как переключатель для переключений с одного генератора на другой.

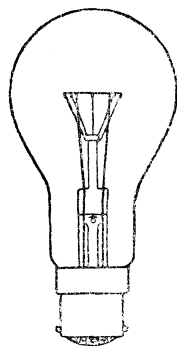
25. Лампы и осветительная арматура

Ввиду того что в условиях тряски, толчков и вибрации электровоза обычный патрон с винтовой нарезкой позволяет лампе самовывёртываться, для сигнальной и осветительной арматуры обычно применяется двухконтактный пружинящий патрон типа Сван, обеспечивающий хороший контакт при тряске.

В качестве сигнальных и осветительных ламп на электровозах применяются лампы накаливания железнодорожного типа (фиг. 464). Эти лампы характеризуются пониженной на 12—15 % по сравнению с нормальными лампами световой отдачей вследствие принятой более низкой температуры нити; последнее необходимо для лучшего сопротивления нити толчкам и тряске и, таким образом, для удлинения срока службы ламп, который гарантируется для железнодорожных ламп, так же как и для ламп нормальных, в 1 000 час. горения.

Стандартные лампы железнодорожного типа изготавливаются на напряжение 50 в; при использовании этих ламп при более высоких напряжениях (55—60 в) срок службы ламп может снизиться на 80—90 %.

Основным типом осветительной арматуры для кабин машиниста служат плафоны с прозрачным или матированным остеклением; нормальным положением лампы в таких плафонах считается положение под углом 15° к горизонту. В коридорах и высоковольтных

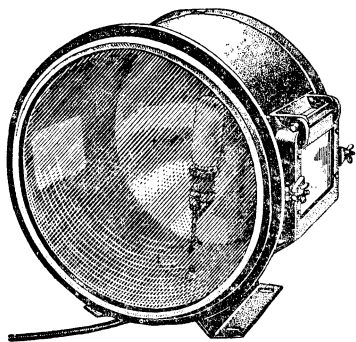


Фиг. 464. Железнодорожная лампа

камерах осветительные лампы вставляются в патроны, укрепленные на стенках кузова при помощи скоб.

Освещение пути и контактного провода в темное время производится лобовыми прожекторами, установленными на крыше электровоза.

На советских электровозах применяются прожекторы типа ПЛ-45 (фиг. 465) и ПЛ-35 (фиг. 466). Прожектор состоит из цилиндрического кожуха, сваренного из листового миллиметрового железа.



Фиг. 465. Прожектор типа ПЛ-45

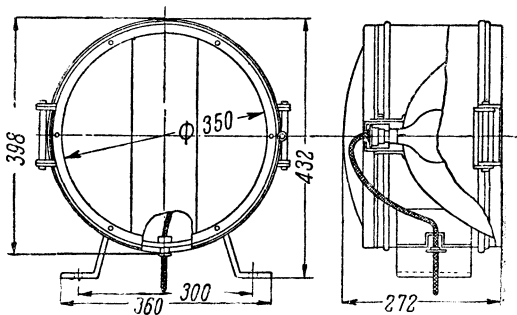
С задней стороны прожектор имеет глухую крышку, а с передней — крышку, снабженную защитным стеклом. Внутри корпуса прожектора укреплен металлический хромированный параболический отражатель. У прожектора типа ПЛ-35 к днищу этого отражателя приварено фокусирующее приспособление, которое одновременно служит для укрепления патрона для лампы.

У прожектора типа ПЛ-45 патрон для лампы укреплен к нижней части кожуха. Провода к лампе прожектора введены через уплотнитель.

В прожекторах типа ПЛ-35 устанавливаются газонаполненные лампы с шарообразной колбой мощностью 250 *вт*, в прожекторах типа ПЛ-45 — лампы мощностью 500 *вт*.

Лампа лобового прожектора может включаться или на полный свет или на тусклое освещение; последнее достигается включением последовательно с лампой сопротивления.

Для сигнальных целей на электровозах над буферным брусом установлено по два буферных фонаря. У грузовых электровозов эти фонари установлены на площадках кузова под поручнями. Так как буферные фонари в основном служат не для освещения пути впереди электровоза, а лишь в качестве сигналов, они снабжены небольшими (25-*вт*) лампами и имеют значительный угол рассеяния для лучшей видимости их со стороны. Для включения в цепь буферных фонарей около места их установки ставятся штепсельные вилки.

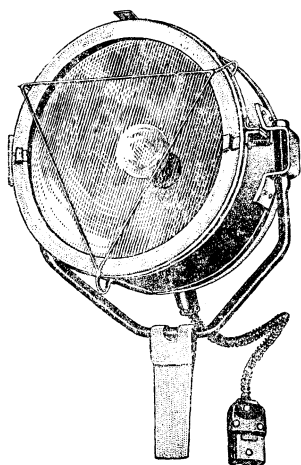


Фиг. 466. Прожектор типа ПЛ-35

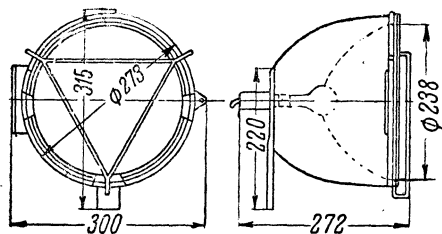
На электровозах применяются буферные фонари типа ПБ-24 (фиг. 467) и типа XV-5 (фиг. 468), имеющие сферическую форму. Корпус фонаря сделан из листового железа толщиной 1,5 мм. В фонаре установлены металлический хромированный отражатель и патрон для лампы; фонарь имеет спереди дверцу с защитным прозрачным стеклом.

На дверце перед защитным стеклом имеется три скобы для вставки при необходимости цветного сигнального стекла. Фонарь снабжён отрезком провода, конец которого имеет штепсельную розетку.

Освещение ходовых частей электроваза под кузовом производится фонарями, подобными буферным, или специальными фонарями. Одна из конструкций фонаря для освещения ходовых частей показана на фиг. 469; этот фонарь представляет собой металлический закрывающийся цилиндр (корпус), сделанный из листового железа. Внутри корпус фонаря выкрашен белой краской и имеет патрон для лампы. В боковой части корпуса сделано закрывающееся



Фиг. 467. Буферный фонарь типа ПБ-24



Фиг. 468. Буферный фонарь типа XV-5

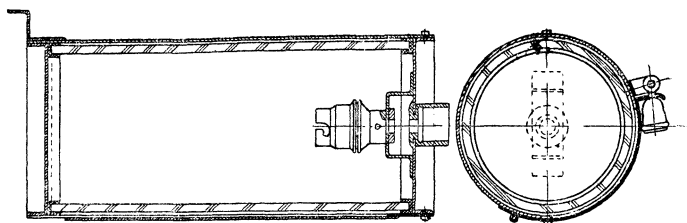
крышкой окно размером 190×100 мм. Внутри металлического корпуса вставляется цилиндрическое стекло, в котором и помещается 25-вт лампа.

Кроме постоянных фонарей, для освещения ходовых частей электровоза применяются на стоянках переносные лампы.

26. Амперметры и вольтметры

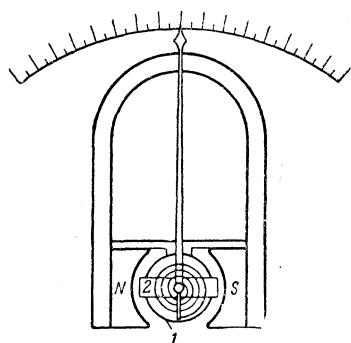
Амперметры. Для измерения величины тока в цепи тяговых двигателей, а также для измерения величины зарядного или разрядного тока аккумуляторной батареи на электровозах установлены амперметры. Механизм этих амперметров состоит из постоянного магнита с полюсными наконечниками N и S (фиг. 470). Между наконечниками для уменьшения магнитного сопротивления в междуполусном пространстве помещён неподвижный сердечник 1 из хорошо проводящего магнитный поток материала. Подвижная часть механизма представляет собой рамку 2 с намотанной на ней тонкой изолированной проволокой. Эта рамка по-

мещена в магнитное поле постоянного магнита, и концы её обмотки присоединены к внешней цепи. Во время прохождения по обмотке постоянного тока возникает магнитное поле рамки, которое, взаимодействуя с потоком неподвижного магнита, по-



Фиг. 469. Фонарь для освещения ходовых частей

ворачивает рамку в ту или иную сторону. Противодействие вращению рамки оказывают две спиральные пружинки из немагнитного материала, которые служат одновременно проводниками для подведения тока к концам обмотки рамки. К рамке прикреплена копьевидная стрелка, обращённая вверх, угол отклонения которой зависит от величины тока, проходящего через обмотку рамки.



Фиг. 470. Схема магнитоэлектрического прибора

Обмотка амперметра своими концами присоединена к шунту, включённому в цепь измеряемого тока (фиг. 471). Шунты имеют небольшое сопротивление и поэтому при прохождении по ним значительных токов напряжение и ток амперметров получаются очень незначительными.

Каждый шунт рассчитан по условию допускаемого нагрева на прохождение тока определённой максимальной величины, при которой на зажимах шунта получается вполне определённое падение напряжения. Упомянутые величины тока и падение напряжения являются номинальными характеристиками шунта.

На электровозах серий ВЛ19, ВЛ22, СК и Сс установлены амперметры типа МН.

Амперметры снаружи имеют круглые металлические корпуса диаметром 135 мм со стеклом, предохраняющим от попадания в механизм пыли.

Около зажимов, к которым подведены концы обмотки рамки, на приборах имеются обозначения: «Плюс» — правый зажим и «Минус» — левый зажим.

На шкале прибора нанесены чёрными делениями значения тока. На электровозах с рекуперативным и реостатным торможе-

нием амперметры, показывающие величину тока в цепи якоря, имеют шкалу с пределами 500—0—500 *а*, причём положение стрелки в правой части шкалы указывает на моторный, а в левой — на тормозной режимы. Кроме того, на электровозах с рекуперативным торможением установлены амперметры со шкалой, имеющей деления от 0 до 500 *а* для указания величины тока в обмотках возбуждения тяговых двигателей.

Для измерения величины тока аккумуляторной батареи установлен амперметр со шкалой 75—0—75 *а*, по которому можно судить не только о величине тока, но и о его направлении (заряд или разряд батареи).

Амперметры для измерения тока тяговых двигателей присоединены калиброванными проводами к 500-*а* шунтам, которые при этом токе имеют падение напряжения на своих зажимах 45 или 75 *мв* (1 *мв* = = 0,001 *в*).

Провода, идущие от шунтов к амперметрам в кабинках машиниста, имеют длину 12 *м* и сечение 4 *мм*². Сопротивление двух проводов составляет $0,0527 \cdot 2 = = 0,1054$ *ом*, допустимое отклонение $\pm 3\%$.

Амперметр аккумуляторной батареи присоединён калиброванными проводами длиной 1 *м* каждый к 75-*а* шунту, который при этом токе имеет падение напряжения на своих зажимах 75 *мв*. Шунты калиброваны только с данным амперметром, что отмечено на них соответствующими номерами, а поэтому шунты и амперметры без калибровки невзаимозаменяемы.

На электровозах серии С установлены амперметры со шкалой 0—500 и 500—0—500 *а*. При токах 500 *а* шунты этих амперметров дают на своих зажимах напряжение 100 *мв*.

У электровозов серии С^и для измерения тока в цепи тяговых двигателей установлены амперметры с вертикальной шкалой профильного типа, охватывающие пределы 0—600 и 600—0—600 *а*. Амперметр со шкалой на 600—0—600 *а* при положении стрелки выше нуля указывает на моторный режим, ниже — на тормозной (рекуперацию).

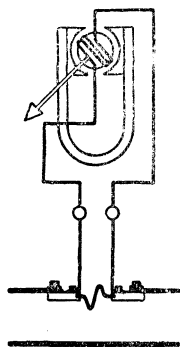
Амперметры для измерения тока тяговых двигателей находятся под напряжением, равным напряжению их шунтов, а потому должны иметь по отношению к земле надёжную изоляцию.

На амперметрах типа МН имеется снизу винт для установки стрелки на нуль в случае её отклонения при отсутствии тока в цепи. При вращении винта натяжение пружины прибора меняется и стрелка подводится к нулю.

Во время осмотра электровоза следует особенно тщательно проверять плотность всех контактов цепи амперметров, а именно зажимы у шунтов и зажимы на корпусах приборов.

Вольтметры. Для измерения напряжения в контактном проводе и напряжения на зажимах тяговых двигателей, а также напряжения низковольтных цепей служат вольтметры.

Обычно на электровозах вольтметры по конструкции ничем не отличаются от амперметров. Внутреннее сопротивление вольт-

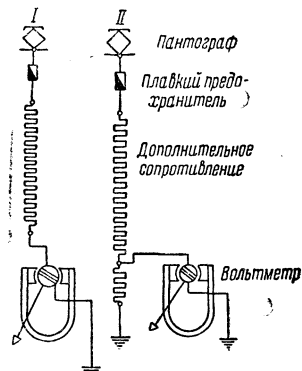


Фиг. 471. Схема включения амперметра с шунтом

метров очень незначительное и поэтому вольтметры высоковольтных цепей включаются последовательно с дополнительным сопротивлением (фиг. 472, I).

На электровозах, не имеющих реостатного торможения, в кабинах машиниста установлено по одному вольтметру, измеряющему напряжение контактной сети. На электровозах серии ВЛ19 с реостатным торможением имеются вторые вольтметры для измерения напряжения на зажимах тяговых двигателей при реостатном торможении.

На электровозах серий ВЛ22, ВЛ19, СК и Сс установлены вольтметры со шкалой с пределами 0—4 000 в типа МН, отличающиеся от амперметров этого же типа только градуировкой шкалы. Вольтметры соединены последовательно по два через сопротивление типа ПБ-104 на 500 000 ом. Это сопротивление закрыто железной коробкой и укреплено на двух изоляторах.



Фиг. 472. Схема включения вольтметров

Каждая пара вольтметров калибрована для работы с одним сопротивлением в 500 000 ом; это уточняется нанесением соответствующих номеров на вольтметрах и на сопротивлении. На электровозах серии С установлены вольтметры со шкалой с пределами 0—4 000 в. Вольтметры включены последовательно с трубчатыми сопротивлениями и шунтовой катушкой счётчика.

На электровозах серии Си установлены вольтметры со шкалой с пределами 0—4 500 в профильного типа. Эти вольтметры включены параллельно нескольким виткам добавочного сопротивления, находящегося в цепи между контактным проводом и землёй, со стороны земли (фиг. 472, II). Вследствие этого исключается возможность в случае обрыва обмотки попадания вольтметра под высокое напряжение.

Вольтметры вместе с другими приборами устанавливаются на панели в кабинах машиниста. Одна из таких панелей, установленная на электровозе серии ВЛ22^м с рекуперативным торможением, показана на фиг. 473. На панели имеется вольтметр 3, указывающий напряжение в контактном проводе, амперметр 1 в цепи обмоток возбуждения четвёртого тягового двигателя, амперметр 2 в цепи якоря четвёртого двигателя, манометр 4, чёрная стрелка которого показывает давление в тормозном цилиндре, а красная—в резервуаре управления, манометр 5, чёрная стрелка которого показывает давление в тормозной магистрали, а красная—в главных резервуарах, и девять индикаторных ламп: лампа 7 указывает на включение мотор-генератора первого электровоза, лампа 6—на включение быстродействующих выключателей первого и второго электровоза, лампа 12—на включение первого мотор-компрессора на первом электровозе, лампа 11—на включение второго мотор-компрессора на первом электровозе, лампа 10—на включение быстродействующего выключателя на первом элек-

тровозе, лампа 8 — на включение первого мотор-вентилятора на первом электровозе, лампа 9 — на включение второго мотор-вентилятора на первом электровозе, лампа 13 — на включение реле пониженного напряжения и лампа 14 — на включение мотор-компрессоров и мотор-вентиляторов на первом и втором электровозах. Для освещения приборов в тёмное время служит лампа, расположенная под манометрами. Приборы и лампы закрыты снимающимся кожухом.

Лампы на панели имеют мощность по 15 *вт* и снабжены патронами типа Сван.

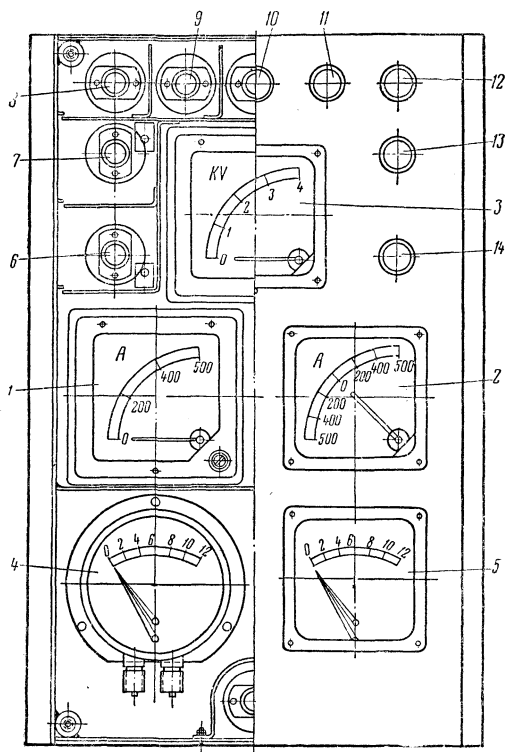
27. Счётчики

Для регистрации затраченной электровозом энергии служат счётчики.

На фиг. 474 показана схема коллекторного счётчика типа ЭПС-ЦНИИ. Счётчик приводится во вращение взаимодействием токовых катушек 4 и трёх катушек 1, укрепленных на текстолитовом диске 2. Ток к катушкам 1 подводится через коллектор 3, имеющий три спирально расположенные пластины, изготовленные из серебра.

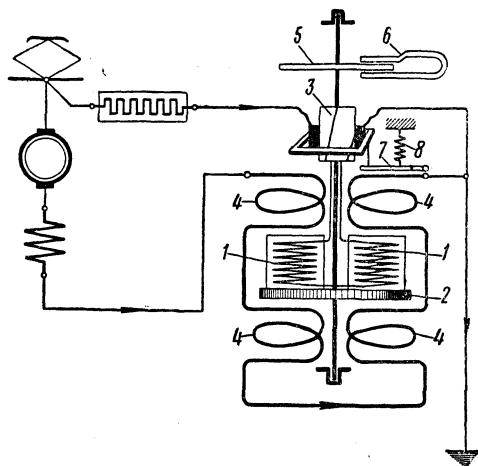
На одной оси с диском 2, по катушкам 1 которого проходит ток от пантографа, насажен второй демпферный диск 5. Этот диск вращается между полюсами постоянного магнита 6, что создаёт тормозящий момент, пропорциональный скорости вращения диска. Вследствие этого скорость вращения всей системы пропорциона вращающему моменту первого диска, т. е. величине тока в катушках 1 и величине тока в катушках 4. Ток в катушках 1 пропорционален напряжению в контактной сети, а по катушкам 4 идёт тяговый ток.

Щётки коллектора 3 связаны с ферромагнитной пластиной 7, на которую с одной стороны действует пружина 8, а с другой —



Фиг. 473. Панель с измерительными приборами электровоза серии ВЛ22м

магнитный поток катушки 4. Такое устройство обеспечивает передвижение щёток по коллектору в зависимости от величины тягового тока; изменение положения щёток по отношению к нейтральной плоскости достаточно полно компенсирует силу трения щёток о коллектор.



Между коллектором 3 и диском 5 на оси счётчика укреплён червяк, который приводит во вращение обычный регистр, отсчитывающий затраченную электровозом энергию.

Токовые катушки 4 выполнены из голого круглого медного проводника диаметром 12 мм и рассчитаны на полный ток электровоза.

Фиг. 474. Схема счётчика типа ЭПС-ЦНИИ

28. Скоростемеры

Для определения скорости движения поезда в кабинах машиниста устанавливаются указатели скорости—скоростемеры.

На электровозах получили применение механические скоростемеры завода «Ленгазппарат» типа СЛ-2, Гаузгельтера и «Тейлок» (на электровозах серии С").

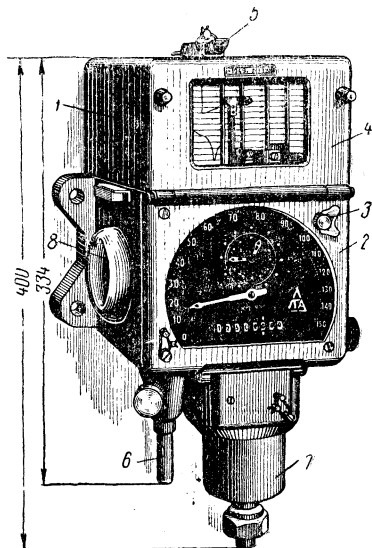
Скоростемер типа СЛ-2 (фиг. 475) непрерывно показывает скорость движения электровоза, суточное время в часах и минутах, суммарное количество километров, пройденное электровозом, количество километров, пройденное электровозом за сутки или за время работы одной бригады. Одновременно с показаниями скоростемер непрерывно регистрирует на бумажной ленте пробег электровоза в километрах, скорость движения, суточное время в часах и минутах, длительность пробега электровоза и время стоянок до 24 час., направление движения электровоза, моменты и длительность пользования пневматическим тормозом и давление в тормозной магистрали. Прибор измеряет скорость в пределах от 5 до 150 км/час с точностью ± 2 км/час, не считая ошибки за счёт износа бандажей колёс.

Механизм прибора заключён в чугунном корпусе 1, закрытом передней стенкой 2. Через застеклённое окно этой стенки видны циферблат часов и их стрелки. Ключ 3 служит для завода часов и перевода стрелок. В верхней части прибора помещён регистрационный механизм, закрытый откидной крышкой 4, удерживаемой замком 5. На этот замок ставится пломба. Вал 6 прибора соединяет-

ся приводом с колёсной парой электровоза. К камере 7 регистратора давления подводится трубка от тормозной магистрали. Некоторые приборы имеют звонок 8, сигнализирующий машинисту о достижении предельной скорости. Вес прибора типа СЛ-2 около 14 кг.

Часы скоростемера должны заводиться ежедневно в одно и то же время. При заводе часов и при переводе стрелок ключ следует вращать только по часовой стрелке. Если в пути машинист заметит наматывание ленты на лентопротяжный барабан, заброс стрелки за деление 150 км или явную поломку прибора или привода, то необходимо на первой остановке отключить привод.

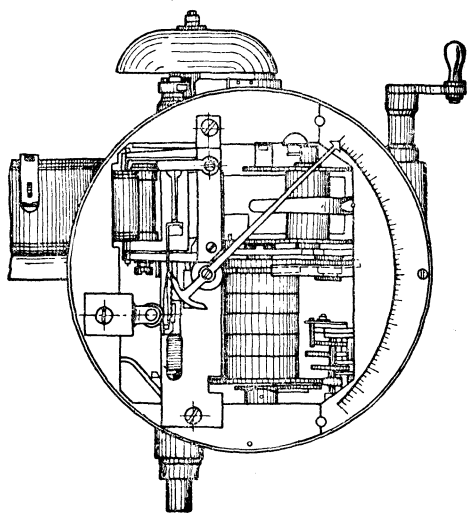
Суммарное количество километров отсчитывается на пяти левых цифровых барабанах. Пробег за сутки или за рейс отсчитывается на трёх правых цифровых барабанах. Цифровые показатели этой группы могут быть в любое время сброшены на нуль при помощи ключа, расположенного на правой стороне корпуса прибора.



Фиг. 475. Скоростемер типа СЛ-2

Счётчик отсчитывает количество пройденных километров независимо от направления движения электровоза.

Бумажная лента для регистрации показаний скоростемера изготавливается длиной 12 м и шириной 79,5 мм и рассчитана на запись 2400 км пройденного электровозом пути. Верхнее поле ленты шириной 30 мм имеет разлиновку через каждые 5 мм для записи минут и для регистрации часов. Нижнее поле ленты шириной 40 мм служит для записи скорости, давления воздуха в тормозной магистрали, регистрации обратного хода и пройденного пути.



Фиг. 476. Скоростемер системы Гаузгельтера

записи скорости, давления воздуха в тормозной магистрали, регистрации обратного хода и пройденного пути.

Скоростемер системы Гаузгельтера (фиг. 476) непрерывно показывает скорость и регистрирует на ленте скорость движения, время движения, время стоянки и пройденный электровозом путь. В верхней части прибора имеется звонок, сигнализирующий о достижении предельной скорости.

29. Соединительные провода, шины и изоляторы

Соединения зажимов отдельных высоковольтных аппаратов и машин между собой на электровозах выполнены высоковольтными кабелями и шинами. На электровозах применён многожильный кабель марки ПС-3600 и ЭПСО-3600 с изоляцией, рассчитанной на напряжение 4 000 в, сечением 326, 80, 43, 16, 10, 6 и 4 мм².

Толщина изоляции кабелей марки ЭПСО-3600 составляет 6,1—3,0 мм.

Кабелем сечением 326 мм² соединены между собой пантографы и сделан ввод от пантографа к главному разъединителю. Кабелем сечением 80 мм² выполнены все основные соединения силовой цепи тяговых двигателей, за исключением ряда соединений между контакторами и реостатами и цепей ослабления поля тяговых двигателей, которые выполнены кабелем сечением 43 мм². Подводка к алюминиевому разряднику и динамотору осуществлена кабелем сечением 16 мм², к отдельным вспомогательным машинам—кабелем сечением 10 и 6 мм² и отопительным печам и измерительным приборам—кабелем сечением 4 мм².

Концы кабелей вплаиваются в лужёные наконечники, которые имеют отверстия для крепления их к соответствующим приборам. Кабели, идущие к пусковым сопротивлениям, имеют участок около этих сопротивлений со снятой изоляцией, чтобы последняя не подгорала. Высоковольтные кабели по несколько штук подвешиваются к каркасам и стенкам кузова и заматываются киперной лентой, которая снаружи покрывается эмалевым лаком. На электровозах серии С^и высоковольтные кабели уложены в специальные желоба, на которые снаружи нанесена красная опознавательная полоса.

Фиг. 477. Клеммовая рейка

Близко расположенные приборы, например ряд контакторов, соединяются между собой медными шинами, изогнутыми в зависимости от месторасположения в виде скоб или подков. Сечение шин, соединяющих между собой контакторы на электровозах серии ВЛ19, равно 4 × 26 мм. Концы шин лудятся, а середина обматывается лентой. Концы зазем-

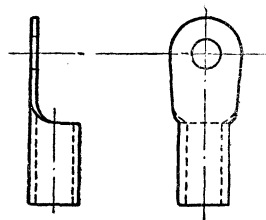
ляющих кабелей также подведены к медной шине, укрепленной на изоляторах и соединенной с тележками или кузовом электровоза.

Низковольтные соединения цепи управления и освещения электровозов выполнены проводами с изоляцией на 600 в марки ПС-1000 и ЭПСО-1000. Большая часть проводов управления объединена в 16-жильный шланговый кабель (кабель марки СЭШ-1000). Сечение отдельных проводов этого кабеля составляет $2,5 \text{ мм}^2$. Такой же кабель использован для междуэлектровозных соединений.

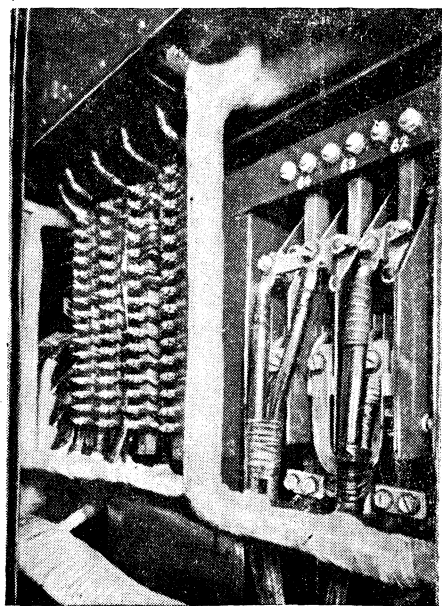
Для облегчения отыскания нужного провода цепи управления наружную оплётку отдельных проводов 16-жильного кабеля иногда делают различной по окраске.

Проводка от аккумуляторной батареи и генератора тока управления выполнена проводами сечением 25 и 16 мм^2 . Отдельные провода для цепи управления имеют сечение 6 и $2,5 \text{ мм}^2$. Провода цепей освещения имеют обычно сечение $1,5 \text{ мм}^2$. Провода цепи управления внутри электровоза связаны в пучки, которые или примотаны лентой к специальным скобам, расположенным у аппаратов, или укреплены на стенках кузова. На электровозах серии С¹ провода управления помещены в желоба, на которых снаружи нанесена жёлтая опознавательная полоса.

Соединение отдельных групп проводов управления на советских электровозах осуществляется на так называемых клеммовых рейках (фиг. 477). С целью повышения изоляционных свойств основание рейки выполнено из пропитанного дерева. На основании укреплены клеммовые болты в количестве 16 шт. (в соответствии с числом проводов в кабеле цепи управления и количеством контактных штифтов междуэлектровозных соединений). На каждый



Фиг. 478. Наконечник для провода



Фиг. 479. Расположение кабелей у контакторов и клеммовые рейки

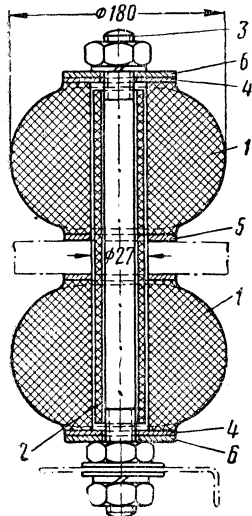
числом проводов в кабеле цепи управления и количеством контактных штифтов междуэлектровозных соединений). На каждый

болт можно укрепить при помощи гаек до шести наконечников, напаянных на провода цепи управления. Под каждую гайку может быть поджато два наконечника противоположно направленных проводов.

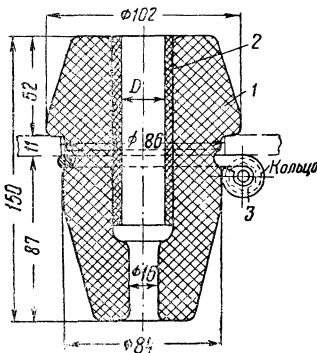
Наконечники проводов (фиг. 478) штампуются из листовой меди толщиной 0,5, 1,0, 1,5 и 2,0 мм.

Для цепей освещения ходовых частей электровоза употребляются провода марки ПРГН сечением 1,5—2,5 мм², которые прокладываются в газовых трубах диаметром $\frac{1}{2}$ и $\frac{3}{4}$ ". Последние прикреплены при помощи хомутов или скоб к кузову электровоза под его полом.

На фиг. 479 показаны расположение кабелей у контакторов и клеммовые рейки электровоза.



Фиг. 480. Изоляционная подвеска



Фиг. 481. Проходной изолятор

Ящики пусковых сопротивлений прикрепляются к металлическим конструкциям кузова с помощью изоляционных подвесок (фиг. 480). Эти подвески состоят из двух фарфоровых изоляторов 1, изоляционной трубки 2, шпильки 3, шайб 4 и 5 из литейного и фибры и стальных шайб 6. Кабели к сопротивлениям подводятся через проходные изоляторы, укрепленные на металлических стенках, отделяющих реостаты от другого помещения высоковольтной камеры. Проходные изоляторы (фиг. 481) состоят из фарфорового изолятора 1, миканитовой трубки 2 и стального фиксирующего кольца. В зависимости от диаметра кабеля трубка 2 имеет внутренний диаметр 28 мм (тип изолятора ИП-1А) или 23 мм (тип изолятора ИП-1Б).

ГЛАВА IX

АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ

1. Общие сведения

Аккумуляторная батарея служит источником энергии для питания цепи низкого напряжения электровоза при неработающем генераторе тока управления.

Во время подготовки электровоза к работе, а также при повреждении генератора тока управления в пути аккумуляторная батарея питает электроэнергией катушки различных аппаратов, осветительные и сигнальные лампы. После включения генератора тока управления питание низковольтных цепей электровоза производится от генератора, который одновременно заряжает аккумуляторную батарею.

Аккумуляторная батарея состоит из ряда аккумуляторных элементов, соединённых последовательно один с другим.

В отличие от так называемых первичных элементов, к которым относятся гальванические элементы, преобразующие химическую энергию в электрическую, аккумуляторы представляют собой вторичные элементы, способные накапливать (аккумулировать) подведённую к ним извне при заряде электрическую энергию в виде постоянного тока и по мере надобности отдавать эту энергию также в виде постоянного тока. Следует заметить, что выражение «накапливать электрическую энергию» неправильно, и оно приведено лишь как наиболее ясно выражающее видимые результаты. В действительности в аккумуляторе происходит превращение электрической энергии в химическую с последующим её преобразованием в электрическую.

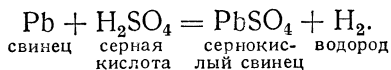
В практике получили широкое распространение два типа аккумуляторов — свинцовые (кислотные) и железо-никелевые (щелочные), отличающиеся друг от друга применением разных пластин и растворов (электролитов).

На электровозах железных дорог СССР в настоящее время применяются исключительно свинцовые аккумуляторы.

2. Принцип работы аккумуляторов

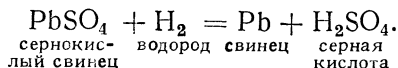
В своей простейшей форме свинцовый аккумулятор представляет собой сосуд 1 (фиг. 482), наполненный раствором серной кис-

Как только свинцовые пластины погружаются в раствор серной кислоты, они под действием этой кислоты покрываются тонким слоем сернистого свинца. Происходящий при этом химический процесс можно выразить следующей формулой:



Фиг. 482. Заряд аккумулятора

Процесс, происходящий у отрицательной пластины (катода), можно выразить так:


$$\text{PbSO}_4 + \text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{PbO}_2 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4.$$

сернокис-
лый свинец

кислотный
остаток

вода

перекись
свинца

серная
кислота

Описанный процесс происходит до тех пор, пока на пластинках будет находиться сернистый свинец. Когда же сернистый свинец полностью превратится в перекись свинца на аноде и в чистый

свинец на катоде, то электрический ток не будет производить изменения химического состояния пластин, а будет разлагать воду электролита на её составные части. На аноде при этом начнёт выделяться кислород O , а на катоде — водород H_2 .

Такое выделение газа, весьма сходное с кипением воды, носит название **к и п е н и я а к к у м у л я т о р а**. В случае появления «кипения» следует прекратить питание аккумулятора электрической энергией, так как оно показывает на окончание процесса окисления положительной пластины (анода), т. е. на окончание процесса заряда аккумулятора.

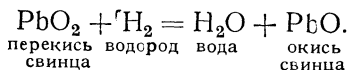
Дальнейшее питание аккумулятора энергией будет вести лишь к разложению воды, содержащейся в электролите аккумулятора, увеличению плотности его и нагреву. Механическая смесь выделяемых во время «кипения» аккумулятора водорода и кислорода представляет собой взрывчатый гремучий газ, к которому весьма опасно приближаться с огнём.

В результате заряда аккумулятора получается своего рода гальванический элемент, электроды которого (перекись свинца PbO_2 и металлический свинец Pb) погружены в разбавленную серную кислоту.

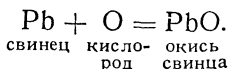
При замыкании заряженного аккумулятора на внешнюю цепь разрядный ток во внешней и внутренней цепях элемента будет иметь обратное направление по сравнению с тем, какое направление имел зарядный ток (фиг. 483).

В этом случае в аккумуляторе происходит обратный процесс, и химическая энергия вновь обращается в электрическую. Разрядный ток разложит серную кислоту H_2SO_4 на водород H_2 и кислотный остаток SO_4 . Водород выделится на положительной пластине, покрытой перекисью свинца PbO_2 . Вступая в химическое соединение с перекисью свинца PbO_2 , водород отнимет от неё часть кислорода, и в результате пластина будет покрыта слоем окиси свинца PbO .

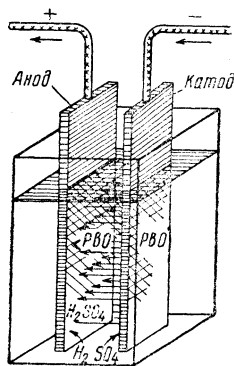
Эта реакция может быть выражена формулой



Кислород выделится на отрицательной пластине, окислит её и образует окись свинца:

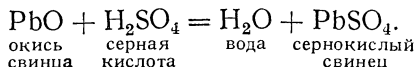


Разрядный ток прекратится, когда весь запас перекиси свинца перейдёт в окись свинца и свинцовая пластина покроется слоем



Фиг. 483. Разряд аккумулятора

окси́и сви́нца. Окись свинца вступает в реакцию с серной кислотой и постепенно образует на обоих электродах труднорастворимую сернокислую соль свинца:



Чтобы аккумулятор вновь сделать пригодным к действию, необходимо его опять зарядить. Во время заряда процесс повторяется, как ранее указывалось, т. е. на положительной пластине выделяется кислород O ; последний, соединяясь с окисью свинца PbO , снова даёт перекись свинца PbO_2 . Отрицательная же пластина, покрываясь водородом H_2 , отдаёт ему свой кислород O , образуя воду H_2O и превращаясь вновь в металлический свинец с поверхностью губчатого строения.

3. Напряжение аккумуляторов

При разомкнутой внешней цепи напряжение на зажимах аккумулятора равно его э. д. с. Электродвижущая сила аккумуляторного элемента при нормальной плотности электролита и средней его температуре равна 2,0—2,1 в независимо от размеров пластин аккумулятора. Величина э. д. с. аккумулятора тем больше, чем больше плотность электролита (фиг. 484).

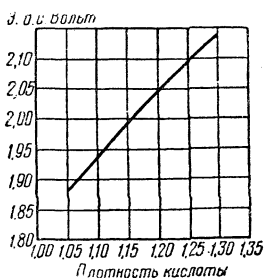
Так как аккумулятор обладает внутренним сопротивлением $R_{\text{вн}}$, то при токе I падение напряжения в нём равно $IR_{\text{вн}}$. Поэтому во время разряда аккумулятора напряжение на его зажимах U выразится формулой

$$U = E - IR_{\text{вн}},$$

где E — э. д. с. аккумулятора.

При заряде напряжение на зажимах аккумулятора должно быть больше э. д. с., так как току приходится преодолевать внутреннее сопротивление, т. е.

$$U = E + IR_{\text{вн}}.$$



Фиг. 484. Зависимость э. д. с. аккумулятора от плотности кислоты

Если при заряде нормально разряженного свинцового аккумулятора измерять через определённые промежутки времени напряжение на его зажимах, то можно обнаружить, что величина напряжения будет заметно изменяться.

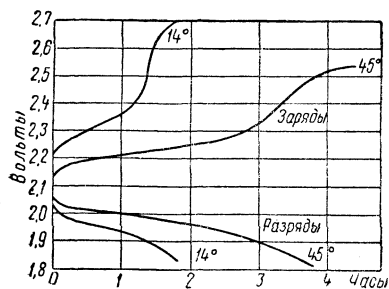
На фиг. 485 изображены кривые изменения напряжения во время заряда и разряда свинцового аккумулятора. Как видно из кривых, напряжение одного элемента в начале заряда составляет около 1,7—1,8 в. После включения тока напряжение быстро возрастает до 2,2 в и затем почти не изменяется. Лишь к концу заряда напряжение достигает 2,4 в, а когда зарядка окончена,

доходит до 2,6—2,7 в. Когда напряжение аккумулятора достигает 2,2 в, у положительной пластины начинают появляться пузырьки, а при напряжении 2,3 в пузырьки начинают также выделяться на отрицательных пластинах. Когда напряжение достигает 2,6—2,7 в, около пластин начинают интенсивно выделяться газы, т. е. аккумулятор закипает. Это означает, что заряд окончен.

После прекращения заряда аккумулятора напряжение его с 2,6—2,7 в быстро падает до 2,1—2,2 в.

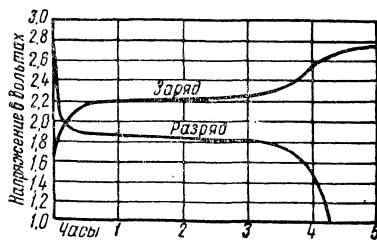
В процессе разряда аккумулятора (нижняя кривая) напряжение его очень быстро падает до 2 в, а затем медленно и плавно уменьшается до 1,7 в. Ниже этой величины разряжать аккумулятор не рекомендуется, так как это значительно уменьшает продолжительность его работы.

В процессе заряда аккумулятора происходит увеличение плотности электролита за счёт дополнительного образования кислоты, что вызывает повышение э. д. с. аккумулятора. Во время разряда происходит образование дополнительного количества воды в электролите, что влечёт за собой уменьшение э. д. с. аккумулятора.



Фиг. 486. Влияние температуры на кривые заряда и разряда

С повышением температуры электролита зарядить аккумулятор до наивысшего значения напряжения нельзя. Так, при температуре электролита 45°, которая является максимально допустимой, поднять напряжение на зажимах аккумуляторного элемента выше 2,6 в не удаётся.



Фиг. 485. Кривые напряжения при заряде и разряде аккумулятора

4. Ёмкость аккумуляторов

Ёмкостью аккумуляторов называется количество электричества, которое можно получить от него во время разряда от состояния полной зарядки до момента, когда напряжение на его зажимах

будет минимально допустимым (при нормальном разрядном токе оно равно 1,7—1,8 в).

Ёмкость аккумулятора выражается в ампер-часах. Если, например, аккумулятор имел после заряда в течение 5 час. разрядный ток 18 а, после чего напряжение его понизилось до 1,75 в, то ёмкость этого аккумулятора равна $5 \cdot 18 = 90$ а-ч.

Ёмкость аккумулятора зависит от количества вещества, участвующего в химическом процессе (количества активной массы), плотности электролита, его температуры, величины разрядного тока, времени службы аккумулятора и т. д. Чем больше активной массы имеет аккумулятор, тем больше его ёмкость. Ёмкость аккумулятора возрастает также с увеличением удельного веса электролита, так как с увеличением количества серной кислоты в электролите более глубокие массы пластин вовлекаются в реакцию.

Ёмкость аккумуляторов увеличивается с повышением температуры и уменьшается с её понижением. При понижении температуры электролит становится более густым и вязким, сужаются поры в активной массе пластин и прекращается доступ электролита к более глубоким слоям пластин.

Чем больше величина разрядного тока аккумулятора, тем быстрее идёт превращение активной массы в сернокислый свинец. Одновременно с этим скорее падает плотность электролита в порах поверхности пластин, уменьшается сечение этих пор и они быстрее закупориваются. Поэтому хотя на электродах и имеется ещё некоторое количество действующих веществ, но оно не вступает в химическую реакцию и аккумулятор оказывается разряженным.

В зависимости от того, как долго работает аккумулятор, т. е. скольким полным циклам зарядов и разрядов подвергался он, ёмкость его также меняется. Максимальную ёмкость он имеет примерно после 250—350 полных циклов. Это объясняется тем, что после многократных перезарядок у аккумулятора увеличивается рабочая масса положительных пластин, а вместе с ней возрастает и его ёмкость. Дальнейшие перезарядки ведут уже к постепенному отваливанию рабочей (активной) массы и уменьшению ёмкости.

Ёмкость аккумулятора зависит от ёмкости положительной и отрицательной пластин. Во время работы аккумулятора оба его электрода никогда не оказываются в одинаковых условиях, и один из них разряжается раньше другого. У свинцовых аккумуляторов ёмкость обычно ограничивается положительными пластинами.

5. Отдача аккумулятора

Разряжаясь, аккумулятор никогда не может отдать в цепь то же количество энергии, которое он получил при заряде. Отдача аккумулятора будет всегда меньше, так как часть энергии тратится в аккумуляторе на нагревание электролита и химические процессы, не имеющие прямого отношения к работе аккумулятора.

Для аккумулятора обычно указывают его «отдачи» по коли-

честве электричества и энергии. Отдачу аккумулятора по энергии часто называют к. п. д. аккумулятора.

Отдача по количеству электричества получится, если ёмкость, отдаваемую аккумулятором во время разряда $C_p = I_p t_p$, разделить на ёмкость, сообщаемую ему во время заряда $C_z = I_z t_z$, т. е.

$$\eta_q = \frac{C_p}{C_z} = \frac{I_p t_p}{I_z t_z},$$

где I_p и I_z — токи разряда и заряда аккумуляторной батареи; t_p и t_z — время разряда и заряда аккумуляторной батареи.

Среднее значение отдачи по количеству электричества равно 85—90%, т. е. около 10—15% всего количества электричества, которое было сообщено аккумулятору, тратится в нём самом (на нагрев электролита, на химическое преобразование электродов).

Отдача аккумулятора по энергии, т. е. к. п. д., представляет собой отношение работы, которую аккумулятор производит при разряде (W_p), к работе, которую приходится затратить на заряд аккумулятора (W_z).

В этом случае

$$W_p = I_p U_p t_p \text{ вт-ч}$$

и

$$W_z = I_z U_z t_z \text{ вт-ч},$$

где U_p — среднее напряжение на зажимах аккумулятора в процессе разряда;

U_z — среднее напряжение на зажимах аккумулятора в процессе заряда.

В самых лучших аккумуляторах к. п. д. не превышает 75—80%, т. е. аккумулятор производит лишь $\frac{3}{4}$ той работы, которая ему была сообщена.

Отдача аккумулятора тем больше, чем меньше промежутков времени между его зарядом и разрядом. Это получается потому, что в заряженном аккумуляторе имеет место явление саморазряда, вызываемое паразитными токами внутри аккумуляторного элемента.

6. Материалы для изготовления пластин свинцовых аккумуляторов

Основным материалом, из которого изготавливаются пластины свинцовых аккумуляторов, являются чистый свинец и его различные соединения.

С в и н е ц Pb — тяжёлый металл синевато-серого цвета с металлическим блеском. Удельный вес его 11,94 г/см³ при 20°; температура плавления 327°. Свинец мягок; легко сгибается, чертится ногтем и на бумаге оставляет серую черту. Соединения свинца ядовиты для человеческого организма. Для аккумуляторов применяют очищенный (рафинированный) свинец с содержанием примесей меди, серебра, олова и мышьяка не более 0,01%. Особенно опасны примеси платины и её соединений, так как ничтожное

количество их ведёт к быстрому саморазряду аккумуляторного элемента (примесь их в 0,0001% может вызвать саморазряд в течение 2 час).

О к и с ь с в и н ц а PbO , или с в и н ц о в ы й г л ё т , — жёлтый или красновато-жёлтый порошок. Удельный вес его 9,3—9,4 г/см³. Окись свинца получается нагреванием свинца или свинцовых белил на воздухе. Во время длительного лежания на воздухе свинцовый глёт портится, поглощая углекислоту воздуха.

От действия серной кислоты на окись свинца PbO образуется сернокислый свинец $PbSO_4$ —белый кристаллический порошок, в котором хорошо видны небольшие кристаллы вроде осколков стекла. Сернокислый свинец $PbSO_4$ образуется также после сильного разряда аккумулятора (ниже 1,7 в на элемент) и особенно из-за несвоевременной зарядки.

С в и н ц о в ы й с у р и к PbO_2 имеет вид яркокрасного порошка. Удельный вес его 8,6—9,1 г/см³. Свинцовый сурик получается во время медленного нагревания на воздухе окиси свинца PbO .

П е р е к и с ь с в и н ц а PbO_2 представляет собой тёмнокоричневый порошок удельного веса 8,9—9,35 г/см³. Перекись свинца получается из свинцового глёта, сурика и сернокислого свинца у положительной пластины под действием электрического тока, а также из металлического свинца путём многократного заряда и разряда (формования) нового аккумулятора.

Г у б ч а т ы й с в и н е ц Pb получается в процессе заряда аккумулятора на отрицательных пластинах и представляет мелкокристаллический свинец в сильно разрыхлённом виде. При соприкосновении с воздухом губчатый свинец сильно нагревается, особенно в присутствии серной кислоты. В этом случае получается такое большое количество теплоты, что пластины могут даже расплавиться. Поэтому, прежде чем вынуть пластины из аккумулятора для промывки, элемент следует разрядить до напряжения 1,7—1,8 в. При соединении с водой губчатый свинец легко переходит в гидроксид свинца, и пластина теряет свою ёмкость.

С у р ь м а Sb — серебристо-белый блестящий весьма хрупкий металл. Удельный вес его 6,7 г/см³. Сурьма обычно добавляется к свинцу в количестве от 4 до 10% при литье пластин, чтобы создать большую твёрдость.

7. Электролит

В состав электролита входят в определённом соотношении дистиллированная вода и серная кислота.

Дистиллированная вода готовится посредством сгущения (конденсирования) сухого чистого водяного пара в особых дистилляционных аппаратах.

Вода не должна содержать растворённых солей металлов, хлора, азотистых соединений, алкоголя и уксусной кислоты.

Серная кислота представляет собой прозрачную маслянистую жидкость.

Для заливки свинцовых аккумуляторов применяется химически чистая серная кислота, разбавленная дистиллированной водой до удельного веса при 15° 1,16—1,23.

Удельный вес (плотность) электролита влияет на величину его сопротивления: слабый раствор значительно повышает сопротивление и вызывает большие потери напряжения в аккумуляторе; электролит высокой плотности вредно действует на пластины и способствует образованию твёрдого сернокислого свинца, который также повышает внутреннее сопротивление аккумулятора и разрушает пластины.

Чтобы приготовить электролит (разбавленную химически чистую серную кислоту) нужного удельного веса, следует концентрированную кислоту (удельного веса 1,828—1,838, что равно 65,5—66° Боме) разбавить чистой дистиллированной водой в определённых, указанных в приложении 16 соотношениях.

Во время приготовления электролита в бак сначала наливают воду, а затем постепенно добавляют кислоту. Смесь дистиллированной воды с кислотой тщательно перемешивают длинной стеклянной палочкой или трубкой, и так как при этом смесь сильно нагревается, то перед заливкой её в аккумулятор необходимо дать ей остыть до 20—25°. Не следует смешивать кислоту и дистиллированную воду в самом аккумуляторе, так как кислота, опускаясь на дно, сильно воздействует на пластины, нагревает электролит и вызывает выпадение активной массы, т. е. порчу аккумулятора.

Удельный вес электролита определяется ареометром, представляющим собой полую стеклянную трубочку, запаянную с обоих концов и имеющую внутри шкалу, разделённую на градусы. В нижней части трубка расширяется, образуя поплавки.

Чем больше удельный вес раствора, тем выше поднимается из жидкости ареометр. В дистиллированной воде температурой 4° (при этой температуре вода имеет максимальную плотность) ареометр должен стоять на нуле.

Чтобы измерить удельный вес электролита аккумулятора, из него через резиновую трубку набирают определённое количество раствора в сосуд, в который и опускают ареометр. Ареометр всплывает на ту или иную высоту в зависимости от удельного веса электролита, величину которого отсчитывают на шкале ареометра. После отсчёта электролит из сосуда выливается обратно в аккумулятор.

Так как температура электролита при определении его плотности может быть выше или ниже 15°, необходимо всегда вводить поправку в определённый ареометром удельный вес. С достаточной точностью можно принять, что всякое увеличение или уменьшение температуры на 1° изменяет удельный вес электролита на 0,0007 величины, отсчитанной по ареометру.

Так, если ареометр показал удельный вес электролита 1,26 при температуре 25°, то удельный вес его, отнесённый к 15°, будет равен

$$1,26 + 0,0007 (25 - 15) = 1,267.$$

Если ареометр показал удельный вес электролита 1,23 при температуре 10°, то удельный вес его, отнесённый к 15°, будет равен

$$1,23 - 0,0007 (15 - 10) = 1,226.$$

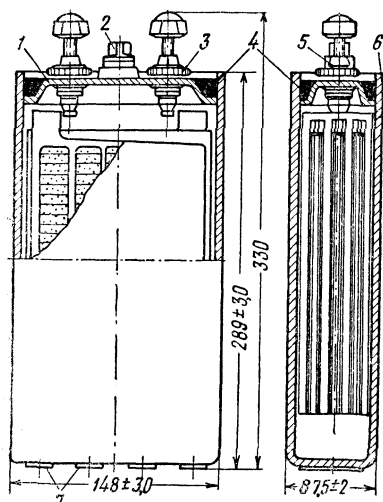
Чтобы обеспечить нормальную работу аккумуляторов при низких температурах (ниже нуля), необходимо в зимнее время плотность электролита увеличить с 1,23 до 1,26—1,28. С увеличением плотности электролита значительно уменьшается температура, при которой происходит замерзание электролита, и частично компенсируется уменьшение ёмкости аккумуляторной батареи, вызванное падением температуры.

8. Аккумуляторные батареи электровоза

Группа элементов, представляющая собой аккумуляторную батарею, собирается в общий, плотно закрытый деревянный ящик, от которого в верхней части делается отвод газов, а внизу — отвод

жидкости. Последняя может появиться в нём после доливки отдельных элементов или из-за поломки одного из сосудов. Отдельные сосуды, составляющие аккумуляторную батарею, устанавливаются плотно один к другому в деревянном ящике и расклиниваются между собой, чтобы устранить возможность перемещения их при тряске электровоза.

Все элементы соединяются между собой последовательно свинцовыми или медными, покрытыми снаружи свинцом перемычками, т. е. плюс одного элемента соединяется с минусом другого. К последним свободным зажимам («Плюс» первого элемента и «Минус» последнего) присоединяются кабельные наконечники отводящих проводов.



Фиг. 487. Элементы аккумулятора типа ЭП-80

В настоящее время на электровозах установлены аккумуляторные батареи, состоящие из 24 панцирных элементов типа ЭП-80. Из этого количества элементов 22 элемента включаются последовательно, а два элемента остаются резервными.

Элемент типа ЭП-80 (фиг. 487) состоит из наполненного электролитом эбонитового сосуда 6, не подвергающегося действию серной кислоты, в котором помещены три положительные и четыре отрицательные пластины, соединённые с выводами 5.

Ввиду того что наиболее слабыми пластинами в аккумуляторе являются положительные, пористая масса которых во время работы и тряски постепенно отваливается из-за разбухания в процессе заряда и сжатия при разряде, эти пластины в аккумуляторе типа ЭП-80 заключены в эбонитовые чехлы (панцири), имеющие для сообщения активной массы с электролитом горизонтальные прорезы шириной около 0,25 мм. Панцири удерживают массу пластин от осыпания при тряске и толчках.

Отрицательные пластины аккумулятора представляют собой решётку, отлитую из свинцово-сурьмянистого сплава, заполненную активной массой.

Активная масса обычно составляется из смеси серной кислоты H_2SO_4 со свинцовым глетом PbO . В качестве вяжущих веществ к ней добавляются глицерин и сернокислый магний. После нескольких зарядов эта масса превращается в губчатый свинец Pb .

Активная масса положительных пластин имеет тёмнокоричневый цвет, отрицательных — серый.

Отрицательные пластины помещены между двумя сепараторами, которые устраняют возможность соприкосновения между собой положительных и отрицательных пластин, возникающее от коробления пластин.

Сепараторы выполнены из микропористого эбонита (мипоры) или деревянного шпона — ольховых прокладок, имеющих размер $127 \times 205 \times 1$ мм.

Пластины установлены на призмах, составляющих с сосудом одно целое.

Высота призм выбрана с таким расчётом, чтобы между призмами под пластинами образовалось достаточное пространство для скопления в нём осадков в течение длительного времени. Расположение пластин на призмах понижает вероятность возникновения короткого замыкания при скоплении осадка под пластинами.

Сверху сосуд закрыт эбонитовой крышкой 1. Крышка укреплена на вводах пластин гайками 3 и залита мастикой 4. В середине крышки имеется отверстие, закрытое пробкой 2. Снизу к эбонитовому сосуду прикреплены резиновые амортизаторы 7, которые смягчают удары, передающиеся на элемент при движении электровоза.

Междуэлементные соединения выполнены из покрытой свинцом медной ленты сечением 1×30 мм; каждое соединение имеет свинцовые наконечники, которые надеваются на конические приливы выводов 5 и плотно прижимаются к ним гайками.

Аккумуляторная батарея, будучи заряжена до напряжения в конце заряда около 2,75 в на каждый элемент, может иметь различную ёмкость, определяемую величиной разрядного тока и временем разряда.

При разрядном токе 48 а и времени разряда 1 час ёмкость батареи равна 48 а-ч, при разрядном токе 22 а и времени разряда 3 часа — 66 а-ч и при разрядном токе 16 а и времени разряда 5 час. — 80 а-ч.

Минимально допустимое напряжение на элементах при одночасовом и трёхчасовом разряде составляет 1,7 в, при пятичасовом разряде — 1,75 в.

Ёмкость в 80 а-ч для пятичасового разряда аккумуляторной батареи типа ЭП-80 принята за нормальную.

Вес элемента типа ЭП-80 без кислоты 8,3 кг, вес кислоты 1,7 кг.

9. Уход за аккумуляторной батареей

Первый заряд аккумуляторной батареи. Перед зарядом аккумуляторной батареи её элементы заливаются электролитом удельного веса 1,22—1,23.

По наполнении элемента раствором серной кислоты температура электролита в первое время повышается; поэтому до включения на заряд ему необходимо остыть (около 2—4 час.), после чего можно приступить к первому заряду батареи. Для заряда батареи может

служить источник постоянного тока в виде генератора или ртутного выпрямителя, имеющего напряжение несколько большее, чем напряжение на зажимах аккумуляторной батареи.

Положительный зажим батареи, отмеченный знаком плюс (+), соединяется с положительным зажимом источника постоянного тока; отрицательный, отмеченный знаком минус (—), соединяется с отрицательным зажимом источника тока.

Обычно заряд аккумуляторной батареи ведётся в две ступени: сначала током 9 *a*, а затем током 4,5 *a*. Переход с первой ступени на вторую производится по достижении напряжения 2,3—2,4 *в* на значительном большинстве (более 20) элементов; вторая ступень продолжается до появления признаков окончания заряда. Заряд считается оконченным, когда плотность электролита поднимается до 1,26—1,27, напряжение на зажимах элементов будет не менее 2,6—2,7 *в* и когда при включении тока сразу же начинается «кипение» электролита.

Разряд аккумуляторной батареи. Разряд аккумуляторной батареи может производиться током, не превышающим тока одночасового режима. Напряжение не должно быть ниже 1,7—1,8 *в* на элемент. Если напряжение упадёт ниже 1,7—1,8 *в*, следует немедленно прекратить разряд.

Измерять напряжение необходимо во время работы батареи под разрядным током, так как иначе измеренное напряжение будет иметь более высокое значение, дающее неправильное представление о степени разряда батареи. Разряд батареи, имеющий напряжение ниже 1,7—1,8 *в* на элемент, вредно отражается на пластинах.

Повторный заряд аккумуляторной батареи. После полного разряда аккумуляторная батарея не позже чем через 24 часа должна быть вновь заряжена. Повторные заряды производятся током большей величины, чем при первом заряде, и обязательно доводятся до конца.

Величина тока при повторных зарядах батареи на первой ступени берётся 15 *a*, на второй — 7,5 *a*.

Во время заряда и разряда необходимо следить за тем, чтобы температура электролита не поднималась выше 40°, в противном случае необходимо снизить ток или временно прекратить заряд. Если в процессе заряда обнаружится нагрев отдельных элементов или отставание в кипении, то необходимо их тщательно осмотреть, так как это может происходить вследствие короткого замыкания внутри элемента.

Если некоторые элементы начинают преждевременно кипеть, то необходимо проверить, не вызвано ли это сульфатацией пластин (см. ниже).

Уровень электролита к моменту окончания заряда должен быть на 10—15 *мм* выше верхних краёв пластин.

Когда в аккумуляторную батарею добавляется несколько новых элементов для замены пришедших в негодность, то сначала необходимо новые элементы подвергнуть первому заряду (формовке)

отдельно и лишь после этого включать их в батарею. Равным образом отдельные элементы, в которых сменится часть пластин, тоже должны быть обязательно подвергнуты полному первому заряду до включения их в состав старой батареи.

Исправление удельного веса электролита. Если по окончании заряда аккумулятора электролит приобрёл слишком высокий удельный вес — выше 1,26—1,27, то из элементов отливают некоторое количество электролита и доливают дистиллированную воду.

Если после заряда аккумулятора электролит будет иметь удельный вес менее 1,26, то в элементы доливают раствор химически чистой серной кислоты удельного веса около 1,4. Добавление воды или раствора производят, не прерывая зарядного тока, и после этого продолжают заряд ещё 15—30 мин. для обеспечения хорошего перемешивания электролита.

При неполучении нужной плотности электролита операция повторяется.

Работа аккумуляторной батареи на электровозе. Во время работы аккумуляторной батареи на электровозе она подключена к генератору, дающему напряжение 50—52 в (2,1—2,2 в на элемент).

Это напряжение рекомендуется поддерживать у батарей с переменным режимом работы, долгое время не получающих полной зарядки («плавающий режим»).

Следует обращать внимание на то, чтобы аккумуляторная батарея не перезаряжалась, и периодически разряжать её, работая с выключенным генератором тока управления.

При питании низковольтных цепей электровоза только от одной батареи нельзя допускать падения напряжения на её зажимах ниже 40 в. При включении генератора после одно-двухчасового разряда батареи ток заряда вначале должен быть 15—20 а, а затем быстро падать до 5—8 а.

В условиях нормальной эксплуатации вода, содержащаяся в электролите, постепенно испаряется, а кислота остаётся. Поэтому обычно нет необходимости прибавлять в элементы новый электролит, если он не пролит или не потерян по каким-либо другим причинам.

Дистиллированную воду необходимо доливать в элементы, когда уровень электролита опускается ниже своего нормального положения. Доливка воды производится через регулярные интервалы времени. При исправной батарее расход дистиллированной воды для доливки аккумуляторов не должен быть более 1,5 л в месяц. Большой расход воды означает либо чрезмерный заряд, либо течь электролита из сосуда.

Аккумуляторная батарея должна содержаться всегда в чистоте. Зажимы должны быть вытерты и смазаны вазелином. Если в местах соприкосновения металла с кислотой (например на зажимах) появляется окисление, следует хорошо смочить эти места нашатырным спиртом, поскоблить металлическую поверхность и затем смазать вазелином.

При обнаружении неисправного элемента необходимо отсоединить от него перемычки и соединить соседние с ним действующие элементы между собой; замыкать накоротко неисправный элемент запрещается.

Хранение аккумуляторной батареи. Аккумуляторы, находящиеся продолжительное время в бездействии, должны сохраняться в заряженном состоянии. Один раз в месяц необходимо произвести зарядку элементов до газообразования на всех пластинах. Перед пуском таких элементов в работу следует их вначале разрядить и затем снова зарядить, причём заряд желательно произвести по возможности вслед за разрядом, во всяком случае не позже чем через 24 часа.

Если в работе аккумуляторной батареи предвидится перерыв на несколько месяцев, рекомендуется вылить электролит из элементов, произведя предварительно полный заряд батареи. Вместо вылитого электролита сосуды с пластинами заполняют дистиллированной водой и оставляют их в таком виде на 4—5 час. После удаления воды из сосудов элементы сохраняют в хорошо защищённом сухом месте.

При подготовке таких элементов к работе после заполнения сосудов электролитом они подвергаются заряду тем же способом, как это делалось во время первого заряда.

Оставлять аккумуляторы на значительное время в незаряженном или полужаряженном состоянии не допускается.

10. Неисправности аккумуляторов

Неисправность элементов аккумуляторной батареи может быть обнаружена измерением напряжения на их зажимах и плотности электролита.

Простым осмотром элементов можно также обнаружить некоторые неисправности:

1) элемент выделяет газ, когда не стоит на заряде или разряде; это указывает на наличие в нём вредных металлических примесей;

2) на дне сосуда слишком большое количество рыхлого осадка (шлама) коричневого цвета; это признак того, что шлам образовался в короткое время вследствие усиленного заряда или перегрузки батареи.

Из наиболее часто встречающихся неисправностей укажем на короткое замыкание и сульфатацию.

Короткое замыкание. Короткое замыкание может произойти в элементе от ряда причин:

1) шлам (который является хорошим проводником), скопясь на дне сосуда, может достигнуть нижнего края пластин и соединить положительные пластины с отрицательными; кроме того, он может создать так называемые мостики (местные соединения) между пластинами, задержавшись на каких-нибудь неровностях;

2) кусочки свинца, попавшие в сосуд при монтаже батареи, и случайные предметы (даже непроводники)—деревянные щепки, соломинки и т. п.,—на которых осел шлам, могут вызвать короткое замыкание;

3) короткое замыкание может получиться от непосредственного соприкосновения между собой покоробившихся пластин при повреждённых сепараторах.

Короткое замыкание может быть обнаружено по следующим признакам:

1) элемент во время заряда не закипает одновременно с другими (как говорят обычно, «отстаёт»);

2) кислота у такого неисправного элемента имеет соответственно меньшую плотность, и в процессе заряда напряжение его не превышает 2,0—2,1 в (вместо 2,6—2,8 в);

3) напряжение у него сравнительно быстро падает, и обычно наблюдается повышение температуры.

Плохая изоляция и загрязнение батареи могут привести к внешним утечкам тока.

Влажность ящика или сосуда создаёт постоянные утечки тока, которые, достигнув большой величины, могут произвести то же действие, что и внутреннее короткое замыкание.

Для устранения возможности появления короткого замыкания следует элементы регулярно очищать от образующегося на дне и на кромках сепараторов шлама. После чистки и заливки элемента новым электролитом батарея должна быть заряжена по режиму первого заряда.

Сульфатация. Сульфатация пластин состоит в том, что активная масса отрицательных пластин превращается в пескообразное состояние и покрывается белым налётом, а положительные пластины покрываются кристаллическим налётом яркокрасной окраски. Это сопровождается появлением хрупкости пластин, аккумулятор теряет ёмкость и при далеко зашедшем процессе сульфатации может полностью выйти из строя.

Сульфатация пластин может произойти из-за короткого замыкания, от систематически недостаточных зарядов аккумулятора, от сильного повышения температуры и резкого колебания её, от изменения удельного веса серной кислоты, от заливки аккумулятора загрязнённой серной кислотой и от несвоевременной заливки аккумуляторов водой.

Сульфатация устанавливается по многим признакам, из которых наиболее наглядны следующие: высокое напряжение во время заряда (до 3—3,5 в на каждый элемент); низкое напряжение во время разряда (до 1 в на элемент); уменьшение ёмкости аккумулятора; ненормальная плотность кислоты; изменение цвета пластин; затвердевание активной массы; увеличение её объёма.

Для устранения сульфатации необходимо аккумулятор несколько раз зарядать и разрядать током, составляющим от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ максимального зарядного тока. Сосуд в этом случае за-

полняется очень слабым раствором серной кислоты, имеющей удельный вес 1,05—1,06. Такие перезаряды следует вести до тех пор, пока пластины не примут своей нормальной окраски.

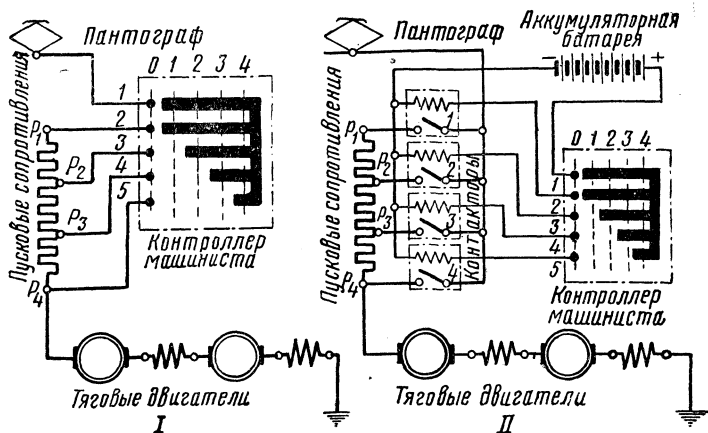
При устранении сульфатации сернокислый свинец $PbSO_4$ переходит в полезную активную массу и плотность электролита постепенно повышается. После того как плотность кислоты в течение 3 час. не будет меняться, можно считать, что весь сернокислый свинец удалось разложить. В этом случае раствор необходимо довести до нормальной крепости в конце заряда, и после этого аккумулятор может быть пущен в работу.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОВЗОВ

1. Общие сведения

Простейшие схемы. Электрические схемы электровозов различаются между собой в зависимости от системы управления тяговыми двигателями.

Существуют две системы управления двигателями—непосредственная и дистанционная.



Фиг. 488. Принципиальная схема электровоза с непосредственным (I) и дистанционным (II) управлением тяговыми двигателями

При непосредственной системе управления пуск в ход, регулирование скорости и выключение двигателей осуществляются контроллерами, включёнными непосредственно в силовую цепь тяговых двигателей.

На фиг. 488, I изображена простейшая развёрнутая схема непосредственного управления тяговыми двигателями. Вертикальными пунктирными линиями 1, 2, 3, 4 показаны положения контроллера, соответствующие тому или иному включению пусковых сопротивлений P_1 - P_4 .

В изображённом на схеме положении контроллера пантограф отключён от тяговых двигателей и последние не развивают тяго-

вого усилия. При постановке рукоятки контроллера на 1-ю позицию провод 1 через сегменты барабана контроллера соединяется с проводом 2, и ток от пантографа проходит по проводу 1, сегментам контроллера, проводу 2, секциям пусковых сопротивлений $P1-P2$, $P2-P3$, $P3-P4$, сбмоткам тяговых двигателей и в землю. Чтобы увеличить ток в цепи двигателей, если электровоз не двигается с места или если величина тока в цепи двигателей уменьшилась вследствие возникновения противо-э. д. с., переставляют рукоятку контроллера на 2-ю позицию. На 2-й позиции сегмент контроллера соединяет провод 1 не только с проводом 2, но и с проводом 3, и ток от пантографа через сегменты контроллера, минуя секцию $P1-P2$, пройдет секции $P2-P3$ и $P3-P4$ и сбмотки тяговых двигателей. Дальнейшим передвижением барабана контроллера выводятся из цепи секции $P2-P3$ (на 3-й позиции) и $P3-P4$ (на 4-й позиции), и тяговые двигатели включаются помимо пусковых сопротивлений к контактному проводу.

Применение непосредственной системы ограничивается мощностью и напряжением в контактном проводе, так как при больших мощностях двигателей и даже низких напряжениях разрыв тока сопровождается подгоранием пальцев и сегментов контроллера. При напряжении в контактном проводе 800 в и выше система с непосредственным управлением двигателями представляет опасность для машинистов; к тому же контроллер приобретает громадные размеры. Поэтому система непосредственного управления нашла себе применение лишь на трамвайных вагонах и электровозах небольшой мощности, работающих на подъездных путях. Электровозы магистральных железных дорог Советского Союза имеют напряжение и мощность, не допускающие непосредственного управления; поэтому на них применяется система дистанционного управления, при которой переключение силовых проводов производится контакторами и другими аппаратами, управляемыми контроллером из кабины машиниста. Большинство аппаратов силовой цепи тяговых двигателей имеет электропневматические приводы (см. главу VIII), катушки которых включены в низковольтную цепь управления, соединенную с контроллером машиниста. При повороте рукоятки контроллера происходит переключение низковольтных цепей, которые в свою очередь включают или выключают высоковольтную часть контактора или устанавливают аппарат в несобходимое положение.

На фиг. 488, II показана простейшая схема дистанционного управления тяговыми двигателями с питанием цепи управления от аккумуляторной батареи. В изображенном на фиг. 488, II положении контроллера контакторы 1, 2, 3 и 4 выключены и цепь тяговых двигателей разомкнута. При постановке рукоятки контроллера на 1-ю позицию сегментами его барабана замыкаются провода 1 и 2, при этом сбразуется цепь от положительного полюса аккумуляторной батареи: провод 1, сегменты контроллера, провод 2, катушка контактора 1, отрицательный полюс аккумуляторной

батарей. Контакттор 1 замыкается и включает тяговые двигатели на сеть последовательно со всеми секциями пусковых сопротивлений $P1-P2$, $P2-P3$, $P3-P4$. Постановкой рукоятки контроллера на 2-ю позицию замыкается цепь катушки контактора 2, включённой в провод 3. Контакттор 2 включается и выводит из цепи двигателей секцию пусковых сопротивлений $P1-P2$. Передвижение рукоятки контроллера на 3-ю позицию приводит к включению контактора 3 и к выведению из цепи секций $P2-P3$. На 4-й позиции рукоятки замыкается контактор 4, и тяговые двигатели оказываются присоединёнными к контактному проводу помимо сопротивлений.

Последовательность замыкания контакторов даётся обычно в виде таблицы, которая для указанного выше примера имеет вид:

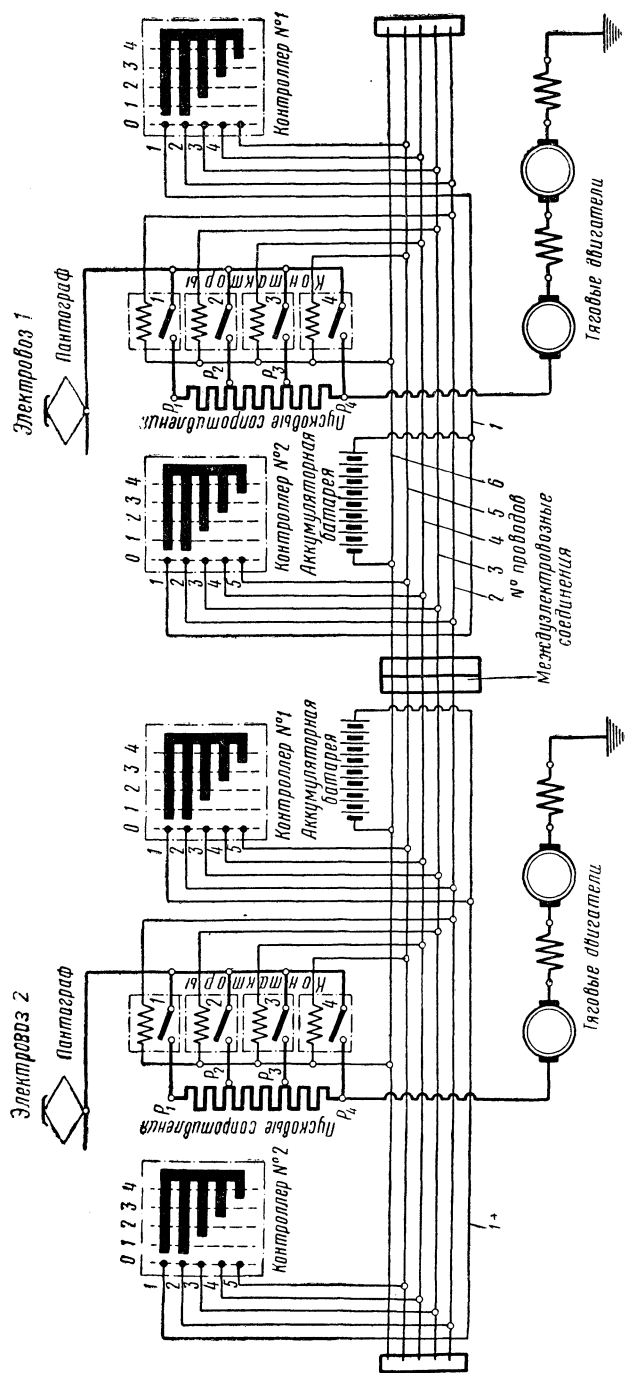
При помощи таблицы замыкания контакторов можно установить, какие контакторы замкнуты на данной позиции рукоятки контроллера, не прибегая к рассмотрению токопрохождения по низковольтным цепям. Между таблицей замыкания контакторов

Позиция контроллера	Контакторы			
	1	2	3	4
1-я	1	—	—	—
2-я	1	2	—	—
3-я	1	2	3	—
4-я	1	2	3	4

и работой низковольтных цепей, называемых обычно цепями управления, существует полная зависимость. Нарушение последовательности замыкания контакторов указывает на неисправности в цепях управления электровоза.

Дистанционная система позволяет производить управление с одного поста одновременно силовыми высоковольтными контакторами и приборами двух и более электровозов. Для этого достаточно провода цепей управления всех электровозов соединить параллельно между собой. Эта система получила название управления по системе соединённых единиц (системе многих единиц).

Управление двумя электровозами, имеющими каждый по два контроллера и соединёнными по системе многих единиц (фиг. 489), может быть осуществлено лкбым из четырёх контроллеров. Если машинист находится на первом электровозе и управляет при помощи контроллера № 1, то источником питания цепей управления обоих электровозов будет аккумуляторная батарея электровоза 1. При постановке рукоятки контроллера на 1-ю позицию замкнётся цепь аккумуляторной батареи через провод 1, сегменты контроллера, провод 2, катушки контакторов 1 обоих электровозов и провод 6. Контактторы 1 на обоих электровозах включатся и замкнут цепи тяговых двигателей. На 2-й позиции рукоятки контроллера замкнутся одновременно контакторы 2, на 3-й позиции — контакторы 3, на 4-й — контакторы 4, и тяговые двигатели обоих электровозов будут присоединены к контактному проводу помимо пусковых сопротивлений.



Фиг. 489. Схема соединения двух электровозов по системе многих единиц

Передвижением рукоятки контроллера с 4-й на 3-ю, с 3-й на 2-ю и со 2-й на 1-ю позиции достигается выключение контакторов и введение в цепь двигателей пусковых сопротивлений. При переводе рукоятки контроллера на нулевую позицию размыкаются контакторы *I* и тяговые двигатели на обоих электровозах отключаются от контактной сети.

Провода цепей управления, идущие вдоль электровоза, носят название линейных и обозначаются номерами (*1, 2, 3, ..., 35, 36* и т. д.); провода цепи управления, соединяющие приборы и аппараты только внутри электровоза и непосредственно не соединённые с линейными проводами, обозначаются номерами линейных проводов, с которыми они соединяются через контакты или катушки аппаратов, с добавлением букв (*1А, 1Б, 2А, 2Б, ..., 35А, 36А, 36Б* и т. д.). Провода цепи управления, идущие от распределительных щитов, обычно обозначаются буквой *Н* и соответствующим номером *Н1, Н2, Н3* и т. д.

Линейные провода двух электровозов соединяются между собой междуэлектровозными соединениями, причём провода одного электровоза соединяются с проводами другого электровоза, имеющими такие же номера. Аккумуляторные батареи двух электровозов не соединяются между собой параллельно, так как такое соединение ведёт к возникновению уравнильных токов, вызывающих преждевременное разрушение элементов.

Подразделение электрических цепей. Электрические цепи электровозов постоянного тока делятся на:

- 1) силовые цепи тяговых двигателей;
- 2) силовые цепи вспомогательных машин и отопления;
- 3) цепи управления;
- 4) цепи сигнализации и освещения.

В силовые цепи тяговых двигателей, помимо самих двигателей, входят все аппараты, необходимые для регулирования их пускового тока и скорости, а также аппараты для изменения направления вращения двигателей, переключения с моторного на тормозной режим и защитная аппаратура. В силовые цепи вспомогательных машин и отопления, помимо самих машин и отопительных печей, входят все приборы, управляющие включением этих машин и печей, а также защитные устройства.

Питание силовых цепей электровоза производится от контактного провода постоянным током высокого напряжения.

Цепи управления включают в себя катушки электромагнитных вентилей контакторов и других аппаратов, блокировочные контакты аппаратов, низковольтные контакты защитных реле, контроллеры машиниста, сопротивления цепи возбуждения возбuditеля, регулятор напряжения, реле обратного тока, низковольтные катушки электромагнитных контакторов цепей вспомогательных машин и отопления, катушки клапанов пантографов, плавкие предохранители, часть кнопочных выключателей и все провода, идущие к перечисленным аппаратам.

Цепи сигнализации и освещения включают в себя сигнальные и осветительные лампы, плавкие предохранители и кнопочные выключатели, относящиеся к этим цепям.

Питание цепей управления, сигнализации и освещения производится от аккумуляторной батареи или генератора управления током низкого напряжения 50 в.

Электрические блокировки. Блокировка служит для предотвращения возможности неправильного включения аппаратуры, обеспечения определённой последовательности действия отдельных аппаратов и производства автоматически некоторых переключений в электрической цепи.

Вся электрическая блокировка производится на низком напряжении и поэтому сосредоточена в цепях тока управления.

Электрическая блокировка при электропневматической системе управления осуществляется при помощи дополнительных контактов, включённых в цепь катушки электромагнитного вентиля, управляющего работой того или иного аппарата, причём замыкание и размыкание этих контактов связаны механически с положением рабочего органа данного аппарата. Так, например, при включении электропневматического контактора колодка с контактными сегментами меняет положение и производит включение или размыкание блокировочных пальцев.

Если блокировочные контакты контактора *А* включены в цепь электромагнитного вентиля контактора *Б*, то говорят, что контактор *А* «блокирует» контактор *Б*, а контактор *Б* «блокируется» контактором *А*.

По способу действия к электрической блокировке можно отнести также и реле—реле перегрузки *РП*, реле максимального *РМН* и пониженного *РПН* напряжений, автоматический выключатель управления *АВУ*.

Буквенные и графические обозначения к схемам. При изображении электрических схем электровозов принят ряд буквенных и графических обозначений. Ниже даны наиболее употребительные буквенные обозначения:

- АВУ* — автоматический выключатель управления;
- БВ* — быстродействующий выключатель;
- ВР* — вспомогательное реле;
- ВУ* — выключатель тока управления;
- ВЭТ* — вентиль электрического торможения;
- Вкл* — включающий вентиль;
- Выкл* — выключающий вентиль;
- ЗВ* — звонок, указывающий на прекращение работы вентиляторов;
- ЗР* — защитное реле;
- ИШ* — индуктивный шунт;
- КВ* — контактор возбуждения;
- КСП* — групповой переключатель;
- КСП-2* — второй групповой переключатель у электровозов на два напряжения;
- КТУ* — контактор тока управления;
- КУ* — кнопочный щиток управления;

- ОМ* — отключатель двигателей (моторов);
- ПВ* — переключатель моторов вентиляторов;
- ПП* — полное поле;
- РВМ* — реле вспомогательных машин;
- РК* — реле компрессора;
- РМН* — реле максимального напряжения;
- РП* — реле перегрузки;
- РПВ* — реле поля возбуждения;
- РПН* — реле пониженного напряжения;
- ТК* — тормозной переключатель (контроллер);
- G* — заземление;
- Я1, Я2, Я3* — выводы от щёткодержателей тяговых двигателей 1, 2, 3;
- ЯЯ1, ЯЯ2, ЯЯ3* — выводы от дополнительных полюсов тяговых двигателей 1, 2, 3;
- К1, К2, К3, КК1, КК2, КК3* — выводы от обмоток главных полюсов двигателей 1, 2, 3;
- О1, О2, О3* — зажимы отключателей двигателей;
- Р1, Р2, Р3* — зажимы или выводы секций сопротивлений.

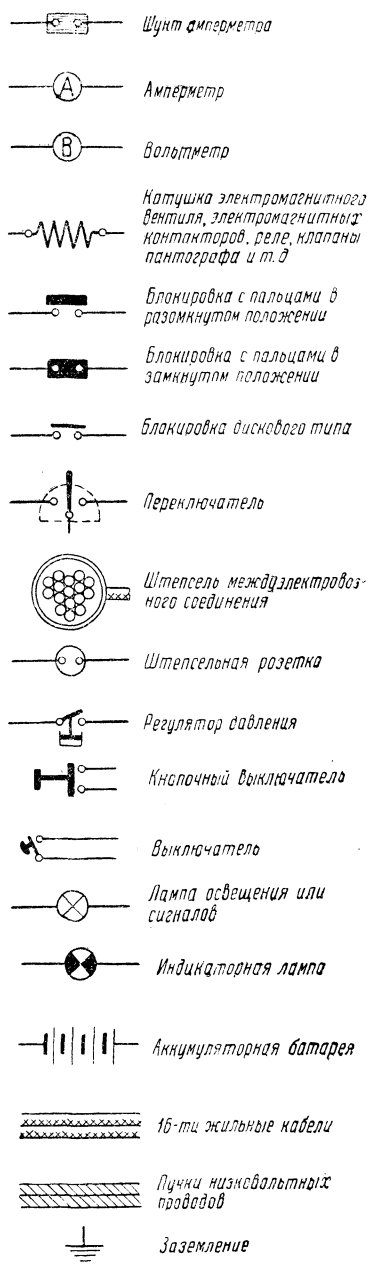
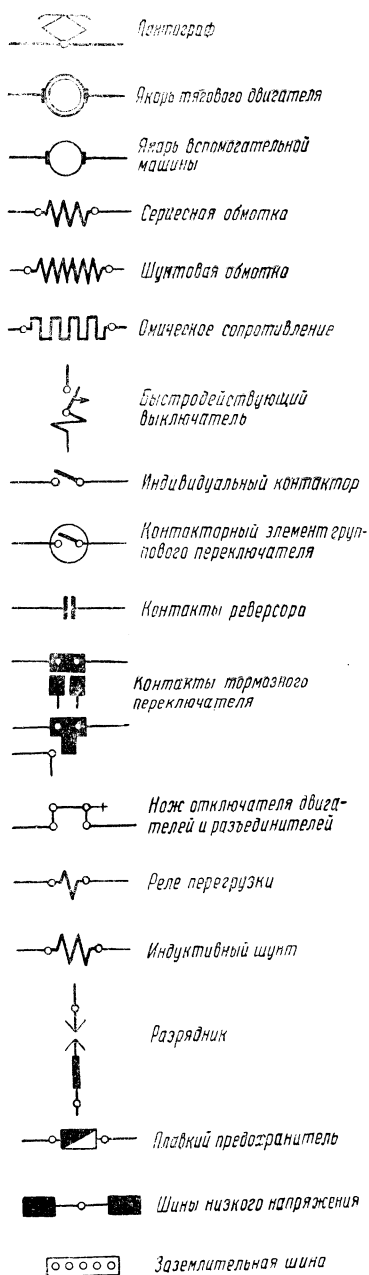
На фиг. 490 даны основные графические условные обозначения, принятые на схемах электровозов.

Около обозначений блокировочных контактов на схемах фиг. 491, 492 * и т. д. указаны условные буквенные обозначения или номер того прибора, на котором установлен данный блокировочный контакт. Например, блокировочный контакт (блокировка) с обозначением *ОМ* относится к отключателю двигателей, который обозначен также буквами *ОМ*. Точно так же, например, цифра *1*, стоящая около блокировочного контакта, показывает, что данный блокировочный контакт связан с контактором *1* (фиг. 492). Блокировочные контакты, изображённые на схеме в виде прямоугольников, сдвинутых относительно линии проводов, показывают, что данный блокировочный контакт замкнут при замкнутом положении того контактора, к которому он относится, и наоборот, разомкнут при разомкнутом. Блокировочные контакты, изображённые на схеме в виде прямоугольников, находящихся на одной линии с проводами, показывают, что данные контакты замкнуты при разомкнутых контакторах и, наоборот, разомкнуты при замкнутых.

Буквы *С*, *СП* и *П* после *КСП* показывают, что данные блокировочные контакты замкнуты соответственно на серийном, серийно-параллельном или параллельном положениях группового переключателя. Обозначение *КСП-С-СП* означает, что данный блокировочный контакт замкнут при серийном и серийно-параллельном положениях переключателя; *КСП-СП-П* — на серийно-параллельном и параллельном положениях переключателя.

Обозначения на блокировочных контактах *ТК-М* и *ТК-Т* показывают, что данные блокировочные контакты замкнуты соответственно при моторном и тормозном положениях тормозного переключателя.

* Фиг. 491, 492, 498, 499, 508 — 515, 518—521 даны вклейками в конце книги.



Фиг. 490. Условные обозначения, принятые на схемах

Обозначения *ПВ-В* и *ПВ-Н* показывают, что данные блокировочные контакты замкнуты при положении переключателя мотор-вентиляторов, соответствующем высокой *В* или низкой *Н* скорости.

Особенности схем электровозов. Особенности в силовой схеме тяговых двигателей определяются в основном системой применяемого электрического торможения, расположением секций пусковых сопротивлений, последовательностью включения обмоток якореj и главных полюсов двигателей и ролью группового переключателя. Значительные особенности в силовую схему вносит приспособление электровоза для работы на двух напряжениях.

Схемы соединений вспомогательных машин и отопительных печей выполнены в зависимости от типа применяемых машин и печей. Так, наличие на электровозах с рекуперативным торможением мотор-генератора (возбудителя) с мотором на 1 500 в требует динамотора с выводом от средней точки. Применение мотор-компрессоров и мотор-вентиляторов с моторами на 1 500 в создаёт необходимость во время нормальной работы включать эти машины попарно последовательно к пантографу электровоза и во время аварии с одной из них для сохранения в работе второй пересоединять её на среднюю точку динамотора. Если на электровозе установлены мотор-вентиляторы, рассчитанные на работу под напряжением на зажимах 3 000 в, то для получения пониженной скорости вращения вентиляторов их моторы соединяются последовательно.

Особенности схем цепей управления вытекают из различия силовых схем электровоза, конструктивного выполнения отдельных аппаратов и введения дополнительных приборов.

Те или иные особенности в цепях освещения определяются количеством и расположением световых точек (ламп и штепселей).

Часть электровозов серий ВЛ22^м, ВЛ19, электровозы ПБ21-01, СК-02 и все электровозы серии ВЛ19^м имеют схемы для работы без электрического торможения.

На этих электровозах групповой переключатель тяговых двигателей использован и для переключения ветвей сопротивлений пусковых реостатов с одного соединения на другое, имеется постоянно включённое уравнительное соединение, применено соединение двигателей с перемежающимся включением якореj и обмоток возбуждения, а пуск при отключении группы двигателей осуществляется с выключением одной ветви пусковых реостатов.

Электровозы серии ВЛ22, часть электровозов серии ВЛ22^м, электровозы серий СК, Сс, С и С^м имеют схемы силовой цепи тяговых двигателей, позволяющие производить рекуперативное торможение. Эти электровозы имеют переходные сопротивления, на которые закорачиваются тяговые двигатели во время перехода с одного соединения на другое, чего нет у электровозов без рекуперативного торможения.

Большинство электровозов серии ВЛ19 имеет схемы, позволяющие производить реостатное торможение. Часть электровозов

серии ВЛ19 имеет схемы, позволяющие им работать при напряжении в контактном проводе как 3 000 в, так и 1 500 в.

Электровоз ВЛ19-41 построен для работы только на напряжении 1 500 в в контактном проводе и имеет тяговые двигатели с рабочим напряжением на коллекторе 750 в. Схема этого электровоза позволяет производить реостатное торможение.

Все моторы вспомогательных машин электровозов серий ВЛ22^м, ВЛ22, ВЛ19^м, ВЛ19, СК и С^и выполнены на рабочее напряжение 3 000 в; на электровозах серий Сс и С применяются моторы с рабочим напряжением 1 500 в и установлены динамоторы.

2. Схемы электровозов без электрического торможения

Схемы электровозов серий ВЛ22^м, ВЛ19^м и ВЛ19 без электрического торможения позволяют получить три соединения двигателей—серийное, серийес-параллельное и параллельное (см. фиг. 282). На каждом из этих соединений имеется возможность работать как на полном, так и на двух ступенях ослабленного поля.

Ниже дано описание работы схем электровозов серии ВЛ22^м без электрического торможения; в конце параграфа приведены сведения об основных особенностях схем различных выпусков электровозов серии ВЛ22^м и электровозов серий ВЛ19^м и ВЛ19 без электрического торможения.

Вспомогательные цепи. От распределительного щита (от «+» аккумуляторной батареи или генератора управления) напряжение (50 в) по проводу H_0 (фиг. 492) проводится к кнопочным выключателям освещения 80 (81) и к выключателю тока управления 67 (68), установленным в каждой кабине машиниста (в скобках даны номера аппаратов, установленных во вторых кабинах машиниста и не показанных на схеме).

При нажатии кнопки «Тусклое освещение кабины» замыкается цепь: провод H_0 , контакты этой кнопки, плавкий предохранитель, добавочное сопротивление 118 (119), две параллельно включённые лампы, земля (точнее, металлическая конструкция кузова), отрицательный полюс батареи или генератора управления; лампы загораются неполным светом. Нажатием кнопки «Яркое освещение кабины» замыкается накоротко добавочное сопротивление и к лампам подводится полное напряжение.

При нажатии кнопки «Прожектор — тусклый свет» последний включается через добавочное сопротивление 116 (117), которое шунтируется нажатием кнопки «Прожектор — яркий свет». Тусклый свет прожектора улучшает видимость пути и сигналов со встречного локомотива.

От распределительного щита напряжение подаётся по проводу $H4$ на контакты кнопок «Вспомогательные цепи» и по проводу $H3$ — на контакты кнопок «Пантографы» кнопочных выключателей 78 (79) вспомогательных цепей.

Кнопочный выключатель 78 (79) имеет 12 кнопок, у трёх из которых имеются возвращающие пружины.

Включением кнопки «Пантографы» напряжение подаётся на контакты кнопок «Задний пантограф» и «Передний пантограф». Включением одной из этих кнопок после включения кнопки «Пантографы» напряжение подаётся проводом 36А или 36Б к катушке 74 или 75 клапана пантографа № 1 или № 2. Так как катушки 74 и 75 клапанов пантографа включены в цепь через контакты блокировки дверей 84 высоковольтной камеры, то подъём пантографа возможен только при закрытых дверях. Блокировка дверей высоковольтной камеры обеспечивает безопасность обслуживающего персонала.

От кнопки «Пантографы» напряжение подаётся на линейный провод 36, от которого при работе электровозов по системе многих единиц напряжение от источника питания первого электровоза подводится к кнопкам «Задний пантограф» и «Передний пантограф» второго электровоза. Выключением кнопки «Пантографы» на первом электровозе опускаются пантографы на обоих электровозах.

Включением кнопки «Вспомогательные цепи» напряжение подаётся к кнопкам «Низкая скорость вентиляторов», «Возврат вентиляторов», «Высокая скорость вентиляторов» и «Возврат компрессоров» и по проводу 37 через контакты замкнутого регулятора давления 70 и провод 39 — к кнопкам «Компрессор № 1» и «Компрессор № 2».

Включением кнопки «Компрессор № 1» замыкается цепь: провод 39А, контакты реле перегрузки 95, катушка электромагнитного контактора 46. Контактор 46 включается (фиг. 491) и мотор-компрессор № 1 начинает работать.

Второй компрессор включается кнопкой «Компрессор № 2» (фиг. 492). При этом напряжение по проводу 39В через контакты реле перегрузки 96 подаётся к катушке электромагнитного контактора 47. При работе двух электровозов по системе многих единиц и включении кнопок «Компрессор № 1» и «Компрессор № 2» на первом и втором электровозах компрессоры обоих электровозов начинают работать одновременно после замыкания одного из регуляторов давления 70, соединяющих своими контактами между собой линейные провода 37 и 39. Для выключения мотор-компрессоров в этом случае необходимо размыкание обоих регуляторов давления.

При включении кнопки «Высокая скорость вентиляторов» напряжение по проводу 44 подводится к катушке ПВ-В переключателя вентиляторов. Переключатель вентиляторов устанавливается в положение «Высокая скорость», после чего через блокировки ПВ-В и контакты реле перегрузки 93 и 94 замыкается цепь катушек электромагнитных контакторов 44 и 45. Контакторы 44 и 45 включаются (фиг. 491), и вентиляторы начинают работать на высокой скорости.

Блокировочные контакты 44 и 45 (фиг. 492) в проводах 42А-42Б и 42Б-Г замкнуты при выключенных контакторах 44 и 45; эти

блокировки исключают поворот переключателя мотор-вентиляторов при замкнутых контакторах 44 и 45.

При включении кнопки «Низкая скорость вентиляторов» переключатель вентиляторов устанавливается в положение низкой скорости и блокировкой *ПВ-Н* замыкается цепь только катушки контактора 44. Моторы вентиляторов при этом включаются последовательно (фиг. 491).

Если по каким-либо причинам произойдёт перегрузка мотор-вентиляторов или мотор-компрессоров, то срабатывает соответствующее реле перегрузки (93-96) и отключает контактор, замыкающий цепь этой машины. О прекращении работы вентиляторов или компрессоров машинист может видеть по сигнальным лампам, установленным в кабинах. Цепи этих ламп разрываются блокировочными контактами контакторов 44 и 45 или контактами реле перегрузки 95 и 96 (фиг. 492), включёнными в провод *H24-H25*, *H24-H26*, *H24-H27* и *H24-H28*.

Для восстановления реле перегрузки вспомогательной машины необходимо нажать кнопку «Возврат вентиляторов» или «Возврат компрессоров»; механические блокировки этих кнопок с основными кнопками исключают возможность замыкания контакторов в момент восстановления реле перегрузки.

Нажатием кнопки «Электропечи» (фиг. 492) на кнопочном щитке 80 (81) замыкается цепь катушки контактора 41 или 42 электропечей в зависимости от того, из которой кабины нажата кнопка. Нажатием кнопки «Электропечи общей группы» включается контактор 43, включённый в цепь группы печей, установленных в кабинах № 1 и № 2 (фиг. 491).

К кнопкам «Электропечи» напряжение подаётся от кнопки «Вспомогательные цепи» с кнопочного выключателя 78 (79) по проводу 37 (фиг. 492). Сделано это для того, чтобы выключением одной кнопки «Вспомогательные цепи» прекращалась работа вспомогательных машин и питание электрических печей. Это необходимо, например, при экстренном опускании пантографа.

После пуска вспомогательных машин включается выключатель тока управления 67 (68), и напряжение от провода H_0 подаётся к контроллеру машиниста (к верхнему контакторному элементу главного вала), к контакту кнопки «Быстродействующий выключатель» и к контакту выключателя песочниц 82 (83).

Нажатием кнопки «Быстродействующий выключатель» напряжение с одной стороны подаётся к контакту кнопки «Возврат БВ», с другой—по проводам 30, через блокировочные контакты реле перегрузки *РП1-2*, *РП3*, *РП4* и *РП5-6*, осуществляющих защиту силовой цепи двигателей, к удерживающей катушке *БВ*. После включения кнопки «Быстродействующий выключатель» нажимается кнопка «Возврат БВ», которая замыкает цепь:

провод 21А, блокировочный сегмент главного вала контроллера машиниста, замкнутый на нулевой позиции главной рукоятки контроллера, провод 21, катушка вентиля «Возврат БВ», земля.

Вентиль «Возврат БВ» возбуждается, и главные контакты быстродействующего выключателя замыкаются.

При включении быстродействующего выключателя замыкается блокировка в проводах *30-Н17* и загораются индикаторные лампы, указывающие на то, что быстродействующий выключатель замкнут. Индикаторные лампы быстродействующего выключателя дают красный свет.

При работе двух электровозов по системе многих единиц включение быстродействующего выключателя на одном электровозе приводит к включению быстродействующего выключателя на втором электровозе, катушки которого питаются от линейных проводов *30* и *21*. Индикаторные лампы при схеме, изображённой на фиг. 492, указывают на положение быстродействующего выключателя только того электровоза, на котором они установлены.

Управление вентилями песочниц *76* и *77* как при одиночной работе, так и при работе двумя электровозами по системе многих единиц осуществляется переключателем песочниц *82(83)*, через который напряжение подаётся к линейным проводам *33* и *34*.

Серийное включение двигателей (с 1-й по 16-ю позицию главной рукоятки контроллера). После полной подготовки вспомогательных цепей электровоза и включения выключателя тока управления *67 (68)* реверсивная рукоятка контроллера машиниста ставится в одну из рабочих позиций. При этом катушка реверсора «Вперёд» или «Назад» соединяется с вертикальной шинкой у главного кулачкового вала контроллера.

Замыкание цепи катушки реверсора происходит на 1-й позиции главной рукоятки контроллера, когда верхний контакторный элемент главного кулачкового вала соединяет контакты реверсивного вала с проводом *Н1 (Н2)*.

На нулевой позиции главной рукоятки контроллера групповой переключатель *КСП* находится в серийном положении, в которое он возвращается автоматически, когда все его вентили не возбуждены. При серийном положении в силовой цепи включены контакторы *28, 32, 35, 37* и *39* группового переключателя (фиг. 491), а в цепи управления замкнуты блокировочные контакты *КСП-С* и разомкнуты контакты *КСП-СП, КСП-СП-П, КСП-П* (фиг. 492).

На 1-й позиции главной рукоятки контроллера от питающего провода *Н1 (Н2)* получает напряжение вертикальная шинка контроллера. От этой шинки через замкнутый контакторный элемент реверсивного вала напряжение по проводу *1* и *2* подаётся к катушке электропневматического вентиля «Вперёд» или «Назад» реверсора, и реверсор занимает нужное положение.

От провода *1* или *2* после установки реверсора в положение, соответствующее положению реверсивной рукоятки контроллера, и замыкания блокировки «Вперёд» в проводах *1-1А* или блокировки «Назад» в проводах *2-1А* получают питание катушки контакторов *1, 2, 4* и *6*.

Возбуждение катушки контактора *1* происходит по следующей цепи:

провод *1А*, катушка контактора *1*, провод *1В*, блокировка *БВ*, провод *1Г*, блокировка *КСП-С*, провод *2З*, соответствующий контактный элемент контроллера и земля.

После включения контактора *1* замыкается его блокировка в проводах *1Г-22*, обеспечивающая соединение с землёй провода *1Г* через провод *22* на всех позициях главной рукоятки контроллера.

Блокировка *КСП-С* в цепи провода *2З* обеспечивает сбор схемы только в случае, если групповой переключатель находится в серийном положении, а перекрывающая её блокировка линейного контактора *1* связана с выдержкой времени на 1-й позиции. Если на 1-й позиции почему-либо не включается контактор *1*, то при дальнейшем передвижении главной рукоятки контроллера ни один из линейных контакторов *1, 2, 4, 6* уже замкнуться не сможет, а следовательно, исключается пуск электровоза с частично выведенными сопротивлениями. Задержка с включением контактора *1* может произойти после изменения положения реверсивной рукоятки контроллера при медленном повороте реверса, когда одна из блокировок «Вперёд» или «Назад» ещё не успела замкнуться.

После включения контактора *1* замыкается его блокировка в проводах *1Г-22* и цепь катушек контакторов *1, 2, 4* и *6* на всех рабочих позициях главной рукоятки контроллера по проводу *22* соединяется с землёй.

Включением контакторов *1, 2, 4* и *6* осуществляется замыкание цепи тяговых двигателей при их серийном соединении (фиг. 491).

Ток силовой цепи от пантографа через главный разъединитель *5З*, быстродействующий выключатель *БВ* и контакторы *1* и *2* проходит последовательно цепь реостата и двигателей через сопротивления *Р11-Р12, Р12-Р13, Р13-Р14, Р14-Р15, Р15-Р16*, контакторы *37* и *6*, сопротивления *Р21-Р22, Р22-Р23, Р23-Р24*, контакторы *39* и *4*, сопротивления *Р31-Р32, Р32-Р33, Р33-Р34, Р34-Р35*, нож отключателя двигателей *ОМ1-2*, катушку реле перегрузки *РП1-2*, якоря двигателей *1* и *2*, контакты реверсора, обмотки возбуждения двигателей *1* и *2*, контакты реверсора, нож отключателей двигателей *ОМ1-2*, контактор *28*, нож отключателя двигателя *ОМ3*, катушку реле перегрузки *РП3*, якорь двигателя *3*, контакты реверсора, обмотку возбуждения двигателя *3*, контакты реверсора, нож отключателя двигателя *ОМ3*, контактор *32*, нож отключателя двигателя *ОМ4*, катушку реле перегрузки *РП4*, якорь двигателя *4*, контакты реверсора, обмотку возбуждения двигателя *4*, контакты реверсора, шунт амперметра, нож отключения двигателя *ОМ4*, контактор *35*, нож отключателя двигателей *ОМ5-6*, катушку реле перегрузки *РП5-6*, якоря двигателей *5* и *6*, контакты реверсора, обмотки возбуждения двигателей *5* и *6*, контакты реверсора, нож отключателя двигателей *ОМ5-6*, земля (рельсы).

При передвижении главной рукоятки контроллера на 2-ю позицию замыкаются контакторные элементы в проводах 9 и 10 и ток проходит через катушки электромагнитных вентилей контакторов 17 и 12 (фиг. 492). Эти контакторы шунтируют (замыкают накоротко) секции пусковых реостатов *P31-P32* и *P15-P16*. На следующей позиции главной рукоятки контроллера включается контактор 13, который замыкает накоротко секцию реостатов *P14-P15*.

Перевод главной рукоятки контроллера на последующие позиции, до 16-й включительно, обеспечивает разгон электровоза включением контакторов, замыкающих накоротко и включающих параллельно друг другу секции пусковых сопротивлений; цепь самих двигателей на этих позициях остаётся без изменения. Это можно проследить, пользуясь схемами (фиг. 491 и 492) и таблицей последовательности замыкания контакторов.

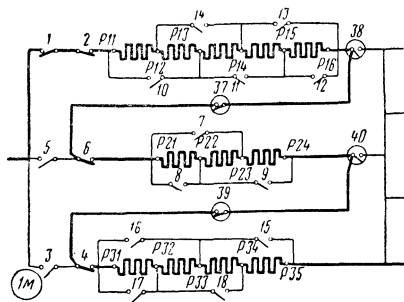
На фиг. 493а—493г показано прохождение тока по пусковым реостатам на 1—16-й позиции главной рукоятки контроллера и дано краткое описание замыкания цепей управления.

На 16-й позиции возбуждается катушка линейного контактора 3 от провода 8. Включением контактора 3 подготавливается перегруппировка ветвей пусковых сопротивлений.

Серийс-параллельное включение двигателей (с 17-й по 27-ю позицию главной рукоятки контроллера). При переходе от серийсного на серийс-параллельное включение тяговых двигателей, т. е. при переводе главной рукоятки контроллера с 16-й на 17-ю позицию, происходят следующие переключения: контакторными элементами главного вала контроллера разрываются цепи проводов 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 и 20 и выключаются контакторы 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 и 18, шунтирующие секции пусковых сопротивлений на 16-й позиции.

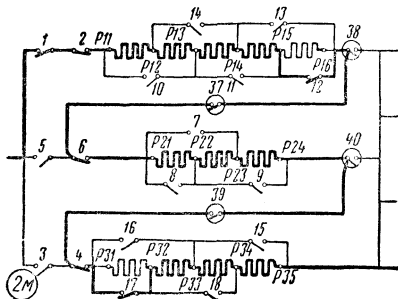
После размыкания контакторов, шунтирующих секции пусковых сопротивлений, последовательно с шестью тяговыми двигателями оказывается включённой третья ветвь сопротивления *P31-P35*; первые две ветви при этом закорочены контактором 3. Это обеспечивает необходимую величину переходного сопротивления и даёт 1-ю переходную позицию (см. таблицу замыкания контакторов).

Замыканием контакторного элемента в проводе 5 подаётся напряжение к катушкам *Вкл*, *Вкл* и *Выкл* группового переключателя и вал последнего поворачивается в серийс-параллельное положение. В процессе поворота вала группового переключателя происходит переключение цепей двигателей в следующем порядке. Прежде всего выключается контакторный элемент 39, разрывающий закороченную цепь первой и второй последовательно включённых ветвей пусковых сопротивлений, и включается контакторный элемент 33, который замыкает накоротко двигатели 4, 5 и 6 (II переходная позиция). Затем выключается контакторный элемент 32, который отсоединяет цепь двигателей 4, 5 и 6 от цепи двигателей 1, 2 и 3 (III переходная позиция). Переход завершает включение контакторных



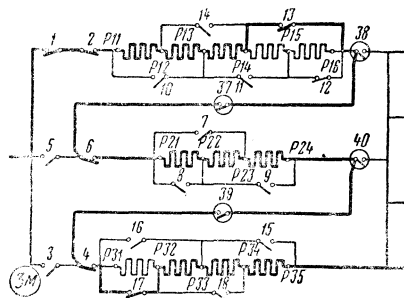
1-я позиция

Разобрана выше.
Включены контакторы 1, 2, 37, 6, 39, 4.
Секции пусковых реостатов включены в силовую цепь все последовательно.



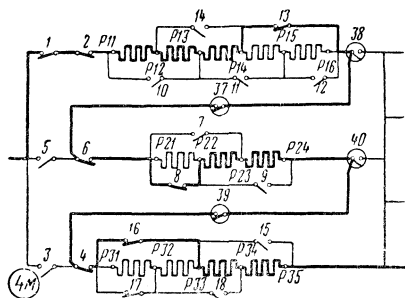
2-я позиция

Включаются цепи: провод 9, катушка контактора 17, земля; провод 10, катушка контактора 12, земля. Включаются контакторы 17 и 12. Включены контакторы: 1, 2, 12, 37, 6, 39, 4 и 17.
Шунтируются секции пусковых реостатов P15-P16 и P31-P32.



3-я позиция

Включается цепь: провод 11, катушка контактора 13, земля. Включается контактор 13. Включены контакторы: 1, 2, 13, 12, 37, 6, 39, 4 и 17.
Шунтируется секция пусковых реостатов P14-P15.



4-я позиция

Включается цепь: провод 12, катушка контактора 8, земля; провод 14, катушка контактора 16, земля. Включаются контакторы 8 и 16. Выключается контактор 12. Включены контакторы: 1, 2, 13, 37, 6, 8, 39, 4, 16 и 17.
Шунтируются секции пусковых реостатов P21-P22 и P32-P33.

Фиг. 493а. Прохождение тока по пусковым сопротивлениям на 1—4-й позиции главной рукоятки контроллера

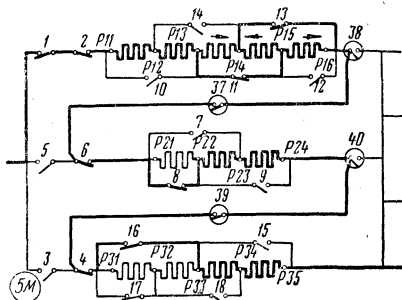
5-я позиция

Включается цепь: провод 13, катушка контактора 11, земля.

Включается контактор 11.

Включены контакторы: 1, 2, 11, 13, 37, 6, 8, 39, 4, 16 и 17.

Параллельно секции пусковых реостатов P13-P14 включаются секции P14-P15 и P15-P16.



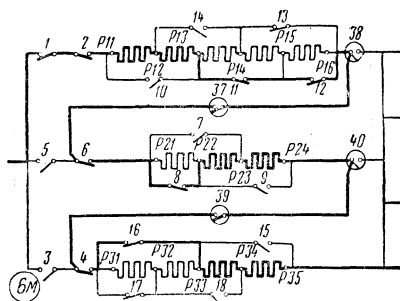
6-я позиция

Включается цепь: провод 10, катушка контактора 12, земля.

Включается контактор 12.

Включены контакторы: 1, 2, 11, 12, 13, 37, 6, 8, 39, 4, 16 и 17.

Шунтируется секция пусковых реостатов P13-P14, P14-P15 и P15-P16.



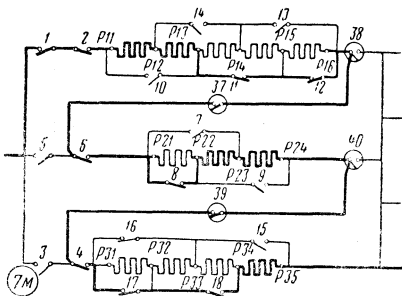
7-я позиция

Включается цепь: провод 15, катушка контактора 18, земля.

Включается контактор 18 и выключается контактор 13.

Включены контакторы: 1, 2, 11, 12, 37, 6, 8, 39, 4, 16, 17 и 18.

Шунтируется секция пусковых реостатов P33-P34.



8-я позиция

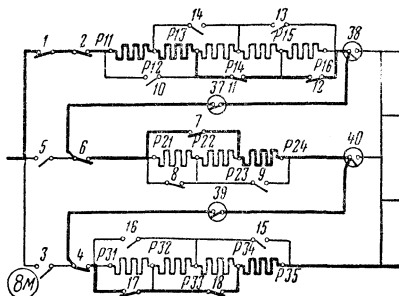
Включается цепь: провод 16, катушка контактора 7, земля.

Включается контактор 7.

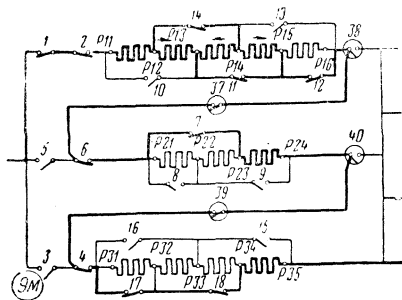
Выключается контактор 16.

Включены контакторы: 1, 2, 11, 12, 37, 6, 7, 39, 4, 17 и 18.

Шунтируется секция пусковых реостатов P22-P23.



Фиг. 4936. Прохождение тока по пусковым сопротивлениям на 5—8-й позиции главной рукоятки контроллера



9-я позиция

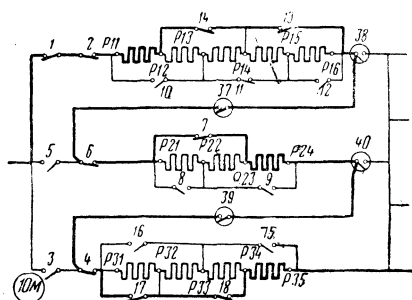
Включается цепь: провод 17, катушка контактора 14, земля.

Включается контактор 14.

Выключается контактор 8.

Включены контакторы: 1, 2, 11, 12, 14, 37, 6, 7, 39, 4, 17 и 18.

Параллельно секции пусковых реостатов P12-P13 включаются секции P13-P14 и P14-P15.



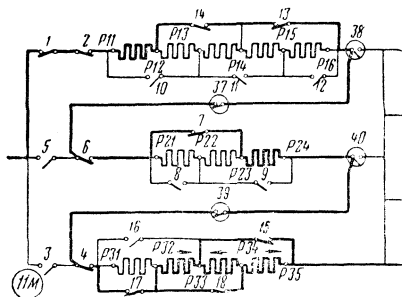
10-я позиция

Включается цепь: провод 11, катушка контактора 13, земля.

Включается контактор 13.

Включены контакторы: 1, 2, 11, 12, 13, 14, 37, 6, 7, 39, 4, 17 и 18.

Шунтируются секции пусковых реостатов P12-P13, P13-P14 и P14-P15.



11-я позиция

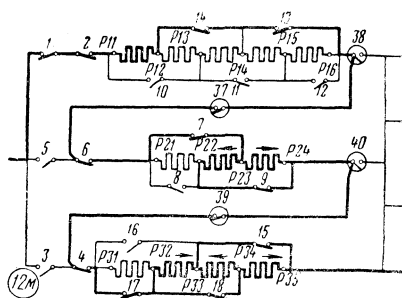
Включаются цепи: провод 18, катушка контактора 15, земля.

Включается контактор 18.

Выключаются контакторы 11 и 12.

Включены контакторы: 1, 2, 14, 13, 37, 6, 7, 39, 4, 17, 18 и 15.

Параллельно секции P34-P35 включаются секции P32-P33 и P33-P34.



12-я позиция

Включается цепь: провод 19, катушка контактора 9, земля.

Включается контактор 9.

Включены контакторы: 1, 2, 14, 13, 37, 6, 7, 9, 39, 4, 17, 18 и 15.

Параллельно секции P23-P24 включается секция P22-P23.

Фиг. 493в. Прохождение тока по пусковым сопротивлениям на 9—12-й позиции главной рукоятки контроллера.

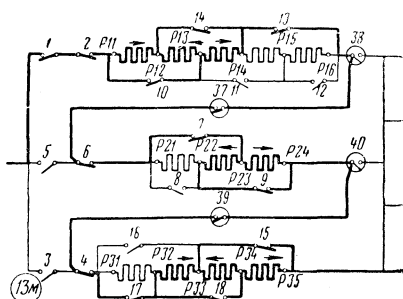
13-я позиция

Включаются цепи: провод 20, катушка контактора 10, земля.

Включается контактор 10.

Включены контакторы: 1, 2, 10, 14, 13, 37, 6, 7, 9, 39, 4, 17, 18 и 15.

Параллельно секции P11-P12 включаются секции P12-P13 и P13-P14.



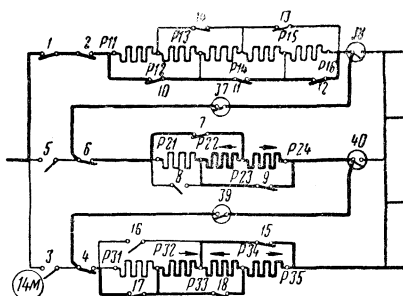
14-я позиция

Включаются цепи: провод 10, катушка контактора 12, земля, провод 13, катушка контактора 11, земля.

Включаются контакторы 12 и 11.

Включены контакторы: 1, 2, 10, 11, 12, 13, 14, 37, 6, 7, 9, 39, 4, 17, 18 и 15.

Шунтируются секции P11-P12, P12-P13 и P13-P14.



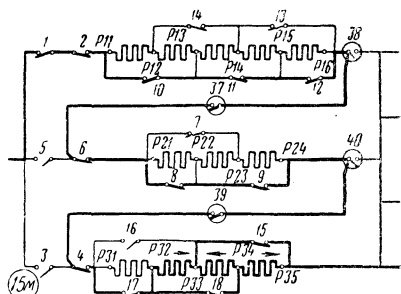
15-я позиция

Включается цепь: провод 12, катушка контактора 8, земля.

Включается контактор 8.

Включены контакторы: 1, 2, 10, 11, 12, 13, 14, 37, 6, 7, 8, 9, 39, 4, 17, 18 и 15.

Шунтируются секции P22-P23 и P23-P24.



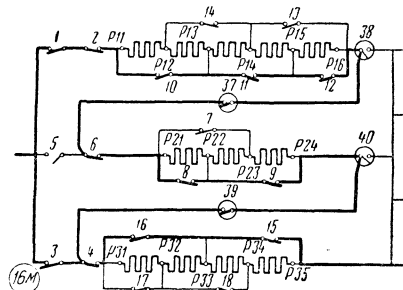
16-я позиция

Включаются цепи: провод 14, катушка контактора 26, земля, провод 8, катушка контактора 3, земля.

Включаются контакторы 16 и 3.

Включены контакторы: 1, 2, 10, 11, 12, 13, 24, 37, 6, 7, 8, 9, 39, 4, 3, 16, 15, 17 и 18.

Все секции пусковых реостатов шунтированы.



Фиг. 493г. Прохождение тока по пусковым сопротивлениям на 13—16-й позиции главной рукоятки контроллера

Последовательность замыкания контакторов

Соединение двигателей	Позиции	Индивидуальные кон																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Серийное	1-я	1	2	—	4	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2-я	1	2	—	4	—	6	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	17	—	—	—
	3-я	1	2	—	4	—	6	—	—	—	—	—	12	13	—	—	—	17	—	—	—
	4-я	1	2	—	4	—	6	—	8	—	—	—	—	13	—	—	16	17	—	—	—
	5-я	1	2	—	4	—	6	—	8	—	—	11	—	13	—	—	16	17	—	—	—
	6-я	1	2	—	4	—	6	—	8	—	—	11	12	13	—	—	16	17	—	—	—
	7-я	1	2	—	4	—	6	—	8	—	—	11	12	—	—	—	16	17	18	—	—
	8-я	1	2	—	4	—	6	7	8	—	—	11	12	—	—	—	—	17	18	—	—
	9-я	1	2	—	4	—	6	7	—	—	—	11	12	—	14	—	—	17	18	—	—
	10-я	1	2	—	4	—	6	7	—	—	—	11	12	13	14	—	—	17	18	—	—
	11-я	1	2	—	4	—	6	7	—	—	—	—	—	13	14	15	—	17	18	—	—
	12-я	1	2	—	4	—	6	7	—	9	—	—	—	13	14	15	—	17	18	—	—
	13-я	1	2	—	4	—	6	7	—	9	10	—	—	13	14	15	—	17	18	—	—
	14-я	1	2	—	4	—	6	7	—	9	10	11	12	13	14	15	—	17	18	—	—
	15-я	1	2	—	4	—	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	—	17	18	—	—
	16-я	1	2	3	4	—	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	—	—
	ОП-1	1	2	3	4	—	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	ОП-2	1	2	3	4	—	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Переход	I	1	2	3	4	—	6	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—
	II	1	2	3	4	—	6	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—
	III	1	2	3	4	—	6	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—
Серийно-параллельное	17-я	1	2	3	4	—	6	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—
	18-я	1	2	3	4	—	6	—	—	—	—	—	12	13	—	—	—	17	—	—	—
	19-я	1	2	3	4	—	6	—	—	—	—	11	12	13	—	—	—	17	—	—	—
	20-я	1	2	3	4	—	6	—	—	—	—	11	12	13	—	—	16	17	—	—	—
	21-я	1	2	3	4	—	6	7	—	—	—	11	12	13	—	—	16	17	—	—	—
	22-я	1	2	3	4	—	6	7	—	—	—	11	12	13	14	—	16	17	—	—	—
	23-я	1	2	3	4	—	6	7	—	9	—	—	—	13	14	—	16	17	—	—	—
	24-я	1	2	3	4	—	6	7	—	9	—	—	—	13	14	—	16	17	18	—	—
	25-я	1	2	3	4	—	6	7	8	9	10	—	—	13	14	—	—	17	18	—	—
	26-я	1	2	3	4	—	6	7	8	9	10	11	—	13	14	15	—	17	18	—	—
	27-я	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	—	—
	ОП-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	ОП-2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Переход	I	1	2	3	4	5	6	—	—	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—
	II	1	2	3	4	5	6	—	—	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—
	III	1	2	3	4	5	6	—	—	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—
Параллельное	28-я	1	2	3	4	5	6	—	—	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—
	29-я	1	2	3	4	5	6	—	—	—	—	11	12	13	—	—	—	17	—	—	—
	30-я	1	2	3	4	5	6	—	8	—	—	11	12	13	—	—	16	17	—	—	—
	31-я	1	2	3	4	5	6	7	8	—	—	11	12	13	—	—	16	17	—	—	—
	32-я	1	2	3	4	5	6	7	—	—	—	11	12	13	14	—	16	17	—	—	—
	33-я	1	2	3	4	5	6	7	—	—	—	11	—	13	14	—	16	17	18	—	—
	34-я	1	2	3	4	5	6	7	—	9	—	11	—	13	14	—	—	17	18	—	—
	35-я	1	2	3	4	5	6	7	—	9	10	11	—	13	14	15	—	17	18	—	—
	36-я	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	—	—
	ОП-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	ОП-2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

электровозов серии ВЛ22^М без рекуперации

ф а к т о р ы						Контакты группового переключателя														Величины сопротив- лений по позициям в о м	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	27,0	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	18,9	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	13,9	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	11,2	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	9,67	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	8,2	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	6,8	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	5,8	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	4,85	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	3,9	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	2,894	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	1,979	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	1,409	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	0,829	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	0,394	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	0,00	
21	22	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	0,00	
21	22	23	24	25	26	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	0,00	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	—	—	35	—	37	—	39	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	32	33	—	35	—	37	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	—	33	—	35	—	37	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	30	31	—	33	—	35	—	37	—	—	40	3,76	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	30	31	—	33	—	35	—	37	—	—	40	2,72	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	30	31	—	33	—	35	—	37	—	—	40	2,44	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	30	31	—	33	—	35	—	37	—	—	40	2,02	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	30	31	—	33	—	35	—	37	—	—	40	1,68	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	30	31	—	33	—	35	—	37	—	—	40	1,32	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	30	31	—	33	—	35	—	37	—	—	40	1,01	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	30	31	—	33	—	35	—	37	—	—	40	0,744	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	30	31	—	33	—	35	—	37	—	—	40	0,41	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	30	31	—	33	—	35	—	37	—	—	40	0,217	
—	—	—	—	—	—	—	28	—	30	31	—	33	—	35	—	37	—	—	40	0,00	
21	22	—	—	—	—	—	28	—	30	31	—	33	—	35	—	37	—	—	40	0,00	
21	22	23	24	25	26	—	28	—	30	31	—	33	—	35	—	37	—	—	40	0,00	
—	—	—	—	—	—	—	27	28	—	30	31	—	33	—	35	36	37	—	40	—	
—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	30	31	—	—	—	—	36	37	—	40	—	
—	—	—	—	—	—	—	27	—	29	—	—	32	—	34	—	36	—	38	—	40	1,65
—	—	—	—	—	—	—	27	—	29	—	—	32	—	34	—	36	—	38	—	40	1,19
—	—	—	—	—	—	—	27	—	29	—	—	32	—	34	—	36	—	38	—	40	0,86
—	—	—	—	—	—	—	27	—	29	—	—	32	—	34	—	36	—	38	—	40	0,7
—	—	—	—	—	—	—	27	—	29	—	—	32	—	34	—	36	—	38	—	40	0,508
—	—	—	—	—	—	—	27	—	29	—	—	32	—	34	—	36	—	38	—	40	0,43
—	—	—	—	—	—	—	27	—	29	—	—	32	—	34	—	36	—	38	—	40	0,259
—	—	—	—	—	—	—	27	—	29	—	—	32	—	34	—	36	—	38	—	40	0,143
—	—	—	—	—	—	—	27	—	29	—	—	32	—	34	—	36	—	38	—	40	0,00
21	22	—	—	—	—	—	27	—	29	—	—	32	—	34	—	36	—	38	—	40	0,00
21	22	23	24	25	26	27	—	29	—	—	32	—	34	—	36	—	38	—	40	0,00	

элементов 40 в цепи сопротивлений и 30, 31 — в цепи двигателей. Контактный элемент 40 включает к уравнительному проводу, параллельно третьей ветви сопротивлений, последовательно включённые первую и вторую ветви. Одновременно с этим контакторные элементы 30 и 31 включают к уравнительному проводу, параллельно к группе двигателей 1, 2 и 3, группу двигателей 4, 5 и 6.

Этим завершается переход на 1-ю позицию серии-параллельного соединения (17-ю позицию).

После установки группового переключателя в серии-параллельное положение замыкается блокировка КСП-СП в проводах 5-4А. Эта блокировка позволяет на последующих позициях главной рукоятки контроллера включиться контакторам 16, 18, 7, 14, 15, 9 и 10, замыкающим накоротко секции пусковых сопротивлений, только после установки группового переключателя в серии-параллельное положение (см. ниже).

На 17-й позиции главной рукоятки контроллера ток силовой цепи от пантографов через главный разъединитель 53 и быстродействующий выключатель БВ проходит двумя параллельными цепями через пусковые реостаты (фиг. 491):

п е р в а я ц е п ь: контакторы 1, 2, сопротивления *P11-P12*, *P12-P13*, *P13-P14*, *P14-P15*, контакторы 12, 37, 6, сопротивления *P21-P22*, *P22-P23*, *P23-P24*, контактор 40;

в т о р а я ц е п ь: контакторы 3, 4, сопротивления *P31-P32*, *P32-P33*, *P33-P34* и *P34-P35*.

Эти цепи пусковых реостатов имеют общую точку, создаваемую уравнительным проводом. Затем ток проходит двумя параллельными цепями:

п е р в а я ц е п ь: контакторы 30, 31, нож отключателя двигателя *ОМ4*, катушка реле перегрузки *РП4*, якорь тягового двигателя 4, контакты реверсора, обмотка возбуждения тягового двигателя 4, контакты реверсора, шунт амперметра, нож отключателя двигателя *ОМ4*, контактор 35, нож отключателя двигателей *ОМ5-6*, катушка реле перегрузки *РП5-6*, якоря двигателей 5 и 6, контакты реверсора, обмотки возбуждения тяговых двигателей 5 и 6, контакты реверсора, нож отключателя тяговых двигателей *ОМ5-6* и земля;

в т о р а я ц е п ь: нож отключателя двигателей *ОМ1-2*, катушка реле перегрузки *РП1-2*, якоря тяговых двигателей 1 и 2, контакты реверсора, обмотка возбуждения тяговых двигателей 1 и 2, контакты реверсора, нож отключателя двигателей *ОМ1-2*, контактор 28, нож отключателя двигателя *ОМ3*, катушка реле перегрузки *РП3*, якорь тягового двигателя 3, контакты реверсора, обмотка возбуждения тягового двигателя 3, контакты реверсора, нож отключателя двигателя *ОМ3*, контактор 33 и земля.

На остальных серии-параллельных позициях главной рукоятки контроллера (с 18-й по 27-ю) цепь самих двигателей остаётся без изменения, а секции пусковых реостатов замыкаются накоротко и включаются параллельно друг другу.

На фиг. 494а—494в показано прохождение тока по пусковым реостатам на 17—27-й позиции главной рукоятки контроллера и дано краткое описание замыкания цепей управления.

На 27-й позиции главной рукоятки контроллера от провода 7 (фиг. 492) возбуждается катушка линейного контактора 5, что подготавливает перегруппировку ветвей пусковых сопротивлений, как и включение контактора 3 на 16-й позиции. От провода же 7 через блокировку КСП-СП получают возбуждение два вентиля Вкл и Выкл группового переключателя.

Включение этих катушек при включённых трёх остальных не изменяет положения переключателя и служит лишь переходным положением.

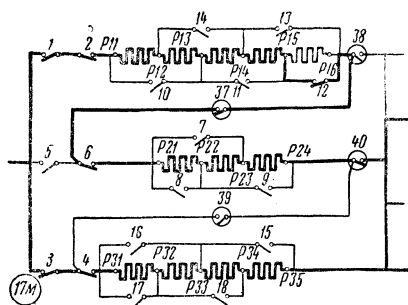
Параллельное включение двигателей (с 28-й по 36-ю позицию главной рукоятки контроллера). При переходе от серийно-параллельного к параллельному включению двигателей, т. е. при переводе главной рукоятки контроллера с 27-й на 28-ю позицию, происходят следующие переключения.

Контакторными элементами главного вала контроллера разрываются цепи проводов 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 и 20 и выключаются контакторы 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17 и 18. После размыкания этих контакторов последовательно с двумя группами тяговых двигателей оказываются включёнными параллельно две ветви пусковых сопротивлений *P21-P24* и *P31-P35*; ветвь сопротивлений *P11-P16* при этом замкнута накоротко контактором 5. Это положение обеспечивает необходимую величину переходного сопротивления и даёт I переходную позицию (см. таблицу последовательности замыкания контакторов).

Размыкание контакторного элемента контроллера в проводе 5 прекращает питание трёх вентилях группового переключателя (катушки Вкл, Вкл и Выкл) и вал группового переключателя поворачивается в параллельное положение. В процессе поворота вала сначала включаются контакторные элементы 27 и 36, которые замыкают накоротко двигатели 3 и 4 (II переходная позиция). Затем выключаются контакторные элементы 28, 33 и 35, которые отсоединяют цепи двигателей 3 и 4 от цепей двигателей 1, 2 и 5, 6 (III переходная позиция). Переход завершает выключение контакторных элементов 30, 31 и 37 и включение контакторных элементов 29, 32, 34 и 38; контакторный элемент 38 включает ветвь *P11-P16* к равнозначному проводу параллельно с ветвями *P21-P24* и *P31-P35*; контакторные элементы 29, 32 и 34 включают группу двигателей 3, 4 параллельно группам двигателей 1, 2 и 5, 6.

После установки группового переключателя в параллельное положение размыкаются блокировки КСП-СП в проводах 7-6А и 5-4А (фиг. 492) и замыкаются блокировки КСП-П в проводах 6-6А и 6А-4А. При этом питание вентилях Вкл и Выкл группового переключателя переводится с провода 7 на провод 6.

На 28-й позиции главной рукоятки контроллера ток силовой цепи от пантографов через главный разъединитель 53 и быстро-



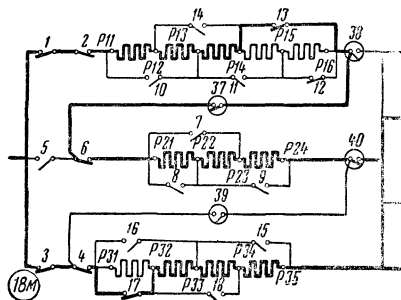
17-я позиция

Разобрана выше.

Включены контакторы: 1, 2, 12, 37, 6, 40 и 3, 4.

Секции пусковых реостатов включены двумя параллельными цепями.

Секция P15-P16 шунтируется контактором 12.



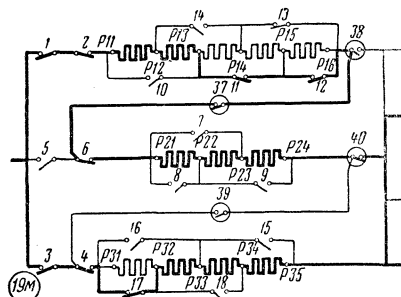
18-я позиция

Включаются цепи: провод 11, катушка контактора 13, земля; провод 9, катушка контактора 17, земля.

Включаются контакторы 13 и 17.

Включены контакторы: 1, 2, 12, 13, 37, 6, 40 и 3, 4, 17.

Секция пусковых реостатов P14-P15 шунтируется контактором 13, секция P31-P32—контактором 17.



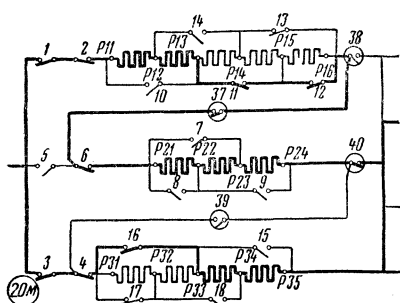
19-я позиция

Включается цепь: провод 13, катушка контактора 11, земля.

Включается контактор 11.

Включены контакторы: 1, 2, 11, 12, 13, 37, 6, 40 и 3, 4, 17.

Секция пусковых реостатов P13-P14 шунтируется контактором 11.



20-я позиция

Включается цепь: провод 14, катушка контактора 16, земля.

Включается контактор 16.

Включены контакторы 1, 2, 11, 12, 13, 37, 6, 40 и 3, 4, 16, 17.

Секция пусковых реостатов P32-P33 шунтируется контактором 18.

Фиг. 494а. Прохождение тока по пусковым сопротивлениям на 17—20-й позиции главной рукоятки контроллера

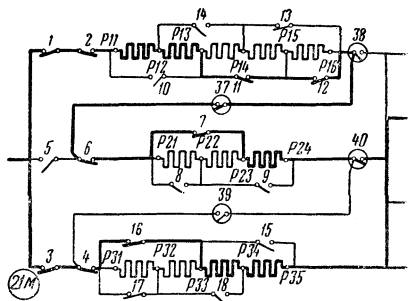
21-я позиция

Включается цепь: провод 16, катушка контактора 7, земля.

Включается контактор 7.

Включены контакторы: 1, 2, 11, 12, 13, 37, 6, 7, 40 и 3, 4, 16, 17.

Секции пусковых реостатов P21-P22 и P22-P23 шунтируются контактом 7.



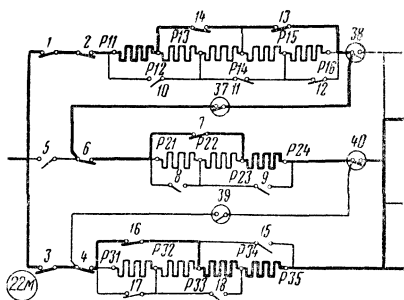
22-я позиция

Включается цепь: провод 17, катушка контактора 14, земля.

Включается контактор 14.

Включены контакторы: 1, 2, 11, 12, 14, 13, 37, 6, 7, 40 и 3, 4, 16, 17.

Секция пусковых реостатов P12-P13 шунтируется контактом 14.



23-я позиция

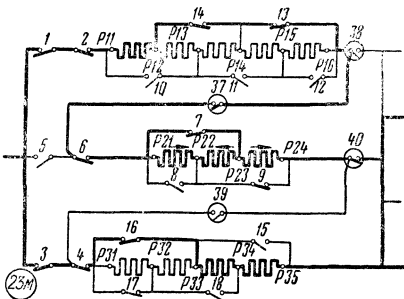
Включается цепь: провод 19, катушка контактора 9, земля.

Включается контактор 9.

Выключаются контакторы 11 и 12.

Включены контакторы: 1, 2, 14, 13, 37, 6, 7, 9, 40 и 3, 4, 16, 17.

Секции пусковых реостатов P21-P22, P22-P23 и P23-P24 включаются параллельно друг другу.



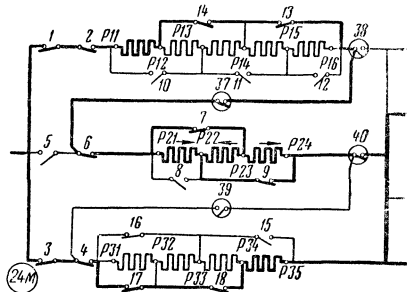
24-я позиция

Включается цепь: провод 15, катушка контактора 18, земля.

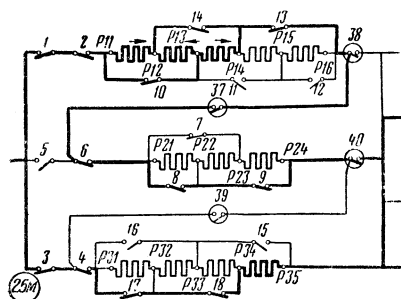
Включается контактор 18.

Включены контакторы: 1, 2, 14, 13, 37, 6, 7, 9, 40 и 3, 4, 16, 17, 18.

Секция пусковых реостатов P33-P34 шунтируется контактом 18.



Фиг. 4946. Прохождение тока по пусковым сопротивлениям на 21—24-й позиции главной рукоятки контроллера



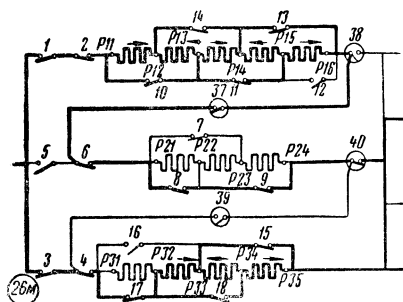
25-я позиция

Включаются цепи: провод 12, катушка контактора 8, земля; провод 20, катушка контактора 10, земля.

Включаются контакторы 8 и 10. Выключается контактор 16.

Включены контакторы: 1, 2, 10, 14, 13, 37, 6, 7, 8, 9, 40 и 3, 4, 17, 18.

Секции пусковых реостатов P11-P12, P12-P13 и P13-P14 включаются параллельно друг другу; секции P21-P22, P22-P23 и P23-P24 шунтируются контактором 8.



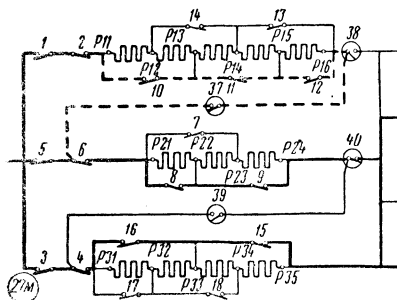
26-я позиция

Включаются цепи: провод 13, катушка контактора 11, земля; провод 15, катушка контактора 18, земля.

Включаются контакторы 11 и 18.

Включены контакторы: 1, 2, 10, 11, 14, 13, 37, 6, 7, 8, 9, 40 и 3, 4, 15, 17, 18.

Параллельно секциям пусковых реостатов P11-P12, P12-P13, P13-P14 подключаются секции P14-P15, P15-P16; параллельно секции P34-P35 подключаются секции P32-P33, P33-P34.



27-я позиция

Включаются цепи: провод 7, катушка контактора 5, земля; провод 19, катушка контактора 12, земля; провод 14, катушка контактора 16, земля.

Включаются контакторы: 5, 12, 16.

Включены контакторы: 1, 2, 10, 11, 12, 14, 37, 5, 6, 7, 8, 9, 40 и 3, 4, 16, 15, 17, 18.

Шунтируются все секции пусковых сопротивлений.

Фиг. 494в. Прохождение тока по пусковым сопротивлениям на 25—27-й позиции главной рукоятки контроллера

действующий выключатель *БВ* проходит через пусковые реостаты тремя параллельными цепями:

первая цепь: контакторы *1, 2*, сопротивление *P11-P12, P12-P13, P13-P14*, контакторы *13* и *38*;

вторая цепь: контакторы *5* и *6*, сопротивление *P21-P22, P22-P23, P23-P24, P24-P25*, контактор *40*;

третья цепь: контакторы *3* и *4*, сопротивления *P31-P32, P32-P33, P33-P34* и *P34-P35*.

Цепи пусковых реостатов имеют общую точку, создаваемую уравнительными проводами. Далее ток проходит по трём параллельным цепям двигателей:

первая цепь: контактор *36*, нож отключателей двигателей *ОМ5-6*, катушка реле перегрузки *РП5-6*, якоря тяговых двигателей *5* и *6*, контакты реверсора, обмотки возбуждения тяговых двигателей *5* и *6*, контакты реверсора, нож отключателя двигателей *ОМ5-6* и земля;

вторая цепь: контактор *29*, нож отключателя двигателей *ОМ3*, катушка реле перегрузки *РП3*, якорь тягового двигателя *3*, контакты реверсора, обмотка возбуждения тягового двигателя *3*, контакты реверсора, нож отключателя двигателя *ОМ3*, контактор *32*, нож отключателя двигателя *ОМ4*, катушка реле перегрузки *РП4*, якорь тягового двигателя *4*, контакты реверсора, обмотка возбуждения тягового двигателя *4*, контакты реверсора, шунт амперметра, нож отключателя двигателя *ОМ4*, контактор *34* и земля;

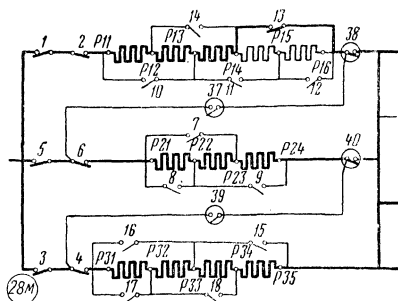
третья цепь: нож отключателя двигателей *ОМ1-2*, катушка реле перегрузки *РП1-2*, якоря тяговых двигателей *1* и *2*, контакты реверсора, обмотки возбуждения тяговых двигателей *1* и *2*, контакты реверсора, нож отключателя двигателей *ОМ1-2*, контактор *27* и земля.

При передвижении главной рукоятки контроллера с 28-й на 36-ю позицию секции пусковых реостатов замыкаются накоротко контакторами или включаются по комбинированным схемам, силовая же цепь самих двигателей остаётся без изменения.

На фиг. 495а—495в показано прохождение тока по пусковым реостатам на 28-й—36-й позиции главной рукоятки контроллера и дано краткое описание замыкания цепей управления.

Работа двигателей с ослабленным полем (позиции *ОП-1* и *ОП-2* рукоятки ослабления поля контроллера). На каждой ходовой позиции главной рукоятки контроллера, т. е. на 16-й при серийном соединении двигателей, на 27-й при серийно-параллельном и на 36-й при параллельном, возможно получить два дополнительных ходовых положения путём переключения двигателей на работу при ослабленном поле.

Переключение двигателей на работу при ослабленном поле производится при помощи контакторов *19, 20, 21, 22, 23, 24, 25* и *26* (фиг. 491).

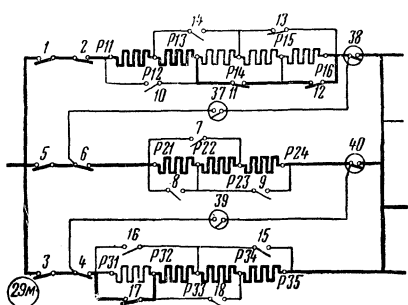


28-я позиция .

Разобрана выше.

Включены контакторы: 1, 2, 13, 38, 5, 6, 40 и 3, 4.

Три группы пусковых реостатов включены тремя параллельными цепями. Секции P14-P15, P15-P16 шунтированы контактором 13.



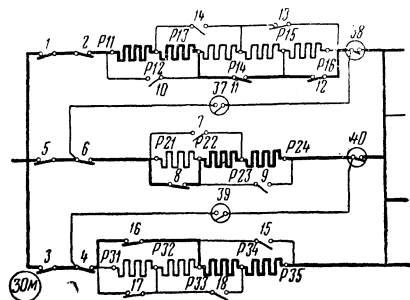
29-я позиция

Включаются цепи: провод 13, катушка контактора 11, земля; провод 10, катушка контактора 12, земля; провод 9, катушка контактора 17, земля.

Включаются контакторы: 11, 12, 17.

Включены контакторы: 1, 2, 11, 12, 13, 38, 5, 6, 40 и 3, 4, 17.

Шунтируется секция пусковых реостатов P13-P14 контакторами 11, 12 и секция P31-P32 — контактором 17.



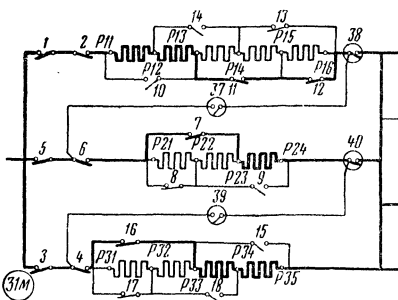
30-я позиция

Включаются цепи: провод 12, катушка контактора 8, земля; провод 14, катушка контактора 16, земля.

Включаются контакторы 8 и 16.

Включены контакторы: 1, 2, 11, 12, 13, 38, 5, 6, 8, 40 и 3, 4, 16, 17.

Шунтируются секции пусковых реостатов P21-P22 и P31-P32.



31-я позиция

Включается цепь: провод 16, катушка контактора 7, земля.

Включается контактор 7.

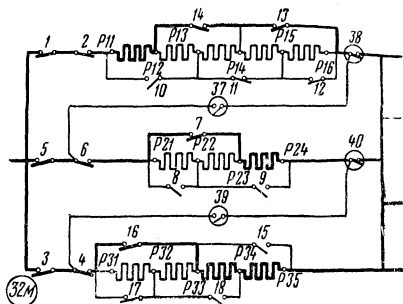
Включены контакторы: 1, 2, 11, 12, 13, 38, 5, 6, 7, 8, 40 и 3, 4, 16, 17.

Шунтируется секция пусковых реостатов P22-P23.

Фиг. 495а. Прохождение тока по пусковым сопротивлениям на 28—31-й позиции главной рукоятки контроллера

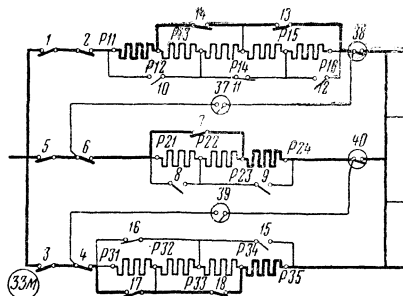
32-я позиция

Включается цепь: провод 17, катушка контактора 14, земля.
Включается контактор 14.
Выключается контактор 8.
Включены контакторы: 1, 2, 14, 13, 11, 12, 38, 5, 6, 7, 40 и 3, 4, 16, 17.
Шунтируется секция пусковых реостатов P12-P13.



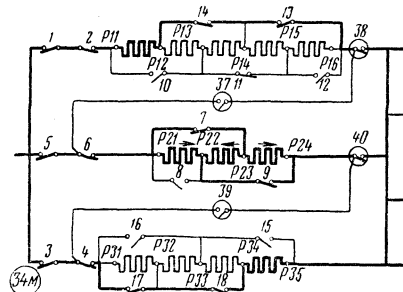
33-я позиция

Включается цепь: провод 15, катушка контактора 18, земля.
Включается контактор 18.
Выключается контактор 12.
Включены контакторы: 1, 2, 14, 13, 11, 38, 5, 6, 7, 40 и 3, 4, 17, 18, 16.
В третьей группе пусковых реостатов шунтируется секция P33-P34.



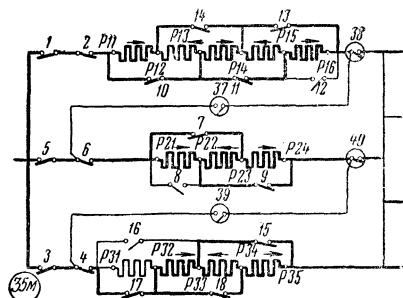
34-я позиция

Включается цепь: провод 19, катушка контактора 9, земля.
Включается контактор 9.
Выключается контактор 16.
Включены контакторы: 1, 2, 14, 13, 11, 38, 5, 6, 7, 9, 40 и 3, 4, 17, 18.
Во второй группе пусковых реостатов секции P21-P22, P22-P23 и P23-P24 включаются параллельно между собой.

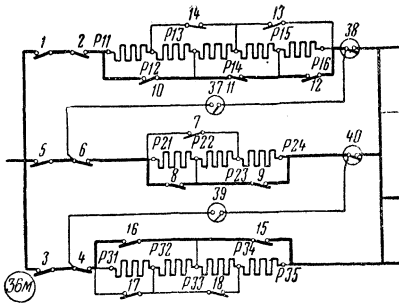


35-я позиция

Включаются цепи: провод 20, катушка контактора 10, земля; провод 18, катушка контактора 15, земля.
Включаются контакторы: 10 и 15.
Включены контакторы: 1, 2, 10, 11, 14, 13, 38, 5, 6, 7, 9, 40 и 3, 4, 17, 18.
В первой группе пусковых реостатов секции P11-P12, P12-P13, P13-P14, P14-P15 и P15-P16 включаются параллельно друг другу.
В третьей группе пусковых реостатов параллельно секции P34-P35 подключаются секции P32-P33, P33-P34.



Фиг. 4956. Прохождение тока по пусковым сопротивлениям на 32—35-й позиции главной рукоятки контроллера



Включаются цепи: провод 12, катушка контактора 8, земля; провод 10, катушка контактора 12, земля; провод 14, катушка контактора 16, земля.

Включаются контакторы: 8, 12, 16.

Включены контакторы: 1, 2, 10, 11, 12, 14, 13, 38, 5, 6, 7, 8, 9, 40 и 3, 4, 16, 15, 17, 18.

Все секции пусковых реостатов шунтированы.

Фиг. 495в. Прохождение тока по пусковым сопротивлениям на 36-й позиции главной рукоятки контроллера

Контакты 19, 20, 21 и 22 включают параллельно обмоткам возбуждения двигателей цепи, состоящие из индуктивных шунтов и шунтирующих реостатов. Этим осуществляется первая ступень ослабления поля.

Число контакторов соответствует числу групп обмоток возбуждения двигателей и индуктивных шунтов с реостатами.

Контакты 23, 24, 25 и 26 замыкают накоротко часть шунтирующих сопротивлений, уменьшая общее сопротивление цепей, включённых параллельно обмоткам возбуждения двигателей. Этим осуществляется вторая ступень ослабления поля.

Включение контакторов 19, 20, 21, 22 и 23, 24, 25, 26 осуществляется переводом рукоятки ослабленного поля контроллера на позиции ослабленного поля ОП-1 или ОП-2. На позиции ОП-1 ток управления от провода Н1 через сегменты барабана ослабления поля контроллера проходит по проводу 25 и катушке контактора 19 в землю (фиг. 492). Включаются контактор 19, а также контакторы 20, 21 и 22, воздушные цилиндры которых питаются воздухом от цилиндра контактора 19.

При переводе рукоятки ослабленного поля в положение ОП-2 ток управления по проводу 24 проходит к катушке контактора 23. Включается контактор 23, а также контакторы 24, 25 и 26, воздушные цилиндры которых питаются воздухом от цилиндра контактора 23.

Выключение двигателей. Выключение двигателей достигается переводом главной рукоятки контроллера в сторону нулевой позиции.

При быстром переводе главной рукоятки с любой из позиций на нулевую разрываются цепи питания всех катушек контакторов, в том числе и линейных контакторов 1—6, которые обеспечивают двойной разрыв каждой из параллельных цепей двигателей.

При медленном переводе главной рукоятки контроллера, например с 36-й позиции в сторону нулевой, на 35-й—28-й позициях происходит введение в цепь двигателей пусковых сопротивлений

на 27-й позиции — переключение двигателей на сериес-параллельное соединение и выведение из цепей двигателей пусковых сопротивлений, на 26-й—17-й позициях — введение в цепь двигателей пусковых сопротивлений, на 16-й позиции переключение двигателей на сериесное соединение и выведение из цепи двигателей пусковых сопротивлений, на 15-й—1-й позициях — введение в цепь двигателей пусковых сопротивлений и на нулевой позиции — выключение цепи тяговых двигателей. Чтобы обеспечить правильную работу схемы при переводе главной рукоятки контроллера в сторону нулевой позиции, предусмотрен ряд блокировок.

В проводах 4-4А, 5-4А и 6А-4А включены блокировки группового переключателя КСП-С, КСП-СП и КСП-П (фиг. 492), через которые питается катушка вентиля 125. При возбуждении этого вентиля открывается доступ сжатого воздуха к контакторам 16, 18, 7, 14, 15, 9 и 10, при невозбужденном вентиле 125 контакторы 16, 18, 7, 14, 15, 9 и 10 включаться не могут.

Эти блокировки исключают выведение из цепи пусковых реостатов до установки группового переключателя в положение, соответствующее позиции главной рукоятки контроллера. Если бы не было этих блокировок, то при переводе главной рукоятки контроллера с 28-й на 27-ю или с 17-й на 16-ю позицию сразу же выводились бы из цепи тяговых двигателей пусковые сопротивления при сохранении параллельного или сериес-параллельного положения группового переключателя (последний работает медленнее, чем контакторы) и происходили значительные броски тока.

Блокировка КСП-СП-П в цепи катушки контактора 3 исключает возможность полного разрыва цепи тяговых двигателей при быстром переводе главной рукоятки контроллера с позиции параллельного или сериес-параллельного включения на позиции сериесного включения двигателей. Если бы не было этой блокировки, то при быстром переводе главной рукоятки, например с 36-й или 27-й позиции на 15-ю и ниже, катушка контактора 3 сразу же потеряла бы питание и контактор 3 выключился бы, не ожидая поворота группового переключателя в сериесное положение. Блокировка КСП-СП-П в цепи катушки контактора 3 задерживает выключение этого контактора до поворота группового переключателя в сериесное положение, т. е. до включения контакторных элементов 37 и 39.

Работа по системе многих единиц. При работе двух (или более) однотипных электровозов по системе многих единиц их цепи управления соединяются междуэлектровозными соединениями. В этом случае подача напряжения на любой линейный провод приводит к срабатыванию всех аппаратов (быстродействующего выключателя, группового переключателя или контакторов), катушки вентиля которых соединены с этим проводом (см. фиг. 492 и принципиальную схему на фиг. 488).

Работа с выключенными двигателями. Если какой-либо из тяговых двигателей выключен, то работа схемы начинается с 17-й по-

зации главной рукоятки контроллера. Последовательность включения контакторов при режиме отключённых двигателей отличается от последовательности включения при нормальном режиме только тем, что контактор 4 не включается совсем, а контакторы 2 и 6 включаются только с 17-й позиции главной рукоятки контроллера.

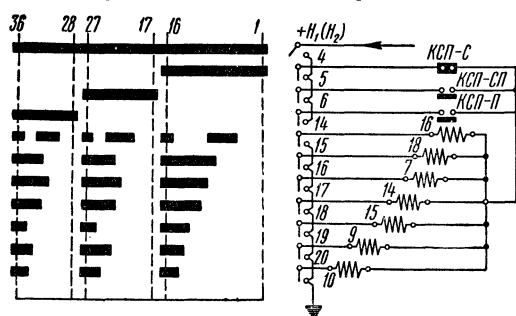
Такое изменение в работе схемы достигается размыканием блокировок отключателей двигателей *ОМ* в проводах *1Б-1В* и *1Д-1В* (фиг. 492) и включением параллельно блокировке *ОМ* в проводах *1Д-1В* блокировки *КСП-СП-П*.

На 17-й позиции последовательно с секциями пусковых сопротивлений *P11-P12*, *P12-P13*, *P13-P14*, *P14-P15*, *P21-P22*, *P22-P23* и *P23-P24* включаются три двигателя: 1, 2, 3 или 4, 5, 6. Далее до 27-й позиции выводятся из цепи двигателей пусковые реостаты (фиг. 491 и 492).

На 28-й позиции параллельно включаются две ветви пусковых сопротивлений: одна ветвь состоит из последовательно включённых секций *P11-P12*, *P12-P13*, *P13-P14*, вторая ветвь — из последовательно включённых секций *P21-P22*, *P22-P23*, *P23-P24*.

Последовательно с пусковыми сопротивлениями на 28-й позиции включаются две группы тяговых двигателей: 1, 2 и 3, 4 или 1, 2 и 5, 6 или 3, 4 и 5, 6. Далее до 36-й позиции из цепей двигателей выводятся пусковые реостаты.

Особенности схем электровозов серии ВЛ22^м различных выпусков и электровозов серий ВЛ19^м и ВЛ19 без электрического торможения. Первые электровозы серии ВЛ22^м без электрического торможения, электровозы серии



Фиг. 496. Блокировка контакторов пусковых сопротивлений на электровозах серий ВЛ19^м и ВЛ19 без электрического торможения

ВЛ19^м и переоборудованные электровозы серии ВЛ19 не имеют блокировочного вентиля 125 (фиг. 492), обеспечивающего правильную работу схемы при передвижении главной рукоятки контроллера в сторону нулевой позиции. На этих электровозах катушки контакторов 16, 18, 7, 14, 15, 9 и 10 (фиг. 496) получают питание от провода 4А по цепи: верхняя шинка контроллера, провод 4,

блокировки *КСП-С*, провод 4А, катушки реостатных контакторов. Заземление катушки этих контак-

торов получают через контроллер от нижней его шинки, имеющей постоянное соединение с землёй.

Катушки остальных реостатных контакторов, расположенных в верхней части схемы, имеют постоянное соединение с землёй и получают питание от верхней шинки контроллера через соответствующие его контакторные элементы.

Недостатком такой схемы является возможность включения контакторов 16, 18, 7, 14, 15, 9 и 10 независимо от положения группового переключателя при работе двух электровозов по системе многих единиц. Так, напри-

мер, при переводе главной рукоятки контроллера с 17-й на 15-ю позицию и медленном возвращении группового переключателя второго электровоза в сериесное положение на электровозах могут включиться контакторы 16, катушки которых окажутся последовательно включёнными к земле через параллельно включённые катушки контакторов 18, 7, 14, 15, 9 и 10 второго электровоза.

Кроме того, при работе этих электровозов по системе многих единиц возможен разрыв силовой цепи второго электровоза контактором 3 при переводе главной рукоятки контроллера с 17-й—36-й позиций на одну из реостатных позиций сериесного соединения, так как блокировка КСП-СП-П, через которую питается катушка контактора 3 на 1-й — 15-й позициях главной рукоятки и сериес-параллельном и параллельном положениях группового переключателя, включена между проводом 8 и вертикальной шинкой контроллера (в провода 8-8А, а не в провода 8-48, как это показано на фиг. 492). Эта шина на втором электровозе отсоединена от источника питания и поэтому, если у первого электровоза групповой переключатель займёт сериесное положение раньше, чем у второго, то после размыкания блокировки КСП-СП-П в проводах 8-8А первого электровоза, несмотря на то, что групповой переключатель на втором электровозе не занял сериесного положения, контактор 3 на нём выключится, т. е. произойдёт разрыв силовой цепи. Этот недостаток на большинстве электровозов серии ВЛ22^м без электрического торможения устранён тем, что вертикальные шинки контроллера соединены с линейным проводом 48 и катушка контактора 3 второго электровоза может питаться через свою блокировку КСП-СП-П от вертикальной шинки контроллера первого электровоза (фиг. 492).

На некоторых электровозах серии ВЛ22^м без электрического торможения для обеспечения их нормальной работы по системе многих единиц контактор 17 заблокирован с групповым переключателем: катушка контактора 17 присоединена к проводу 4А и питается через одну из блокировок КСП-С, КСП-СП или КСП-П в зависимости от того, какой из проводов (4, 5 или 6) находится под напряжением. Контактёр 17 имеет блокировки, которые в свою очередь включены в цепи катушек контакторов 8, 16, 18, 7. Блокировки контактора 7 включены в цепи катушек контакторов 14, 15, 9 и 10.

Электровозы серий ВЛ19^м и ВЛ19 не имеют переключателя вентиляторов и вентиляторы работают всегда на высокой скорости.

На части электровозов серии ВЛ19 для привода вентиляторов использован мотор типа ДДИ-60.

Таблицы последовательности замыкания контакторов и величины сопротивлений секций пусковых сопротивлений у электровозов серий ВЛ22^м, ВЛ19^м и ВЛ19 без электрического торможения одинаковы.

Перечень машин и аппаратов электровозов серии ВЛ22^м без электрического торможения и электровозов серии ВЛ19^м с указанием номеров, данных на схемах (фиг. 491 и 492), приведён в приложении 17.

3. Схемы электровозов с рекуперативным торможением

Электрические схемы электровозов серий ВЛ22^м, ВЛ22, СК, Сс, С и С^и с рекуперативным торможением позволяют получить как на моторном, так и на тормозном режимах три соединения двигателей — сериесное, сериес-параллельное и параллельное (фиг. 281 и 294). На каждом соединении моторного режима двигатели могут работать на полном и на двух ступенях ослабленного поля.

Ниже дано описание работы схем электровозов серий ВЛ22 и ВЛ22^м с рекуперативным торможением (фиг. 497—499); в конце параграфа дано описание особенностей схем электровозов серий Сс, С и С^и.

Перечень машин и аппаратов, установленных на электровозах серий ВЛ22, ВЛ22м, Сс, С и С", дан в приложениях 18, 19, 20.

Вспомогательные цепи. Для подготовки электровоза к работе после включения рубильника аккумуляторной батареи на распределительном щитке 130 (фиг. 499) нажатием кнопок «Пантографы» и «Пантограф задний» или «Пантограф передний» на кнопочном выключателе 100 (101) поднимается задний или передний пантограф. Затем нажатием кнопок «Вспомогательные цепи» и «Компрессоры» пускаются компрессоры. Для подъёма пантографа и пуска компрессоров необходимо, чтобы были включены соответствующие кнопки на кнопочном выключателе двойной тяги 104. Пуск вентиляторов осуществляется нажатием кнопки «Высокая скорость вентиляторов» или «Низкая скорость вентиляторов» на кнопочном выключателе 100 (101).

После включения выключателя тока управления 105 (106) напряжение по проводу Н1 (Н2) подаётся к кнопке «Быстродействующий выключатель» и к контакторным элементам главного и реверсивного валов контроллера. При нажатии кнопки «Быстродействующий выключатель» замыкается цепь:

провод 50, контакты реле перегрузки РП5-6, РП3-4 и РП1-2, контакты реле максимального напряжения РМН, реле перегрузки мотор-генератора 82, удерживающая катушка БВ, блокировка тормозного переключателя ТК-М, контакты АВУ, земля; возбуждается удерживающая катушка БВ.

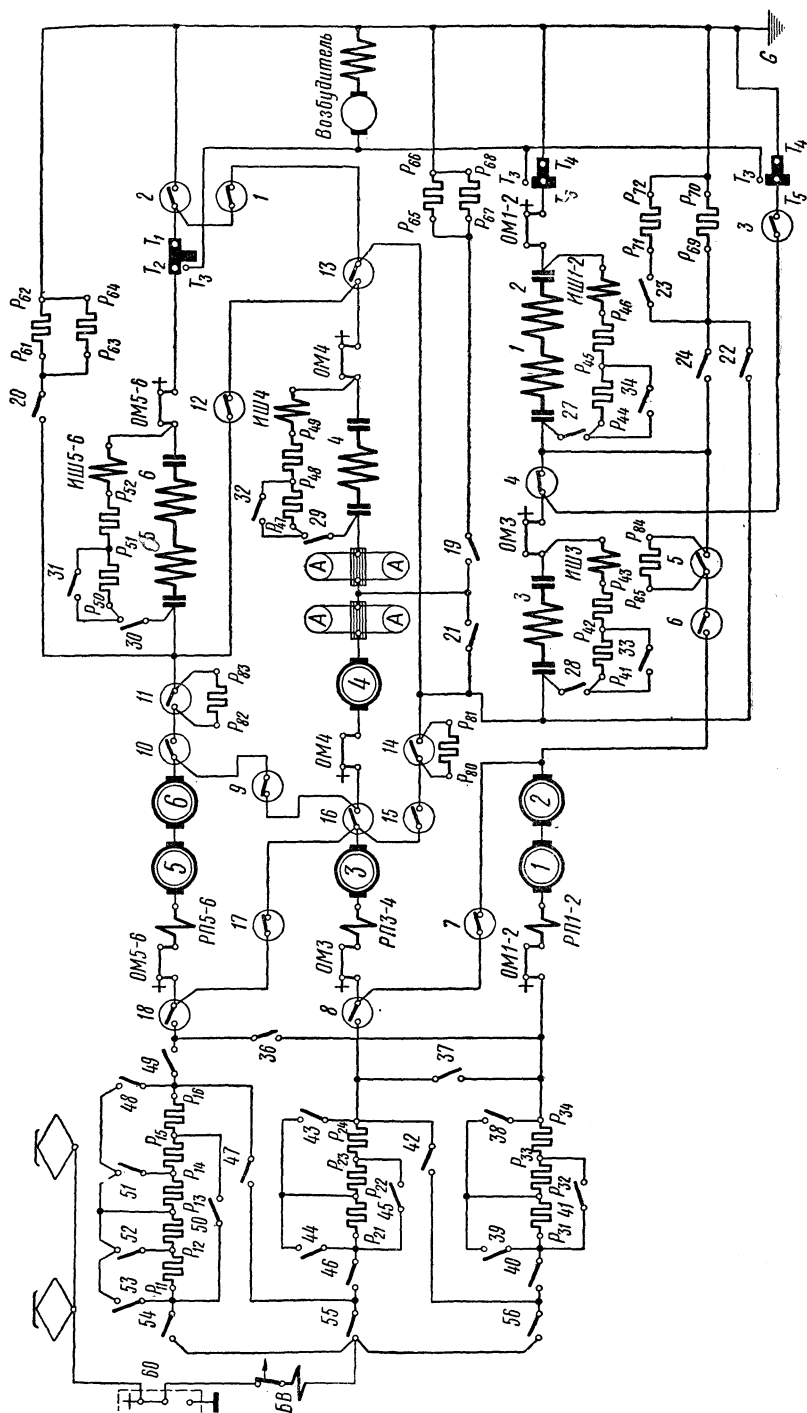
При нажатии кнопки «Возврат БВ» напряжение от кнопки «Быстродействующий выключатель» по проводу 29А (29Б) через контакторный элемент контроллера, замкнутый на нулевой позиции главной рукоятки, и провод 29 подаётся к катушке «Возврат БВ».

После разрыва этой цепи кнопкой «Возврат БВ» замыкается быстродействующий выключатель.

Моторный режим работы. Для приведения электровоза в движение рукоятка реверсивного вала контроллера ставится в положение «Вперёд» или «Назад», после чего главная рукоятка ставится на 1-ю позицию. При этом напряжение от провода Н₁ (Н₂) через замкнутые главным кулачковым валом контакторные элементы контроллера подаётся к проводам 1, 5 и 10. От провода 10 через контакторный элемент реверсивного вала при установке реверсивной рукоятки вперёд напряжение по проводу 8 подаётся к катушке вентилia «Вперёд» и реверсор устанавливается в положение «Вперёд». Замыкается также цепь катушки вентилia тормозного переключателя ТК-М:

провод 10, катушка ТК-М, блокировочный контакт 19 (контактор 19 выключен), провод 16, сегменты тормозного барабана, нижние контакторные элементы главного вала контроллера, земля; тормозной переключатель устанавливается в моторное положение.

Контактор 54, как это видно из силовой схемы (фиг. 497 и 498), а также таблицы последовательности замыкания контакторов



Фиг. 497. Принципиальная силовая схема электровоза серии ВЛ22^м с рекуперативным торможением

(см. стр. 476—477), должен быть замкнут на всех моторных позициях. Цепь катушки контактора 54 следующая:

провод 10, контакторный элемент реверсивного вала, провод 8, блокировочный контакт реверсора «Вперёд», провод 8А, катушка контактора 54, блокировка БВ, блокировка тормозного переключателя ТК-М, блокировка контактора 19, провод 16, земля.

Следовательно, контактор 54, который замыкает силовую цепь на сеть, может включиться только после того, как реверсор займёт положение, соответствующее положению реверсивной рукоятки, включится быстродействующий выключатель и тормозной переключатель займёт положение моторного режима.

От провода 1 через блокировочный контакт КСП-С, провод 1А, блокировочный контакт ОМ возбуждается катушка контактора 47, цепь которой на землю замыкается через блокировочный контакт 54 и далее по цепи катушки контактора 54.

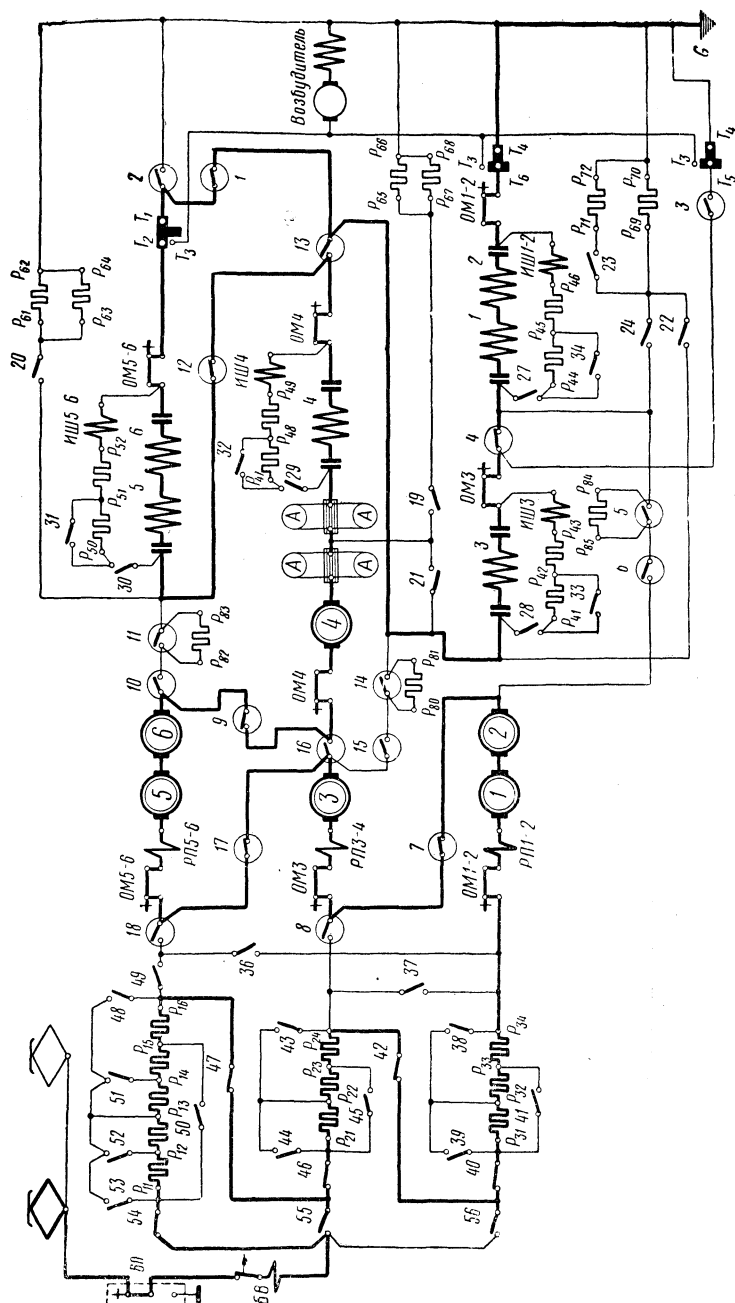
От провода 5 возбуждается катушка контактора 42, цепь которой на землю замыкается через блокировочные контакты КСП-С-СП и 54 и далее по цепи катушки контактора 54.

От провода 10 через блокировочный контакт ОМ получают возбуждение катушки 40 и 46, цепи которых на землю замыкаются через блокировочный контакт 54 и далее по цепи катушки контактора 54.

Таким образом, на 1-й позиции главной рукоятки контроллера включаются индивидуальные контакторы 40, 42, 46, 47 и 54 и контакторные элементы 1, 4, 7, 9, 12 и 17 группового переключателя, находящегося в сервисном положении (см. таблицу замыкания контакторов и развёртку кулачкового вала группового переключателя на фиг. 498); тормозной переключатель соединяет контакты Т1-Т2, Т4-Т5 и Т4-Т6 силовой цепи двигателей.

После замыкания всех перечисленных выше контакторов и контактов образуется цепь (фиг. 500):

пантограф, главный разъединитель 60, быстродействующий выключатель БВ, контактор 54, пусковые сопротивления Р11-Р12, Р12-Р13, Р13-Р14, Р14-Р15, Р15-Р16, контакторы 47, 46, сопротивления Р21-Р22, Р22-Р23, Р23-Р24, контакторы 42 и 40, сопротивления Р31-Р32, Р32-Р33, Р33-Р34, нож ОМ1-2, отключателя двигателей, катушку реле перегрузки РП1-2, якоря двигателей 1 и 2, контактор 7, нож ОМ3, катушку РП3-4, якорь двигателя 3, контактор 17, нож ОМ5-6, катушку РП5-6, якоря двигателей 5 и 6, контактор 9, нож ОМ4, якорь двигателя 4, шунты амперметров, контакты реверсора, обмотку возбуждения двигателя 4, контакты реверсора, нож ОМ4, контактор 12, контакты реверсора, обмотки возбуждения двигателей 5 и 6, контакты реверсора, нож ОМ5-6, контакты тормозного переключателя Т2-Т1, контактор 1, контакты реверсора, обмотка возбуждения двигателя 3, контакты реверсора, нож ОМ3, контактор 4, контакты реверсора, обмотки возбуждения двигателей 1 и 2, контакты реверсора, нож ОМ1-2, контакты тормозного переключателя Т6-Т4, земля.



Фиг. 500. Цепь тока тяговых двигателей электровоза серии ВЛ22М с рекуперативным торможением на 1-й позиции главной рукоятки контроллера

Последовательность замыкания контакторов

Ре- жим	Соеди- нение двигате- лей	Пози- ции	Групповые контакторы																И н д и								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	27
Моторный	Сериесное	1-я	1	—	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		2-я	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		3-я	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		4-я	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		5-я	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		6-я	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		7-я	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		8-я	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		9-я	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		10-я	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		11-я	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		12-я	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		13-я	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		14-я	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		15-я	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		16-я	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		ОП-1	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27
	ОП-2	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	
	Переход	I	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		II	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	15	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		III	1	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	15	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Сериес-парал- лельное	17-я	—	2	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	14	15	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		18-я	—	2	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	14	15	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		19-я	—	2	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	14	15	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		20-я	—	2	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	14	15	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		21-я	—	2	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	14	15	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		22-я	—	2	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	14	15	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		23-я	—	2	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	14	15	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		24-я	—	2	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	14	15	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		25-я	—	2	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	14	15	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		26-я	—	2	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	14	15	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		27-я	—	2	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	14	15	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ОП-1		—	2	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	14	15	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	27	
ОП-2		—	2	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	14	15	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	27	
Переход		IV	—	2	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	14	15	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		V	—	2	—	4	—	6	7	—	9	10	—	12	—	14	15	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—
		VI	—	2	—	4	—	6	7	—	9	10	—	12	—	14	15	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—
Параллель- ное		28-я	—	2	3	—	5	6	—	8	—	10	11	—	13	14	—	16	—	18	—	—	—	—	—	—	—
	29-я	—	2	3	—	5	6	—	8	—	10	11	—	13	14	—	16	—	18	—	—	—	—	—	—	—	
	30-я	—	2	3	—	5	6	—	8	—	10	11	—	13	14	—	16	—	18	—	—	—	—	—	—	—	
	31-я	—	2	3	—	5	6	—	8	—	10	11	—	13	14	—	16	—	18	—	—	—	—	—	—	—	
	32-я	—	2	3	—	5	6	—	8	—	10	11	—	13	14	—	16	—	18	—	—	—	—	—	—	—	
	33-я	—	2	3	—	5	6	—	8	—	10	11	—	13	14	—	16	—	18	—	—	—	—	—	—	—	
	34-я	—	2	3	—	5	6	—	8	—	10	11	—	13	14	—	16	—	18	—	—	—	—	—	—	—	
	35-я	—	2	3	—	5	6	—	8	—	10	11	—	13	14	—	16	—	18	—	—	—	—	—	—	—	
	36-я	—	2	3	—	5	6	—	8	—	10	11	—	13	14	—	16	—	18	—	—	—	—	—	—	—	
	ОП-1	—	2	3	—	5	6	—	8	—	10	11	—	13	14	—	16	—	18	—	—	—	—	—	—	27	
	ОП-2	—	2	3	—	5	6	—	8	—	10	11	—	13	14	—	16	—	18	—	—	—	—	—	—	27	
	Тормозной	Сериесное	1-я	1	—	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	19	—	—	21	22	—	—	—
			2-я	1	—	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	19	—	—	21	22	—	—	—
			3-я	1	—	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	19	—	—	21	22	—	—	—
			4-я	1	—	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	19	—	—	21	22	—	—	—
			5-я	1	—	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	19	—	—	21	22	—	—	—
			6-я	1	—	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	19	—	—	21	22	—	—	—
7-я			1	—	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	19	—	—	21	22	—	—	—	
8-я			1	—	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	19	—	—	21	22	—	—	—	
9-я			1	—	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	19	—	—	21	22	—	—	—	
10-я			1	—	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	19	—	—	21	22	—	—	—	
11-я			1	—	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	19	—	—	21	22	—	—	—	
12-я			1	—	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	19	—	—	21	22	—	—	—	
13-я			1	—	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	19	—	—	21	22	—	—	—	
14-я			1	—	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	19	—	—	21	22	—	—	—	
15-я			1	—	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	19	—	—	21	22	—	—	—	
16-я			1	—	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	—	—	17	—	19	—	—	21	22	—	—	—	
СП			16-я	—	2	—	4	—	—	7	—	9	—	12	—	14	15	—	—	18	19	—	—	22	23	—	—
П		16-я	—	2	3	—	5	6	—	8	—	10	11	—	13	14	—	16	—	18	19	20	—	—	23	24	—

электровозов серий ВЛ22^М и ВЛ22

видуальные контакторы																												Величины со- противлений по позициям в ОМ	
28	29	30	31	32	33	34	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	—	42	—	—	46	47	—	—	—	—	—	—	54	—	—	30,789	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	—	42	—	—	46	47	—	—	—	51	—	—	54	—	—	19,529	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	—	42	—	—	46	47	—	—	—	51	52	—	54	—	—	14,979	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	—	42	—	44	—	46	47	—	—	51	52	—	54	—	—	12,049	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	—	42	—	44	45	46	47	—	—	51	52	—	54	—	—	10,369	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	—	42	—	44	45	46	47	—	—	51	52	53	54	—	—	8,919	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	40	—	42	—	—	—	45	46	47	—	—	51	—	53	54	—	—	7,589	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	40	—	42	—	—	—	45	46	47	—	50	51	—	53	54	—	—	6,339	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	40	—	42	43	—	—	45	46	47	—	50	—	—	54	—	—	—	5,235	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	40	41	42	43	—	—	45	46	47	—	50	—	—	54	—	—	—	4,228	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	41	42	43	—	—	—	45	46	47	48	50	—	—	54	—	—	—	3,326	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	41	42	43	—	—	—	45	46	47	48	50	51	—	54	—	—	—	2,532	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	38	—	40	41	42	43	—	—	45	46	47	48	50	51	—	54	—	—	—	1,773	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	38	—	40	41	42	43	—	—	45	46	47	48	50	51	—	53	54	—	—	1,047	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	38	—	40	41	42	43	44	45	46	47	48	—	51	—	53	54	—	—	—	0,381	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	—	51	—	53	54	55	—	0,00	
28	29	30	—	—	—	—	36	—	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	—	51	—	53	54	55	—	0,00	
28	29	30	31	32	33	34	—	—	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	—	51	—	53	54	55	—	0,00	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	49	—	51	—	—	54	55	—	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	49	—	51	—	—	54	55	—	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	49	—	51	—	—	54	55	—	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	40	—	42	—	44	45	46	—	—	49	—	51	52	53	54	55	4,050	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	49	—	51	52	—	54	55	2,950	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	40	—	42	—	44	45	46	—	—	49	—	51	52	—	54	55	2,590	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	40	—	42	—	44	45	46	—	—	49	—	51	52	53	54	55	2,160	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	40	—	42	43	44	45	46	—	—	49	—	51	52	53	54	55	1,785	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	40	—	42	43	44	45	46	—	—	49	50	51	52	53	54	55	1,430	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	39	40	—	42	43	44	45	46	—	—	49	50	—	52	—	54	55	—	1,140	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	39	40	41	42	43	44	45	46	—	—	49	50	—	52	—	54	55	—	0,777	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	40	41	42	43	44	45	46	—	43	49	50	—	52	—	54	55	—	—	0,486	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	33	—	40	41	42	43	44	45	46	—	43	49	50	51	52	—	54	55	—	0,221	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	38	39	40	41	42	43	44	45	46	—	43	49	50	51	52	53	54	55	56	0,00	
28	29	30	—	—	—	—	36	—	38	39	40	41	42	43	44	45	46	—	43	49	50	51	52	53	54	55	56	0,00	
28	29	30	31	32	33	34	36	—	38	39	40	41	42	43	44	45	46	—	43	49	50	51	52	53	54	55	56	0,00	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	40	—	—	—	—	46	—	—	49	—	51	52	—	54	55	56	—	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	40	—	—	—	—	46	—	—	49	—	51	52	—	54	55	56	—	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	40	—	—	—	—	46	—	—	49	—	51	52	—	54	55	56	—	
—	—	—	—	—	—	—	36	37	—	—	—	40	—	—	—	—	46	—	—	49	—	51	52	—	54	55	56	1,560	
—	—	—	—	—	—	—	36	37	—	—	—	40	—	—	—	44	—	46	—	—	49	—	51	52	—	54	55	56	1,293
—	—	—	—	—	—	—	36	37	—	—	—	40	—	—	—	44	—	46	—	—	49	50	51	52	—	54	55	56	1,010
—	—	—	—	—	—	—	36	37	—	—	—	40	—	—	—	44	45	46	—	—	49	50	—	—	—	54	55	56	0,790
—	—	—	—	—	—	—	36	37	—	39	40	—	—	—	—	45	46	—	48	49	50	—	—	—	54	55	56	0,593	
—	—	—	—	—	—	—	36	37	—	39	40	41	—	—	—	45	46	—	48	49	50	—	52	—	54	55	56	0,381	
—	—	—	—	—	—	—	36	37	—	40	41	—	43	—	—	45	46	—	48	49	50	—	52	—	54	55	56	0,281	
—	—	—	—	—	—	—	36	37	33	—	40	41	—	43	—	45	46	—	48	49	50	51	52	—	54	55	56	0,166	
—	—	—	—	—	—	—	36	37	38	39	40	41	—	43	44	45	46	—	43	49	50	51	52	53	54	55	56	0,00	
28	29	30	—	—	—	—	36	37	38	39	40	41	—	43	44	45	46	—	48	49	50	51	52	53	54	55	56	0,00	
28	29	30	31	32	33	34	36	37	38	39	40	41	—	43	44	45	46	—	48	49	50	51	52	53	54	55	56	0,00	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	40	—	42	—	—	—	46	47	—	—	—	51	—	—	54	—	—	19,529
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	40	—	42	—	—	—	46	47	—	—	—	51	—	—	54	—	—	19,529
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	40	—	42	—	—	—	46	47	—	—	—	51	52	—	54	—	—	14,979
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	40	—	42	—	44	—	46	47	—	—	—	51	52	—	54	—	—	12,049
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	40	—	42	—	44	45	46	47	—	—	51	52	—	54	—	—	10,369	
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	40	—	42	—	—	—	45	46	47	—	—	51	52	53	54	—	—	8,919
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	39	40	—	42	—	—	—	45	46	47	—	—	51	—	53	54	—	—	—	7,589
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	39	40	—	42	—	—	—	45	46	47	—	50	51	—	53	54	—	—	—	6,339
—	—	—	—	—	—	—	36	—	—	39	40																		

Все шесть двигателей оказываются включёнными последовательно с пусковыми сопротивлениями в сеть.

Переводом главной рукоятки с 1-й по 16-ю позицию выводятся пусковые сопротивления из цепи тяговых двигателей, что можно проследить по схемам и таблице замыкания контакторов.

При передвижении главной рукоятки контроллера с 16-й на 17-ю позицию разрываются цепи проводов *1, 17, 18, 20, 21, 22, 23* и *14* (фиг. 499) и выключаются контакторы *38, 39, 41, 43, 45, 47, 48, 53*, в результате чего в цепь двигателей вводятся сопротивления *P22-P23, P23-P24, P31-P32, P32-P33, P33-P34* (см. фиг. 497 и 498 и положение I перехода на таблицу последовательности замыкания контакторов).

Далее по проводу *2* от контакторного элемента главного вала контроллера возбуждаются три катушки вентилей группового переключателя (фиг. 499) и переключатель начинает переходить из серийного положения в серийно-параллельное. В переходном положении II замыкается контактор *15* группового переключателя, который включает группу двигателей *4, 5* и *6* параллельно сопротивлению *P80-P81*; через это же сопротивление создаётся цепь для группы двигателей *1, 2* и *3* (фиг. 497). При дальнейшем вращении группового переключателя размыкаются контакторы *1* и *17*, отключающие группу двигателей *4, 5* и *6* (переходное положение III). В силовой схеме устанавливается следующий путь тока:

пантограф, разъединитель, быстродействующий выключатель, контакторы *55, 46, 44*, сопротивления *P22-P24*, контакторы *42* и *40*, сопротивления *P31-P34*, нож *ОМ1-2*, якорь двигателей *1* и *2*, контактор *7*, нож *ОМ3*, катушка *РПЗ-4*, якорь *3*, контактор *15*, переходное сопротивление *P80-P81*, контакты реверсора, обмотка возбуждения двигателя *3*, контакты реверсора, нож *ОМ3*, контактор *4*, контакты реверсора, обмотки возбуждения двигателей *1* и *2*, контакты реверсора, нож *ОМ1-2*, контакты тормозного переключателя *Т6-Т4*, земля.

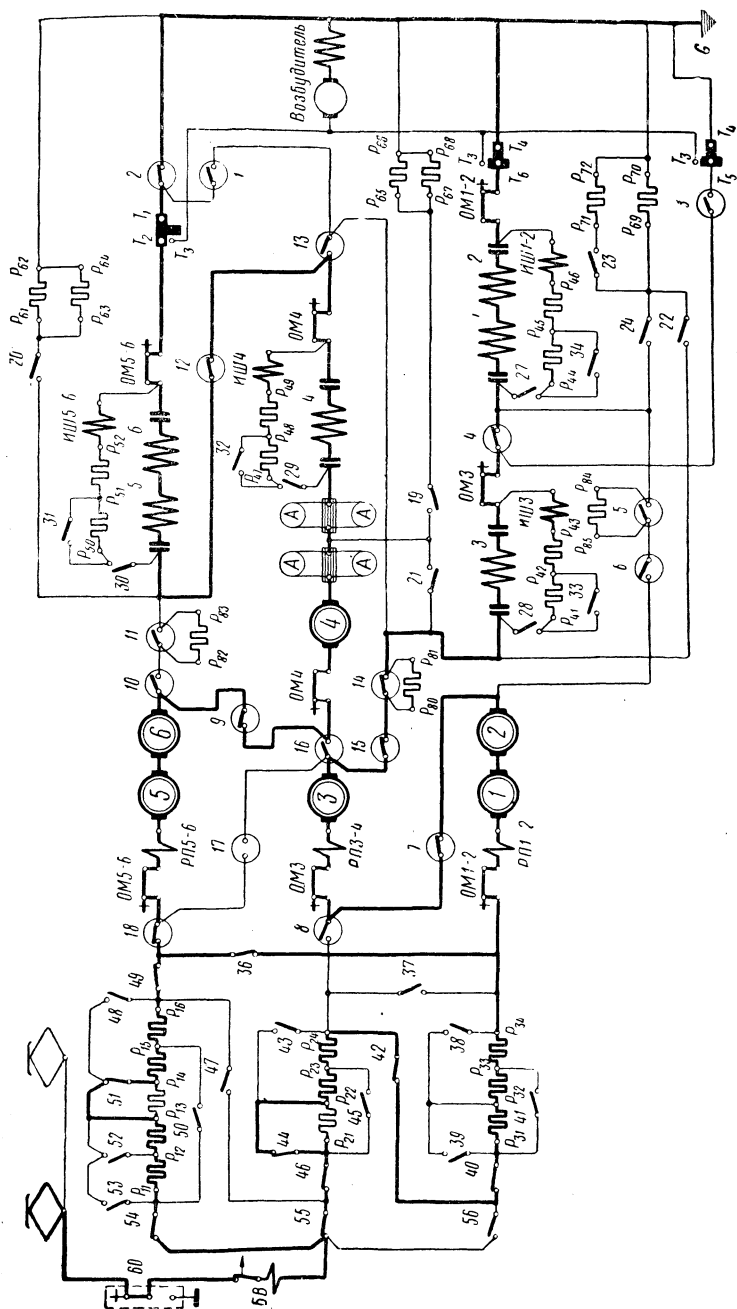
При дальнейшем повороте вала группового переключателя и установке его в серийно-параллельное положение включаются контакторы *18, 2* и *14*. Контактор *18* включает группу двигателей *4, 5* и *6* к пусковым сопротивлениям *P11-P16*, контактор *2* — к земле; контактор *14* включается последним и замыкает накоротко переходное сопротивление *P80-P81* в цепи двигателей *1, 2* и *3*.

Переход на серийно-параллельное соединение завершается включением уравнительного контактора *36*, который выравнивает сопротивления и токи в обеих группах тяговых двигателей. Катушка контактора *36* получает возбуждение по следующей цепи:

контакторный элемент *4* контроллера, блокировка *ҚСП-СП-П* в проводах *4-4А*, катушка контактора *36*, провод *1В* (фиг. 499).

В силовой схеме образуются следующие цепи (фиг. 501):

пантограф, главный разъединитель, быстродействующий выключатель, контактор *54*, сопротивления *P11-P13*, контактор *51*, сопротивления *P14-P16*, контактор *49*.



Фиг. 501. Цепь тока тяговых двигателей электровоза серий ВЛ22 с рекуперативным торможением на 17-й позиции главной рукоятки контроллера

Параллельно верхней группе сопротивлений включена цепь: контакторы 55, 46 и 44, сопротивления *P22-P24*, контакторы 42, 40, сопротивления *P31-P34*.

Далее ток идёт двумя параллельными цепями:

п е р в а я ц е п ь: контактор 18, нож *ОМ5-6*, катушка *РП5-6*, якорь двигателей 5 и 6, контактор 9, нож *ОМ4*, якорь двигателя 4, шунты амперметров, контакты реверсора, обмотка возбуждения двигателя 4, контакты реверсора, нож *ОМ4*, контактор 12, контакты реверсора, обмотки возбуждения двигателей 5 и 6, контакты реверсора, нож *ОМ5-6*, контакты тормозного переключателя *Т2-Т1*, контактор 2, земля;

в т о р а я ц е п ь: нсж *ОМ1-2*, катушка *РП1-2*, якорь двигателей 1 и 2, контактор 7, нож *ОМ3*, катушка *РП3-4*, якорь двигателя 3, контакторы 15 и 14, контакты реверсора, обмотка возбуждения двигателя 3, контакты реверсора, нож *ОМ3*, контактор 4, контакты реверсора, обмотки возбуждения двигателей 1 и 2, контакты реверсора, нож *ОМ1-2*, контакты тормозного переключателя *Т6-Т4*, земля.

Дальнейшим переводом главной рукоятки контроллера с 17-й до 27-й позиций осуществляются включение и выключение реостатных контакторов в соответствии с развёрткой кулачков главного барабана контроллера и таблицей замыкания контакторов, т. е. уменьшение сопротивления пусковых реостатов и дальнейший разгон электровоза.

На 27-й позиции оказываются включёнными все реостатные контакторы, что соответствует работе двигателей без сопротивлений при напряжении на коллекторе двигателя 1 000 в.

На 27-й позиции возбуждается катушка контактора 56 по следующей цепи:

контакторный элемент 7 контроллера, провод 7, блокировка *ТК-М*, провод 7А, блокировка *ТК-М*, провод 7Б, катушка контактора 56, блокировка контактора 54, земля (фиг. 499).

Включением контактора 56 готовится нижняя ветвь сопротивлений к параллельному соединению.

На 27-й позиции от того же контакторного элемента 7 контроллера возбуждаются два вентиля параллельного включения группового переключателя по следующей цепи:

контакторный элемент 7 контроллера, провод 7, блокировка *ТК-М*, блокировка *КСП-СП*, провод 3А, катушки вентиля, земля.

При переводе главной рукоятки контроллера с 27-й на 28-ю позицию выключается ряд контакторных элементов контроллера, питающих катушки реостатных контакторов; при этом выключается большинство этих контакторов, вводя сопротивление в цепи тяговых двигателей.

При переводе главной рукоятки контроллера с 27-й на 28-ю позицию размыкаются также цепи проводов 5 и 2, что ведёт к выключению контактора 42 и прекращению возбуждения катушек

трёх вентилей серии-параллельного положения группового переключателя. После выключения контактора 42 в цепи тяговых двигателей оказываются включёнными параллельно две ветви сопротивлений: *P11-P12*, *P14-P15*, *P15-P16* и *P31-P32*, *P32-P33*, *P33-P34* (фиг. 497 и 498), средняя ветвь сопротивлений *P21-P22*, *P22-P23*, *P23-P24* подготовлена для включения к ней группы двигателей 3 и 4 (положение IV по таблице замыкания контакторов).

По прекращении возбуждения трёх вентилей группового переключателя переключатель начинает переходить из серии-параллельного положения в параллельное. В промежуточном положении V замыкаются контакторы 6 и 10 группового переключателя, которые включают двигатели 3 и 4 параллельно сопротивлениям *P85-P84* и *P82-P83*, через сопротивление *P85-P84* создаётся цепь для двигателей 1 и 2, через сопротивление *P82-P83* — для двигателей 5 и 6 (фиг. 497).

При дальнейшем вращении группового переключателя размыкаются контакторы 4, 7, 9, 12, отключающие двигатели 3 и 4 (промежуточное положение VI). В силовой схеме устанавливается следующая цепь тока:

пантограф, разъединитель, быстродействующий выключатель, контактор 54, сопротивление *P11-P12*, контакторы 52, 51, сопротивления *P14-P15*, *P15-P16*, контактор 49.

Параллельно этой цепи включена цепь:

контакторы 56-40, сопротивления *P31-P32*, *P32-P33*, *P33-P34*.

Далее ток идёт двумя параллельными цепями:

п е р в а я ц е п ь: контактор 18, нож *ОМ5-6*, катушка *РП5-6*, якоря двигателей 5 и 6, контактор 10, сопротивление *P82-P83*, контакты реверсора, обмотки возбуждения тяговых двигателей 5 и 6, контакты реверсора, нож *ОМ5-6*, контакты тормозного переключателя *T2-T1*, контактор 2, земля;

в т о р а я ц е п ь: нож *ОМ1-2*, катушка *РП1-2*, контактор 6, сопротивление *P85-P84*, контакты реверсора, обмотки возбуждения двигателей 1 и 2, контакты реверсора, нож *ОМ1-2*, контакты тормозного переключателя *T6-T4*, земля.

При дальнейшем повороте вала группового переключателя и установке его в параллельное положение включаются контакторы 3, 5, 8, 11, 13 и 16; контакторы 8, 16, 13 и 3 включают двигатели 3 и 4 последовательно между собой и соединяют их с ветвью сопротивлений *P21-P24* и землёй, контакторы 5 и 11 замыкают накоротко переходные сопротивления *P85-P84* и *P82-P83* в цепях двигателей 1, 2 и 5, 6.

Переход с серии-параллельного на параллельное соединение двигателей завершается включением уравнительного контактора 37. Катушка этого контактора получает возбуждение по следующей цепи:

контакторный элемент 3 контроллера, провод 3, блокировка *КСП-П*, провод 3А, блокировка *КСП-П*, катушка контактора 37, земля (фиг. 499).

Цепи тока тягсовых двигателей на 28-й позиции контроллера показаны на фиг. 502.

Перевод главной рукоятки с 28-й позиции на последующие до 36-й включительно даёт включение и выключение ресстатных контакторов в соответствии с развёрткой кулачков главного барабана контроллера и таблицей замыкания контакторов и осуществляет дальнейший разгон электровоза при параллельном соединении двигателей.

На 36-й позиции оказываются включёнными все ресстатные контакторы, что соответствует работе двигателей без сопротивлений при напряжении на коллекторе двигателя 1 500 в.

На ходовых позициях 16-й, 27-й и 36-й, подобно тому, как у электровозов без рекуперативного торможения, возможно применение режима ослабленного поля тягсовых двигателей.

При постановке тормозной рукоятки в положение *ОП-1* возбуждается катушка контактора 27 по следующей цепи:

провод 10, 10-й палец тормозного барабана контроллера, провод 27, катушка контактора 27, земля.

Возбуждение катушки контактора 27 вызывает включение четырёх контакторов ослабленного поля первой ступени, имеющих общее питание сжатым воздухом через вентиль контактора 27.

При постановке тормозной рукоятки в положение *ОП-2* возбуждается катушка контактора 34 по следующей цепи:

провод 10, 10-й палец тормозного барабана контроллера, провод 26, блокировка контактора 27, катушка контактора 34, земля.

Возбуждение катушки контактора 34 вызывает включение четырёх контакторов шунтировки поля второй ступени, имеющих аналогично контакторам первой ступени общее питание, сжатым воздухом через вентиль контактора 34.

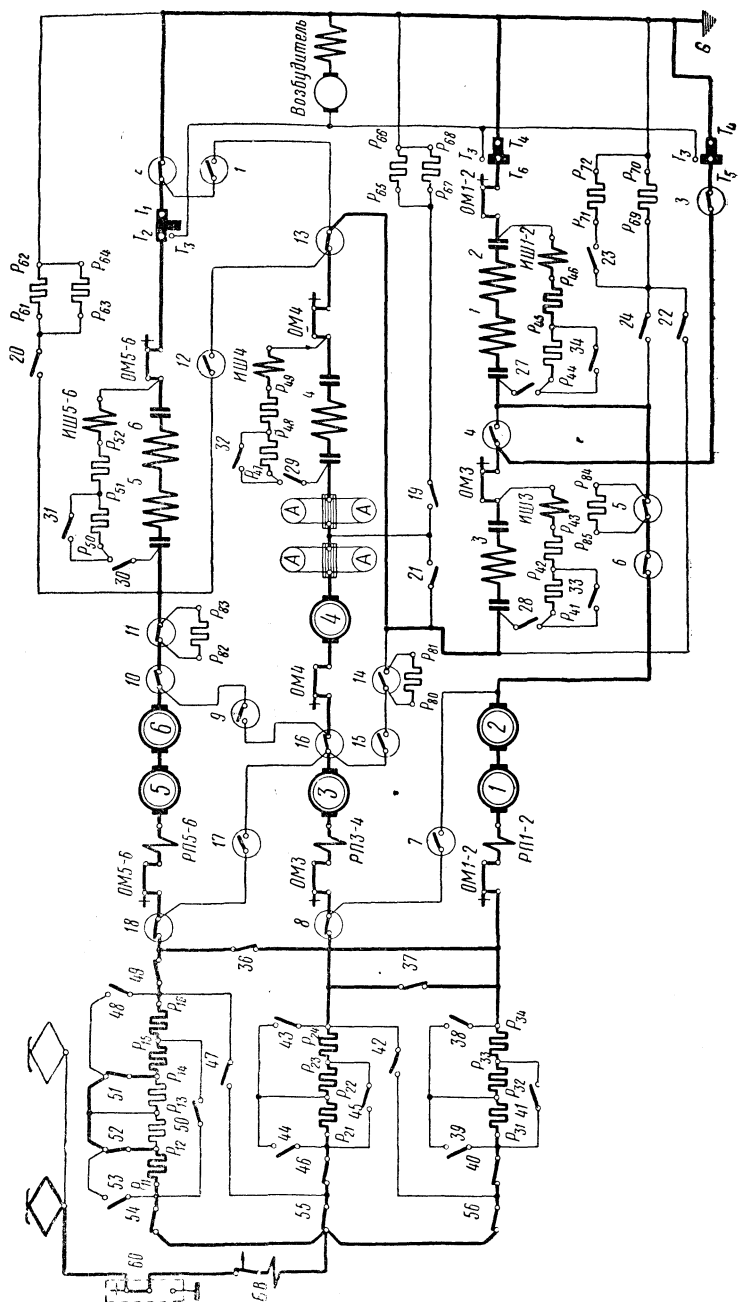
Выключение двигателей. Выключение двигателей производится переводом главной рукоятки контроллера в сторону нулевой позиции.

При быстром переводе главной рукоятки с любой из позиций на нулевую разрываются цепи питания всех катушек контакторов, в том числе и линейных контакторов 54, 49, 55, 46, 56, 40, которые обеспечивают двойной разрыв каждой из параллельных цепей двигателей.

Чтобы обеспечить правильную работу схемы при медленном переводе главной рукоятки в сторону нулевой позиции, предусмотрен ряд блокировок (см. стр. 495—499).

Работа с выключенными двигателями. При выключении одного или двух тяговых двигателей, постоянно соединённых последовательно, включение оставшихся двигателей начинается с 17-й позиции главной рукоятки контроллера (фиг. 503). На 28-й—36-й позициях контроллера в работе участвуют четыре двигателя (фиг. 504).

Рекуперативный режим работы. При рекуперативном торможении, в зависимости от скорости движения, якоря тягсовых двигателей могут быть соединены серийно, серийно-параллельно или



параллельно (см. главу VII). Обмотки возбуждения двигателей при этом питаются от возбуждательного агрегата.

Возбудитель, в свою очередь, имеет независимое возбуждение, регулируемое замыканием накоротко отдельных секций регулировочных сопротивлений 80 и 81 (фиг. 499) при помощи контактов тормозного барабана контроллера машиниста.

Нажатием кнопки «Возбудитель» на кнопочном щитке 100 (101) пускается мотор-генератор (возбудитель), так как замыкаются контакторы 78 и 63 (фиг. 498).

После постановки селективной рукоятки на одну из позиций и реверсивной рукоятки на позицию, соответствующую направлению движения электровоза, главная рукоятка контроллера ставится на 1-ю позицию.

На этой позиции происходит включение тяговых двигателей на моторном режиме, как было описано выше (см. фиг. 500 и стр. 473, 475).

После постановки тормозной рукоятки контроллера с позиции «Полное поле» на 1-ю тормозную позицию разрывается цепь провода 16 и выключаются контакторы 40, 42, 46, 47, 54. Провод 28 соединяется с проводом 10 и оказывается под напряжением; образуется цепь:

провод 10, провод 28, блокировка *ОМ*, катушка контактора 19, блокировка *БВ*, земля; контактор 19 включается.

Если селективная рукоятка установлена в серийное положение, то произойдёт также включение контакторов 21 и 22, катушки которых будут питаться от провода 10 через сегменты серийного соединения двигателей селективной рукоятки контроллера и проводов 32 и 30.

После замыкания контактора 19 и его блокировки в проводах 28-28А (фиг. 499) возбуждается катушка *ТК-Т* и тормозной переключатель устанавливается в тормозное положение. При этом в цепях управления размыкаются все блокировки *ТК-М* и замыкаются блокировки *ТК-Т*.

От провода 10 через блокировку *ТК-Т* в проводах 10—11 возбуждается катушка контактора 51 и контактор 51 замыкается.

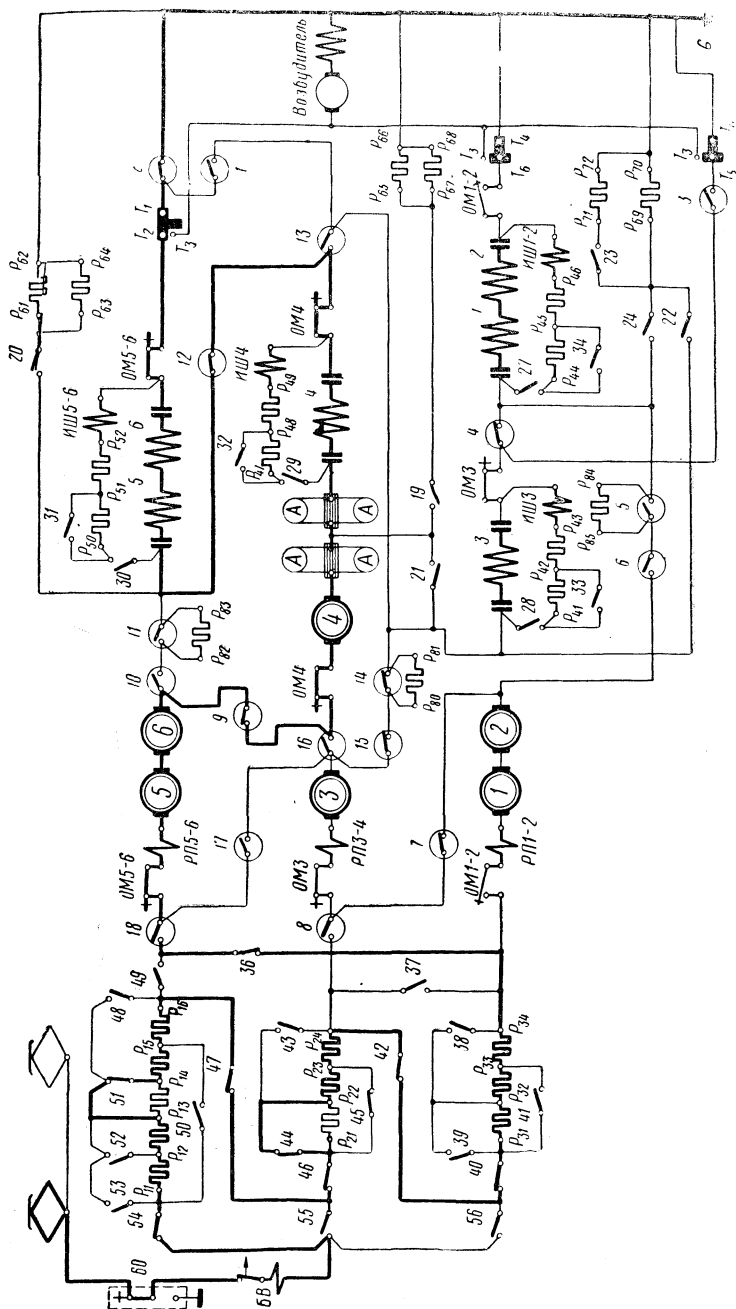
От этого же провода возбуждается катушка контактора 54 по следующей цепи:

провод 10, провод 8, блокировка реверсора «Вперёд», катушка контактора 54, блокировочный контакт *БВ*, блокировочный контакт *ТК-Т* в проводе 16В-15Г, блокировочный контакт *ОМ*, блокировочные контакты 21 и 22, провод 15, нижние сегменты тормозного барабана и нижний контакторный элемент главного вала контроллера, земля; контактор 54 замыкается.

От провода 5 независимо от положения группового переключателя получает возбуждение катушка контактора 42.

От провода 10 получают возбуждение через блокировку *ОМ* катушки контакторов 40 и 46.

От провода 1 получает возбуждение через блокировки *ТК-Т*



Фиг. 503 Цепь тока на сериес-параллельном соединении тяговых двигателей при отключении двигателей 1 и 2

и *ОМ* катушка контактора 47 и через блокировку *ТК-Т* и провод 4А — катушка контактора 36.

Таким образом, оказываются замкнутыми контакторы 19, 21, 22, 36, 40, 42, 46, 47, 51, 54, что соответствует таблице замыкания контакторов. Силовая цепь двигателей оказывается включённой на контактную сеть по схеме рекуперативного торможения (см. фиг. 294), но без возбуждения тягсовых двигателей от возбuditеля.

После включения контактора 40 замыкается его блокировка в проводе 28Б-28Г и от провода 28 получает возбуждение катушка реле поля возбuditеля 79, что ведёт к замыканию его контактов. После замыкания контактов 79, включённых последовательно с обмоткой возбуждения генератора (возбuditеля), ток от провода Н1 (Н2) через нижний контактный элемент реверсивного вала, провод 64, сопротивления для регулирования тока возбuditеля 80 и 81, контактор 79, обмотку возбуждения возбuditеля проходит в землю. Возбuditель начинает питать обмотки главных полюсов тягсовых двигателей. На этом заканчивается автоматический переход аппаратов в положение рекуперативного торможения на серийном соединении тягсовых двигателей.

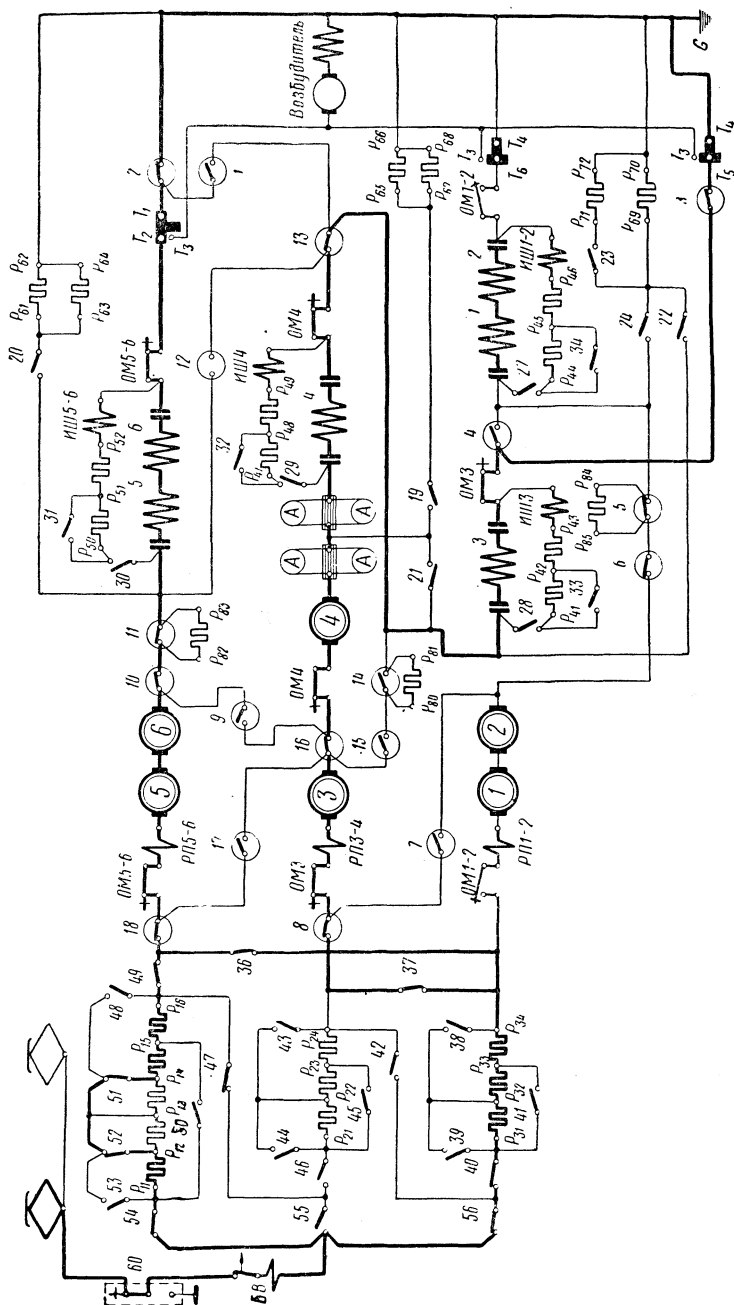
На 1-й позиции главной рукоятки контроллера, тормозном положении тормозной рукоятки и серийном положении селективной рукоятки все шесть якорей тягсовых двигателей оказываются последовательно включёнными через пусксовые сопротивления на контактную сеть. Возбуждение двигателей осуществляется по двум параллельным цепям (фиг. 505).

Первая цепь проходит через контакты тормозного переключателя *ТЗ-Т6*, *ОМ1-2*, реверсор, обмотки возбуждения двигателей 2 и 1, реверсор, контактор 4, *ОМ3*, реверсор, обмотку возбуждения двигателя 3, реверсор, параллельно включённые через контакторы 21, 19 и 22 стабилизирующие сопротивления *Р65-Р66*, *Р67-Р68*, *Р69-Р70* и возбuditель.

Вторая цепь проходит через контакты тормозного переключателя *ТЗ-Т2*, *ОМ5-6*, реверсор, обмотки возбуждения двигателей 6 и 5, реверсор, групповой контактор 12, *ОМ4*, реверсор, обмотку возбуждения двигателя 4, реверсор, шунт амперметра поля, те же стабилизирующие сопротивления и возбuditель.

Цепь якорей двигателя замыкается через стабилизирующие сопротивления *Р66-Р65*, *Р68-Р67*, *Р70-Р69*, шунт 72 амперметра цепи якорей, якорь двигателя 4, *ОМ4*, контактор 9, якорь двигателей 6 и 5, *РП5-6*, *ОМ5-6*, контактор 17, якорь двигателя 3, *РП3-4*, *ОМ3*, контактор 7, якорь двигателей 2 и 1, *РП1-2*, *ОМ1-2*, пусксовые сопротивления *Р34-Р31*, контакторы 40 и 42, пусксовые сопротивления *Р24-Р21*, контакторы 46 и 47, пусксовые сопротивления *Р16-Р14*, контактор 51, сопротивления *Р13-Р11*, контактор 54, быстродействующий выключатель *БВ* главный разъединитель 60, пантограф и на сеть.

На 1-й позиции тормозной рукоятки напряжение возбuditеля и ток возбuditеля малы, и тяговые двигатели развивают малую



Фиг. 504. Цепь тока на параллельном соединении двигателей при отключении двигателей I и 2

э. д. с.; в цепи тяговых двигателей устанавливается небольшой ток моторного режима; величина тока ограничивается сопротивлениями.

Переводом рукоятки тормозного барабана с 1-й на 2-ю и последующие позиции выводится сопротивление цепи возбуждения возбудителя и, следовательно, увеличивается ток возбуждения и напряжение двигателей.

Эти сопротивления закорачиваются сегментами тормозного барабана контроллера, к которому подведены провода 64-61, 48-43, 39-35 от регулировочных сопротивлений 80 и 81 (фиг. 499).

Тормозная рукоятка переводится с позиции на позицию до тех пор, пока напряжение двигателей не станет равным напряжению сети. При этом ток силовой цепи уменьшится до нуля, что можно видеть по амперметру. После этого переводом главной рукоятки с 1-й на 16-ю позицию осуществляется выведение из цепи тяговых двигателей пусковых сопротивлений. На 16-й позиции якоря двигателей, помимо сопротивлений, включены на контактную сеть.

Далее передвижением тормозной рукоятки в сторону 15-й позиции усиливается возбуждение двигателей и устанавливается необходимый по условиям движения тормозной режим. (Более подробно порядок перехода на рекуперативный режим рассмотрен в главе XIII,

Для выключения рекуперативного торможения необходимо перевести тормозную рукоятку в сторону нулевой позиции с тем, чтобы уменьшить ток до нуля; затем главную рукоятку следует поставить на нулевую позицию, после чего перевести на нулевую позицию и тормозную рукоятку.

Чтобы перейти от серийного соединения тяговых двигателей к серийно-параллельному, необходимо после выключения рекуперативного торможения поставить селективную рукоятку в серийно-параллельное положение.

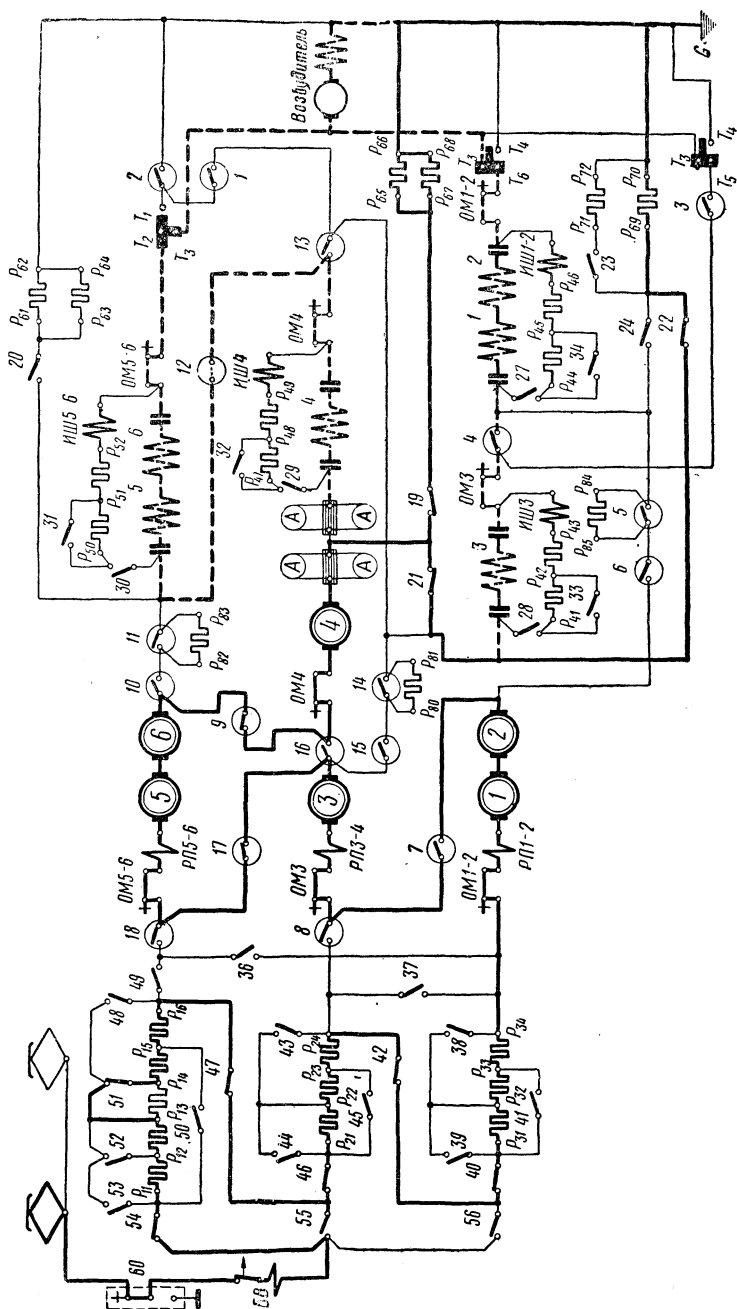
Далее порядок включения главной и тормозной рукояток повторяется, как при серийном соединении.

На первых позициях главной и тормозной рукояток и серийно-параллельном положении селективной рукоятки произойдёт следующее.

От селективного барабана по проводу 2 напряжение подаётся к трём катушкам группового переключателя и последний устанавливается в серийно-параллельное положение.

Разрывается питание провода 32 от селективного барабана, а следовательно, размыкается контактор 21. Вместе с тем от провода 28 через блокировку ОМ и 21 получает питание катушка контактора 23. В силовую цепь включается контактор 23. Контактors 19, 22, 36, 40, 42, 46, 47, 51, 54 на 1-й позиции главной рукоятки контроллера при серийно-параллельном включении двигателей включаются так же, как и при серийном включении.

На серийно-параллельном соединении цепь возбуждения двигателей от возбудителя, с одной стороны, проходит через контакты



Фиг. 505. Цепь тока при рекуперативном режиме, серьезном соединении двигателей и 1-й позиции главной рукоятки контроллера

тормозного переключателя *ТЗ-Т2*, через *ОМ5-6*, реверсор, обмотки возбуждения двигателей *6* и *5*, реверсор, контактор *12*, *ОМ4*, реверсор, обмотку возбуждения двигателя *4*, реверсор, шунт амперметра цепи возбуждения, контактор *19* и стабилизирующие сопротивления *Р65-Р66* и *Р67-Р68* к возбuditелю. С другой стороны, цепь возбуждения состоит из возбuditеля через контакты *ТЗ-Т6* тормозного переключателя, *ОМ1-2*, реверсор, обмотки двигателей *2* и *1*, реверсор, контактор *4*, *ОМ3*, реверсор, обмотку двигателя *3*, реверсор через контакторы *22* и *23* и стабилизирующие сопротивления *Р69-Р70* и *Р71-Р72* (фиг. 506).

Цепь якорей замыкается следующим образом:

первая цепь: земля, стабилизирующие сопротивления *Р70-Р69* и *Р72-Р71*, контакторы *23* и *22*, контакторы *14* и *15*, якорь двигателя *3*, *РПЗ-4*, *ОМ3*, контактор *7*, якорь двигателей *2* и *1*, *РП1-2*, *ОМ1-2*, сопротивления *Р34-Р31*, контакторы *40*, *42*, сопротивления *Р24-Р21*, контакторы *46*, *47*, сопротивления *Р16-Р14*, контактор *51*, сопротивления *Р13-Р11*, контактор *54*, быстродействующий выключатель, главный разъединитель *60*, пантограф и сеть;

вторая цепь: земля, стабилизирующие сопротивления *Р66-Р65* и *Р68-Р67*, контактор *19*, шунт амперметра якоря, якорь двигателя *4*, *ОМ4*, контактор *9*, якорь двигателей *6* и *5*, *РП5-6*, *ОМ5-6*, контактор *18* и далее замыкается цепью двигателей *1*, *2* и *3* посредством контактора *36*.

На 16-й позиции главной рукоятки контроллера якорь тяговых двигателей помимо пусковых сопротивлений включен в контактную сеть.

Для перехода на параллельное соединение двигателей необходимо селективную рукоятку перевести в параллельное положение; далее порядок включения главной и тормозной рукояток повторяется, как при серийном и серийно-параллельном включениях.

При повороте селективной рукоятки в параллельное положение возбуждается провод *31*. От провода *31* через блокировку *ТК-Т* в проводах *31-3А* возбуждаются соответствующие катушки группового переключателя, устанавливающие его в параллельное положение (фиг. 499). От провода *31* возбуждаются также катушки контакторов *20* и *24* через блокировки *КСП-П* и *БВ*.

При параллельном положении селективной рукоятки ток возбуждения двигателей от возбuditеля проходит тремя цепями (фиг. 507):

первая цепь: возбuditель, контакты тормозного переключателя *ТЗ-Т6*, *ОМ1-2*, реверсор, обмотки возбуждения двигателей *2* и *1*, реверсор, контакторы *24* и *23*, стабилизирующие сопротивления *Р69-Р70* и *Р71-Р72*;

вторая цепь: возбuditель, контакты тормозного переключателя *ТЗ-Т5*, контактор *3*, *ОМ3*, реверсор, обмотка возбуждения двигателя *3*, реверсор, контактор *13*, *ОМ4*, реверсор, обмотка возбуждения двигателя *4*, шунт амперметра поля, контактор *19*, стабилизирующие сопротивления *Р65-Р66* и *Р67-Р68* и возбuditель;

третья цепь: возбудитель, контакты тормозного переключателя *ТЗ-Т2*, *ОМ5-6*, реверсор, обмотки возбуждения двигателей *6* и *5*, реверсор, контактор *20*, стабилизирующие сопротивления *Р61-Р62* и *Р63-Р64* и возбудитель.

Цепь тока якорей двигателей замыкается следующим образом:

первая группа: земля, стабилизирующие сопротивления *Р70-Р69* и *Р72-Р71*, контакторы *23*, *24*, *5* и *6*, якоря двигателей *2* и *1*, *РП1-2*, *ОМ1-2*, пусковые сопротивления и сеть;

вторая группа: земля, стабилизирующие сопротивления *Р66-Р65* и *Р68-Р67*, контактор *19*, шунт амперметра якоря, якорь двигателя *4*, *ОМ4*, контактор *16*, якорь двигателя *3*, *РП3-4*, *ОМ3*, через групповой контактор *8*, пусковые сопротивления и сеть;

третья группа: земля, стабилизирующие сопротивления *Р62-Р61* и *Р64-Р63*, контактор *20*, контакторы *11* и *10*, якоря двигателей *6* и *5*, *РП5-6*, *ОМ5-6*, контактор *18*, пусковые сопротивления и сеть.

Контакты *36* и *37*, так же как и при моторном режиме, соединяют уравнительные провода всех трёх цепей.

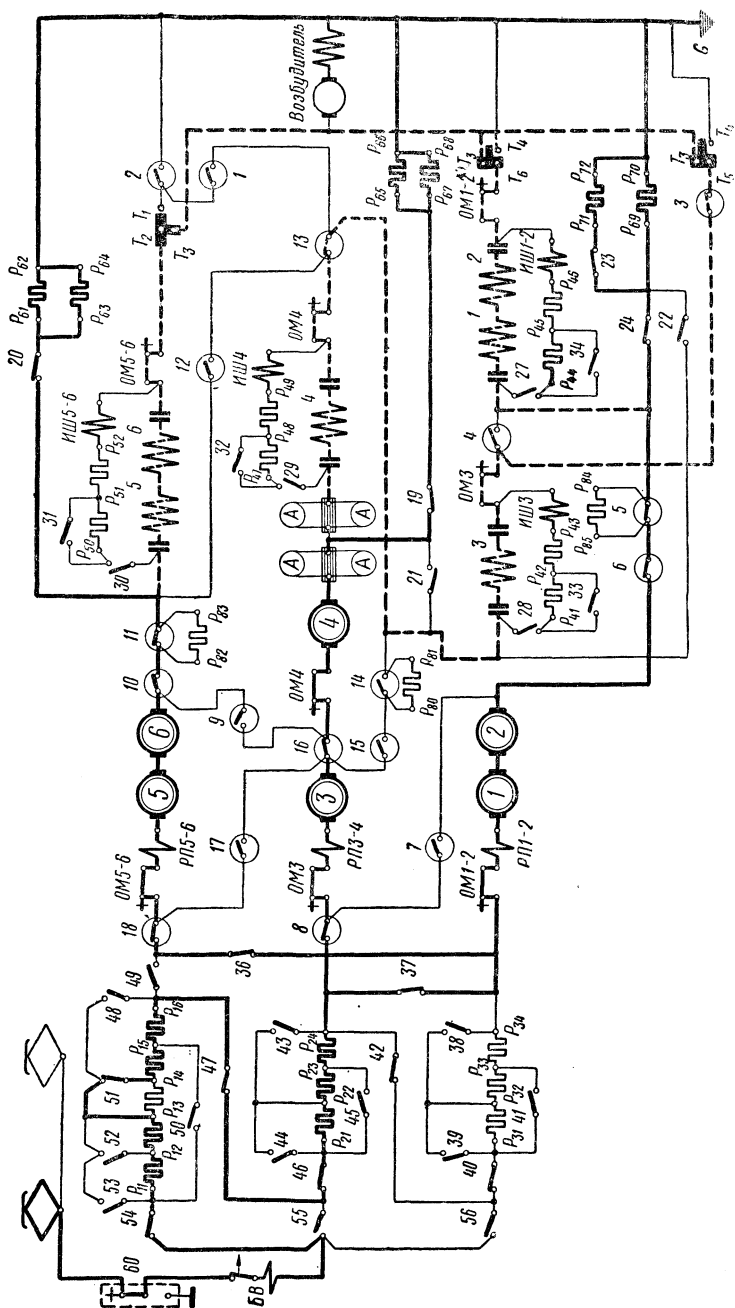
На 16-й позиции главной рукоятки контроллера при рекуперации оказываются включёнными контакторы: *19*, *20*, *23*, *24*, *36*, *37*, *38*, *39*, *40*, *41*, *42*, *43*, *44*, *45*, *46*, *47*, *48*, *49*, *51*, *53*, *54*, *55* и *56*.

На 3-й позиции тормозного барабана контроллера через провод *26*, блокировочные контакты *27* и *ВВ* получает возбуждение катушка вентиля электрического торможения *121* (фиг. 499). Этот вентиль исключает одновременное действие рекуперативного и пневматического торможения электровоза, так как при возбуждённой катушке вентиля *121* происходит отпуск пневматических тормозов электровоза. Следовательно, до 3-й позиции тормозной рукоятки контроллера тормоза электровоза работают, а после этой позиции их действие прекращается.

Если во время рекуперативного торможения из-за перегрузки двигателей (срабатывание реле перегрузки *РП*) и повышения напряжения на их зажимах выше *3 950 в* (срабатывание реле максимального напряжения *РМН*) отключится быстродействующий выключатель, то вследствие разрыва цепи вентиля *121* блокировкой *ВВ* в проводах *26Б-26В* тормоза электровоза могут быть приведены в действие.

Электрические блокировки в схемах электровозов серий ВЛ22 и ВЛ22^м с рекуперативным торможением. На электровозах серий ВЛ22 и ВЛ22^м с рекуперативным торможением электрическую блокировку имеют следующие аппараты силовой цепи двигателей: быстродействующий выключатель (*ВВ*), реверсор, тормозной переключатель (*ТК*), групповой переключатель (*КСП*), отключатель двигателей (*ОМ*), контакторы *19*, *21*, *22*, *24*, *27*, *37*, *40*, *42*, *43*, *45*, *47*, *49* и *54* (фиг. 498 и 499).

Быстродействующий выключатель ВВ. При включённом положении быстродействующего выключателя замыкаются блокировки в проводах *26Б-26В*, *28Д-Г*, *8Б-16В* и *50-50М*.



Фиг. 507. Цепь тока при рекуперативном режиме, параллельном соединении двигателей и 1-й позиции главной рукоятки контроллера

Блокировка в проводах *26Б-26В* разрывает при выключении быстродействующего выключателя во время рекуперативного торможения цепь вентиля электрического торможения *121*; после обесточивания вентиля электрического торможения становится возможным применить пневматическое торможение электровоза.

Блокировка в проводах *28Д-Г* выключает цепь возбуждения генератора и контакторы, включающие стабилизирующие сопротивления параллельно обмоткам возбуждения тяговых двигателей при выключении быстродействующего выключателя (разрывает цепь катушек контакторов *79, 19, 20, 21, 22, 23* и *24*). Такое выключение необходимо при коротком замыкании якорей двигателей во время рекуперативного режима, когда после срабатывания реле перегрузки и выключения быстродействующего выключателя двигатели остаются возбуждёнными от генератора (возбудителя).

Блокировка в проводах *8Б-16В* включена в цепь линейных *54, 46*, переходных *42, 47*, уравнильного *36* и реостатного *40* контакторов.

Так как контакторы *40, 42, 47* и *54* имеют блокировки в цепях ещё ряда контакторов, то при размыкании *БВ* выключаются все линейные, переходные и часть реостатных контакторов, повторное замыкание которых возможно только после восстановления *БВ*.

Блокировка в проводах *50-50М* замыкает цепь индикаторных ламп *БВ*, которые при замыкании последнего зажигаются, сигнализируя о включённом положении *БВ*.

Рев е р с о р. Реверсор имеет блокировки в проводах *0-8А* и *8-8А*, включённые в цепь первого линейного контактора *54*. Данная блокировка позволяет замкнуться контактору *54* только тогда, когда реверсор находится в положении, соответствующем позиции реверсивной рукоятки контроллера машиниста, и размыкает контактор *54* при переходе реверсора из одного положения в другое. Так как контактор *54* блокирует обратный провод катушек ряда других контакторов, то выключение контактора *54* обеспечивает переключение реверсора из одного положения в другое при разомкнутой силовой цепи, т. е. без тока.

Т о р м о з н о й п е р е к л ю ч а т е л ь *ТК*. При моторном положении тормозного переключателя замыкаются блокировки *ТК-М* в проводах *7-7А-7Б, 50Д-50И, 16Б-16В*; при тормозном положении — блокировки *ТК-Т* в проводах *10-11, 7Б-6-10Б, 3А-31, 1В-5А, 1-4А, 15Г-16В, 1-1А*. Блокировки *ТК-М* в проводах *7-7А-7Б* и *ТК-Т* в проводах *10Б-6-7Б* переводят питание катушки контактора *56* с провода *7* на моторном режиме на провод *10* на рекуперативном режиме; это даёт возможность при рекуперативном торможении включаться контактору *56* на 16-й позиции главной рукоятки контроллера независимо от соединения двигателей, на моторном режиме контактор *56* включается с 27-й на 36-ю позицию главной рукоятки (см. таблицу последовательности замыкания контакторов).

Блокировка *ТК-М* в проводах *50Д-50И* замыкает цепь удерживающей катушки *БВ* на моторном режиме, когда блокировка электромагнитного контактора *63* цепи мотора мотор-генератора разомкнута.

Блокировка *ТК-М* в проводах *16Б-16В* соединяет на моторном режиме цепь катушки линейного контактора *54* с «землей» помимо блокировок в проводах *15А-16В*, необходимых для правильной работы схемы на рекуперативном режиме.

Блокировка *ТК-Т* в проводах *10-11* обеспечивает замыкание контактора *51* на рекуперативном режиме, начиная с 1-й позиции главной рукоятки контактора; это уменьшает величину пусковых сопротивлений на 1-й позиции главной рукоятки.

Блокировка *ТК-Т* в проводах *3А-31* обеспечивает питание катушек вентилях параллельного положения группового переключателя от провода *31*, который находится под напряжением при «параллельном» положении селективной рукоятки контроллера; при моторном режиме размыкание этой блокировки не позволяет питать катушки контакторов *20* и *24*, стабилизирующих сопротивление от провода *3* на 28-й и 36-й позициях главной рукоятки контроллера.

Блокировка *ТК-Т* в проводах *1В-5А* обеспечивает включение на рекуперативном режиме переходного контактора *42* независимо от соединения тяговых двигателей с 1-й по 16-ю позицию главной рукоятки контроллера.

Блокировка *ТК-Т* в проводах *1-4А* обеспечивает при рекуперативном режиме питание катушки уравнивающего контактора *36* от провода *1*, т. е. замыкание этого контактора с 1-й по 16-ю позицию главной рукоятки независимо от схемы соединения двигателей.

Блокировка *ТК-Т* в проводах *15Г-16В* позволяет на рекуперативном режиме замыкаться линейным контакторам *54*, *46*, контакторам *36*, *42*, *40*, *46* и заблокированным с ними только при установке тормозного переключателя в тормозное положение.

Блокировка *ТК-Т* в проводах *1-1А* обеспечивает при рекуперативном режиме включение переходного контактора *47* независимо от схемы соединения двигателей.

Г р у п п о в о й п е р е к л ю ч а т е л ь *ПКГ* имеет следующие блокировки: в проводах *1Г-1Д*, *32А-28Д-30А*, *1-1А*, замкнутые при серийном включении двигателей (*КСП-С*); в проводах *5А-1В*, замкнутую при серийном и серийно-параллельном включении двигателей (*КСП-С-СП*); в проводах *15А-15В*, *1Д-2*, *7А-3А*, *30А-28Д*, замкнутые при серийно-параллельном включении тяговых двигателей (*КСП-СП*); в проводах *4-4А*, замкнутой при серийно-параллельном и параллельном включении двигателей (*КСП-СП-П*), и в проводах *6А-6Б*, *15Б-15В*, *1А-3А-3Б*, *3-3А*, *28Д-31А*, замкнутые при параллельном включении двигателей (*КСП-П*).

Блокировки *КСП-С* в проводах *1Г-1Д*, *КСП-СП* в проводах *2-1Д* и *КСП-П* в проводах *3А-1Д* обеспечивают выключение контакторов,

закрывающих накоротко секции пусковых реостатов при переходе группового переключателя двигателей из одного положения в другое. Это достигается выключением блокировкой *КСП* катушки контактора 45, который блокирует контакторы 53, 39, 50 и 43, а контактор 43, в свою очередь, блокирует контакторы 41, 48 и 38. Таким образом, при переходе *КСП* из одного положения в другое выключаются контакторы 45, 53, 39, 50, 43, 41, 48 и 38.

Разобранная блокировка имеет особое значение при выключении моторного режима, когда рукоятка контроллера быстро выводится в сторону нулевого положения, а переключение группового переключателя двигателей может опаздывать по сравнению с переключением контакторов сегментами контроллера. В этом случае блокировка обеспечивает принудительную последовательность переключения пусковых контакторов в соответствии с переходом *КСП* из одного положения в другое.

Рассмотрим работу этой блокировки на примере перевода главной рукоятки контроллера с 28-й на 27-ю позицию. На 28-й позиции большинство из контакторов 53, 39, 50, 43, 41, 48 и 38, замыкающих секции пусковых сопротивлений, разомкнуты, и поэтому последовательно с тяговыми двигателями включён ряд секций реостатов. На 27-й позиции перечисленные выше контакторы замкнуты и двигатели непосредственно подключены к контактному проводу.

При переводе главной рукоятки контроллера с 28-й на 27-ю позицию разрывается цепь провода 3, замыкается цепь провода 2 и групповой переключатель начинает переходить из параллельного в сериес-параллельное положение.

Блокировка *КСП-СП* в проводах 2-1Д не даёт возможности замкнуться контакторам 45, 53, 39 и др. до её замыкания, т. е. до момента установки группового переключателя в сериес-параллельное положение. Если бы не было этих блокировок, то при переводе главной рукоятки с 28-й на 27-ю позицию сразу же включились бы контакторы 45, 53, 39 и др. и замкнули бы накоротко секции пусковых сопротивлений ещё в тот момент, когда групповой переключатель находился в параллельном положении. В результате двигатели сразу же попали бы с 28-й на 36-ю позицию, что привело бы к значительному толчку тока. Возможность такого положения не исключается вследствие того, что время включения контакторов во много раз меньше времени срабатывания группового переключателя.

Блокировка *КСП-П* в проводах 3А-1Д исключает возможность замыкания контактора 45 при переходе с 28-й на 27-ю позицию на одном из электровозов, работающих по системе многих единиц, до установки группового переключателя на этом электровозе в сериес-параллельное положение. Эта блокировка разрывает возможную цепь: провод 2, блокировка *КСП-СП*, провод 1Д, провод 3 одного электровоза, провод 3 другого электровоза, катушка контактора 45.

Блокировка *КСП-С* в проводах 1-1А и *КСП-С-СП* в прово-

дах 5А-1В исключает замыкание переходных контакторов 47 и 42 при переводе главной рукоятки контроллера с 17-й на 16-ю и с 28-й на 27-ю позиции до момента установки группового переключателя в сериесное и сериес-параллельное положение.

Блокировка КСП-СП-П в проводах 4-4А обеспечивает включение уравнительного контактора 36 только после установки группового переключателя в сериес-параллельное положение; блокировка КСП-П в проводах 3А-3Б обеспечивает включение уравнительного контактора 37 только после установки группового переключателя в параллельное положение.

Блокировки КСП-С в проводах 32А-28Д, КСП-П в проводах 31А-28Д, КСП-С в проводах 30А-28Д и КСП-СП в проводах 30А-28Д исключают замыкание контакторов 21, 20, 24 и 22, включающих стабилизирующие сопротивления параллельно обмоткам возбуждения тяговых двигателей при положениях группового переключателя, не соответствующих положению селективной рукоятки контроллера.

Блокировки КСП-СП в проводах 15А-15В и КСП-П в проводах 15Б-15В шунтируют блокировки контакторов 21 и 22, замкнутых соответственно на сериесном и сериес-параллельном соединениях тяговых двигателей при рекуперации, обеспечивая таким образом замыкание цепи катушки линейного контактора 54 при правильном положении группового переключателя и контакторов, включающих стабилизирующие сопротивления.

Блокировка КСП-П в проводах 6А-6Б обеспечивает включение контактора 49 при отключённых двигателях только при параллельном положении группового переключателя.

Блокировка КСП-СП в проводах 7А-3А осуществляет предварительное включение катушек Вкл и Выкл вентилей параллельного положения группового переключателя на 27-й позиции главной рукоятки контроллера; в дальнейшем, когда разрывается цепь провода 2 и групповой переключатель начнёт переходить в положение параллельного включения двигателей, блокировка КСП-СП в проводах 7А-3А размыкается, а питание катушек параллельного положения КСП перейдёт к проводу 4, в цепи которого замкнута блокировка КСП-П в проводах 4-4А; эта блокировка замкнута также в период перехода с сериес-параллельного на параллельное положение группового переключателя.

Отключатель двигателей ОМ имеет блокировки в проводах 1А-1Б, 10-10А, 6Б-6Г, 6А-6Б, 15В-15Г и 28-28Б, которые замкнуты при включении всех двигателей, и блокировки в проводах 1Б-4А и 4А-10А, замкнутые при выключении одного из двигателей.

Блокировки ОМ в проводах 1А-1Б и 1Б-10А, 10А-4А переводят при выключенных двигателях питание катушки контактора 47 от провода 1 к проводу 4 и обеспечивают замыкание контактора 47 только на сериес-параллельном и параллельном соединениях двигателей.

Блокировка *ОМ* в проводах *10-10А* отсоединяет катушки контакторов *40* и *46* от провода *10*; питание этих катушек при выключенных двигателях происходит от провода *4А* на серийно-параллельном и параллельном положениях группового переключателя.

Блокировка *ОМ* в проводах *6Б-6Г* исключает замыкание контактора *55* при выключенных двигателях, а блокировка *ОМ* в проводах *6А-6Б* не даёт возможности при аварийной схеме замкнуться контактору *49* на серийно-параллельном положении группового переключателя.

Блокировки *ОМ* в проводах *28-28Б* и *15В-15Г* исключают при выключенных двигателях сбор силовой схемы для рекуперативного режима.

Индивидуальные электропневматические контакторы. Контактёр *19* имеет блокировки, замыкающие провода *28-28А* при включённом контакторе и замыкающие провода *16-16А-16Б* при выключенном контакторе. Эти блокировки обеспечивают поворот тормозного переключателя в тормозное положение только при замкнутом контакторе *19* и поворот в моторное положение только при разомкнутом контакторе *19*. Так как контактор *19* может быть замкнут только при включённом *БВ* и работе всех тяговых двигателей (замкнутой блокировки *ОМ* в проводах *28-28Б*), то переход на рекуперативный режим становится возможным при нормальной работе схемы тяговых двигателей.

Блокировка в проводах *16-16А* исключает поворот тормозного переключателя в моторное положение при замкнутом контакторе *19*: замыкание этого контактора на 1-й позиции главной рукоятки и моторном положении *ТК* привело бы к сильному ослаблению поля тяговых двигателей, так как помимо обмоток возбуждения создалась бы цепь тока через стабилизирующие сопротивления *Р65-Р66* и *Р67-Р68*.

Блокировка в проводах *16-16Б* вместе с блокировкой в проводах *16Б-16В* исключает замыкание линейного контактора *54* на моторном режиме при включённом контакторе *19* и тормозном положении *ТК*, т. е. при схеме, собранной для рекуперативного режима.

Контакторы *21*, *22*, *24*, включающие параллельно обмоткам возбуждения тяговых двигателей стабилизирующие сопротивления, имеют блокировки, исключающие включение на рекуперативном режиме линейного контактора *54* в следующих случаях: при серийном включении двигателей, если не включены контакторы *21* и *22* (не замкнуты блокировки в проводах *15А-15В* и *15-15А*), при серийно-параллельном соединении двигателей, если не включён контактор *22* (не замкнута блокировка в проводах *15-15А*), при параллельном включении двигателей, если не замкнут контактор *24* (не замкнута блокировка в проводах *15-15Б*). Вторая блокировка контакторов *21* в проводах *28Б-28В* исключает замыкание контактора *23* при замкнутом контакторе *21*.

Контактор 27 имеет блокировки в проводах 26-26А и 26-26Б; эти блокировки позволяют использовать для разных целей провод 26; на моторном режиме после замыкания контактора 27 на первой ступени ослабленного поля замыкается блокировка в проводах 26-26А и по проводу 26 осуществляется питание катушки контактора 31, включающего вторую ступень ослабленного поля; при рекуперативном торможении, когда контактор 27 разомкнут, по проводу 26 через замкнутую блокировку в проводах 26-26Б осуществляется питание катушки вентиля электрического торможения (ВЭТ).

Контактор 37 имеет блокировки в проводах 13А-Г, 19А-Г, 20А-Г, 22-Г, подключённые параллельно блокировкам контакторов 42, 45, 43 и 43. На параллельном соединении двигателей, когда контактор 37 включён, его блокировки позволяют замкнуться контакторам 44, 50, 41 и 48 ранее замыкания контакторов 42, 45 и 43 (см. таблицу замыкания контакторов).

Контактор 40 имеет блокировки в проводах 6Д-Г и 6Е-Г, позволяющие включиться контакторам 55 и 49 только при замкнутом контакторе 40, и блокировку в проводах 28Б-28Г, позволяющую замкнуться контактору 79 в цепи обмотки возбуждения возбuditеля также только при замкнутом контакторе 40; в свою очередь, контактор 40 может быть замкнут только после включения линейного контактора 54.

Контакторы 42, 43 и 45 имеют блокировки в проводах 13А-Г (контактор 42), 21А-Г, 22-Г, 23-Г (контактор 43) и 17А-Г, 18А-Г, 19А-Г, 20А-Г (контактор 45). Назначение этих блокировок разобрано выше (см. блокировки КСП на стр. 496).

Все перечисленные блокировки контакторов 42, 43 и 45 можно было бы расположить только на контакторе 45. Однако с целью уменьшения размера блокировочной колодки и величины усилия при включении и выключении блокировки эти блокировки распределены по трём контакторам.

Контактор 49 имеет блокировку в проводах 6-6А-10, которая при выключенном положении контактора соединяет провода 6-6А, а при включённом — провода 6А-10. Эта блокировка включена в цепь катушки электромагнитного вентиля контактора 49, а также и контактора 55 через блокировку в проводах 6А-6В-6 контактора 47.

Блокировка в проводах 6-6А служит для того, чтобы после включения контактора 49 переключить питание катушки его электромагнитного вентиля от провода 6, включаемого главным барабаном контроллера на положениях с 16-го по 36-е, к проводу 10, включаемому на всех положениях. Таким образом этой блокировкой обеспечиваются включение контактора 49, начиная с 16-го положения, при включении моторного режима и сохранение включённого положения его на всех позициях контроллера при снятии (выключении) моторного режима.

Контактор 47 имеет две блокировки:

1) блокировку в проводах *1-1Г*, которая замкнута при включённом положении контактора; эта блокировка включена в провод *1*, питающий цепь катушки электромагнитного вентиля контактора *45* на серийных положениях; контактор *45*, в свою очередь, блокирует контакторы *53, 39, 50, 43, 41, 48, 38*, шунтирующие секции пусковых реостатов; поэтому блокировка в проводах *1-1Г* обеспечивает возможность шунтировки секций пусковых реостатов только после замыкания контактора *47*, чем достигается нормальная последовательность выключения пусковых сопро- твлений;

2) блокировку в проводах *6А-6В-6*, которая при выключенном положении контактора соединяет провода *6А-6В*, а при включённом — провода *6-6В*; эта блокировка включена в цепь катушки электромагнитного вентиля контактора *55*.

Совместное действие этой блокировки и блокировки в проводах *6-6А-10* контактора *49*, включённой последовательно с данной, сводится к следующему.

При выключенном контакторе *49* независимо от положения контактора *47* катушка контактора *55* подключена к проводу *6* и при включении моторного режима, когда контактор *55* включается на 16-м положении, последний остаётся включённым на всех остальных позициях.

При включённом контакторе *49* и выключенном контакторе *47* катушка контактора *55* включена к проводу *10* и включается на всех моторных положениях. При включённых контакторах *49* и *47* катушка контактора *55* остаётся включённой к проводу *6*, который включается только с 16-й по 36-ю позицию главной рукоятки контроллера. Поэтому при переводе этой рукоятки в сторону нулевой позиции на 1-й—15-й позициях контактор *55* остаётся включённым до момента включения контактора *47*. При включении контактора *47* его блокировка в проводах *6А-6В-6* выключает контактор *55*. Это необходимо для того, чтобы при снятии моторного режима переключение пусковых реостатов по серийно-параллельной и серийной схемам, производимое в основном контакторами *55* и *47*, не опережало соответствующего переключения двигателей, производимое групповым переключателем *КСП*, действие которого требует определённого промежутка времени. Контактор *47* имеет в цепи катушки своего электромагнитного вентиля блокировку *КСП-С*, которая допускает включение контактора *47* только после перехода *КСП* в серийное положение.

Линейный контактор *54* имеет блокировки в проводах *8Б-1В, 7В-Г* и *49-Г*, замкнутые при замкнутом контакторе. Блокировка в проводах *8Б-1В* исключает замыкание контакторов *47, 36, 42, 40, 46* и заблокированных с ними при разомкнутом контакторе *54*. Блокировка в проводах *7В-Г* не даёт возможности замкнуться контактору *56* при разомкнутом контакторе *54*, блокировка в проводах *49-Г* обеспечивает выдержку главной рукоятки контроллера на 1-й позиции до включения контактора *54*; если на 1-й по-

зиции контактор 54 не включится, то провод 49 не соединится с землёй, а следовательно, на всех остальных позициях главной рукоятки не будет замкнута цепь: катушка контактора 54, провод 8Б, 16В, 49, земля.

Особенности схем электровозов серий Сс и С. Силовые схемы тяговых двигателей электровозов серий Сс (фиг. 508) и С (фиг. 509) и схемы цепей управления этих электровозов (фиг. 510 и 511) мало чем отличаются от схем электровоза серии ВЛ22м с рекуперативным торможением.

Схемы вспомогательных машин и схем управления ими у электровозов серий Сс и С значительно отличаются от схем электровозов серии ВЛ22м, так как на электровозах серий Сс и С установлены вспомогательные машины на напряжение 1 500 в и имеется динамотор.

Приведённое ниже описание вспомогательных цепей относится к обеим сериям электровозов, причём при описании даны обозначения и нумерация аппаратов, принятые для электровозов серии Сс, после которых в скобках даны обозначения и нумерация аппаратов, принятых для электровозов серии С.

Ток от пантографов (фиг. 508 и 509) подводится к катушке реле перегрузки вспомогательных машин 55, а на электровозах серии С к разъединителю (47), который смонтирован в ящике вместе с плавким предохранителем вспомогательных цепей.

Далее для ограничения тока короткого замыкания включено балластное сопротивление *Р9-Р10* (*Р9-Р10*), равное 1,55 ом, после которого включены динамотор, мотор мотор-генератора (возбудителя), два мотора компрессора, два мотора вентилятора и электропечи.

При замкнутых электромагнитных контакторах ток от сопротивления *Р9-Р10* (*Р9-Р10*) идёт по следующим цепям:

цепь динамотора: контактор 86 (55), пусковая панель динамотора 81 (61), якорь и обмотки динамотора, земля;

цепь мотора возбудительного агрегата: средняя точка динамотора, контактор 84 (57), плавкий предохранитель 83 (58), пусковая панель 82 (59), земля (общая с компрессором);

цепь моторов компрессоров при нормальной схеме: контактор 87 (54), мотор компрессора № 1, контактор 88 (48), контактор 89 (49), мотор компрессора № 2, земля. Кроме того, имеется уравнивающее соединение: средняя точка динамотора, средняя точка последовательно соединённых моторов компрессоров. При аварии с компрессором № 1 цепь питания мотора компрессора № 2 будет: средняя точка динамотора, контактор 89 (49), мотор компрессора № 2, земля. При аварии с компрессором № 2 цепь будет: контактор 87 (54), мотор компрессора № 1, контактор 88 (48), средняя точка динамотора.

При аварии динамотора средняя точка моторов компрессоров переключается на среднюю точку моторов вентиляторов переключателем 56 (46);

цепь моторов вентиляторов: контактор 85 (56), пусковая панель 80 (60), мотор вентилятора № 1, мотор вентилятора № 2, контактор 91 (51) и земля.

Включение печей осуществляется через контакторы 92 и 93 (52, 53).

К катушке реле перегрузки 55 (к разъединителю 47) присоединены алюминиевый разрядник, а также дополнительное сопротивление 57 (45) к счётчику электроэнергии и вольтметрам.

Цепь управления (фиг. 510 и 511) вспомогательных машин нормально питается от генератора тока управления. До начала работы генератора тока управления напряжение к кнопкам управления щитка КУ-2 (BS-106А) и к выключателю тока управления ВУ 100-50 (MS-460) подаётся от аккумуляторной батареи.

После замыкания рубильников аккумуляторной батареи на распределительном щитке (щитке 90) напряжение через плавкие предохранители подводится к кнопкам «Пантографы» и «Вспомогательные машины» на кнопочном щитке КУ-2 (BS-106А). Чтобы поднять какой-либо панто-

граф, например передний, необходимо, во-первых, нажать кнопку «Пантограф» и, во-вторых, кнопку «Передний пантограф». Когда кнопки будут замкнуты, ток от аккумуляторной батареи по проводу 56 (57), контакты кнопок «Пантографы» и «Передний пантограф», провод 58 (57), контакты кнопки «Пантограф № 2» на щитке КУ-3 (BS-110B), провод 58А (57А), блокировки дверей высоковольтной камеры 100 и 101 (96 и 83), катушку клапана пантографа 2 (84) пройдёт в землю. Клапан пантографа возбуждётся и откроет доступ воздуха из пневматической системы в цилиндр пантографа.

Если имеется сжатый воздух в резервуарах пантографа, то последний поднимается; если же воздуха нет, то пантограф поднимается действием ручного насоса. Таким же способом поднимается задний пантограф.

Перед поднятием пантографа на электровозе серии С включается разъединитель вспомогательных машин (47), вследствие чего контакторы (52, 53, 54, 55, 56 и 57) будут находиться под напряжением 3 000 в. Разъединитель вспомогательных машин снабжён блокировкой в цепи управления, которая исключает замыкание контакторов этих машин при отключённом разъединителе.

На электровозах серии Сс для пуска вспомогательных машин необходимо включить быстродействующий выключатель (см. фиг. 508).

Первой из вспомогательных машин обычно включается динамотор. Пуск динамотора осуществляется следующим образом: нажимают кнопку «Вспомогательные машины», тогда напряжение подаётся по проводу 54 (59) на кнопку динамотора на щитке КУ-3 (BS-110B), которая заранее замыкается; от этой кнопки ток через провод 54А (59А) через ограничитель скорости динамотора (нормально замкнут), катушку контактора 86 (55), блокировочные контакты 56 (46) и (47) проходит в землю. Контактор 86 (55) замкнётся, включая динамотор в цепь через пусковое сопротивление, которое замыкается накоротко контактором, установленным на пусковой панели, после того как ток динамотора снизится. Ограничитель скорости, включённый в цепь катушки контактора 86 (55), предохраняет динамотор от разгона.

Пуск моторов вентиляторов производится при включённой кнопке «Вспомогательные машины» следующим образом:

1. Когда моторы вентиляторов питаются непосредственно от сети напряжением 3 000 в, необходимо нажать кнопку «Вентилятор—высокая скорость»; тогда ток по проводу 53 (51) возбудит катушку контактора 91 (51). Контактор 91 (51) включится и замкнёт своей блокировкой 91 (51) цепь катушки контактора 85 (56). Ток по проводу 53 (51), блокировке 91 (51), катушке контактора 85 (56), блокировке 55 (47) пройдёт в землю. Контактор 85 (56) включится и ток от пантографа пойдёт через моторы вентиляторов. Когда моторы приобретут некоторую скорость, автоматически замыкаются контакторы пусковой панели 80 (60).

2. Если требуется работа вентиляторов на низкой скорости, то нажимается кнопка «Вентилятор — низкая скорость» и ток по проводу 52 (52) возбудит катушку контактора 90 (50), вследствие чего в цепи вспомогательных машин замкнётся контактор 90 (50). Последний имеет блокировочные контакты 90 (50), которые при его включении замыкают цепь катушки контактора 85 (56). Контактор включается, и два последовательно включённых мотора вентиляторов оказываются приключёнными в средней точке динамотора, т. е. к напряжению 1 500 в. Одновременное включение обеих кнопок вентиляторов невозможно, так как они механически заблокированы между собой.

Оба мотора компрессоров нормально работают от контактной сети, причём средняя точка последовательно соединённых моторов соединена со средней точкой динамотора. Когда один из моторов компрессоров не может быть включён, второй может продолжать работать от динамотора. При повреждении же динамотора средняя точка моторов компрессоров соединяется со средней точкой моторов вентиляторов. Это переключение производится переключателем компрессора 56 (46), который имеет три блокировочных контакта. Когда переключатель 56 (46) соединяет цепь динамотора со сред-

ней точкой моторов компрессоров, блокировочный контакт 56 (46) соединяет провода 54С-54Д (59С-59Д). Когда же переключатель соединяет среднюю точку моторов компрессоров со средней точкой моторов вентиляторов, блокировочный контакт, соединяющий провода 54С-54Д (59С-59Д), разомкнётся, а замкнутся блокировочные контакты 56 (46), соединяющие провода 56А и 56В (58А и 58В), а также и 54Д-54Е (59Д-59Е). Двойная блокировка даёт гарантию, что моторы компрессоров будут включены в сеть лишь тогда, когда их средняя точка присоединена или к динамотору или к средней точке моторов вентиляторов.

Мотор-компрессоры пускаются нажимом кнопок «Компрессор № 1» и «Компрессор № 2».

При нажатии кнопки «Компрессор № 1» ток от кнопки «Вспомогательные цепи» на щитке КУ-2 (BS-106А) по проводу 54 (59), контактам регулятора давления, контактам кнопки «Компрессор № 1» на щитке КУ-3 (BS-110В), проводу 56А (58А), катушкам контакторов 87 и 88 (54 и 48), блокировке 86, контактам реле компрессора 45 (81), блокировке 55 (47) идёт в землю. Контактors 87 и 88 (54 и 48) замкнутся, мотор-компрессор № 1 приключится к контактной сети и средней точке динамотора и начнёт работать.

При нажатии кнопки «Компрессор № 2» ток от кнопки «Вспомогательные цепи» на щитке КУ-2 (BS-106А) по проводу 54 (59), контактам регулятора давления, контактам кнопки «Компрессор № 2» на щитке КУ-3 (BS-110В), проводу 56В (58В), катушке контактора 89 (49) и далее по пути тока катушек 87 и 88 (54 и 48) пойдёт в землю. Контактор 89 (49) замкнётся и подключит последовательно к мотору компрессора № 1 мотор компрессора № 2.

Когда компрессоры накачают воздух в пневматическую систему до давления 9—9,5 ат, регулятор давления разомкнёт цепь проводов 54 (59)—56 (58), контакторы 87, 88 и 89 (54, 48 и 49) выключатся и мотор-компрессоры остановятся.

При повреждении динамотора цепь включения моторов компрессоров получается следующей.

При нажмие кнопки «Компрессор № 1» ток пройдёт по проводу 56А (58А), катушкам контакторов 87 и 88 (54 и 48), блокировочным контактам 91 (56), 56 (46) и 55 (47) и в землю; контакторы 87 и 88 (54 и 48) включаются. Одновременно ток по проводу 56А (58А) через блокировочный контакт 56 (46) пройдёт катушку контактора 89 (49), блокировочные контакты 91 (56), 56 (46) и 55 (47) и в землю; при этом включится контактор 89 (49) и моторы компрессоров соединятся с сетью. Таким образом, при повреждении динамотора нажимом кнопки одного компрессора включаются сразу оба мотора компрессоров в последовательном соединении.

Блокировка 56 (46) замкнута, когда переключатель компрессоров 56 (46) соединяет среднюю точку моторов компрессоров со средней точкой моторов вентиляторов.

Мотор-генератор (возбудитель) пускается нажимом кнопки «Возбудитель» на щитке КУ-2 (BS-106А), от которой ток по проводу 55 (60), контактам кнопок «Возбудитель» и «Динамотор» на щитке КУ-3 (BS-110В), проводу 55В (60А), катушке контактора 84 (57) идёт в землю. Контактор 84 (57) включается и подключает мотор мотор-генератора к средней точке динамотора. На электровозе серии Сс последовательно с катушкой контактора 84 включены контакты ограничителя скорости мотор-генератора (в проводе 55В-55С) и блокировки контактора динамотора 84 и реле поля возбуждения РПВ (в проводе 55-55А).

Путь тока по силовой цепи тяговых двигателей на моторном и рекуперативном режимах можно проследить по схемам (фиг. 508 и 509), пользуясь таблицами замыкания контакторов (см. стр. 504—507).

Во время рекуперативного торможения электровозом серии Сс на серийно-параллельном и параллельном соединениях тяговых двигателей для контакторов 6-13, 58-66, 68-70, 94-98 на позициях от 1-й по 15-ю включительно порядок включений такой же, как и на серийном соединении тяговых двигателей рекуперативного режима. Все остальные контакторы, показан-

Последовательность замыкания кон

Режим	Соединение двигателей	Позиции	Индивидуальные контакторы																									Групповые							
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33						
Моторный	Серийное	1-я	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		2-я	—	—	—	—	7	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		3-я	—	—	—	6	7	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		4-я	—	—	—	6	7	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		5-я	—	—	—	6	7	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		6-я	—	—	—	6	7	8	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		7-я	—	—	—	6	7	8	9	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		8-я	—	—	—	6	7	9	9	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		9-я	—	—	—	6	7	—	9	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		10-я	—	—	—	6	7	9	10	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		11-я	—	—	—	6	7	—	10	11	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		12-я	—	—	—	6	7	—	—	11	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		13-я	—	—	—	5	7	—	—	11	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		14-я	—	—	—	6	7	—	—	11	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		15-я	—	—	—	6	7	—	—	—	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		16-я	—	—	—	6	7	—	—	—	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		ОП-1	—	—	—	6	7	—	—	—	12	13	—	—	—	—	22	23	24	25	—	27	—	—	—	—	32	—							
		ОП-2	—	—	—	6	7	—	—	—	12	13	18	19	20	21	22	23	24	25	—	27	—	—	—	—	32	—							
	Переход	I	—	—	—	—	7	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—							
		II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	32	—							
		III	—	—	—	—	7	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29	29	—	—	32	—						
	Сервис-параллельное	17-я	—	—	—	—	7	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	29	30	—	32	—						
		18-я	—	—	—	6	7	8	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	29	30	—	32	—						
		19-я	—	—	—	6	7	8	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	29	30	—	32	—						
		20-я	—	—	—	6	7	8	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	29	30	—	32	—						
		21-я	—	—	—	6	7	—	9	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	29	30	—	32	—						
		22-я	—	—	—	6	7	—	9	10	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	29	30	—	32	—						
		23-я	—	—	—	6	7	—	—	10	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	29	30	—	32	—						
		24-я	—	—	—	6	7	—	—	10	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	29	30	—	32	—						
		25-я	—	—	—	6	7	—	—	10	11	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	29	30	—	32	—						
		26-я	—	—	—	6	7	—	—	11	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	29	30	—	32	—						
		27-я	—	—	—	6	7	—	—	11	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	29	30	—	32	—						
		ОП-1	—	—	—	6	7	—	—	11	12	13	—	—	—	22	23	24	25	26	—	26	—	—	29	30	—	32	—						
		ОП-2	—	—	—	6	7	—	—	11	12	13	18	19	20	21	22	23	24	25	26	—	26	—	—	29	30	—	32	—					
	Переход	I	—	—	—	6	7	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	29	30	—	32	—						
		II	—	—	—	6	7	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	29	30	—	32	—						
		III	—	—	—	6	7	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	29	30	—	32	—						
	Параллельное	28-я	—	—	—	6	7	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	28	—	30	31	—	33						
		29-я	—	—	—	6	7	—	—	9	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	28	—	30	31	—	33						
		30-я	—	—	—	6	7	—	—	9	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	28	—	30	31	—	33						
		31-я	—	—	—	6	7	—	—	9	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	28	—	30	31	—	33						
		32-я	—	—	—	6	7	—	—	9	10	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	28	—	30	31	—	33						
		33-я	—	—	—	6	7	—	—	10	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	28	—	30	31	—	33						
		34-я	—	—	—	6	7	—	—	10	11	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	28	—	30	31	—	33						
		35-я	—	—	—	6	7	—	—	11	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	28	—	30	31	—	33						
		36-я	—	—	—	6	7	—	—	11	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	28	—	30	31	—	33						
		ОП-1	—	—	—	6	7	—	—	11	12	13	—	—	—	22	23	24	25	26	—	26	—	28	—	30	31	—	33						
		ОП-2	—	—	—	6	7	—	—	11	12	13	18	19	20	21	22	23	24	25	26	—	26	—	28	—	30	31	—	33					
Тормозной	Сервисное	1-я	—	4	—	6	—	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—							
		2-я	—	4	—	6	7	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		3-я	—	4	—	6	7	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		4-я	—	4	—	6	7	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		5-я	—	4	—	6	7	8	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		6-я	—	4	—	6	7	8	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		7-я	—	4	—	6	7	8	9	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		8-я	—	4	—	6	7	9	9	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		9-я	—	4	—	6	7	—	9	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		10-я	—	4	—	6	7	—	9	10	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		11-я	—	4	—	6	7	—	10	11	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		12-я	—	4	—	6	7	—	—	11	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		13-я	—	4	—	6	7	—	—	11	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		14-я	—	4	—	6	7	—	—	11	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		15-я	—	4	—	6	7	—	—	—	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
		16-я	—	4	—	6	7	—	—	—	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	32	—						
СП	16-я	3	4	—	6	7	—	—	—	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	29	30	—	32	—								
П	16-я	3	—	5	6	7	—	—																											

такторов электровоза серии Сс

[illegible]

Последовательность замыкания

Режим	Соединение двигателей	Позиции	Групповые контакторы																			И н-				
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Моторный	Серийное	1-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
		2-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
		3-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
		4-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
		5-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
		6-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
		7-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
		8-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
		9-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
		10-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
		11-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
		12-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
		13-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
		14-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
		15-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
		16-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
	ОП-1	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—		
	ОП-2	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	21	22	23	24	—	
	ОП-2	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	21	22	23	24	25	
	Переход	I	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
		II	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
		III	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
	Серийно-параллельное	17-я	—	4	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	16	17	—	—	20	—	—	—	—	—	
		18-я	—	4	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	16	17	—	—	20	—	—	—	—	—	
		19-я	—	4	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	16	17	—	—	20	—	—	—	—	—	
20-я		—	4	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	16	17	—	—	20	—	—	—	—	—		
21-я		—	4	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	16	17	—	—	20	—	—	—	—	—		
22-я		—	4	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	16	17	—	—	20	—	—	—	—	—		
23-я		—	4	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	16	17	—	—	20	—	—	—	—	—		
24-я		—	4	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	16	17	—	—	20	—	—	—	—	—		
25-я		—	4	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	16	17	—	—	20	—	—	—	—	—		
26-я		—	4	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	16	17	—	—	20	—	—	—	—	—		
27-я		—	4	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	16	17	—	—	20	—	—	—	—	—		
ОП-1		—	4	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	16	17	—	—	20	21	22	23	24	—		
ОП-2		—	4	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	16	17	—	—	20	21	22	23	24	25		
Переход		IV	—	4	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	16	17	—	—	20	—	—	—	—	—	
		V	—	4	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	16	17	—	—	20	—	—	—	—	—	
		VI	—	4	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	16	17	—	—	20	—	—	—	—	—	
Параллельное	28-я	—	4	5	—	7	8	—	10	—	12	13	—	15	16	—	18	—	20	—	—	—	—	—		
	29-я	—	4	5	—	7	8	—	10	—	12	13	—	15	16	—	18	—	20	—	—	—	—	—		
	30-я	—	4	5	—	7	8	—	10	—	12	13	—	15	16	—	18	—	20	—	—	—	—	—		
	31-я	—	4	5	—	7	8	—	10	—	12	13	—	15	16	—	18	—	20	—	—	—	—	—		
	32-я	—	4	5	—	7	8	—	10	—	12	13	—	15	16	—	18	—	20	—	—	—	—	—		
	33-я	—	4	5	—	7	8	—	10	—	12	13	—	15	16	—	18	—	20	—	—	—	—	—		
	34-я	—	4	5	—	7	8	—	10	—	12	13	—	15	16	—	18	—	20	—	—	—	—	—		
	35-я	—	4	5	—	7	8	—	10	—	12	13	—	15	16	—	18	—	20	—	—	—	—	—		
	36-я	—	4	5	—	7	8	—	10	—	12	13	—	15	16	—	18	—	20	—	—	—	—	—		
	ОП-1	—	4	5	—	7	8	—	10	—	12	13	—	15	16	—	18	—	20	21	22	23	24	—		
	ОП-2	—	4	5	—	7	8	—	10	—	12	13	—	15	16	—	18	—	20	21	22	23	24	25		
	Тормозной	Серийное	1-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
			2-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
			3-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
			4-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
			5-я	3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
6-я			3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—		
7-я			3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—		
8-я			3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—		
9-я			3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—		
10-я			3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—		
11-я			3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—		
12-я			3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—		
13-я			3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—		
14-я			3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—		
15-я			3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—		
16-я			3	—	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—		
СП	16-я	—	4	—	6	—	—	9	—	11	—	—	14	—	16	17	—	—	20	—	—	—	—			
СП	16-я	—	4	5	—	7	8	—	10	—	12	13	—	15	16	—	18	—	20	—	—	—	—			

ДИВИДУАЛЬНЫЕ КОНТАКТОРЫ

507

ные замкнутыми на 16-й позиции, замкнуты также и на позициях от 1-й по 15-ю включительно.

Если какой-либо из тяговых двигателей отключён, то для работы остальных тяговых двигателей замыкание цепи можно произвести только с 17-й позиции главной рукоятки контроллера машиниста. Операции включения производятся на позициях с 17-й по 36-ю включительно.

Порядок замыкания контакторов при отключённых двигателях такой же, какой указан для моторного режима, со следующими исключениями: контактор 95 не включается совсем, контакторы 11, 12, 61, 62, 63, 64, 65, 68, 94, 96, 97 и 98 не включаются на сериесных позициях, контакторы 66 и 70 не включаются на сериесных и сериес-параллельных позициях и контактор 94 замкнут на позициях с 17-й по 36-ю включительно.

Все блокировки показаны на схемах (фиг. 510 и 511) в положениях, соответствующих выключенному контроллеру, сериесному положению группового переключателя, моторному положению тормозного переключателя и замкнутым отключателям тяговых двигателей.

Особенности схемы электровозов серии Си. Схемы электровозов серии Си несколько отличаются от схем электровозов серии С, но выполнены так, что могут работать по системе многих единиц с электровозами серии С.

Силовая схема электровоза серии Си (фиг. 512) имеет следующие особенности по сравнению с силовой схемой электровоза серии С:

1) для более равномерного распределения нагрузки между двигателями, работающими как генераторы, когда эти двигатели находятся в сериес-параллельном или параллельном соединении, последовательно в цепь каждой группы двигателей введена группа сопротивлений (*P25-P26*, *P27-P28* и *P29-P30*);

2) обмотки главных полюсов тяговых двигателей постоянно шунтированы предохранительными сопротивлениями (*P81-P83*, *P84-P85*, *P86-P87*, *P88-P90*) от перенапряжений, возникающих во время размыкания тока в обмотках возбуждения; предохранительные сопротивления безиндукционны;

3) последовательно со стабилизирующими сопротивлениями включается мотор-стабилизатор, который несколько увеличивает к. п. д. рекуперативного торможения и устойчивость тормозного режима.

Таблица замыкания контакторов электровоза серии Си отличается от таблицы замыкания контакторов электровоза серии С только включением на моторном режиме и сериесных позициях рекуперативного режима контакторов 111, 112, 113 и изменением последовательности замыкания контакторов 35 и 36 при рекуперации.

Силовая схема вспомогательных машин имеет следующие особенности: 1) так как мотор рекуперативной группы включён после быстродействующего выключателя, то для предохранения этого мотора от коротких замыканий в цепи его находится максимальное реле, действующее на быстродействующий выключатель;

2) для изменения количества подаваемого в тяговые двигатели охлаждающего воздуха вентиляторы имеют две рабочие скорости; последнее достигается переключением мотор-вентиляторов с параллельного на сериесное соединение и обратно; это переключение осуществляется при помощи барабанного переключателя.

Блокировочные контакты в цепи катушек электромагнитных вентилей, переключатель вентиляторов, замыкающие провода 51 и 51А или 52 и 51А (фиг. 513) не дают возможности замкнуться контакторам 51-1 и 54-11 в том случае, если групповой переключатель находится в промежуточном положении. Блокировочный контакт в цепи катушек электромагнитных вентилей пневматического привода не даёт возможности возбудить эти катушки при замкнутых контакторах 54-1 и 54-11.

Питание цепей управления вспомогательных машин электровоза происходит непосредственно от аккумуляторной батареи через плавкие предохранители по проводам С6 и С7. Питание цепей управления тяговых двигателей и вентилей песочниц 100 и 101 осуществляется через плавкий предохранитель по проводу С5 и контактор тока управления КТУ. От контактора

КТУ ток подводится к контроллеру машиниста и кнопочным выключателям быстродействующего выключателя.

Для замыкания контактора тока управления **КТУ** необходимо нажать кнопку контактора тока управления, расположенную на колонке с кнопочными выключателями в кабинках машиниста. Контактор тока управления **КТУ** на электровозе серии **Сн** заменяет выключатель тока управления, применённый на электровозах остальных серий.

Для замыкания различных цепей, как, например, цепи клапанов пантографов, удерживающей катушки быстродействующего выключателя, вентилей серийно-параллельного переключателя мотор-вентиляторов, электромагнитных катушек контакторов для пуска компрессоров или мотор-генераторного агрегата при рекуперации и т. д., служат кнопочные выключатели — кнопки.

Кнопки мотор-компрессора и мотор-вентилятора имеют механическую блокировку. Когда нажата кнопка «Вентиляторы — слабо», автоматически выключается (если она была нажата) кнопка «Вентиляторы — сильно», т. е. одновременно обе кнопки не могут быть нажаты. Точно так же, когда нажата кнопка «Компрессоры с регулятором», выключается (если она была нажата) кнопка «Компрессоры — непосредственно», и наоборот.

Включающая кнопка быстродействующего выключателя снабжена пружиной, так что она замыкает цепь только до тех пор, пока на неё нежимают. В коробке кнопочного выключателя установлены также вольтметр для измерения напряжения контактной сети и амперметры для измерения тока.

В верхней части кнопочной коробки помещены две индикаторные лампы, из которых правая (красная), загораясь, указывает, что быстродействующий выключатель замкнут. Левая лампа (зелёная), загораясь, указывает на то, что пантограф поднят и контактная линия находится под напряжением, а также что групповой переключатель находится в одном из рабочих положений — серийном, серийно-параллельном или параллельном. Красные лампы, указывающие положение быстродействующего выключателя, включены в цепь провода **29В** через блокировочный контакт **БВ** параллельно катушке «Возврат **БВ**». Зелёные лампы присоединены к положительному проводу через контакты минимального переходного реле (провод **10Е**).

Для сигнализации машинисту о прекращении подачи воздуха в тяговые двигатели при замкнутых контакторах мотор-вентиляторов (**54-I** и **54-II**) параллельно электромагнитным катушкам этих контакторов включены сигнализационные звонки **ЗВ** (провод **51А**). Последовательно с этими звонками включены контактные приборы (см. главу VIII), помещённые на концах вентиляционного канала тяговых двигателей и замыкающие цепи звонков при прекращении вентиляции.

Возбуждение мотора рекуперативного агрегата производится током низкого напряжения (**50 в**), причём цепь обмотки возбуждения этого мотора замыкается при помощи электромагнитного контактора **КВ**, включённого между проводами **С7** и **Д1** (фиг. 513). Контактор **КВ** замыкается в том случае, если нажата кнопка «Вспомогательные цепи», расположенная на кнопочной колонке в кабине машиниста, и замкнуты блокировочные контакты **55-I** и **ВР-I**. Блокировочный контакт **ВР-I** замыкается при возбуждении переходного реле, т. е. при нажатии кнопки «Рекуперативная группа», расположенной под кнопкой «Вспомогательные цепи». При замыкании контактора **КВ** в замкнутом блокировочном контакте **РПВ** включаются электромагнитные контакторы **55-I** и **55-II** и приводится в движение рекуперативный агрегат. Данная зависимость сделана с той целью, чтобы предотвратить включение мотора рекуперативного агрегата при обесточенной обмотке возбуждения этого мотора.

Выше было сказано, что для замыкания контакторов **55-I** и **55-II** необходимо, чтобы блокировочный контакт **РПВ** был замкнут. Электромагнитная катушка реле **РПВ** включена параллельно катушке электропневматических вентилей контакторов **32** и **35**, включающих стабилизирующие сопротивления. Замыкание контактов **РПВ** происходит при постановке тормозной рукоятки на одну из 15 тормозных позиций, когда возбуждается про-

вод 28 (фиг. 513). При включении контактов *РПВ* замыкается также цепь обмотки возбуждения генератора рекуперативного агрегата (цепь обмотки 12-К2).

Чтобы обойтись только тремя катушками у пневматического привода группового переключателя, в схеме управления имеется переходное вспомогательное реле *ВР*. Электромагнитная катушка этого реле включена в провод 3 и возбуждается при постановке главной рукоятки контроллера от 28-й до 36-й позиции при моторном режиме или при постановке реверсивной рукоятки в положение, соответствующее параллельному соединению двигателей при рекуперации, когда провод 3 возбуждается от провода 31. При разомкнутом реле *ВР* катушка электропневматического вентиля группового переключателя *Вкл-2* питается от провода 2 (возбуждённого при серийно-параллельном положении главной рукоятки контроллера машиниста) через блокировочный контакт *ВР*, замкнутый при невозбуждённом реле. При возбуждении переходного реле блокировочный контакт *ВР* размыкается, переключая катушку *Вкл-2* вентиля группового переключателя на питание от провода 3. На электровозах серии С функцию переходного реле выполняет электромагнитный вентиль с двумя обмотками возбуждения, находящимися в цепях проводов 2 и 3.

Катушка второго переходного реле *ВР-1* включена параллельно обмоткам электромагнитных контакторов 55-1, 55-11 и 56-1 и работает при переходе на рекуперативный режим.

Катушка третьего переходного реле *ВР-2* включена после блокировочных контактов *КСП-С*, *КСП-СП* и *КСП-П*, замкнутых соответственно при серийном, серийно-параллельном и параллельном положениях группового переключателя.

Контакты реле *ВР-2* находятся в цепи индикаторных ламп, указывающих на наличие напряжения в контактном проводе и на установку группового переключателя в одно из рабочих положений (зелёные лампы).

Чтобы вход в камеры высокого напряжения при поднятом пантографе был невозможен, двери, ведущие из коридора электровоза в камеры, имеют специальные блокировочные устройства. Последние состоят из рубильника, блокировочных контактов цепи управления, привода и механической защёлки.

Рубильник соединяет с землёй цепь пантографов, когда отпирают двери камер высокого напряжения. Блокировочные контакты находятся в цепи управления пантографов и препятствуют их поднятию при открытых дверях камер высокого напряжения. Механическая защёлка не даёт возможности открыть двери камер высокого напряжения, когда рубильник открыт.

Нож рубильника соединён с проводами, идущими от пантографов, а неподвижные контакты — с землёй. Для приведения в действие рубильника служит ручка, которая запирается или освобождается в зависимости от того, отперт или заперт ключом замок, находящийся в рукоятке.

На оси рубильника укреплён цилиндр из изоляционного материала с находящимся на нём медным сегментом, включающим скользящие по нему щётки. Когда рубильник разомкнут, щётки находятся в контакте между собой. Весь этот аппарат служит для блокировки цепи управления пантографов.

От ручки, приводящей в движение рубильник, идут две тяги, запирающие или отпирающие механическую защёлку дверей камер высокого напряжения.

4. Схемы электровозов с реостатным торможением

Часть электровозов серии ВЛ19 имеет схемы (фиг. 514 и 515), позволяющие производить реостатное торможение. На моторном режиме тяговые двигатели этих электровозов имеют обычные три соединения — серийное, серийно-параллельное и параллельное.

Ниже дано описание одной из схем электровозов серии ВЛ19 с реостатным торможением.

Вспомогательные цепи. От генератора тока управления или аккумуляторной батареи (фиг. 515) напряжение по проводу *H1* подводится к кнопочным выключателям освещения *123* и выключателям тока управления *124* в каждой кабине машиниста и к плавким предохранителям, включённым в проводах *H5*, *H6*, *H7* и *H8*. При нажатии кнопки «Тусклое освещение кабины» ток от провода *H1* через плавкий предохранитель, сопротивление *R80-R81* и две параллельно включённые лампы проходит в землю. Нажатием кнопки «Яркое освещение кабины» замыкается накоротко сопротивление *R80-R81* и лампы загораются полным светом.

При нажатии кнопки «Лобовой фонарь — тусклый свет» последний включается через добавочное сопротивление *135*. Это сопротивление шунтируется нажатием кнопки «Лобовой фонарь — яркий свет»; кнопки «Освещение высоковольтной камеры» и «Освещение ходовых частей» обеих кабин соединены параллельно между собой проводами *H10* и *H16*, поэтому нажатием данных кнопок в любой кабине достигается включение освещения высоковольтной камеры или ходовых частей. Освещение кабины, сигнальные лампы и освещение приборов могут быть включены только со щитка той кабины, со стороны или внутри которой нужно освещение.

От предохранителей, находящихся на распределительном щитке, напряжение подаётся: проводом *H5* — на контакты кнопок «Вспомогательные цепи», проводом *H6* — на контакты кнопок «Пантографы» кнопочных выключателей *122* вспомогательных цепей и проводом *H7* — к лампочке освещения щитка батареи.

Кнопочный выключатель вспомогательных цепей *122* находится в каждой кабине управления и имеет девять кнопок, из которых одна верхняя имеет возвращающую пружину.

Включением кнопки «Пантографы» напряжение подаётся на контакты кнопок «Задний пантограф» и «Передний пантограф».

Включением одной из этих кнопок (после включения кнопки «Пантографы») напряжение подаётся по проводу *36A* или *36B* через контакты блокировки дверей высоковольтной камеры *113* к катушке *106* клапана пантографа № 2 или катушке *107* клапана пантографа № 1.

Кнопка «Пантографы» служит для отключения источника питания на втором электровозе при работе электровозов по системе многих единиц.

Включением кнопки «Вспомогательные цепи» напряжение подаётся на контакты кнопок «Вентиляторы» и «Электропечи» непосредственно и на контакты кнопок «Компрессор № 1» и «Компрессор № 2» проводом *37* через контакты регулятора давления *108* и провод *39*.

Включением кнопки «Компрессор № 1» напряжение подаётся проводом *39A* к катушке *59* пускового контактора мотор-компрессора № 1.

Второй компрессор включается кнопкой «Компрессор № 2». При этом напряжение подаётся проводом *39B* к катушке *58* пускового контактора мотор-компрессора № 2.

Включением кнопки «Вентиляторы» напряжение подаётся на провод 38 и к катушке 60 пускового контактора мотор-вентилятора.

Нажатием кнопки «Электродогрев» на кнопочном щитке 123 замыкается цепь катушки 57 или 56 контактора электродогрева в зависимости от того, из которой кабины нажата кнопка. Контакт 57 управляется кнопкой «Электродогрев» по проводу 37А, контактор 56 — с кнопочного щитка второй кабины по проводу 37Б. (На схеме фиг. 515 провод 37Б и катушка 56 обозначены в скобках рядом с проводом 37А и катушкой 57.) При нажатии кнопки «Электродогрев общей группы» замыкается контактор 144 и включает печи, находящиеся в обеих кабинах машиниста.

К вспомогательным машинам или отопительным печам напряжение от пантографов 115 (фиг. 514) подводится через разъединитель вспомогательных машин 62, плавкий предохранитель 71 и ограничивающее сопротивление Р1-Р2. Последовательно с моторами компрессоров включены сопротивления R60-R61 и R62-R63, которые служат для того, чтобы ограничить ток мотора при пуске, так как омическое сопротивление его обмоток невелико. Когда моторы компрессоров достигают большого числа оборотов, то ток падает и потери в сопротивлениях Р60-Р61 и Р62-Р63 становятся незначительными.

Последовательно с мотором вентиляторов включена пусковая панель 61.

После пуска вспомогательных машин включается выключатель тока управления 124 (фиг. 515). Напряжение провода Н2 подаётся:

- 1) к контроллеру машиниста;
- 2) к контакту кнопки «Быстродействующий выключатель» соответствующего кнопочного выключателя;
- 3) к контакту выключателя песочниц 134.

После включения быстродействующего выключателя электровоз подготовлен к работе.

Серьёзное выключение двигателей (с 1-й по 16-ю позицию рукоятки контроллера). После полной подготовки вспомогательных цепей электровоза и постановки реверсивной рукоятки на одну из рабочих позиций ток от провода Н2 через нижний контакторный элемент реверсивного вала по проводу 3В, через сегмент тормозного барабана контроллера, провод 3, катушки электромагнитных вентиляторов контакторов 96 и 97, блокировочные контакты контакторов 14 и 25 проходит в землю; контакторы 96 и 97 включаются.

Если тормозной переключатель находился в тормозном положении и блокировочные контакты ТК-Т замкнуты, то через эти блокировочные контакты от провода 3 ток управления пойдёт по проводу 35А, через блокировочные контакты контакторов 96 и 97, по проводу 35Б к моторной катушке ТК-М тормозного переключателя и в землю. Тормозной переключатель переходит в моторное положение; размыкаются блокировки ТК-Т и замыкаются блокировки ТК-М.

Если тормозной переключатель уже находится в моторном положении, т. е. блокировка *ТК-Т* разомкнута, а блокировка *ТК-М* замкнута, то разобранные выше токопрохождения не осуществляется и при переводе рукоятки реверсора в одно из рабочих положений в цепи управления никаких переключений не происходит.

На нулевой позиции главной рукоятки контроллера групповой переключатель двигателей *КСП* находится в сервисном положении, в которое он возвращается автоматически при обесточивании катушек его вентилях. При сервисном положении *КСП* в силовой цепи включены контакторы 37, 40, 42, 44, 46 и 50 (фиг. 514); в цепи управления блокировочные контакты *КСП-С* замкнуты, а *КСП-СП* и *КСП-П* разомкнуты (фиг. 515).

После постановки главной рукоятки контроллера на 1-ю позицию замыкаются контакторные элементы, соединяющие провод *Н2* с верхней шинкой контроллера и эту шинку с проводами 4, 8 и 11. Одновременно нижним контакторным элементом присоединяется к земле провод 25.

От провода 11 на всех позициях главной рукоятки контроллера происходит питание током катушек вентилях реверсора, моторной катушки тормозного переключения *ТК-М* и катушек контакторов 2, 3, 54, 55 и 35.

Катушки реверсоров питаются током от провода 11 через контакторный элемент «Вперёд» или «Назад» реверсивного вала контроллера, провод 1 или 2, блокировку *ТК* и провод 1А или 2А.

После установок реверсоров в положение, соответствующее положению реверсивной рукоятки контроллера, и замыкания блокировок «Вперёд» или «Назад» в проводах 1А-1Б, 1Б-1В или 2А-2Б, 2Б-1В ток от провода 11 проходит через катушку контактора 35, провод 1Г, блокировки отключённых контакторов 32 и 13, провод 1Д, блокировку *БВ*, провод 1Е, блокировку *ТК-М*, провод 25 и в землю. Контакт 35 замыкается, а вместе с этим замыкается и его блокировка в проводах 1Г-1Д, через которую питается на всех позициях главной рукоятки контроллера катушка контактора 35.

Катушка *ТК-М* питается током от провода 11 через сегмент тормозного барабана контроллера, провод 35, блокировку *ТК-М*, провод 35А, блокировки контакторов 96 и 97 и провод 35В.

Катушки контакторов 2, 3, 54 и 55 питаются током через блокировку *ТК-М* в проводах 29Е-Г. От провода 4 через блокировку *КСП*, провод 4А, блокировку *ОМ*, провод 4Б, катушку контактора 29, провод 4В, блокировку 35, снова блокировку 35, провод 1Д, блокировку *БВ*, блокировку *ТК-М*, провод 25, нижний контакторный элемент главного вала контроллера ток проходит в землю.

Включается контактор 29, соединяя последовательно первую и вторую группы пусковых реостатов (фиг. 514).

От провода 8 (фиг. 515) ток проходит через блокировку *ОМ*, катушку контактора 10, блокировку *КСП-С-СП*, провод 4В и

далее по пути тока, идущего через катушку контактора 29. Включается контактор 10, соединяя последовательно вторую и третью группы пусковых реостатов (фиг. 514).

После замыкания контакторов 2, 3, 10, 29, 35, 54, 55, 96 и 97 замыкается цепь тяговых двигателей:

пантограф, главный разъединитель, быстродействующий выключатель, контакторы 96 и 97, контактор 35, сопротивления *P11-P12*, *P12-P13*, *P13-P14*, *P14-P15*, *P15-P16*, контактор 29, сопротивления *P21-P22*, *P22-P23*, *P23-P24*, *P24-P25*, контактор 10, сопротивления *P31-P32*, *P32-P33*, *P33-P34*, рубильник отключателя двигателей *ОМ1-2*, катушка реле *РП1-2*, якоря двигателей 2 и 1, контактор 42, рубильник отключателя двигателей *ОМ3*, катушка реле перегрузки *РП3-4*, якорь двигателя 3, контактор 50, рубильник отключателя двигателей *ОМ5-6*, катушка реле перегрузки *РП5-6*, якоря двигателей 5-6, контактор 44, рубильник отключателя двигателя 4, якорь двигателя 4, шунт амперметров, контакты тормозного переключателя *T5-T7*, обмотка возбуждения двигателя 4 (через контакты реверсора), контакты тормозного переключателя *T8-T10*, рубильник отключателя двигателя 4, контактор 46, обмотка возбуждения двигателей 5, контакты тормозного переключателя *T4-T6*, обмотка возбуждения двигателя 6, рубильник отключателя двигателя *ОМ5-6*, контакторы 2 и 37, обмотка возбуждения двигателя 3, рубильник отключателя двигателя *ОМ3*, контактор 40, контакты тормозного переключателя *T9-T11*, обмотка возбуждения двигателя 1, контакты тормозного переключателя *T12-T2*, обмотка возбуждения двигателя 2, рубильник отключателя двигателей *ОМ1-2* и земля.

При передвижении главной рукоятки контроллера на 2-ю позицию замыкаются контакторные элементы в проводах 13 и 14 и ток проходит через катушки электромагнитных вентилей контакторов 32 и 33. Эти контакторы замыкают накоротко (шунтируют) секции пусковых реостатов *P12-P13* и *P13-P14*. На следующей позиции главной рукоятки контроллера включается контакторный элемент, замыкающий провода 4Д и 20; после этого ток по проводу 4 через блокировку контактора 29, провод 4Г, блокировку *КСП-С*, провод 4Д, провод 20, катушку электромагнитного вентилей контактора 13 проходит в землю. Контактор 13 включается и замыкает накоротко секцию пусковых сопротивлений *P22-P23*. На следующих позициях главной рукоятки контроллера по 16-ю включительно силовая цепь самих тяговых двигателей остаётся без изменения, секции же пусковых реостатов последовательно шунтируются и подключаются параллельно друг другу, что можно проследить, пользуясь схемами (фиг. 514 и 515) и таблицей замыкания контакторов.

Как видно из схемы на фиг. 515, питание током проводов 15, 16, 40, 41, 19, 20, 21 и 22 происходит по проводу 4Д. Последний соединяется с проводами 4, 5 или 6 через блокировки *КСП-С*, *КСП-СП* или *КСП-П*, т. е. провода 15, 16, 40, 41, 19, 20, 21 и 22 могут быть подключены к источнику тока только при правильной

установке группового переключателя — в одно из рабочих положений, соответствующих положению главной рукоятки контроллера.

Серийс-параллельное включение двигателей (с 17-й по 27-ю позицию главной рукоятки контроллера). При переходе от серийсного на серийс-параллельное включение тяговых двигателей, т. е. при переводе главной рукоятки контроллера с 16-й на 17-ю позицию, в цепи управления происходят следующие переключения.

Контакторные элементы главного вала контроллера разрывают цепи проводов 4, 12, 14, 15, 16, 40, 41, 19, 21, 22, 24, что ведёт к выключению контакторов 29, 8, 31, 33, 34, 36, 12, 27, 26, 6, 7, шунтировавших пусковые реостаты на 16-й позиции.

Контакторные элементы, включённые в провода 8, 9, 11, 13, 20 и 25, при переводе главной рукоятки контроллера с 16-й на 17-ю позицию остаются включёнными, т. е. контакторы 10, 30, 28, 32 и 13 не размыкаются.

Контакторы 35, 30, 28, 10 включают в цепь пусковые реостаты по схеме серийс-параллельного включения. Контакторы 32 и 13 шунтируют секции *P13-P14* и *P22-P23* пусковых реостатов (фиг. 514).

На 17-й позиции главной рукоятки контроллера замыкаются контакторные элементы в проводах 5 и 7.

От провода 5 возбуждаются три катушки электромагнитных вентилей группового переключателя — *Вкл*, *Вкл* и *Выкл* и групповой переключатель переходит в серийс-параллельное положение. При переходе группового переключателя с серийсного в серийс-параллельное положение в силовой цепи тяговых двигателей происходят следующие переключения (см. таблицу замыкания контакторов, развёртку кулачков группового переключателя и силовую схему на фиг. 514):

на I переходной позиции включены контакторные элементы (контакторы) 37, 40, 42, 44, 46, 50 группового переключателя — серийсное включение тяговых двигателей через пусковые реостаты;

на II переходной позиции включается контактор 48 и остаются включёнными контакторы 37, 40, 42, 44, 46, 50; положение переходное, при котором контактор 48 замыкает накоротко силовую цепь двигателей 5, 6 и 4, подготавливая её к отключению;

на III переходной позиции выключаются контакторы 37 и 50 и остаются включёнными контакторы 40, 42, 44, 46, 48; положение переходное, при котором контакторы 37 и 50 отключают силовую цепь двигателей 5, 6 и 4, подготавливая её к параллельному включению;

на IV переходной позиции включаются контакторы 38 и 51 и остаются включёнными контакторы 40, 42, 44, 46, 48.

Контакторы 38 и 51 включают силовую цепь двигателей 5, 6 и 4 параллельно силовой цепи двигателей 1, 2 и 3. Получается положение серийс-параллельного включения двигателей.

Последовательность замыкания контакторов электровоза

Режим	Содержание двигателей	Позиции	И н д и в и д у а л ь н ы е к о н																											
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
М о т о р н ы й	Серийное	1-я	2	3	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		2-я	2	3	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		3-я	2	3	—	—	—	—	—	10	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		4-я	2	3	—	—	—	—	7	8	10	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		5-я	2	3	—	—	—	—	7	8	10	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		6-я	2	3	—	—	—	—	—	8	10	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		7-я	2	3	—	—	—	—	—	8	10	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		8-я	2	3	—	—	—	—	—	8	10	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—		
		9-я	2	3	—	—	—	—	—	8	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	27	—		
		10-я	2	3	—	—	—	—	—	8	10	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—		
		11-я	2	3	—	—	6	—	—	8	10	—	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—		
		12-я	2	3	—	—	6	—	—	8	10	—	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—		
		13-я	2	3	—	—	6	—	—	8	10	—	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—		
		14-я	2	3	—	—	6	7	8	—	10	—	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—		
		15-я	2	3	—	—	6	7	8	—	10	—	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—		
		16-я	2	3	—	—	6	7	8	—	10	—	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	27	28		
		ОП-1	2	3	—	—	6	7	8	—	10	—	12	13	—	17	18	19	20	—	—	—	—	—	—	26	27	28		
		ОП-2	2	3	—	—	6	7	8	—	10	—	12	13	—	17	18	19	20	21	22	23	24	—	—	26	27	28		
	Пере-ход	I	2	3	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
		II	2	3	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
		III	2	3	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
		IV	2	3	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
С е р и е с - п а р а л л е л ь - н о е	Серийное	17-я	2	3	4	—	—	—	—	10	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
		18-я	2	3	4	—	—	—	—	10	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
		19-я	2	3	4	—	—	—	8	—	10	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
		20-я	2	3	4	—	—	—	8	—	10	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
		21-я	2	3	4	—	—	—	8	—	10	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	28		
		22-я	2	3	4	—	—	—	8	—	10	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	28		
		23-я	2	3	4	—	—	—	8	—	10	—	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	28		
		24-я	2	3	4	—	6	—	8	—	10	—	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	28		
		25-я	2	3	4	—	6	—	8	—	10	—	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	28		
		26-я	2	3	4	—	6	7	8	—	10	—	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	28		
		27-я	2	3	4	—	6	7	8	—	10	11	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	27	28		
		ОП-1	2	3	4	—	6	7	8	9	10	11	12	13	—	17	18	19	20	—	—	—	—	—	—	26	27	28		
		ОП-2	2	3	4	—	6	7	8	9	10	11	12	13	—	17	18	19	20	21	22	23	24	—	—	26	27	28		
	Пере-ход	I	2	3	4	—	—	—	—	9	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
		II	2	3	4	—	—	—	—	9	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
		III	2	3	4	—	—	—	—	9	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
		IV	2	3	4	—	—	—	—	9	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
П а р а л л е л ь н о е	Серийное	28-я	2	3	4	5	—	—	—	9	—	11	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
		29-я	2	3	4	5	—	7	—	9	—	11	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
		30-я	2	3	4	5	—	7	—	9	—	11	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
		31-я	2	3	4	5	—	7	8	9	—	11	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	28		
		32-я	2	3	4	5	—	—	8	9	—	11	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	27	28		
		33-я	2	3	4	5	6	—	8	9	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	27	28	
		34-я	2	3	4	5	6	—	8	9	—	11	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	28		
		35-я	2	3	4	5	6	—	8	9	—	11	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	28		
		36-я	2	3	4	5	6	7	8	9	—	11	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	27	28		
		ОП-1	2	3	4	5	6	7	8	9	—	11	12	13	—	17	18	19	20	—	—	—	—	—	—	26	27	28		
ОП-2	2	3	4	5	6	7	8	9	—	11	12	13	—	17	18	19	20	21	22	23	24	—	—	26	27	28				
Тормозной	Параллельное	1-я	2	3	4	5	—	—	—	10	—	—	—	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
		2-я	2	3	4	5	—	—	—	10	—	—	—	13	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
		3-я	2	3	4	5	—	—	—	10	—	—	—	13	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
		4-я	2	3	4	5	—	—	—	10	—	—	—	13	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
		5-я	2	3	4	5	—	—	—	10	—	—	—	13	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28		
		6-я	2	3	4	5	—	—	—	9	10	—	—	13	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	26	28	
		7-я	2	3	4	5	—	—	—	9	10	—	—	13	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	26	28	
		8-я	2	3	4	5	—	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	—	28	
		9-я	2	3	4	5	—	—	—	9	—	11	—	13	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	—	28	
		10-я	2	3	4	5	—	—	—	9	—	11	—	13	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	—	28	
		11-я	2	3	4	5	—	—	—	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	—	28	
		12-я	2	3	4	5	—	—	8	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	—	28	
		13-я	2	3	4	5	6	—	8	9	—	11	—	—	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	—	28	
		14-я	2	3	4	5	6	—	8	9	—	11	12	13	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	—	28	
		15-я	2	3	4	5	6	7	8	9	—	11	12	13	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	26	27	28	

серии ВЛ19 с реостатным торможением

ф а к т о р ы												Групповые контакторы																Величины сопротив- лений по позициям в Ом
29	30	31	32	33	34	35	36	54	55	96	97	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51		
29	—	—	—	—	—	35	—	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	—	50	—	28,158	
29	—	—	32	33	—	35	—	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	—	50	—	19,550	
29	—	—	32	33	—	35	—	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	—	50	—	14,740	
29	—	—	32	33	—	35	—	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	—	50	—	11,825	
29	—	—	32	33	—	35	—	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	—	50	—	9,940	
29	—	—	32	33	34	35	—	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	—	50	—	8,330	
29	—	—	32	—	34	35	—	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	—	50	—	6,975	
29	—	—	32	—	34	35	—	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	—	50	—	5,865	
29	—	—	32	—	34	35	36	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	—	50	—	4,885	
29	—	—	—	—	—	35	36	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	—	50	—	3,921	
29	—	—	—	—	—	35	36	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	—	50	—	2,983	
29	—	31	—	—	—	35	36	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	—	50	—	2,203	
29	—	31	32	33	—	35	36	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	—	50	—	1,526	
29	—	31	32	33	—	35	36	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	—	50	—	0,907	
29	—	31	32	33	34	35	36	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	—	50	—	0,444	
29	30	31	32	33	34	35	36	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	—	50	—	0,000	
29	30	31	32	33	34	35	36	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	—	50	—	0,000	
—	30	—	32	—	—	35	—	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	—	—	50	—	—	
—	30	—	32	—	—	35	—	54	55	96	97	37	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	48	—	50	—	—	
—	30	—	32	—	—	35	—	54	55	96	97	—	—	—	40	—	42	—	44	—	46	—	48	—	—	—	—	
—	30	—	32	—	—	35	—	54	55	96	97	—	38	—	40	—	42	—	44	—	46	—	48	—	—	51	—	
—	30	—	32	—	—	35	—	54	55	96	97	—	38	—	40	—	42	—	44	—	46	—	48	—	—	51	4,525	
—	30	—	32	33	—	35	—	54	55	96	97	—	38	—	40	—	42	—	44	—	46	—	48	—	—	51	3,130	
—	30	—	32	33	—	35	—	54	55	96	97	—	38	—	40	—	42	—	44	—	46	—	48	—	—	51	2,460	
—	30	—	32	33	34	35	—	54	55	96	97	—	38	—	40	—	42	—	44	—	46	—	48	—	—	51	1,890	
—	30	—	32	33	34	35	—	54	55	96	97	—	38	—	40	—	42	—	44	—	46	—	48	—	—	51	1,467	
—	30	—	32	33	34	35	36	54	55	96	97	—	38	—	40	—	42	—	44	—	46	—	48	—	—	51	1,169	
—	30	—	—	—	—	35	36	54	55	96	97	—	38	—	40	—	42	—	44	—	46	—	48	—	—	51	0,925	
—	30	—	—	—	—	35	36	54	55	96	97	—	38	—	40	—	42	—	44	—	46	—	48	—	—	51	0,686	
—	30	31	—	33	—	35	36	54	55	96	97	—	38	—	40	—	42	—	44	—	46	—	48	—	—	51	0,446	
—	30	31	32	33	—	35	36	54	55	96	97	—	38	—	40	—	44	—	44	—	46	—	48	—	—	51	0,226	
—	30	31	32	33	34	35	36	54	55	96	97	—	38	—	40	—	42	—	44	—	46	—	43	—	—	51	0,000	
—	30	31	32	33	34	35	36	54	55	96	97	—	38	—	40	—	42	—	44	—	46	—	43	—	—	51	0,000	
—	30	31	32	33	34	35	36	54	55	96	97	—	38	—	40	—	42	—	44	—	46	—	43	—	—	51	0,000	
—	30	—	32	33	—	35	—	54	55	96	97	—	38	—	40	—	42	—	44	—	46	—	48	—	—	51	—	
—	30	—	32	33	—	35	—	54	55	96	97	—	38	—	40	41	42	—	44	45	46	—	48	—	—	51	—	
—	30	—	32	33	—	35	—	54	55	96	97	—	38	—	—	41	—	—	45	—	—	—	—	—	—	51	—	
—	30	—	32	33	—	35	—	54	55	96	97	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	—	
—	30	—	32	33	—	35	—	54	55	96	97	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	1,588	
—	30	—	32	33	—	35	—	54	55	96	97	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	1,288	
—	30	—	32	33	34	35	—	54	55	96	97	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	0,980	
—	30	—	32	33	34	35	—	54	55	96	97	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	0,686	
—	30	—	32	33	34	35	36	54	55	96	97	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	0,533	
—	30	—	32	33	—	35	36	54	55	96	97	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	0,364	
—	30	—	32	33	—	35	36	54	55	96	97	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	0,274	
—	30	31	32	33	—	35	36	54	55	96	97	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	0,166	
—	30	31	32	33	34	35	36	54	55	96	97	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	0,000	
—	30	31	32	33	34	35	36	54	55	96	97	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	—	
—	30	31	32	33	34	35	36	54	55	96	97	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	—	
—	—	—	—	—	—	35	—	54	55	—	—	—	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	15,040
—	30	—	—	—	—	35	—	54	55	—	—	—	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	10,230
—	30	—	—	—	—	35	—	54	55	—	—	—	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	7,050
—	30	—	—	—	—	35	—	54	55	—	—	—	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	5,320
—	30	—	32	—	—	35	—	54	55	—	—	—	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	4,250
—	30	—	32	—	—	35	—	54	55	—	—	—	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	3,490
—	30	—	32	33	—	35	—	54	55	—	—	—	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	2,595
—	30	—	32	33	—	35	—	54	55	—	—	—	—	38	39	—	41	—	43	—	45	—	47	—	49	—	51	2,010
—	30	—	32	33	—	35	—	54	5																			

При переходе группового переключателя двигателей из серийного в серийно-параллельное положение замыкаются блокировочные контакты *КСП-С* и замыкаются контакты *КСП-СП* (фиг. 515). Поэтому на время перехода группового переключателя с серийного на серийно-параллельное положение прекращается питание провода *4Д*, что ведёт к выключению контактора *13*, а следовательно, и к введению в цепь тяговых двигателей секции пусковых сопротивлений *P22-P23*.

От провода *7* через блокировочные контакты *КСП-СП-П* включается катушка контактора *4*, цепь которой соединяется с землёй через блокировку контактора *35*, провод *1Д*, блокировку *БВ*, блокировку *ТК-М*, провод *25*, сегмент *25* главного барабана.

Включается контактор *4*, соединяющий параллельно две цепи пусковых реостатов.

После всех перечисленных выше включений на 17-й позиции главной рукоятки контроллера ток силовой цепи от пантографов через главный разъединитель *63* и быстродействующий выключатель *75* идёт двумя параллельными цепями через пусковые реостаты (фиг. 514):

первая цепь: контактор *35*, сопротивления *P11-P12*, *P12-P13*, контактор *32*, сопротивления *P14-P15*, *P15-P16*, контактор *30*;

вторая цепь: контактор *28*, сопротивление *P21-P22*, контактор *13*, сопротивления *P23-P24*, *P24-P25*, контактор *10*, сопротивления *P31-P32*, *P32-P33*, *P33-P34*.

Эти цепи пусковых реостатов имеют общую точку, создаваемую контактором *4*. Затем ток идёт двумя параллельными цепями:

первая цепь: контактор *51*, рубильник отключателей двигателей *ОМ5-6*, катушка реле перегрузки *РП5-6*, якоря двигателей *5* и *6*, контактор *44*, рубильник отключателя двигателя *ОМ4*, якорь двигателя *4*, шунт амперметра, контакты тормозного переключателя *T5-T7*, обмотка возбуждения двигателя *4* (через контакты реверсора), контакты тормозного переключателя *T8-T10*, рубильник отключателя двигателя *ОМ4*, контактор *46*, обмотка возбуждения двигателя *5*, контакты тормозного переключателя *T4-T6*, обмотка возбуждения двигателя *6*, рубильник отключателей двигателей *ОМ5-6*, контакторы *2*, *38* и земля;

вторая цепь: рубильник отключателей двигателей *ОМ1-2*, катушка реле перегрузки *РП1-2*, якоря двигателей *2*, *1*, контактор *42*, рубильник отключателя двигателя *ОМ3*, катушка реле перегрузки *РП3-4*, якорь двигателя *3*, контактор *48*, обмотка возбуждения двигателя *3*, рубильник отключателя двигателя *ОМ-3*, контактор *40*, контакты тормозного переключателя *T9-T11*, обмотка возбуждения двигателя *1*, контакты тормозного переключателя *T12-T2*, обмотка двигателя *2*, рубильник отключателя двигателей *ОМ1-2* и земля.

На остальных серийно-параллельных позициях главной рукоятки контроллера, с 18-й по 27-ю, силовая цепь самих двигателей остаётся без изменения, пусковые же реостаты шунтируются контакторами или включаются по комбинированным схемам.

На 27-й позиции главной рукоятки контроллера машинист замыкается контакторный элемент в проводе 10 и создаётся цепь:

провод 10, блокировка КСП-СП, провод 6А и катушки Вкл и Выкл группового переключателя, земля.

Включение этих катушек Вкл, Вкл и Выкл не изменяет положения переключателя и служит лишь переходным положением к тому, когда остальные катушки Вкл, Вкл и Выкл будут выключены и переключатель перейдёт в положение параллельного включения двигателей.

Параллельное включение двигателей (с 28-й по 36-ю позицию главной рукоятки контроллера). При переходе от серийно-параллельного к параллельному включению двигателей, т. е. при переводе главной рукоятки контроллера с 27-й на 28-ю позицию, в цепи управления происходят следующие переключения.

Контакторные элементы главного вала контроллера разрывают цепи проводов 5, 8, 12, 15, 16, 40, 41, 19, 21, 22, 24, что ведёт к выключению контакторов 8, 10, 31, 34, 36, 12, 27, 26, 6, 7 силовой цепи, шунтирующих пусковые реостаты на 27-й позиции. Контакторные элементы, включённые в проводах 7, 9, 10, 11, 13, 14, 20, 25, при переводе главной рукоятки с 27-й на 28-ю позицию остаются включёнными, т. е. контакторы 4, 9, 11, 28, 30, 32, 33 и 13 не размыкаются.

Контакторы 9, 28, 35, 30, 11, 4 включают цепь пусковых реостатов по схеме параллельного включения. Контакторы 32, 33 и 13 шунтируют секции P13-P14, P12-P13 и P22-P23 пусковых реостатов, причём первые две секции шунтированы на всех параллельных позициях главной рукоятки контроллера.

При разрыве провода 5 прекращается питание электромагнитных вентиля катушек Вкл, Вкл и Выкл группового переключателя. Так как два других вентиля Вкл и Выкл были возбуждены от провода 10, то групповой переключатель после разрыва провода 5 займёт положение, соответствующее параллельному включению тяговых двигателей. Выключение блокировки КСП-СП прекратит питание катушек Вкл и Выкл от провода 10; одновременно включение блокировки КСП-П в проводах 6-6А переводит питание этих катушек от провода 6.

При переходе группового переключателя с серийно-параллельного на параллельное положение в силовой цепи тяговых двигателей происходят следующие переключения (см. таблицу замыкания контакторов, развёртку кулачков группового переключателя и силовую схему на фиг. 514):

на переходной позиции включены контакторные элементы (контакторы) 38, 40, 42, 44, 46, 48, 51 группового пере-

ключателя — серийно-параллельное включение тяговых двигателей через пусковые реостаты;

на II переходной позиции включаются контакторы 41, 45 и остаются включёнными контакторы 38, 40, 42, 44, 46, 48, 55; положение переходное, при котором контактор 41 замыкает накоротко силовую цепь двигателя 3, а контактор 45 замыкает накоротко силовую цепь двигателя 4, подготавливая их к отключению;

на III переходной позиции выключаются контакторы 40, 42, 44, 46, 48 и остаются включёнными контакторы 41, 45, 51; положение переходное, при котором контакторы 40, 42 отключают силовую цепь двигателя 3, контакторы 44 и 46 отключают силовую цепь двигателя 4, а контактор 48 размыкает силовую цепь двигателя 4, подготавливая последовательное включение двигателей 3 и 4 между собой;

на IV переходной позиции включаются контакторы 39, 43, 47 и 49 и остаются включёнными контакторы 38, 41, 45, 51; контакторы 47 и 49 включают силовую цепь двигателей 3 и 4 последовательно между собой; контакторы 43 и 39 включают цепь двигателей 3 и 4 параллельно цепям двигателей 1 и 2 и двигателей 5 и 6.

На время перехода группового переключателя с серийно-параллельного на параллельное положение прекращается питание провода 4Д, что ведёт к выключению контактора 13 и введению в цепь тяговых двигателей секции пусковых сопротивлений *P22-P23*. От провода 6 через блокировки *КСП-П* в проводах 6-6А и 6А-6Б включается катушка контактора 5.

Включением контактора 5 создаётся вместе с контактором 4 общая точка трёх параллельных ветвей пусковых реостатов.

На большинстве электропоездов серии ВЛ19 с реостатным торможением контакторы 4 и 5 были заменены постоянными соединениями, что дало улучшение переходного режима (уменьшение «провала» силы тяги) во время перехода с 16-й на 17-ю и с 27-й на 28-ю позиции главной рукоятки контроллера.

На 28-й позиции главной рукоятки контроллера ток силовой цепи от пантографов через главный разъединитель и быстродействующий выключатель идёт тремя параллельными цепями через пусковые реостаты:

первая цепь: контактор 35, сопротивление *P11-P12*, контакторы 33 и 32, сопротивления *P14-P15* и *P15-P16*, контактор 30;

вторая цепь: контактор 29, сопротивление *P21-P22*, контактор 13, сопротивления *P23-P24*, *P24-P25*, контактор 11;

третья цепь: контактор 9, сопротивления *P31-P32*, *P32-P33* и *P33-P34*.

Эти цепи пусковых реостатов имеют общую точку, создаваемую контакторами 4 и 5. Затем ток снова идёт тремя параллельными цепями:

первая цепь: контактор 51, рубильник отключателей двигателей ОМ5-6, катушка реле перегрузки РП5-6, якорь двигателей 5 и 6, контакторы 45 и 54, контакты тормозного переключателя Т1-Т3, обмотка возбуждения двигателя 5, контакты тормозного переключателя Т4-Т6, обмотка возбуждения двигателя 6, рубильник отключателей двигателей ОМ5-6, контакторы 2, 38 и земля;

вторая цепь: контактор 43, рубильник отключателя двигателей ОМ3, катушка реле перегрузки РП3-4, якорь двигателя 3, контактор 49, рубильник отключателей двигателя ОМ4, якорь двигателя 4, шунт амперметров, контакты тормозного переключателя Т5-Т7, обмотка возбуждения двигателя 4, контакты тормозного переключателя Т8-Т10, рубильник отключателя двигателя ОМ4, контактор 47, обмотка возбуждения двигателя 3, рубильник отключателя двигателя ОМ3, контакторы 39, 3 и земля;

третья цепь: рубильник отключателей ОМ1-2, катушка реле перегрузки РП1-2, якорь двигателей 2 и 1, контакторы 55 и 41, контакты тормозного переключателя Т9-Т11, обмотка возбуждения двигателя 1, контакты тормозного переключателя Т12-Т2, обмотка возбуждения двигателя 2, рубильник отключателя двигателей ОМ1-2 и земля.

На остальных параллельных положениях главной рукоятки контроллера (позиции 29-я—36-я) секции пусковых реостатов шунтируются контакторами или включаются по комбинированным схемам, силовая же цепь самих двигателей остаётся без изменения.

Работа двигателей с ослабленным полем. Переключение двигателей на работу при ослабленном поле в силовой цепи производится при помощи контакторов 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 и 24 (фиг. 514).

При постановке тормозной рукоятки контроллера на позицию ОП-1 (фиг. 515) ток от провода 11 через сегменты моторной части тормозного барабана проходит по проводу 32 и катушке контактора 17.

Включается контактор 17, а также контакторы 18, 19 и 20, воздушные цилиндры которых питаются воздухом от цилиндра контактора 17.

При постановке рукоятки на позицию ОП-2 ток проходит по проводу 31 и катушке контактора 24.

Включаются контактор 24, а также контакторы 21, 22 и 23, воздушные цилиндры которых питаются воздухом от цилиндра контактора 24.

Работа при отключённых двигателях. При неисправностях с тяговыми двигателями последние выключаются из силовой цепи при помощи отключателей. Отключатель двигателей имеет четыре сдвоенных рубильника соответственно четырём группам двигателей. Независимо могут быть отключены двигатели 1 и 2, 3, 4, 5 и 6.

При отключении не более одной (любой) группы двигателей возможна работа электровоза по аварийной схеме следующим образом.

На положениях серийного включения двигателей (позиции 1-я и 6-я главной рукоятки контроллера) силовая цепь двигателей оказывается разомкнутой (фиг. 514).

На положениях серийно-параллельного включения двигателей (позиции 17-я—27-я главной рукоятки контроллера) в силовой цепи включаются три двигателя последовательно.

На положениях параллельного включения двигателей (позиции 28-я—36-я главной рукоятки контроллера) в силовой цепи двигатели включаются двумя параллельными группами по два двигателя последовательно.

При отключении двух групп двигателей работа электровоза возможна только в том случае, если отключаются двигатели 1, 2 и 3 или 4, 5 и 6.

В этом случае на положениях серийно-параллельного включения (позиции 17-я—27-я) в силовой цепи включаются три двигателя последовательно, а на положениях параллельного включения (28-я—36-я) только два двигателя последовательно. Поэтому удовлетворительная работа электровоза возможна только на серийно-параллельных положениях (позиции 17-я—27-я).

При любых других комбинациях отключения больше одной группы двигателей работа электровоза невозможна.

При отключении любой пары рубильников на отключателе двигателей переключаются его блокировочные контакты *ОМ*, размыкаются блокировочные контакты в проводах *4А-4Б*, *8-8Б*, *9А-9Б*, *9Д-28* и *29-29А* и замыкаются блокировочные контакты в проводах *7А-4Б* и *4Б-8Б*.

Вследствие переключения блокировки *ОМ* происходят следующие изменения работы контакторов силовой цепи двигателей:

1) контактор *30* включается только на параллельных (28-й—36-й) позициях главной рукоятки контроллера; это происходит потому, что включённая последовательно с катушкой электромагнитного вентиля контактора *30* блокировка *ОМ* в проводе *9А-9Б* размыкается, а соединённая параллельно с этой блокировкой блокировка *КСП-П* замыкается лишь при параллельном включении двигателей, т. е. с 28-й позиции главной рукоятки контроллера;

2) контактор *28* не включается совсем, так как цепь катушки его электромагнитного вентиля разрывается блокировкой *ОМ* в проводе *9Д-28*;

3) контактор *29* включается на серийно-параллельных (17-й—27-й) и параллельных (28-й—36-й) позициях главной рукоятки контроллера, так как на серийных (1-й—16-й) позициях главной рукоятки контроллера питание катушки его электромагнитного вентиля невозможно из-за разрыва цепи провода *4А-4Б* блокировкой; на остальных же позициях катушка вентиля контактора *29*

питается от провода 7 через замкнувшуюся блокировку в проводах 7А-4Б;

4) контактор 10 включается только с 17-й позиции главной рукоятки контроллера, так как его питание переводится от провода 8 к проводу 4Б, который получает питание от провода 7.

На моторном режиме при отключённых тяговых двигателях вследствие изменения порядка включения контакторов 10, 28, 29 и 30 включение пусковых реостатов в силовой цепи двигателей изменяется следующим образом.

На позициях с 1-й по 16-ю главной рукоятки контроллера силовая цепь двигателей не замыкается и переключение пусковых реостатов происходит вхолостую.

На 17-й позиции в цепи пусковых реостатов включены контакторы 4, 10, 13, 29, 32 и 35.

Контакты 13 и 32 шунтируют секции *P22-P23* и *P13-P14*. Остальные секции пусковых реостатов контакторами 10, 29, 35 включены последовательно между собой. Контакт 4 подключает цепь пусковых реостатов к цепи двигателей в случае, если работают двигатели 4, 5 и 6.

Общее сопротивление пусковых реостатов на этом положении равно 18,34 ом.

На позициях с 18-й по 27-ю главной рукоятки контроллера секции пусковых реостатов шунтируются или включаются по комбинированной схеме в последовательности, указанной в таблице замыкания контакторов (см. стр. 516—517).

На 28-й позиции главной рукоятки контроллера в цепи пусковых реостатов включены контакторы 4, 5, 9, 11, 13, 29, 30, 32, 33 и 35.

Контакты 13, 32 и 33 шунтируют секции *P22-P23*, *P13-P14* и *P12-P13*. Контактными 35, 30 и 9 первая и третья группы пусковых реостатов включаются параллельно между собой и подключаются к цепи двигателей в общей точке, создаваемой контакторами 4 и 5 (контакты 11 и 29 замыкают накоротко вторую группу пусковых реостатов).

Общее сопротивление пусковых реостатов на 28-й позиции главной рукоятки равно 2,60 ом.

На позициях с 29-й по 36-ю секции пусковых реостатов шунтируются или включаются по комбинированной схеме в последовательности, указанной в таблице замыкания контакторов.

Управление тяговыми двигателями на тормозном режиме. Для перехода на тормозной режим работы электровоза необходимо:

1) отключить силовую цепь двигателей от контактного провода и замкнуть её на пусковые реостаты. Для этого размыкаются контакторы 96 и 97, отключающие силовую цепь двигателей от пантографов, и включаются контакторы 14 и 25, которые соединяют кабели, идущие от линейных контакторов 35, 28 и 9 на заземлительную шину. Контакты 14 и 25 включены параллельно, так как по ним проходит весь рабочий ток электровоза;

2) переключить обмотки возбуждения двигателей по циклической схеме. Это переключение осуществляется при переходе тормозного переключателя из моторного в тормозное положение.

Переключение обмоток возбуждения по циклической схеме и обратно на нормальную схему осуществляется без тока, т. е. при разомкнутой силовой цепи двигателей;

3) переключить направление тока в обмотках возбуждения двигателей. Это переключение необходимо для возможности самовозбуждения двигателей при переходе на генераторный режим работы.

Данное переключение осуществляется при помощи реверсора, который автоматически соответствующей блокировкой приводится в действие одновременно с переходом тормозного переключателя из одного положения в другое;

4) переключить тяговые двигатели по схеме параллельного включения, по которой они работают на всех положениях тормозного режима. Это переключение осуществляется установкой группового переключателя двигателей в соответствующее положение путём возбуждения катушек *Вкл* и *Выкл* от провода *7Б* через блокировку контактора *25*.

Переключение цепи двигателей на тормозной режим осуществляется переводом тормозной рукоятки контроллера на 1-ю тормозную позицию. Реверсивная рукоятка при этом находится на одной из своих рабочих позиций — соответственно направлению движения электровоза, а главная рукоятка — на нулевой позиции.

На нулевой позиции тормозной и главной рукояток контроллера машиниста групповой переключатель находится в сериесном положении, тормозной переключатель — в моторном, контакторы *96* и *97* замкнуты, остальные индивидуальные электропневматические контакторы разомкнуты.

При переводе тормозной рукоятки на 1-ю тормозную позицию в цепи управления произойдут следующие переключения (фиг. 515).

Сегменты моторной части тормозного барабана разорвут цепь катушек контакторов *96* и *97* (между проводами *3В* и *3*), контакторы разомкнутся и отключат силовую цепь двигателей от пантографов.

При размыкании этих контакторов разомкнутся их блокировки в проводах *35А-35Б* и *35Б-35В*, включённые последовательно с катушкой моторного вентиля *ТК-М* тормозного переключателя, и замкнутся блокировки в проводах *29А-29В* и *29В-7Б*, включённые последовательно с катушкой тормозного вентиля *ТК-Т* тормозного переключателя и с катушками контакторов *14* и *25* (фиг. 515).

К пальцу *Н2* тормозного барабана контроллера напряжение постоянно подведено по проводу *Н2* от выключателя тока управления *124*.

На 1-й тормозной позиции через сегменты тормозной части тормозного барабана ток управления от провода *Н2* проходит в провода *29*, *28* и *8*. От провода *29* ток через блокировку *ОМ*, провод *29А*, блокировку контактора *96*, провод *29В*, блокировку

контактора 97, провод 7Б, блокировку ТК-М, провод 29Б, параллельно включённые катушки контакторов 14, 25 и вентиля электрического торможения 109, провод 29Г, контакт АВУ, провод 30Е, контакт АВУ, провод 30Д, контакты реле РП1-2, РП3-4, РП5-6 и РМН проходит в землю. Включаются контакторы 14 и 25 и срабатывает вентиль электрического торможения 109, который соединяет тормозные цилиндры электровоза с атмосферой, делая невозможным торможение электровоза как автоматическим, так и прямодействующим тормозом.

При включении контакторов 14 и 25 переключаются их блокировки, что ведёт к следующим переключениям в цепи управления.

Блокировка контактора 25 в проводах 7Б, 29Б, 29Ж включается параллельно блокировке ТК-М и замыкает цепь катушки тормозного вентиля ТК-Т тормозного переключателя. Последний устанавливается в тормозное положение, разрывая все блокировки ТК-М и замыкая блокировки ТК-Т. Питание катушек контакторов 14 и 25 и вентиля 109 при этом происходит через блокировку контактора 25 в проводах 7Б-29Б.

Блокировка в проводе 29Д-29Г контактора 14 подготавливает при его замыкании цепь для включения обратного провода катушек контакторов 2, 3, 54 и 55.

Блокировка контактора 25 в проводах 7Б-6А, замыкаемая после включения контактора 25, включает катушки электромагнитных вентилях Вкл и Выкл группового переключателя, и последний устанавливается в положение, соответствующее параллельному включению двигателей, т. е. в силовой цепи последних включаются контакторные элементы 38, 39, 41, 43, 45, 47, 49 и 51.

Когда групповой переключатель установится в параллельное положение, замкнутся его блокировки КСП-П. Блокировка КСП-П в проводе 29Д-29Е подготавливает к включению цепь катушек контакторов 2, 3, 54 и 55, блокировка КСП-П в проводе 1Д-1Ж — цепь катушек линейных и переходных контакторов, блокировка КСП-П в проводе 7-7А — цепь катушки контактора 4, в проводе 6А-6Б — цепь катушки контактора 5.

Переключение тормозного переключателя и замыкание блокировок ТК-Т влечёт ряд переключений в цепи управления.

При замыкании блокировки ТК-Т в проводах 7Б-11 напряжение подаётся на провод 11. От этого провода ток проходит через катушки контакторов 2, 3, 54 и 55, блокировочные контакты КСП-П и контактора 14, контакты АВУ, реле РП1-2, РП3-4, РП5-6 и РМН и в землю. Контакторы 2, 3, 54 и 55 замыкаются.

При повороте тормозного переключателя в тормозное положение его блокировочными сегментами переключается питание катушек вентилях реверсоров и последние меняют направление тока в обмотках возбуждения двигателей (блокировки в проводах 1-1А или 2-2А). Поворот реверсора происходит после замыкания блокировки ТК-Т в проводах 7Б-11, так как питание его вентилях происходит от провода 11.

Блокировка *ТК-Т* в проводе *1Ж-Г* вместе с блокировкой *КСП-П* замыкает цепь обратного провода катушек линейных, переходных и уравнильных контакторов 4, 5, 10, 28 и 35. Пути тока катушек этих контакторов следующие:

для контактора 35 — провод *Н2*, сегмент тормозного барабана, провод 29, блокировка отключателя двигателя *ОМ*, блокировки контакторов 96 и 97, провод 7Б, блокировка *ТК-Т*, провод 11, контакторный элемент реверсивного вала контроллера, провод 1 или 2, блокировка *ТК*, провод 2А или 1А, блокировки «Назад» или «Вперёд» реверсора, провод 1В, катушка контактора 35, провод 1Г, блокировки разомкнутых контакторов 32 и 13, блокировки *КСП-П* и *ТК-Т* и земля. После замыкания контактора 35 параллельно блокировкам 32 и 13 включается блокировка контактора 35 в проводах 1Г-1Д, как и на моторном режиме;

для контактора 28 — провод *Н2*, сегмент тормозного барабана, провод 28, катушка контактора 28, блокировка 35 в проводах 4В-1Г и 1Г-1Д, блокировки *КСП-П*, *ТК-Т* и земля;

для контактора 10 — провод *Н2*, сегмент тормозного барабана, провод 8, блокировка *ОМ*, катушка контактора 10, блокировка *ТК-Т*, провод 4В и далее, как для контактора 28.

Подобным же образом замыкаются на землю катушки контакторов 4 и 5, и контакторы 4 и 5 включаются.

Таким образом, при переходе на тормозной режим на 1-й тормозной позиции тормозной рукоятки в силовой цепи двигателей происходят следующие переключения (перечислены в их последовательности): выключаются контакторы 96 и 97, включаются контакторы 14 и 25, включается блокировочный вентиль торможения, тормозной переключатель переходит в тормозное положение, реверсор становится на «обратный ход», одновременно с поворотом тормозного переключателя групповой переключатель переходит в параллельное положение, включаются контакторы 2, 3, 54, 55, 35, 28, 10, 4 и 5.

В результате в силовой цепи двигателя будут включены тремя параллельными группами, имеющими общую точку с одной стороны на заземлительной шине, с другой — перед пусковыми реостатами на контакторах 4 и 5. Последовательно с силовой цепью двигателей включены пусковые реостаты (первая группа отключена, вторая и третья соединены последовательно). Крайняя точка пусковых реостатов замкнута на заземлительную шину.

Силовая цепь двигателей отключена от контактного провода и замкнута на пусковые реостаты (фиг. 516).

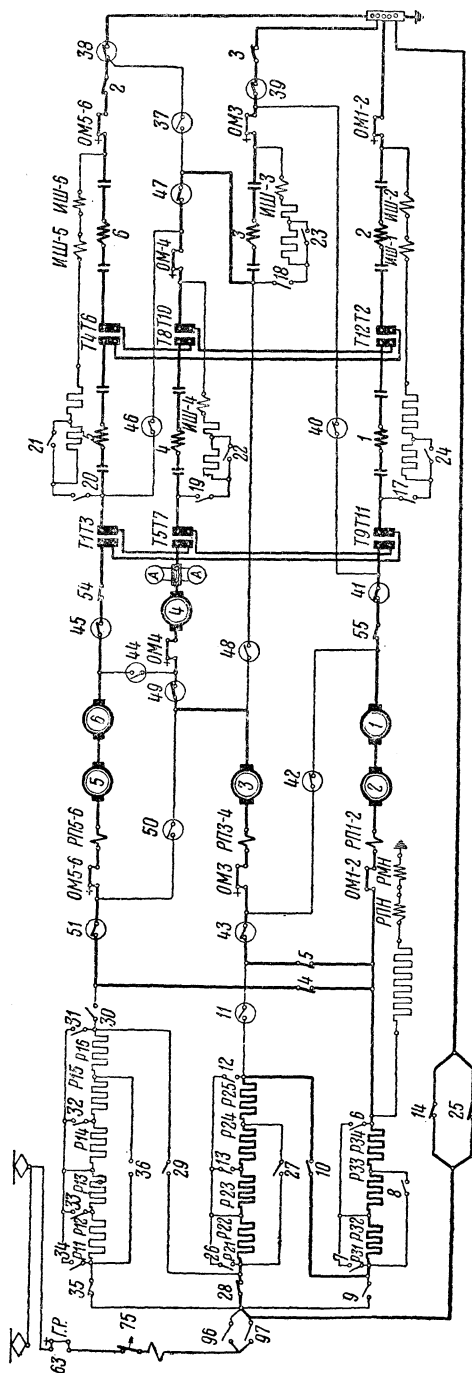
На остальных тормозных позициях (2-й и 15-й) схема включения тяговых двигателей остаётся без изменения. Пусковые реостаты переключаются по комбинированным схемам, причём отдельные секции их шунтируются.

Ниже дано краткое описание токопрохождения по цепи управления и силовой цепи пусковых реостатов с 1-й по 15-ю позицию тормозной рукоятки контроллера. На фиг. 517а — 517г показано

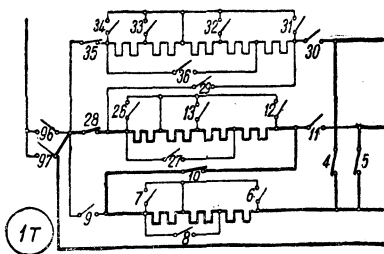
токопрохождение по реостатам.

Если по какой-либо причине (например из-за резкого поворота рукоятки тормозного барабана) в цепи двигателей, работающих на генераторном режиме, произошла перегрузка, то сработает соответствующее реле перегрузки. Это реле своими контактами в цепи низкого напряжения разорвёт цепь возбуждения катушек тормозных контакторов 2, 3, 14, 25, 54 и 55 и вентилей электрического торможения 109. Эти контакторы разомкнутся и разомкнут силовую цепь двигателей в нескольких местах. Электрическое торможение при этом прекратится, и контакты реле перегрузки упадут на прежнее место.

Несмотря на то что после замыкания контактов реле перегрузки разорванная цепь в этом месте восстановится, включения тормозных контакторов не произойдёт, так как цепь будет разорвана в другом месте блокировкой контактора 25 в проводах 7Б-29 (фиг. 515). Для включения тормозных контакторов и восстановления тормозной схемы необходимо тормозную рукоятку поставить на нулевую



Фиг. 516. Цепь тока тяговых двигателей электровоза серии ВЛ19 на 1-й позиции тормозной рукоятки контроллера



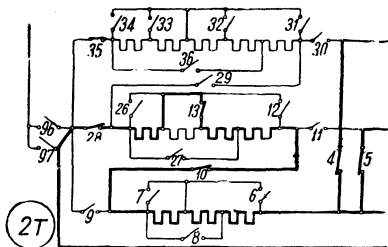
1-я позиция

Разобрана выше.

Включены контакторы: 4, 5, 10, 28, 35.

Первая группа пусковых реостатов отключена.

Вторая и третья группы включены последовательно.



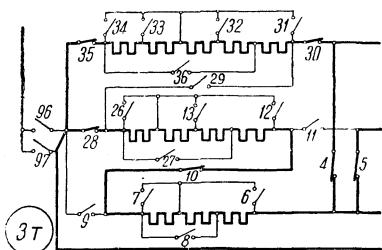
2-я позиция

Включается цепь: провод 20, катушка контактора 13, земля.

Включается контактор 13.

Включены контакторы: 4, 5, 10, 13, 28, 35.

Шунтируется секция P22-P23 пусковых реостатов.



3-я позиция

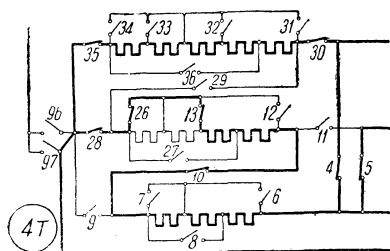
Включается цепь: провод 27, катушка контактора 30, блокировка контактора 35, провод 1Д, блокировка КСП-П, блокировка ТК-Т, земля.

Включается контактор 30.

Выключается контактор 13 вследствие размыкания провода 20.

Включены контакторы: 4, 5, 10, 28, 30, 35.

Первая группа реостатов включается параллельно второй и третьей, соединённым последовательно.



4-я позиция

Включаются цепи: провод 19, катушка контактора 26, блокировка контактора 5, земля; провод 20, катушка контактора 13, земля.

Включаются контакторы: 13 и 26.

Включены контакторы: 4, 5, 10, 13, 26, 28, 30, 35.

Во второй группе реостатов шунтируются секции P21-P22 и P22-P23.

Фиг. 517а. Прохождение тока по пусковым сопротивлениям на 1—4-й позиции тормозной рукоятки контроллера

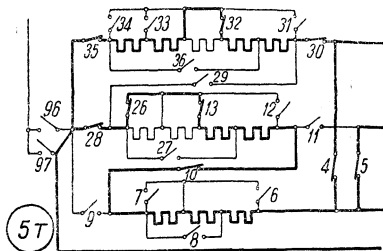
5-я позиция

Включается цепь: провод 13, катушка контактора 32, земля.

Включается контактор 32.

Включены контакторы: 4, 5, 10, 13, 26, 28, 30, 32, 35.

В первой группе реостатов шунтируется секция P13-P14.



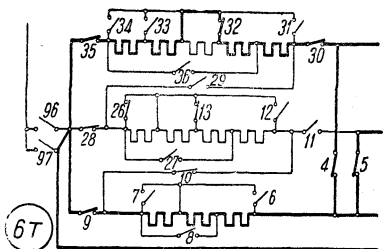
6-я позиция

Включается цепь: провод 10, катушка контактора 9, блокировка контактора 35, провод 1Д, блокировка КСП-П, блокировка ТК-Т, земля.

Включается контактор 9.

Включены контакторы: 4, 5, 9, 10, 13, 26, 28, 30, 31, 32, 35.

Шунтируется вторая группа реостатов. Остаются включенными параллельно первая и третья группы реостатов.



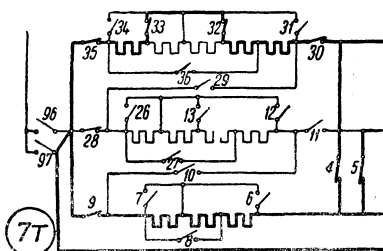
7-я позиция

Включается цепь: провод 14, катушка контактора 33, земля.

Включается контактор 33. Вследствие отключения проводов 8, 20 и 19 выключаются контакторы 10, 13, 26.

Включены контакторы: 4, 5, 9, 28, 30, 32, 33, 35.

В первой группе реостатов шунтируется секция P12-P13.



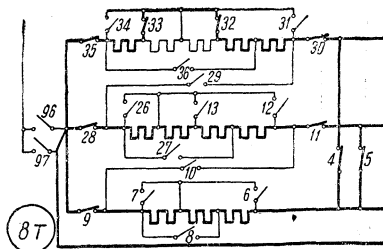
8-я позиция

Включается цепь: провод 26, катушка контактора 11, земля.

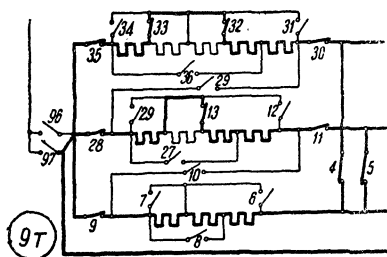
Включается контактор 11.

Включены контакторы: 4, 5, 9, 11, 28, 30, 32, 33, 35.

Все три группы реостатов включаются параллельно. Секции P12-P13 и P13-P14 остаются шунтированными.



Фиг. 5176. Прохождение тока по пусковым сопротивлениям на 5—8-й позиции тормозной рукоятки контроллера



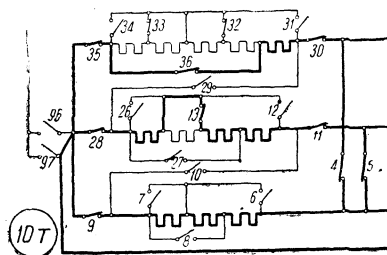
9-я позиция

Включается цепь: провод 20, катушка контактора 13, земля.

Включается контактор 13.

Включены контакторы: 4, 5, 9, 11, 13, 28, 31, 32, 33, 35.

Шунтируется секция реостатов P22—P23.



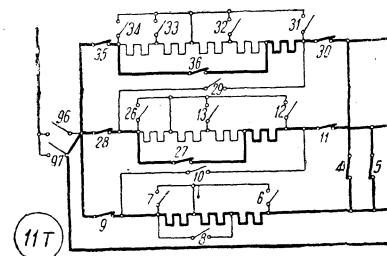
10-я позиция

Включается цепь: провод 16, катушка контактора 36, блокировка контактора 5, земля.

Включается контактор 36.

Включены контакторы: 4, 5, 9, 11, 13, 28, 30, 32, 33, 35, 36.

Шунтируются секции реостатов P11-P12 и P14-P15.



11-я позиция

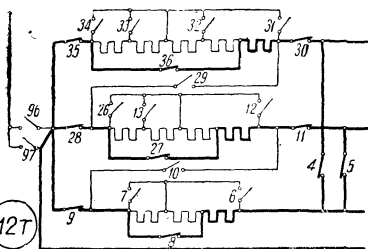
Включается цепь: провод 41, катушка контактора 27, блокировка контактора 5, земля.

Включается контактор 27.

Включаются контакторы: 13, 32, 33.

Включены контакторы: 4, 5, 9, 11, 27, 28, 30, 35, 36.

Шунтируются секции реостатов P21-P22 и P23-P24.



12-я позиция

Включается цепь: провод 24, земля.

Этим замыкается цепь катушки контактора 8, получающей ток через блокировку КСП-II от вентилей Вкл и Выкл группового переключателя.

Включается контактор 8.

Включены контакторы: 4, 5, 8, 9, 11, 27, 28, 30, 35, 36.

Контактором 8 шунтируются секции реостатов P31-P32 и P32-P33.

Фиг. 517в. Прохождение тока по пусковым сопротивлениям на 9—12-й позиции тормозной рукоятки контроллера

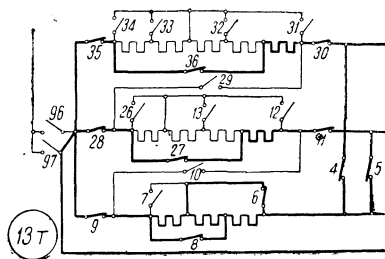
13-я позиция

Включается цепь: провод 21, катушка контактора 6, блокировка контактора 8, земля.

Включается контактор 6.

Включены контакторы: 4, 5, 6, 8, 9, 11, 27, 28, 30, 35, 36.

Секции реостатов *P31-P32*, *P32-P33* и *P33-P34* включаются параллельно между собой.



14-я позиция

Включаются цепи: провод 40, катушка контактора 12, блокировка контактора 27, земля; провод 12, катушка контактора 31, блокировка контактора 27, земля; провод 14, катушка, контактора 33, земля; провод 13, катушка контактора 32, земля; провод 20, катушка контактора 13, земля.

Включаются контакторы: 12, 13, 31, 32, 33.

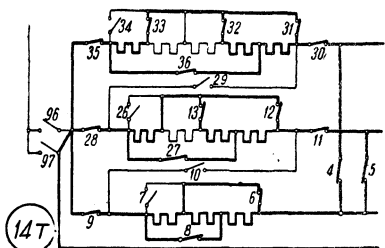
Включены контакторы: 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 35, 36.

В первой группе реостатов включаются параллельно секции *P11-P12*, *P14-P15* и *P15-P16*.

Во второй группе реостатов включаются параллельно секции *P21-P22*, *P23-P24* и *P24-P25*.

В третьей группе реостатов включены параллельно секции *P31-P32*, *P32-P33* и *P33-P34*.

Все три группы реостатов включены параллельно в цепи двигателей.



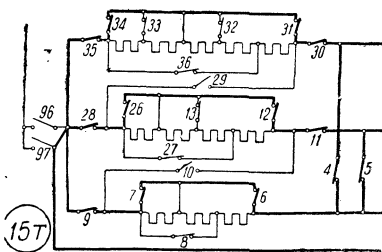
15-я позиция

Включаются цепи: провод 15, катушка контактора 34, блокировка контактора 5, земля; провод 22, катушка контактора 7, земля; провод 19, катушка контактора 26, блокировка контактора 5, земля.

Включаются контакторы: 7, 26, 34.

Включены контакторы: 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36.

Все секции реостатов шунтированы.



Фиг. 517г. Прохождение тока по пусковым сопротивлениям на 13—15-й позиции тормозной рукоятки контроллера

позицию, а затем вновь установить тормозную рукоятку на требуемое положение.

В схеме электровоза после размыкания тормозных контакторов происходят следующие изменения.

Блокировка контактора 25 разрывает цепь между проводами 7Б-29Ж, следствием чего является прекращение возбуждения катушки ТК-Т тормозного переключателя.

Групповой переключатель начнёт вращаться обратно в положение, соответствующее серийному соединению двигателей, так как блокировка контактора 25 (провод 7Б-6А) разрывает цепь возбуждения вентилей Вкл и Выкл.

После того как групповой переключатель повернулся из положения, соответствующего параллельному соединению двигателей, размыкаются блокировки КСП-П, в результате чего размыкаются контакторы 4, 5, 10, 28, 30 и 35.

Если тормозная рукоятка оставлена на одной из тормозных позиций, то изменения в схеме на этом прекращаются.

Выше указано, что при возбуждённой катушке вентиля 109 тормозные цилиндры соединяются с атмосферой и возможность нормального пневматического торможения при этом исключается. После того как прекратилось возбуждение катушки вентиля 109, вновь появляется возможность пневматического торможения; это значит, что при прекращении реостатного торможения есть возможность затормозить электровоз пневматическими тормозами (автоматическим или прямодействующим).

После установки тормозной рукоятки на нулевую позицию изменения в схеме продолжают в следующем порядке.

Возбуждаются катушки контакторов 96 и 97 от провода 3 и через блокировки контакторов 14 и 25 в проводах 3А-3Б и 3Б-Г.

После замыкания блокировок контакторов 96 и 97 между проводами 35А-35Б, 35Б-35В возбуждается катушка ТК-М от провода Н2, через контакторный элемент реверсивного вала контроллера, замыкающий провода Н2-3В, сегмент тормозного барабана, блокировку ТК-Т в проводе 3-35А.

В результате тормозной переключатель повернётся в положение, соответствующее моторному режиму.

После постановки главной рукоятки контроллера на 1-ю позицию и соединения провода Н2 с проводом 11 реверсор устанавливается в положение, соответствующее моторному режиму. От провода же 11 через провод 35, блокировки ТК-М и блокировки контакторов 96 и 97 получает питание катушка ТК-М тормозного переключателя.

С поворотом главной рукоятки на 1-ю позицию начинается моторный режим; с поворотом тормозной рукоятки на 1-ю позицию начинается тормозной режим.

Во время нормального снятия с тормозного режима, т. е. при установке тормозной рукоятки с тормозной позиции на нулевую,

схема даёт моторное положение в порядке, аналогичном только что разобранному.

Электрические блокировки в схемах электровозов серии ВЛ19 с реостатным торможением. На электровозах серии ВЛ19 с реостатным торможением электрическую блокировку имеют следующие аппараты силовой цепи тяговых двигателей: быстродействующий выключатель *БВ*, реверсор, тормозной переключатель *ТК*, групповой переключатель *КСП*, отключатель двигателей *ОМ*, контакторы *5, 8, 13, 14, 25, 27, 29, 30, 32, 35, 96* и *97*.

Быстродействующий выключатель *БВ*. Блокировка быстродействующего выключателя имеет два положения соответственно замкнутому и разомкнутому положениям силовых контактов (см. чертеж развёртки блокировки *БВ* на фиг. 514).

Когда быстродействующий выключатель включён, замыкаются блокировки в проводах *1Д-1Е* и *Н17-30*. При выключенном *БВ* эти блокировочные контакты выключаются.

Блокировка в проводах *1Д-1Е* включена в цепь катушек вентилей линейных, переходных и уравнительных контакторов *4, 5, 9, 10, 28, 29, 30* и *35*.

Эта блокировка при размыкании *БВ* выключает все линейные и переходные контакторы и допускает их повторное включение только после восстановления *БВ*.

Блокировка в проводах *Н17-30* замыкает цепь индикаторных ламп *БВ*, которые при замыкании последнего зажигаются, сигнализируя о включённом положении *БВ*.

Р е в е р с о р. Один реверсор (см. развёртку блокировки на фиг. 514) имеет блокировку в цепи первого линейного контактора *35* между проводами *1А-1Б* и *2А-2Б*, второй — между проводами *1Б-1В* и *2Б-1В*. (На фиг. 514 номера проводов второго реверсора даны в скобках.)

Эта блокировка замыкает цепь и подаёт питание катушке электромагнитного вентиля контактора *35* только тогда, когда реверсор находится в положении, соответствующем позиции реверсивной рукоятки контроллера машиниста, и размыкает её при переходе реверсора из одного положения в другое.

Контактор *35* блокирует обратный провод катушек всех линейных и переходных контакторов, т. е. выключение контактора *35* влечёт за собой выключение остальных контакторов. Таким образом, этой блокировкой обеспечивается переключение реверсора из одного положения в другое при разомкнутой силовой цепи, т. е. без тока.

Т о р м о з н о й п е р е к л ю ч а т е л ь *ТК*. Блокировка тормозного переключателя (см. развёртку блокировки *ТК* на фиг. 514) имеет два основных положения, соответствующих рабочим положениям переключателя при моторном (*ТК-М*) и тормозном (*ТК-Т*) режимах. Кроме того, часть блокировки работает и в момент перехода *ТК* из одного положения в другое.

При моторном положении замкнуты блокировочные контакты *ТК-М*, включённые между проводами *35-35А*, *10-26*, *1Е-25*, *29Е-Г*, *30А-30Д*, *9Б-27*, *7Б-29Б*.

Блокировка в проводах *30А-30Д* и *35-35А* включена также и на переходном положении.

При тормозном положении *ТК* замкнуты блокировки *ТК-Т*, включённые между проводами *3-35А*, *8А-4В*, *30Г-Г*, *1Ж-Г*, *7Б-7*, *ТБ-11*.

Блокировка в проводах *3-35А* и *30А-Г* включена также и на переходном положении.

Кроме перечисленных блокировок *ТК* имеет блокировку в проводах *1*, *1А*, *2*, *2А* в цепи катушек вентилей реверсора.

Блокировка в проводе *35-35А* включена в цепи катушки *ТК-М* электромагнитного вентиля, устанавливающего тормозной переключатель в «моторное» положение. Эта блокировка работает вместе с блокировкой *ТК-Т* между проводами *3-35А* и даёт возможность независимого управления включением контакторов *2*, *3*, *54* и *55* на моторном и тормозном режимах. При тормозном положении *ТК* включена блокировка в проводах *3-35А*, которая подготавливает цепь для включения катушки *ТК-М* и перехода *ТК* в моторное положение, как только включатся контакторы *96* и *97* и их блокировка в проводах *35А-35Б* и *35Б-35В*. В этом случае необходимо предупредить возможность включения катушек контакторов *2*, *3*, *54* и *55* от провода *35* через моторные сегменты тормозного барабана и провод *11*, так как эти катушки в момент перехода к моторному режиму должны включаться только начиная с 1-го положения главной рукоятки контроллера.

Во время перехода *ТК* в моторное положение блокировка *ТК-Т* в проводах *3-35А* разомкнётся, замкнётся блокировка *ТК-М* в проводах *35-35А* и даст возможность включения катушек контакторов *2*, *3*, *54* и *55* от провода *11*.

Блокировка *ТК-М* в проводах *10-26* и блокировка в проводах *9Б-27* включены в цепь катушек электромагнитных вентилей контакторов *11* и *30* соответственно. Этими блокировками при переходе *ТК* в тормозное положение катушки контакторов *11* и *30* отключаются от пальцев главного барабана контроллера и вообще от той части схемы цепи управления, которая работает на моторном режиме, так как на тормозном режиме включение их осуществляется сегментами тормозного барабана контроллера.

Блокировка *ТК-М* в проводах *1Е-25* включена в цепь обратного провода катушек электромагнитных вентилей линейных уравнительных и переходных контакторов *4*, *5*, *9*, *10*, *28*, *29*, *30* и *35* и допускает включение этих контакторов только после установки *ТК* в моторное положение. Эта блокировка включена последовательно с блокировкой *БВ* в проводе *1Д-1Е*, имеющей аналогичное назначение с разобранный выше.

Блокировка *ТК-М* в проводах *29Е-Г* включена в цепь обратного провода катушек электромагнитных вентилей тормозных кон-

такторов 2, 3, 54 и 55 и имеет назначением на моторном режиме включать этот обратный провод непосредственно к земле. На тормозном режиме, когда блокировка *ТК-М* в проводе *29Е-Г* разомкнута, этот обратный провод включается к земле через контакты *КСП-П*, *14*, *АВУ*, *АВУ*, *РП1-2*, *РП3-4*, *РП5-6* и *РМН*.

Блокировка *ТК-М* в проводах *30А-30Д* включена в обратный провод удерживающей катушки *БВ*. Эта блокировка замкнута на моторном режиме, а также и при переходном положении *ТК*. Параллельно блокировке в проводах *30А-30Д* включена блокировка *ТК-Т* в проводе *30А-Г*, замыкающаяся на тормозном положении *ТК*, а также и в момент переходного положения.

Блокировка в проводах *30А-30Д* включает обратный провод удерживающей катушки *БВ* на землю через контакты реле перегрузки *РП1-2*, *РП3-4*, *РП5-6* и реле максимального напряжения *РМН*. Блокировка в проводе *30А-Г* включает этот же провод непосредственно на землю. На моторном режиме, когда замкнута блокировка провода *30А-30Д*, цепь удерживающей катушки замыкается через защитные реле, что соответствует нормальной работе *БВ*. На тормозном режиме блокировка в проводе *30А-Г* даёт прямой путь к земле (помимо защитных реле) обратному проводу удерживающей катушки *БВ*, благодаря чему *БВ* на тормозном режиме остаётся включённым, а контакты реле используются для отключения контакторов 2, 3, 14, 25, 54, 55.

Блокировка *ТК-М* в проводах *7Б-29Б* включена в цепи катушек электромагнитных вентилях тормозных контакторов 14 и 25 и блокировочных вентилях электрического торможения 109 и имеет назначением включение этих контакторов и вентилях торможения при переходе с моторного на тормозной режим. Так как включение контакторов 14 и 25 и вентилях торможения должно происходить в первую очередь после отключения контакторов 96 и 97, то ещё при моторном положении *ТК* блокировка в проводе *7Б-29Б* включает цепь катушек этих контакторов. В дальнейшем, при переходе *ТК* в тормозное положение и выключении блокировки в проводе *7Б-29Б*, включение катушек этих контакторов осуществляется через замыкающуюся при включении контактора 25 его блокировку, которая включена параллельно данной.

В случае, если контактор 25 не включится, остаются невключёнными контактор 14 и блокировочные вентили электрического торможения.

Блокировка *ТК-Т* в проводах *3-35А* включена в цепь катушки моторного вентиля *ТК* и подготавливает включение катушки моторного вентиля *ТК* при тормозном и переходном положениях *ТК*. Этой блокировкой тормозной переключатель при снятии тормозного режима и при условии нахождения реверсивной рукоятки в одном из рабочих положений автоматически возвращается в моторное положение.

Блокировка *ТК-Т* в проводах *8А-4В* включена в цепь обратного провода катушки контактора 10 параллельно блоки-

ровке *КСП-С-СП*. Эта блокировка даёт возможность при тормозном режиме включать контактор *10* на параллельном положении группового переключателя, что не допускается на моторном режиме.

Блокировка *ТК-Т* в проводах *1Ж-Г* включена в цепи обратного провода катушек линейных, переходных и уравнительных контакторов *4, 5, 9, 10, 28, 29, 30* и *35* и допускает включение этих контакторов только после установки *ТК* в тормозное положение. Эта блокировка включена последовательно с блокировкой *КСП-П* (провод *1Д-1Ж*), имеющей аналогичное назначение в отношении правильной установки *КСП* в параллельное положение.

Блокировка *ТК-Т* в проводах *7Б-7* осуществляет автоматическое включение контактора *4* на тормозном положении *ТК*.

Блокировка *ТК-Т* в проводах *7Б-11* осуществляет автоматическое включение тормозных контакторов *2, 3, 54* и *55* на тормозном положении *ТК*.

Блокировка в проводах *1, 1А, 2* и *2А* включена в цепь катушек вентилей реверсора и имеет назначением при переходе *ТК* из моторного положения в тормозное и обратно производить автоматическое переключение реверсора, что необходимо при переходе с тормозного режима работы схемы на моторный и обратно.

Г р у п п о в о й п е р е к л ю ч а т е л ь *КСП*. Групповой переключатель двигателей *КСП* (см. развёртку блокировок *КСП* на фиг. 514) имеет следующие блокировки:

1. Блокировки в проводах *4-4А (КСП-С)* в цепи катушки контактора *29*, в проводах *8А-4В (КСП-С-СП)* в цепи катушки контактора *10*, в проводах *7-7А (КСП-СП-П)* в цепи катушки контактора *4* и в проводах *6А-6Б (КСП-П)* в цепи катушки контактора *5*.

Контакты *29, 10, 5* и *4* включают в группы секции пусковых реостатов по серийной, серийно-параллельной или параллельной схеме. Указанные блокировки обеспечивают на каждом из положений *КСП* включение только тех из этих контакторов, которые включают группы реостатов соответственно включению группы двигателей.

При *КСП-С* включаются контакторы *29* и *10*; не включаются контакторы *4* и *5*.

При *КСП-СП* включаются контакторы *4* и *10*; не включаются контакторы *5* и *29*.

При *КСП-П* включаются контакторы *4* и *5*; не включаются контакторы *10* и *29* (см. табл. 20).

2. Блокировки в проводах *4Г-4Д (КСП-С)*, *5-4Д (КСП-СП)*, *6А-4Д (КСП-П)* включены в цепи катушки контактора *8*.

Указанные блокировки обеспечивают выключение контакторов, шунтирующих секции пусковых реостатов, при переходе группового переключателя двигателей из одного положения в другое (см. описание назначения блокировок *КСП-С, КСП-СП* и *КСП-П* в проводах *1Г-1Д, 2-1Д* и *3А-1Д* в схемах электропроводов серий ВЛ22 и ВЛ22^м с рекуперативным торможением на стр. 495—496).

3. Блокировка в проводе *9А-9В* в цепи катушки электромагнитного вентиля контактора *30* параллельно блокировке отключателя двигателей включается при параллельном положении *КСП*. Эта блокировка обеспечивает включение контактора *30* при отключённых двигателях только при параллельном положении *КСП*.

4. Блокировка в проводах *10-6А* включается на положениях *КСП-СП*; блокировка в проводах *6-6А* включается на переходных положениях от *КСП-СП* к *КСП-П* и на положениях *КСП-П*. Эти блокировки работают при переходе группового переключателя двигателей из серийно-параллельного в параллельное положение. Блокировка в проводах *10-6А* осуществляет предварительное включение катушек *1 Вкл* и *5 Вкл* вентиля *КСП* на 27-й позиции. На этой позиции включены также вентили *2 Вкл*, *3 Вкл* и *4 Вкл*. В дальнейшем, когда *КСП* начнёт переходить в параллельное положение, блокировка в проводах *10-6А* разомкнётся и питание катушек *1 Вкл* и *5 Вкл* вентиля *КСП* перейдёт к блокировке в проводах *6-6А*, замыкающейся как в период перехода, так и в параллельном положении *КСП*.

5. Блокировка в проводах *1Д* и *1Ж* в цепи обратного провода линейных, уравнильных и переходных контакторов *4*, *5*, *9*, *10*, *28*, *29*, *30* и *35* и блокировка в проводах *29Е-29Д* в цепи обратного провода тормозных контакторов *2*, *3*, *54* и *55* относятся к тормозному режиму. При торможении *КСП* должен находиться в параллельном (*КСП-П*) положении. Указанная блокировка обеспечивает включение перечисленных контакторов при тормозном режиме только после правильной установки *КСП* в параллельное положение. В момент выключения тормозного режима эта же блокировка обеспечивает размыкание тормозных контакторов, как только *КСП* начнёт переходить из параллельного положения в серийно-параллельное.

Отключатель двигателей (*ОМ*). Блокировка отключателя двигателей в проводах *29-29А* (фиг. 514, 515) исключает при отключённых тяговых двигателях поворот тормозного переключателя в тормозное положение и замыкание контакторов *14* и *25*.

Назначение остальных блокировок *ОМ* описано выше.

Индивидуальные контакторы (см. блокировки контакторов на фиг. 515). Контакт *8* имеет блокировочные контакты, замыкающие при его включении провода *15А-Г* в цепи катушки электромагнитного вентиля, контактора *34*, *41А-Г* в цепи катушки вентиля контактора *27*, *19А-Г* в цепи катушки вентиля контактора *26*, *21А-Г* в цепи катушки вентиля контактора *6*.

Контактор *27* имеет блокировочные контакты, замыкающие при его включённом положении провода *12А-Г* в цепи катушки контактора *31*, *16А-Г* в цепи катушки контактора *36*, *40А-Г* в цепи катушки контактора *12*.

Этой блокировкой при выключении контактора 8 обеспечивается выключение также и контакторов 6, 12, 26, 27, 31, 34, 36, которые являются пусковыми и шунтируют секции реостатов.

Как разобрано выше, блокировочные контакты группового переключателя КСП при переходе последнего из одного положения в другое автоматически выключают контактор 8, чем обеспечивается также отключение и остальных шунтирующих контакторов (кроме 7, 13, 32 и 33).

Контактор 5 имеет блокировочные контакты, включённые параллельно соответствующим блокировочным контактам контактора 8 (в проводах 15А-Г, 41А-Г и 19А-Г) и контактора 27 (в проводах 16А-Г) в цепи катушек контакторов 31, 27, 26 и 36.

Эта блокировка во время реостатного торможения даёт возможность включения контакторов 34, 27 и 26 независимо от контактора 8 и контактора 36 независимо от контактора 27, что необходимо при тормозном режиме, когда секции пусковых реостатов включаются в других комбинациях, нежели при моторном режиме.

Контакты 13 и 32 имеют блокировочные контакты в проводах 1Д-13 и 13-1Г цепи обратного провода катушки вентиля контактора 35. Блокировочные контакты 13 и 32 замкнуты при выключенном положении контакторов 13 и 32 и включены параллельно блокировке контактора 35.

Эта блокировка при пуске в ход электровоза (1-я позиция) обеспечивает включение контактора 35 только при разомкнутых контактах 32 и 13, которые шунтируют наибольшие по величине секции пусковых реостатов. Таким образом, на 1-й позиции главной рукоятки всегда обеспечивается включение этих секций в силовой цепи тяговых двигателей.

Контактор 14 имеет две блокировки:

1) блокировку в проводах 3А-3Б, замкнутую при выключенном положении контактора; эта блокировка включена в цепь обратного провода катушек контакторов 96 и 97 и не даёт возможности включиться этим контакторам при замкнутом положении контактора 14; при снятии тормозного режима эта блокировка допускает включение контакторов 96 и 97 только после размыкания контактора 14;

2) блокировку в проводах 29Г-29Д, замкнутую при включённом положении контактора; эта блокировка включена в цепь обратного провода катушек электромагнитных вентилей контакторов 2, 3, 54, 55 и обеспечивает при тормозном режиме включение обратного провода катушек вентилей этих контакторов через реле перегрузки и максимального напряжения, а также обеспечивает включение этих контакторов только после включения контактора 14; в момент выключения тормозного режима эта блокировка обеспечивает размыкание контакторов 2, 3, 54 и 55, как только выключается контактор 14.

Контактор 25 имеет блокировки в проводах 3Б-Г, включённые при разомкнутом контакторе, и в проводах 29Б-7Б, 7Б-29Ж, 7Б-6А, включённые при замкнутом положении контактора.

Блокировка в проводе *3Б-Г* включена в цепь обратного провода катушек вентиля контакторов *96* и *97* и не даёт возможности включиться этим контакторам при замкнутом положении контактора *25*. В момент снятия тормозного режима эта блокировка допускает включение их только после размыкания контактора *25*. Данная блокировка включена последовательно с аналогичной блокировкой контактора *14*.

Блокировка в проводах *29Б-7Б* включена в цепь катушек электромагнитных вентиля контакторов *14* и *25* и блокировочных вентиля торможения параллельно блокировке *ТК-М* тормозного переключателя и обеспечивает при переходе на тормозной режим замыкание цепи катушек вентиля этих контакторов после размыкания блокировки *ТК-М*.

Блокировка в проводах *7Б-29Ж* включена в цепь катушки *ТК-Т* вентиля тормозного переключателя и допускает включение этого вентиля, т. е. переход *ТК* в тормозное положение, только после замыкания контактора *25*.

Блокировка в проводах *7Б-6А* включена в цепи катушек *1 Вкл* и *5 Выкл* вентиля группового переключателя *КСП*. Включением этих катушек переключатель устанавливается в параллельное положение. Таким образом, назначением данной блокировки является при переходе на тормозной режим (после замыкания контактора *25*) включить катушки *1 Вкл* и *5 Выкл* и этим автоматически осуществить переход *КСП* в положение параллельного включения двигателей.

Контакты *29* и *30* имеют следующие блокировки:

контакт *29* — в проводах *4-4Г* и *9-9Д*, замкнутые при включённом контакторе, и в проводах *9А-9Д*, замкнутую при выключённом контакторе;

контакт *30* — в проводах *9А-11*, замкнутую при включённом контакторе и в проводах *9-9А*, замкнутую при выключённом контакторе.

Назначение и действие этих блокировок такое же, как и действие блокировок контактора *47* в проводах *1-1Г*, *6-6В* и *6А-6В* и блокировок контактора *49* в проводах *6А-10* и *6-6А* на электровозах серии ВЛ22^м с рекуперативным торможением (см. стр. 499—500).

Контакт *35* имеет блокировки в проводах *1Г-1Д*, *4В-1Г*, *9Г-4В*, *10А-4В*, замыкающиеся при включении контактора *35*.

Блокировка в проводах *1Г-1Д* включена в обратный провод катушки электромагнитного вентиля самого контактора *35* параллельно блокировкам контакторов *13* и *32*. Эта блокировка служит, с одной стороны, для того, чтобы допускалось включение контактора *35* при разомкнутых контакторах *13* и *32*, и, с другой стороны, чтобы после включения контактора *35* дать возможность контакторам *32* и *13* включиться, не нарушая своей блокировкой цепи контактора *35*.

Остальные блокировки контактора *35* включены в цепи обратных проводов катушек электромагнитных вентиля линейных и пе-

реходных контакторов. Эти блокировки предупреждают возможность образования последовательно-параллельных контуров в цепи управления электровоза в случае неправильного включения отдельных контакторов.

Блокировка в проводах *4В-1Г* имеет аналогичное назначение при параллельной работе нескольких электровозов и одновременном включении контакторов *35* на этих электровозах.

Контакторы *96* и *97* имеют по два блокировочных контакта. У контактора *96* блокировки включены в провода *35А-35Б* и *29А-29В*, у контактора *97* — в провода *35Б-35В* и *29В-7Б*. Блокировочные контакты в проводах *35А-35Б* и *35Б-35В* замкнуты при замкнутых контакторах и включены в цепь катушки электромагнитного вентиля, устанавливающего тормозной переключатель в моторное положение, т. е. тормозной переключатель может перейти в положение *ТК-М* только после того, как включатся контакторы *96* и *97*.

Эта блокировка вместе с блокировкой *ТК-Т* между проводами *3-35А* служит для подготовки силовой цепи к моторному режиму при снятии (выключении) реостатного торможения.

При торможении *ТК* находится в тормозном положении, блокировка *ТК-Т* замкнута, контакторы *96* и *97* разомкнуты и блокировка в проводах *3-35А* замыкает цепь катушки *ТК-М*. Так как блокировки в проводах *35А-35Б* и *35Б-35В* разомкнуты, то катушка *ТК-М* не может включиться. После выключения торможения замыкаются контакторы *96*, *97* и их блокировки замыкают цепь катушки *ТК-М*.

Блокировочные контакты в проводах *29А-29В* и *29В-7Б* замкнуты при разомкнутых контакторах *96* и *97*. Эти блокировки включены в цепи катушек электромагнитных вентилях тормозных контакторов *14* и *25* и обеспечивают возможность включения этих контакторов только при разомкнутом положении контакторов *96* и *97*, т. е. контакторы *14* и *25*, заземляющие силовую цепь при тормозном режиме, можно включить только после размыкания контакторов *96* и *97*.

Кроме рассмотренных выше блокировок отдельных контакторов и переключающих аппаратов, имеется ряд блокировочных контактов у защитных реле.

Реле перегрузки. Реле перегрузки в количестве трёх включены в силовую цепь в каждую из трёх отдельных групп двигателей. Блокировочные контакты реле перегрузки *РП1-2*, *РП3-4*, *РП5-6* на моторном режиме включены в цепь обратного провода удерживающей катушки быстродействующего выключателя, а при тормозном — в цепь обратного провода катушек тормозных контакторов *14*, *25*, *2*, *3*, *54* и *55*. При повышении тока в одной из групп двигателей выше предела, на который отрегулировано реле, последнее размыкает блокировочные контакты, что ведёт к выключению быстродействующего выключателя на моторном режиме или тормозных контакторов на тормозном режиме.

Реле максимального напряжения. Реле максимального напряжения включено параллельно силовой цепи двигателей после пусковых реостатов. Блокировочные контакты этого реле (*РМН*) на моторном режиме включены в обратный провод удерживающей катушки быстродействующего выключателя, а на тормозном — в обратный провод катушек тормозных контакторов и обеспечивают выключение *БВ* на моторном режиме или тормозных контакторов на тормозном режиме при повышении напряжения в цепи двигателей выше установленного предела (3 950 в).

Реле пониженного напряжения. Реле пониженного напряжения (*РПН*) включено последовательно с реле максимального напряжения. Блокировочные контакты *РПН* включены в цепь индикаторных ламп (провода *11А-11*). При понижении напряжения в цепи двигателей ниже установленного предела блокировочные контакты *РПН* размыкаются и индикаторные лампы гаснут.

Автоматический выключатель управления АВУ. Автоматические выключатели управления служат для того, чтобы при реостатном торможении и при экстренном пневматическом торможении отключать силовую цепь двигателей. Блокировочные контакты *АВУ* включены в цепь обратного провода катушек тормозных контакторов *14, 25, 2, 3, 54* и *55* и выключают их при действии пневматических тормозов.

Перечень аппаратов электровозов серии ВЛ19 с реостатным торможением дан в приложении 21.

5. Схемы электровозов серии ВЛ19 на два напряжения

Некоторые электровозы серии ВЛ19 имеют электрические схемы, позволяющие им работать при напряжении в контактном проводе 3 000 и 1 500 в.

При работе электровоза от напряжения 3 000 в электрические схемы дают возможность получить обычные для электровозов девять скоростей: три различные скорости на полном поле (серийное, серийс-параллельное и параллельное соединения двигателей) и шесть скоростей на ослабленном поле.

При работе электровоза от напряжения 1 500 в электрические схемы дают возможность получить также девять скоростей — по три различные скорости на полном поле (серийс-параллельное, параллельное и полное параллельное соединения двигателей) и шесть скоростей на ослабленном поле.

Наибольшее распространение на электровозах на два напряжения имеет схема с одним групповым переключателем на четыре положения; имеются электровозы с двумя групповыми переключателями, а также электровозы на два напряжения с реостатным торможением.

В схеме электровоза на два напряжения с групповым переключателем на четыре положения (фиг. 518 и 519) применено перемежающееся включение якорей и обмоток возбуждения тяговых двигателей, т. е. после каждого якоря включения соответствующая обмотка возбуждения.

Переключение тяговых двигателей на серийное *С*, серийс-параллельное *СП*, параллельное *П* и полное (второе) параллельное соединение *ВП* осуществляется групповым переключателем на четыре положения. Этим же переключателем производится переключение ветвей пусковых сопротивлений; групповой переключатель имеет 22 контакторных элемента.

Вместо уравнильных контакторов применено постоянное уравнильное соединение.

Последовательность замыкания контакторов электровоза серии ВЛ19

Режим	Соединение	Позиции	И н д и в и д у а л ь н ы е																												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
М о т о р н ы й	Сериесное	1-я	1	2	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		2-я	1	2	—	4	—	6	—	—	—	10	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		3-я	1	2	—	4	—	6	—	—	—	10	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		4-я	1	2	—	4	—	6	—	—	—	9	10	—	—	—	14	15	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		5-я	1	2	—	4	—	6	—	—	—	9	10	11	—	—	14	15	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		6-я	1	2	—	4	—	6	—	—	—	—	10	11	—	—	14	—	—	18	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		7-я	1	2	—	4	—	6	—	8	—	10	11	—	—	—	14	—	—	18	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		8-я	1	2	—	4	—	6	—	8	—	10	11	—	—	—	14	—	—	19	—	—	—	—	—	23	—	—	—	—	—
		9-я	1	2	—	4	—	6	—	8	—	10	11	—	—	—	14	16	—	19	—	—	—	—	22	23	—	—	—	—	—
		10-я	1	2	—	4	—	6	—	8	9	10	11	—	—	—	14	16	—	19	—	—	—	—	22	23	—	—	—	—	—
		11-я	1	2	—	4	—	6	—	8	9	10	11	—	—	—	14	16	17	19	—	—	—	—	22	23	—	—	—	—	—
		12-я	1	2	—	4	—	6	—	8	9	10	11	—	—	—	14	15	16	17	19	—	—	—	22	23	—	—	24	—	—
		13-я	1	2	—	4	—	6	—	8	9	10	11	12	—	—	15	16	17	18	19	20	—	—	—	23	24	—	—	—	—
		14-я	1	2	—	4	—	6	—	8	9	10	11	12	13	—	—	15	16	17	18	19	20	—	—	—	23	24	—	—	—
		15-я	1	2	—	4	—	6	—	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	—	—	23	24	—	—	—	—
		16-я	1	2	—	4	5	6	—	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	—	—	—	—	—
		ОП-1	1	2	—	4	5	6	—	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
		ОП-2	1	2	—	4	5	6	—	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	Переход	I	1	2	—	4	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		II	1	2	—	4	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		III	1	2	—	4	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		IV	1	2	—	4	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
М о т о р н ы й	Сериес-параллельное	17-я	1	2	—	4	5	6	—	—	—	—	—	—	—	14	15	—	—	18	—	—	—	—	—	23	—	—	—	—	—
		18-я	1	2	—	4	5	6	—	—	—	10	—	—	—	—	14	—	—	18	—	—	—	—	—	23	—	—	—	—	—
		19-я	1	2	—	4	5	6	—	—	—	9	10	—	—	—	14	16	—	18	—	—	—	—	—	23	—	—	—	—	—
		20-я	1	2	—	4	5	6	—	—	—	9	10	11	—	—	14	—	—	18	—	—	—	—	—	23	—	—	—	—	—
		21-я	1	2	—	4	5	6	—	—	—	9	10	11	—	—	14	16	—	18	19	—	—	—	—	23	—	—	—	—	—
		22-я	1	2	—	4	5	6	—	8	—	10	11	—	—	—	14	16	—	19	—	—	—	—	—	22	23	—	—	—	—
		23-я	1	2	—	4	5	6	—	8	9	10	11	—	—	—	14	16	17	19	—	—	—	—	—	22	23	—	—	—	—
		24-я	1	2	—	4	5	6	—	8	9	10	11	—	—	—	14	15	16	17	18	19	20	—	—	22	23	—	24	—	—
		25-я	1	2	—	4	5	6	—	8	9	10	11	12	—	—	15	16	17	18	19	20	—	—	—	23	24	—	—	—	—
		26-я	1	2	—	4	5	6	—	8	9	10	11	12	13	—	15	16	17	18	19	20	21	—	—	23	24	—	—	—	—
		27-я	1	2	3	4	5	6	—	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	—	—	—	—	—
		ОП-1	1	2	3	4	5	6	—	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
		ОП-2	1	2	3	4	5	6	—	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	Переход	I	1	2	3	4	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		II	1	2	3	4	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		III	1	2	3	4	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		IV	1	2	3	4	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
М о т о р н ы й	Параллельное	28-я	1	2	3	4	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	19	—	—	—	—	23	—	—	—	—	—
		29-я	1	2	3	4	5	6	—	8	—	10	—	—	—	—	15	—	—	19	—	—	—	—	—	22	23	—	—	—	—
		30-я	1	2	3	4	5	6	—	8	—	10	—	—	—	—	14	15	—	19	—	—	—	—	—	22	23	—	—	—	—
		31-я	1	2	3	4	5	6	—	8	—	10	11	—	—	—	14	15	—	19	—	—	—	—	—	22	23	—	—	—	—
		32-я	1	2	3	4	5	6	—	8	9	10	11	—	—	—	14	15	—	17	19	—	—	—	—	22	23	—	—	—	—
		33-я	1	2	3	4	5	6	—	8	9	10	11	—	—	—	14	15	16	17	19	—	—	—	—	22	23	—	—	—	—
		34-я	1	2	3	4	5	6	—	8	9	10	11	12	—	—	15	16	17	18	19	20	—	—	—	23	24	—	—	—	—
		35-я	1	2	3	4	5	6	—	8	9	10	11	12	13	—	15	16	17	18	19	20	21	—	—	23	24	—	—	—	—
		36-я	1	2	3	4	5	6	—	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	—	—	—	—	—
		ОП-1	1	2	3	4	5	6	—	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
		ОП-2	1	2	3	4	5	6	—	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29

на два напряжения при работе на напряжении 3 000 в

контакты						Групповые контакты																				Величины сопровожде- ния в Ом			
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55		56	57	58
-	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	28,3
-	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	20,1
-	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	15,3
-	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	11,15
-	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	9,05
-	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	7,57
-	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	6,59
-	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	5,68
-	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	4,49
-	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	3,98
-	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	3,15
-	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	2,44
-	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	1,92
-	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	1,00
-	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	0,386
-	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	0,00
30	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	0,00
30	31	32	33	34	35	36	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	0,00
-	-	-	-	-	-	-	37	-	39	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	-	54	-	56	-	58	-
-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	53	54	-	56	-	58	-
-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	53	53	-	56	-	58	-
-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	40	41	-	-	-	45	46	-	-	-	50	-	52	53	53	-	56	-	58	-
-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	52	53	53	-	56	-	58	-
-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	40	41	-	-	-	45	46	-	-	-	50	-	52	53	53	-	56	-	58	-
-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	40	41	-	-	-	45	46	-	-	-	50	-	52	53	53	-	56	-	58	3,59
-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	40	41	-	-	-	45	46	-	-	-	50	-	52	53	53	-	56	-	58	2,79
-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	40	41	-	-	-	45	46	-	-	-	50	-	52	53	53	-	56	-	58	2,34
-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	40	41	-	-	-	45	46	-	-	-	50	-	52	53	53	-	56	-	58	1,88
-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	40	41	-	-	-	45	46	-	-	-	50	-	52	53	53	-	56	-	58	1,485
-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	40	41	-	-	-	45	46	-	-	-	50	-	52	53	53	-	56	-	58	1,16
-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	40	41	-	-	-	45	46	-	-	-	50	-	52	53	53	-	56	-	58	0,76
-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	40	41	-	-	-	45	46	-	-	-	50	-	52	53	53	-	56	-	58	0,448
-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	40	41	-	-	-	45	46	-	-	-	50	-	52	53	53	-	56	-	58	0,298
-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	40	41	-	-	-	45	46	-	-	-	50	-	52	53	53	-	56	-	58	0,0885
-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	40	41	-	-	-	45	46	-	-	-	50	-	52	53	53	-	56	-	58	0,00
30	-	-	-	-	-	-	37	-	-	40	41	-	-	-	45	46	-	-	-	50	-	52	53	-	-	56	-	58	0,00
30	31	32	33	34	35	36	37	-	-	40	41	-	-	-	45	46	-	-	-	50	-	52	53	-	-	56	-	58	0,00
-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	40	41	-	-	-	45	46	-	-	-	50	-	52	53	-	-	56	-	58	-
-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	40	41	-	-	-	44	45	46	-	-	50	-	51	52	53	-	56	-	58	-
-	-	-	-	-	-	-	38	-	-	40	41	-	-	-	44	-	-	47	-	50	-	51	-	-	54	55	-	58	-
-	-	-	-	-	-	-	38	-	-	40	41	-	-	-	44	-	-	-	-	50	51	-	-	-	-	-	-	58	-
-	-	-	-	-	-	-	38	-	-	40	41	-	-	-	44	-	-	-	-	50	51	-	-	-	54	55	-	58	1,38
-	-	-	-	-	-	-	38	-	-	40	41	-	-	-	44	-	-	-	-	50	51	-	-	-	54	55	-	58	0,99
-	-	-	-	-	-	-	38	-	-	40	41	-	-	-	44	-	-	-	-	50	51	-	-	-	54	55	-	58	0,74
-	-	-	-	-	-	-	38	-	-	40	41	-	-	-	44	-	-	-	-	50	51	-	-	-	54	55	-	58	0,575
-	-	-	-	-	-	-	38	-	-	40	41	-	-	-	44	-	-	-	-	50	51	-	-	-	54	55	-	58	0,38
-	-	-	-	-	-	-	38	-	-	40	41	-	-	-	44	-	-	-	-	50	51	-	-	-	54	55	-	58	0,251
-	-	-	-	-	-	-	38	-	-	40	41	-	-	-	44	-	-	-	-	50	51	-	-	-	54	55	-	58	0,161
-	-	-	-	-	-	-	38	-	-	40	41	-	-	-	44	-	-	-	-	50	51	-	-	-	54	55	-	58	0,105
-	-	-	-	-	-	-	38	-	-	40	41	-	-	-	44	-	-	-	-	50	5	-	-	-	54	55	-	58	0,00
30	-	-	-	-	-	-	38	-	-	40	41	-	-	-	44	-	-	-	-	50	51	-	-	-	54	55	-	58	0,00
30	31	32	33	34	35	36	37	-	38	-	40	41	-	-	44	-	-	-	-	50	51	-	-	-	54	55	-	58	0,00

Последовательность замыкания контакторов электровоза серии ВЛ19 на два на

Режим	Соединение	Позиция	Индивидуальные																													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Моторный	Серийное	1-я	1	2	—	4	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		2-я	1	2	—	4	5	6	—	—	—	10	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		3-я	1	2	—	4	5	6	—	—	—	10	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		4-я	1	2	—	4	5	6	—	—	—	9	10	—	—	14	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		5-я	1	2	—	4	5	6	—	—	—	9	10	1	—	14	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		6-я	1	2	—	4	5	6	—	—	—	10	11	—	—	14	—	—	—	18	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		7-я	1	2	—	4	5	6	—	8	—	10	11	—	—	14	—	—	—	18	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		8-я	1	2	—	4	5	6	—	8	—	10	11	—	—	14	—	—	—	19	—	—	—	—	—	23	—	—	—	—	—	
		9-я	1	2	—	4	5	6	—	8	—	10	11	—	—	14	—	16	—	—	19	—	—	22	23	—	—	—	—	—	—	
		10-я	1	2	—	4	5	6	—	8	9	0	11	—	—	14	—	15	—	—	19	—	—	22	23	—	—	—	—	—	—	
		11-я	1	2	—	4	5	6	—	8	9	—	11	—	—	14	—	16	17	—	19	—	—	22	23	—	—	—	—	—	—	
		12-я	1	2	—	4	5	6	—	8	9	—	11	—	—	14	—	15	16	17	—	19	—	22	23	24	—	—	—	—	—	
		13-я	1	2	—	4	5	6	—	8	9	10	11	12	—	—	15	16	17	—	19	20	—	23	24	—	—	—	—	—	—	
		14-я	1	2	—	4	5	6	—	8	9	10	11	12	—	—	15	16	17	—	19	20	—	23	24	—	—	—	—	—	—	
		15-я	1	2	—	4	5	6	—	8	9	10	11	12	13	—	15	16	17	18	19	20	21	—	23	24	—	—	—	—	—	
		16-я	1	2	3	4	5	6	—	8	9	0	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	—	—	—	—	—	
	ОП-1		1	2	3	4	5	6	—	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
	ОП-2		1	2	3	4	5	6	—	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
	Переход	I	1	2	3	4	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		II	1	2	3	4	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		III	1	2	3	4	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		IV	1	2	3	4	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Параллельное	Серийно-параллельное	17-я	1	2	3	4	5	6	—	—	—	—	—	—	14	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		18-я	1	2	3	4	5	6	—	—	—	10	—	—	14	—	—	—	18	—	—	—	—	—	23	—	—	—	—	—	—	
		19-я	1	2	3	4	5	6	—	—	—	9	10	—	—	14	—	16	—	18	—	—	—	—	23	—	—	—	—	—	—	
		20-я	1	2	3	4	5	6	—	—	—	9	10	11	—	14	—	16	—	18	—	—	—	—	23	—	—	—	—	—	—	
		21-я	1	2	3	4	5	6	—	—	—	10	11	—	—	14	—	16	—	18	19	—	—	—	23	—	—	—	—	—	—	
		22-я	1	2	3	4	5	6	—	8	—	10	11	—	—	14	—	16	—	—	19	—	—	22	23	—	—	—	—	—	—	
		23-я	1	2	3	4	5	6	—	8	9	10	11	—	—	14	—	16	17	—	19	—	—	22	23	—	—	—	—	—		
		24-я	1	2	3	4	5	6	—	8	9	—	11	—	—	14	15	16	17	—	19	20	—	22	23	24	—	—	—	—		
		25-я	1	2	3	4	5	6	—	8	9	—	11	12	—	—	15	16	17	18	19	20	—	22	23	24	—	—	—	—		
		26-я	1	2	3	4	5	6	—	8	9	—	11	12	13	—	15	16	17	18	19	20	21	—	23	24	—	—	—	—	—	
		27-я	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	—	—	—	—	—	
	ОП-1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
	ОП-2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
	Переход	I	1	2	3	4	5	6	7	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		II	1	2	3	4	5	6	7	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		III	1	2	3	4	5	6	7	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		IV	1	2	3	4	5	6	7	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Параллельное	Параллельное	28-я	1	2	3	4	5	6	7	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—	18	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		29-я	1	2	3	4	5	9	7	8	—	10	—	—	—	15	—	—	—	19	—	—	—	—	23	—	—	—	—	—	—	
		30-я	1	2	3	4	5	6	7	8	—	10	—	—	—	14	15	—	—	19	—	—	—	22	23	—	—	—	—	—	—	
		31-я	1	2	3	4	5	6	7	8	—	10	11	—	—	14	15	—	—	19	—	—	—	22	23	—	—	—	—	—	—	
		32-я	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	—	—	14	15	—	17	—	19	—	—	22	23	—	—	—	—	—	—	
		33-я	1	2	3	4	5	6	7	8	9	—	11	—	—	14	15	16	17	—	19	—	—	22	23	24	—	—	—	—	—	
		34-я	1	2	3	4	5	6	7	8	9	—	11	12	—	—	15	16	17	—	19	20	—	23	24	—	—	—	—	—		
		35-я	1	2	3	4	5	6	7	8	9	—	11	12	13	—	15	16	17	—	19	20	21	—	23	24	—	—	—	—	—	
		36-я	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	—	—	—	—	—	
	ОП-1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
	ОП-2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	

пряжения при работе на напряжении 1 500 в

контакты							Групповые контакты																					Величины со- процений в о.м.		
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57		58	
							37			40	41				45	46					50		52	53			56		53	6,38
							37			40	41				45	46					50		52	53			56		53	5,02
							37			40	41				45	46					50		52	53			56		58	3,33
							37			40	41				45	46					50		52	53			56		58	2,75
							37			40	41				45	46					50		52	53			56		58	2,246
							37			40	41				45	46					50		52	53			56		58	1,88
							37			40	41				45	46					50		52	53			56		58	1,64
							37			40	41				45	46					50		52	53			56		58	1,4
							37			40	41				45	46					50		52	53			56		58	1,16
							37			40	41				45	46					50		52	53			56		58	0,99
							37			40	41				45	46					50		52	53			56		58	0,76
							37			40	41				45	46					50		52	53			56		53	0,602
							37			40	41				45	46					50		52	53			56		58	0,477
							37			40	41				45	46					50		52	53			56		53	0,248
							37			40	41				45	46					50		52	53			56		58	0,076
							37			40	41				45	46					50		52	53			56		58	0,00
30							37			40	41				45	46					50		52	53			56		58	0,00
30	31						37			40	41				45	46					50		52	53			56		58	0,00
							37			40	41				45	46					50		52	53			56		58	
										40	41				44	45	46				50	51	52	53			56		58	
										40	41				44	45	46				50	51	52	53			56		53	
							37			40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46				50	51			54	55		58		
										40	41				44	45	46													

Режим работы с отключёнными двигателями осуществляется выключением контакторов 5 и 6.

Работа схемы при режиме отключённых двигателей начинается с сериес-параллельного положения группового переключателя.

При повороте группового переключателя из сериесного в сериес-параллельное положение работа схемы происходит следующим образом: включается контакторный элемент 53, который переключает первые три двигателя к заземлительной пластине и замыкает накоротко двигатели 4, 5 и 6; затем эти двигатели отключаются от цепи, после чего к уравнительному соединению подключаются с одной стороны двигатели 4, 5 и 6 и с другой стороны последовательно соединённые между собой первая и вторая ветви пусковых сопротивлений.

Если отключённый повреждённый двигатель находится в группе двигателей 4, 5 и 6, то в момент включения контакторного элемента 53 создаётся замкнутая цепь двигателей 1, 2 и 3 через последовательно соединённые четыре ветви сопротивлений.

Последующее за этим выключение контакторного элемента 39 вызывает разрыв силовой цепи, что в случае напряжения 3 000 в в контактной сети совершенно недопустимо, так как один контактор при этом не в состоянии погасить дугу.

Выключение контактора 6 при режиме отключённых двигателей исключает возможность преждевременного образования замкнутой силовой цепи, а следовательно, и разрыва дуги контактором 39.

Отключение силовой цепи от сети при переводе главной рукоятки контроллера на нулевую позицию осуществляется линейными контакторами, которые при напряжении 3 000 в в контакторной сети обеспечивают двойной разрыв всех параллельных цепей.

Последовательность включения реостатных контакторов для обоих напряжений в контактной сети одинакова. Работа силовой схемы подробно здесь не рассматривается; желающие могут её разобрать по изложенному выше описанию, пользуясь таблицами включения контакторов.

Схема включения катушек электромагнитных вентилей линейных контакторов аналогична схеме электровоза на 3 000 в, за исключением того, что в цепи катушек контакторов 3, 5 и 7 (фиг. 519) включены блокировки переключателя напряжения. Катушка контактора 3 при режиме 3 000 в питается от провода 7 и возбуждена с 27-й по 36-ю позицию; при режиме 1 500 в эта катушка питается от провода 6 и возбуждена с 16-й по 36-ю позицию.

Катушка контактора 5 при режиме 3 000 в питается от провода 6 и возбуждена с 16-й по 36-ю позицию; при режиме 1 500 в эта катушка питается от провода 1А через блокировку КСП-СП-П-ВП и возбуждена с 1-й по 36-ю позицию.

Катушка контактора 7 получает питание от провода 7 и возбуждена только при напряжении 1 500 в с 27-й по 36-ю позицию.

Правильная работа схемы при обратном ходе рукоятки контроллера обеспечивается питанием катушек реостатных контакторов от проводов 3, 4 или 5 через блокировки группового переключателя, причём перевод питания на соответствующие кулачки контроллера в зависимости от режима напряжения производится при помощи блокировок переключателя напряжения.

При режиме 3 000 в на первых 16 позициях все вентили группового переключателя не возбуждены и он занимает сериесное положение; на 17-й позиции от провода 4 возбуждается включающий ventиль, дающий поворот группового контактора в сериес-параллельное положение.

На 28-й позиции от провода 5 дополнительно возбуждаются один включающий и один выключающий вентили; групповой переключатель при этом поворачивается в параллельное положение.

При режиме 1 500 в ещё на нулевой позиции через блокировку ПН-1 500 от провода Н2 возбуждается включающий ventиль, поворачивающий групповой переключатель в сериес-параллельное положение.

На 17-й позиции от провода 4 дополнительно возбуждаются один вклю-

чающий и один выключающий вентили, поворачивающие групповой переключатель в первое параллельное положение.

На 28-й позиции от провода 5 возбуждается последний — выключающий вентиль; при этом оказываются возбуждёнными все четыре вентили, что даёт поворот группового переключателя во второе параллельное положение.

Применение групповых контакторных элементов для переключения ветвей пусковых сопротивлений потребовало установки в первых трёх ветвях по два линейных контактора для двойного разрыва цепи.

В случае применения индивидуальных контакторов для указанной цепи можно было бы иметь во всех ветвях по одному входному контактору. Однако при применении дополнительных двух контакторов значительно упрощается схема цепи управления.

В схеме этого электровоза применён ручной перевод питания катушек переключателя напряжения как наиболее простой, надёжный и оправдавший себя в эксплуатации.

Система многих единиц на электровозах серии ВЛ19 на два напряжения не применена.

Перечень аппаратов электровозов серии ВЛ19 на два напряжения приведён в приложении 22.
