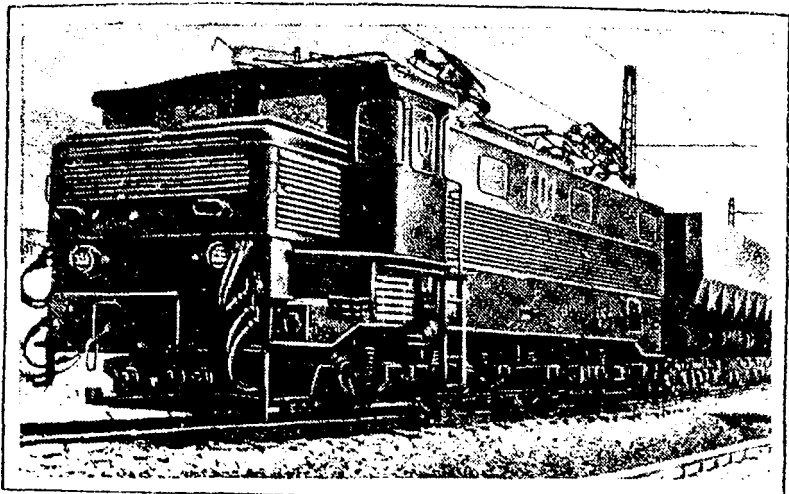
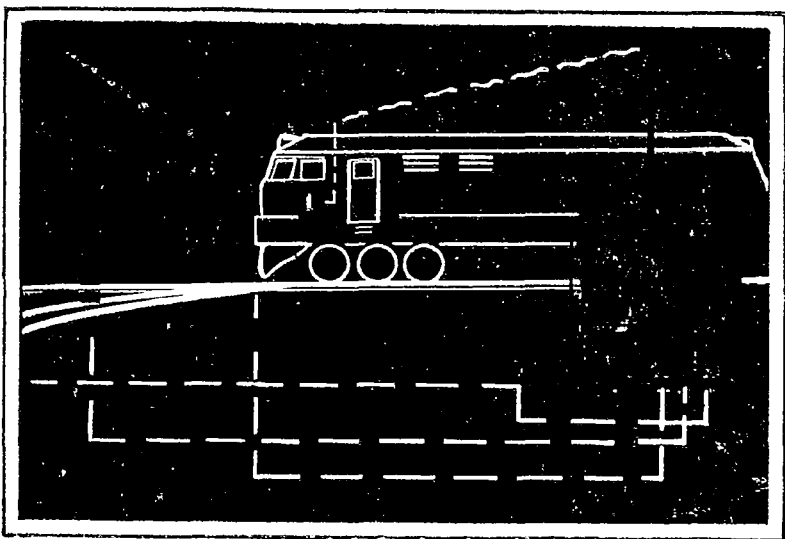


Г. П. КУДИНОВ, В. А. ДЬЯКОВ, А. В. АНДРЕЕВ



АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ  
ТРАНСПОРТОМ НА КАРЬЕРАХ



29943

Г. П. КУДИНОВ, В. А. ДЬЯКОВ, А. В. АНДРЕЕВ

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ  
ТРАНСПОРТОМ НА КАРЬЕРАХ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»  
Москва 1973

W  
O-85

Кудинов Г. П., Дьяков В. А., Андреев А. В. Автоматизация управления железнодорожным транспортом на карьерах. М., «Недра», 1973, 224 с.

В книге описаны схемы, устройства и оборудование, применяющиеся для автоматического управления железнодорожным транспортом на открытых разработках, организация движения локомотивосоставов при различных схемах путевого развития постоянных и передвижных ж.-д. путей, классификация систем автоматизации и телемеханики управления составами.

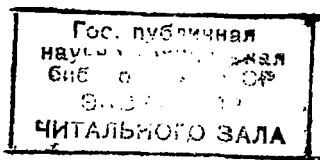
Приведены описание сигнального оборудования, его назначение и устройство, аппаратура и постовые устройства путевых датчиков, применяющихся на карьерном железнодорожном транспорте. Рассмотрены устройства путевой блокировки, системы автоматизации и телемеханики.

Даны методы расчета рельсовых цепей автоматизации.

Описаны методы оценки эффективности применения устройств автоматизации и телемеханики на карьерном железнодорожном транспорте.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, занимающихся эксплуатацией и проектированием железнодорожного транспорта на карьерах, и может быть использована студентами горных вузов.

Таблиц 25, иллюстраций 95.

24  
14812

73 - 39973

К  $\frac{0373-567}{043(01)-73}$  377-73

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Пятилетним планом развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 годы предусмотрено дальнейшее развитие добычи полезных ископаемых открытым способом. В соответствии с намеченными перспективами развития открытых разработок основные объемы грузов на карьерах и разрезах будут, как и в настоящее время, перевозиться железнодорожным транспортом, поэтому интенсификация работы карьерного ж.-д. транспорта является весьма актуальной задачей.

Одним из наиболее эффективных методов увеличения производительности карьерного ж.-д. транспорта является диспетчеризация, электрическая централизация и автоматизация управления движением поездов. В настоящее время разработано большое число систем и схем централизованного управления сигналами и стрелками, систем полуавтоматической и автоматической блокировки на перегонах, схем управления стрелками из кабины локомотива. Многие из них проверены в промышленных условиях и показали высокую эффективность и надежность.

Опыт применения систем и средств централизации и автоматизации железнодорожного транспорта на горнообогатительных комбинатах Криворожского бассейна, на ряде железорудных карьеров Урала, на угольных разрезах Экибастузского, Томусинского, Бачатского угольных месторождений показал, что внедрение централизованного и автоматического управления движением на 12—30% повышает пропускную способность перегонов и значительно сокращает численность персонала, занятого на работах по управлению движением поездов.

Несмотря на высокую эффективность средств автоматического управления карьерным ж.-д. транспортом, темпы их внедрения еще недостаточны.

Одной из причин неполного использования средств автоматизации является недостаточная информация о современных схемах и средствах централизованного и автоматического управления карьерным ж.-д. транспортом. С момента выхода в свет книги А. В. Андреева, И. Л. Анчарова, Г. П. Кудинова «Автоматизация карьерного транспорта» (1963 г.) были разработаны новые системы и схемы автоматизации, некоторые из ранее ре-

комендованных, оказались малонадежными, другие были в значительной мере усовершенствованы. Кроме того, в этот период появилась малогабаритная аппаратура, позволившая разработать унифицированную блочную систему сборки схем централизации и автоматизации, что в значительной степени облегчило их сборку и обслуживание.

В предлагаемой книге собраны и систематизированы сведения о применяемых в настоящее время системах централизации и автоматизации карьерного ж.-д. транспорта, приведены данные о выпускаемой аппаратуре, даны методы определения параметров движения поездов и способах расчета рельсовых цепей.

Не предполагая, что данная книга даст исчерпывающие сведения в области автоматического управления карьерным ж.-д. транспортом, авторы надеются, что она будет способствовать повышению эффективности работы карьерного транспорта.

Авторы приносят глубокую признательность Г. Е. Герцу за ценные замечания, сделанные при рецензировании рукописи.

## Глава I

# ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ НА КАРЬЕРНОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

### § 1. Схемы путевого развития при различных системах ведения работ открытым способом

Организация работы карьерного железнодорожного транспорта связана с большим числом объектов управления, к которым относятся железнодорожные станции, стрелочные посты, сигнальные устройства, локомотивосоставы, погрузочные и разгрузочные устройства. Выбор средств и систем управления движением подвижного состава зависит от технологических схем путевого развития, а также от назначения транспортных средств.

Особенностью карьерной ж.-д. сети является то, что элементы ее путевого развития, к которым относятся станции, отдельные пункты (посты и разъезды), перегоны, соединительные пути, погрузочные и разгрузочные пункты, располагаются на небольших площадках. Это приводит к наличию кривых малого радиуса, большому числу коротких соединительных перегонов между отдельными пунктами при сравнительно небольшом расстоянии перевозок (обычно 5—10 км). При залегании полезного ископаемого на большой глубине или при нагорных карьерах возникает необходимость создания выездов или съездов с большими уклонами, достигающими 40%.

Тип, число и схема размещения станций, отдельных пунктов, характер трассы главных откаточных путей, место расположения погрузочных и разгрузочных пунктов на карьерах обуславливаются рядом горнотехнических факторов, к основным из которых относятся схема вскрытия, система разработки, род тяги, грузопоток и др.

Железнодорожные пути карьеров подразделяют на внутри-карьерные и внешнекарьерные, которые являются продолжением внутренних путей за пределами карьера.

В зависимости от взаимного расположения карьера, отвала и технологических сооружений на поверхности различают три основные схемы путевого развития внешнекарьерных ж.-д. путей:

односторонние схемы тупикового типа (рис. 1, а); двусторонние схемы сквозного типа (рис. 1, б); комбинированные схемы (рис. 1, в).

Внутрикарьерные ж.-д. пути по выполняемым функциям могут быть разделены на две группы: забойные и главные откаточные.

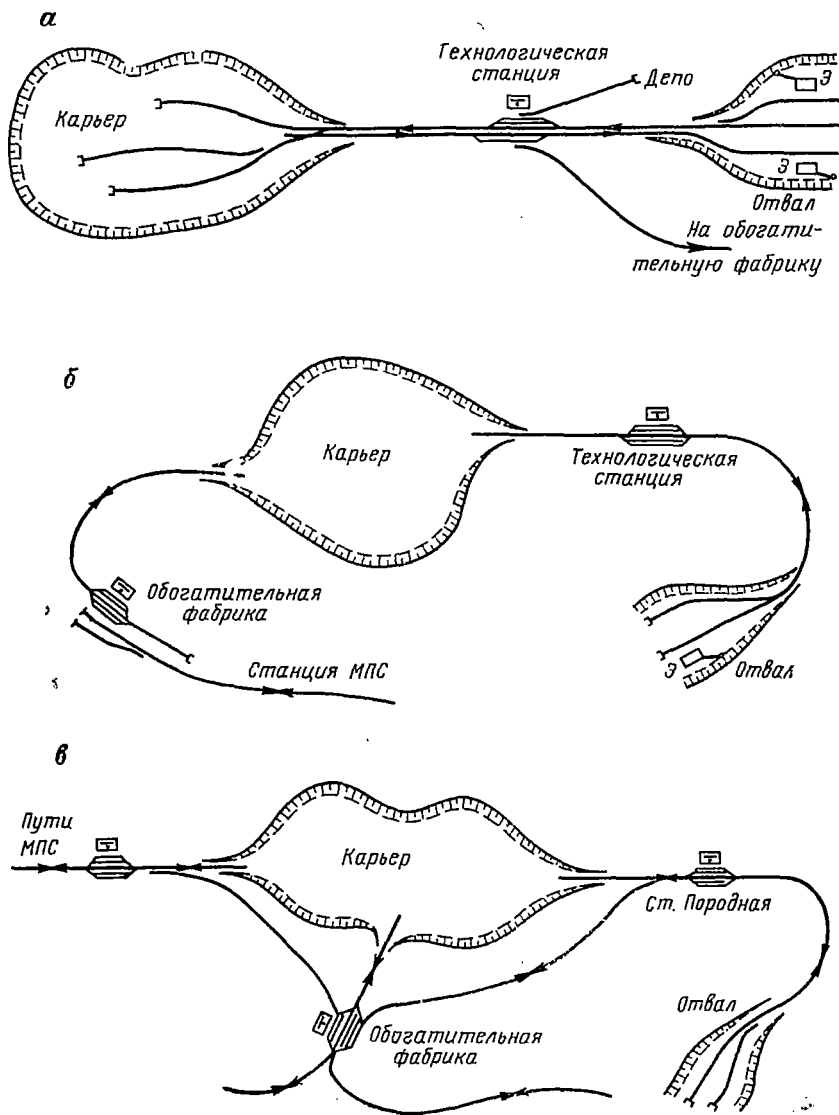


Рис. 1. Схемы развития железнодорожных путей на открытых разработках

Забойные пути в большинстве случаев представляют собой часто передвигаемые тупики. Схемы забойных путей при отработке забоя одноковшовыми экскаваторами представлены на рис. 2. Первые две схемы (рис. 2, а, б) применяются при проведении траншей и нарезке горизонтов, когда экскаватор и погрузочные

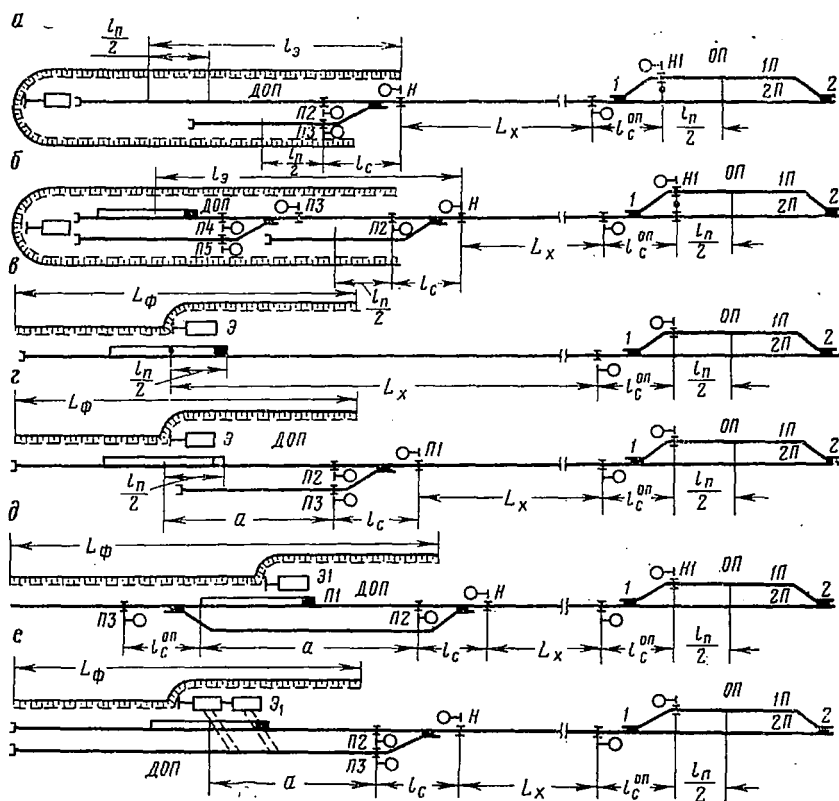


Рис. 2. Схемы забойных путей при работе в забое одноковшового экскаватора:

$1П$  — путь номер 1;  $\frac{l_n}{2}$  — половина состава;  $l_c^{оп}$  — расстояние от светофора до изолирующего стыка;  $L_x$  — длина перегона или соединительного пути;  $l_3$  — расстояние от светофора до центра состава;  $l_c$  — расстояние от светофора  $H$  до светофора  $П$ ;  $L$  — длина фронта работ;  $a$  — расстояние от светофора  $П2$  до центра состава

пути располагаются на подошве траншей. После прибытия погрузочного состава производится его расформирование и обмен думпкаров на дополнительном обменном пункте ДОП, расположенном вблизи забоя. Обмен полностью загруженного состава производится на основном обменном пункте ОП, находящемся за пределами траншеи. Схема б отличается от схемы а числом тупи-



ков и шириной траншей. Схемы (рис. 2, в, г, д, е) применяются при тупиковом фронте работ и работе экскаватора в боковом или фронтальном забое, а также в тупиковом забое с верхней погрузкой. При схеме (рис. 2, в) обмен груженых и порожних составов обычно производится на отдельном обменном пункте *ОП*.

В схемах (рис. 2, г и рис. 2, д) обмен составов производится на тупиковом дополнительном обменном пункте *ДОП* или на разминке, укладываемой вблизи фронта работ. Эти схемы дают возможность снизить время обмена составов, но требуют устройства на передвижных путях стрелочных постов, что при ручном управлении стрелками экономически невыгодно. Однако при применении централизованного, автоматического или кодового управления стрелками с отдельного пункта *ОП*, а также управления стрелками с локомотива возможность бесперебойной подачи порожняка в забой значительно повышается.

Схема (рис. 2, е) применяется при работе многочерпаковых цепных и роторных экскаваторов. При этой схеме имеется возможность погрузки составов, установленных одновременно на двух погрузочных тупиках.

Порожние составы при сквозном фронте работ (рис. 3) подаются под погрузку вслед за уходом груженого состава. При применении автоблокировки забойный путь делится на блок-участки  $l'_{бу}$ ,  $l_{бу}$ ,  $l''_{бу}$ , на границах которых устанавливаются светофоры 1, 2, 3, 4. Порожний состав может занять пункт погрузки лишь после ухода груженого состава с блок-участка, в пределах которого находится этот пункт. Данная схема при автоблокировке позволяет отправить состав с отдельного поста *К* до светофора 2, что сокращает время обмена составов.

На рис. 3, б приведена схема с дополнительным путем для пропуска порожних составов, что еще более сокращает время обмена.

Схема, приведенная на рис. 3, в, позволяет организовать подачу порожняка с ближайших обменных пунктов *ОП*, при этом забойный путь так же, как в схеме рис. 2, а и б, целесообразно оборудовать автоблокировкой.

Схемы с несколькими экскаваторами на уступе приведены на рис. 4. При схеме рис. 4, а каждый экскаватор загружает свой состав. Составы подаются по одному пути. При подаче порожних составов под погрузку необходимо обеспечивать минимальный интервал между прибывающими составами. Четкая работа по этой схеме может быть обеспечена при условии, когда погрузка в обоих блоках начинается и заканчивается одновременно.

В схемах рис. 4, б и в фронт работ имеет соединительный путь с обменным пунктом *ОП*. Схема б отличается от схемы в тем, что в последней вместо тупика устраивается разминка. При схеме рис. 4, г забойные пути имеют самостоятельные выходы на обменный пункт. Схемы, показанные на рис. 5, а и б, применяются

при сквозном фронте работ. Движение составов по схеме рис. 5, а осуществляется так же, как и по схеме рис. 4, а, т. е. погрузка производится двумя экскаваторами на один путь.

Схема рис. 5, б обеспечивает независимую подачу порожних составов к экскаваторам. Недостатком ее является то, что при ручном управлении необходимо осуществлять перевод четырех стрелок. Автоматический перевод стрелок позволяет значительно снизить эксплуатационные расходы за счет сокращения дежурных

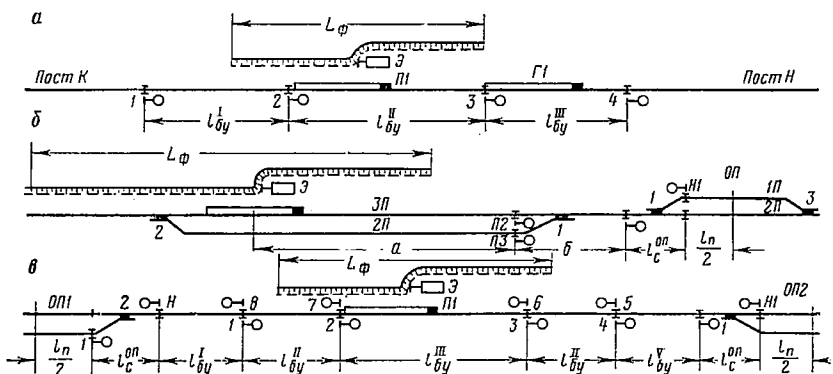


Рис. 3. Схема забойных путей при сквозном фронте работ:

$l_{бу}$  — длина блок-участка;  $б$  — расстояние от светофоров  $П2$ ,  $П3$  до светофора 2

на посту или стрелочников. Комбинированная схема рис. 5, в аналогична схеме рис. 3, б. При ней требуются большие затраты на укладку дополнительного пути. По схеме рис. 5, г может быть организовано два вида движения поездов: сквозное — по ходовым (транзитным) путям и маятниковое — в пределах погрузочных тупиков.

В схемах с несколькими экскаваторами на рабочем горизонте, в отличие от схем с одним экскаватором, единый технологический процесс в пределах забойной поточной линии складывается из нескольких совмещенных процессов по числу работающих экскаваторов. При работе трех экскаваторов применяются схемы, не отличающиеся принципиально от схем при двух экскаваторах.

Ко второй группе внутрикарьерных ж.-д. путей, как отмечалось выше, относятся главные откаточные пути.

Откаточные пути делятся на перегоны раздельными пунктами (станциями, разъездами, путевыми и стрелочными постами). После выхода из капитальной траншеи на поверхность карьера откаточные ж.-д. пути, как правило, примыкают к технологической станции. Железнодорожные пути внутрикарьерных станций, постов, перегонов капитальной траншеи обычно укладываются постоянно на все время работы карьера.

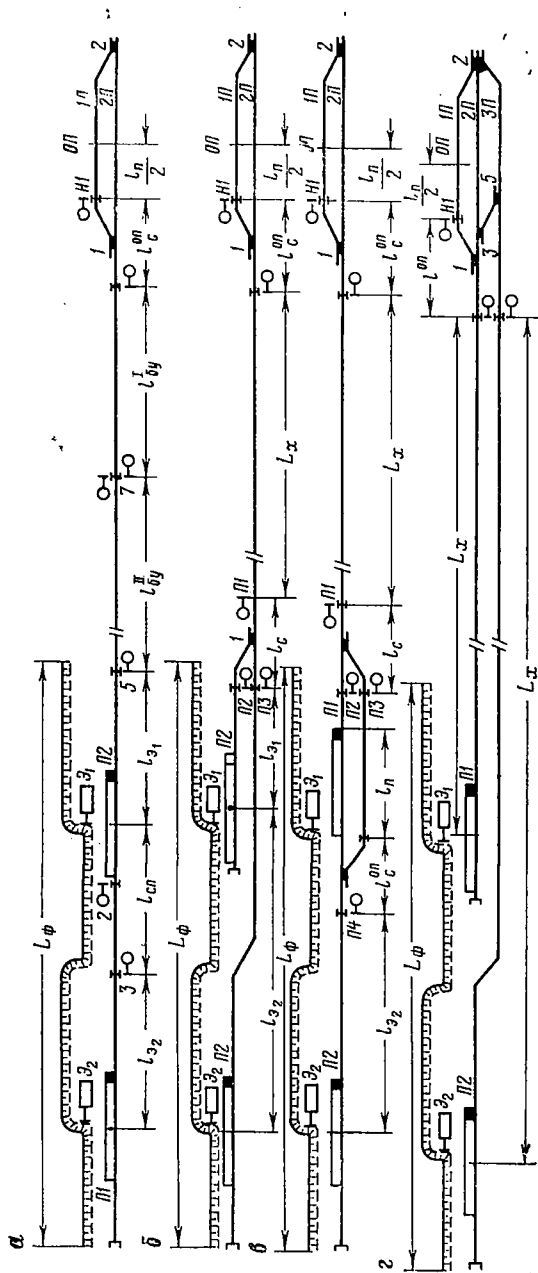


Рис. 4. Схема забойных путей при двух экскаваторах в забое:  
 $l_{32}$  — расстояние от центра состава П1 до светофора 3

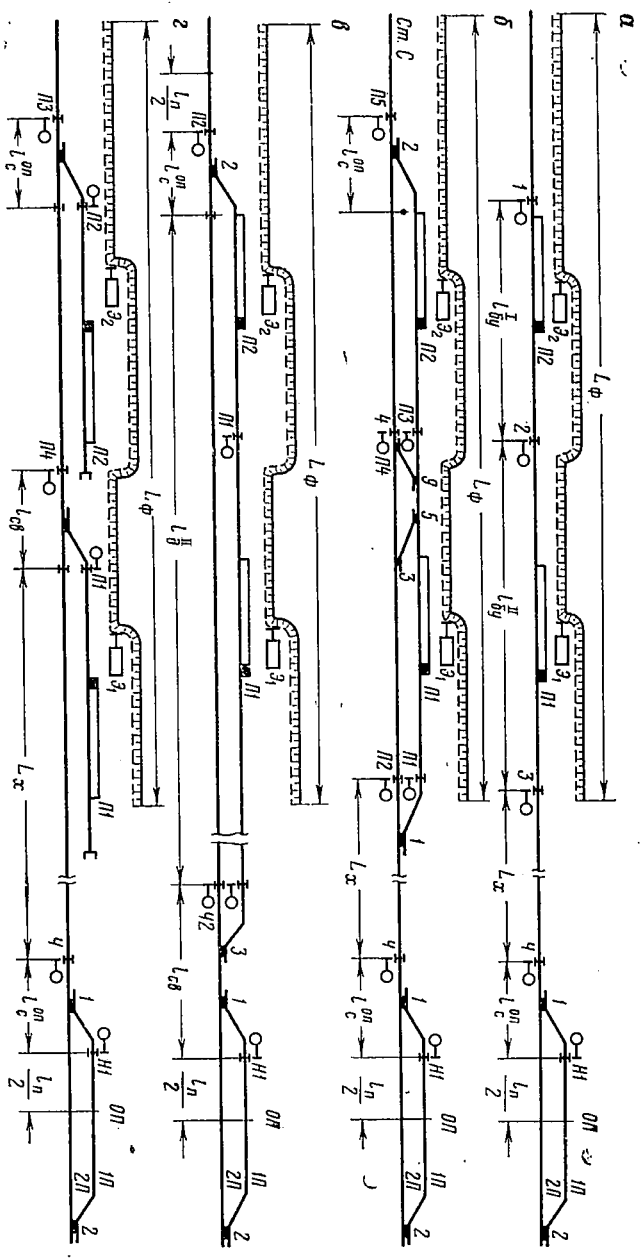


Рис. 5. Схемы забойных путей при двух экскаваторах и сквозном фронте работ и комбинированные схемы забойных путей:

$L$  — расстояние между светофорами П4, П2;  $L_{\delta}$  — расстояние от изолирующего стыка до светофора Ч2;  $L_{\gamma}$  — расстояние между светофорами Ч2 и П1

На внешнекарьерных отвальных путях, предназначенных для складирования вскрышных пород, экскаваторами могут применяться следующие схемы путевого развития.

Схема (рис. 6, а) применяется при тупиковом фронте отвальных работ, при этом требуется обмен составов на обменном пункте ОП, находящемся за пределами отвала. При схеме (рис. 6, б) обмен составов осуществляется на дополнительном обменном пункте ДОП, который оборудуется вблизи отвальных

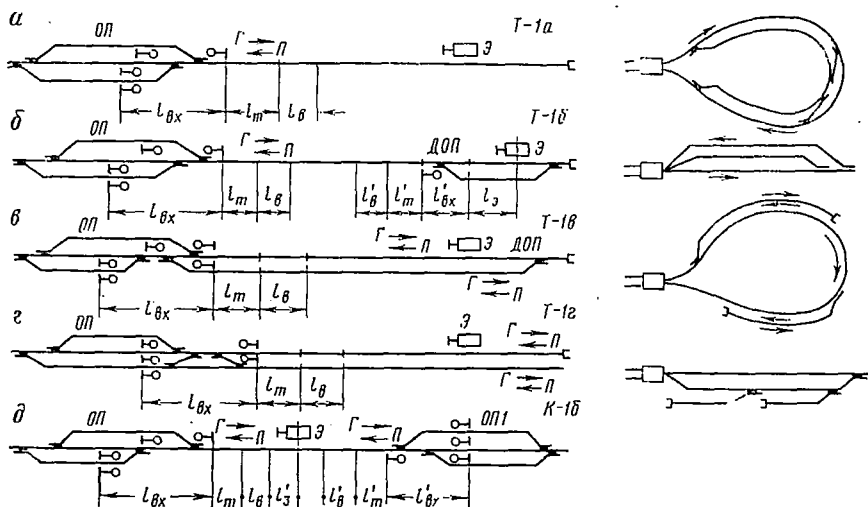


Рис. 6. Путевое развитие на отвалах:

$L_{вх}$  — расстояние от входного светофора до выходных;  $L_m$  — длина служебного торможения;  $L_в$  — расстояние, проходимое поездом за время восприятия сигнала машинистом

тупиков. Схема (рис. 6, в) отличается наличием обгонного пути, который укладывается в промежутке от середины отвального фронта до обменного пункта ОП. Время обмена составов благодаря этому уменьшается. Схема в применяется при кольцевом развитии отвального пути при складировании скальных пород. Комбинированные схемы рис. 6, г и д позволяют организовать поточную разгрузку и увеличить пропускную способность отвального пути за счет возможности подачи составов с двух направлений.

## § 2. Классификация систем управления карьерным железнодорожным транспортом

Системы управления ж.-д. транспортом на открытых разработках можно разбить на три группы.

К первой группе относятся системы управления, предназначен-

ные для обслуживания стационарных внешних и внутренних карьерных путей. При этом используются следующие способы управления стрелками.

Ручное управление, применяемое в период строительства и сдачи в эксплуатацию карьерных железнодорожных путей.

Местное управление стрелками и сигналами из стрелочных постов, расположенных в горловинах станций. При местном управлении отдельные стрелки, ограничивающие пропускную способность горловины, управляются с пульта-табло, а сигналы входных и выходных светофоров зависят от положения стрелок.

При этом способе управления число стрелочников, участвующих в процессе управления, не уменьшается.

Централизованное управление с помощью систем электрической централизации, позволяющих с одного поста осуществлять управление движением поездов на станции при помощи индивидуального или маршрутного управления стрелками и сигналами.

Станционная кодовая централизация, предназначенная для организации управления несколькими отдельными пунктами с одного пульта-манипулятора. Эта система дает большую экономию капитальных затрат и значительно снижает эксплуатационные расходы.

Программное управление, позволяющее без участия дежурного производить назначение и отмену маршрутов.

Во вторую группу входят системы управления, обслуживающие ж.-д. пути, реконструируемые в процессе эксплуатации.

Светофорная сигнализация в сочетании с ручным управлением стрелками.

Электрическая релейная централизация с индивидуальным управлением стрелками.

Релейно-полярно-кодовая централизация РПК-2, позволяющая управлять удаленными стрелками с одного поста централизации.

Автоматическое управление стрелками.

Аппаратно-релейно-блочная электрическая централизация АРБЦ.

Управление движением на перегоне осуществляется с помощью следующих систем автоматизации и связи: по телефону, полуавтоматической релейной блокировкой, системами автоблокировки (двухпутной, двухпроводной, кодовой блокировки, системами счета осей).

Системы управления третьей группы обслуживают передвижные ж.-д. пути. К третьей группе могут быть отнесены: отжимные стрелки, светофорная сигнализация и управление стрелками с локомотива при помощи различных датчиков или радио и централизация передвижных путей.

### § 3. Графики движения поездов

Различают два основных типа графиков движения. Параллельные, предусматривающие движение поездов в одном направлении с одинаковой скоростью без обгона, и непараллельные, предусматривающие движение поездов с различной скоростью (рис. 7). В зависимости от числа путей на перегоне графики подразделяются на однопутные (двусторонние), при

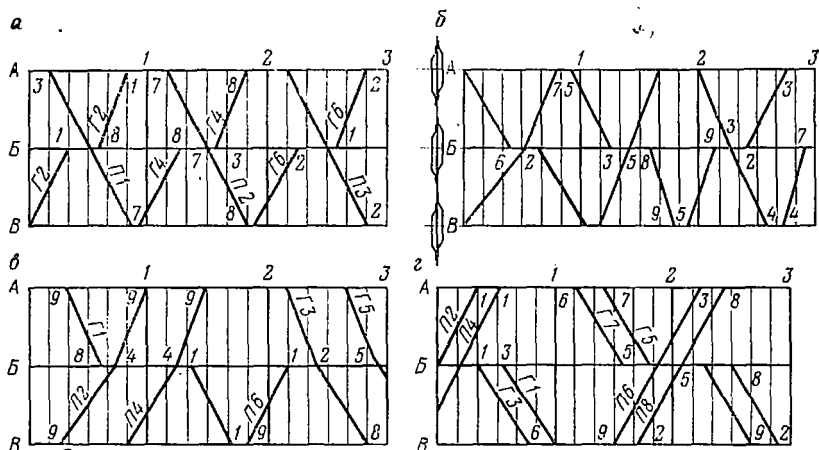


Рис. 7. Графики движения:

*а* — однопутный параллельный; *б* — однопутный непараллельный; *в* — однопутный непарный пачечный; *г* — однопутный пакетный

которых движение поездов происходит по однопутному перегону в обоих направлениях, при этом линии движения поездов пересекаются на отдельных пунктах, и двухпутные (односторонние), предусматривающие движение поездов в каждом направлении по своему перегону. Линии движения поездов при таком графике могут пересекаться как при перегонах, так и на отдельных пунктах. В зависимости от числа поездов, движущихся в грузовом и порожнем направлениях, графики подразделяются на парные — при равном числе поездов в обоих направлениях и непарные — при разном числе поездов. В зависимости от порядка движения поездов попутного следования графики разделяются на пачечные, когда поезда отправляются один за другим с разграничением их межстанционным перегонем и при этом на графике движения между поездами одной пачки нельзя пропустить ни одного поезда встречного направления и на пакетные, когда на межстанционном перегоне в один и тот же момент может находиться несколько поездов, разграниченных блок-участками.

Транспортный диспетчер в процессе работы наносит на график движения фактическое положение поездов и таким образом составляется график исполненного движения.

На рис. 8 приведен суточный график исполненного движения поездов станции Семенушкино-Северная бурогоугольного разреза.

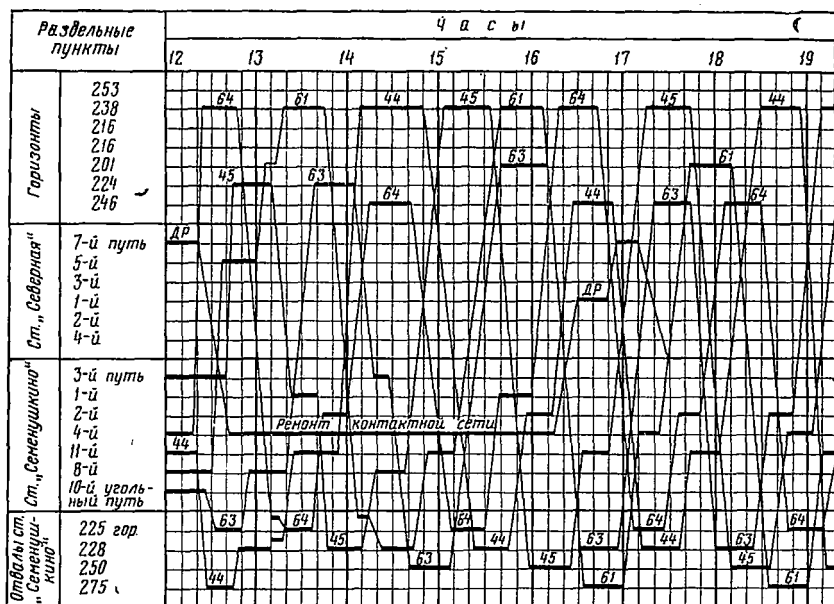


Рис. 8. График исполненного движения поездов и маневровой работы станции Семенушкино-Северная бурогоугольного разреза

В настоящее время основными техническими средствами оперативного управления диспетчера служит избирательная телефонная связь со станционными дежурными и другими службами движения, а также радиосвязь с машинистами локомотивов и экскаваторов. С помощью этих видов связи диспетчер по докладам дежурных наносит на график поездную ситуацию. Время хода поезда наносится на график цветными карандашами после его прибытия на место назначения. Время прибытия, отправления и проследования отмечается чернилами. Над линиями хода указываются номера поездов. На графике отмечается закрытие перегона, текущий ремонт экскаваторов, ремонт контактной сети, ремонт пути и другие операции. После окончания суток работы график передается для проверки и изучения диспетчерам-анализаторам.



На магистральных железных дорогах СССР в настоящее время применяется автоматическая запись графика исполненного движения при помощи специального поездографа.

Большое значение для составления графика движения поездов имеет правильный выбор станционных интервалов. Установление станционных интервалов производится с учетом требований Правил технической эксплуатации в отношении организации пропуска поездов через отдельные пункты, а также с учетом уровня автоматизации управления движением поездов. Различные системы автоматики и телемеханики по-разному влияют на сокращение времени станционных интервалов и в целом на пропускную способность ж.-д. сети; карьеров.

#### § 4. Расчеты станционных интервалов

Различают следующие расчетные станционные интервалы:

Интервал скрещения поездов  $\tau_{ск}$ .

Интервал неодновременного прибытия поездов противоположных направлений  $\tau_{н.п.}$

Интервал попутного следования  $\tau_{п.с.}$

Интервал неодновременного отправления и враждебно-встречного прибытия  $\tau_{овп.}$

Интервал неодновременного враждебного попутного отправления  $\tau_{впо.}$

Интервал неодновременного враждебно-попутного прибытия поездов  $\tau_{впп.}$

Интервал неодновременного прибытия и попутного отправления  $\tau_{ппо.}$

Интервал неодновременного отправления и попутного прибытия поездов  $\tau_{поп.}$

Ниже рассматриваются способы расчета станционных интервалов при различных способах управления движением поездов.

*Интервал скрещения поездов*  $\tau_{ск}$ . Интервалом скрещения поездов называется минимальный интервал времени  $\tau_{ск}$  от момента прибытия поезда на станцию до момента отправления встречного поезда на освободившийся перегон. Рассмотрим график и схему скрещения для внутрикарьерного путевого промежуточного поста при встречном движении груженых и порожних поездов (рис. 9, а, б). Груженные поезда следуют с остановкой на посту *ПП*, а порожние поезда пропускаются по заранее установленному маршруту без остановки. При ручном управлении стрелками на посту *ПП* и при управлении движением поездов по телефонно-кодovому способу связи интервал скрещения  $\tau_{ск}^p$  определяется по формуле

$$\tau_{ск}^p = t_{п.т}^p + t_{к.о}^p + t_{м.о}^p + t_m^p, \quad (1)$$

где  $t_{п.т}^p$  — время на переговоры по телефону с постами (относящиеся к постоянным операциям), по нормам при-

нимается 1,5 мин (примерные нормы времени на выполнение операций при приеме, отправлении и пропуске поездов приведены из Справочника ж.-д. транспорта. М., «Транспорт», 1971 г.);

$t_{к.о}^p$  — время, требуемое дежурному для контроля за отправлением поезда при ручном управлении стрелками, принимается равным 0,5 мин;

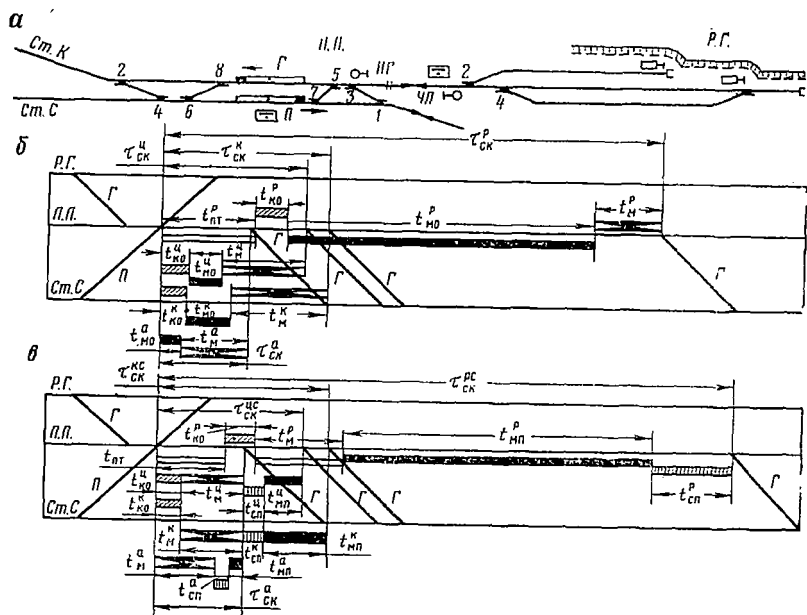


Рис. 9. Интервал скрещения поездов:

а — путевая схема; б — интервал скрещения составов; в — интервал скрещения для соединительного пути

$t_{м.о}^p$  — время приготовления маршрута отправления грузовому поезду, которое определяется из выражения

$$t_{м.о}^p = 0,25k + 0,01l_c \quad (2)$$

$k$  — число стрелок;

$l_c$  — расстояние (м), проходимое стрелочником при переводе стрелок по подготовке маршрутов;

0,01 — время (мин), необходимое на прохождение 1 м пути при скорости движения 6 км/ч; (в данном случае в маршрут входят стрелки 8 и 6, расстояние между которыми принято 50 м, подставив в формулу (2) данные, получим время  $t_{м.о}^p$ , которое равно 5,5 мин);

$t_M^p$  — время, необходимое машинисту для приведения локомотива в пусковое состояние, которое определяется из выражения

$$t_M^p = t_{в.р} + t_{в} + t_{п}, \quad (3)$$

где  $t_{в.р}$  — время, необходимое на выдачу разрешения машинисту на отправленне, составляет 0,1 мин;  
 $t_{в}$  — время восприятия машинистом показаний сигнала, равное 0,05 мин;  
 $t_{п}$  — время, необходимое на подачу сигнала отправления и приведение локомотива в движение, принимается 0,2 мин.

Станционный интервал для схемы скрещения, приведенной на рис. 9, а, составляет примерно 8 мин.

При централизованном управлении стрелками и сигналами на посту ПП с пульта, установленного в помещении дежурного, и на перегоне, оборудованном автоблокировкой, интервал  $\tau_{ск}^u$  определяется по формуле

$$\tau_{ск}^u = t_{к.о}^u + t_{м.о}^u + t_M^u, \quad (4)$$

где  $t_{к.о}^u$  — время контроля отправления при наличии изоляции путей (рельсовые цепи) составляет 0,2 мин;  
 $t_{м.о}^u$  — время приготовления маршрута отправления, при релейной централизации определяется из выражения

$$t_{м.о}^u = 0,05k + 0,35, \quad (5)$$

где 0,05 — время приготовления одной стрелки в маршруте;  
 0,35 — время, требующееся дежурному на обдумывание маршрута;  
 $t_M^u$  — так же, как и в предыдущем случае определяется по формуле (3).

Интервал  $\tau_{ск}^u$  при релейной централизации для данной схемы и принятых условий составляет 1 мин, т. е. в восемь раз меньше, чем при ручном управлении движением поездов.

Способ управления стрелками и сигналами поста ПП со станции С с помощью кодовой централизации несколько увеличивает интервал  $\tau_{ск}^k$ , однако при этом не требуется дежурный на посту ПП, что в конечном счете дает известный экономический эффект. Интервал  $\tau_{ск}^k$  при удаленном способе управления стрелками определяется по формуле

$$\tau_{ск}^k = t_{к.о}^k + t_{м.о}^k + t_M^k, \quad (6)$$

где  $t_{к.о}^k = 0,2 + 0,1 = 0,3$  мин;  
 0,1 — время, затрачиваемое на передачу известительного приказа.

Время приготовления маршрута отправления  $t_{м.о}^k$  определяется из выражения

$$t_{м.о}^k = 0,05k + 0,05c + 0,35 + 0,05n, \quad (7)$$

где 0,05 — время передачи управляющего приказа в мин;  
 $c$  — число светофоров;  
 $n$  — число известительных приказов.

Остальные члены выражения такие же, как в выражении (4).

Интервал  $\tau_{ск}^k$  для данного случая составляет 1,15 мин, т. е. на 15% больше, чем в предыдущем случае.

Автоматическое, или программное управление движением поездов дает минимальный интервал  $\tau_{ск}^a$ , так как не требуется времени на контроль отправления и обдумывание маршрута. Для этого случая интервал  $\tau_{ск}^a$  определяется по формуле

$$\tau_{ск}^a = t_{м.о}^a + t_m^a, \quad \text{или} \quad \tau_{ск}^a = 0,3 + t_m^a, \quad (8)$$

где 0,3 — время установки маршрута.

Время  $t_m^a$  определяется по формуле (3). Интервал  $\tau_{ск}^a$  для данного случая составляет 0,65 мин.

На рис. 9, в приведен график движения поездов на промежуточном посту ПП при отправлении порожнего поезда на соединительный путь. Поезд П с промежуточного поста ПП (рис. 9, а) может быть отправлен только после установки маршрута приема на рабочих горизонтах и дачи согласия на отправление поезда с поста ПП, на что затрачивается дополнительное время. Следовательно, при наличии соединительного пути интервал  $\tau_{ск}$  увеличивается. Интервал  $\tau_{ск}$  при различных способах управления движением можно определять по следующим формулам.

При ручном управлении стрелками и телефонно-кодовом способе связи

$$\tau_{ск}^p = t_{п.т}^d + t_{к.о}^p + t_m^p + t_{м.п}^p + t_{сп}^p. \quad (9)$$

Здесь по сравнению с формулой (1) добавлено время  $t_{сп}^p$ , необходимое на связь с рабочим горизонтом, которое при телефонно-кодовом способе связи составляет 1,5 мин, и вместо  $t_{м.о}^p$  включено время  $t_{м.п}^p$ , необходимое для установки маршрута приема на рабочих горизонтах.  $t_{м.п}^p$  определяется по аналогичной маршруту отправления формуле (2). Остальные значения принимаются такими же, как и в формуле (1).

При централизованном управлении движением составов на рабочих горизонтах и оборудованием перегонов автоблокировкой интервал  $\tau_{ск}^u$  определяется по формуле

$$\tau_{ск}^u = t_{к.о}^u + t_m^u + t_{м.п}^u + t_{сп}^u. \quad (10)$$

Интервал  $\tau_{ск}^{II}$  в этом случае сокращается, так как отпадает необходимость в телефонных переговорах с постами, на что затрачивается время  $t_{п.т}$  в случаях, которым соответствуют формулы (1) и (9). Время  $t_{м.п}^{II}$  в формуле (10) определяется из выражения (5). Время  $t_{ск}^{II}$ , необходимое на связь при автоблокировке, с учетом смены направления движения составляет 0,2 мин.

При применении кодового управления стрелками с поста ПП и автоблокировки расчет интервала  $t_{ск}^{II}$  нужно вести по формуле (10); при этом необходимо учитывать дополнительное время на передачу управляющих и известительных кодов и время на их восприятие дежурным по посту ПП.

Использование автоматического управления движением поездов дает минимальный интервал  $t_{ск}^a$ . Расчет при этом производится по формуле (10), но время  $t_{с.п}$  зависящее от способа связи, равно 0,05  $m$ , где  $m$  — количество приказов на изменение направления движения.  $\tau_{ск}^a = t_{м.п}^a + t_{сп}^a + t_{м.п.п}^a$ , слагаемое  $t_{к.о}^a$  выпадает, так как контроль отправления не требуется.

**Интервал неодновременного прибытия поездов противоположных направлений  $\tau_{п.п}$ .** Интервалом неодновременного прибытия поездов называется минимальный отрезок времени  $\tau_{п.п}$  от момента прибытия на станцию поезда одного направления до момента прибытия поезда противоположного направления, который может иметь остановку или пропускаться без остановки на освободившийся перегон. Величина этого интервала в зависимости от способа управления движением поездов определяется по следующим формулам.

При ручном управлении стрелками на посту ПП

$$\tau_{п.п}^p = t_{п.т}^p + t_{к.п}^p + t_{м.п}^p + t_{в}^p + 0,06 \frac{l_{т} + l_{вх} + l_{п}}{v_{вх}}, \quad (11)$$

где  $t_{п.т}^p$ ,  $t_{м.п}^p$  и  $t_{в}$  — определяются так же, как в выражениях (1) и (3);

$t_{к.п}^p$  — время контроля прибытия, принимается 0,3 мин;

$l_{т}$  — тормозной путь при служебном торможении с учетом профиля подходов. На карьерах  $l_{т}$  колеблется в пределах 200—400 м;

$l_{вх}$  — расстояние от входного светофора до предельного столбика пути приема, м;

$l_{п}$  — длина поезда, м;

$v_{вх}$  — скорость движения в пределах данного участка пути, определяется тяговыми расчетами, км/ч.

В течение интервала  $\tau_{п.п}^p$  выполняются следующие операции. Дежурный по посту ПП после проверки установки поезда на путь приема (рис. 10) сообщает на станцию С о прибытии порожнего

поезда. Затем запрашивает разрешение на отправление груженого поезда. Одновременно после освобождения порожним поездом стрелок 2/4 и 6/8 поста ПП готовится маршрут отправления груженого поезда. В момент открытия входного светофора 1 для получения минимального интервала  $\tau_{н.п}^p$  грузовой поезд должен находиться на расстоянии  $l_T + l_B$  до входного светофора ( $l_B$  — расстояние, проходимое поездом за время восприятия сигнала машинистом).

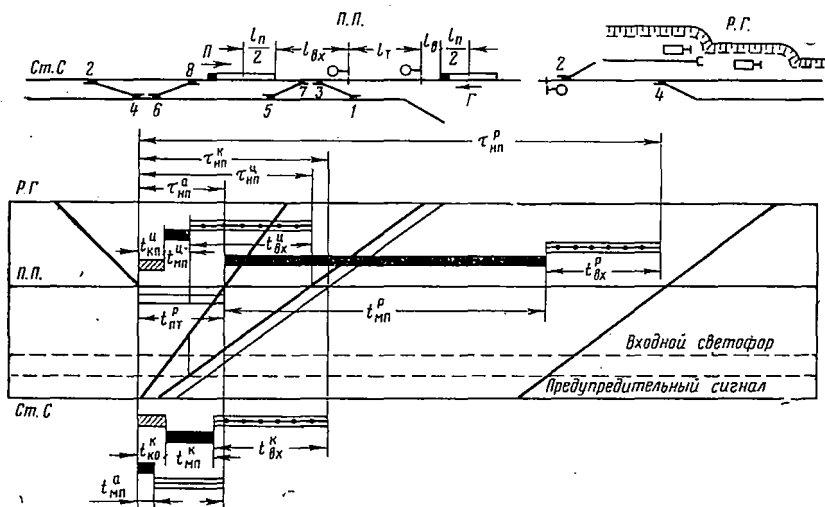


Рис. 10. Интервал неодновременного прибытия составов противоположных направлений

Из графика движения, приведенного на рис. 10, видно, что интервал  $\tau_{н.п}^p$  зависит от времени приготовления маршрута приема на посту ПП.

Централизованное управление движением на посту ПП значительно сокращает время на установку маршрута приема, а следовательно, уменьшает интервал  $\tau_{н.п}^ч$ . Для расчета интервала  $\tau_{н.п}^ч$  может быть использована формула (11) без слагаемого  $t_{н.п}^т$ , так как при централизованном управлении отпадает необходимость телефонных переговоров с постами.

Организация управления постом ПП с помощью кодовой централизации со станции С дает возможность заранее подготовить маршрут приема груженого поезда на пост ПП. Расчет интервала  $\tau_{н.п}^к$  производится по формуле (11) без слагаемых  $t_{м.п}$  и  $t_{п.т}$ , так как маршрут приема может быть установлен заранее.

Автоматическое или программное управление исключает время контроля  $t_{к.п}$  и так же, как кодовое управление, позволяет за-

ранее установить маршрут приема, поэтому операция приготовления маршрута не требует специального времени  $t_{м.п.}$ . Расчет интервала производится по формуле (11) без учета слагаемых  $t_{к.п.}^p$ ,  $t_{п.т.}^p$  и  $t_{м.п.}^p$ . Графики движения и диаграмма интервала  $\tau_{н.п}$  при различных способах управления движением поездов приведены на рис. 11.

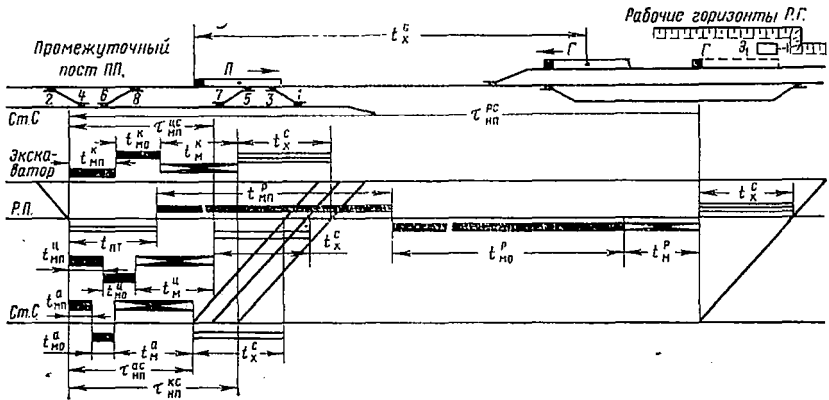


Рис. 11. Интервал неодновременного прибытия на рабочие горизонты с соединительного пути

Интервал неодновременного прибытия поезда на рабочие горизонты при пропуске порожнего состава  $P$  под погрузку с соединительного пути требует до открытия выходного светофора на посту  $ПП$  приготовления маршрута приема на рабочие горизонты. Поезд с поста  $ПП$  может быть отправлен только после получения согласия. Интервал  $\tau_{н.п}$  в этом случае в зависимости от вида управления движением поездов определяется при ручном управлении и телефонно-кодовом способе связи по формуле

$$\tau_{н.п}^p = t_{п.т.}^p + t_{м.п.}^p + t_{м.о.}^p + t_x^c + t_{м.}^p, \quad (12)$$

где  $t_x^c$  — время движения поезда по соединительному пути.

При централизованном, кодовом и автоматическом способах управления движением поездов расчет ведется по формуле (12) без слагаемого  $t_{п.т.}^p$ .

**Интервал попутного следования  $\tau_{п.с.}$**  Интервалом попутного следования называется минимальный отрезок времени  $\tau_{п.с}$  от момента прибытия поезда на соседний раздельный пункт до момента отправления с данного раздельного пункта на перегон следующего поезда попутного направления. Интервал определяется временем, которое затрачивается на выполнение операции по приему, пропуску и отправлению поездов на раздельных пунктах.

Возможны следующие случаи пропуска поездов.

1. Движение первого поезда с остановкой под погрузку на рабочих горизонтах и безостановочный проезд поста ПП следующим поездом. Схема расположения поездов и график интервалов  $\tau_{п.с}$  приведены на рис. 12. Перед открытием входного светофора  $Чс$  на посту ПП для организации сквозного пропуска поезда П2 выполняется операция по приему поезда П1 на рабочие горизонты и операция по получению согласия на отправление второго поезда с поста ПП. Интервал  $\tau_{п.с}$  для рассматриваемого случая рассчитывается по следующим формулам.

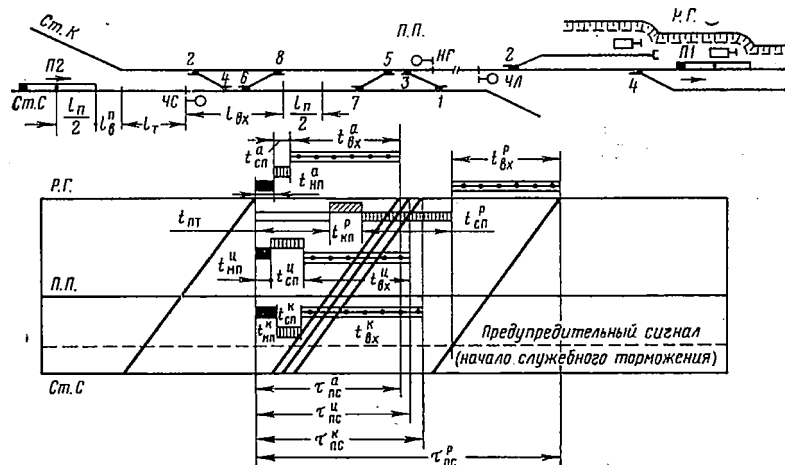


Рис. 12. Интервал попутного следования при остановке первого поезда на рабочих горизонтах

Для ручного управления движением поездов и телефонно-кодового способа связи

$$\tau_{п.с}^p = t_{п.т}^p + t_{к.п}^p + t_{с.п}^p + t_{в}^p. \quad (13)$$

Для централизованного управления расчет ведется по формуле (13), но без слагаемого  $t_{п.т}^p$ .

При управлении стрелками рабочих горизонтов с поста ПП по системе кодовой централизации формула для расчета интервала принимает вид

$$\tau_{п.с}^k = t_{в}^k + 0,06 \frac{l_{т} + l_{вх} + l_{п}}{v_{вх}} + t_{к.п}. \quad (14)$$

Слагаемые  $t_{п.т}$  и  $t_{с.п}$  в формулу не входят, так как разрешение на занятие перегона производится дежурным поста ПП заранее.

Для автоматического или программного управления расчет ведется по формуле (14), из которой исключается слагаемое  $t_{к.п}$ .





Для централизованного, кодового и автоматического или программного управления расчет интервала  $\tau_{п.с}$  производится по формуле (15), но исключается слагаемое  $t_{п.т}$ .

При наличии соединительных путей интервал попутного следования увеличивается на время  $t_{м.п}$ , необходимое для установки маршрута приема поезда Г2 на станции С. Для этого случая расчет можно производить по следующим формулам.

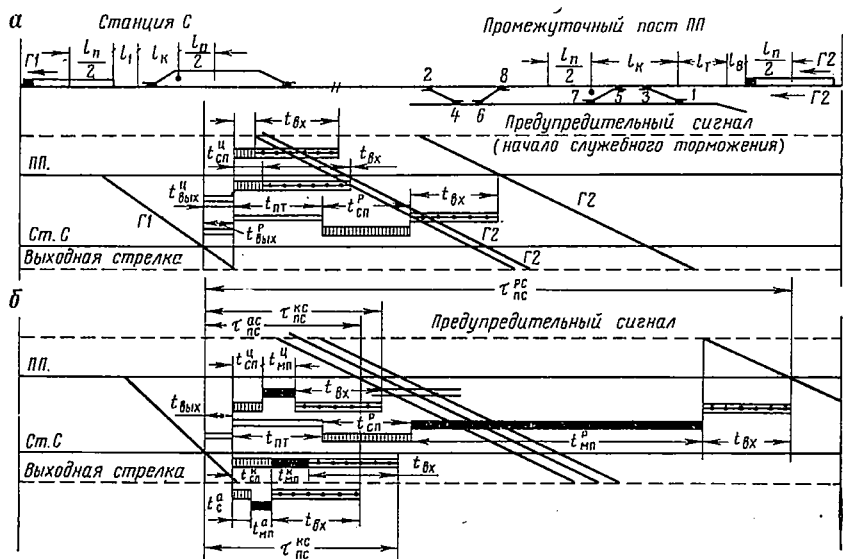


Рис. 14. Интервал попутного следования при пропуске поездов сходу по перегону нормальной длины

Для ручного управления стрелками и телефонно-кодовой связи

$$\tau_{п.с}^p = t_{п.т}^p + t_{с.п}^p + t_{м.п}^p + 0,06 \left[ \frac{l_k + l_{п}}{v_{вых}} + \frac{l_{вх} + l_r + l_{п}}{v_{вх}} \right] + t_{в}. \quad (16)$$

Для централизованного, кодового и автоматического способов управления движением поездов

$$\tau_{п.с}^u = t_{с.п}^u + t_{м.п}^u + 0,06 \left[ \frac{l_k + l_{п}}{v_{вых}} + \frac{l_{вх} + l_r + l_{п}}{v_{вх}} \right] + t_{в}. \quad (17)$$

В формуле (17) необходимо учитывать затраты времени на способ связи и установку маршрута приема. Графики движения поездов и соотношения слагаемых интервала  $\tau_{п.с}$  приведены на рис. 14, б.

3. Случай попутного движения поездов при безостановочном проследовании второго раздельного пункта и остановке на первом. В этом случае интервал  $\tau_{п.с}$  определяется продолжитель-



дится дополнительное слагаемое  $t_{м.п}$  с учетом принятой системы управления движением поездов.

4. *Случай попутного следования при остановках поездов на обоих раздельных пунктах.* Для этого случая продолжительность интервала  $\tau_{п.с}$  определяется временем, которое затрачивается на прием поезда П2 на пост ПП, связь между постами и передачу разрешения машинисту на отправление. Расчет этого интервала ведется по следующим формулам.

При ручном управлении стрелками

$$\tau_{п.с}^p = t_{п.т}^p + t_{с.п}^p + t_m^p. \quad (19)$$

При централизованном управлении стрелками и сигналами

$$\tau_{п.с}^u = t_{к.п}^u + t_{с.п}^u + t_m^u. \quad (20)$$

При автоматическом или программном управлении

$$\tau_{п.с}^a = t_{с.п}^a + t_m^a. \quad (21)$$

Расчет интервала попутного следования при наличии соединительного пути определяется по тем же формулам, но при этом добавляется слагаемое  $t_{м.п}$  — время на установку маршрута приема. По соединительному пути поезд не может быть отправлен на пост ПП до тех пор, пока на посту ПП не будет подготовлен маршрут приема. Графики движения поездов и составляющие интервала  $\tau_{п.с}^c$  при различных способах управления движением приведены на рис. 16, б.

**Интервал неодновременного отправления и враждебно-встречного прибытия поездов.** Интервалом неодновременного отправления и враждебно-встречного прибытия называется минимальный интервал времени  $\tau_{овп}$  от момента отправления с раздельного пункта поезда одного направления до момента прибытия на этот пункт поезда встречного направления при враждебных маршрутах их следования.

Интервал  $\tau_{овп}$  определяется из анализа возможного расположения поездов на подходах к промежуточному посту ПП (рис. 17). После освобождения стрелки I порожним поездом ее переводят для маршрута приема груженого поезда и открывают входной светофор Ч.

За время, необходимое для перевода стрелки и открытия светофора, порожний состав пройдет расстояние  $l_c^H$  и будет находиться от поста на расстоянии  $l_{вых}$ . В этот момент груженный состав должен находиться на расстоянии  $l_{вх}$  от поста. Расстояние  $l_{вх}$  должно быть выбрано таким, чтобы к моменту открытия входного светофора поезд подошел к нему, не снижая скорости. Увеличение  $l_{вх}$  против расчетного приведет к увеличению интервала  $\tau_{овп}$ . Расстояние  $l_{вых}$  зависит от способов управления стрелками и сигналами на посту, что видно из совмещенного графика



Интервал  $\tau_{\text{овп}}$  при движении поезда по соединительному пути увеличивается за счет дополнительных операций, которые необходимы для обеспечения безопасности движения. Разрешение на отправление грузового поезда с рабочего горизонта РГ1 может быть выдано постом ПП после выхода поезда П2 за выходную

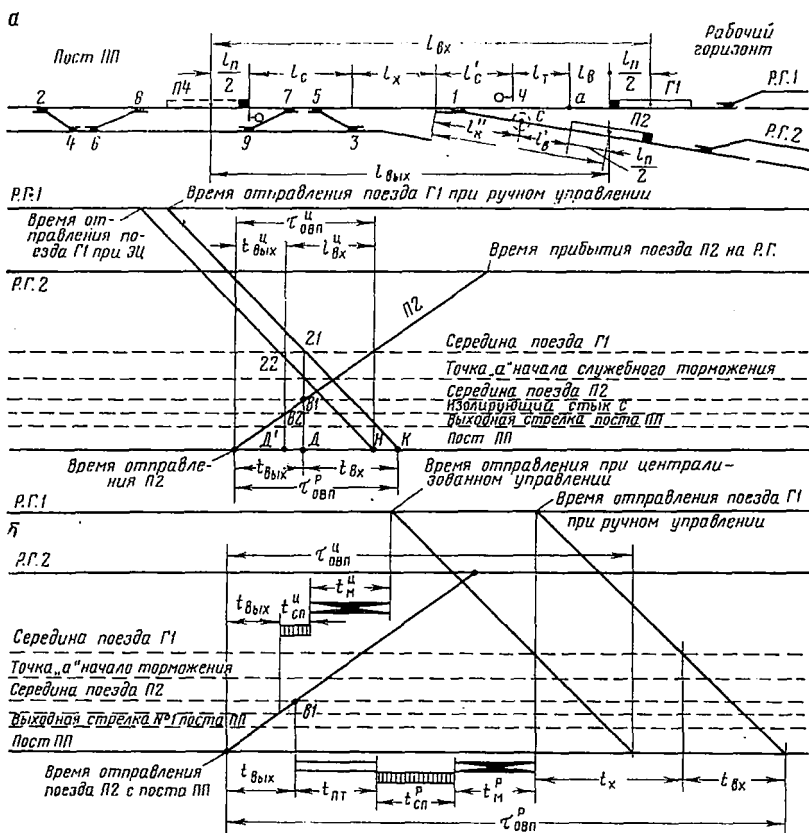


Рис. 17. Интервал неодновременного отправления и враждебно-встречного прибытия:

а — для перегона нормальной длины; б — для соединительного пути

стрелку 1 и приготовления маршрута приема на посту ПП. На основании графиков, приведенных на рис. 17, б, выводятся формулы для определения интервала  $\tau_{\text{овп}}$  в зависимости от применяемых систем управления.

Для ручного управления и телефонно-кодового способа связи

$$\tau_{\text{овп}}^p = t_{\text{п.т}}^p + t_{\text{с.п}}^p + t_{\text{м}}^p + t_{\text{х}}^p + 0,06 \frac{l_c + l_x + l'_c + l'_n + l_n}{v_{\text{вых}}}. \quad (23)$$

Для централизованного управления стрелками с автоблокировкой на соединительном пути применяется та же формула без учета в ней слагаемого  $t_{п.т.}$ . Интервал  $\tau_{впо}$  для кодового и автоматического управления определяется аналогично интервалу при централизации.

**Интервал неодновременного враждебно-попутного отправления.** Интервалом неодновременного враждебно-попутного отправления  $\tau_{впо}$  называется отрезок времени между отправлением

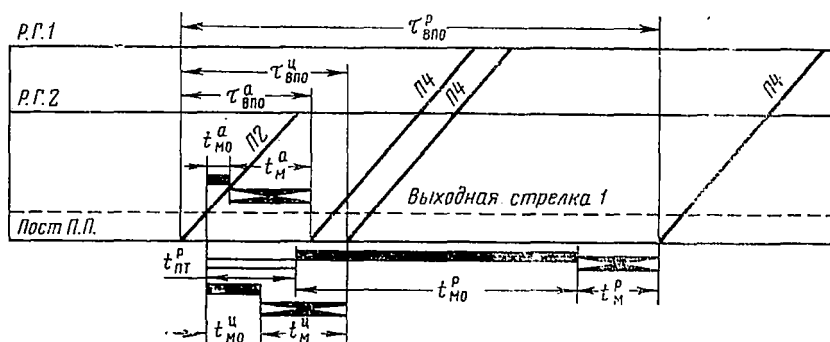


Рис. 18. Интервал неодновременного враждебно-попутного отправления

с отдельного пункта поездов различных направлений с враждебными маршрутами. По условиям движения маршрут отправления второму поезду П4 с поста ПП может быть установлен лишь после освобождения последней выходной стрелки 1 поездом П2. По схеме отправления попутных поездов построен график интервала  $\tau_{впо}$  (рис. 18). Расчет интервала в зависимости от степени автоматизации производится по следующим формулам.

При ручном управлении стрелками и телефонно-кодовом способе связи

$$\tau_{впо}^p = t_{п.т.}^p + t_{м.о.}^p + 0,06 \frac{l_c + l_x + l'_v + l''_k + l_{п.}}{v_{вых}}. \quad (24)$$

При централизованном, кодовом и автоматическом управлении расчет ведется по этой же формуле с исключением слагаемого  $t_{п.т.}$ . При отправлении поезда на соединительный путь интервал  $\tau_{впо}$  не изменяется, так как запрос на отправление производится заблаговременно.

**Интервал неодновременного враждебно-попутного прибытия поездов.** Интервалом неодновременного враждебно-попутного прибытия поездов  $\tau_{впп}$  называется минимальное время между прибытием на отдельный пункт попутных поездов различных направлений с враждебными маршрутами приема. На рис. 19





тельному пути. Интервал  $\tau_{\text{впп}}$  при ручном управлении определяется из выражения

$$\tau_{\text{впп}}^p = t_{\text{п.т}}^p + t_{\text{м.п}}^p + t_{\text{с.п}}^p + t_{\text{м}}^p + t_{\text{х}}^p. \quad (26)$$

При централизованном, кодовом и автоматическом управлении интервал  $\tau_{\text{впп}}$  определяется из выражения

$$\tau_{\text{впп}}^u = t_{\text{м.п}}^u + t_{\text{с.п}}^u + t_{\text{м}}^u + t_{\text{х}}^u. \quad (27)$$

Графики интервала для различных способов управления приведены на рис. 19, б.

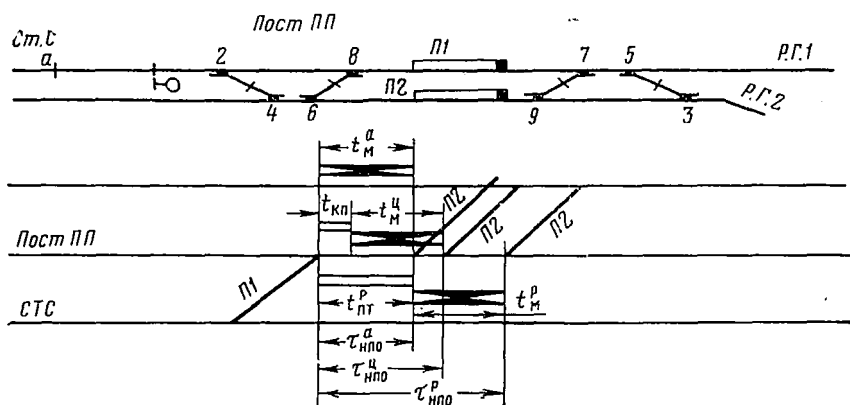


Рис. 20. Интервал одновременного прибытия и попутного отправления поездов

**Интервал одновременного прибытия и попутного отправления поездов.** Интервалом одновременного прибытия и попутного отправления поездов  $\tau_{\text{нпо}}$  называется минимальное время от момента прибытия на станцию поезда одного направления до момента отправления с этой станции поезда попутного направления. На рис. 20 представлена схема расположения поездов и график интервала  $\tau_{\text{нпо}}$ . Порядок работы заключается в следующем. После установки маршрута отправления первому поезду П1 и получения согласия с соседней станции (эти операции выполняются заблаговременно) дежурный проверяет прибытие поезда П2.

Интервал  $\tau_{\text{нпо}}$  определяется по следующим формулам.

Для ручного управления стрелками и телефонно-кодовом способе связи

$$\tau_{\text{нпо}}^p = t_{\text{п.т}}^p + t_{\text{м}}^p. \quad (28)$$

Для централизованного и кодового управления

$$\tau_{\text{нпо}}^u = t_{\text{к.п}}^u + t_{\text{м}}^u. \quad (29)$$

Для автоматического управления

$$\tau_{\text{НПО}}^a = t_M^a. \quad (30)$$

В случае соединительного пути расчет производится по этим же формулам.

**Интервал неодновременного отправления и попутного прибытия поездов  $\tau_{\text{НПО}}$ .** Интервалом неодновременного отправления и попутного прибытия поездов  $\tau_{\text{НПО}}$  называется минимальное время

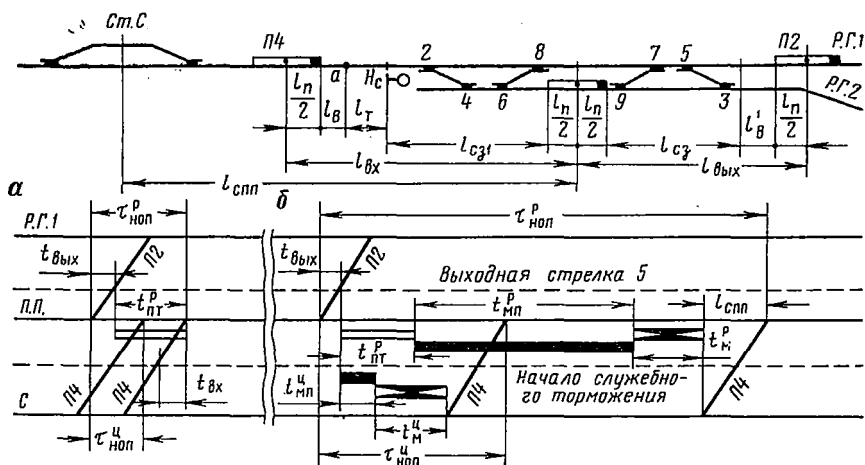


Рис. 21. Схема расположения поездов при интервале неодновременного отправления и попутного прибытия поездов и его графики:

а — для нормального перегона; б — для соединительного пути

от момента отправления со станции поезда до момента прибытия на эту станцию поезда попутного направления. Схема расположения поездов приведена на рис. 21.

Входной светофор  $H_c$  второму поезду П2 может быть открыт после проследования поездом П1 выходной стрелки 5. За время доклада стрелочника об отправлении поезда П1 и открытия входного светофора  $H_c$  поезд П1 пройдет расстояние, равное  $l_{\text{вых}}$ . Маршрут приема прибывающему поезду П2 готовится за время ухода поезда П1 на расстояние  $l_{\text{вых}}$ . Из графика рис. 21, а видно, что продолжительность  $\tau_{\text{НПО}}$  в зависимости от способов управления определяется по формулам (31) и (32).

Для ручного управления и телефонно-кодового способа связи

$$\tau_{\text{НПО}}^p = t_{\text{п.т}}^p + 0,06 \left[ \frac{l_B + l_T + l_{сз1} + l_n}{v_{\text{вх}}} + \frac{l_B' + l_{сз2} + l_n}{v_{\text{вых}}} \right]. \quad (31)$$

Для централизованного, кодового и автоматического способов интервал  $\tau_{\text{ноп}}$  определяется по этой же формуле, но слагаемое  $t_{\text{п.т}}$  исключается.

При приеме поезда  $П2$  с соединительного пути согласно на отправление со станции  $С$  может быть дано только после установки маршрута приема на посту  $ПП$ . Величина интервала  $\tau_{\text{ноп}}$  будет складываться из времени, которое затрачивается на посту  $ПП$  на приготовление маршрута поезду  $П2$ . После проведения этих операций дается разрешение на отправление поезда со станции  $С$ . Маршрут отправления на станции  $С$  может быть установлен заблаговременно, а открытие выходного сигнала осуществляется после разрешения поста  $ПП$ . На рис. 21, б приведен график интервала при различных способах управления стрелками на посту  $ПП$  и на рабочих горизонтах. Интервал  $\tau_{\text{ноп}}$  можно определить из следующего выражения.

Для ручного управления и телефонно-кодового способа связи

$$\tau_{\text{ноп}} = t_{\text{п.т}}^p + t_{\text{м.п}}^p + t_{\text{м}}^p + t_{\text{спп}}^p + 0,06 \frac{l'_v + l_{\text{сз}} + l_{\text{п}}}{v_{\text{вых}}}, \quad (32)$$

где  $t_{\text{спп}}^p$  — время движения поезда со станции  $С$  до поста  $ПП$ .

Для централизованного, кодового и автоматического управлений интервал определяется по этой же формуле, но слагаемое  $t_{\text{п.т}}$  из формулы исключается.

## Глава II

# СИГНАЛИЗАЦИЯ НА КАРЬЕРНОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

### § 1. Назначение сигнальных устройств

При управлении движением передача соответствующих команд локомотивным бригадам осуществляется посредством различного рода сигналов, передаваемых средствами сигнализации.

Сигналы на ж.-д. транспорте подразделяют:

по способу их восприятия — на зрительные и звуковые;

по времени их применения — на дневные, ночные и круглосуточные.

Средства сигнализации подразделяют:

по способу использования — на постоянные и переносные;

по способу управления — на автоматические и полуавтоматические.

При использовании зрительной сигнализации соответствующие распоряжения передаются изменением цвета сигнала, формы, различными комбинациями и числом сигнальных показаний. К средствам зрительной сигнализации относятся светофоры, семафоры, маневровые щиты, различные знаки, цветные флаги, фонари и сигналы путевого заграждения.

Команды звуковой сигнализации подаются различным сочетанием звуков, воспроизводимых при помощи гудков, рожков, сирен и петард.

Светофоры, маневровые щиты и др., устанавливаемые в определенных местах станционных путей и прилегающих к ним перегонов на длительный период времени, относятся к постоянным средствам сигнализации.

В качестве переносных средств сигнализации используют фонари, флажки и переносные щиты.

По выполняемым функциям постоянные сигнальные средства подразделяют на основные и предупредительные. Основные средства в свою очередь подразделяют на абсолютные, которые требуют остановки поезда при запрещающем сигнале, и на остано-

вочно-разрешающие, которые допускают проезд поезда при запрещающем сигнале после двухминутной остановки.

Предупредительные сигнальные средства предназначены для подачи сигнала, предупреждающего о показании последующего основного сигнального средства. К этой же группе относятся повторительные средства сигнализации, дублирующие показания основных сигнальных средств.

При автоматизации управления с использованием современных средств СЦБ основными сигнальными средствами являются светофоры.

В применяемых в настоящее время системах СЦБ светофоры могут иметь следующие назначения:

входные светофоры — разрешают или запрещают вход поезда на станцию, ограждают станцию от входа поезда с прилегающих перегонов;

выходные светофоры — запрещают или разрешают отправление поезда со станции на перегон;

проходные светофоры — запрещают или разрешают проход поезда с одного блок-участка на другой (на участках, оснащенных автоблокировкой, каждый проходной светофор является предупредительным по отношению к следующему проходному светофору);

светофоры прикрытия — ограждают места, опасные для движения поездов;

предупредительные светофоры — заранее предупреждают о показаниях входного или проходного светофоров;

маневровые светофоры — запрещают или разрешают проведение маневров;

заградительные светофоры — останавливают поезд при возникновении опасности для движения на переездах;

повторительные светофоры — оповещают о показании выходного или маршрутного светофора;

групповые выходные — разрешают отправление поездов с группы отправочных путей, но при условии, что поезда отправляются после остановки;

совмещенные светофоры — выполняют назначение нескольких светофоров, например, входного и выходного, входного и маршрутного, выходного и предупредительного.

Показания светофоров должны быть хорошо различимы с локомотива в любое время суток. Расстояние видимости сигнала зависит от оптической системы светофора, местных и метеорологических условий. Входные и маршрутные светофоры должны быть отчетливо различимы днем и ночью на расстоянии тормозного пути, рассчитанного для данного места при полном служебном торможении и установленной скорости движения. В случае если это требование не может быть выполнено, устанавливаются предупредительные светофоры. Место установки предупредительного светофора должно быть выбрано так, чтобы машинист мог

обеспечить остановку поезда, не проезжая основного светофора, т. е. расстояние между предупредительным и основным светофорами должно быть не меньше пути полного служебного торможения. Расстояние от точки начала видимости предупредительного светофора до основного светофора

$$L_{п.в} = L_{с.т} + L_{в}, \quad (33)$$

где  $L_{с.т}$  — длина тормозного пути при служебном торможении;  
 $L_{в}$  — минимальная дальность видимости машинистом предупредительного светофора.

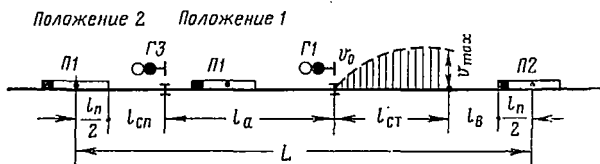


Рис. 22. Условия безостановочного движения локомотивосоставов при двухзначной сигнализации

Общепринятые значения цветов сигнальных огней следующие: красный — запрещает проезд поезда через светофор; желтый — означает требование повышенной бдительности; зеленый — разрешает движение с установленной скоростью; синий — запрещает проведение маневровых операций; лунно-белый — разрешает проведение маневров.

Дальность видимости сигнальных показаний светофоров, м:

красный . . . . .	905
желтый . . . . .	1310
зеленый . . . . .	880
синий . . . . .	230
лунно-белый . . . . .	945

В настоящее время на карьерном ж.-д. транспорте иногда применяется двухзначная светофорная сигнализация, при которой используются красный и зеленый огни. Красный огонь обозначает нулевую скорость ( $v_0$ ) и запрещает проезд за светофор. Следующий по ходу поезда светофор также должен быть закрыт.

Зеленый огонь разрешает движение с максимально допустимой на данном перегоне скоростью ( $v_{max}$ ). При этом показание следующего светофора не задается.

При двухзначной сигнализации безостановочное движение составов может происходить по схеме, изображенной на рис. 22.

На участке пути  $l_a$ , огражденном светофорами Г1, ГЗ, находится состав П1 (движение влево). Светофор Г1 имеет запр-

щающее показание (красный огонь). При этом поезд П2 имеет право двигаться до светофора Г1 при любом его показании. Если при подходе состава П2 на расстояние пути служебного торможения  $l_{с.т}$  до светофора Г1 на нем не загорится зеленый огонь, то машинист обязан остановить состав, т. е. снизить скорость от  $v_{max}$  до  $v_0$ . Для движения поезда без снижения скорости необходимо, чтобы при подходе состава П2 к светофору Г1 на расстоянии  $l_{с.т}$  на нем горел зеленый огонь, в то время как состав П1 будет находиться за светофором Г3.

Таким образом, расстояние между центрами поездов будет

$$L = l_{п} + l_{в} + l_{с.т} + l_{а} + l_{с.п}, \quad (34)$$

- где  $l_{п}$  — длина поезда;  
 $l_{в}$  — путь, проходимый поездом за время восприятия машинистом смены запрещающего сигнала на разрешающий и приведение тормозов в действие;  
 $l_{с.т}$  — длина тормозного пути перед сигналом П1;  
 $l_{а}$  — длина блок-участка (определяется расстановкой сигналов);  
 $l_{с.п}$  — длина пути, проходимая первым поездом за время срабатывания приборов при смене запрещающего показания на светофоре П1 на разрешающее.

Длину участка служебного торможения при движении состава по горизонтальному пути приближенно можно определить по формуле

$$l_{с.т} = \frac{v^2}{2b}, \quad \text{или} \quad (35)$$

$$l_{с.т} = \frac{v^2}{2 \cdot 3,6^2 b}. \quad (36)$$

Или при движении по наклонному пути с уклоном  $i\%$  вводится поправка равная  $\pm \frac{i}{110}$ :

$$l_{с.т} = \frac{v^2}{2 \left( b \pm \frac{i}{110} \right)}, \quad \text{или} \quad (37)$$

$$l_{с.т} = \frac{v^2}{2 \cdot 3,6^2 \left( b \pm \frac{i}{110} \right)}, \quad (38)$$

- где  $v$  — скорость в начале торможения, км/ч;  
 $b$  — среднее замедление при торможении, м/с<sup>2</sup>;  
 $\frac{1}{3,6}$  — коэффициент для перевода м/сек в км/ч,

## § 2. Светофоры и маршрутные указатели

На карьерах применяются линзовые светофоры — мачтовые и карликовые.

Мачтовые светофоры могут устанавливаться на металлических и железобетонных мачтах. При установке сигнальных трансформаторов непосредственно у светофора применяются трансформаторные ящики, закрепляемые на мачте светофора с помощью двух кронштейнов. Ящики изготавливаются для четырех или шести трансформаторов.

В настоящее время вместо металлических мачт начинают широко использовать железобетонные центрифугированные мачты, представляющие собой полые конические железобетонные бесстыковые трубы длиной 8 и 10 м. Мачты устанавливаются непосредственно в грунт. На мачтах светофоров кроме светофорных головок могут устанавливаться дополнительные сигнальные и другие устройства, например: звонки, телефонные аппараты в телефонных ящиках, условно-разрешающие отражательные сигналы, устройства для управления стрелками при переводе их на местное управление.

Светофоры выпускает Нижнеднепровский завод «Светофор». Завод поставляет в комплекте к линзовому мачтовому светофору мачту с колпачком и стаканом, головку со щитом и линзовыми комплектами, кронштейн с регулирующим устройством, бронированный шланг, щиток с крепежными деталями и трансформаторные ящики.

## § 3. Правила установки светофоров

Светофоры устанавливаются с правой стороны по направлению движения поездов так, чтобы с поезда их нельзя было принять за сигналы, относящиеся к соседнему пути. Входные светофоры устанавливаются не ближе 15 м от острьяка либо предельного столбика первой по ходу поезда стрелки со стороны прилегающего перегона. В случаях когда в сторону входного светофора производится маневровая вытяжка или выезд маневрового локомотива, место установки светофора определяется длиной маневрового состава или локомотива. Кроме того, место установки светофора зависит также от профиля. Светофор устанавливается так, чтобы обеспечивалась возможность трогания поезда, остановившегося у входного светофора. На электрифицированных участках пути входные сигналы устанавливаются перед воздушными промежутками, изолирующими контактную сеть перегонов от контактной сети станции.

Выходные светофоры устанавливают перед местом размещения локомотивов отправляющихся поездов. На станциях с изолированными рельсовыми путями выходные светофоры можно устанавливать в створе с изолирующими стыками, которые располагаются на расстоянии 3,5 м от контрольного столбика. Выходные



светофоры могут быть индивидуальными и групповыми. Групповые светофоры устанавливаются для группы отправочных путей. При групповом светофоре номер пути, с которого должен отправиться поезд, подается цифрой маршрутного указателя. Место установки группового светофора должно быть выбрано так, чтобы его сигналы были видны со всех отправочных путей данной группы. Видимость сигналов маршрутного указателя обычно составляет 100—150 м. Установка светофоров на перегонах и станциях должна удовлетворять габариту С. На станциях установка сигнальных устройств должна производиться так, чтобы расстояние от наружной части устройства до оси ближайшего пути, в пределах высоты габарита от 1200 до 4310 мм, было не менее 2450 мм. В пределах нижней части габарита, до высоты 1200 мм, расстояние от наружной грани сигнального устройства до оси пути должно быть не менее 1920 мм. По этому габариту допускается установка карликовых светофоров.

Минимальное междупутье: для мачтовых светофоров 5,04 м, для мачтовых светофоров с лестницей 5,2 м, для карликовых светофоров одиночных 4,2 м, для двойных 4,5 м. На перегонах расстояние от мачты светофора до оси ближайшего пути должно составлять 2,75 м.

Все светофоры должны иметь на мачтах таблички с их названием. Название или номер карликовых светофоров наносится на фундаменте. Входные светофоры обозначаются буквами Ч (для груженых составов) или Н (для порожних составов), с добавлением буквы, обозначающей путь, к которому относится светофор. Выходные светофоры обозначаются буквами Ч или Н с добавлением цифры, указывающей номер отправочного пути. Маневровые светофоры обозначаются буквой М с добавлением порядкового номера, четного или нечетного. Проходные светофоры при автоблокировке обозначаются в зависимости от направления буквами Г или П (грузовое или порожняковое направление), к букве добавляется порядковый номер, счет которого начинается от первого светофора, установленного на перегоне по направлению движения. Предупредительные светофоры обозначаются буквами пЧ или пН (с добавлением впереди буквы п). Заградительные светофоры обозначаются буквой З с добавлением номера пути.

Кроме светофоров, на промышленном транспорте применяют маршрутные указатели, состоящие из каркаса с лицевой панелью. Внутри каркаса расположены лампочки 40 Вт, 220 В, с помощью которых подаются сигнальные показания. Маршрутные указатели дополняют показания светофора и устанавливаются, как правило, на мачте под светофорной головкой. Маршрутные указатели устанавливаются в тех случаях, когда необходимо указать номер пути, с которого разрешено отправление. Показание номера пути или направления осуществляется с помощью условных знаков (буквенных, цифровых) белого или зеленого цвета.

## Глава III

# АППАРАТУРА АВТОМАТИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

### § 1. Общие сведения о реле

В устройствах автоматизации управления ж.-д. транспортом используются электрические реле — контактные и бесконтактные; последние осуществляют переключения посредством изменения величины сопротивления, емкости, индуктивности или электродвижущей силы в управляющих цепях.

По принципу действия реле могут быть нейтральные постоянного тока, поляризованные постоянного тока, постоянно-переменного тока, переменного тока, термические; по времени срабатывания — быстродействующие, нормальнодействующие, медленнодействующие.

По принципу работы контактные реле подразделяются на электромагнитные, индукционные, термические и пневматические. По роду тока электромагнитные реле разделяются на реле постоянного и переменного тока. Первые в свою очередь по магнитной системе бывают нейтральные, реагирующие на величину тока, и поляризованные, реагирующие как на величину, так и на направление тока, протекающего в обмотках реле.

В зависимости от времени притяжения или отпадания якоря реле подразделяются на быстродействующие с временем срабатывания до 0,03 с; нормальнодействующие с временем срабатывания на отпускание якоря до 1,5 с, временные с временем отпускания якоря более 1,5 с.

Время срабатывания реле является важнейшей характеристикой в схемах автоматизации. Оно может быть разбито на два периода: трогание и движение якоря до полного замыкания контактов.

Период трогания контактов реле начинается с момента включения обмоток магнитопровода. При этом происходит постепенное нарастание тока в обмотках реле с преодолением создаваемой им э. д. с. самоиндукции.

Время, в течение которого сила тока нарастает до величины тока срабатывания, называется временем трогания якоря  $t_{тр}$ .

Время, прошедшее с момента трогания до замыкания контактов, называется временем движения  $t_{дв}$ .

Полное время срабатывания реле

$$t_{ср} = t_{тр} + t_{дв}. \quad (39)$$

После притяжения якоря реле ток в обмотке нарастает до номинального значения.

Процесс возвращения якоря реле в исходное положение также протекает в две ступени. Вначале, после выключения, ток в обмотках падает до величины  $I_{в}$  — ток возврата и якорь реле под действием пружины или веса стремится возвратиться в исходное положение. Длительность отпадания якоря характеризуется временем отпускания  $t_{от}$ , которое зависит от схемы включения обмоток и конструктивных особенностей реле. Перемещение якоря до окончания движения происходит за время  $t_{дв}$ . Это время зависит от силы возврата пружины, веса якоря, силы нажатия контактов и др.

Время возврата якоря реле

$$t_{в} = t_{от} + t_{дв}. \quad (40)$$

Поляризованные реле отличаются от нейтральных тем, что в магнитную цепь реле вводят дополнительный магнитный поток, создаваемый постоянным магнитом, или специальной (подмагничивающей) обмоткой, питаемой от независимого источника тока.

Якорь поляризованного реле всегда находится под притягивающим воздействием поля постоянного магнита. Переброс якоря зависит от полярности намагничивающего тока в обмотках реле. Постоянные магниты создают поляризованный магнитный поток, который проходит через полюсные наконечники, воздушный зазор и якорь. Электромагнитная сила, действующая на якорь, создается суммарным действием двух намагничивающих сил (н. с.) — постоянного магнита и обмотки реле, по которой протекает рабочий ток.

## § 2. Способы изменения временных параметров реле

Временные параметры реле можно изменять механическим, электрическим или схемным способами.

При механическом способе для уменьшения времени отпадания якоря реле путем регулировки усиливают давление на контактные пружины или увеличивают контактный набор.

Электрический способ заключается в том, что на сердечник надевают медную гильзу, короткозамкнутый виток или набор медных шайб. Вихревые токи, возникающие в замкнутом витке или в гильзе в момент выключения, поддерживают магнитный поток, чем достигается замедление срабатывания реле.

Схемным способом можно получить увеличение времени замедления отпадания и притяжения якоря реле путем применения схем, показанных на рис. 23. На этом же рисунке приведены схемы, обеспечивающие ускорение притяжения и отпускания якоря реле.

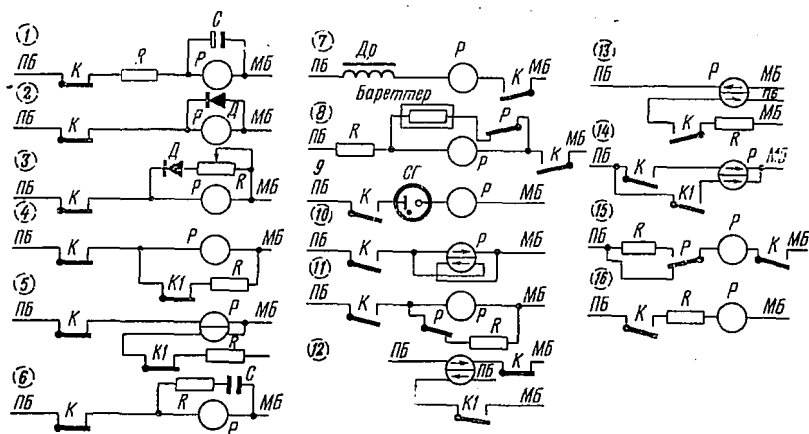


Рис. 23. Способы включения реле:

1—6 — схемы замедления на отпадание; 7—12 — схемы замедления на притяжение;  
12—13 — схемы ускорения отпадания; 15—16 — схемы ускорения притяжения

**Схема 1.** Подключенный параллельно обмоткам реле электрический конденсатор заряжается, а при выключении реле контактом  $K$  происходит разряд конденсатора на обмотку реле. Подбирая конденсаторы различной емкости, можно получить замедление отпадания якоря до нескольких секунд.

**Схема 2.** При шунтировании обмотки реле полупроводниковым выпрямителем после размыкания цепи питания реле в обмотке возникает, вследствие э. д. с. самоиндукции, ток, который, замыкаясь через вентиль, поддерживает убывающий магнитный поток, благодаря чему якорь реле некоторое время остается в притянутом положении.

**Схема 3.** Аналогична схеме 2, включение последовательно с выпрямителем переменного сопротивления позволяет регулировать время замедления.

**Схема 4.** Обмотка реле шунтирована сопротивлением через собственный контакт  $K1$ . При выключении реле контактом  $K$  экстратоки размыкания поддерживают магнитный поток.

**Схема 5.** Питание реле происходит по основной и вспомогательной обмотке, количество ампер-витков которой недостаточно для удержания якоря реле.

При выключении основной обмотки магнитный поток, создаваемый вспомогательной обмоткой, складывается с убывающим и задерживает отпадение якоря реле.

Схема 6 аналогична схеме 1, но для ограничения зарядного тока и увеличения срока службы включающего контакта последовательно с конденсатором включается сопротивление  $R$ .

Схема 7. Последовательное включение дросселя с обмоткой реле задерживает нарастание тока до величины тока срабатывания реле. Дополнительная индуктивность дросселя увеличивает постоянную времени схемы.

Схема 8. Параллельно обмотке реле через собственный контакт подключен бареттер; сопротивление бареттера в момент включения реле  $P$  контактом  $K$  незначительно и напряжение для притяжения якоря реле недостаточно. После нагревания нити бареттера его сопротивление возрастает, происходит срабатывание реле, при этом бареттер отключается собственным контактом реле  $P$ .

Схема 9. Последовательно с обмоткой включена лампа тлеющего разряда (стабилитрон). Замедление притяжения якоря реле зависит от времени ионизации газового промежутка лампы тлеющего разряда. Срабатывание реле происходит после зажигания лампы.

Схема 10. Реле имеет встречное включение обмоток. При включении реле нарастание тока происходит быстрее в обмотке, имеющей меньшее число ампервитков; результирующий магнитный поток нарастает медленно, и якорь реле притягивается с замедлением.

Схема 11. Параллельно обмотке реле через собственный контакт подключается сопротивление  $R$ , которое шунтирует обмотку реле в момент включения. При выключении реле сопротивление отключается собственным контактом.

Схема 12. Встречное включение обмоток, имеющих разное сопротивление, обеспечивает замедление притяжения. Нарастание тока в обмотке с малым числом витков происходит быстрее, чем в обмотке с большим числом витков. Поскольку обмотки включены встречно, результирующий магнитный поток, обеспечивающий притяжение, нарастает медленно.

Схема 13. Ускорение отпускания якоря происходит за счет включения вспомогательной обмотки, в которой протекает ток навстречу току основной обмотки. Магнитные потоки также будут направлены навстречу друг другу, результирующий поток снижается и реле отпускает якорь.

Схема 14. Ускорение отпускания якоря реле осуществляется за счет включения двух обмоток. Первая обмотка включается контактом  $K$ , а вторая подключается до размыкания контакта  $K$  так, что по ней пропускается встречный ток, который уменьшает намагничивание сердечника.

**Схема 15.** Ускорение притяжения достигается за счет увеличения рабочего тока в два—четыре раза по сравнению с током притяжения. Длительная перегрузка обмоток реле исключается подключением сопротивления.

**Схема 16.** Включение сопротивления последовательно с обмоткой реле уменьшает время нарастания тока, что ускоряет срабатывание реле.

### § 3. Штепсельные реле постоянного и переменного тока

Штепсельные реле постоянного и переменного тока выпускаются в нормальном и малогабаритном исполнении. Штепсельные реле, применяемые в устройствах путевой блокировки и телеуправления стрелками и сигналами, отличаются надежностью в работе, высоким коэффициентом безопасности и устойчивостью к температурным колебаниям.

**Нейтральное штепсельное реле типа НШ1** (нормального исполнения) состоит из двух частей— собственно реле и штепсельной розетки.

Контактные реле нормального действия выдерживают не менее 100 тыс. срабатываний, а реле с замедлением на отпадание 50 тыс. размыканий цепи переменного тока частотой 50 Гц с безиндукционной нагрузкой 3 А при напряжении в 12 В. Нумерация контактов реле, контактных выводов штепсельной розетки и схема подключения обмоток реле типа НШ1, а также электрические характеристики реле и обмоточные данные сведены в табл. 1.

**Комбинированное штепсельное реле типа КШ1** в отличие от реле типа НШ имеет поляризованный якорь. Переброска этого якоря происходит в результате взаимодействия двух магнитных потоков. Катушки реле подключаются согласно обозначенной полярности, чтобы якорь реле устанавливался в нормальное положение. Нейтральные и поляризованные контакты реле нормального действия выдерживают не менее 10 тыс., а реле с замедлением 50 тыс. размыканий цепи переменного тока частотой 50 Гц с безиндукционной нагрузкой 3 А при 12 В. Катушки реле КШ1М-400 имеют дополнительные короткозамкнутые обмотки. В табл. 2 показаны нумерация контактов реле, контактных выводов штепсельных розеток и схема подключения обмотки реле. При подключении питания к клемме 4 «плюс», а к клемме 1 «минус» источника питания якорь реле занимает нормальное положение— замыкаются контакты 111—112, 121—122, 131—132, 141—142. При смене полярности якорь занимает переведенное положение— замыкаются контакты 111—113, 121—123, 131—133, 141—143.

Характеристика реле и обмоточные данные также сведены в табл. 1.

**Комбинированное реле с самоудержанием СКШ1-250** представляет собой комбинированное реле типа КШ с устройством для

## Характеристика

Реле	Активное сопротивление обмотки, Ом	Диаметр провода (ПЭЛ), мм	Число витков	Масса реле без штепсельной розетки, кг	Контактная система	Электрические	
						полный подьем, не более	
						В	мА
НШ1-2	2×1	1,25	2×500	3,9	8 фт	—	170
НШ1-800	2×400	0,23	2×8800	3,5		8	—
НШ1-2000	2×1000	0,21	2×15800	4,05		12	—
НШ1-9000	2×4500	0,10	2×22000	3,07		40	—
НШ1-400/30	400	0,21	8600	3,5	8,0	—	—
	30	0,44	2550		2,2	—	—
НШ2-2	2	1,25	1100	3,95	4 фт	—	135
НШ2-40	2×20	0,55	2×2200	3,6		1,2	—
НШ2-2000	2×1000	0,21	2×15800	3,6		7,5	—
НШМ-400	2×200	0,25	2×4500	4,07		7,5	—
НШ1М-200/400	200	0,25	4500	3,7	7,5	—	—
	400	0,21	8600		7,8	—	—
НШ1М-200/30	200	0,25	4500	3,75	7,5	—	—
	30	0,44	2550		2,0	—	—

удержания нейтрального якоря в притянутом положении во время перемены полярности тока в основной (первичной) обмотке реле. Реле типа СКШ1 имеет первичную, вторичную обмотки и обмотку удержания. Нумерация контактов реле, контактных выводов штепсельной розетки, схема подключения обмоток и электрические характеристики реле типа СКШ1-250 приведены в табл. 2.

**Пусковое комбинированное реле типа СКПШ** с самоудержанием представляет собой реле типа СКШ1, но с усиленной контактной системой, так как используется в качестве пускового реле в схеме управления стрелочным электроприводом.

Для работы в цепях стрелочного электропривода реле имеет три катушки: две с последовательно соединенными обмотками возбуждения в цепи контактов стрелочного коммутатора или кнопок и одну в цепи реле удержания с двумя обмотками (вспомогательной и токовой). Токовая обмотка включается последовательно с обмотками электродвигателя и находится под током до конца перевода стрелки. Контактная система реле выдерживает не менее 100 тыс. размыканий цепи при нагрузке на контакт нейтрального якоря тока 3 А при 12 В переменного тока частотой 50 Гц; на усиленный контакт поляризованного якоря — 5 А при 200 В постоянного тока; на вспомогательный контакт — 0,5 А, 12 В переменного тока частотой 50 Гц. Пусковое комбинированное штеп-

## реле типа НШ

характеристики		Перегрузка при испытании		Допустимая нагрузка обмотки по нагреву при непрерывном нахождении реле под током		Напряжение срабатывания реле от тока частотой 50 Гц порядка, В	Напряжение отпадания якоря реле от тока частотой 50 Гц, В	Замедление на отпадание якоря реле не менее, с	
отпадание, не менее		В	мА	В	А			при 9,5 В	при 12 В
В	мА					В	мА		
—	55	—	680	—	2,4	45	—	—	—
2,5	—	32	—	64	—	750	—	—	—
3,0	—	36	—	130	—	1400	—	—	—
10	—	144	—	144	—	Более 1500	—	—	—
2,5	—	32	—	32	—	—	—	—	—
0,6	—	9	—	9	—	138	124	—	—
—	55	—	540	—	2,4	—	—	—	—
0,3	—	4,5	—	18	—	110	—	—	—
2,2	—	30	—	130	—	Более 800	—	—	—
2,0	—	30	—	40	—	Более 800	—	0,55	0,6
2,0	—	30	—	24	—	—	—	0,3	0,3
2,1	—	30	—	32	—	650	—	—	—
2,0	—	35	—	24	—	Более 430	—	0,3	0,3
0,55	—	8	—	9	—	400	—	—	—

сельное реле СКПШ5-320 имеет три катушки. Две катушки, предназначенные для обмотки поляризованной системы, включаются через выпрямитель. Третья катушка имеет две обмотки: обмотку возбуждения нейтрального якоря и токовую удерживающую обмотку.

В качестве выпрямителей в реле СКПШ5 применены выпрямители АВС-15-312. Реле не имеет вспомогательного контакта. Нумерация контактов, схемы включения, электрические характеристики и обмоточные данные реле приведены в табл. 2.

**Путевые реле переменного тока типа НВШ1** применяются для работы в рельсовых цепях переменного тока; реле НВШ1-800 в однониточных рельсовых цепях при электротяге, реле НВШ1-200 — при тепловозной и паровой тяге. Реле переменного тока типа НВШ выполнено на базе реле НШ1 с добавлением выпрямительной приставки, которая устанавливается в верхней части монтажной стороны штепсельной розетки. Для реле НВШ1-200 применяется приставка, состоящая из выпрямителей 15-ВМ-4А или 15-ГМ-4А, помещаемая внутри кожуха реле.

Приставка реле НВШ1-800 состоит из двух купроксных выпрямителей ВК-20-27. Выпрямительные столбики соединены по схеме Греча или по однополупериодной схеме в зависимости от условий

Характеристика реле

Реле	Активное сопротивление обмоток, Ом	Диаметр провода (ПЭЛ), мм	Число витков	Реле без штепсельной розетки, кг	Контактная система	Электрические			
						Нейтральный якорь			
						полный подъем при любой полярности, не более		отпадание при любой полярности, не менее	
						В	мА	В	мА
КШ1-40	2×20	0,55	2×2300	3,97	4 фт, 4 нп	—	55	—	11
КШ1-80	2×40	0,44	2×3000	3,95		—	45	—	8,0
КШ1-400	2×200	0,25	2×5900	3,5		9,0	—	2,0	—
КШ1-1000	2×500	0,25	2×11000	3,86		10,0	—	2,0	—
КШ1М-400	2×200	0,25	2×400	4,15		10,0	—	2,0	—
СКШ1-250	2×125	0,35	2×4500	4,8	4 фт, 2 нп	8,5	—	1,8	—
	0,6	0,86 0,86	386 380						
СКПШ1-100	2×50	0,41	2×3400	5,05	2 фут 2 НУПУ 1н, 1п	4,7	—	1,0	—
	300	0,15	4200						
	0,35	0,80	120						
СКПШ4-160	160	0,33	6200	4,77		15	—	1,4	—
	160	0,33	6200						
	160	0,19	3600						
	0,35	0,80	120						
СКПШ5-320	2×160	0,33	2×6200	4,84		7,5	—	1,0	—
	180	0,23	7200						
	0,065	1,35	35						

типов КШ, СКШ, СКПШ

характеристики		Перегрузка при испытании		Перегрузка по допустимой плотности тока при длительном нахождении реле под током		Напряжение срабатывания реле от тока частотой 50 Гц, В	Замедление на отпадание при напряжении 12 В не менее, с	Срабатывание нейтрального якоря от тока частотой 50 Гц, В	Нумерация контактных выводов штепсельной розетки и схема подключения обмоток реле
Переброс поляризованного якоря в пределах		В	мА	В	мА				
—	20—34	—	180	—	450	—	—	—	
—	15—25	—	160	—	300	240	—	—	
3,5— —5,5	—	32	—	40	—	490	—	—	
»	—	32	—	100	—	Более 800	—	—	
»	—	32	—	40	—	»	0,2	—	
3,5— —5,0	—	32	—	45	—	—	0,2	250	
5,2— —6,5	—	32	—	32	—	—	0,2	—	
8—15	—	30	—	—	—	—	0,2	1000	
3,5— —7,5	—	15	—	—	—	—	—	9	



работы рельсовой цепи. Контактная система реле аналогична контактной системе реле типа НШ1.

Электромагнитные огневые реле типов ОШ1 и ОШ2 предназначены для контроля перегорания нити сигнальной лампы мощностью 10, 15 и 25 Вт. Огневое реле ОШ1-100 включается последовательно с первичной обмоткой трансформатора СТ-2а. Вторичная обмотка трансформатора нагружена сигнальной лампой 15 Вт, 12В или 25 Вт, 12 В. При этом реле должно притягивать якорь, когда напряжение на первичной обмотке составляет 90 В при холодной нити накала и при напряжении 110 В при горячей нити накала. Реле ОШ1-100 дополняется выпрямительной приставкой типа ЗОВМ12А или ЗОГМ12А.

Огневое реле ОШ2-400/1 может быть использовано для контроля целостности нити светофорных ламп мощностью 5, 10, 15 и 25 Вт.

Включение различных по мощности ламп производится с помощью дополнительных выводов от катушек реле на зажимы 71, 72, 73 и 82 штепсельной розетки.

Контакты огневого реле ОШ1-100 выдерживают не менее 100 000 размыканий цепи тока частотой 50 Гц с безындукционной нагрузкой 3 А, 12 В. Контакты реле ОШ2-400/1 выдерживают не менее 50 тыс. включений и выключений цепей тока частотой 50 Гц, напряжением 12 В при токе 3 А безындукционной нагрузки.

Малогабаритные штепсельные реле по сравнению с реле типов НР и НШ позволяют значительно уменьшить площадь релейного помещения. По числу контактных групп реле разделяются на: восьмиконтактные типа НМШ1, НМШМ1, НМ1 и НММ1 (8 фт); четырехконтактные типов НМШ2, НМШМ2, АНШ2, АНШМ2, НМ2 и НММ2 (4 фт); реле типа НМШ3, имеющее две контактные группы на переключение (2 фт) и два фронтowych контакта (2 фт); реле типа НМШ4, НМШМ4, НМ4 и НММ4, имеющие четыре контактных группы на переключение (4 фт) и четыре фронтowych контакта (4 фт); реле типа АНШ5 с двумя контактными группами на переключение (2 фт) и двумя тыловыми контактами (2 т). Реле без индекса Ш устанавливаются в блоках.

Нейтральные реле типа НМШ по характеру работы разделяются на нормальнодействующие НМШ, НМ и АНШ и медленнодействующие типов НМШМ, НММ и АНШМ.

Контактная система нейтральных реле рассчитана на 1 млн. переключений электрических цепей постоянного тока напряжением 24 В, при силе тока 2 А или переменного тока 0,5 А, при напряжении 220 В. Обмотки реле могут включаться последовательно, параллельно или раздельно. Катушка медленнодействующих реле надевается на медную гильзу.

Характеристики обмоток и электрические характеристики реле приведены в табл. 3, 4.

Нейтральные пусковые реле НМПШ-0,2/220 и НМПШ-0,3/90 предназначены для переключений в схемах управления стрелоч-

## Характеристика реле типа НМШ

Реле	Активное сопротивление обмотки, Ом	Провод ПЭА		Масса реле без штепсельной розетки, кг	Схема включения обмоток																												
		диаметр	число витков																														
НМШ1-2000	2×1000	0,13	2×10500	$\frac{1,520}{1,240}$	<p><i>а</i></p> <p>НМШ1</p> <table border="1"> <tr><td>12</td><td>32</td><td>52</td><td>72</td></tr> <tr><td>11</td><td>31</td><td>51</td><td>71</td></tr> <tr><td>13</td><td>33</td><td>53</td><td>73</td></tr> <tr><td>22</td><td>42</td><td>62</td><td>82</td></tr> <tr><td>21</td><td>41</td><td>61</td><td>81</td></tr> <tr><td>23</td><td>43</td><td>63</td><td>83</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> </table>	12	32	52	72	11	31	51	71	13	33	53	73	22	42	62	82	21	41	61	81	23	43	63	83	1	2	3	4
12	32	52	72																														
11	31	51	71																														
13	33	53	73																														
22	42	62	82																														
21	41	61	81																														
23	43	63	83																														
1	2	3	4																														
НМШ1-7000	2×3500	0,08	2×15000	$\frac{1,430}{1,150}$																													
НМШМ1-10	(Медная гильза) $\frac{м. г.}{10}$	0,41	1000	$\frac{1,740}{1,460}$	<p><i>б</i></p> <p>НМШМ1</p> <table border="1"> <tr><td>12</td><td>32</td><td>52</td><td>72</td></tr> <tr><td>11</td><td>31</td><td>51</td><td>71</td></tr> <tr><td>13</td><td>33</td><td>53</td><td>73</td></tr> <tr><td>22</td><td>42</td><td>62</td><td>82</td></tr> <tr><td>21</td><td>41</td><td>61</td><td>81</td></tr> <tr><td>23</td><td>43</td><td>63</td><td>83</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> </table>	12	32	52	72	11	31	51	71	13	33	53	73	22	42	62	82	21	41	61	81	23	43	63	83	1	2	3	4
12	32	52	72																														
11	31	51	71																														
13	33	53	73																														
22	42	62	82																														
21	41	61	81																														
23	43	63	83																														
1	2	3	4																														
НМШМ1-750	$\frac{м. г.}{750}$	0,13	7500	$\frac{1,720}{1,440}$																													
НМШМ1-1500	2×750	0,13	2×7500	$\frac{1,600}{1,320}$																													
НМШМ1-1300/750	$\frac{1300}{750}$	$\frac{0,12}{0,13}$	$\frac{10500}{7500}$	$\frac{1,630}{1,350}$																													
НМШ2-4000	2×2000	0,11	2×4000	$\frac{1,320}{1,040}$	<p><i>в</i></p> <p>НМШ2</p> <table border="1"> <tr><td>22</td><td>42</td><td>62</td><td>82</td></tr> <tr><td>21</td><td>41</td><td>61</td><td>81</td></tr> <tr><td>23</td><td>43</td><td>63</td><td>83</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> </table>	22	42	62	82	21	41	61	81	23	43	63	83	1	2	3	4												
22	42	62	82																														
21	41	61	81																														
23	43	63	83																														
1	2	3	4																														
НМШМ2-1,2	$\frac{м. г.}{1,7}$	0,69	490	$\frac{1,620}{1,340}$	<p><i>г</i></p> <p>НМШМ2</p> <table border="1"> <tr><td>22</td><td>42</td><td>62</td><td>82</td></tr> <tr><td>21</td><td>41</td><td>61</td><td>81</td></tr> <tr><td>23</td><td>43</td><td>63</td><td>83</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> </table>	22	42	62	82	21	41	61	81	23	43	63	83	1	2	3	4												
22	42	62	82																														
21	41	61	81																														
23	43	63	83																														
1	2	3	4																														
НМШМ2-1750	$\frac{м. г.}{1750}$	0,11	12000	$\frac{1,470}{1,190}$																													
НМШМ2-3500	2×1750	0,11	2×2000	$\frac{1,470}{1,190}$																													
НМШМ2-10/1750	$\frac{10}{1750}$	$\frac{0,41}{0,11}$	$\frac{1000}{12000}$	$\frac{1,477}{1,196}$																													

Реле	Активное сопротивление обмотки, Ом	Провод ПЭА		Масса реле без штепсельной розетки, кг	Схема включения обмоток
		диаметр	число витков		
НМШЗ-550/400	550	0,15	7800	1,477	
	400	0,16	6600	1,199	
НМШ4-3,4	2×1,7	0,69	2×490	1,500 1,220	
НМШ4-3000	2×1500	0,12	2×12500	1,470 1,090	
НМШМ4-100/1300	100	0,23	3000	1,580	
	1300	0,12	10500	1,300	
НМШ1-400	2×250	0,19	2×5600	1,560	
				1,280	
НМШМ1-180	М. Г. 180	0,20	4000	1,510	
				1,230	
НМШМ1-350	2×180	0,20	2×4000	1,660	
				1,380	
НМШ2-1000	2×500	0,16	2×7700	1,350	
				1,070	
НМШМ2-350	М. Г. 350	0,16	5300	1,580	
				1,300	
НМШМ2-700	2×350	0,16	2×5300	1,460	
				1,280	
НМШ4-720	2×360	0,17	2×6400	1,430	
				1,150	

Реле	Активное сопротивление обмотки, Ом	Провод ПЭА		Масса реле без штепсельной розетки, кг	Схема включения обмоток
		диаметр	число витков		
НМШМ4-280	М. Г. 280	0,18	5000	1,650	
				1,370	
НМШМ4-560	2×280	0,18	2×5000	1,560	
				1,280	

ными электроприводами. Реле имеет усиленные фронтные контакты на 100 тыс. включений цепей постоянного тока напряжением 220 В при токе 5 А. Контакты реле, осуществляющие схемные зависимости, рассчитаны на 400 тыс. срабатываний по включению и выключению цепей напряжением 24 В, при токе 1 А.

**Пусковое реле типа НМПШ-1000** предназначено для коммутации цепей постоянного и переменного тока повышенной мощности.

Реле имеет усиленные контакты, рассчитанные на 20 тыс. включений и выключений цепей постоянного тока 8 А напряжением 220 В и 15 А напряжением 60 В и цепей переменного тока 12 А напряжением 220 В.

**Реле типа НМПШ2-400** предназначены для включения ламп мигающих сигналов и осуществления других схем. Контакты реле рассчитаны на 2000 тыс. переключений цепей постоянного тока напряжением 12 В при силе тока 2 А. Основные данные пусковых реле, схемы включения обмоток и расположение контактов на штепсельной колодке приведены в табл. 5.

Малогабаритные реле переменного тока выпускаются следующих типов: путевые НМВШ2, огневые ОМШ2, ОМШМ, АОШ2, ОМ2 и аварийные АШ2.

Путевые реле НМВШ2-1000/1000 и НМВШ2-2400 предназначены для работы в рельсовых цепях переменного тока частотой 50 Гц. Внутри реле на изоляционной плате собрана выпрямительная приставка. Контактная система выдерживает 400 тыс. срабатываний при переключении цепей постоянного тока 2 А напряжением 24 В или переменного тока 0,5 А напряжением 24 В. Схемы включения обмоток реле и выпрямительных приставок, электрические и другие характеристики реле приведены в табл. 6.

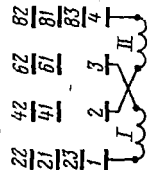
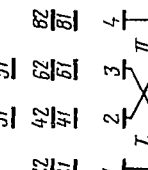
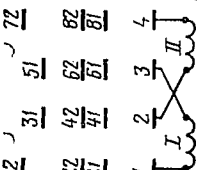
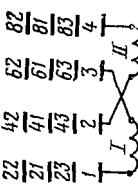
Реле НМВШ2-1000/1000 могут включаться по схеме: мостовая с последовательным соединением обмоток; то же, с параллельным

Таблица 4

Реле	Контактная система	Активное сопротивление обмотки, Ом	Электрические характеристики реле				Перегрузка при испытании	
			полный подъем, не более		отпадание, не менее		В	мА
			В	мА	В	мА		
НМШ1-2000	8 фт	2×1000	16	—	В пределах 6—8	—	45	—
НМШ1-7000		2×3500	39	—	15	—	100	—
НМШ1-10		$\frac{м. г.}{10}$	—	160	—	50	—	500
НМШМ1-750		$\frac{м. г.}{750}$	16	—	5	—	45	—
НМШМ1-1500		2×750	16	—	5	—	45	—
НМШМ1-1300/750		$\frac{1300}{750}$	$\frac{20}{16}$	—	$\frac{6}{5}$	—	$\frac{45}{45}$	—
НМШ2-4000	4 фт	2×2000	16	—	5	—	45	—
НМШМ2-1,7		$\frac{м. г.}{1,7}$	—	230	—	70	—	700
НМШМ2-1750		$\frac{м. г.}{1750}$	16	—	5	—	45	—
НМШМ2-3500		2×1750	16	—	5	—	45	—
НМШЭ-550/400	2 фт, гф	$\frac{550}{400}$	—	$\frac{12}{13}$	—	$\frac{3,6}{4,0}$	—	$\frac{55}{55}$
НМШ4-3,4	4 фт, 4 ф	2×1,7	—	135	—	45	—	800
НМШ4-3000	4 фт, 4 ф	2×1500	16	—	5	—	45	—
НМШМ4-100/1300	4 фт, 4 ф	$\frac{100}{1300}$	—	$\frac{45}{16}$	—	$\frac{16}{—}$	—	$\frac{135}{—}$

Перегрузка по допустимой плотности тока				Напряжение срабатывания реле от тока частотой 50 Гц, В	Напряжение отпадания якоря реле от тока частотой 50 Гц, В	Замедление на отпадание, не менее 13 с		Включение катушек	Примечание	
длительный режим		кратковременный режим				при 21, 58, В	при 24, 8, В			
В	мА	В	мА							
60	—	120	—	800	740	—	—	Последовательное	Замедление указано соответственно при токах 0,22 А и 0,25 А	
88	—	176	—	1230	1180	—	—	То же		
—	330	—	660	—	—	0,40	0,45	Одна катушка		
25	—	50	—	—	—	0,40	0,45	То же		
48	—	96	—	—	—	0,17	0,20	Последовательное		
$\frac{35}{25}$	—	$\frac{70}{50}$	—	—	—	—	$\frac{0,15}{0,20}$	Раздельное		
90	—	180	—	750	700	—	—	Последовательное		
—	900	—	1800	11	10	—	0,55	Одна катушка		Замедление указано при токе 0,5 А
40	—	80	—	660	600	0,55	0,60	То же		
80	—	160	—	—	—	0,25	0,30	Последовательное		
—	—	—	—	—	—	—	—	Раздельное		
—	900	—	1800	30	29	—	—	Последовательное		
84	1	168	—	700	680	—	—	То же		
—	$\frac{100}{35}$	—	$\frac{200}{70}$	—	—	—	$\frac{0,15}{0,15}$	Раздельное	Замедление по катушке сопротивлением 100 Ом указано при токе 0,07 А	
—	—	—	—	—	—	—	—	—		

Электрические характеристики нейтральных пусковых реле

Показатели	Реле			
	НМГПШ-0,2/200	НМГПШ-0,3/90	НМГПШ-1000	НМГПШ-400
Перегрузка по обмотке возбуждения, В . . .	28	15	—	—
Отпадание, не менее:				
по обмотке возбуждения, В . . . . .	2,1	1,1	—	—
по обмотке тока, А . . . . .	0,3	0,2	—	—
Полное притяжение по обмотке возбуждения, не более, В . . . . .	7	3,8	—	—
Замедление на отпадание, не менее, с:				
по обмотке возбуждения при выключенной обмотке тока и напряжения 24В . . . . .	0,3	—	—	—
по обмотке тока при выключенной обмотке возбуждения и токе 1,5 А . . . . .	0,25	—	—	—
Перегрузка, В . . . . .	—	—	45	20
Напряжение отпадания, не менее, В . . . . .	—	—	4,5	1,6
Напряжение полного притяжения, не более, В . . . . .	—	—	16,5	5,5
Схема включения обмоток и расположение контактов . . . . .				

соединением обмоток; однополупериодная с последовательным соединением обмоток; мостовая с включением второй катушки.

Реле НМВШ2-2400 имеет аналогичное включение обмоток. Выпрямительная приставка выполняется из четырех диодов Д226А или Д226Б. Схемы включения реле могут быть получены путем пересоединения перемычек на штепсельной розетке.

Огневые реле служат для проверки целостности нити световых ламп. Реле ОМШ2-40 и ОМШМ-1 устанавливаются в помещениях. Реле АОШ2 предназначены для установки в релейных шкафах. Контактная система реле рассчитана на 400 тыс. переключений цепей постоянного тока 2 А напряжением 24 В или переменного тока 0,5 А напряжением 220 В. Огневое реле ОМШ2-40 включается последовательно с трансформатором СТ-3 при световой лампе мощностью 15 Вт.

При лампе мощностью 25 Вт применяется трансформатор СТ-2А.

Аварийные реле типа АШ2 предназначены для переключения фидеров питания с основного на резервный. Реле работают в цепях переменного тока напряжением 12, 24, 110 и 220 В частотой 50 Гц. В корпусе реле установлены выпрямительные элементы.

Контактная система реле АШ2-12/24 переключает каждой группой контактов цепи постоянного тока напряжением 24 В при токе 4 А.

Реле АШ2-110/220 переключает двумя последовательно соединенными тройниками цепи переменного тока 10 А напряжением 110—127 В,  $\cos \varphi = 0,6$  или 5 А, напряжением 220 В,  $\cos \varphi = 0,6$ . Электрические характеристики, схемы включения и расположения контактов аварийных реле приведены в табл. 6.

**Поляризованные пусковые реле типов ПМПШ, ПМП** предназначены для работы в пусковых цепях стрелочного электропривода. Реле изготавливаются в штепсельном (ПМПШ) и в обычном исполнении (ПМП) для установки в пусковых блоках. Контактная система поляризованных реле ПМПШ состоит из двух усиленных контактов с магнитным дутьем. Два остальных контакта имеют нормальное исполнение. Усиленные контакты пусковых реле рассчитаны на 100 тыс. включений цепей постоянного тока напряжением 240 В при токе 4 А. Обычные контакты выдерживают 100 тыс. включений и выключений электрических цепей постоянного тока напряжением 24 В при токе 2 А.

Поляризованное реле типа ПМШ применяется в цепях управления. Контакты реле обеспечивают не менее 400 тыс. переключений электрических цепей постоянного тока 0,5 А напряжением 240 В. Схема включения обмоток и основные данные поляризованных реле приведены в табл. 7.

**Комбинированные малогабаритные реле типа КМШ** имеют независимые поляризованный и нейтральный якоря. Обмотки двух катушек реле включаются последовательно. Положение якоря

Реле	Полное при- тяжение, не более, В	Отпадание, не менее, В	Перегрузка, В	Полное при- тяжение, не более, А	Отпадание, не менее, А	Перегрузка, А	Замедление, с	Сопротивле- ние катушек, Ом
НМВШ2-1000/1000	20	10	60	—	—	—	—	—
	10,5	5	35	—	—	—	—	—
	35	17,5	100	—	—	—	—	—
	20	10	60	—	—	—	—	—
НМВШ2-2400	20	10	60	—	—	—	—	—
	10,5	5	35	—	—	—	—	1200
	35	17,5	100	—	—	—	—	—
ОМШ2-40	—	—	—	0,058	0,027	0,18	—	40
ОМШМ-1	—	—	—	—	9	0,4	3	1
АОШ2-180/0,45	7,5	1,8	22	—	—	—	0,12 при 12 В	180
	—	—	—	0,7	0,22	2,1	—	0,45
	—	—	—	1,0	0,3	3,0	—	0,25
АОШ2-1	—	—	—	0,25	0,075	0,7	0,2 при	1
	—	—	—	0,5	0,15	1,5	0,25 А	0,47
АШ2-12/24 (а)	9,5	4,5	—	—	—	—	—	—
	18,5	8	—	—	—	—	—	—
АШ2-110/220 (б)	90	36	—	—	—	—	—	—
	180	75	—	—	—	—	—	—

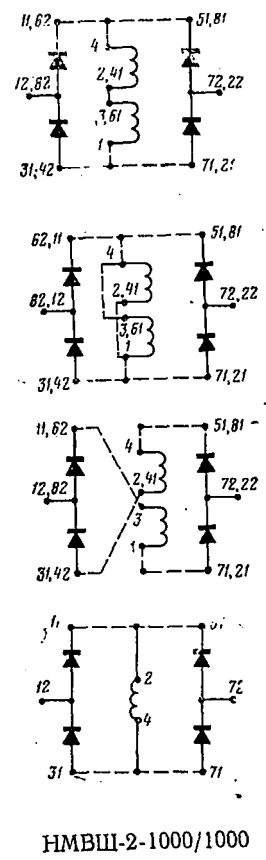
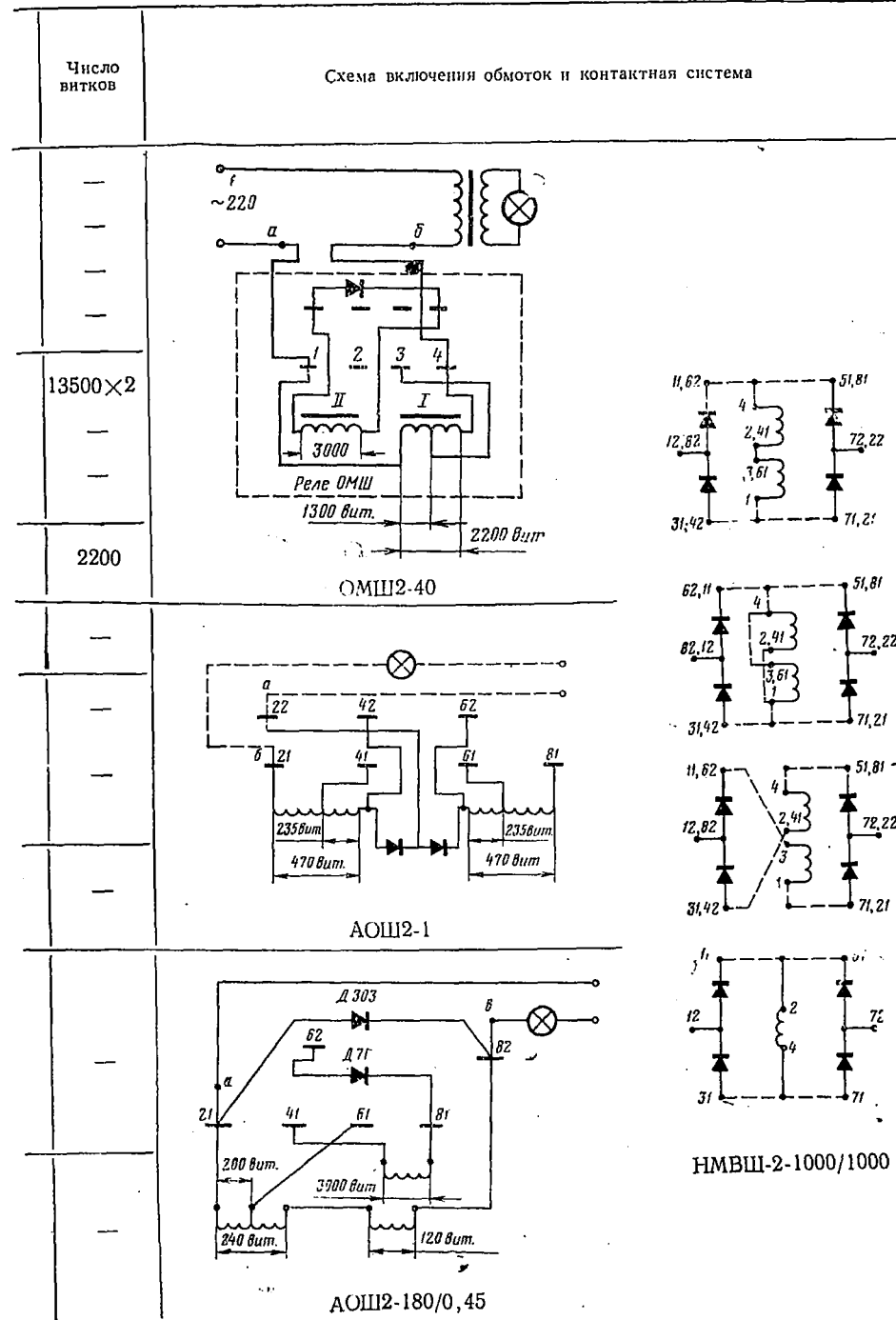


Таблица 7

Реле	Перегруз-ка, В	Напряже-ние пере-брасыва-ния поляризован-ного яко-ря, В	Нейтральный якорь		Схема включения обмоток и расположения контактов реле
			притяже-ние, не более, В	отпада-ние, не менее, А	
ПМПШ-150/150	36	10—16	—	—	
ПМШ-1400	36	10—16	—	—	
ПМП-150/150	36	10—16	—	—	
КМШ-3000	120	12—22	40	12	
КМ-3000	120	12—22	40	12	
КМШ-450	45	4,5—8,5	16	4,5	
КМ-450	45	4,5—8,5	16	4,5	

определяется полярностью постоянного напряжения, подводимого к обмоткам реле.

При подключении плюса батареи к клемме 4, а минуса к клемме 1 поляризованный якорь занимает нормальное положение, при этом замыкаются контакты  $111-112; 121-122$  (см. табл. 7). При изменении полярности на клеммах 1—4 замыкаются контакты  $111-113; 121-123$ . Контактная система реле рассчитана на 400 тыс. срабатываний при напряжении на контактах реле 24 В постоянного тока силой 2 А, или переменного тока напряжением 220 В, 0,5 А. Схема включения обмоток реле и расположение контактов на штепсельной розетке, а также основные электрические характеристики реле даны в табл. 7.

#### § 4. Кодовые реле постоянного тока

Реле КДР предназначаются для работы в промежуточных цепях устройств автоматики и телемеханики ж.-д. транспорта. Они основаны на принципе использования электромагнитной нейтральной системы с угловым перемещением якоря. Кодовые реле постоянного тока выпускаются следующих типов.

КДР1 — быстродействующее реле с неразветвленной магнитной Г-образной цепью при полукруглом якоре и круглом сердечнике.



Реле имеют 1—5 контактных колонок с числом контактных групп в колонке не более трех. Реле КДР1-М по конструкции аналогично реле КДР1, но отличается наличием медного каркаса для катушки;

КДР2 — быстродействующее реле с повышенной чувствительностью и неразветвленной Г-образной магнитной цепью. Реле выпускается с одной или двумя контактными колонками. Удлиненная изоляционная планка якоря позволяет обеспечить относительно большой коэффициент возврата;

КДР3-М — медленнодействующее реле с разветвленной П-образной магнитной цепью. Якорь имеет прямоугольную форму, а сердечник — круглую. Катушка выполнена на медном каркасе. Реле имеет до пяти контактных колонок и применяется в схемах, где требуется замедление;

КДР5-М — медленнодействующее реле с П-образной разветвленной магнитной цепью усиленного типа. Якорь реле прямоугольной формы, сердечник круглый. Катушка реле размещена на медном каркасе. Для получения больших обратных замедлений у основания сердечника установлены медные шайбы. Реле может иметь 1—5 контактных колонок;

КДР6-М — медленнодействующее реле с усиленной разветвленной П-образной магнитной цепью, выполняется по типу реле КДР-5, но имеет укороченную катушку, что позволяет установить большое число медных шайб для увеличения прямых и обратных замедлений. Медная шайба реле размещается ближе к якорю, а катушка реле — у основания сердечника. Наличие медных шайб значительно увеличивает время притяжения якоря. Реле может иметь 1—5 контактных колонок;

КДРТ — быстродействующее реле с неразветвленной Г-образной магнитной цепью и одной контактной группой на переключение. Штепсельные реле типа КДРШ в отличие от реле типа КДР имеют прикрепленную к корпусу приставку. Для установки реле в штепсельной колодке приставка имеет два направляющих стержня и два незападающих винта. Реле типа КДРШ вставляются в штепсельную колодку с контактными гнездами, число которых соответствует числу контактных пружин реле. На задней стороне колодки расположены выводные пружины с отверстиями для припаивания проводов. Колодка устанавливается на панели в специальных кодовых стативах.

Контактная система реле типа КДР состоит из контактных колонок из групп, которым даны номера 1—10. Каждая сложная контактная группа (колонка) получает двух-, трех- и четырехзначный номер, составленный из номеров входящих простейших групп, считая сверху вниз. Выбор контактного набора производят по каталогу завода-изготовителя (Харьковский электротехнический завод «Трансвязь»).

Основные параметры кодовых реле приведены в табл. 8.

Размеры и масса реле

Номер реле	Реле	Число контактных колонок	Размеры, мм			Максимальная масса, кг
			длина	ширина	высота	
618.00.00	КДР1	1—3	113	32	80	0,41
618.30.00	КДР1	4	113	43	80	0,44
618.35.00	КДР1	5	113	54	80	0,47
612.40.00	КДР1-М	1—3	113	32	80	0,45
612.43.00	КДР2	1	138	32	70	0,42
612.49.00	КДРТ	1	120	39	69	0,43
612.50.00	КДР3-М	1—3	113	32	85	0,50
612.50.00	КДР3-М	4	113	43	85	0,53
612.58.00	КДР3-М	5	113	54	85	0,56
612.60.00	КДР5-М	1—3	140	34	85	0,95
612.66.00	КДР5-М	4	140	42	85	0,96
612.68.00	КДР5-М	5	140	54	85	0,98
612.70.00	КДР6-М	1—3	140	34	85	0,95
612.76.00	КДР6-М	4	140	42	85	0,97
612.78.00	КДР6-М	5	140	54	85	1,00
612.82.00	КДР1	1—3	113	32	80	0,41
617.00.00	КДРШ1	2—3	126,5	60	95	0,53
617.00.00	КДРШ1-М	2—3	126,5	60	95	0,57
617.11.00	КДРШ1	5	126,5	60	95	0,63
617.11.00	КДРШ1-М	5	126,5	60	95	0,66
617.12.00	КДРШ1	2—3	126,5	60	95	0,53
617.14.00	КДРШ1	5	126,5	60	95	0,63
615.44.00	КДРШ3-М	2—3	126,5	60	95	0,62
615.48.00	КДРШ3-М	5	126,5	60	95	0,72
615.60.00	КДРШ5-М	2—3	143	60	102	1,09
615.68.00	КДРШ5-М	5	143	60	102	1,16
615.70.00	КДРШ6-М	2—3	143	60	102	1,09
615.78.00	КДРШ6-М	5	143	60	102	1,18

### § 5. Кодовые и импульсные трансмиттеры

Приборы, с помощью которых вырабатываются кодовые или равномерные импульсы переменного или постоянного тока в ж.-д. автоматике, называют трансмиттерами. Кодовые путевые трансмиттеры предназначены для кодирования рельсовых цепей трехзначным числовым кодом; выпускаются нескольких типов, которые различаются продолжительностью вырабатываемых кодовых циклов.

Трансмиттер состоит из корпуса, в котором установлен асинхронный однофазный электродвигатель с короткозамкнутым ротором, редуктор с фигурными шайбами и контактная система. Статор имеет две обмотки, сдвинутые на 90°. Для расщепления фазы параллельно статорной обмотке с сопротивлением 340 Ом включен конденсатор 6 мкФ.

Принцип действия трансмиттера основан на замыкании и размыкании трех контактных групп, через которые посылаются импульсы тока. Замыкание и размыкание контактов производится кулачковыми шайбами с выступами, которые приводятся в движение через червячный редуктор. Электродвигатель мощностью 16 Вт работает от переменного тока 110 и 220 В частотой 50 Гц. Принципиальная схема включения трансмиттера приведена на рис. 24.

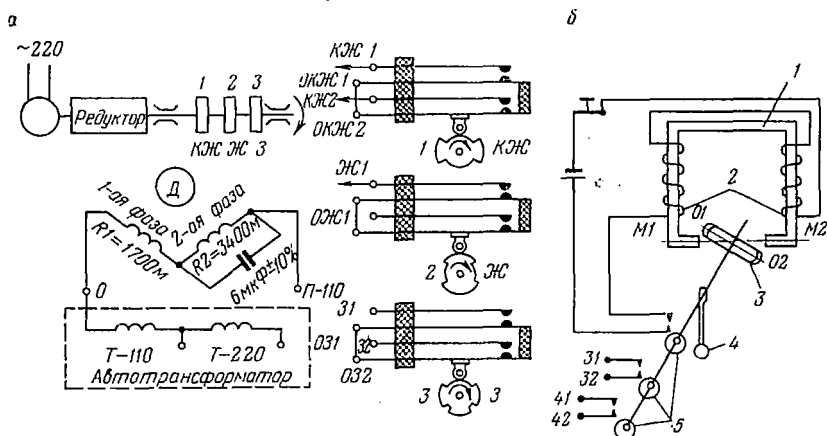


Рис. 24. Схемы включения трансмиттеров:  
а — типа КПТШ; б — типа МТ-1

На валу редуктора закреплены три шайбы, каждая из которых вырабатывает определенный код соответствующей красно-желтому, желтому и зеленому огням. Код КЖ (желтого огня с красным) состоит из двух коротких импульсов и двух длинных интервалов. Код Ж (желтого огня) состоит из двух импульсов (длинных) и двух интервалов (длинный и короткий). Код З (зеленого огня) состоит из одного длинного и двух коротких импульсов и трех интервалов (один длинный и два коротких).

Саратовский электротехнический завод выпускает трансмиттеры следующих типов: КПТШ5 и КПТШ7 — для автоблокировки с числовым кодом от сети переменного тока частотой 50 Гц; КПТШ8 — для переменного тока частотой 75 Гц напряжением 110/220 В; КПТШ10 — для работы в стационарных рельсовых цепях с импульсным питанием; КПТШ11 — для работы кодовой автоблокировки с трансляцией импульсов при токе частотой 50 Гц напряжением 110/220 В; КПТШ13 — для работы в рельсовых цепях с импульсным питанием при электрической тяге на переменном токе. Продолжительность замыкания контактов трансмиттера приведена в табл. 9.

Маятниковый трансмиттер постоянного тока МТ-1 предназначен для выработки равномерных импульсов. Трансмиттер может быть

## Продолжительность замыкания контактов трансмиттеров

Трансмиттер	Код	Первый		Второй		Третий		Скорость вращения кодовых шайб, об/мин
		импульс	интервал	импульс	интервал	импульс	интервал	
КПТШ-5 КПТШ-7 КПТШ-8 КПТШ-9 КПТШ-11	Зеленый	0,34—0,36	0,11—0,13	0,21—0,23	0,11—0,13	0,21—0,23	0,55—0,59	36,5
		0,34—0,36	0,11—0,13	0,23—0,25	0,11—0,13	0,23—0,25	0,77—0,81	31
		0,34—0,36	0,11—0,13	0,21—0,23	0,11—0,13	0,21—0,23	0,55—0,59	36,5
		0,34—0,36	0,11—0,13	0,23—0,25	0,11—0,13	0,23—0,25	0,77—0,81	31
КПТШ-5 КПТШ-7 КПТШ-8 КПТШ-9 КПТШ-11	Желтый	0,34—0,36	0,11—0,13	0,21—0,23	0,11—0,13	0,21—0,23	0,55—0,59	36,5
		0,37—0,39	0,11—0,13	0,37—0,39	0,70—0,74	—	—	—
		0,34—0,36	0,11—0,13	0,59—0,61	0,77—0,81	—	—	—
		0,37—0,39	0,11—0,13	0,37—0,39	0,70—0,74	—	—	—
КПТШ-5 КПТШ-7 КПТШ-8 КПТШ-9 КПТШ-11	Красно-желтый	0,34—0,36	0,11—0,13	0,59—0,61	0,77—0,81	—	—	—
		0,34—0,36	0,11—0,13	0,21—0,23	0,89—0,93	—	—	—
		0,22—0,24	0,55—0,59	0,22—0,24	0,55—0,59	—	—	—
		0,29—0,31	0,61—0,65	0,29—0,31	0,61—0,65	—	—	—
КПТШ-5 КПТШ-7 КПТШ-8 КПТШ-9 КПТШ-11	Первая последовательность Вторая последовательность	0,22—0,24	0,55—0,59	0,22—0,24	0,55—0,59	—	—	—
		0,29—0,31	0,61—0,65	0,29—0,31	0,61—0,65	—	—	—
		0,22—0,24	0,55—0,59	0,22—0,24	0,55—0,59	—	—	—
		0,29—0,31	0,61—0,65	0,29—0,31	0,61—0,65	—	—	—
КПТШ-10 КПТШ-13	Первая последовательность Вторая последовательность	0,45—0,49	1,11—1,15	0,45—0,49	1,11—1,15	—	—	—
		0,45—0,49	1,11—1,15	0,45—0,49	1,11—1,15	—	—	—

В каждой последовательности четыре импульса длительностью 0,345 с и четыре интервала длительностью 0,12 с; скорость вращения кодовых шайб КПТШ-10—31,6 об/мин; КПТШ-13 — 31 об/мин.

использован для питания импульсных рельсовых цепей и в схемах транспортной автоматики, где необходимо импульсное питание. Трансмиттер (рис. 24, б) состоит из магнитопровода 1 с катушками 2, якоря 3 и маятника 4, закрепленных на оси с кулачковыми шайбами 5. При включении обмоток трансмиттера происходит намагничивание сердечника. Под воздействием магнитного поля якорь поворачивается на оси. Вместе с якорем поворачивается маятник и кулачковые шайбы. В результате поворота шайб замыкаются контакты и трансмиттер замыкает цепь питания своей обмотки. После выключения якорь под действием маятника, отклонившегося от вертикальной оси, возвращается в исходное положение. Маятник, пройдя по инерции это положение, отклоняется на некоторый угол в обратном направлении, а затем приходит в нейтральное положение. В момент занятия этого положения снова замыкаются контакты, которые подключают трансмиттер к источнику питания. Частота качаний маятника достигает 95—115 раз в минуту. Длительность импульсов составляет 0,24—0,3 с.

Маятниковый трансмиттер МТ-2 предназначен для управления мигающими огнями в устройствах электрической централизации, переездной сигнализации и автоблокировки.

Трансмиттеры выпускаются Саратовским электротехническим заводом МПС.

В схемах транспортной автоматики для получения выдержки времени срабатывания реле от 6 до 5 мин применяются стабилизаторные блоки и термические реле. Стабилизаторные реле выдержки времени выпускаются для работы от источников постоянного тока напряжением 220 и 24 В.

**Стабилизаторный блок типа БСВШ** работает совместно с реле НМШЗ-550/400. Схема включения блока и реле приведена на рис. 25, а. Принцип действия стабилизаторного блока времени основан на законе постепенного нарастания напряжения на обкладках конденсатора и на свойстве стабилизатора (в данной схеме использован стабилизатор типа СГ2С) пропускать ток только при достижении определенной величины разности потенциалов (напряжения зажигания стабилизатора) между анодом и катодом. Принцип действия схемы реле со стабилизатором следующий. При замыкании контактов управляющего реле подключается питание —200 В, а тыловыми контактами 81—83 ОВ +200 В.

От батареи +200 В подводится к конденсатору и через резисторы  $R_1, R_2, R_3, R_4$  к контактам У; —200 В подается к конденсатору по цепи: —200 В, контакты реле У, клемма 3 блока. Конденсатор С1 заряжается до величины напряжения зажигания стабилизатора. С момента зажигания стабилизатора энергия конденсатора разряжается через обмотку ОВ. Реле ОВ, притянув якорь, замыкает контакты в цепях, где требуется произвести выключение или отключение приборов с выдержкой времени. Одновременно контактами 81—83 реле ОВ снимается напряжение +200 В с конденсатора С1. Реле ОВ через контакты 41—42 и контакты управ-

ляющего реле  $У$  самоблокируется до конца выдержки времени, которая зависит от количества последовательно включенных резисторов  $R1 \div R5$ .

Стабилитронное реле времени типа СВШ используется в блоках питания от источника постоянного тока напряжением 12 и 24 В. Принципиальная схема реле приведена на рис. 25, б. При питании

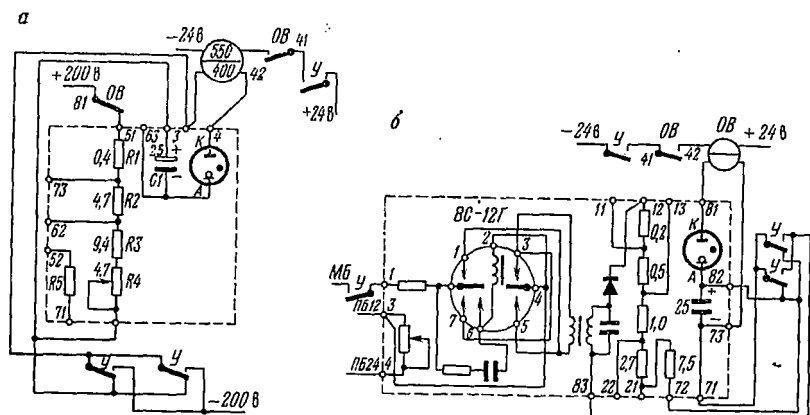


Рис. 25. Схема включения реле времени типа: а — БСВШ; б — СВШ

стабилитронного реле напряжением 12 В оно подключается к клеммам 1—3, а при напряжении 24 В — к клеммам 1—4. Выдержка времени реле СВШ от 5 до 4 минут. Стабилитронные реле заключены в кожух реле типа НМШ. Кожух блока, в отличие от кожуха реле, выполняется из полистирола красного цвета.

## § 6. Трансформаторы

В устройствах автоматики и телемеханики ж.-д. транспорта применяют трансформаторы, приспособленные к условиям питания различных цепей. Наименование трансформатора определяется цепью, в которой он работает.

Путевые трансформаторы типа ПОБС (путевой, однофазный, броневой, сухой) с естественным охлаждением ПОБС-2А — для питания рельсовых цепей переменным током, ПОБС-3А — для питания рельсовых цепей на участках с электрической тягой и ПОБС-5А — для питания рельсовых цепей и других устройств, входящих в схемы автоматики ж.-д. транспорта.

Трансформаторы типа ПОБС устанавливаются в закрытом металлическом кожухе, а выводы обмоток монтируются на изоляционной контактной плате. Схемы обмоток трансформаторов ПОБС-2А, ПОБС-3А и ПОБС-5А приведены на рис. 26, а, б, в.

Комбинации включения различных секций вторичных обмоток позволяют получать различные вторичные напряжения. Данные обмоток и электрические характеристики трансформаторов типа ПОВС приведены в табл. 10 и 11.

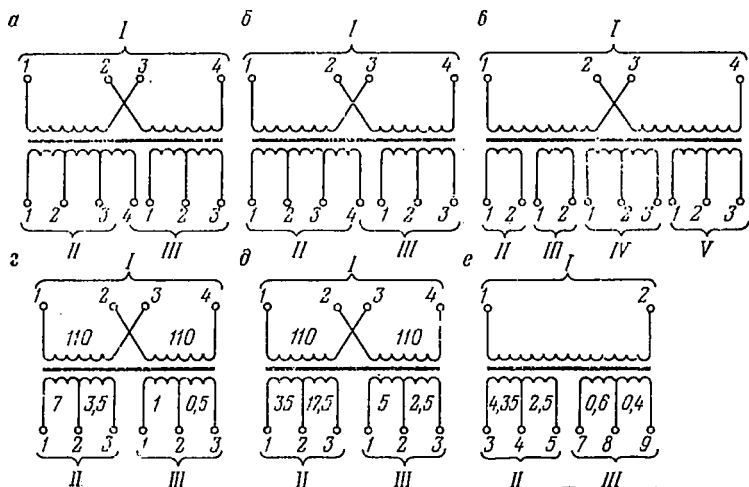


Рис. 26. Схема включения обмоток трансформаторов типа:  
а — ПОВС-2А; б — ПОВС-3А; в — ПОВС-5А; г — ПРТ-А; д — ПТ-25А; е — ПТМ

Трансформатор типа ПРТ-А применяется в качестве релейного — в схемах включения рельсовых цепей переменного тока частотой 25 Гц на участках с электротягой переменного тока

Таблица 10  
Напряжения на клеммах трансформаторов при номинальной нагрузке, В

Обмотка	I		II		III		IV		V		Последовательное соединение всех вторичных обмоток	
Клеммы	1—4	1—4	1—2	2—3	3—4	1—2	2—3	1—2	2—3	1—2		2—3
Перемычки	—	1—2	3—4	—	—	—	—	—	—	—		—
Напряжение, В:												
ПОВС-2А	220	110	4,4	7,7	3,85	1,1	0,55	—	—	—	—	17,6
ПОВС-3А	220	110	5,5	16,5	11,0	71,5	143	—	—	—	—	247,5
ПОВС-5А	220	110	17,1	—	—	17,1	—	4—3	2,2	2,2	1,1	44,5
ПРТ-А	220	110	7,0	3,5	—	1,0	0,5	—	—	—	—	12
ПТ-25А	220	110	35	17,5	—	5	2,5	—	—	—	—	60
ПТМ	220*	—	—	2,5**	4,35	0,6***	0,4****	—	—	—	—	9,85

\* Клеммы 1—2 первичной обмотки.  
\*\* Клеммы 4—5 вторичной обмотки.  
\*\*\* Клеммы 7—8 третьей обмотки.  
\*\*\*\* Клеммы 8—9 третьей обмотки.

Характеристика трансформаторов

Трансформатор	Мощность, ВА	Обмотка												Размеры, мм	Масса, кг			
		I			II			III			IV					V		
		Марка провода	Диаметр, мм	Число витков	Марка провода	Диаметр, мм	Число витков	Марка провода	Диаметр, мм	Число витков	Марка провода	Диаметр, мм	Число витков			Марка провода	Диаметр, мм	Число витков
ПБС-2А	300	ПЭВ-2	1,0	2×190	3,05	29	ПБД	ПЭВ-2	3,05	3	—	—	—	—	—	144×124×170	8,5	
ПБС-3А	300	ПЭВ-2	1,0	2×190	0,86	60	ПЭВ-2	0,86	390	—	—	—	—	—	—	—	8,5	
ПБС-5А	300	ПЭВ-2	1,0	2×190	1,81	31	ПЭЛ	1,81	31	ПБД	2,44	12	ПБД	2,44	6	144×124×148	8,5	
ПТ-А	65	ПЭВ-2	0,49	2×260	1,95	63	ПБД	1,95	9	—	—	—	—	—	—	—	6,5	
ПТ-25А	65	ПЭВ-2	0,49	2×260	0,9	315	ПЭВ-2	0,9	45	—	—	—	—	—	—	—	6,5	
ПТМ	35	ПЭЛ	0,27	1466	1,4	43	ПЭЛ	1,4	6	—	—	—	—	—	—	88×127×73	2,15	

Таблица 12

Характеристики трансформаторов РТ-3, РТЭ-1А

Трансформатор	Номинальная мощность, Вт	I обмотка						II обмотка						Обмотка			Размеры, мм				
		напряжение, В		ток, а	напряжение, В	II обмотка		I		II		активное сопротивление, Ом	число витков	Марка провода	Диаметр, мм	число витков	активное сопротивление, Ом	Масса, кг	Длина	ширина	высота
		напряжение, В	напряжение, В			напряжение, В	напряжение, В	напряжение, В	напряжение, В												
РТ-3	0,5	—	1,5	11,5	1,0	29	0,045	ПЭЛ	0,2	510	23,4	0,2	0,2	0,16	3500	0,2	47	32	55		
РТЭ-1А	0,8	0,9	2,5	85	1,81	2×30	—	ПЭ	0,16	3500	—	3,5	3,5	—	—	3,5	165	94	145		



Трансформатор типа ПТ-25А применяется в схемах этих же рельсовых цепей в качестве трансформатора. Используя перемычки и комбинируя зажимы вторичных обмоток, с трансформатора ПТ-25А можно снимать 24 различных напряжения от 0,5 до 12 В.

Малогобаритный путевой трансформатор типа ПТМ применяется в схемах включения рельсовых цепей при тепловозной и паровой тяге (см. табл. 10 и 11).

Схемы включения обмоток трансформаторов ПРТ-А, ПТ-25А и ПТМ приведены на рис. 26, г, д, е.

Данные о номинальных напряжениях на клеммах трансформаторов приведены в табл. 11. Характеристики трансформаторов ПРТ-А, ПТ-25А и ПТМ приведены в табл. 10 и 11.

Релейный трансформатор РТ-3 предназначен для работы в рельсовых цепях переменного тока совместно с трансформатором ПТМ.

Релейный трансформатор типа РТЭ-1А предназначен для работы в однопутных рельсовых цепях при электротяге на постоянном токе.

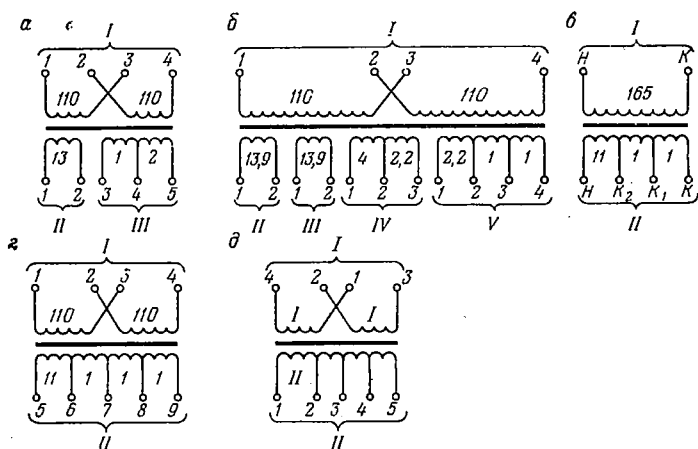


Рис. 27. Схемы включения трансформаторов:  
а — СОБС-2; б — СОБС-2А; в — СТ-2А; г — СТ-3; д — СТ-3А

Таблица 13

Напряжение на клеммах трансформаторов при номинальной нагрузке, В

Обмотка	I	II	III	IV	V
Клеммы	1—4	1—4	1—2	2—3	1—2
Перемычки	2—3	1—2	—	—	2—3
		3—4	—	—	3—4
Напряжение, В:					
СОБС-2	220	110	13	—	3
СОБС-2А	220	110	13,9	13,9	—
				4,0	2,15
				2,15	0,95
				0,95	0,95

Характеристики трансформаторов типов СОБС и СТ

Трансформатор	Мощность, ВА	Обмотка												Размеры, мм	Масса, кг			
		I			II			III			IV					V		
		Марка провода	Диаметр, мм	Число витков	Марка провода	Диаметр, мм	Число витков	Марка провода	Диаметр, мм	Число витков	Марка провода	Диаметр, мм	Число витков			Марка провода	Диаметр, мм	Число витков
СОБС-2	40	ПЭЛ	0,38	2×620	ПЭЛБ	1,25	73	ПЭЛБ	1,25	17	—	—	—	—	—	—	165×95×140	3,2
СОБС-2А	135	ПЭВ-2	0,59	2×436	ПЭВ-2	1,35	58	ПЭФ-2	1,35	58	—	—	—	—	—	—	144×124×148	7,0
СТ-2А	25	ПЭЛ, ШКО	0,35	1435	ПЭК-60	1,08	122	—	—	—	—	—	—	—	—	—	125×115×125	3,3
СТ-3	13	ПЭЛ	0,23	2×950	ПЭЛ	0,85	127	—	—	—	—	—	—	—	—	—	120×70×105	3,5
СТ-3А	13	ПЭЛ	0,23	2×950	ПЭЛ	0,85	127	—	—	—	—	—	—	—	—	—	110×73	3,3

Электрические характеристики и данные обмоток приведены в табл. 12.

**Сигнальные трансформаторы СОБС-2 и СОБС-2А** (сигнальный однофазный, броневой, сухой) применяются для питания световых ламп от сети напряжением 110 и 220 В частотой 50 Гц. Схемы обмоток трансформаторов показаны на рис. 27, а, б. Характеристика трансформаторов приведена в табл. 13, 14.

**Сигнальные трансформаторы типа СТ.** Трансформатор СТ-2А предназначен для питания сигнальных ламп входных световых мощностью 25 Вт. Однофазный сигнальный трансформатор СТ-3 применяется в устройствах автоматизации для питания ламп прожекторных светофоров. Трансформатор типа СТ-3А применяется для питания ламп стрелочных указателей. Характеристики трансформаторов приведены в табл. 14.

Схема обмоток трансформаторов приведены на рис. 27, в, г, д.

Питание устройств путевой блокировки и электрической централизации должно осуществляться от отдельных силовых трансформаторов. Устройства централизации получают питание от трансформаторов типа ТС или ТОБС: ТС-2,5/05, ТС-10/05А, ТС-25/05А, ТС-40/05А, ТОБС-2,5 (трехфазный силовой трансформатор с естественным охлаждением).

Характеристика трансформаторов приведена в табл. 15.

Обмотки высокого напряжения могут подключаться к фидерам 220 или 380 В. При включении обмоток на напряжение 220 В обмотки соединяются

Характеристика трансформаторов типа ТС

Трансформатор	Мощность, кВА	Номинальное напряжение		Размеры, мм			Масса, кг
		в. н.	н. н.	А	Б	В	
ТС-1,5/0,5	1,5	220—380	12, 36, 127	375±2	262	403±5	43
ТС-2,5/0,5	2,5	380—220 500	38,4— 12,5; 280—133	400	280	440	36
ТС-15/0,5	15	380	230—133	940	375	640	228
ТС-10/0,5А	10	380±5%	230—133	735	360	510	130
	10	500±5%	400—230				
ТС-16/0,5А	16	380±5%	230—133	710	360	610	145
	16	500±5%	230—133				
	16	500±5%	400—230				
ТС-25/0,5А	25	380±5%	230—133	820	390	635	230
	25	500±5%	230—133				
	25	500±5%	400—230				
ТС-40/0,5А	40	380±5%	230—133	850	400	680	295
	40	500±5%	230—133				
	40	500±5%	400—230				
ТС-63/0,5А	63	380±5%	230—133	910	410	835	365
	63	500±5%	230—133				
	63	500±5%	400—230				
ТС-100/0,5А	100	380±5%	230—133	1200	510	990	690
	100	500±5%	230—133				
	100	500±5%	400—230				
ТС-160/0,5А	160	380±5%	430—133	1180	660	1240	910
	160	500±5%	230—133				
	160	500±5%	400—230				

по схеме «треугольник», при напряжении 380 В — по схеме «звезда».

Кроме этих трансформаторов для питания устройств автоматизации с потреблением малой мощности могут применяться трансформаторы ТОВС-2,5 с первичным напряжением 400/230 и вторичным 230/12 В.

## § 7. Выпрямители

Выпрямительное устройство ВУС-1,3 с номинальной мощностью на выходе 1,3 кВт и напряжением 220 В. Выпрямитель служит для питания электродвигателей стрелочных приводов. Нормальная работа выпрямительного устройства обеспечивается при температуре окружающей среды от  $-50^{\circ}$  до  $+50^{\circ}$  С и относительной влажности до 98%. Принципиальная схема выпрямителя приведена на рис. 28. Выпрямитель собран по мостовой схеме на диодах Д232Б в каждом плече. Параллельно каждому диоду вклю-

чены конденсатор КБТ-МП2В-600—0,5 мкф и резистор ПЭВ-15-15 кОм, для выравнивания обратных напряжений. Конструктивно выпрямитель оформлен в виде блока (190×160×220 мм) с клеммной колодкой, имеющей четыре вывода. С клемм 1 и 2 снимается постоянный ток напряжением 190 В. Для повышения выпрямленного напряжения до 220 В на входе включается вольтодобавочный трансформатор СОБС-2А или ПОБС-5А.

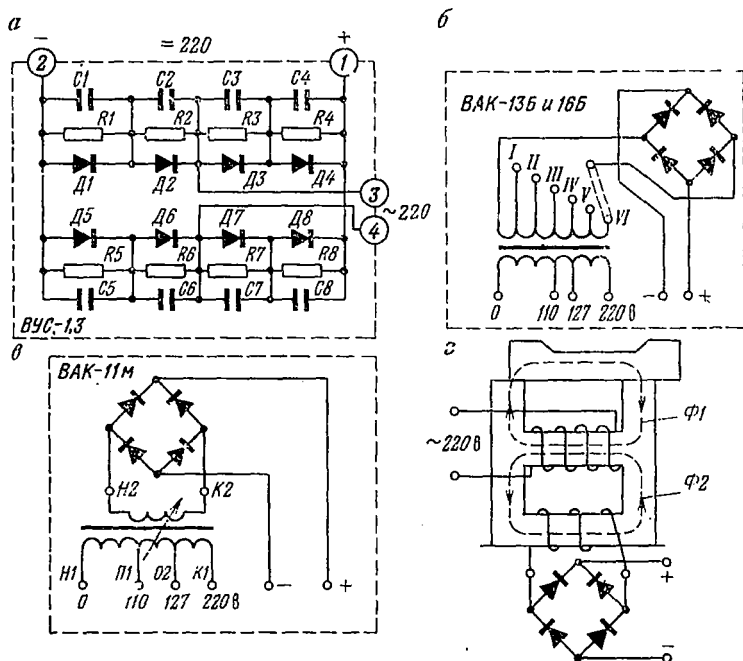


Рис. 28. Принципиальная схема выпрямителей:

а — ВУС-1,3; б — ВАК-13Б; в — ВАК-11м; г — схема магнитопровода выпрямителя

**Выпрямители типа ВАК** (выпрямитель аккумуляторный кремниевый) предназначен для работы с аккумуляторной батареей в сигнальных устройствах, для питания реле и в цепях автоблокировки.

Выпрямители изготавливаются трех типов: ВАК-13Б, ВАК-16Б, ВАК-14Б. Они позволяют производить ступенчатое регулирование напряжения и тока. Питание выпрямителей осуществляется от сети переменного тока номинальным напряжением 110, 127 или 220 В, частотой до 75 Гц. Выпрямители ВАК-13Б и ВАК-16Б могут работать с батареями из семи элементов при токе заряда для ВАК-13Б до 2 А и для ВАК-16Б до 1 А при напряжении батареи 15,4 В. Выпрямители могут включаться на активную нагрузки. Напряжение вы-

прямоугольного тока на активной нагрузке при номинальных тока и номинальном напряжении должно соответствовать нормам, приведенным в табл. 16.

Схема включения выпрямителя приведена на рис. 28, б.

В табл. 17 приведены токи непрерывного подзаряда и напряжения аккумуляторной батареи емкостью  $72 \div \div 80$  А. ч., при номинальных значениях питающей сети. Гарантийный срок службы выпрямителей в условиях нормальной эксплуатации составляет 10000 ч.

Выпрямители ВАК-11А, ВАК-13А, ВАК-14А и ВАК-16А имеют уменьшенные размеры и заменяют выпрямители ВАК-11м, ВАК-13м, ВАК-14м и ВАК-16м. Принципиальная схема выпрямителя типа ВАК приведена на рис. 28, б. Для регулирования величины выпрямленного тока и напряжения сердечник трансформатора выпрямителя снабжен магнитным шунтом. При вдвинутом шунте магнитный поток распределяется равномерно по магнитопроводу; одна половина магнитного потока  $\Phi_2$  проходит через сердечник вторичной обмотки, а другая половина  $\Phi_1$  через магнитный шунт. При выдвинутом шунте нарушается распределение магнитного потока, при этом в месте сдвига шунта с сердечника, воздушный зазор создает большее сопротивление для магнитного потока. Магнитный поток, проходящий через шунт, уменьшается. Большая часть потока будет замыкаться через сердечник вторичной обмотки, пересекая ее витки, будет увеличивать индуктируемую в ней э. д. с. и ток. Следовательно, при выдвинутом магнитном шунте выпрямленный ток и напряжение увеличиваются.

Питание выпрямителей осуществляется от сети переменного тока напряжением 110/127/220 В частотой 50 гц.

Таблица 16

Номинальное напряжение выпрямленного тока

Выпрямитель	Выпрямленный ток, А	Выпрямленное напряжение, В						Размеры, мм			Масса, кг
		Ступень						высота	длина	ширина	
		1	2	3	4	5	6				
ВАК-13Б	2,4	6,4 ± 0,5	7 ± 0,6	7,6 ± 0,7	8,3 ± 0,7	9,0 ± 0,8	12,2 ± 0,8	128	152	120	2,3
ВАК-16Б	1,2	6,6 ± 0,5	7 ± 0,6	7,5 ± 0,7	8,4 ± 0,7	9,0 ± 0,8	12 ± 0,8	115	152	120	1,7
ВАК-14Б	2,2	0,4 ± 0,15	0,57 ± 0,15	0,95 ± 0,15	1,45 ± 0,15	1,8 ± 0,2	2,3 ± 0,2	120	152	120	1,0

Таблица 17

## Ток подзаряда и напряжение аккумуляторной батареи

Выпрямитель	Напряжение на аккумуляторной батарее с подключенным выпрямителем, В	Ток заряда, А ( $\pm 20\%$ )						Число элементов в батарее
		Степень						
		1	2	3	4	5	6	
ВАК-13Б	13,2	0,1	0,25	0,45	0,7	1,0	2,4	5
ВАК-16Б	13,2	0,07	0,13	0,25	0,38	0,6	1,2	
ВАК-14Б	2,2	0,15	0,35	0,8	1,2	1,6	2,2	1

Характеристики выпрямителей приведены в табл. 18.

Таблица 18

## Характеристика выпрямителей

Выпрямитель	Ток нагрузки выпрямителя, А		Обратный ток, мА	Напряжение на аккумуляторной батарее с подключенным выпрямителем, В	Напряжение выпрямителя, подключенного на омическую нагрузку, не менее	Размеры, мм			Масса, кг
	при шунте, выдвинутом до ограничителя, не менее	при шунте, выдвинутом полностью, не более				ширина	длина	высота	
ВАК-11А	0,6	0,1	18	13,2	11,6	165	165	110	5,5
ВАК-13А	2,4	0,2	25	13,2	11,8	165	270	110	5,0
ВАК-14А	2,2	0,2	13	2,2	1,9	165	165	110	3,5
ВАК-16А	1,2	0,15	20	13,2	11,8	165	175	110	3,5

Выпрямители типа ВАК применяются для зарядки аккумуляторных батарей по буферной системе и питания различных схем автоматики без аккумуляторных батарей.

## Глава IV

### ПУТЕВЫЕ ДАТЧИКИ

#### § 1. Рельсовые цепи

В системах ж.-д. автоматики и телемеханики на открытых горных разработках в качестве путевых датчиков используются рельсовые цепи (датчики непрерывного действия) и точечные датчики дискретного действия.

Рельсовая цепь является непрерывным фиксатором положения состава на станциях, перегонах и соединительных путях. При помощи рельсовой цепи проверяется свобода или занятость стрелочных и путевых участков, исключается перевод стрелок под составом и прием поезда на занятый путь. Посредством рельсовых цепей осуществляется автоматическая смена сигнальных показаний в зависимости от местонахождения поезда.

Рельсовая цепь (рис. 29) состоит из следующих элементов: источника питания, в качестве которого применяется путевой трансформатор 1; приемника тока — релейного трансформатора с путевым реле 2; рельсов 3; путевого ограничивающего сопротивления 4; соединительных проводников 5, подключающих трансформаторы к рельсам; изолирующих стыков 6 для отделения одной рельсовой цепи от другой; стыковых соединителей 7, для соединения смежных рельсовых звеньев; путевой коробки 8.

Принцип работы рельсовых цепей заключается в следующем. Если рельсовая цепь свободна от подвижного состава и ток, протекающий в рельсовых нитках, проходит по обмотке релейного трансформатора, то путевое реле 9 находится в возбужденном состоянии. При наезде поезда на изолированный участок источник питания шунтируется скатами, ток рельсовой цепи в основном будет протекать через скаты 10 поезда, и только незначительная его часть, недостаточная для удержания якоря в притянутом положении, будет поступать в катушки реле. При этом путевое реле отпускает якорь, который размыкает фронтальные и замыкает тыловые контакты реле в цепях сигнализации занятости путевого участка поездом.

В зависимости от вида тяги (паровая, тепловозная, электро-тяги) применяют различные рельсовые цепи. В условиях карьер-

ного транспорта при наличии надежных источников питания применяют рельсовые цепи переменного тока. При электрической тяге на постоянном токе напряжением 1,5 кВ также применяют рельсовые цепи переменного тока промышленной частоты, а при электротяге на переменном токе напряжением 10 кВ применяют рельсовые цепи переменного тока частотой 25 Гц. По месту при-

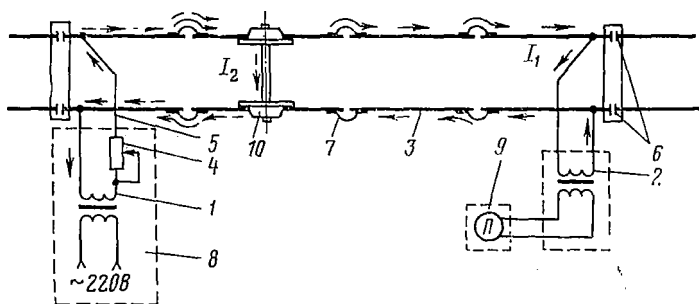


Рис. 29. Элементы рельсовой цепи

менения рельсовые цепи могут быть разветвленными — для оборудования стрелочных участков станции и неразветвленными — для прямых участков пути.

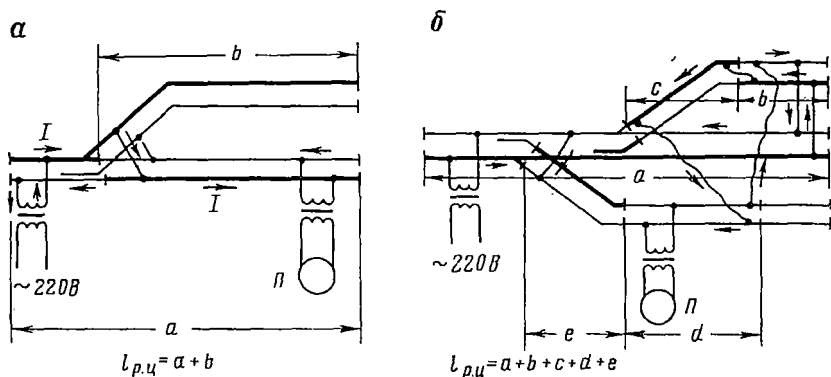


Рис. 30. Способы изоляции рельсовых цепей:

*a* — параллельный; *б* — последовательный;  $l_{p.c.}$  — полная длина рельсовой цепи; *a*, *b*, *c*, *d*, *e* — длины токопроводящих ниток

Существуют два способа изоляции рельсовых цепей: последовательный и параллельный. При последовательном способе изоляции (рис. 30, б) переменный ток проходит в путевое реле через соединители по рельсовым ниткам как основного, так и бокового пути. Этот способ требует большого числа соединителей и изолирующих стыков и поэтому применяется для устройства изоляции



отдельных отдаленных стрелок. Параллельный способ, по сравнению с последовательным более простой и экономичный, широко используется для стационарного путевого развития. При параллельном способе (рис. 30, а) часть путей, по которым не проходит ток, находится под напряжением.

По способу пропускания тягового тока по рельсовым ниткам рельсовые цепи подразделяются на двухниточные и однониточные. Двухниточными называются те рельсовые цепи, в которых обе нитки используются для пропуска тягового постоянного тока и контрольного переменного тока. В местах изоляции одной рельсо-

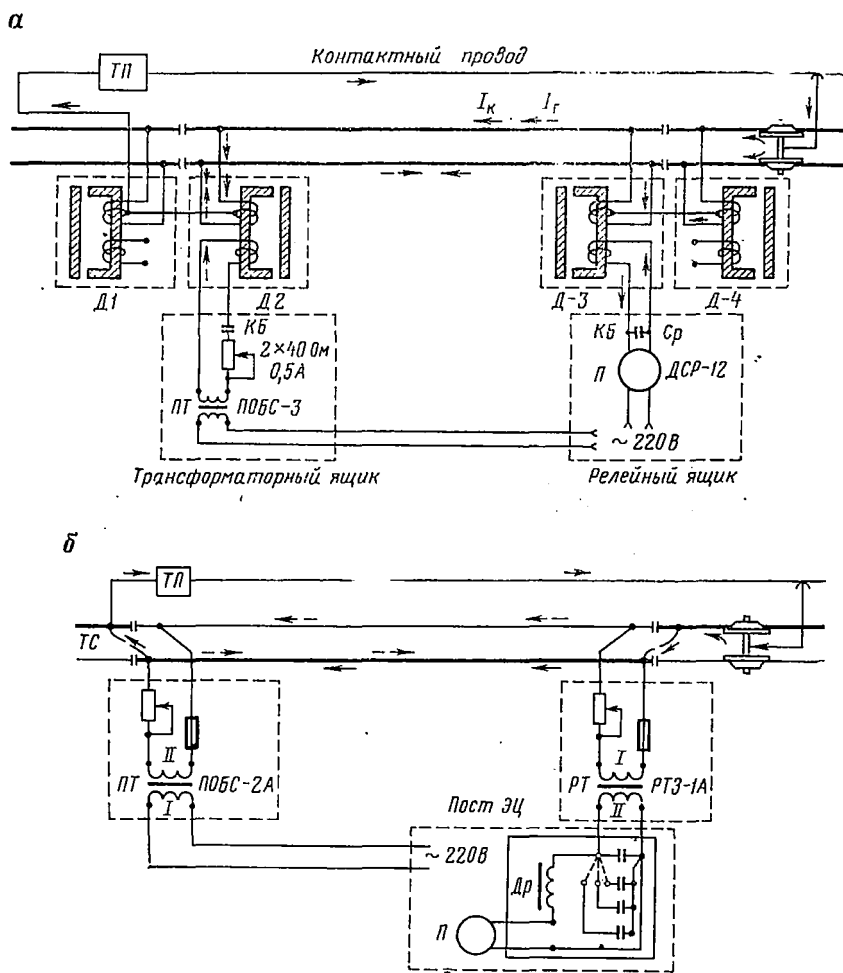


Рис. 31. Рельсовые цепи:

**а** — однониточная; **б** — двухниточная; ТП — тяговая подстанция; С — скаты поезда; Д — дроссель-трансформатор; ПТ — питающий трансформатор; ТС — тяговый соединитель; КБ — конденсаторный блок;  $I_K$  — сигнальный ток;  $I_T$  — тяговый ток

вой цепи от другой устанавливаются по два дросселя-трансформатора на каждом конце рельсовой цепи (см. рис. 31, а). В двухниточных рельсовых цепях обратный тяговый ток протекает в одном направлении. У изолированных стыков токи стекаются по обмоткам дросселя-трансформатора Д4, имеющего небольшое омическое сопротивление (0,006 Ом), к средней точке и через соединяющую перемычку направляются к средней точке дросселя Д3, где ток разветвляется по обмоткам дросселя и снова протекает по рельсовым ниткам. Переменный сигнальный ток не может пройти в обход изолирующих стыков, так как реактивное сопротивление дросселя достигает 0,35 Ом и ограничивает прохождение переменного тока через обмотку дросселя. Переменный ток замыкается через путевые реле в пределах изолированного участка. Двухниточные рельсовые цепи применяются на перегонных путях.

При однопутных рельсовых цепях для пропуска тягового тока используется одна рельсовая нитка в пределах изолированного участка (см. рис. 31, б). Непрерывность протекания тягового тока достигается тем, что смежные тяговые нитки соединяются специальными тяговыми соединителями ТС. Прохождение переменного контрольного тока происходит по обоим рельсовым ниткам. Однопутные рельсовые цепи применяются для оборудования станционных путей и стрелочных участков.

## § 2. Детали рельсовых цепей

Рельсы должны иметь небольшое электрическое сопротивление, что достигается установкой на стыках рельсов соединителей. Сопротивление рельсов постоянному току вместе со стыковыми соединителями не должно превышать 0,6 Ом на 1 км рельсовой цепи и не более 0,8 Ом на 1 км при питании переменным током.

Стыковые соединители изготавливаются трех типов.

**Штепсельный стыковой соединитель 6867-00** применяется на участках с паровой и тепловозной тягой при длине рельсовой цепи до 2000 м и изготавливается из двух 5-мм оцинкованных стальных проволок. В комплекте с соединителями поставляются два держателя (клипсы). Установка стыкового штепсельного соединителя приведена на рис. 32.

**Приварной стальной соединитель типа Щ67-00-00** (рис. 33, а) применяется на участках с паровой и тепловозной тягой при длине рельсовой цепи свыше 2600 м, изготавливается из стального троса диаметром 6 мм и длиной 200 мм. Концы соединителя обжимаются стальными полукруглыми манжетами.

**Приварной медный соединитель СРС-6-01** (рис. 33, б) применяется на электрифицированных участках, изготавливается из гибкого медного провода марки МГГ сечением 70 мм<sup>2</sup> на участках электротяги постоянного тока и 50 мм<sup>2</sup> на участках переменного тока. Длина соединителя 200 мм.

В разветвленных рельсовых цепях устанавливаются гибкие соединители для соединения частей изолированного стрелочного перевода. Гибкие соединители изготавливаются трех размеров: 600, 1200 и 3300 мм. На участках с паровой и тепловозной тягой соединители изготавливаются из оцинкованного троса  $\varnothing 9$  мм, на электрифицированных участках из 19-жильного голого медного кабеля сечением  $70 \text{ мм}^2$ . Электротяговые соединители изготавливаются сле-

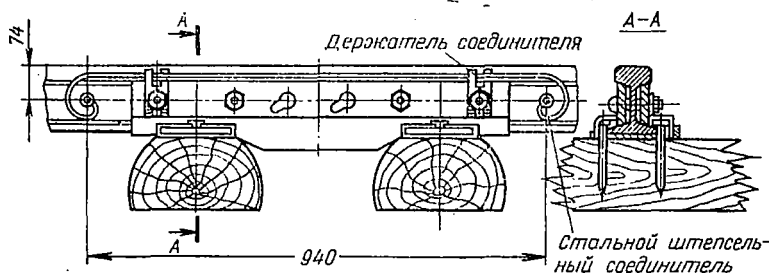


Рис. 32. Установка стыкового штырьного соединителя

дующих типов: II-Э для соединения в стрелочном переводе наружных рельсов различных путей; III-Э — для соединения тяговых ниток различных путей; IV-Э — для соединения противоположных рельсов у изолирующего стыка при однониточных рельсовых цепях; V-Э — для соединения противоположных рельсов одного пути при пропуске тягового тока по двум ниткам.

При электрической тяге сопротивление стыков с установленными на них приварными медными соединителями составляет большую величину для обратного тягового тока, поэтому обратный ток не полностью проходит через соединители и накладку. Часть тока уходит в землю, образуя блуждающие токи.

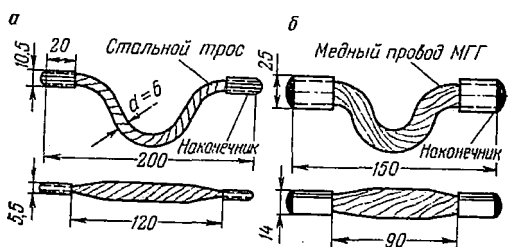


Рис. 33. Соединители стыковые приварные:  
а — стальной; б — медный

Для обеспечения высокой электропроводности стыков в настоящее время разработан способ соединения с помощью графитовой смазки. Очищенные накладки и рельсы перед соединением смазываются графитовой мазью. После затяжки пазухи накладок замазываются с обеих сторон мазью на 30 мм. Применение графитовой смазки улучшает электропроводность стыков за счет заполнения воздушных промежутков, обладающих большим сопро-

тивлением, а также обеспечивает более плотное прилегание накладок к рельсам и предохраняет накладки и рельсы от загрязнения и коррозии.

### § 3. Изолирующие стыки рельсов

Для электрического разделения рельсовых цепей применяются изолирующие стыки. Выпускаются изолирующие стыки типа Р75 с объемлющими металлическими накладками для рельсов Р65. Монтаж изолирующего стыка производится на сдвоенных шпалах. Изоляция состыкованных рельсов обеспечивается постановкой прокладок и втулок из фибры или полиэтилена. Разрешается монтаж стыка на весу. Изолирующий стык рельсов Р65, Р50, Р43 с объемлющими металлическими накладками монтируется на весу. Общий вид изолирующего стыка с металлическими накладками для рельсов Р65 приведен на рис. 34, а.

При установке изолирующего стыка на рельсах, укладываемых на железобетонные шпалы, устраивается дополнительная изоляция (рис. 34, б).

Применяются изолирующие стыки с лигнофолевыми накладками. Стык монтируется на сдвоенных шпалах, соединенных сквозными болтами и уложенных на щебеночный балласт. При этом необходимо заполнять щель не менее полутора шпальных ящиков. Изоляция стыкуемых рельсов обеспечивается постановкой лигнофолевых накладок и фибровой прокладки в стыковой зазор.

По механической прочности лучшими являются изолирующие стыки с металлическими накладками.

В условиях карьерного транспорта особое внимание следует обратить на правильность установки изолирующего стыка. Стыковой зазор изолирующего стыка должен быть 4—8 мм. Торцы рельс всегда должны быть очищены от заусенцев и наплывов. В пределах станции изолирующие стыки должны оборудоваться устройствами водоотвода. При установке изолирующего стыка на сдвоенные шпалы болты, скрепляющие шпалы, не должны касаться костылей или шурупов. Проверка исправности изолирующего стыка, а также изоляции гарнитур и сережек остряков производится различными способами. В рельсовых цепях переменного тока место нарушения изоляции определяется с помощью индикатора, показанного на рис. 35.

Индикатор состоит из индукционной катушки с железным сердечником. При приближении катушки к поврежденному стыку в телефоне  $T$  будет слышно гудение. В цепь катушки может быть включен милливольтметр со шкалой 75 мВ. Наличие тока в проверяемой цепи укажет отклонение стрелки прибора.

По концам изолированных участков рельсовых цепей устанавливаются путевые коробки, унифицированные муфты или кабельные стойки.

На стыках, для пропуска тягового тока, устанавливаются дроссель-трансформаторы типа ДТ-0,2-1000 и ДТ-0,6-1000.

Дроссель-трансформаторы этого типа рассчитаны на пропускание номинального (длительного) тягового тока до 1000 А через

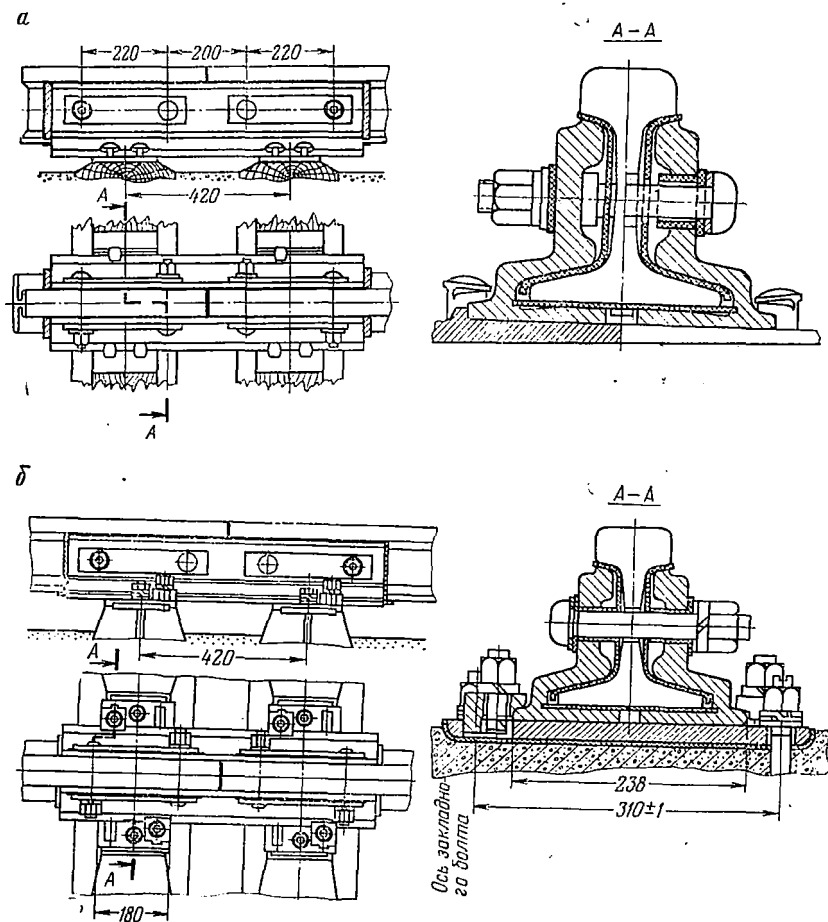


Рис. 34. Изолирующий стык:

а — с объемлющими металлическими накладками на деревянных шпалах; б — на железобетонных шпалах

каждую секцию основной обмотки. Средний вывод обмотки рассчитан на 2000 А. Перед установкой дроссель-трансформатора для лучшего охлаждения обмоток их заливают трансформаторным маслом при температуре 15° С.

Дроссель-трансформатор ДТ-0,6-1000 с сопротивлением основной обмотки для переменного тока 0,6 Ом предназначен для установки только на питающем конце.

## Коэффициент трансформации

$$n = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{210}{14} = 15. \quad (41)$$

Дроссель-трансформатор ДТ-0,2-1000 с сопротивлением основной обмотки переменному току 0,2 Ом может устанавливаться как на релейном, так и на питающем конце рельсовой цепи длиной до 1500 м. С целью возможности изменения коэффициента трансформации дополнительная обмотка выполнена секционной.

На участках с электротягой переменного тока применяют дроссель-трансформатор типа ДТ-1-150 с коэффициентом трансформации  $n=3$ . Средний вывод дросселя рассчитан на 300 А. При проектировании релейной централизации и автоблокировки на карьерах с электротягой на переменном токе напряжением 10 кВ необходимо учитывать влияние помех, которые возникают в результате воздействия тягового тока.

В условиях карьерного транспорта эти помехи в 1,5—2 раза больше чем те, на которые рассчитаны защитные устройства. Условия эксплуатации показывают, что уровень тягового тока в рельсах значительно выше, чем это имеет место на магистральном транспорте при электротяге на переменном токе напряжением 27 кВ. Кратковременно величина тягового тока может на карьерах достигать 800—1000 А. Применение дроссель-трансформаторов типа ДТ-1-150 для пропуска тягового тока приводит к перегреву обмоток и выходу их из строя.

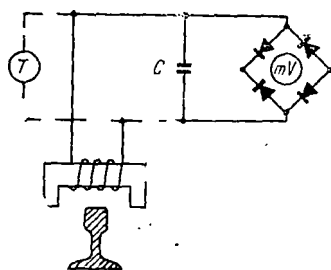


Рис. 35. Схема индикатора для определения нарушения изоляции

На Докучаевском флюсо-доломитном комбинате вместо дросселей типа ДТ-1-150 были установлены дроссель-трансформаторы типа ДТ-06-500С. Этот дроссель-трансформатор предназначен для рельсовых цепей участков стыкования двух систем электрической тяги (постоянного и переменного тока). Основная обмотка дросселя рассчитана на пропуск тягового тока 500 А. Средний вывод дросселя рассчитан на 1000 А. Коэффициент трансформации  $n=3$ . Схемы соединения основной и дополнительной обмоток дросселя показаны на рис. 36.

Наибольшее распространение на карьерном ж.-д. транспорте получили следующие рельсовые цепи.

Однониточные переменного тока с малогабаритной аппаратурой (рис. 37), применяющиеся на станциях при тепловозной тяге. Их питание производится от источников переменного тока частотой 50 Гц. При включении путевых трансформаторов должно соблюдаться чередование полярности на стыках смежных рельсовых цепей. В качестве путевого применяется трансформатор ПТМ.

Путевое реле НРВ1-250 и НВШ2-200 включается через релейный трансформатор РТ-3, который располагается непосредственно у

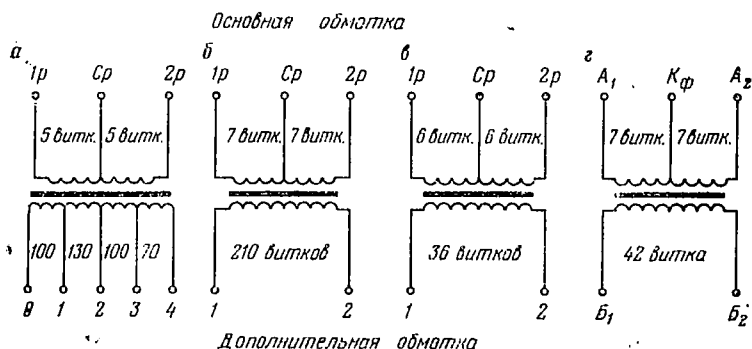


Рис. 36. Схемы обмоток дроссель-трансформаторов: а — типа ДТ-02; б — ДТ-06; в — ДТ-1-150; г — ДТ-500-С

рельсовой колеи. Сопротивление цепи между трансформатором РТ-3 и путевым реле должно быть не более 70 Ом. При большем сопротивлении увеличивают число жил кабеля. Максимальный потребляемый ток 0,15 А. Длина рельсовой цепи  $l_{р.ц} = 1500$  м при сопротивлении балласта  $r_{б.мин} = 1$  Ом·км.

Указанная рельсовая цепь может также применяться с трансформатором ПРТ-А, при этом на релейном конце устанавливаются трансформатор СТ-3 и путевое реле АНВШ2-2400.

Рельсовая цепь с вентильными преобразователями (рис. 38) применяется при паровой и тепловой тяге в устройствах переездной сигнализации и для контроля участков приближения к станциям, оборудованным электрической аппаратурой централизации. Источник питания и путевое реле устанавливаются на одном из ее кон-

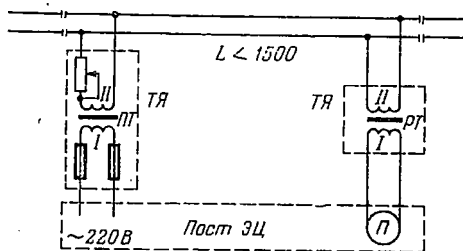


Рис. 37. Рельсовая цепь переменного тока частотой 50 Гц для участков без электротяги

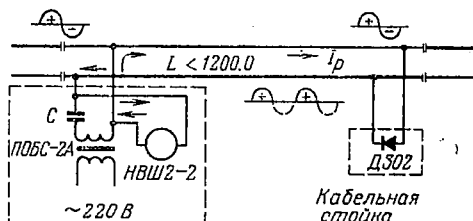


Рис. 38. Рельсовая цепь с вентильным преобразователем

цов, вследствие чего расход кабеля сокращается. Питание рельсовой цепи производится от трансформатора ПОбС-2А, который дает возможность регулировать напряжение в зависимости от длины рельсовой цепи. В схеме используются путевые реле НР2-2 или НШ2-2, которые могут устанавливаться в путевой коробке или релейном шкафу. В качестве вентильного преобразователя используется германиевый плоскостной диод Д302. При отсутствии диодов Д302 могут быть использованы диоды Д235.

Однониточная рельсовая цепь переменного тока с реле НРВ1, НВШ1-800 и АНВШ2-2400 применяется на станционных путях при электротяге на постоянном токе, питание рельсовых цепей осуществляется от источника переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц. Путевые реле включаются через выпрямители по схеме однополупериодного или двухполупериодного выпрямления.

При однополупериодной схеме включения реле рельсовая цепь обладает высокой шунтовой чувствительностью и хорошо защищена от гармоник тягового тока. При двухполупериодной схеме рельсовая цепь обладает меньшей шунтовой чувствительностью и защищенностью от гармоник тягового тока, но потребляемая мощность рельсовой цепи при этой схеме значительно снижается. В цепь путевого реле для защиты его от гармоник тягового тока включается защитный блок-фильтр РЗФ-2. Путевое реле может устанавливаться от трансформатора РТЭ-1 на расстоянии до 2 км, при этом дублирование жил кабеля не требуется. Для защиты приборов рельсовой цепи от перегрузок и т. к. з. на питающем и релейных концах устанавливаются автоматические выключатели АВМ-1. Регулирование рельсовой цепи производится изменением напряжения снимаемого со вторичной обмотки трансформатора ПОбС-2а (обмотка секционированна).

Двухниточная рельсовая цепь применяется на перегонах при электротяге на постоянном токе. Основной аппаратурой такой цепи являются: дроссель-трансформатор ДТ-02-1000; путевой трансформатор ПОбС-3А, двухэлементное реле (путевое реле) ДСР-12 или ДСШ-12; конденсатор, включенный параллельно реле, уменьшающий реактивную мощность и улучшающий фазовые соотношения. Питание цепей осуществляется от источника тока частотой 50 Гц. Реле и первичная обмотка путевого трансформатора должны питаться от одного источника питания. В том случае, когда рельсовые цепи питаются от разных подстанций, эти подстанции должны быть сфазированы. Вторичные обмотки путевых трансформаторов рельсовых цепей должны включаться противоположно по фазе. Длина рельсовой цепи составляет 1500 м при  $r_{б, мин} = 1 \text{ Ом} \cdot \text{км}$ .

При электротяге на переменном токе напряжением 10 кВ частотой 50 Гц применяются специальные рельсовые цепи. Питание рельсовых цепей осуществляется от специальных преобразователей ПЧ-50/25-300 переменным током частотой 25 Гц (рис. 39).



Преобразователь частоты представляет собой электромагнитный статический преобразователь, в первичную обмотку которого включен диод, преобразующий переменный ток 50 Гц в однополупериодный. Магнитный поток в сердечнике изменяется 50 раз в секунду. Аналогично изменяется магнитная проницаемость сердечников, а следовательно, и индуктивность обмотки. При настройке контура на частоту 25 Гц на выходе преобразователя получается переменный ток частотой 25 Гц.

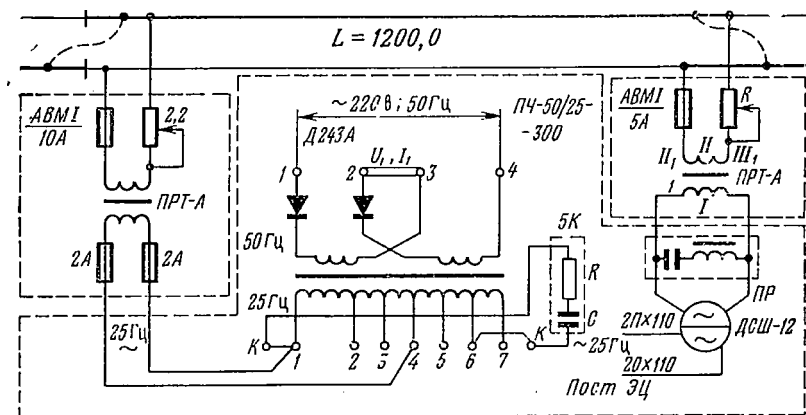


Рис. 39. Однониточная рельсовая цепь переменного тока 25 Гц с реле ДСШ-12 и принципиальная схема преобразователя частоты ПЧ-50/25—300

Номинальная отдаваемая мощность преобразователя 300 Ва.

В качестве приемника тока используется фазочувствительное реле ДСШ-12. Переменный ток частотой 25 Гц от преобразователя поступает на трансформатор ПРТ-А. Вторичная обмотка трансформатора подключается к рельсам.

Двухниточная импульсная рельсовая цепь переменного тока (рис. 40) устраивается на перегонах при кодовой автоблокировке. На питающем конце устанавливается дроссель-трансформатор ДТ-0,6, а на релейном конце ДТ-02.

Питание рельсовой цепи осуществляется импульсами переменного тока промышленной частоты. Импульсы вырабатываются трансмиттерами КПТ-5 (или КПТ-7), через контакты трансмиттера получает питание реле ТР, типа ТР-3Б. Реле ТР, замыкая и размыкая свой контакт на вторичной обмотке трансформатора ПОБС-3, посылает импульсы в рельсовую цепь. Для ограничения величины тока во вторичной обмотке трансформатора ПОБС-3 включен реактор типа РОБС-3.

Для уменьшения потребляемой мощности рельсовой цепью на питающем конце включены конденсаторные блоки КБ-2, КБ-4. Конденсатор  $\text{С}_{\text{ТР}}$  осуществляет искрогашение на контакте реле

ТР. В качестве путевого реле, воспринимающего кодовые импульсы, применяется реле ИРВ-110. Реле включается через защитный блок-фильтр ЗБФ-2, который защищает реле от влияния гармоник тягового тока.

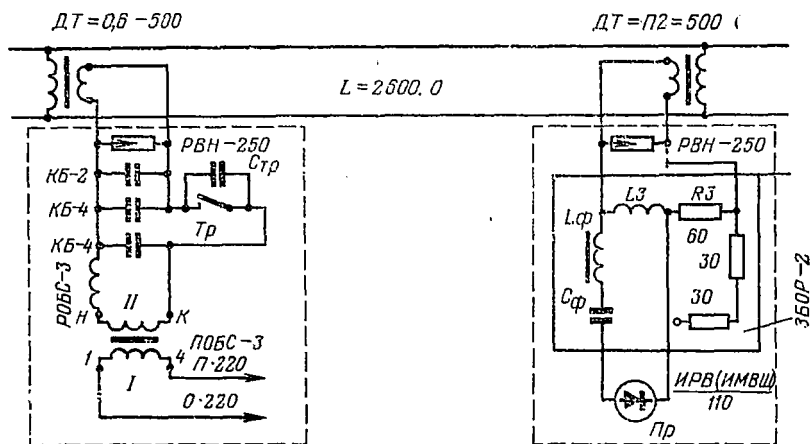


Рис. 40. Кодовая рельсовая цепь

#### § 4. Рельсовые цепи тональной частоты

Рельсовые цепи тональной частоты применяются на прямых участках пути при паровой, тепловозной и электровозной тяге для контроля занятия поездом этих участков.

Рельсовые цепи тональной и более высоких частот не имеют ограничивающих изолирующих стыков и работают вполне надежно при электрической тяге и отсутствии дроссель-трансформаторов. При рельсовых цепях тональной частоты (ТРЦ) небольшой протяженности имеется возможность устанавливать маломощные генераторы при отсутствии усилителей на релейных концах. В некоторых случаях короткие рельсовые цепи тональной частоты вполне заменяют воздушно-мембранную и другие педали и надежно фиксируют положение состава. Длина рельсовой цепи тональной частоты может быть различной, в зависимости от условий расположения путей. Выбором частоты питающего генератора можно устанавливать оптимальные режимы работы рельсовой цепи тональной частоты в зависимости от ее параметров. На работу ТРЦ не влияют низкое сопротивление балласта, наличие рельсовых стяжек, стрелочные переводы и вид электрической тяги. Гармонические составляющие постоянного и переменного тягового тока создают соответствующие незначительные помехи, которые не влияют на надежность работы приборов. Схема рельсовой цепи тональной частоты показана на рис. 41. Питание рельсовой цепи осуществляется генератором тональной частоты (рис. 41, б, в),

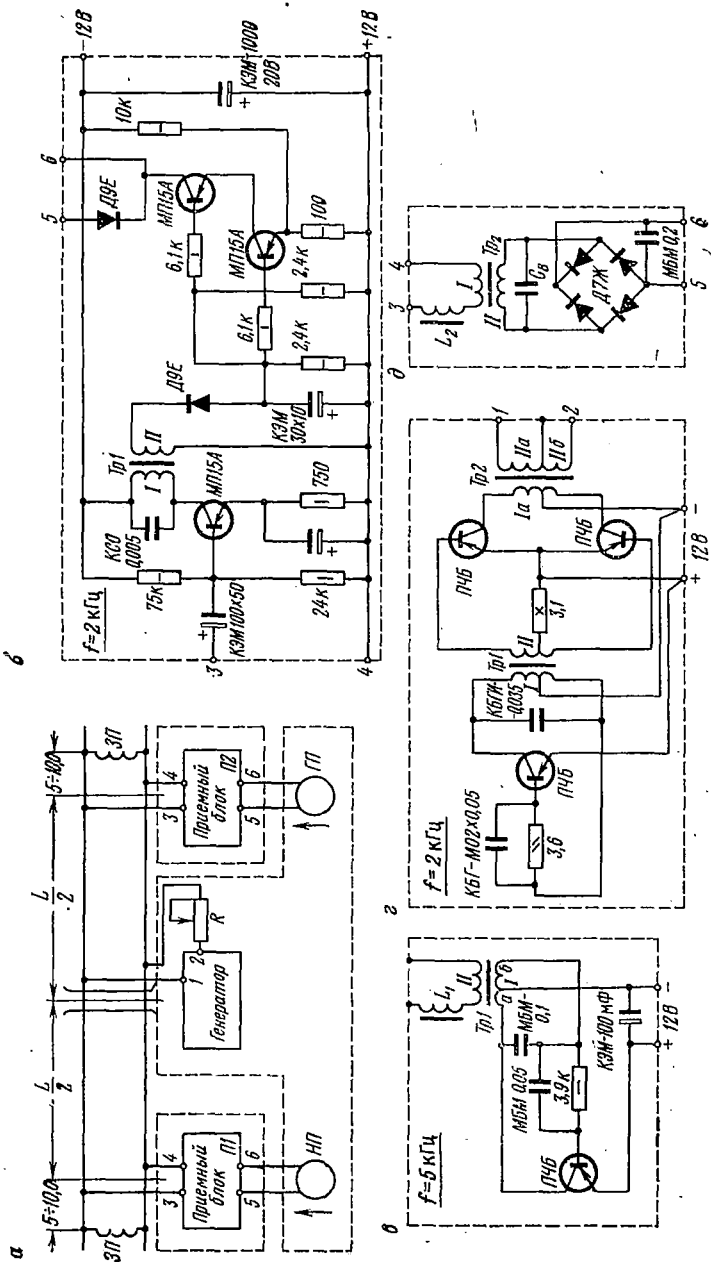


Рис. 41. Принципиальная схема релейной цепи тональной частоты:  
 а — структурная схема; б — схема генератора релейной цепи длиной 75÷1000 м; в — схема приемного блока релейной цепи длиной 25÷75 м; г — схема приемного блока релейной цепи длиной 300÷1000 м; д — схема приемного блока релейной цепи длиной 25—300 м

мощностью 4—5 Вт. Частота генерируемого переменного тока может выбираться в зависимости от длины рельсовой цепи. Питание рельсовой цепи может производиться как в середине, так и на конце участка. При подключении питания к средней точке рельсовой цепи включаются два релейных приемника П-1 и П-2 (рис. 41, а, г, д). Контур релейного приемника настраивается на частоту источника питания рельсовой цепи подбором емкости  $C_b$  и индуктивности обмотки трансформатора. В качестве путевого используется реле НМШ-1800.

По концам рельсовой цепи устанавливаются закорачивающие перемычки ЗП, которые выполняют следующие функции:

стабилизируют сопротивление между рельсовыми нитями (при изменении сопротивления балласта от 2 Ом до  $\infty$  напряжение на путевом реле изменяется на 12%);

исключают влияние, оказываемое генератором смежной рельсовой цепи тональной частоты;

создают одинаковые условия воздействия на путевые приемники при проходе составов;

выравнивают потенциал рельсовых нитей при электротяге, чем резко снижают влияние тягового тока на работу рельсовой цепи.

Достоинство рельсовой цепи тональной частоты заключается в быстроте фиксации занятия или освобождения ее подвижным составом и в возможности передачи импульсного воздействия на контрольные приборы. Причем характер импульса может регулироваться как по амплитуде, так и по продолжительности.

В рельсовых цепях, питаемых переменным током высокой частоты, используются камертонные фильтры. Они отличаются узкой полосой пропускания, большой добротностью и температурной стабильностью. Для прохода тока высокой частоты через изолирующие стыки участков автоблокировки предусматривается установка обходных блоков. В целях уменьшения затухания в такой рельсовой цепи применяется емкостная компенсация реактивной составляющей. В рельсовой цепи тональной частоты, разработанной КБЦШ МПС, конденсаторы подключаются к рельсовым нитям через каждые 260 м.

Теоретическими и экспериментальными исследованиями, проведенными на промышленных ж.-д. путях, определено, что рельсовые цепи, питаемые переменным током тональной частоты, обладают следующими характерными особенностями:

оптимальная длина рельсовой цепи зависит от величины тональной частоты;

наилучшее постоянство параметров рельсовой цепи переменного тока тональной частоты сохраняется при установке закорачивающей перемычки в пределах 40—50 м от места включения релейного приемника П-1, П-2;

атмосферные изменения, воздействующие на состояние балласта, не оказывают существенного влияния на чувствительность рельсовой цепи и режим ее работы;

при наложении переменного тока тональной частоты на рельсовую цепь переменного тока частотой 50 Гц релейные приемники, включенные в двух местах, работают вполне надежно.

Рельсовые цепи, наложенные одна на другую, используются в разных системах. Рельсовая цепь переменного тока частотой 50 Гц используется в устройствах электрической централизации, а рельсовая цепь переменного тока тональной частоты может применяться в устройствах переездной сигнализации.

Поскольку рельсовые нити имеют большое индуктивное сопротивление переменному току тональной частоты, то на определенном расстоянии, зависящем от частоты переменного тока, создается условный электрический стык, заменяющий изолирующие стыки, необходимые для ограничения рельсовой цепи. Таким образом, при наличии основного индуктивного сопротивления  $L_p$ , создаваемого рельсами, и емкости  $C$ , включенной в рельсовые нити, образуется задающий контур генератора, частота которого зависит от подобранных параметров и длины рельсовой цепи.

### § 5. Расчет рельсовых цепей

Основными режимами работы рельсовых цепей являются нормальный (регулируемый), шунтовой и контрольный. При нормальном режиме рельсовая цепь свободна от подвижного состава. При этом путевое реле должно надежно удерживать якорь в притянутом состоянии даже в случае изменения напряжения источника питания и сопротивления балласта. В шунтовом режиме рельсовая цепь занята подвижным составом и якорь путевого реле находится в отпавшем состоянии. Регулировка рельсовой цепи должна быть такой, чтобы в случае плохого шунта (покрытие головок рельсов ржавчиной, загрязненные скаты) реле обесточивалось. Контрольный режим характеризуется нарушением рельсовой цепи (лопнувший рельс) и изменением условий протекания контрольного тока по рельсам. Для всех режимов работы рельсовых путей производят расчеты, определяющие их основные параметры. При нормальном режиме расчет сводится к определению регулирующего сопротивления на питающем конце, при котором на путевом реле обеспечивается рабочий ток притяжения якоря. При шунтовом режиме определяется сопротивление шунта, при котором обеспечивается отпадание якоря путевого реле.

Рельсовая цепь представляет собой замкнутую электрическую цепь, имеющую высокое сопротивление, неравномерно распределенное по всей ее длине. Для расчета рельсовой цепи необходимо определить следующие первичные параметры: километрическое сопротивление рельсовой петли  $z_p$  переменному току и минимальное километрическое сопротивление балласта  $R_{б.мин}$ .

$$z_p = R + j\omega L, \text{ Ом/км}, \quad (42)$$

где  $R$ — суммарное активное сопротивление обеих нитей рельсовой петли, Ом/км;

$L$ —индуктивность рельсовой петли, мГ/км;  
 $\omega = 2\pi f$ —угловая частота сигнального тока, рад/с;  
 $f$ —частота сигнального тока, Гц (промышленная частота 50 Гц).

Суммарное активное сопротивление мутле

$$R = 2 \left( r_a + \sum_0^n r_c \right), \text{ Ом}, \quad (43)$$

где  $r_a$ —сопротивление рельсовой нити, Ом/км;

$r_c$ —сопротивление стыков, Ом;

$n$ —число стыков на километре рельсовой нити.

Аналитическим путем сопротивление балласта  $r_b$  определить для любого случая практически невозможно, поэтому при расчетах рельсовых цепей пользуются данными измерений. Как показывают измерения,  $r_b$  изменяется в пределах от  $r_{b,\text{мин}} = 0,1$  Ом/км до  $r_{b,\text{макс}} = 50$  Ом/км.

Измерение удельного электрического сопротивления балласта производится с помощью специального прибора ИСБ-1. Измерение удельного сопротивления балласта проводят в нескольких точках, после чего определяют его среднее значение

$$r_{b,\text{ср}} = \frac{n}{\frac{1}{r_{b1}} + \frac{1}{r_{b2}} + \dots + \frac{1}{r_{bn}}}, \quad (44)$$

где  $n$ —число измерений;

$r_{b1}, r_{b2}, \dots, r_{bn}$ —значения удельного сопротивления балласта в точках 1, 2, ...,  $n$  рельсовой цепи.

Индуктивность рельсовой цепи  $L$  определяется по формуле

$$L = L_l + 2 \left( L_l + \sum_0^n L_c \right), \quad (45)$$

где  $L_l$ —междурельсовая индуктивность рельсовой цепи, мГн/км;

$L_l$ —внутренняя индуктивность одной рельсовой нитки, мГн/км;

$\sum_0^n L_c$ —индуктивность стыковых соединителей, приходящихся на 1 км рельсовой нити, мГн/км.

Удельное нормативное электрическое сопротивление рельсов переменному току частотой 50 Гц при стальных штепсельных соединителях принимается не более 1,0 Ом/км при фазовом угле  $56^\circ$ ; при стальных приварных соединителях не более 0,85 Ом/км при фазовом угле  $60^\circ$ ; при медных приварных соединителях не более 0,8 Ом/км при фазовом угле  $65^\circ$ .

## Полное сопротивление балласта

$$R_6 = \frac{r_6}{l}, \text{ Ом}, \quad (46)$$

где  $r_6$  — удельное электрическое сопротивление балласта, (это электрическое сопротивление шпал, балласта и переходных слоев на границе электронной и ионной проводимости между рельсовыми нитками, отнесенное к 1 км рельсовой цепи), Ом/км;

$l$  — длина рельсовой линии, км.

Для надежной работы рельсовых цепей переменного тока установлено нормативное удельное электрическое сопротивление балласта 1 Ом/км. Для поддержания установленной нормы удельного сопротивления балласта необходимо очищать балласт от грязи и производить подрезку балластного слоя так, чтобы подошва рельса не касалась балласта. Расстояние от подошвы рельсов до балластного слоя должно быть не менее 30 мм. Нижним основанием балластного слоя на открытых горных разработках служит руда или порода. В качестве верхнего балластного слоя используются гравий, щебень, асбестовая щебенка, кварциты и доменные шлаки. Обычно на открытых разработках балластный слой содержит щебень, кварциты и шлаки, получаемые от отходов производства. Применение производственных отходов для балласта удешевляет строительство ж.-д. путей, но ухудшает работу рельсовых цепей. Загрязнение балласта незначительно, так как грязь сносится ветром и дождями в водосборник. Подрезка и очистка балласта обычно не производится, но при появлении зелени производят незначительную прорезку и шарошку, чем исключается снижение изоляции балласта. Асбестовый балласт отличается постоянством удельного электрического сопротивления как в сыром, так и в сухом состоянии. Измерения показывают, что удельное сопротивление балласта не высокое и находится в пределах  $r_6 = 0,16 \div 0,5$  Ом/км.

Зная первичные параметры рельсовой цепи, можно определить и вторичные параметры — волновое сопротивление  $z_v$  и коэффициент распространения волны  $\gamma$ . Вторичные параметры характеризуют процесс распространения электромагнитной волны вдоль рельсовой цепи. Коэффициент распространения волны определяется из первичных параметров по формуле

$$\gamma = \sqrt{\frac{z_p}{R_{6.миг}}} \quad \text{или} \quad \gamma = \sqrt{z_p G_6}, \quad (47)$$

где  $G_6$  — полная проводимость изоляции рельсовой линии в сим/км.

$$G_6 = g_6 + j\omega C_n, \quad (48)$$

где  $j\omega C_n$  — емкостная составляющая сопротивления балласта. Эта

величина ничтожно мала и ее при частоте сигнального тока  $f < 1000$  Гц в расчетах можно не учитывать, т. е.

$$\frac{1}{G_6} = R_6. \quad (49)$$

Принимается для расчета  $R_6 = R_{6, \text{мин}}$ .

Для ж.-д. путей карьерного транспорта  $R_6$  следует принимать 0,5 Ом/км. Коэффициент распространения волны

$$\gamma = \sqrt{\frac{z_p}{R_{6, \text{мин}}}} \left| \sqrt{\frac{z_p}{R_{6, \text{мин}}}} \right| e^{j \frac{\varphi}{2}}, \text{ 1/км.} \quad (50)$$

где  $\varphi$  — аргумент сопротивления рельсов.

Постоянную распространения волны можно представить в комплексном виде

$$\gamma = \beta + j\alpha, \quad (51)$$

где  $\beta$  — коэффициент затухания, характеризующий затухание амплитуды волны и показывающий, насколько уменьшается амплитуда векторов напряжения и тока в рельсовой цепи

$$\beta = \ln \left| \frac{U_{\text{н}}}{U_{\text{к}}} \right| \quad \text{или} \quad \frac{U_{\text{н}}}{U_{\text{к}}} = e^{\beta}, \quad (52)$$

$U_{\text{н}}$  — напряжение в начале рельсовой цепи;

$U_{\text{к}}$  — напряжение в конце рельсовой цепи;

$\alpha$  — фазовый коэффициент, определяющий степень запаздывания волны по фазе и показывающий насколько изменяется аргумент векторов напряжения и тока

$$\alpha = \frac{2\pi}{\lambda}. \quad (53)$$

Волновое сопротивление рельсовой линии

$$z_{\text{в}} = \sqrt{z_p R_{6, \text{мин}}} = \left| \sqrt{z_p R_{6, \text{мин}}} \right| e^{j \frac{\varphi}{2}}, \text{ Ом.} \quad (54)$$

## § 6. Последовательность расчета нормального режима рельсовой цепи

В нормальном режиме определяются ограничивающее  $R_0$  и защитные  $R_3$  сопротивления, напряжение, ток и мощность путевого трансформатора.

В однопутных рельсовых цепях, наиболее распространенных на карьерном транспорте, для пропуска тягового тока служит так называемая тяговая нить. По этой нити проходит основная часть



тягового тока. Другая часть тягового тока  $I_T$  ответвляется через вторичную обмотку путевого трансформатора и, проходя по сигнальной нитке, попадает в первичную обмотку релейного трансформатора, оказывая влияние на работу путевого реле. В состав этой части тягового тока входит постоянная составляющая и гармонические составляющие различных частот.

Максимальная величина постоянной составляющей тягового тока  $I_{п.с.}$ , ответвляющаяся в аппаратуру рельсовой цепи при ее свободном состоянии,

$$I_{п.с.} = \frac{I_T}{m_T} \cdot \frac{r_0 l}{2r_0 l + R_{с.п}}, \quad (55)$$

где  $m_T$  — число тяговых нитей на станции;

$r_0$  — удельное сопротивление одной рельсовой нити постоянному току, ом·км;

$l$  — длина рельсовой цепи, км;

$R_{с.п}$  — общее сопротивление постоянному току приборов, соединительных проводов, сигнальной цепи при свободном ее состоянии, Ом.

При занятой рельсовой цепи постоянная составляющая, ответвляющаяся в первичную обмотку релейного трансформатора,

$$I_{т.с} = \frac{I_T}{m_T} \cdot \frac{r_0 l}{2r_0 l + R_c}, \quad (56)$$

где  $R_c$  — общее сопротивление постоянному току приборов и соединительных проводов релейного конца рельсовой цепи, Ом.

В этом случае постоянная составляющая тягового тока увеличивается за счет уменьшения сопротивления  $R_c$ . Для ограничения тока  $I_{т.с}$  в цепь первичной обмотки релейного трансформатора включается регулируемое защитное сопротивление  $R_3$ .

Сопротивления  $R_0$  и  $R_3$  на питающем и релейном концах

$$R_0 + R_3 = R_{с.п} - (R_n + R_p), \quad (57)$$

где  $R_n$  и  $R_p$  — сопротивления соединительных проводов питающего и релейных концов рельсовой цепи, Ом.

Постоянная составляющая при наиболее тяжелых условиях может повредить аппаратуру рельсовых цепей. Ложное срабатывание реле произойти не может, так как оно включено во вторичную обмотку трансформатора с воздушным зазором в магнитной системе.

Гармонические составляющие тягового тока оказывают на реле более опасное воздействие при шунтовом режиме. В этом случае при выходе поезда на рельсовую цепь может наступить момент, когда реле не отпускает свой якорь. Ток  $n$ -й гармоники, попадаю-

щий в первичную обмотку релейного трансформатора при наложении шунта рассчитывается по эквивалентной схеме (рис. 42).

$$I_{гс.н} = \frac{I_{гн} z_{тн} x}{m [R_{ш} + R_3 + z_{р.тн} + x (z_{т.н} + z_{с.н})]}, \quad (58)$$

где  $I_{гн}$  — величина общего гармонического тока, А;  
 $z_{т.н}$  и  $z_{с.н}$  — удельное сопротивление тяговой и сигнальной нитей, Ом/км;  
 $x$  — расстояние состава от релейного конца;  
 $R_{ш}$  — сопротивление поездного шунта, Ом;

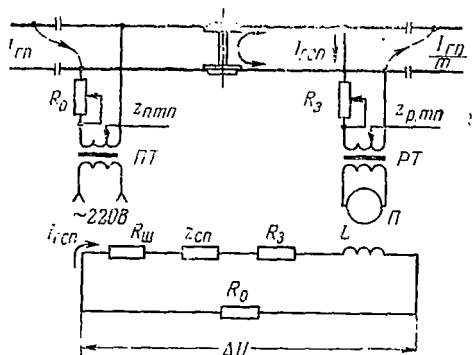


Рис. 42. Эквивалентная схема однониточной рельсовой цепи для тока  $n$ -й гармоники

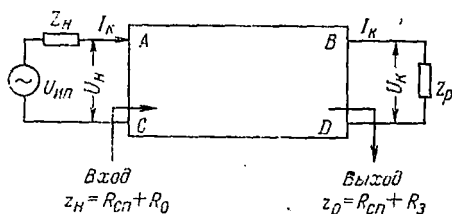


Рис. 43. Рельсовый четырехполюсник

$z_{р.тн}$  — входное сопротивление нагруженного релейного трансформатора в Ом при частоте  $n$ -й гармоники.

Ток  $I_{гс.н}$  пропорционален величине общего тока  $I_{гн}$  и зависит от места нахождения состава. Наибольшее влияние на релейный конец оказывает находящийся у питающего конца.

На карьерном транспорте величина гармоник 300 Гц от действующего тягового тока в ряде случаев превышает допустимую.

Напряжения  $U_H$  и ток  $I_H$  в начале рельсовой цепи можно определить с помощью пассивного симметричного четырехполюсника (рис. 43), которым замещают рельсовую линию. В четырехполюснике количественная связь между напряжением и токами в начале и в конце его  $U_K$  и  $I_K$  выражается системой уравнений

$$\left. \begin{aligned} U_H &= AU_K + BI_K \\ I_H &= CU_K + DI_K \end{aligned} \right\} \quad (59)$$

Коэффициенты рельсового четырехполюсника ( $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ) являются комплексными величинами и определяются по формулам

$$A = D = \operatorname{ch} \gamma l; \quad B = Z_n \operatorname{sh} \gamma l; \quad C = \frac{1}{Z_n} \operatorname{sh} \gamma l. \quad (60)$$

Напряжение и ток в конце рельсовой цепи:

$$U_{\kappa} = U_{p.т} + I_{p.т} (R_{з} + R_{ср}), \quad (61)$$

где  $U_{p.т}$  — напряжение на первичной обмотке релейного трансформатора;

$I_{p.т} = I_{\kappa}$  — ток, протекающий в первичной обмотке релейного трансформатора.

Вычислив коэффициенты четырехполюсника, решают уравнение и находят значения  $U_{п}$  и  $I_{п}$ .

Величины  $U_{p.т}$  и  $I_{p.т}$  определяют по таблицам электрических параметров реле.

Определив значения  $U_{п}$  и  $I_{п}$ , находят напряжение на зажимах питающего трансформатора

$$U_{т} = U_{п} + I_{п} R_{0}. \quad (62)$$

## § 7. Расчет шунтового режима

Из теории рельсовых цепей известно, что наихудшие условия шунтирования имеют место в начале и в конце рельсовой цепи, т. е. на питающем и релейных концах. При проверке эффекта шунтирования релейного конца рельсовой цепи вычисляется допустимое сопротивление шунта  $R_{ш.р}$  по формуле

$$R_{ш.р} = \frac{Q_p}{\sqrt{\left(\frac{U_{т.макс}}{I_{p.то}}\right)^2 - Z_{п.мин}^2 \sin^2 \delta_p - Z_{п.мин} \cos \delta_p}}, \quad (63)$$

где  $Q_p = Z_{\kappa} (Z_{п} + Z_l)$  — шунтовой коэффициент при расположении шунта на релейном конце;

$Z_{\kappa}$  — сопротивление релейного конца рельсовой цепи;

$Z_{п}$  — сопротивление питающего конца;

$Z_l$  — сопротивление рельсовых ниток.

Сопротивление на питающем конце определяется по формуле

$$Z_{п.мин} = |Z_{п} + Z_{\kappa} - Z_l|; \quad (64)$$

$\delta = \varphi_{Q_p} - \varphi_{п.мин}$  — разность аргументов  $Q_p$  и  $Z_{п.мин}$ ;

$$U_{т.макс} = k_{п} U_{т},$$

где  $I_{p.то} = 0,5 I_{p.т}$  — ток надежного отпадания якоря реле.

Проверка на шунтовой эффект при шунте на питающем конце производится по формуле

$$R_{ш.р} = \frac{Q_p}{\sqrt{\frac{U_{т.макс}}{I_{p.то}} - Z_{п.мин}^2 \sin \delta_p - Z_{п.мин} \cos \delta_p}}. \quad (65)$$

Шунтовой эффект должен удовлетворять требованию

$$R_{ш.п} \cong R_{ш.р} \geq 0,06 \text{ Ом.}$$

Как показывают расчеты, однониточные рельсовые цепи могут применяться при сопротивлении балласта  $r_{б.мин} = 0,2 \text{ Ом/км}$  и могут иметь длину до 700 м с применением мостовой схемы выпрямления. При длине рельсовой цепи не свыше 300 м следует применять более защищенную от гармоник тягового тока однополупериодную схему замещения.

Рельсовые цепи на всех участках транспортной ж.-д. сети карьеров работают в сложных условиях с неудовлетворительным состоянием верхнего строения ж.-д. путей.

На открытых горных разработках обычно используются рельсы типа Р50, Р65, и иногда Р43.

При движении составов по постоянным и передвижным путям, уложенным на уклонах, достигающих 30—40% и имеющим слабоукрепленную балластную призму, возникают большие вертикальные и горизонтальные динамические усилия на рельсы. В результате происходит угон рельсовых звеньев и нарушается изоляция в стыках, вследствие чего случается обрыв стыковых соединителей и перемычек подключающих аппаратуру рельсовых цепей. Изолирующие прокладки между рельсами выдавливаются, появляется сход стыка и нарушается работа рельсовых цепей. Большая интенсивность движения (200—300 пар в сутки) приводит к повышенной вибрации элементов изолирующего стыка, в результате чего смещаются детали стыка относительно друг друга, повреждаются и разрушаются элементы конструкции и, как следствие, происходит короткое замыкание в изолирующем стыке. Надежность работы рельсовых цепей оказывает существенное влияние на безотказность работы средств автоматики и телемеханики. Обследования, проведенные на Южном руднике Ураласбеста, показывают, что наибольшее число повреждений происходит из-за нарушения изолирующих стыков. За три месяца изолирующие стыки стрелочных и путевых секций повреждались 143 раза при общем числе изолированных секций 107.

## § 8. Точечные путевые датчики

Точечные путевые датчики предназначены для фиксирования прохождения колесных пар вагона над определенной точкой пути.

Точечные датчики конструктивно выполняются в виде различного типа педалей и выполняют следующие функции:

служат для определения скорости движения состава, направления движения, контроля заполнения путевых участков или нахождения состава у экскаватора или фабрики под разгрузкой или погрузкой, передачи информации о числе осей подвижного состава.

Точечные датчики наиболее широко используются в следующих условиях:

на участках пути, уложенных в забоях непосредственно на рудную или породную поверхность (порода, скала, грунт, руда асбестовая, руда железная, шлаки, доменные отходы), в случае невозможности устройства рельсовых цепей;

на передвижных путях с большой протяженностью фронта работ, не имеющих рельсовых цепей, но требующих контроля входа на участок и выхода с него подвижного состава;

при наличии металлических стяжек между рельсовыми нитями на передвижных путях;

при использовании подвижных составов имеющих высокое сопротивление шунта;

в случае неблагоприятных климатических и метеорологических условий, т. е. при повышенной постоянной влажности балласта, наличии солей в почве, невозможности нахождения обслуживающего персонала в данной зоне;

в зонах с повышенной загрязненностью путей токопроводящими веществами.

К точечным путевым датчикам, которые могут быть использованы на карьерном ж.-д. транспорте, относится разработанная Уральским отделением ЦНИИ трансформаторно-компенсационная педаль типа ТКП, предназначенная для фиксирования колесных пар при скорости проследования вагонов от 0 до 60 км/ч. Педаль собрана в закрытом корпусе и крепится к подошве рельса. Внутри корпуса устанавливается электромагнитная система, которая представляет собой трансформатор с незамкнутым сердечником S-образной формы (рис. 44). Сердечник трансформатора собран из пакетов листового железа, на котором имеются три обмотки:  $w_{\text{п}}$  — первичная,  $w_{\text{к}}$  — компенсационная,  $w_{\text{с}}$  — сигнальная. Обмотки компенсационная и сигнальная имеют встречное включение э. д. с.  $w_{\text{к}} \rightleftharpoons \text{э. д. с. } w_{\text{с}}$ . Питание обмоток производится напряжением переменного тока 220 В. Емкость  $C_{\text{с}}$  используется как сглаживающая, повышающая эффективное значение тока в обмотке реле ПДР. В нормальном состоянии при протекании тока по первичной обмотке наводится магнитный поток, который распределяется по магнитопроводу на два приблизительно равных потока. В сигнальной и компенсационной обмотках индуцируются равные по величине э. д. с. Так как эти обмотки имеют встречное включение, то

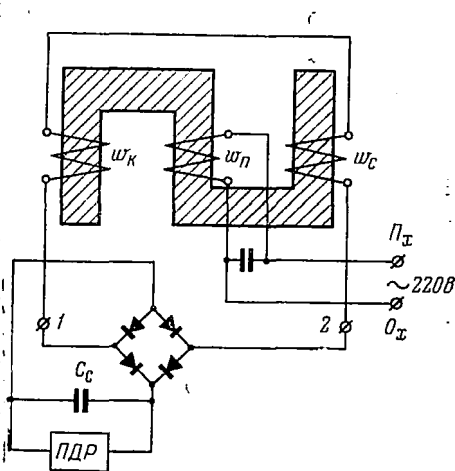


Рис. 44. Трансформаторно-компенсационная педаль типа ТКП

результатирующая э. д. с. равна нулю. При проходе реборды колеса между pedalью и рельсом вследствие уменьшения магнитного сопротивления магнитной цепи контура с сигнальной обмоткой и перераспределения магнитного потока возрастает индуктированное напряжение в обмотке  $\omega_c$ . В компенсационной обмотке  $\omega_k$  индуктированное напряжение уменьшится за счет перераспределения магнитного потока, создаваемого питающей обмоткой, и уменьшения магнитного потока в цепи контура обмотки  $\omega_k$  индуктированное напряжение уменьшится за счет перераспределения магнит-

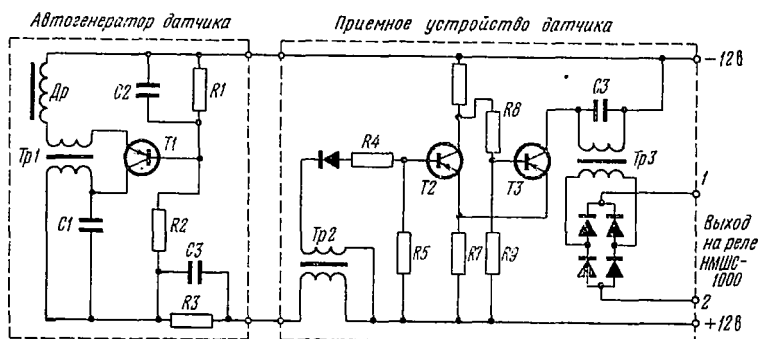


Рис. 45. Принципиальная схема путевого магнитно-электронного датчика

ного потока, создаваемого питающей обмоткой, и уменьшения магнитного потока в цепи контура обмотки  $\omega_k$ . На зажимах выпрямителя 1, 2 появится сигнал переменного тока. Включенное в цепь выпрямителя реле ПДР, получив питание, переключит контакты. После выхода скатов поезда из активной зоны педали магнитные потоки уравниваются, и реле возвращается в исходное положение.

Институтом Гипротрансигнальсвязь разработан путевой магнитно-электронный датчик МЭД, устанавливаемый на рельсы Р43 и Р50 (рис. 45). Принцип работы датчика основан на срыве колебаний автогенератора при прохождении колеса по рабочему зазору датчика.

Датчик успешно прошел испытания на Соколовско-Сарбайском комбинате.

В схемах релейной полуавтоматической блокировки взамен воздушно-мембранных педалей с изолированным рельсом для контроля проследования поезда может применяться магнитная педаль ПБМ-56.

На рис. 46 приведена схема включения магнитной рельсовой педали с изолированным рельсом. Работа схемы заключается в следующем. При прохождении над pedalью подвижного состава в обмотке магнитной педали наводится э. д. с., в результате чего

возникает импульс тока, который с помощью полупроводниковой приставки преобразуется одновибратором в импульс тока прямоугольной формы постоянной продолжительности. Далее этот импульс поступает на усилитель постоянного тока. На выходе усилителя включено реле ДП типа НР2-2 или НМШ4-3,4. Одновибратор собран на полупроводниковых триодах  $T1$  и  $T3$ .

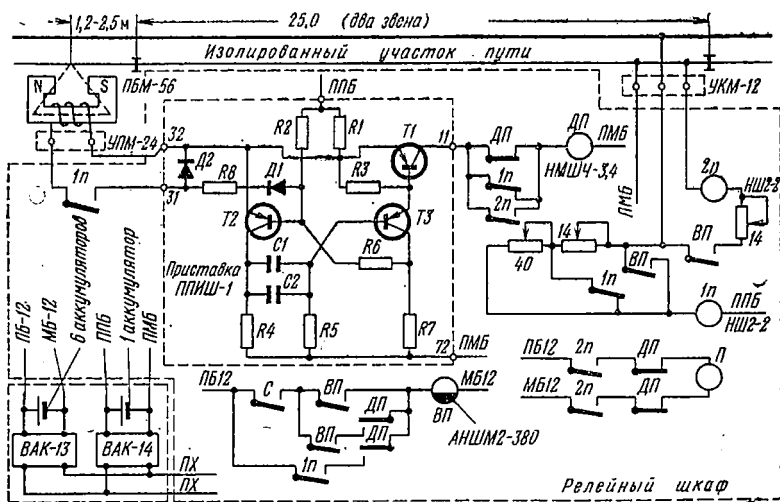


Рис. 46. Схема включения магнитной рельсовой педали типа ПБМ № 56 с приставкой ППИШ-1 (тепловозная тяга):  
 ПБ — плюс батарей; МБ — минус батарей

В цепь эмиттера триода  $T3$  включен триод  $T1$ , выполняющий роль усилителя. В нормальном положении (скат на педали отсутствует) реле ДП находится под током.

При поступлении на базу триода  $T2$  импульса с педали ПБМ-56 он открывается, в результате поступления запирающего напряжения от конденсаторов  $C1$  и  $C2$  на базу триода  $T3$  последний закрывается. После того как реле ДП обесточится, триод  $T2$  открывается по дополнительной цепи питания через резисторы  $R6$  и  $R7$  и остается открытым до тех пор, пока снова не откроется триод  $T3$ . Время закрытого состояния триода  $T3$  зависит от продолжительности разряда конденсаторов  $C1$  и  $C2$ . При дальнейшем движении поезда и вступлении скатов поезда на изолированное звено замыкается цепь питания реле 1П, которое, получив питание, подключает приставку ППИШ-1 к педали (при наезде первого ската педаль не работает). После наезда на педаль второго ската выключается реле ДП, которое остается выключенным до тех пор, пока поезд не освободит изолированный рельс и не возбудится реле 2П. Цепь питания реле 2П подготавливается контак-

тами реле *ВП*, которое возбуждается по цепи: ПБ12, контакты реле *1П*, тыловые контакты реле *ДП*, обмотка реле *ВП* и МБ12. После прохода поездом изолированного рельса реле *ДП* притягивает якорь и включает реле *П*, которое фиксирует прибытие поезда.

В условиях карьерного транспорта это устройство может применяться в схемах контроля занятости тупиков и фиксации проследования поезда по различным участкам пути.



## Глава V

### ПУТЕВАЯ БЛОКИРОВКА

#### § 1. Релейная полуавтоматическая блокировка

Релейная полуавтоматическая блокировка применяется на однопутных перегонах и соединительных путях между станциями или карьерными постами, при сравнительно небольших размерах движения.

Основной принцип полуавтоматической блокировки состоит в том, что перегон или соединительный путь ограждается сигналами, связанными между собой так, что при свободном перегоне или соединительном пути может быть открыт только один сигнал.

При полуавтоматической блокировке разрешением на занятие перегона или соединительного пути служит разрешающее показание выходных или проходных светофоров, установленных на отдельных пунктах. Открытие выходного или проходного сигнала осуществляется дежурным и возможно после того, как ранее отправленный поезд освободит перегон. Управление путевой полуавтоматической блокировкой осуществляется с помощью реле.

На карьерном транспорте наибольшее распространение нашла система релейной полуавтоматической блокировки, разработанная институтом Гипротрансигнализация (ГТСС).

#### § 2. Беспроводная полуавтоматическая блокировка с рельсовой цепью на перегоне

В ряде случаев на внутрикарьерных ж.-д путях с целью сокращения строительных и эксплуатационных затрат для передачи сигналов могут быть использованы рельсовые цепи. Принципиальная электрическая схема беспроводной полуавтоматической блокировки приведена на рис. 47.

Работа схемы заключается в следующем. В рельсовую цепь станции приема посылаются импульсы числового кода. Одновременно в промежутках больших интервалов кодового цикла со станции отправления посылаются ответные импульсы. Для отправления поезда со станции *Б* на пост *А* дежурный станции *Б* запра-

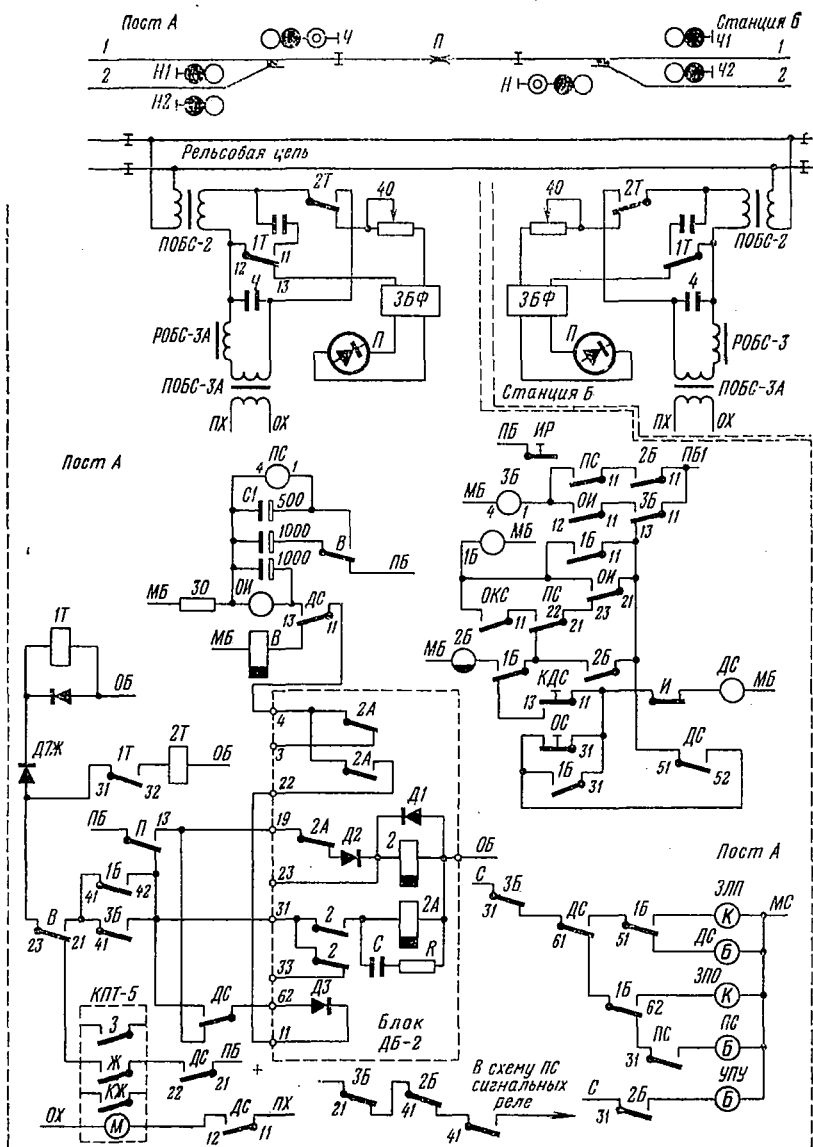


Рис. 47. Беспроводная релейная полуавтоматическая блокировка

шивает по телефону согласие поста *А*. В случае согласия дежурный поста *А* нажимает кнопку *КДС*, включается реле *ДС* по цепи: *ПБ1*, контакты реле *ЗБ*, *ОИ*, *ПС*, *1Б*, контакты кнопки *КДС 11—13*, контакт реле *И* (реле, исключающее враждебное отправление), обмотка реле *ДС* и минус батареи *МБ*. Реле *ДС*, притянув якорь, после отпускания кнопки *КДС* останется возбужденным через собственный контакт *51—52*.

На табло поста *А* загорается белая лампочка *ДС*, сигнализирующая о том, что дано согласие. Реле *ДС* контактами *11—12* включает двигатель *М* трансмиттера *КПТ-5*, контактами которого включается трансмиттерное реле *1Т* типа *ТШ1-65* по цепи: плюс батареи *ПБ*, контакты *ДС 21—22*, контакт трансмиттера *Ж*, контакты реле *В 21—23*, диод *Д7Ж*, обмотка реле *1Т* и общий полюс батареи *ОБ*. Реле *1Т*, притянув якорь, контактами *31—32* включает реле *2Т*. Реле *1Т* и *2Т*, работая в импульсном режиме, контактами *11—12—13* подключают вторичную обмотку питающего трансформатора *ПОБС-2* к трансформатору *ПОБС-3А*. Ток от трансформатора *ПОБС-2* поступает в рельсовую цепь кодовыми импульсами. Для защиты контактов реле *1Т* и *2Т* от подгорания установлены конденсаторы. Конденсаторы служат также для настройки в резонанс дроссель-трансформатора на питающем конце рельсовой цепи, что повышает ее надежность и снижает потребляемую мощность.

На станции *Б* (аналогичная схема) от поступивших из рельсовой цепи импульсов начинает работать в импульсном режиме путевого реле *П* ИМВШ-110. Замыкая контакты реле *П* включает блок *ДБ-2* (дешифраторный блок) по цепи; плюс батареи *ПБ*, контакты *П 33—13*, клемма *19* блока *ДБ-2*, контакт реле *2а*, диод *Д2*, реле *2* и общий полюс батареи *ОБ*. В первом малом интервале возбуждается реле *2А* по цепи: плюс батареи *ПБ*, контакты *33—53* реле *П*, клемма *31* блока *ДБ-2*, контакт реле *2*, обмотка реле *2А* и общий полюс батареи *ОБ*.

При поступлении второго импульса кода получает питание вспомогательное реле *В* по цепи: *ПБ*, контакт *П 33—13*, контакты *31—33* реле *ДС*, клемма *62*, диод *Д3*, клемма *11*, клемма *22*, контакты реле *2А*, клемма *4*, контакты *11—13* реле *ДС*, обмотка реле *В* и минус батареи *МБ*. Реле *В*, получив питание, включает реле получения согласия *ПС*. Питание обмотки реле *ПС* осуществляется от конденсатора *С1*. В нормальном положении схемы конденсатор *С1* заряжается от батареи через тыловой контакт реле *В*. Реле *ПС* включает на табло станции *Б* белую лампочку *ПС* — получено согласие.

Дежурный по посту *А* до открытия выходного светофора на посту *Б* может отменить согласие на отправление, вытянув на себя кнопку *ОС*.

После получения согласия дежурный по посту *Б* открывает выходной светофор. Цепь возбуждения сигнального реле проходит через контакты реле *ЗБ*, *2Б* и *ПС*.

С открытием выходного светофора на табло контактами 61—62 реле 1Б включается лампа ЗПО (лампа занятости перегона).

Реле 1Б получает питание по цепи: ПБ1, контакты 11—13, реле 3Б, контакты 21—23 реле ОИ и 21—22 реле ПС, контакты реле ОКС (контрольно-секционное реле по отправлению), обмотка реле 1Б и минус батареи МБ. Реле 1Б, получив питание, само блокируется.

Реле 1Б контактами 41—42 создает цепь возбуждения реле 1Т и 2Т при обесточенном путевом реле П в больших интервалах импульсов, поступающих с поста А.

Реле 1Т и 2Т, подключив трансформатор в рельсовую цепь, дают ответные импульсы на пост А в больших интервалах кодовых циклов. Поступившие по рельсовой цепи импульсы на пост А возбуждают путевое реле, контактами которого подключается блок ДБ-2. Установленное в блоке реле 2, получив питание, притягивает якорь и фронтовыми контактами в момент отпускания путевого реле П создает цепь питания реле 2А. После этого через фронтовые контакты реле 2А создается цепь питания реле ОИ (реле ответных импульсов), контактами которого возбуждается реле 1Б. Реле 1Б, возбудившись, своими контактами на табло поста А включает лампу ЗЛП (лампа занятости перегона).

После выхода состава на перегон и шунтирования скатами рельсовой цепи реле П и ПС на станции Б и реле ОИ на посту А теряют питание. В этот момент как на станции Б, так и на посту А возбуждается реле 2Б. Контактными реле 2Б включается лампа Б (указатель занятости перегона УПУ). После освобождения перегона и прибытия поезда на пост А в рельсовую цепь посылаются импульсы на станцию Б, которые, поступив на путевое реле П, возбуждают реле ПС в той же последовательности, как и при получении согласия.

На станции Б через фронтовые контакты реле ПС и 2Б образуется цепь питания реле 3Б, которое, возбудившись, обрывает цепь питания реле 2Б и 1Б. После этого лампочки на табло выключаются, а в рельсовую цепь через контакты 1Т и 2Т на пост А посылаются ответные импульсы.

На посту А от ответных импульсов сработает путевое реле, контактами которого включается реле ОИ, и контактами 11—12 создает цепь питания реле 3Б, которое, возбудившись, выключает реле 1Б, 2Б и ДС. Лампочки на табло выключаются. После выключения реле прекращается поступление импульсов в рельсовую цепь на станцию Б. Реле ПС на станции Б и реле ОИ на посту А обрывают цепь питания реле 3Б, и схема приходит в исходное положение.

Разработанная беспроводная полуавтоматическая блокировка построена с использованием типовых приборов, серийно выпускаемых нашей промышленностью. Схема отличается простотой включения и надежностью в эксплуатации.

Пропускная способность однопутного перегона А—Б при полуавтоматической блокировке определяется по формуле

$$N = \frac{1440}{T},$$

где  $T$  — период парного графика, равный

$$T = t_1 + t_2 + \tau_n + \tau_c + t_p + t_3, \quad (66)$$

где  $t_1$  — время хода состава в грузовом направлении, мин;

$t_2$  — время хода состава в порожнем направлении, мин.

При скрещивании составов на отдельных пунктах без остановки пропускаются порожние составы;

$\tau_n$  — интервал одновременного прибытия составов;

$\tau_c$  — интервал скрещения;

$t_p$  — время, затрачиваемое на разгон;

$t_3$  — время, затрачиваемое на замедление.

### § 3. Автоматическая блокировка

Автоблокировка позволяет значительно повысить пропускную способность перегонов и обеспечить безопасность движения поездов, прибытие поезда контролируется автоматически. Устройства автоблокировки позволяют осуществить контроль местонахождения поезда на перегоне.

При автоблокировке на двухпутных участках после выхода поезда за выходной светофор дежурный по станции отправления уведомляет станцию приема о времени отправления локомотивосостава.

На однопутных участках, оборудованных автоблокировкой, перед отправлением локомотивосостава дежурный по станции отправления обязан согласовать с дежурным по станции приема право занятия перегона.

На однопутных перегонах при автоблокировке устанавливаются светофоры грузового и порожнего направлений. Разрешающие огни горят на светофорах выбранного направления, встречные светофоры горят красным огнем, что исключает возможность одновременного выхода на перегон встречных поездов. Автоматическая блокировка позволяет организовать движение нескольких поездов, следующих друг за другом расчетным интервалом.

Для движения при автоблокировке наилучшие условия складываются, когда состав, следующий вторым, не снижает скорости из-за несвоевременного освобождения блок-участков впереди идущим составом.

Такое движение возможно, когда машинист поезда, идущего вслед за первым, подъезжая к проходному сигналу, разрешающему занять впереди лежащий блок-участок, видит разрешающее показание светофора на расстоянии не менее тормозного пути служебного торможения.

При трехзначной сигнализации может быть несколько схем движения составов. На рис. 48 приведены схемы разграничения составов при трехзначной сигнализации и расчетные формулы для определения интервалов времени попутного следования составов, в формулах приняты следующие обозначения:

- $l_{\text{п}}$  — длина состава, м;
- $l_{\text{т.с}}$  — длина тормозного пути при служебном торможении, м;
- $l_{\text{бл.1}}, l_{\text{бл.2}}, l_{\text{бл.3}}$  — длины блок-участков, м;
- $\tau_{\text{в.с}}$  — время восприятия сигнала машинистом;
- $v_{\text{ср}}$  — средняя скорость состава на расчетном участке;
- $0,06$  — коэффициент перевода размерности.

Разграничение поездов	Интервал пути	Формула для определения интервала времени
<p>а</p> <p>Одним блок-участком при движении поезда под красный огонь</p> <p>б</p> <p>То же, при движении под желтый огонь на красный</p>		$I = 0,06 \frac{l_n + l_{\text{т.с}} + l_{\text{бл}}^I}{v_{\text{ср}}} + \tau_{\text{в.с}}$
<p>в</p> <p>Двумя блок-участками при движении под желтый огонь</p> <p>з</p> <p>То же, при движении под зеленый огонь на желтый</p>		$I = 0,06 \frac{l_n + l_{\text{бл}}^I + l_{\text{бл}}^{\text{II}}}{v_{\text{ср}}} + \tau_{\text{в.с}}$
<p>г</p> <p>Тремя блок-участками при движении под зеленый огонь на желтый</p> <p>с</p> <p>То же, при движении на зеленый огонь</p>		$I = 0,06 \frac{l_n + l_{\text{бл}}^I + l_{\text{бл}}^{\text{II}} + l_{\text{бл}}^{\text{III}}}{v_{\text{ср}}}$

Рис. 48. Схема разграничения составов при трехзначной сигнализации

Для лучшего представления о сигнальных показаниях проходных светофоров при попутном следовании составов на рис. 48 дано два положения — до освобождения хвостом состава ограждаемого блок-участка и после его освобождения, а также соответствующая этим положениям сигнализация.

На карьерном ж.-д. транспорте для автоблокировки используется двухзначная и трехзначная сигнализация. Установка све-



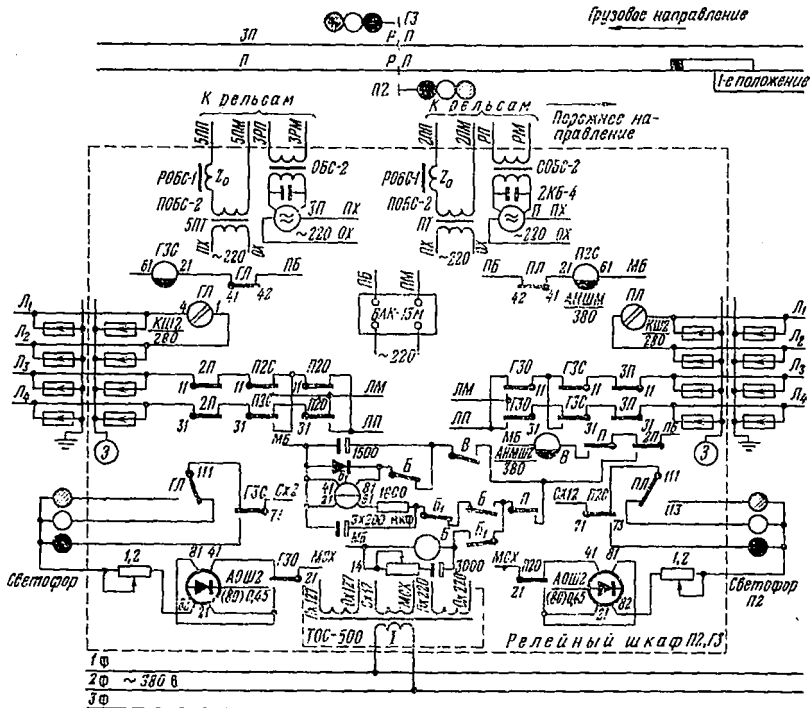


Рис. 50. Схема двухпутной автоблокировки

При отправлении поездов до станции интервал определяется из условий отправления второго поезда под зеленый огонь выходного светофора. Первый поезд в этот момент должен освободить два блок-участка.

Интервал определяется по формуле

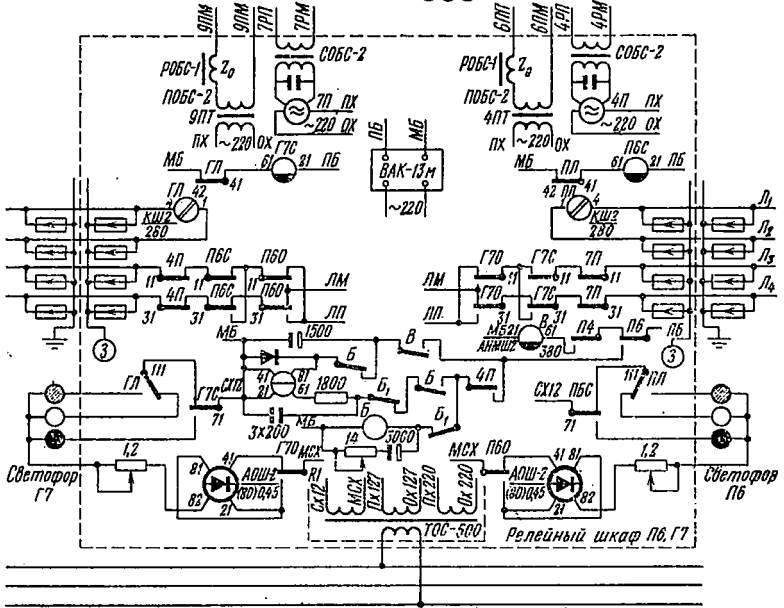
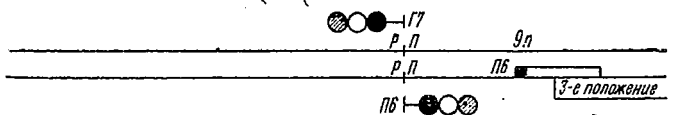
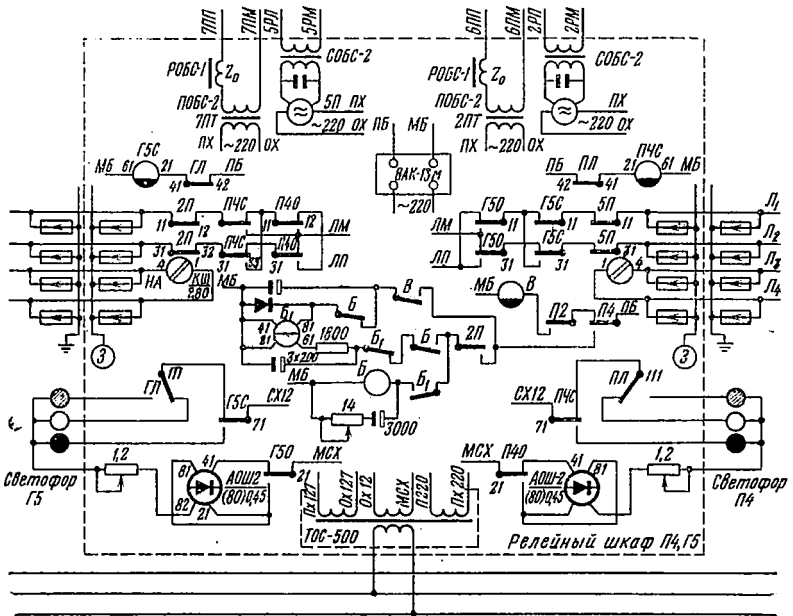
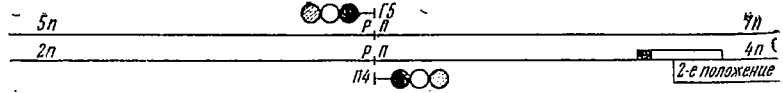
$$\tau_0 = 0,06 \frac{l_{бл1} + l_{бл2} + l_{п}}{v_{вых}} + t_c + t_b, \quad (69)$$

где  $t_c$  — время на установку маршрута и открытие сигнала второму поезду. Схема движения приведена на рис. 49, в;  
 $t_b$  — время восприятия машинистом выходного сигнала, мин.

Приведенные аналитические выражения применимы для ориентировочных расчетов; как правило, интервал рассчитывается графически.

По системе связи проходных светофоров между собой автоблокировка подразделяется на проводную с непрерывными или импульсными рельсовыми цепями и беспроводную с кодовыми рельсовыми цепями.





Недостатком двухзначной автоблокировки является то, что из-за снижения видимости при плохой погоде машинисту сложнее вести поезд.

Схемы автоблокировки в зависимости от назначения имеют ряд разновидностей. Наибольшее распространение получили схемы двухпутной автоблокировки, рассчитанные на применение линзовых светофоров и комбинированных реле типа КШ. Зависимости в схемах осуществляются по двухпроводной кабельной или воздушной линии. Состояние схемы, приведенной на рис. 50, соответствует нахождению поезда на участке 2п (1-е положение).

Схема автоблокировки, приведенная на рисунке, обеспечивает в случае перегорания нити накала лампы на любом проходном светофоре перенос огня на следующий по ходу поезда светофор.

#### § 4. Кодовая беспроводная автоблокировка

Для связи между сигнальными установками в рассмотренных системах автоблокировки подвешиваются линейные провода. В настоящее время широко применяется кодовая автоблокировка, где в качестве каналов связи для увязки работы сигнальных установок используются рельсы. Принципиальная схема кодовой автоблокировки приведена на рис. 51. При кодовой автоблокировке питание рельсовых цепей осуществляется путем посылки в рельсы импульсов тока, образующих сигнальный код. Сигнальный код вырабатывается кодовыми путевыми трансмиттерами типов КПТ-5А и КПТ-7А. Импульсы тока, поступающие в рельсовую цепь, воспринимаются импульсным путевым реле ИП, срабатывание которого зависит от длительности сигнальных импульсов, затем включается дешифратор типа ДЯ-ЗБ, который расшифровывает нахождение поезда на участке и через реже Ж и З управляет огнями светофора.

Рассмотрим работу кодовой автоблокировки, приведенной на схеме 51. При нахождении локомотивосостава на участке 1п путевое реле ИП1 питание не получает, так как импульсы, поступающие в рельсовую цепь, замыкаются через скаты поезда (1-е положение). В этом случае питание от батареи ПБ не будет поступать на зажим 1—9 дешифраторной ячейки. Принципиальная схема ячейки приведена на рис. 52.

Реле-счетчики 1 и 1А обесточиваются и отключают сигнальные реле З и Ж. Тыловыми контактами реле Ж включает красный огонь на светофоре Г1. В рельсовую цепь Оп посылается код КЖ. После освобождения поездом участка 1п и вступления на участок 3п (2-е положение) в рельсовую цепь 1п будут поступать импульсы кода желто-красного огня.

При поступлении первого импульса от трансформатора ПТ, установленного в релейном шкафу ГЗ, путевое реле ИП1 включит реле и счетчик по цепи: ПБ, фронтальный контакт ИП1, клемма 1—9 ячейки ДЯ-ЗБ (см. рис. 51 и 52), контакты 23—24 реле 1А, обмот-

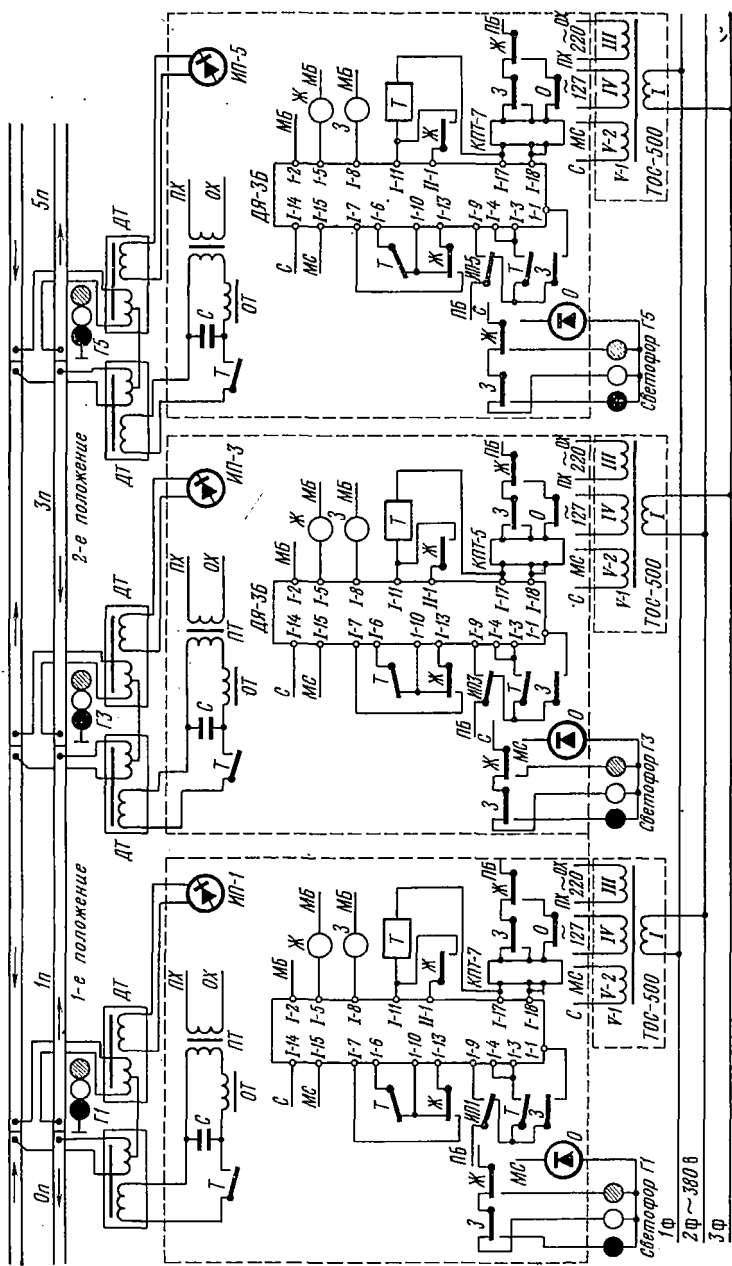


Рис. 51. Схема двухлунной кодовой автоблокировки

ка реле-счетчика 1, клемма 1—2 и МБ. Реле 1 притягивает якорь с замедлением 0,1—0,15 с, за это время заряжается конденсатор  $C1$  по цепи: ПБ, контакты ИП1, клемма 1—9, контакты 23—24 реле 1А, клемма 1—13, тыловой контакт реле Ж, клемма 1—7, контакты 12—13 реле ПТ, сопротивление  $R_{04}$ , диод Д1, контакты 23—22 и 14—13 реле 1 и 1А, сопротивление  $R_{01}$ , конденсатор  $C1$ , клемма 1—2 и МБ. Реле 1, притянув якорь, размыкает тыловыми кон-

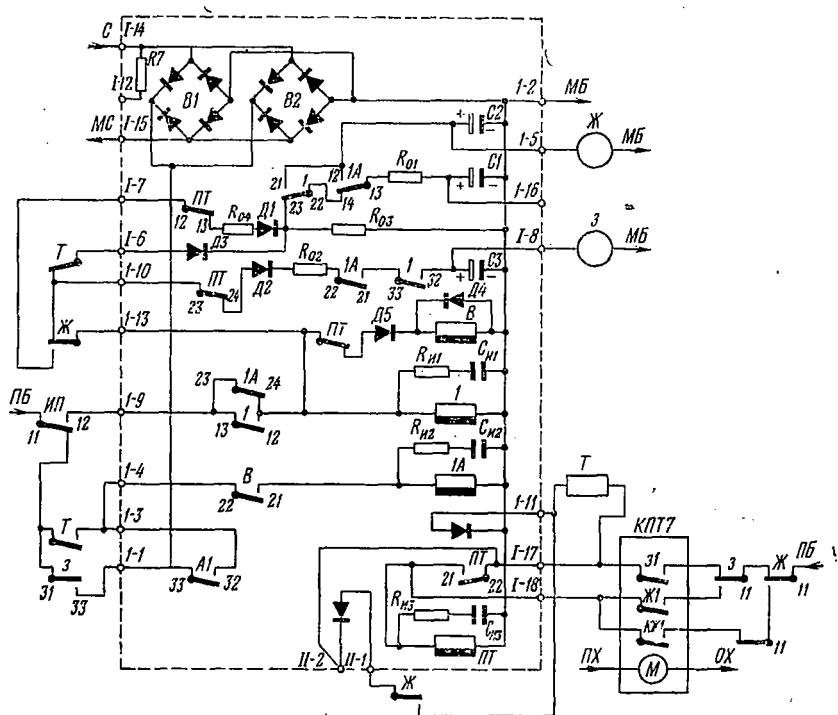


Рис. 52. Схема дешифраторной ячейки ДЯ-ЗБ

тактами цепь питания конденсатора  $C1$ , а фронтowymi контактами подключает его к конденсатору  $C2$  и сигнальному реле Ж, которое оказывается под током. В интервале между импульсами реле 1, 1А и В находятся в обесточенном состоянии. Реле Ж удерживает свой якорь за счет разряда конденсатора  $C2$ . При дальнейшем приеме импульсов последовательность работы реле счетчиков и конденсаторов повторяется.

Желтый огонь светофора Г1 включается контактами реле Ж. При освобождении участка 3п контактами реле Ж выбирается код Ж, поступающий через контакты трансмиттера Ж1. В цикле работы приборов в рельсовую цепь 1п будут поступать два импульса длительностью 0,38 с.

Работа приборов дешифратора происходит в следующем порядке. От первого импульса срабатывает реле ИП1 и включает реле счетчиков 1, В и 1А. До срабатывания реле-счетчика 1 заряжается конденсатор С1, который через замкнувшиеся контакты реле 1, разряжается на реле Ж и последнее удерживается под напряжением. В интервале 0,12 с реле 1 и В удерживают якорь в притянутом положении, а реле 1А через отпавший контакт ИП1 получает питание и возбуждается. От второго импульса вновь срабатывает путевое реле ИП1 и замыкается цепь питания конденсатора С3 по цепи: ПБ, контакты 11—12 реле ИП1, клемма 1—9, контакты 13—12 реле 1, клемма 1—13, контакты реле Ж, клемма 1—10, контакты 23—24 реле ПТ, диод Д2, сопротивление R02, контакты 22—21 реле 1А, контакты 33—32 реле 1, конденсатор С3 и минус батареи МБ. Реле 3, включенное параллельно конденсатору С3, возбуждается и включает зеленый огонь светофора. Аппаратура автоблокировки размещается в релейном шкафу ШМ-2 или ШМ-3. Трансформатор для питания схемы и сигнальной точки устанавливается в релейном шкафу ШМ-1.

Выпускаемая нашей промышленностью штепсельная релейная аппаратура позволяет собирать схемы перегонных сигнальных устано-

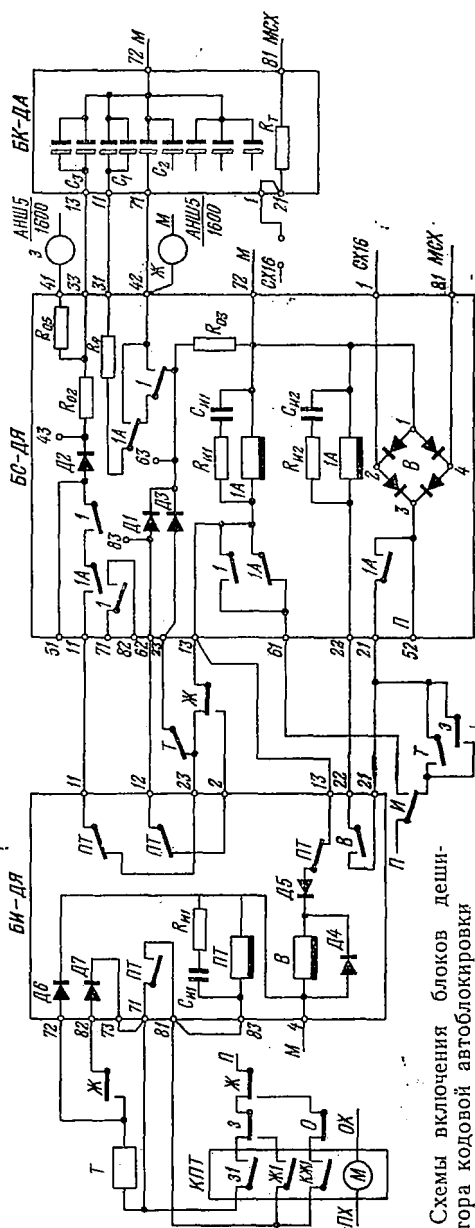


Рис. 53. Схемы включения блоков дешифратора кодовой автоблокировки

вок на малогабаритных реле типа АНШ и НМШ. Вместо дешифратора ДЯ-ЗБ для кодовой автоблокировки устанавливается дешифратор в блочном исполнении в виде трех блоков БС-ДЯ, БИ-ДЯ, ВК-ДА со штепсельным включением. В качестве импульсного путевого реле применяются: реле ИМВШ-110, сигнальные реле Ж и З АНШ5-1600, огневое реле АОШ2-180/0,45, транзиттерное реле ТШ-65. Схема включения блоков дешифратора приведена на рис. 53.

Размещение и монтаж приборов автоблокировки и централизации при заводском методе монтажа производится в релейных металлических шкафах ШРШ-4 и ШРШ-6 (чертежи № 14520А-00 и 14521А-00). Количество приборов, устанавливаемых в шкафу, определяется схемой автоблокировки и централизации. Техническая характеристика шкафов приведена в табл. 19.

Таблица 19

Характеристика шкафов

Шкаф		Номер чертежа	Число штепсельных реле	Масса, кг	Размеры, мм		
					длина	ширина	высота
Релейный ШРШ-4	металлический	14520А-00-00	До 10	190	1154	624	1476
			11—20	200			
			21—30	210			
			31—40	220			
Релейный ШРШ-6	металлический	14521А-00-00	До 10	280	1590	624	1914
			11—20	290			
			21—30	295			
			31—40	300			
			41—50	310			
			51—60	320			
			61—70	330			
			71—84	340			

### § 5. Автоматическая блокировка с двухсторонней симметричной импульсной рельсовой цепью

На открытых разработках межстанционные пути в большинстве случаев представляют собой соединительные короткие перегоны. Эти пути обычно проходят по траншеям, где затруднена прокладка воздушных и кабельных линий связи и сигнализации.

На однопутных перегонах в качестве средств связи применяется полуавтоматическая блокировка и автоблокировка со сменной направлением движения. Обе системы требуют каналов связи между отдельными пунктами и значительной затраты времени на получение согласия с помощью пульта управления.

Разработанная бессигнальная автоблокировка\* построена на реле типа КДР (кодовые реле) с учетом защиты от различных повреждений, создающих опасные положения для движения поездов.

В качестве сигнальной линии между аппаратурой отдельных пунктов используются рельсы.

Для контроля за работой автоблокировки на пульте управления установлены три лампы: *ПП* — красного цвета, сигнализирует о занятости перегона прибывающим поездом; *ПО* — красного цвета, сигнализирует о занятости перегона отправленным поездом; *Вых* — зеленая лампочка, сигнализирующая об открытии выходного сигнала на соседней станции.

Работа схемы происходит автоматически после нажатия на сигнальные кнопки выходных светофоров.

Конструктивно схема автоблокировки оформлена в виде релейного блока или ячейки, монтаж которой производится в заводских условиях, а на месте ячейка включается в схемы автоматизации с помощью штепсельных разъемов.

При длине перегона, превышающей 2 км, предусматривается ретрансляционная точка, в которой устанавливаются путевые трансформаторы, путевые реле и их повторители. Аппаратура монтируется в релейном шкафу. Питание к ретрансляционным точкам может быть подано от любого источника переменного тока.

Схема автоблокировки (рис. 54) является идентичной для обоих отдельных пунктов, ограничивающих перегон, и включает следующие основные элементы:

схему рельсовой цепи — оборудованную на обоих концах путевыми реле, питающими трансформаторами (которые одновременно являются и релейными) и компенсационным контуром;

схему дачи импульсов — пульс-пара и реле повторитель с усиленными контактами;

схему блокировки — осуществляющую зависимости по исключению установки враждебных маршрутов;

схему индикации на пульт-табло.

При свободном перегоне и закрытых выходных сигналах на обеих станциях, ограничивающих перегон, реле пульс-пары (*И*, *1И* и *2И*) на обеих станциях работают в импульсном режиме, причем реле *2И* на любой из станций может стать под ток только после выключения аналогичного реле на смежной станции, так как оно включается через тыловой контакт реле *Л*.

Путевые реле и их повторители работают в импульсном режиме, получая питание с противоположных концов рельсовой цепи, проверяя ее состояние и исправность.

Реле блокировки *Л*, *ОВС* и *ОВСПП* — находятся под током, а *У* и *В* — обесточены.

Работа схемы автоблокировки заключается в следующем. На каждой станции установлен комплект приемной и питающей аппа-

\* Автор инж. Н. В. Фофанов.

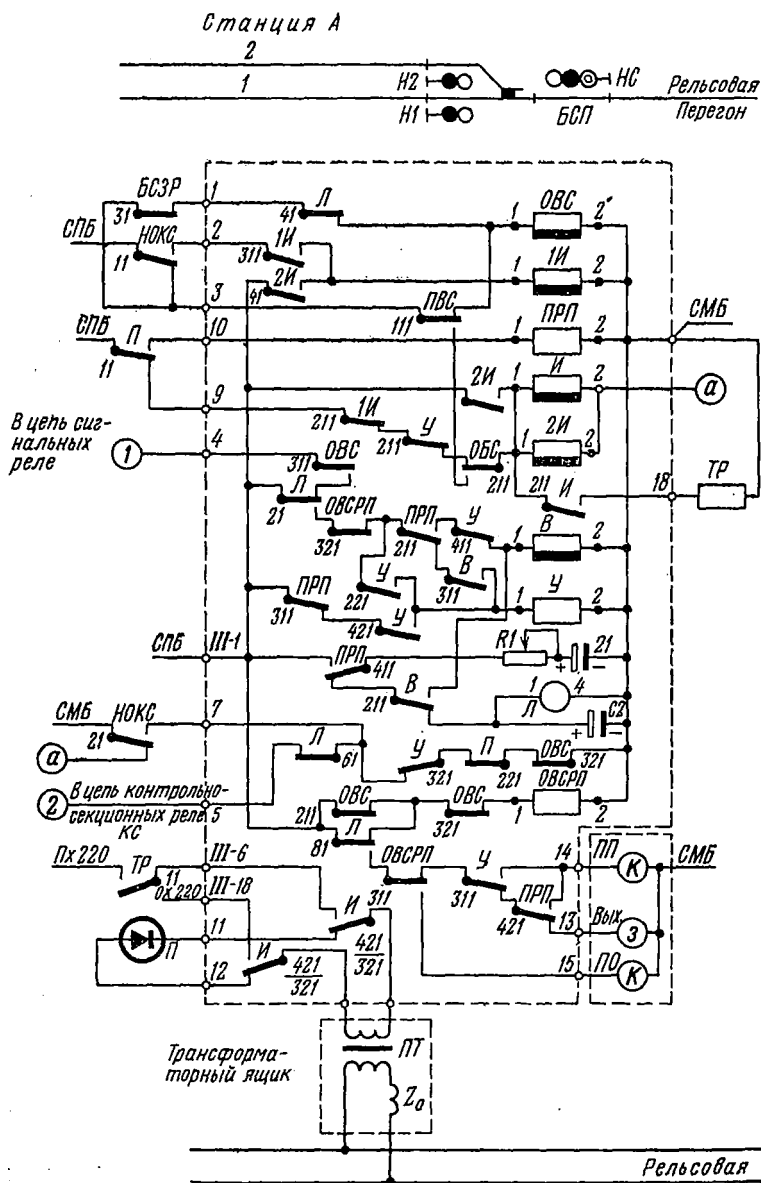
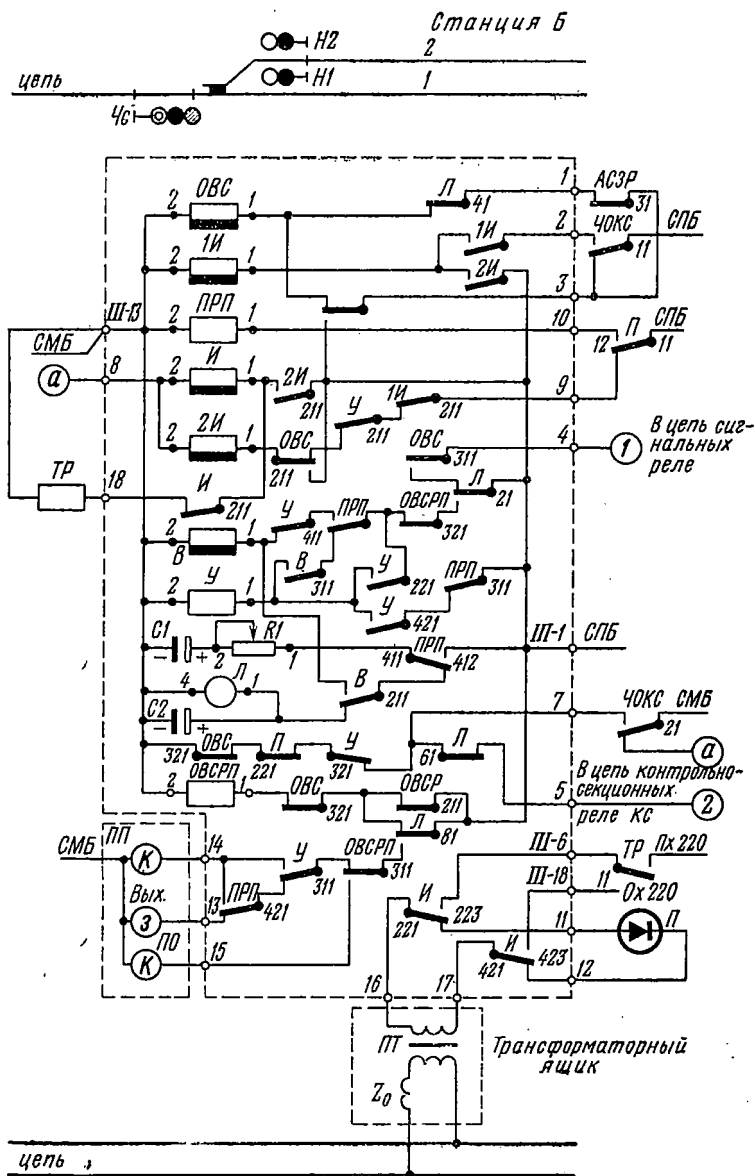


Рис. 54. Принципиальная схема автоблокировки СБП — плюс батареи;





с двусторонней симметричной импульсной релейной цепью;  
 СМ — минус батареи

ратуры рельсовой цепи. При свободном от подвижного состава перегоне с противоположных концов рельсовой цепи контактами импульсного реле *И* через путевого трансформатора *ПТ* подается импульсное питание в рельсовую цепь. При этом если на станции *А* импульсное реле *И* находится под током, то импульсное реле станции *Б* будет обесточено. Путевое реле станции *Б* через путевого трансформатора и тыловые контакты 221—223 и 421—423 импульсного реле *И* получает питание и фронтовым контактом 11—12 включает повторитель путевого реле *ПРП*. Аналогично включается путевое реле и его повторитель на станции *А*.

Импульсный режим реле *И* образуется с помощью пульс-пары на реле *1И* и *2И*.

В случае задания маршрута отправления, например, со станции *А* на станцию *Б*, дежурный по станции *А*, установив стрелки по маршруту, нажимает сигнальную кнопку светофора, по которому устанавливается маршрут отправления. С момента нажатия сигнальной кнопки происходит возбуждение (при электрической централизации на станции *А*) контрольно-секционного реле, в цепи которого проверяется возбужденное состояние реле *Л* (перегон свободен и на смежной станции выходные сигналы закрыты). С помощью контактов реле *ОВС* проверяется, что ранее отправленный поезд проследовал горловину станции и вышел на перегон. С помощью реле *У* и *Л* исключается возможность возбуждения реле *КС* при кратковременной потере шунта рельсовой цепи перегона. Возбуждение *КС* возможно только в момент посылки тока со станции *Б* через фронтовой контакт *ПРП*, что исключает возможность установки маршрутов отправления при одновременном нажатии сигнальных кнопок на станции *А* и станции *Б*.

Контрольно-секционное реле отправления *НОКС*, став под ток, обрывает цепи питания реле *ОВС* и реле *2И* и создает цепи блокировки реле *КС* и *1И*. После этого сигнальные реле выходного сигнала на станции *А* возбуждаются с проверкой нахождения под током реле *Л* и обесточенного состояния реле *ОВС*.

Обесточенное реле *2И* прекращает подачу импульсного питания в рельсовую цепь перегона, и на станции *Б* реле *П* и *ПРП*, не получая питания, обесточиваются и выключают цепь питания реле *Л1*, которое, отпустив свой якорь, окончательно исключает возможность возбуждения реле *КС* и *С* выходных сигналов станции *Б*. Линейное реле получает питание от конденсатора *С2*, который подзаряжается через пульсирующий контакт 411—412 реле *ПРП*. В момент замыкания контактов 411—413 конденсатор разряжается на реле *Л*, и оно удерживает якорь в притянутом положении.

С момента вступления скатов поезда за выходной светофор цепь питания реле *КС* обрывается тыловыми контактами реле *НОКС*. Тыловыми контактами 11—13 реле *НОКС* до момента выхода поезда на перегон включается реле *И* и *2И*, которые своими контактами включают реле *ТР*, которое, замкнув контакты

11—12, посылают в рельсовую цепь импульс тока. На станции *Б* станут под ток реле *П* и *ПРП*. Реле *ПРП* контактом 211—212, через контакт 21—23 линейного реле возбуждает реле *В1*, которое разрывает цепь питания линейного реле.

При занятии перегона поездом линейное реле *Л* на станции *А* обесточится, так как путевое реле *П* и его повторитель, контактами которых включено линейное реле, теряют питание. После освобождения путевой секции *БСП* (последняя секция в маршруте отправления) возбуждается маршрутное реле *М* этой секции с проверкой обесточенного положения линейного реле *Л*. Реле *ОВС* возбуждается и включает на нормальную, импульсную работу пульс-пару для подачи импульсного питания вслед отправленному поезду. На станции *Б* при занятии поездом перегона путевое реле *П* и его повторитель будут находиться в обесточенном состоянии.

Контактом 211—213 реле *ПРП* и 311—312 реле *В* на станции *Б* включается реле *У*, которое встает на самоблокировку через тыловые контакты реле *Л* и *ПРП*.

Реле *У* включает цепь питания реле *В*, последнее после разряда конденсатора *С1*, на его обмотку обесточивается, тем самым исключая кратковременное срабатывание реле *Л* при получении первого одиночного импульса любой продолжительности.

Реле *У*, притянув якорь, выключает работу пульс-пары на станции *Б*. Выключение пульс-пары в момент нахождения поезда на перегоне исключает возможность возбуждения реле *Л* на станции *А* при кратковременной потере шунта, до прибытия поезда на станцию *Б* и освобождения им перегона.

Защита от кратковременной потери шунта на станции приема заключается в том, что пульс-пара может быть включена в работу только при условии получения подряд двух импульсов и интервала нормальной продолжительности.

При получении с перегона первого импульса через фронтальной контакт заряжается конденсатор *С1*, во время первого интервала возбуждается реле *Л* при получении второго импульса обесточивается реле *У*, и только во втором интервале (нормальной продолжительности) включается в работу схема пульс-пары станции приема и подает первый импульс на станцию отправления, где возбуждаются реле *П* и *ПРП*, а в интервале реле *Л*.

С этого момента схема будет приведена в исходное положение и на перегон может быть отправлен следующий поезд.

Схема индикации работает следующим образом: при открытии выходного сигнала станцией отправления на станции приема реле *Л* включает зеленую лампочку *Вых*, а при вступлении поезда за выходной сигнал станции *А* сначала контактом *ПРП*, а затем *У* переключается на красную лампу *ПП*, сигнализирующую о занятости перегона прибывающим поездом.

На станции отправления *А* контактами реле *Л* и *В* включается красная лампочка *ПО*, которая горит до освобождения перегона, сигнализируя о занятии перегона отправленным поездом.

Схемы автоблокировки на смежных станциях идентичны и не требуют при проектировании и строительстве дополнительных конструктивных изменений. Достаточно подключить на обеих станциях ячейки к рельсовой цепи. Спецификация приборов, примененных в схеме автоблокировки, приведена в табл. 20.

Таблица 20

Наименование прибора по схеме	Тип прибора	Сопротивление (емкость)	Рабочее напряжение (ток)	Контактный набор	Заводской номер
ЛР	НМ2-2000	2000 Ом	24В	4фт	13552А—00—00
ПР	ИМВ-110	110 Ом	48В	1фт	25501—00—00
ПРП	КДР1	280 Ом	18/24В	197—7—197	618—00—89
ИИР	КДР6-М	160 Ом	10/24В	15—2—15	612—70—81
2ИИР	КДР6-М	235 Ом	7,2/24В	12—12	612—70—20
ТР	ТРШ-3А	72 Ом	12В	15—7—12	611—26—53
ОВСР	КДР5-М	210 Ом	16,1/24В	137—37—37—137	612—66—01
ОВСРП	КДР1	280 Ом	14,6/24В	17—37—17	618—00—70
УР	КДР1	280 Ом	18/24В	135—67—135	618—00—81
НР	КДР5-М	210 Ом	11,3/24В	17—7—17	612—20—21
ПТ	ПОВС-2	—	220В	—	—
С1	КЭГ-2-М	1000 мкф	30В	—	—
С2	КЭГ-2-М	500 мкф	30В	—	—
1	Регулируемое	40 Ом	0,5А	—	7157*
	—	6 Ом	3,3А	—	7156*
	—	14 Ом	1А	—	7157*
СК	КБ-2	4×4 мкф	600В	—	—*
ИР	КДР1-М	280 Ом	24В	137—65—137	612—40—27*

\* Регулируются в эксплуатации.

### Особенности устройств автоблокировки на карьерном ж.-д. транспорте

В условиях работы ж.-д. транспорта на карьерах имеется ряд специфических особенностей использования средств автоблокировки. Одна из них заключается в том, что длина перегонов на карьерном транспорте, как правило, не превышает 10 км и поэтому потребляемая мощность перегонных устройств автоблокировки мала. Вследствие этого питание сигнальных точек можно осуществлять переменным током от низковольтных источников питания напряжением 380 В. Применение такого напряжения позволяет использовать совмещенные опоры для подвески питающих, сигнальных и проводов связи.

Второй особенностью автоблокировки на карьерном транспорте является то, что она должна обеспечивать горение разрешающего сигнала при движении поезда вагонами вперед.

Схемы автоблокировки, проектируемые для карьерного ж.-д. транспорта, не предусматривают перекрытие сигнала от послед-

него ската поезда. В этих схемах смена показания сигналов осуществляется от первого ската движущегося поезда. При движении поезда вперед локомотивом смена показания сигнала происходит вне поля зрения машиниста. При движении поезда вперед вагонами смена показания сигнала от вступления первого ската поезда за светофор происходит в поле зрения машиниста и вследствие этого машинисту приходится вести поезд под красный огонь, что нарушает основные требования инструкции по сигнализации.

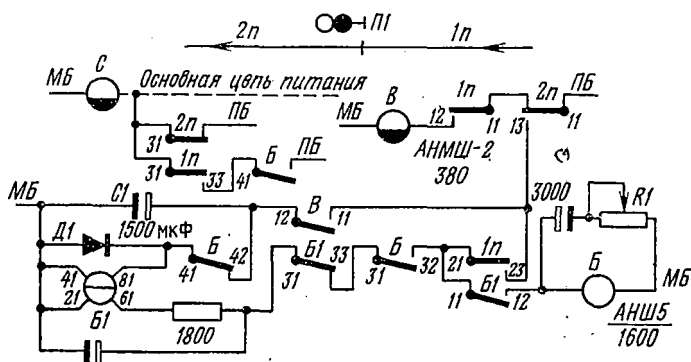


Рис. 55. Схема включения дополнительной подпитки сигнального реле при движении вагонами вперед:

ПБ — плюс батареи; МБ — минус батареи

Варианты перекрытия сигнала от последнего ската поезда решаются следующими способами: отнесением изолирующего стыка светофора на длину поезда, созданием большого замедления, путем выдержки времени на отпадание якоря сигнального реле за счет включения конденсаторов, параллельно катушкам сигнального реле. Перекрытие сигнала в таких схемах зависит от времени замедления, создаваемого на сигнальном реле.

На рис. 55 приведен один из вариантов включения дополнительной подпитки сигнального реле при движении вагонами вперед. При вступлении скатов поезда на участок  $1п$  путевое реле теряет питание и контактами  $11-13$  замыкает цепь питания реле  $В$ . После вступления поезда на участок  $2п$  обесточится его путевое реле и контактами  $11-13$  выключит реле  $В$ . Реле  $В$  имеет замедление на отпадание. По цепи: ПБ, контакты  $11-13$  реле участка  $2п$ , контакты  $11-12$  реле  $В$ , конденсатор  $С1$  и МБ конденсатор  $С1$  начинает заряжаться. Одновременно устанавливается под ток реле  $Б1$  (от энергии разряда конденсатора  $С1$ ).

Реле  $Б1$  включает реле  $Б$ . После отпускания якоря реле  $В$  выключается цепь заряда конденсатора  $С1$  и реле  $Б1$ , выдержав замедление на отпадание, отпускает свой якорь. В результате этого образуется дополнительная цепь питания реле  $Б1$  через собственные контакты  $31-33$  и контакты  $31-32$  реле  $Б$ . После включе-

ния реле *Б1* подается дополнительная подпитка реле *Б*, которое все время удерживает якорь в притянутом положении, создавая дополнительную цепь подпитки сигнального реле по цепи: *ПБ*, контакты *41—42* реле *Б*, контакты *31—33* реле участка *1п*, обмотка сигнального реле *С* и *МБ*. После освобождения участка *1п* сигнальное реле выключается и на светофоре появляется красный огонь. Реле *Б1* и реле *Б* выключаются, и схема приходит в исходное положение.

Если после освобождения поездом участка *1п* его путевое реле не возбуждается, начинается процесс разряда конденсаторов. Реле *Б1* и *Б* потеряют питание и на светофоре включится красный огонь. Выдержка времени рассчитана на 2—3 мин.

## Глава VI

### ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЕ СТРЕЛКАМИ И СИГНАЛАМИ

#### § 1. Общие сведения

Для решения эксплуатационных задач, связанных с организацией движения на ж.-д. станциях, постах и разъездах, применяют различные системы телеуправления и телеконтроля. К основным системам телеуправления относятся: электрическая релейная централизация для управления стрелками и сигналами в пределах станции, поста или разъезда, системы кодовых (дальних) централизаций для управления группой станций, постов и разъездов, с одного центрального поста. К этим системам относятся РПК-2 (релейно-полярно-кодовая централизация) и СКЦ-67 (станционная кодовая централизация).

Электрическая централизация (ЭЦ) — система устройств, при которой управление стрелками, сигналами и другими объектами осуществляется с пульта управления, установленного в помещении дежурного поста централизации. ЭЦ дает возможность управления любым числом объектов, технологически связанных между собой.

Полностью ЭЦ автоматизации не обеспечивает. Для работы с системой остается оператор. В процессе воздействия на систему управления ЭЦ оператор изменяет показатели работы ж.-д. транспорта. Система ЭЦ является эрготической, т. е. замкнутой системой, в которой оператор осуществляет функции управляющего и решающего звена.

На карьерном транспорте применяется ряд различных систем ЭЦ. По способу размещения оборудования и организации питания, как правило, различают ЭЦ с центральными зависимостями и центральным питанием. ЭЦ позволяет оператору-дежурному по станции устанавливать поездные и маневровые маршруты.

На установку маршрута, включающего 8—10 стрелок, затрачивается 6—10 с. Разделка маршрута происходит автоматически по мере фактического проследования поезда по элементам путевого развития станции. Введенная в схемы посекционная разделка маршрутов — восстановление схемы после освобождения поез-

дом изолированных секций — значительно повышает пропускную способность стрелочных горловин станций.

Система автоматически контролирует установку маршрута, замыкая его после установки в надлежащее положение стрелок, проверки свободности пути следования и отсутствия враждебных маршрутов следования другому поезду. После замыкания маршрута открывается сигнал, позволяющий поезду начать движение по маршруту.

По способу управления ЭЦ делятся на системы с индивидуальным и маршрутным управлением стрелками и сигналами.

При индивидуальном управлении дежурный вначале переводит каждую стрелку маршрута, а затем открывает светофор. Маршрутное управление разрешает путем нажатия на кнопки начала и конца маршрута автоматически перевести стрелки и открыть светофор.

Выбор системы ЭЦ в каждом конкретном случае должен обосновываться интенсивностью движения, числом стрелок, входящих в маршрут, и загрузкой дежурного по установке поездных и маневровых маршрутов. Проектирование устройств ЭЦ проводится в две стадии: в начале разрабатывается и утверждается технический проект, а затем составляются рабочие чертежи.

В техническом проекте на основе материалов обследования проектируемого объекта устанавливаются основные технические решения с учетом технологической работы станции и интенсивности движения на примыкающих перегонах. После проведения анализа работы станции определяются специализация путей и число стрелок, включаемых в ЭЦ.

В централизацию включаются стрелки, входящие в маршруты приема и отправления поездов, а также в маршруты организованных маневров, и стрелки, участвующие в маневровых маршрутах, пересекающих или совпадающих с поездными маршрутами. Также рекомендуется включать в централизацию стрелки, оставление которых на ручном обслуживании экономически нецелесообразно. На основании этого составляется перечень поездных и маневровых маршрутов.

Затем на плане путей производится расстановка светофоров для поездной и маневровой работы и расстановка изолирующих стыков.

Схематический путевой план вычерчивается в масштабе 1:500, а при отсутствии масштабного плана составляется схематический план в произвольном масштабе (рис. 56).

На схематическом плане путей проставляются нумерация стрелок, наименование светофоров, путей, тупиков и подходов к станции.

Стрелки, светофоры и отдельные изолирующие стыки должны иметь привязку к посту централизации. Ординаты этих объектов замеряются от оси поста централизации и наносятся на схематический план путей, или записываются в таблицу (см. рис. 56).



Стрелки на плане путей нумеруются порядковыми нечетными номерами в нечетной горловине и четными номерами в четной горловине станции. Четность и нечетность горловин определяются направлением движения поездов. На карьерах обычно имеется два направления движения: грузовое и порожнее. Условно можно принимать грузовое движение четным, а порожняковое нечетным. Стрелки стрелочных съездов нумеруются соседними четными или нечетными номерами, например, 1/3, 2/4; 8/10 и т. д.

Для определения количества напольного оборудования и правильности расстановки изолирующих стыков рельсовых цепей стре-

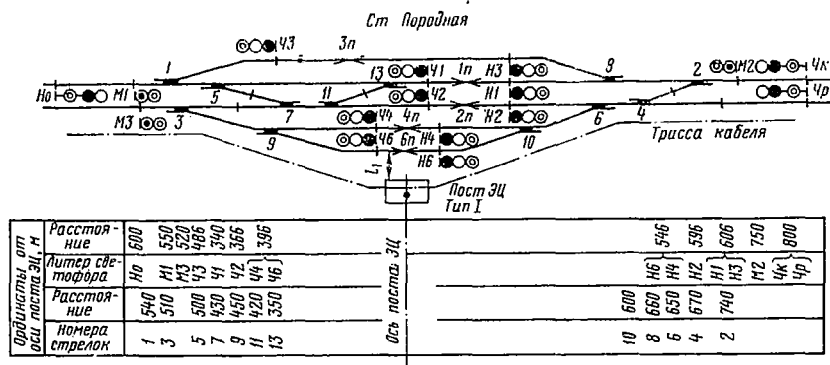


Рис. 56. Схематический путевого плана

лочных и путевых участков составляется двухниточный план станции.

Рельсовыми цепями оборудуются все приемо-отправочные пути и централизуемые стрелки. Объединение в одной изолированной секции более трех простых или двух перекрестных стрелок не допускается. Изолирующие стыки устанавливаются со стороны остряков — у конца рамного рельса и со стороны крестовины — на расстоянии не менее 3,5 м от предельного столбика в направлении от стрелки.

В случае последовательного расположения стрелочных переводов на расстоянии, не дающем возможности установить стыки на 3,5 м от предельного столбика, последние устанавливаются ближе к крестовине, но не менее 4,5 м от конца крестовины. Такие стыки не обеспечивают проверки габарита и называются негабаритными. На двухниточном плане они обводятся кружками, а на трансформаторных ящиках указывается номенклатура рельсовых цепей.

Для исключения возможности перевода стрелки под составом, вследствие нарушения контакта стрелочных соединителей с рельсами, предусматриваются следующие меры.

Обтекание током рельсовой цепи рамных рельсов стрелок, входящих в стрелочный изолированный участок.

Обтекание током рельсовой цепи стрелочных соединителей, а там, где это требование невыполнимо (по условиям контроля замыкания изолирующих стыков), соединители необходимо дублировать, при этом, для всех одиночных стрелок контроль стрелочного соединителя обязателен. Отсутствие контроля стрелочного соединителя допускается только на стрелках съезда.

Подключение приборов рельсовых цепей должно производиться, как правило, к рельсам наиболее ответственных путей.

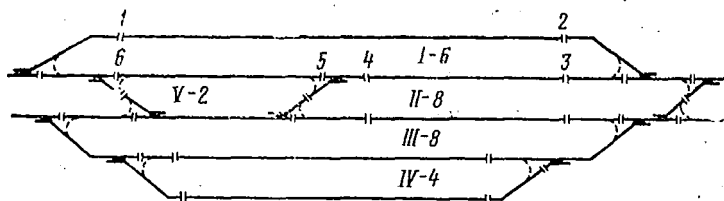


Рис. 57. Способ разметки полярности методом замкнутых контуров

Максимальная длина отвлечения на стрелочной секции не должна превышать 60 м.

На двухниточном плане станции производится разметка полярности рельсовых цепей. Включение питающих трансформаторов в рельсовые цепи производится так, чтобы на смежных рельсах у изолирующих стыков была разноименная полярность. Условно на двухниточном плане утолщенной линией показывается плюсовая полярность, а тонкой минусовая. При разметке полярности используется метод замкнутых контуров. Для этого вычерчивается схема путей (рис. 57), на которую наносят изолирующие стыки, ограничивающие стрелочные участки. Соединение ниток, получаемое на крестовине стрелки, показывается пунктиром. После этого производится подсчет стыков, входящих в контур. Число стыков должно быть четным (в этом случае полярность будет сходиться). В случае нечетного числа стыков производится перестановка внутренних стыков на стрелках. Число подсчитанных в каждом контуре пар стыков записывается в середине контура.

Составление двухниточного плана станций производится на стадии разработки рабочих чертежей, в которых выдаются принципиальные и монтажные схемы.

## § 2. Релейная централизация с индивидуальным управлением стрелками

Институтом ПромтрансНИИпроект разработан типовой проект электрической централизации для ж.-д. транспорта промышленных предприятий. Схемы ЭЦ в этом проекте выполнены по блочному принципу на основе унифицированных схем, разработанных инсти-

тутом Гипротрансигналсвязь и приведенных в типовом альбоме ТР-60. По этим схемам оборудовано и эксплуатируется большое число ж.-д. станций. Система построения этих схем хорошо зарекомендовала себя в условиях эксплуатации карьерного ж.-д. транспорта.

Блоки системы являются условными, т. е. открытого типа, и представляют собой группу малогабаритных штепсельных реле, располагаемых в установленном порядке на одной или нескольких полках унифицированного релейного стativa. В типовом проекте составлено 28 типовых узлов-блоков.

Унифицированные схемы состоят из следующих основных блок-овых групп: группы контрольно-секционных и сигнальных реле, группы подпитки поездных и маневровых сигнальных реле, группы маршрутных реле и реле угловых заездов.

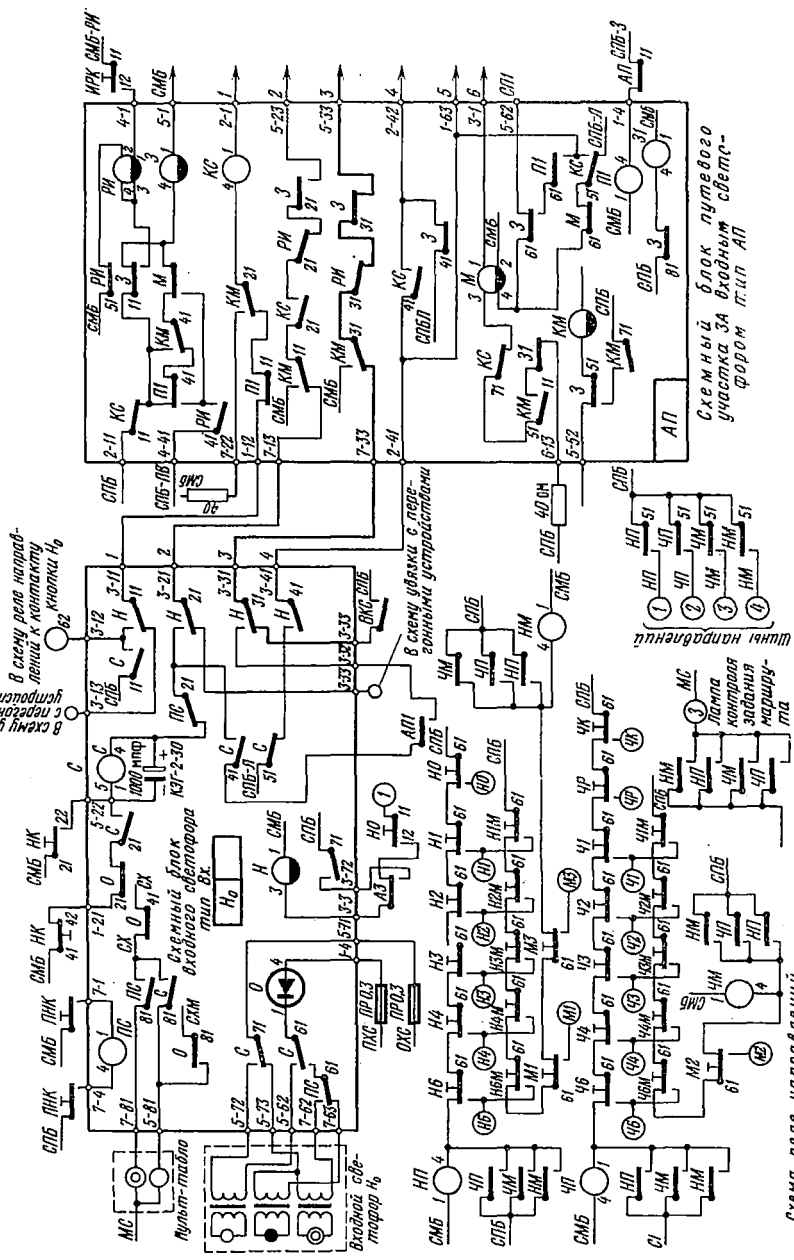
Схемы, собранные из соответствующих блоков, строятся по плану станции и в шестиниточном изображении представляют собой шесть электрических цепей (рис. 58), располагаемых сверху вниз в следующем порядке: нитка 1 — схема включения контрольно-секционных реле (КС), нитка 2 — схема сигнальных реле (С), нитка 3 — схема подпитки маневровых и поездных сигнальных реле, нитки 4 и 5 — схема включения маршрутных реле (М), нитка 6 — схема реле угловых заездов. Для ускорения и удобства проектирования составляются схемные бланки блоков. Бланки составляются как для левой, так и для правой горловин станции, на каждом из них пишется название элемента, к которому он относится.

При построении основной схемы обычно предварительно составляются следующие вспомогательные схемы.

**Схемы реле и шин направления** (см. рис. 58). Открытие сигнала для установленного маршрута происходит после нажатия соответствующих кнопок на пульте управления. Порядок нажатия кнопок определяет характер и направление задаваемого маршрута. Для фиксации этого действия на каждую станцию устанавливается четыре основных реле направлений: *НМ* — нечетных маневров; *ЧМ* — четных маневров; *НП* — нечетных приемов и отправлений; *ЧП* — четных приемов и отправлений.

Реле работают кратковременно только при нажатии кнопок. Реле направлений включены через последовательно соединенные контакты сигнальных кнопок и находятся под током. После нажатия дежурным сигнальной кнопки разрывается цепь питания одного из реле направлений, и через отпавший контакт получают питание остальные реле. Таким образом, может сработать одно реле направления из четырех. После обесточивания одного реле направления его контактами подключается шина направления, от которой питаются соответствующие начальные, конечные и общие маневровые реле. В качестве реле направлений используются реле типа НМШ-1800.

В схему узла питания включены лампы к контактам 1-12, 1-11, 1-10, 1-9, 1-8, 1-7, 1-6, 1-5, 1-4, 1-3, 1-2, 1-1.



Схемный блок входного светотворителя № 6

Схема реле направления

Шины направления

Лампы контрольной заставки маршрута





**Схемы начальных, конечных и общих маневровых реле** (см. рис. 58). Начальные и конечные реле служат для определения начала и конца устанавливаемого маршрута. Начальное реле *H* устанавливается для каждого светофора. Конечные маневровые реле *KM* устанавливаются для маневровых маршрутов и при наличии горловин, имеющих в середине поездные (маршрутные) светофоры. Для выходных светофоров, совмещенных с маневровыми, предусматривается обшечаневровое реле *OM*, возбуждаемое при задании маневрового маршрута на путь или с пути.

Возбуждение начального реле происходит после нажатия сигнальной кнопки через шину направления, в результате чего начальное реле самоблокируется через собственный контакт и контакт замыкающего реле («З») изолированной секции у данного светофора.

При задании маневрового маршрута конечные реле возбуждаются групповым способом, самоблокируется конечное реле, входящее в задаваемый маршрут. Реле *H*, *KM*, *OM* имеют небольшое замедление на отпадание — на момент перелета контакта замыкающего реле в их цепи.

В качестве начальных применяются реле НМШМ1-700, в качестве конечных и общих НМШ1-1400.

**Схема контрольно-секционных реле.** Контрольно-секционные реле *КС* включены в первую нитку плана станции (см. рис. 58). Они контролируют установку маршрута и производят выключение исключающих и замыкающих реле (схема является общей для поездных и маневровых маршрутов).

Реле *КС* включены последовательно и предусматриваются для каждого стрелочного изолированного участка, участка пути в горловине станции и для каждого конца прямо-отправочного пути, имеющего с данной стороны поездной или маневровой маршрут.

Возбуждение реле *КС* происходит от нажатия сигнальной кнопки через контакты начальных и конечных реле.

Схемой проверяется:

положение стрелок (контактами плюсового и минусового контрольных реле *ПК* и *МК*) и положение охранных стрелок; свобода стрелочных и путевых участков (фронтными контактами *СП* и *П*);

отсутствие установленных враждебных маршрутов противоположной горловины при движении на путь (контактами четного и нечетного исключающего реле);

свобода перегонов и отсутствие (для однопутных перегонов) встречного движения.

Исключение задания встречных маршрутов осуществляется способом подключения питания от батарей *СПБ* со стороны маневрового сигнального реле. В этом случае при возбуждении начальных реле встречных маршрутов к обоим концам схемы цепи контрольно-секционных реле будет подключен один и тот же полюс питания, и контрольно-секционные реле не возбудятся. В нерабо-

чем состояний к цепи контрольно-секционных реле с обеих сторон подключен СПБ, и схема подготовлена для установки поездного маршрута.

Спротивление в схемах контрольно-секционных реле устанавливается для более равномерного режима работы схемы (контрольно-секционные реле применяются типа НМШ4-3,4 Ом, сопротивление 40 Ом типа ПЭ-25). Контрольно-секционные реле, возбуждаясь, разрывают цепи замыкающих реле З, а их цепи разрываются контактами путевого реле первого за светофором изолированного участка.

**Схема включения выключающих реле.** С каждой стороны перегона, имеющего маршрут приема или маневровый маршрут, предусматривается выключающее реле. При установке маршрута цепь одной из обмоток выключающего реле разрывается контактами реле КС.

При обесточивании замыкающего реле стрелочной секции, примыкающей к пути, разрывается цепь второй обмотки и реле обесточивается. Контактными выключающего реле осуществляется враждебность со встречными маршрутами другой горловины станции. Возбуждение выключающего реле происходит после полной разделки маршрута, т. е. после возбуждения замыкающего реле стрелочной секции, примыкающей к пути.

**Схема сигнальных реле.** Схема сигнальных реле С и МС строится по плану станции (см. рис. 58) и является общей для поездных и маневровых маршрутов. Она состоит из двух электрических цепей, вторая нитка служит для включения сигнальных реле при установке маршрутов, а третья — для подпитки маневрового сигнального реле при вступлении состава на маршрут. Включение сигнальных реле производится фронтовыми контактами начальных реле при нажатии дежурным сигнальной кнопки. После отпущения кнопки реле самоблокируется. В цепь сигнального реле введен контакт огневого реле О, производящий выключение сигнального реле при перегорании нити лампы разрешающего показания светофора.

В схеме сигнальных реле контролируется срабатывание контрольно-секционных реле (контактами КС), замыкание стрелок в маршруте (тыловыми контактами реле З) и отсутствие искусственной разделки (контактами реле искусственной разделки РИ). Положение стрелок в маршруте контролируется фронтовыми контактами ЛК и МК.

В маршрутах отправления производится проверка свободности перегона, а при приеме контролируются свободность пути, обесточенное состояние выключающего реле и возбужденное состояние реле КС данной горловины станции.

Контакты начальных и конечных маневровых реле подключены таким образом, что со стороны реле КМ и Н подается плюс батареи СМБ, поэтому возбуждение сигнального реле при включении реле КМ не произойдет.



Для раздельного включения поездного и маневрового сигнального реле выходного светофора, кроме контакта начального реле, вводится делящий контакт *ОМ* общего маневрового реле.

После возбуждения сигнального реле включается разрешающее показание на светофоре.

Закрытие светофора в поездных маршрутах при движении локомотивом вперед происходит в момент выхода поезда первыми скатами за светофор.

Закрытие маневрового сигнала и поездного при движении вагонами вперед происходит после проследования всего состава за светофор. На этот момент маневровый светофор получает подпитку по цепи (нитка *З*), показанной на рис. 58, утолщенной линией. Горение на маневровом светофоре белой лампы после вступления состава на маршрут осуществляется с контролем положения стрелок.

В качестве маневровых сигнальных реле используются реле *НМШ1-1400*, а в качестве поездных *НМШ1-1800*.

**Схема замыкающих реле и реле искусственной разделки.** Замыкающие реле *З* (см. рис. 58) служат для замыкания стрелок в маршруте. На каждый стрелочный изолированный участок, а также на бесстрелочные участки пути в горловине станции устанавливается одно замыкающее реле. После возбуждения контрольно-секционных реле цепь питания замыкающего реле разрывается контактами соответствующего ему контрольно-секционного реле. Контакты «з» отключают цепи пусковых реле стрелок, входящих в устанавливаемый маршрут. Возбуждение замыкающего реле изолированного участка происходит при закрытом светофоре после схода последнего ската поезда с этого участка через фронтной контакт соответствующего маршрутного реле.

Для искусственного размыкания маршрута применяются реле искусственной разделки *РИ* (см. рис. 58), служащие для возбуждения замыкающих реле, если они не возбудились от проследования поезда или при отмене установленного маршрута.

На каждый изолированный участок предусматривается одно реле *РИ*. Нормально оно обесточено и может быть включено только после нажатия дежурным кнопки искусственной разделки маршрута.

Реле имеет две обмотки. Одной обмоткой оно возбуждается через контакты кнопки искусственной разделки и тыловой контакт реле *З*, при помощи второй обмотки реле встает на самоблокировку через собственный контакт и контакт реле *З*. После возбуждения реле *З* реле *РИ* обесточивается. Возбуждение замыкающего реле происходит с выдержкой времени, одинаковой для всех секций, входящих в маршрут; предусмотрены две выдержки времени для маневровых и для поездных маршрутов.

**Схема маршрутных реле.** Маршрутные реле *М* (см. рис. 58) предусматриваются по одному на каждый стрелочный изолированный участок и изолированный участок пути в горловине стан-

ции. Они обеспечивают: предварительное или окончательное замыкание маршрута; фиксацию проследования поезда по данной секции маршрута; размыкание неиспользованной части маршрута после маневрового углового заезда.

Предварительное замыкание может быть снято после закрытия светофора. При окончательном замыкании маршрута размыкание происходит после проследования поезда по маршруту или при помощи искусственной разделки.

Нормально маршрутные реле находятся под током, а при открытом сигнале и занятом пути они обесточиваются и разрывают цепи замыкающих реле. Катушки реле имеют раздельное включение. Замыкание маршрута и фиксация проследования поезда по маршруту осуществляется высокоомной катушкой (1500 Ом), а катушкой сопротивлением 10 Ом производится размыкание маршрута при маневровых заездах углом и при искусственной разделке. Возбуждение маршрутных реле после проследования поезда за светофор происходит через контакт сигнального и начального реле.

Маршрутные реле всех участков маршрута, кроме первого за светофором, возбуждаются с проверкой возбужденного состояния замыкающего реле предыдущего участка. Схема включения маршрутных реле представляет двухниточное изображение плана путей станции (нити 4 и 5 схемы). При этом в общей точке каждого участка, соответствующей точке установки контрольно-секционного реле, к нижней нитке подключается маршрутное реле, а в верхней устанавливаются контакты замыкающих и контрольно-секционных реле. На границе изолированных участков верхняя и нижняя нитки схемы перекрещиваются.

Питание маршрутного реле производится от шины *СПБ-Ч* или *СПБ/Н*, напряжение на которые поступает через контакт путевого аварийного реле *ПА*, контролирующего наличие питания рельсовых цепей. Маршрутное реле принято *НМШ2-10-1500*.

**Схемы включения светофоров.** При электрической централизации с питанием светофоров от сети переменного тока напряжением 220 В светофорные лампы на напряжение 12 В включаются через сигнальные трансформаторы.

Питание сигнальных трансформаторов подается с поста через предохранитель 0,3 А, напряжением 220, 180 и 127 В, соответственно для дневного, ночного и пониженного режима горения ламп светофоров. Контроль горения светофорных ламп осуществляется с помощью включения последовательно с сигнальным трансформатором огневого реле *ОМШ2-40*. Схема включения светофоров приведена на рис. 58.

**Схемы включения ламп пульт-табло.** Для управления стрелками, светофорами и контроля за состоянием устройств предусматривается аппарат управления — пульт-табло.

В описываемой системе применяется пульт-табло желобкового типа. В зависимости от интенсивности движения пульт-табло со-

ставляются из отдельных секций типов А, Б, В и С. Конструктивно секция пульта состоит из прямоугольного корпуса, который изготавливается из листовой стали. На лицевой стороне секции пульта-табло устанавливается панель с кнопками, коммутаторами и световыми ячейками.

Внутри секций А, Б и В устанавливаются вводные клеммные панели и шины, к которым подводятся монтажные провода. Количество клеммных панелей и тип шин, устанавливаемых в различных секциях, приведены в табл. 21.

Таблица 21

Тип секции	Число клеммных панелей	Тип шин	Длина, мм	Высота секции $H$ при высоте панели $h$ , мм			Полезное поле панели при, мм			Масса, кг
				$h = 765$	$h = 1035$	$h = 1185$	$H = 1530$	$H = 1800$	$H = 1950$	
А	10	II, на 31 лепесток	850	1530	1800	1950	$725 \times 800$	$995 \times 800$	$1145 \times 800$	140
Б	15	I, на 46 лепестков	1200	1530	1800	1950	$725 \times 1150$	$995 \times 1150$	$1145 \times 1150$	200
В	5	III, 16 лепестков	500	1530	1800	1950	$725 \times 450$	$995 \times 450$	$1145 \times 450$	90
С	—	—	350	1530	1800	1950	—	—	—	54

Секция связи С служит для включения различных видов связи с помощью специальных кнопок.

Основные размеры и конфигурация пульта-табло приведены на рис. 59.

Схема станции на пульт-табло собирается из световых ячеек. На пульт-табло контролируется состояние изолированных участков и установка маршрутов: свободному участку на табло соответствует темная полоса, после установки маршрута полоса освещается белым светом, при занятии участка полоса светится красным светом.

Для управления светофорами на пульт-табло предусматриваются кнопки, устанавливаемые около лампочек, указывающих светофоры. Для перевода стрелок предусматриваются стрелочные коммутаторы, располагаемые по плану станции. Конец рукоятки коммутатора указывает, по какому направлению установлена стрелка. У спаренных стрелок рукоятка располагается между линиями, обозначающими пути.

В момент перевода стрелки световые элементы, прилегающие к рукоятке со стороны плюсового и минусового положений стрелки, освещаются мигающим красным светом. Мигание происходит также в момент взреза стрелки. Управление стрелками может осуществляться и при помощи кнопок.

Показания входного светофора контролируются тремя лампами: красной — при запрещающем показании, желтой — при разрешающем показании, белой — при включении пригласительного сигнала.

Закрытое положение остальных светофоров не контролируется. При перегорании лампы запрещающего показания мигает белая лампа повторителя данного светофора.

Формула пульт-табло	Конфигурация	Формула пульт-табло	Конфигурация
2А 1С		3А 1Б 1С	
2А 1Б 1С		2А 2Б 2С	
1А 1Б 1В 1С		1А 3Б 1С	
1А 2Б 1С		4Б 2С	

Рис. 59. Схемы конфигурации пульт-табло

Кроме сигнальных кнопок на табло устанавливаются кнопки пригласительных сигналов, кнопки звонка и взреза и отсутствия переменного тока в рельсовых цепях, рукоятка режима работы светофоров, кнопка понижения напряжения ламп табло, кнопки полуавтоматической релейной блокировки. На пульт-табло устанавливаются лампы контроля искусственной разделки и наличия переменного тока, лампочки контроля работы полуавтоматической или автоматической блокировки и др.

### § 3. Блочная система маршрутной релейной электрической централизации

Разработанная институтом Гипротрансигналсвязь блочная система релейной централизации позволяет собрать из отдельных элементов (физических блоков) всю электрическую релейную схему для любого путевого развития станции. В отличие от других систем релейной централизации применение типовых блоков ускоряет время проектирования на 30—35%, так как отпадает потребность в составлении индивидуальных принципиальных схем. При

блочной централизации значительно сокращается время, расходуемое на проверку принципиальных схем и составление монтажных карточек. При проектировании систем не блочного типа на составление монтажных карточек затрачивается полтора—три месяца. Кроме того, блочная система позволяет параллельно вести проектирование и изготовление блоков. Монтаж релейных блоков на 60—65% выполняется в заводских условиях, поэтому сокращается время строительства устройств СЦБ. На посту централизации производится установка статов с блоками и подключение к ним кабелей от напольных устройств. Изготавливаемые типы блоков и полублоков имеют одинаковые по высоте (по ширине полублок составляет половину полного блока) размеры и отличаются между собой числом устанавливаемых в них реле и другого оборудования, а также электрическими схемами. На стативе может быть установлено 15 блоков. Типовые блоки устанавливаются на унифицированные стативы со штепсельными розетками. Каждый блок может быть установлен на место, соответствующее его типу.

Ниже рассматриваются блоки, наиболее часто применяемые при проектировании электрической централизации на карьерном ж.-д. транспорте.

1. Схемный узел приемо-отправочного пути — блок типа П62 (рис. 60) имеет реле *НКС* и *ЧКС* (нечетное и четное контрольно-секционное реле НМ4-3,4), определяющие конец маршрута; реле *НИ* и *ЧИ* (нечетное и четное исключающие реле НМ4-3000) исключают встречные маршруты на приемо-отправочный путь; *НКМ* и *ЧКМ* (нечетное и четное конечные маневровые реле НММ1-750), определяющие конец маневрового маршрута; *ОКС* — медленно действующий повторитель: реле *НКС* и *ЧКС* (реле НММ-2-1750); *ПР1* — повторитель путевого реле НМ1-2000. Блок служит для контроля состояния приемо-отправочного пути и исключения лобовых маршрутов.

2. Схемный узел стрелочного путевого участка — блок типа СП65 (рис. 61) имеет шесть реле: *КС* (контрольно-секционное реле НМ4-3,4), контролирующее установку маршрута; *1М* и *2М* (маршрутные реле НММ1-1300/750, которые осуществляют замыкание и размыкание маршрутных секций); *Р* (реле разделки НММ2-1,7), обеспечивающие автоматическую отмену неиспользованных маршрутов; *РИ* — реле искусственной разделки маршрута НММ1-1500; *СП1* — повторитель стрелочного путевого реле НМ1-2000. Блок служит для контроля состояния изолированных стрелочных участков и замыкания стрелок в маршруте.

3. Схемный узел участка пути в горловине станции — блок типа УП65 имеет шесть реле: *П1*, *Р1* (*1М* и *2М*), *КС*, *1КМ*, *2КМ*. Блок служит для контроля состояния изолированного участка в горловине станции и замыкания маршрута.

4. Схемный узел маневрового светофора, с участков пути в горловине станции и с приемо-отправочного пути — блок типа МП1

имеет семь реле (рис. 62): *Н* (начальное реле НММИ-750), определяющее начало маршрута; *ИП* (реле-известитель приближения НМИ-2000), осуществляющее контроль занятости участка прибли-

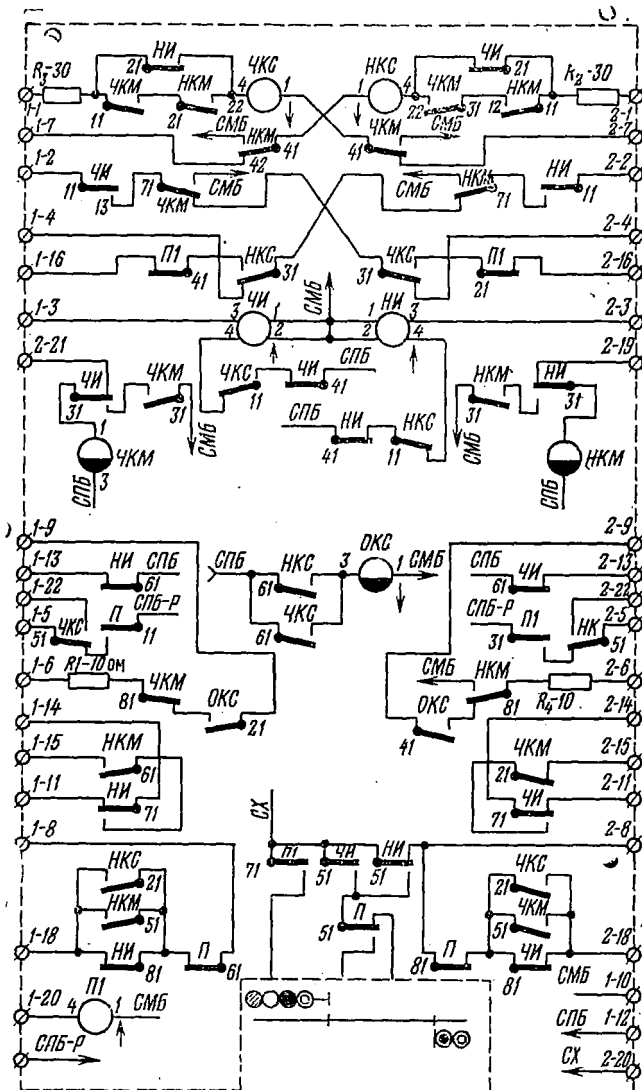


Рис. 60. Блок типа П-62

жения при открытом светофоре; *КС* — (контрольно-секционное реле НММИ-10); *С* (сигнальное реле НММИ-1500), включающее лампы светофора; *О* (огневое реле ОМ2-40), контролирующее горение лампы светофора; *ОТ* (реле отмены маршрута НМИ-2000),



управления маневровым светофором, установленным с путей или с участка пути в горловине.

7. Схемный узел выходного светофора — блок типа В1 на одно направление имеет четыре реле: С (сигнальное реле

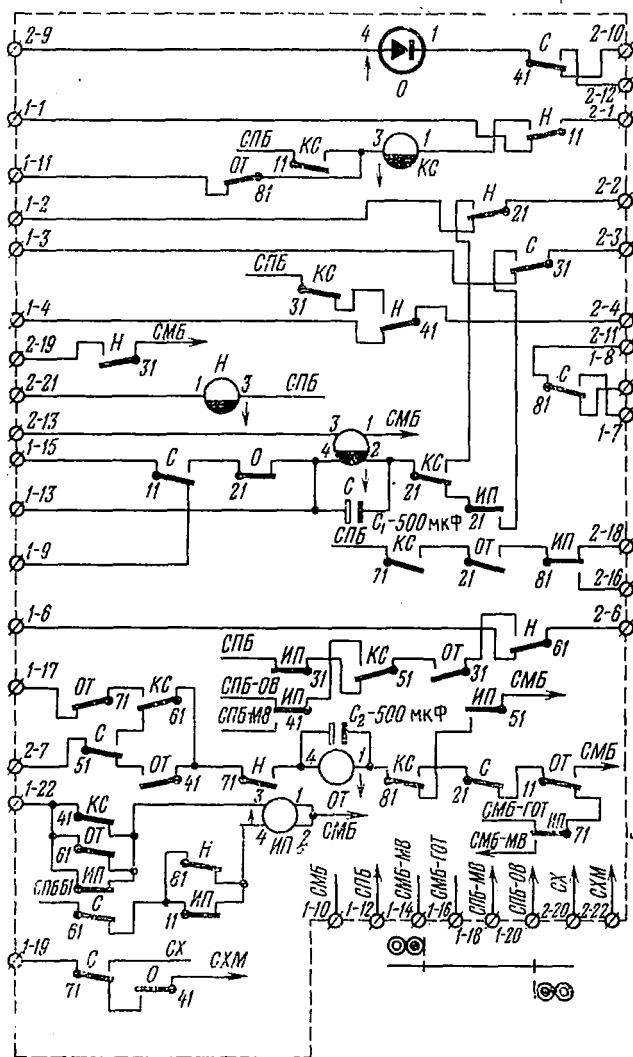


Рис. 62. Блок типа МIII

НМ1-2000); включающее лампы светофора поездного маршрута; МС (маневровое сигнальное реле НММ1-1500), включающее лампы светофора маневрового маршрута; О (огневое реле



ОМ2-40); ЛС (повторитель линейного реле), определяющее возможность установки маршрута отправления. Блок предназначен для управления выходным светофором с сигнализацией красным, желтым, зеленым и белым огнями.

8. Схемный узел выходного светофора — дополнительный блок типа ВД62 имеет семь реле: Н, НМ (начальное маневровое реле), З (замыкающее реле НМ4-3000), которое является повторителем маршрутных реле ИП, КС, ОТ, ОМ (повторитель реле П и НМ). Этот блок служит для совместной работы с блоками В1, ВП и ВШ-65.

9. Схемный узел выходного светофора на два направления — блок типа ВП имеет семь реле: С, ЛС, 2ЗС (сигнальное реле двух зеленых огней НММ1-1500), 2ЗО (огневое реле второго зеленого огня), МС, О, С1 (повторитель сигнального реле). Дополнительный блок типа ВД62 применяется для управления выходными светофорами с сигнализацией красным, желтым и зеленым, зеленым и белым огнями.

10. Схемный узел выходного светофора с четырехзначной сигнализацией — блок типа ВШ-65 служит для управления выходным светофором с четырехзначной сигнализацией: красным, желтым, желтым и зеленым, зеленым и белым огнями.

11. Схемный узел входного светофора — блок типа ВХ имеет семь реле: С, ЖС и ЗС (вспомогательные сигнальные реле), ПЛО (повторитель реле красного огня НМ2-4000), З1ЖС (огневое реле зеленого и первого желтого огня ОМ2-40), 2ЖО (огневое реле второго желтого огня ОМ2-40). Блок используется для управления входным светофором.

12. Схемный узел — дополнительный блок входного светофора — типа ВхД имеет шесть реле: Н, КМ, З, МП, КС, ОТ. Этот блок работает совместно с блоком входного светофора.

13. Схемный узел для управления светофором при движении поезда вагонами вперед — блок типа ПП имеет шесть реле: С, МО, О, ОР1 (повторитель огневое реле НМ2-4000); ПС (пригласительное сигнальное реле НМ4-3000), ВКС (вспомогательное контрольно-секционное реле НМ2-4000).

14. Схемный узел для управления стрелочным приводом — пусковой блок типа ПС220, ПС110, имеет шесть реле: 1НПС нейтральное пусковое реле НМП  $\frac{0,2}{220}$ ; 2НПС (нейтральное пусковое реле для второй стрелки НМП  $\frac{0,2}{220}$ ); 1ППС и 2ППС (поляризованные пусковые реле первой и второй стрелки ПМП  $\frac{150}{150}$ ); 1ОК и 2ОК (контрольные реле первой и второй стрелки КМ-3000); 1Т и 2Т — трансформаторы, питающие контрольные реле СКТ-1.

15. Схемный узел плюсового и минусового положения стрелки — полублок типа С (рис. 63) имеет три реле: ПК (плюсовое контрольное реле НМ1-2000); МК (минусовое контрольное реле

НМІ-2000); ВЗ (взрезное реле КМ4-3000), являющееся повторителем минусового и плюсового контрольного реле.

Маршрутно-релейная централизация блочного типа устанавливается на станциях с большим числом стрелок и сигналов. Для облегчения работы дежурного по посту централизации приме-

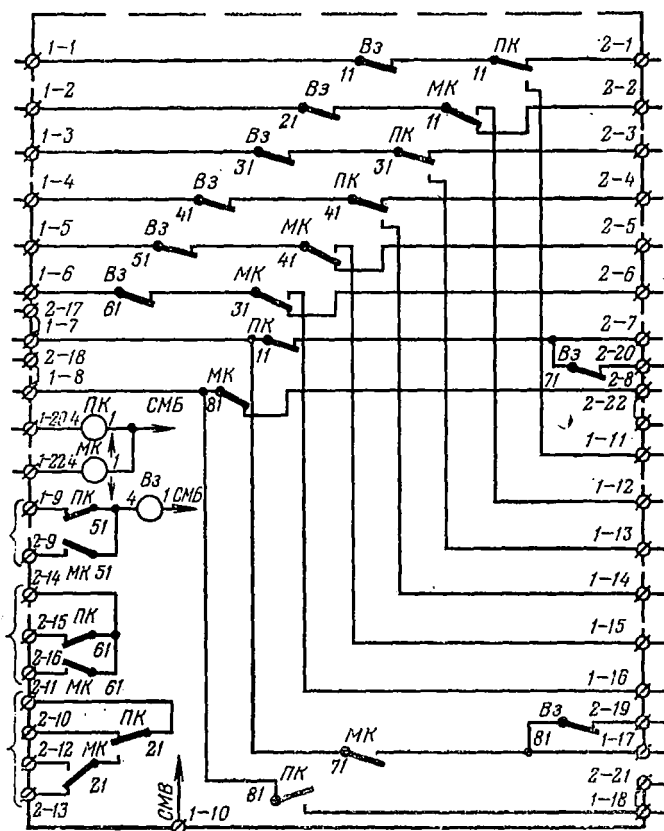


Рис. 63. Полублок типа С

няется способ задания маршрутов с помощью кнопок начала и конца маршрута, устанавливаемых на пульте-табло или специальном манипуляторе. При применении манипулятора вся информация о движении поездов выносится на специальное выносное табло.

Конфигурации различных наборов секции пульта-манипулятора приведены на рис. 64.

На расстоянии 2,5—3 м от пульта-манипулятора устанавливается выносное табло, предназначенное для получения информации о правильности задания маршрутов, контроля занятости участ-

Тип пульта	Конфигурация пульта	Секции пульта, считая слева направо
		№ № чертежей
I		14638-00-00 14686-00-00 14683-00-00
II		14638-00-00 14686-00-00 14681-00-00 14683-00-00
III		14682-00-00 14637-00-00 14686-00-00 14683-00-00
IV		14682-00-00 14637-00-00 14686-00-00 14681-00-00 14683-00-00
V		14682-00-00 14637-00-00 14686-00-00 14686-00-00 14637-00-00 14681-00-00 14683-00-00

Рис. 64. Конфигурации пультов-манипуляторов

ков путей и стрелочных секций, положении стрелок и показаний поездных и маневровых светофоров. Кроме того, на табло производится контроль состояния перегона, режим горения ламп светофоров (день — ночь), отмены маршрутов, прохождения искусственной разделки маршрутов, состояния питающих фидеров и др.

На передней панели выносного табло наносится светосхема элементов станции (путевые стрелочные участки, светофоры и др.).

Схемы путей станции на панели выполняются в виде отдельных прорезей, в которые вставляются полоски органического стекла. С монтажной стороны на прорезях устанавливаются световые ячейки с лампочками.

Внутри секций выносного табло укреплены вводные клеммные колодки, для подвода кабеля и монтажных проводов от лампочек и кнопок. Выносные табло предназначены для установки в закрытых помещениях, где температура воздуха составляет +10 до +30° С и относительная влажность не превышает 70%.

Типы, высота секций табло, размеры панелей и виды их конфигураций приведены на рис. 65.

При маршрутной централизации для автоматизации задания маршрутов дополнительно к релейным блокам устанавливаются реле наборной группы, которые фиксируют действия дежурного.

В целях удобства монтажа и ускорения проектирования в настоящее время разработан блочный маршрутный набор, который увязывается с исполнительными блоками централизации.

Блоки маршрутного набора состоят из ячеек со штепсельным включением и устанавливаются на стивы совместно с блоками исполнительных реле. Соединение блоков производится четырьмя электрическими нитками.

Для блочной маршрутно-релейной электрической централизации применяются следующие основные типы блоков.

1. Схемный узел одиночного маневрового светофора в горловине станции, оформленный в виде двух блоков. Основной — типа *НМ1* и дополнительный *НМ1Д*. Блоки служат для фиксации нажатия кнопок управления светофорами.

Блок *НМ1Д* устанавливается на шесть одиночных маневровых светофоров. Эти блоки предназначены для управления исполнительным блоком *М1*.

2. Схемный узел маневрового светофора с приемо-отправочного пути или тупика. Этот блок применяется также для одного из двух маневровых светофоров в створе или с участка пути. Предназначен для управления исполнительным блоком *МП* или *МШ*.

3. Схемный узел второго маневрового светофора в створе или с участка пути. Блок типа *НМ-ПА* — управляет исполнительным блоком *МП* и *МШ*.

4. Блок типа *НПМ* — схемный узел поездного светофора с маневровым показанием. Блок *НПМ* управляет исполнительными блоками типа *Вх* и *Вхд*, *В1*, *В*, *В* и *ВД*.

5. Блок типа НСО×2 (схемный узел управления одиночной стрелкой). Один блок служит для включения двух стрелок.

6. Блок типа НСС (схемный узел управления спаренными стрелками). Блоки НСО и НСС управляют пусковыми блоками ПС-220.

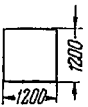

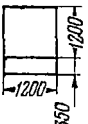
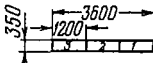
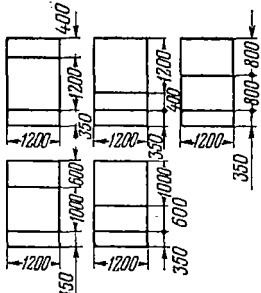
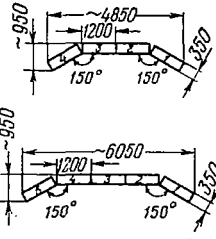
Тип секции	Высота секции, мм	Возможные варианты распределения панели на секции ВТ	Тип выносного табла	Конфигурация выносного табла	Секции выносного табла	
					№ чертежа	число
I	1950		I-2		14815-00-00	2
			II-2		14816-00-00	2
			III-2		14817-00-00	2
II	2300		I-3		14815-00-00	3
			II-3		14816-00-00	3
			III-3		14817-00-00	3
III	2700		I-4		14815-00-00	4
			II-4		14816-00-00	4
			III-4		14817-00-00	4
			I-5		14815-00-00	5
			II-5		14816-00-00	5
III-5	14817-00-00	5				

Рис. 65. Типы и конфигурации выносных табло

7. Схемный узел комплекта реле направлений — блок типа НН.

8. Блок типа НПС — схемный узел последовательного перевода стрелок при магистральном питании. Устанавливается один на три стрелочных коммутатора.

Число реле, устанавливаемых в блоки, приведено на рис. 66.

#### § 4. Применение блочной электрической централизации

На карьерных станциях система релейной централизации может быть построена на основе использования типовых блоков, применяемых на магистральном ж.-д. транспорте, при этом для построения схем установки и разделки маршрутов из 15 типовых блоков используется пять: МIII — маневровый сигнальный, СП65 — стрелочный путевой, С — стрелочный полублок, ПС110/ПС220 — пусковой стрелочный блок, П62 — блок прямо-отправочного пути.

Рассмотрим порядок построения системы блочной централизации с использованием пяти типов блоков на примере станции Западная Беловского карьера. Эта станция с одной стороны имеет выход на станцию Развязка, а с другой — на рабочие горизонты.

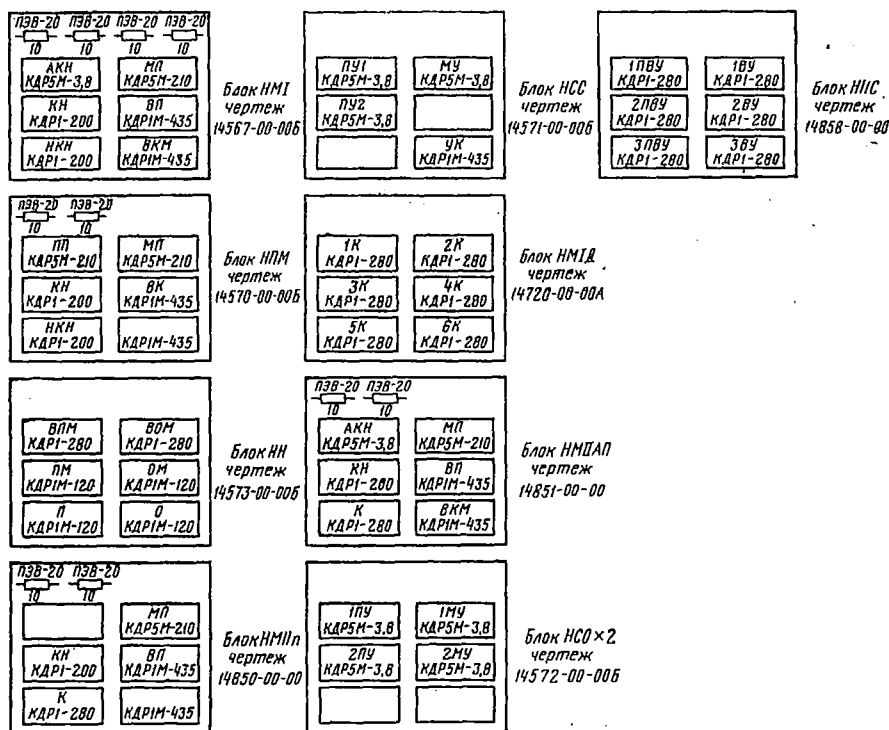


Рис. 66. Число реле, устанавливаемых в блоках маршрутного набора

На схематическом плане части горловины станции Западная (рис. 67). производится расстановка исполнительных блоков. В прямоугольнике обозначающем блок, проставляются тип блока и номер стativa, а также наименование объекта, к которому относится блок. После расстановки блоков они группируются по стativaм из расчета 15 блоков на стative.

Аппаратура рельсовых цепей, вспомогательные реле и другая аппаратура, устанавливаются на отдельных стativaх. Схемы блоков установки и разделки маршрутов являются основной частью релейной централизации и представляют собой соединение исполнительных блоков по плану станции.

Для сокращения объема документации и времени на разработку рабочих чертежей заранее изготавливаются блоки-бланки, на которые наносят нумерацию штепсельных клемм, тип блока,

наименование объекта, номер статива и место установки блока на стативе.

Из блоков-бланков составляется функционально-принципиальная схема (рис. 68) путем наклеивания последних на миллиметровку. Затем отдельные схемные узлы электрически соединяются между собой. Принципиальная часть схемы, заключенная внутри блока, вычерчивается отдельно, и к проекту прикладывается по

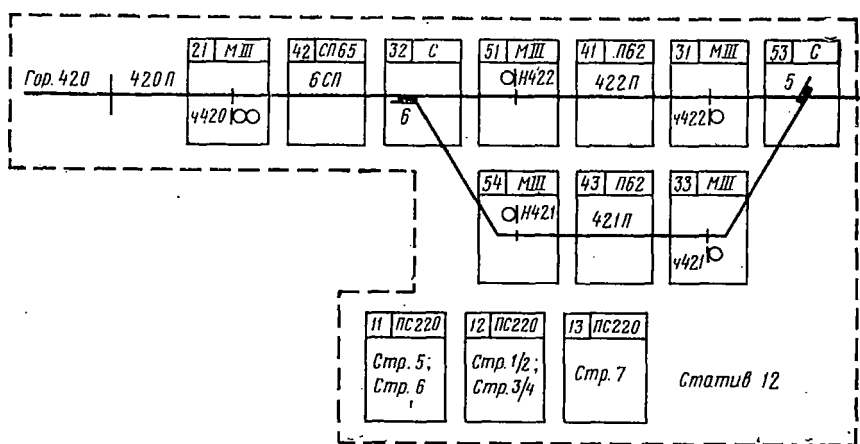


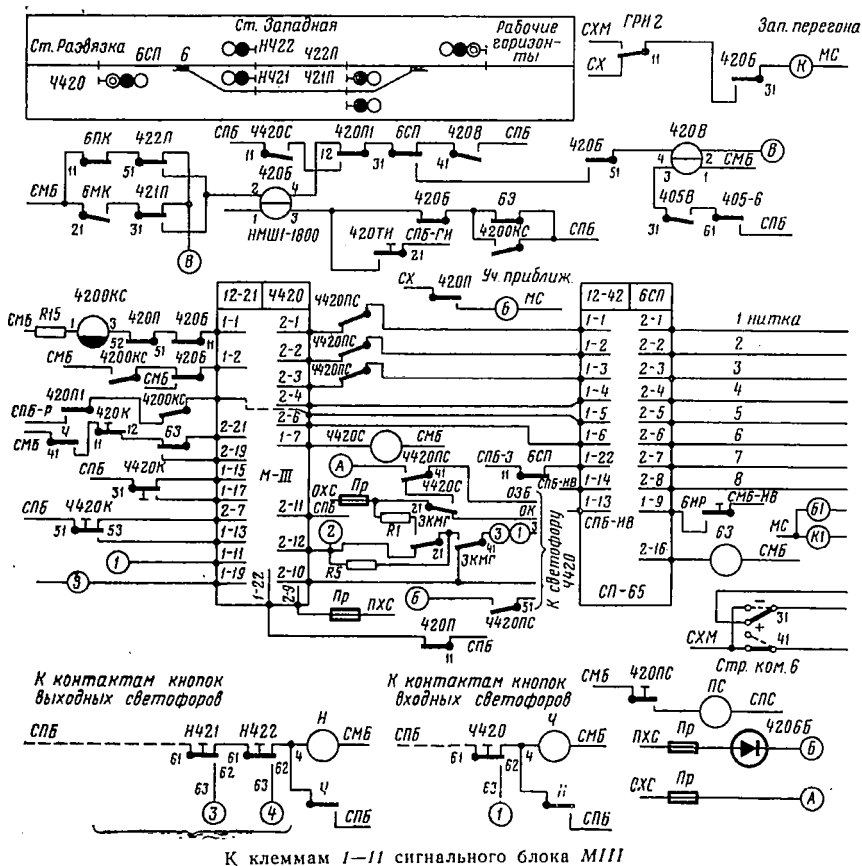
Рис. 67. Расстановка блоков на схематическом плане станции

одному чертежу каждого блока. Принципиальные схемы блоков приведены на рис. 60—63.

Рассмотрим работу схемы блочной электрической централизации для маршрута приема по светофору 4420 на 421 путь с остановкой поезда на нем.

Дежурный по станции после установки стрелки 6 в минусовое положение нажимает на сигнальную кнопку светофора 4420, установленную на пульте управления, в результате подается напряжение к начальному реле *H* установленному в блоке *M/III* по цепи (см. схему рис. 68): минус батареи *СМБ* контакты 41—42, реле *Ч* и 11—12 кнопки 4420К, контакты 11—12 реле 63, клемма 2—21 блока *M/III*, обмотка реле *H* и плюс батареи *СПБ*. С момента замыкания маршрута реле *H* самоблокируется через контакты 31—32 и контакты 11—13 реле 63. Реле *H* остается возбужденным до полного размыкания первой секции маршрута приема.

Реле *H* определяет начало маршрута; после замыкания его контактов 11—12 образуется первая электрическая цепь, включающая реле *КСР* по цепи: *СПБ*, контакты 61—63 кнопок четного направления, контакты 61—62 кнопки 4420К, клемма 1—11 блока *M/III*, контакты 81—83, реле *ОТ*, обмотка реле *КС*, контакты 11—12 реле *H*, клемма 2—2, контакты 21—23 реле 4420 ПС (проверяется, что пригласительный сигнал не включен), клемма 1—1 бло-



ка СП-65, контакты 11—12 реле СП1, обмотка реле КС, контакты 11—13 реле Р, клеммы 2—1 и 1—1 блока С, контакты 11—12 реле Вз и 11—13 реле ПК, клеммы 1—11 и 1—1 блока М (светофор Н421), контакты 11—13 реле Н, клемма 2—1, клемма 1—1 блока П-62, сопротивление R3, контакты 21—22 реле НИ, обмотка реле ЧКС, контакты 41—43 ЧКМ, клемма 2—7 и СМБ. Реле КС всех блоков, где они установлены, получив питание, встают под ток, и вся цепь самоблокируется через фронтный контакт реле КС сигнального блока МШ. Электрическая цепь реле КС предназначена для проверки в маршруте: правильности положения стрелок с помощью фронтных контактов реле ПК и МК; свободы стрелочных изолированных участков с помощью фронтных контактов путевых реле СП1 и П1; отсутствия взреза стрелок — контактами взрезного реле ВЗ; отсутствия установленных враждебных маршрутов на приемо-отправочный путь с противоположной горловины, контактами выключающего реле НИ или ЧИ;



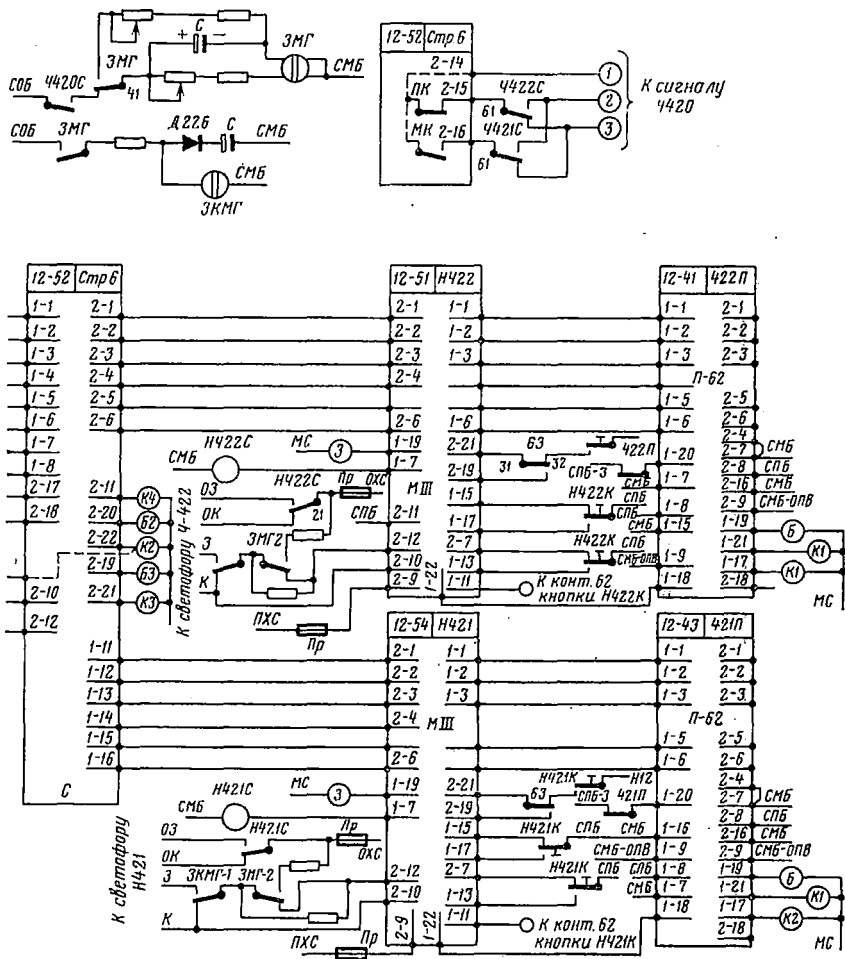


Рис. 68. Функционально-принципиальная схема:  
 СПБ — плюс батареи; СМБ — минус батареи

отсутствия отмены или искусственной разделки. Реле *КС* при числе секций более 16 в блоках *СП*, *П* применяются НМ4-3,4. При небольшом числе секций в маршруте используются реле НММ1-10. В блоке *МШ* всегда устанавливается реле НММ1-10.

После возбуждения контрольно-секционных реле обрываются цепи самоблокировки и возбуждения маршрутных реле *1М* и *2М* контактами 11—13, 31—33, 51—53 и 71—73 реле *КС*. Маршрутные реле обесточиваются и выключают свой прямой повторитель — замыкающее реле *З* (см. рис. 60). Реле *З* своими контактами размыкает цепи пусковых реле стрелок, входящих в эту секцию. Схема

маршрутных реле строится по плану станции и работает по трем цепям. По двум цепям выбирается направление движения и фиксируется занятие скатами поезда данной секции и освобождение предыдущей секции. По третьей цепи проверяется вступление поезда на следующую секцию и освобождение данной секции.

Исключение задания маршрутов на один и тот же путь осуществляется с помощью реле *ЧИ* и *НИ*, установленных в блоке П-62. Нормально включающие реле находятся под током. При установке маршрута после возбуждения реле *ЧКС* (в данном случае) контактами 11—12 этого реле обрывается первая цепь питания включающего реле *ЧИ*, а при обесточивании реле *З* изолированной секции, примыкающей к приемо-отправочному пути, обрывается вторая цепь питания реле *ЧИ*. Действительное выключение реле *ЧИ* или *НИ* проверяется в цепи сигнальных реле, а в цепи реле *КС* осуществляется исключением враждебных маршрутов.

Схема включения сигнальных реле для управления огнями светофоров составляется по плану станции. В схеме сигнальных реле контролируется обесточенное состояние включающих реле и возбужденное состояние реле *КС*.

Включение сигнальных реле производится контактами начальных реле по цепи: *СПБ*, контакты 21—22 кнопки *Ч420К*, клемма 1—13 блока *МIII* (светофор *Ч420*), обмотка реле *С*, контакты 51—52 реле *КС*, фронтные контакты 21—22 *Н*, клемма 2—2, контакты 21—23 реле *Ч420 ПС*, клемма 1—2 блока *СП-65* (секции *БСП*), тыловые контакты 21—23 реле *1М*, *РИ*, *2М*, клемма 2—2 и клемма 1—2 блока *С*, контакты 21—22 реле *Вз*, контакты 11—12 реле *МК*, клемма 1—12 и клемма 1—2 блока *МIII* (светофор *Н421*), тыловые контакты 21—23 реле *КС*, клемма 2—2 и 1—2 блока П-62 (*421-П*), контакты 11—13 реле *ЧИ* и 71—73 реле *ЧКМ*, контакты 31—32 реле *ЧКС* и 21—22 реле *П1*, клемма 2—16 и *СМБ*. Реле *С* сигнала *Ч420*, притянув якорь, самоблокируется через собственные контакты 11—12 и контакты 31—33 кнопки *Ч420К*. В цепи самоблокировки контактами 21—22 огневого реле *О* проверяется целостность нити ламп светофоров.

При необходимости отмены заданного маршрута дежурный вытягивает кнопку *Ч420* на себя и размыкает цепь питания сигнального реле. В отличие от унифицированной системы маршрут размыкается автоматически с выбором выдержки времени: 5 с для отмены любого маршрута при незанятом участке перед светофором; 3—4 мин — для отмены поездного маршрута при занятом участке перед светофором.

После обесточивания сигнального реле при свободном участке включается реле *ОТ* по цепи: *СПБ* контакты 31—32 кнопки, *Ч420К*, клемма 1—17, контакты 71—73 реле *ОТ* и контакты 61—62 реле *КС*, фронтные контакты 71—72 реле *Н*. Обмотка реле *ОТ*, контакты 81—82 реле *КС*, контакты 21—23 реле *С* и 11—13 реле *ОТ*,

контакты 71—72 реле ИР и минус батареи — СМБ — ГОТ. Возбудившись, реле ОТ самоблокируется через собственные контакты 11—12 и 41—42 и контакты 51—53 кнопки Ч420К и остается под током до конца отмены маршрута. Питание от СМБ-МВ или от СМБ-ГОТ (см. рис. 62) поступает через тыловой контакт реле МВР-1 или ГОТР. Затем происходит включение реле МВР1 или ГОТР, которые включают стабилизаторный блок для получения выдержки времени.

Тыловыми контактами реле МВР1 или ГОТР отключает питание с контрольных шин СМБ-МВ или СМБ-ГОТ, исключая возможность возбуждения реле ОТ отмены других маршрутов. Фронтowymi контактами реле МВР (ОВР) включается шина питания СПБ-МВ (СПБ-ОВ). После включения питания СПБ-МВ (СПБ-ОВ) в шестую нитку схемы поступает импульс тока и включается реле разделки Р по цепи: СПБ-ОВ, контакты 51—52 реле КС, фронтowymi контактами 31—32 реле ОТ, контакты 61—62 реле Н, клеммы 2—6 и 1—6 блока СП-65 (6СП), контакты 71—72 реле СП1 (проверяется свобода участка), тыловые контакты 31—33 реле РИ, обмотка реле Р, контакты 41—43 реле РИ, клемма 2—6 и клемма 1—6 блока С, контакты 61—62 реле ВЗ и 31—32 реле МК, клеммы 1—16 и 1—6 блока МIII (Н421), тыловые контакты 61—63 реле Н; клеммы 2—6 и 1—6 блока П62, сопротивление R1, контакты 81—83 реле ЧКМ и 21—22 реле ОКС, клемма 1—9 и полюс питания СМБ — ОПВ.

В цепи разделки контролируется правильность установки стрелок и свобода всех изолированных секций. Реле разделки Р, возбудившись, контактами 41—43 размыкает цепь питания реле КС, которое отпускает якорь и замыкает цепь питания реле 1М и 2М. В результате по цепи СПБ, контакты 21—22 реле Р, контакты 11—13 реле КС, обмотка реле 1М, контакты 81—82 реле Р и СМБ реле 1М встает под ток, аналогично получает питание реле 2М. Реле 1М и 2М фронтowymi контактами включают свой прямой повторитель реле З, контактами которого выключается начальное реле Н. После этого фронтowymi контактами реле Н выключается реле ОТ и на табло гаснет контрольная лампочка отмены маршрута. Реле Р выключается контактами реле ОТ, Н, КС и автоматическая отмена маршрута заканчивается.

Разделка маршрута при движении поезда происходит следующим образом. При вступлении поезда на изолированную секцию 6СП за светофор Ч420 выключается путевое реле и контактами 11—12 реле СП1 (повторитель реле 6СП) размыкает цепь питания реле КС всех секций. Маршрутное реле получает питание по цепи СПБ (блок МIII, Ч420), контакты реле 31—33 КС и 41—42 Н, клеммы 2—4 и 1—4 блок СП-65 (6СП), контакты 61—63 реле 2М и 41—43 реле СП1 (проверка вступления поезда на маршрут), контакты 21—23 реле Р и 11—13 реле КС, обмотка реле 1М, контакты 81—83 реле Р и СМБ—Л. Реле 1М, притянув якорь III, устанавливается под ток по цепи самоблокировки через

контакт 11—12. При вступлении поезда на 421 путь и освобождении секции 6СП получает питание второе маршрутное реле 2М блока П-62 по цепи: СРБ-Р контакты 11—13 реле П (повторитель путевого реле 421 пути), контакты 51—53 реле ЧКС, клеммы 1—5 и 1—15 блока С, контакты 41—42 реле МК и 51—52 реле ВЗ, клемма 1—5 и 2—5 блока СП—65 (6СП), фронтные контакты 51—52 реле М и 31—32 реле СП1; тыловые контакты 61—63 реле Р и 31—33 реле КС, обмотка реле 2М, контакты 81—83 реле Р и полюс батареи СМБ—Л. Реле 2М возбуждается и самоблокируется через контакт 11—2, после этого вся схема приходит в исходное положение. Схема установки и разделки маршрута предусматривает движение поезда вагонами вперед и перекрытие светофора 420 после проследования последних скатов поезда за светофор. Сигнальное реле С в этом случае получает подпитку по специальной цепи: СМБ, клемма 2—4 блока П62 (421П), контакты 31—33 реле ЧКС и 71—73 реле ЧКМ, контакты 11—13 реле ЧИ, клеммы 1—2 и 2—2 блока МПН (НЧ21), контакты 21—23 реле М клеммы 1—2 и 1—12 блока С контакты 11—12 реле МК и 21—22 реле ВЗ, клеммы 1—2 и 2—2 блока СП—65, контакты 21—23 реле 2М, тыловые контакты 21—23 реле РИ, контакты 21—22 реле 1М и 21—23 реле СП1, контакты реле 31—33 2М и 11—12 реле 1М, клемма 1—3 и 2—3 блока МПН (4420), фронтные контакты 31—32 реле С, тыловые контакты 21—23 реле ИП (при вступлении поезда на 421 путь реле ИП выключается), контакты 21—23 реле КС, обмотка реле С, контакты 21—23 реле КС, обмотка реле С, контакты 21—22 реле О и 11—12 реле С, клемм 1—15 и далее через контакты 41—43 кнопки 4420К к плюсу батареи СРБ.

После освобождения поездом секции 6СП в блоке СП-65 (6СП) контактом 21—23 СП1 разрывается цепь подпитки и сигнальное реле обесточивается, включая на светофоре 4420 красный огонь.

При задании маршрута по сигналу 4420 для проследования поезда без остановки по 420 пути на светофоре 4420 включается мигающий зеленый огонь.

Включение зеленого мигающего огня производится по следующей схеме (см. рис. 68): СОБ, контакты реле 4420С, контакты 41—43 реле ЗМГ, регулируемый резистор 110 Ом, резистор 100 Ом обмотка 1—3 реле ЗМГ и минус батареи СМБ. Одновременно с включением реле ЗМГ заряжается конденсатор 2000 мкФ. Конденсатор создает замедление на отпадание якоря реле ЗМГ на момент размыкания собственного контакта 41—43. Контактными реле ЗМГ включается реле ЗКМГ, которое начинает также работать в мигающем режиме. Контактными реле ЗКМГ замыкаются и размыкаются цепи питания лампы зеленого огня.

В цепи включения ламп светофоров проверяется положение стрелок в маршруте.

В данных схемах предусмотрен контроль занятости уступных

путей поездом. При отправлении локомотивосостава, например, с 422 пути и вступлений на уступный путь 420 стрелочный изолированный участок 6СП теряет питание реле 420Б, так как его цепь будет разомкнута контактами реле 63 и 420 ОКС.

Управление стрелками и сигналами в блочной централизации предусматривается с пульт-табло, изготавливаемого Лосиноостровским электротехническим заводом МПС им. Дзержинского.

Типы пульт-табло и их технические данные приведены в табл. 22.

Таблица 22

Тип пульты	Размеры, мм					Масса пульты, кг
	длина	ширина	высота	длина	ширина	
	пульты			панели		
400×600	603	546	1000	600	400	85
600×1000	1003	644	1100	1000	600	115

### § 5. Пневмообдувочные устройства для очистки стрелок от снега

Транспортирование породы и полезного ископаемого в зимнее время значительно усложняется, что снижает производительность ж.-д. транспорта.

Для обеспечения нормальной работы ж.-д. транспорта в зимних условиях на карьерах проводят ряд мероприятий по подготовке снегоочистительной техники. Для очистки ж.-д. путей от снега применяют снегозащитные заборы активного действия, снегозадерживающие щиты, бульдозеры с прямыми и косыми ножами, специальные снегоочистители (плуговые, таранные и роторные). За последнее время на карьерах СССР начинают применять реактивные снегоочистители, изготавливаемые в мастерских карьеров.

Все эти средства счищают снег с поверхности верхнего строения пути, очистка стрелок при этом производится вручную. Надежность же электрической централизации в зимнее время связана с своевременной очисткой стрелок от снега.

На сети магистрального транспорта многие станции оборудованы устройствами пневмообдувки, которые позволяют производить профилактическую обдувку стрелок перед переводом без прекращения движения. На карьерном транспорте такие устройства также начинают находить применение.

Устройство пневмообдувки производит очистку от снега пространства между остряком и рамным рельсом. Устройство может быть приведено в действие дежурным с пульты управления релейной централизации с помощью специальных кнопок. Цикл очистки длится 1—3 с, за это время расход воздуха не превышает 400 л.

Недостатком устройства является то, что снег удаляется только с острьков стрелки.

На карьерном транспорте пневмоочистка играет большую роль в любое время года, так как может быть использована для очистки стрелок от сыпавшейся из думпкаров породы или полезного ископаемого.

Устройство автоматической очистки стрелок состоит из компрессорной, воздухохборника, комплекта оборудования пневмообдвучной части, воздухопровода и комплекта дистанционного управления обдувкой.

На карьерах могут быть использованы стационарные компрессорные, сооружаемые для нужд карьера, или передвижные компрессорные станции типа ЭК-9м.

Давление сжатого воздуха в сети у наиболее удаленных стрелок перед клапаном должно быть не менее 4—7 кгс/см<sup>2</sup>. Воздухопроводная сеть прокладывается на специальных столбиках, которые устанавливаются через 3 м, независимо от диаметра труб. Соединение магистральных трубопроводов и отводов выполняется сваркой. Проход воздухопроводов под путями устраивается между шпалами, при этом трубы на крючьях крепятся к шпалам. По линии путепровода для компенсации температурных удлинений на прямых участках трассы устанавливаются S-образные компенсаторы. На поворотах трассы монтируются фикспункты, жестко крепящие трубы к фундаментам. Трасса раскладки труб и расстановка оборудования пневмоочистки представлена на рис. 69, а. Общий вид установки для очистки стрелок приведен на рис. 69, б. Мощность компрессора, емкость воздухохборника и диаметр трубопровода определяются расчетом. Управление очисткой стрелок производится с пульта управления. Для запуска очистки дежурный нажимает западающую кнопку *ОВК* (рис. 69, в). В результате замыкания контактов 11—12 включается реле обдувки *ОС* по цепи: *СПБ*, контакты кнопки 11—12 реле *ВПО*, тыловые контакты 21—23 реле *И* и *ОС*, резистор *R7*, обмотка *ОС*, *СМБ*. Реле *ОС*, получив питание, включает шаговый искатель *ШИ*, который подает питание на обмотку электропневматического клапана, который открывает выход сжатого воздуха к трубопроводу стрелки.

Реле *ОС* работает в импульсном режиме с замедлением на отпадание якоря 4 за счет конденсаторов *С1* и *С2*, подключенных параллельно к обмотке реле *ОС*.

Интервал обдувки стрелок может быть увеличен специальным реле *И*, которое включаются кнопками *20К* и *30К*. Реле работает в трех режимах. Первый режим, наиболее облегченный, сокращает расход воздуха. Во втором режиме благодаря подключению конденсатора емкостью 500 мкФ, параллельно обмотке реле *И*, контакты которого имеются в цепи реле *ОС*, увеличивается время возбуждения реле *ОС*, а время между обдувками соседних стрелок увеличивается до 2,8 с.

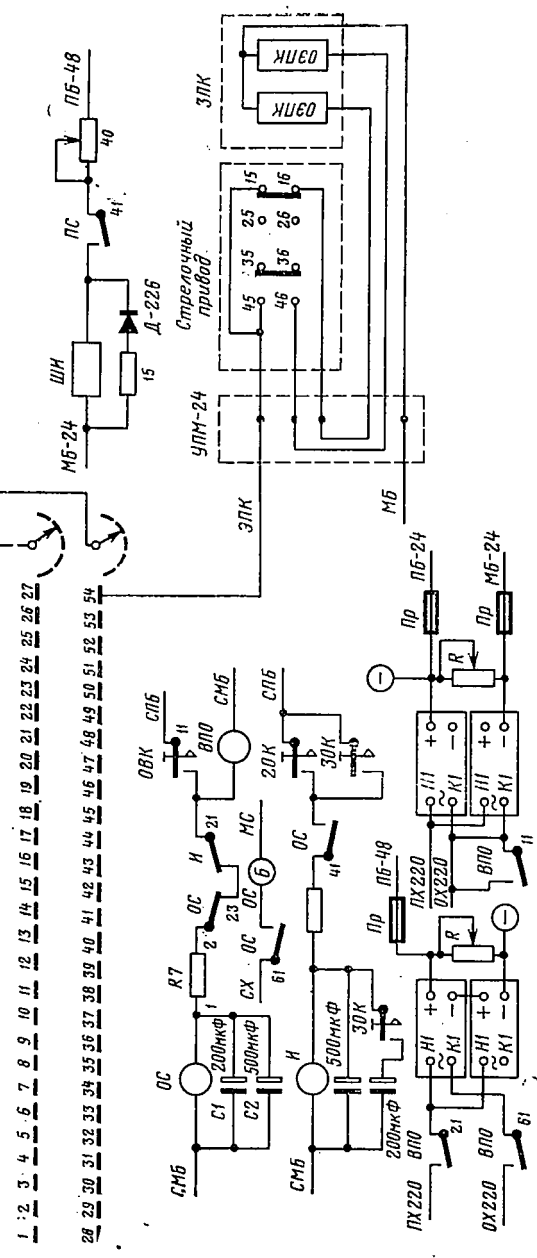
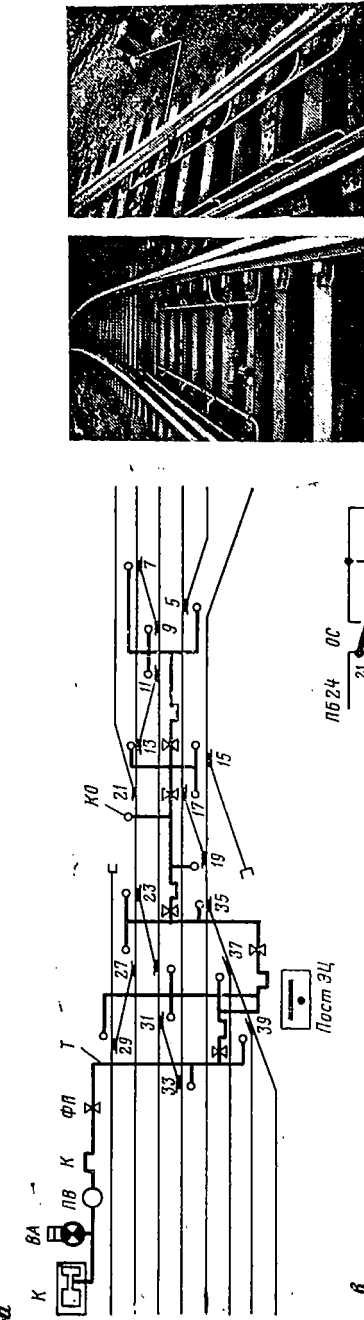


Рис. 69. Пневматическая очистка стрелок:  
 а — трасса раскладки труб и расстановки оборудования; б — общий вид установки для очистки стрелок; в — электрическая схема управления пневматической очисткой

При нажатии кнопки *30К* к реле *И* подключаются два конденсатора, что в конечном итоге задерживает возбуждение реле до 4 с. На пульт-табло для контроля за работой пневматической обдувки установлена белая лампочка, которая при включении пневмообдувки горит мигающим светом.

## § 6. Стрелочные электроприводы

Электропривод стрелочного перевода является одним из основных элементов электрической централизации, при помощи которого осуществляется телемеханическое управление стрелками, замыкание и контроль положения стрелочных остряков.

Стрелочные электроприводы в соответствии с правилами технической эксплуатации должны обеспечивать: плотное прилегание остряка к рамному рельсу, не допуская замыкания стрелки при зазоре между прижатым остряком и рамным рельсом более 4 мм, и отведение другого остряка от его рамного рельса на расстояние не менее 125 мм.

В настоящее время для новых установок применяется невзрезной стрелочный электропривод типа СП-2Р (С — стрелочный, П — привод, 2р — второй тип с отдельным креплением к острякам контрольных линеек). Стрелочный привод типа СП-2р позволяет производить переукладку шиберов и контрольных линеек с одной на другую сторону корпуса, благодаря чему для левой и правой установок применяются одинаковые гарнитуры. Привод СП-2р может применяться в различных системах электрической централизации и поэтому снабжается взаимозаменяемыми электродвигателями постоянного и переменного тока (табл. 23). В необходимых

Таблица 23

Характеристики электродвигателей стрелочных электроприводов

Электродвигатель	Напряжение $U_D$ (В), источник питания	Сила тока, А	Скорость вращения якоря, об/мин	Мощность на валу, кВт	Вращающий момент на валу, кгс/см	Длина, ширина, высота, мм	Масса, кг
МСП-0,1	30, от аккумуляторной батареи или выпрямителя 100, от выпрямителя	10	1100	0,1	13	320×250×192	20
		2,8	1200				
МСП-0,25	160, то же 30	1,8	1200	0,25	15	320×244×190	17
		12,5	1460				
		3,3	1700				
МСТ-0,25	160 От изолирующих трансформаторов при соединении обмоток звездой То же, при соединении обмоток треугольником	2,5	1700	0,25	—	322×250×178	17
		1,4	1250				
		2,4	1250				



случаях для ручного перевода стрелочного привода служит съемная рукоятка, надеваемая на ось двигателя. Отверстие для рукоятки закрыто заслонкой, при поднятии которой, а также при снятии крышки с привода размыкается блок-контакт цепи питания двигателя, что исключает возможность включения привода при ручном переводе стрелок или при его осмотре.

Место установки стрелочного электропривода определяется проектом. На стрелочных переводах, расположенных на крайних путях, установка приводов должна производиться со стороны поля. При расположении стрелочных переводов между путями стрелочные приводы следует размещать в наиболее широком месте между-путья.

Установка стрелочных электроприводов на обыкновенных и перекрестных стрелочных переводах производится с помощью специальных гарнитур с отдельным креплением тяг. Типы стрелочных гарнитур приведены в табл. 24.

Т а б л и ц а 24

Номер чертежа гарнитуры	Тип рельса	Марка крестовины стрелочного перевода
15397—00—00	P65	1/11
15401—00—00	P65	1/9; 1/11
15402—00—00	P50, P43	1/9; 1/11

## § 7. Двухпроводная схема управления стрелками

В системах релейных централизаций управление стрелочными электроприводами осуществляется по нескольким схемам. Наибольшее распространение на ж.-д. карьерном транспорте получили схемы включения стрелочного электропривода с питанием электродвигателя трехфазным переменным током напряжением 220/127 В и постоянным током напряжением 220 В.

При двухпроводной схеме включения стрелочного электропривода осуществляется управление, контроль и подача питания к электродвигателю по двум проводам с помощью реле, установленных в пусковом блоке питания (ПС-110 А/220 А). Схема включения стрелки на рис. 70 показана для плюсового положения. Для перевода стрелки в минусовое положение (при релейной централизации с индивидуальным управлением стрелками и сигналами) дежурный по посту нажимает минусовую кнопку МК. Через контакты стрелочной кнопки получает питание реле 2НПС (нейтральное пусковое реле НМПЗ-0,2/220) по цепи: СЛБ, контакты кнопки 11—12, клемма блока 2—6, поляризованные контакты 121—122 реле 2ППС (пусковое поляризованное реле ПМП-150/150), диод В2 (типа Д7Г), обмотка реле 2НПС, клеммы блока 2—17, контакты 11—12 замыкающего реле З, контакты путевого реле стрелочной секции СП и СМБ.

Введение контактов реле  $\mathcal{Z}$  и стрелочных путевых реле в цепь возбуждения реле  $2НПС$  позволяет при установленном маршруте замкнуть стрелки в маршруте и исключить перевод стрелок под составом.

Реле  $2НПС$ , получив питание, контактами  $21-23$  и  $81-83$  отключает стрелочное контрольное реле  $2ОК$  от линейных прово-

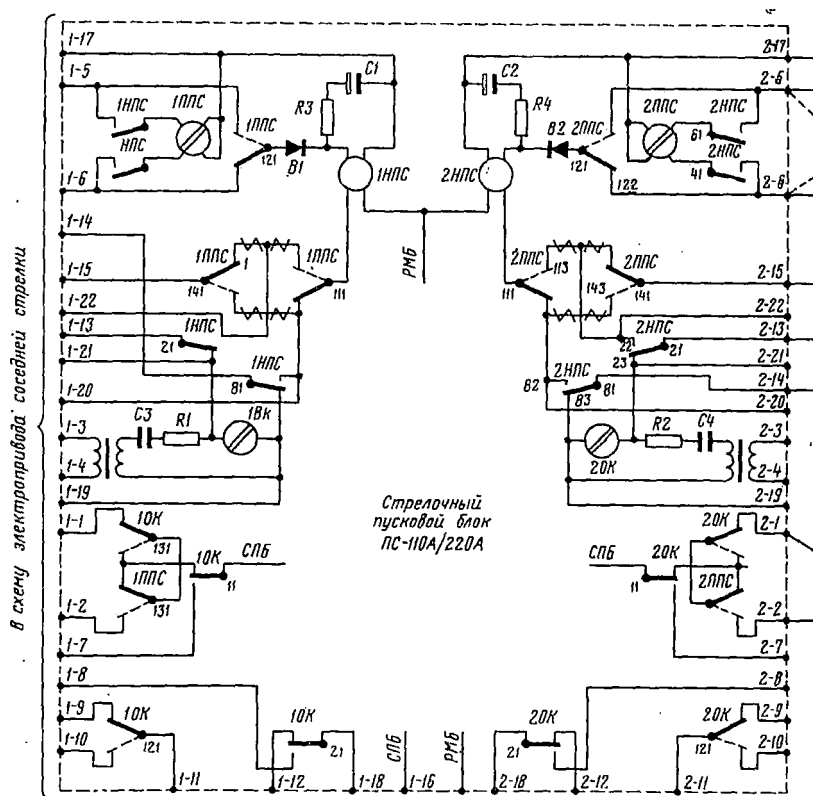
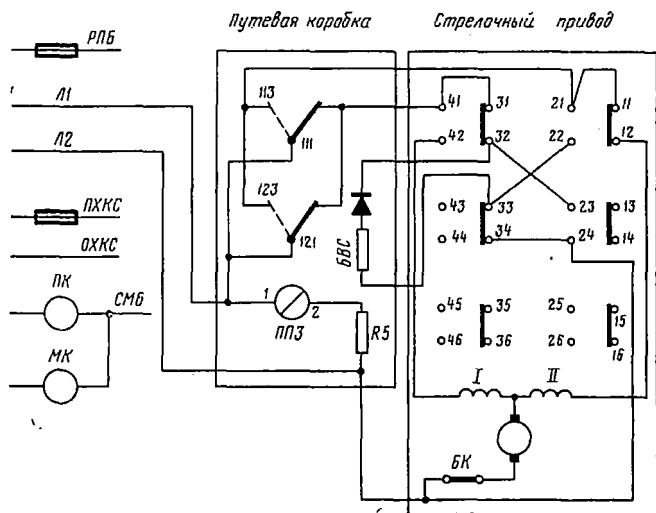
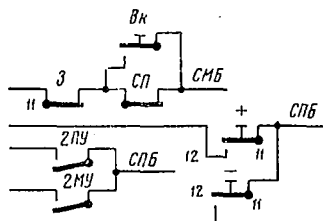


Рис. 70. Двухпроводная схема включения

дов  $Л1$  и  $Л2$  и включает реле  $2ППС$  по цепи:  $СПБ$ , контакты  $11-12$  минусовой кнопки, клемма блока  $2-6$ , контакты  $41-42$  реле  $2НПС$ , обмотка реле  $2ППС$ , контакты реле  $\mathcal{Z}$ ,  $СП$  и минус батареи  $СМБ$ . Получив питание, реле  $2ППС$  перебрасывает поляризованный якорь и включает питание постоянного тока, напряжением  $220$  В в линию по цепи: плюс батареи  $РПБ$ , клемма блока  $2-15$ , контакты  $141-143$  реле  $2ППС$ , контакты  $81-22$  реле  $2НПС$ , клемма блока  $2-14$ , линейный провод  $Л2$ , блок-контакт  $БК$ , обмотка якоря и обмотка  $1$ , статора, контакты автопереключателя  $11-12$ , контакты  $111-113$  и  $121-123$  реле  $ППЗ$  (при включении рабочего напряжения реле  $ППЗ$  перебрасывает якорь влево), линейный про-

вод Л1, клемма блока 2—13, контакты 21—22 реле 2НПС и 111—113 реле ППС, токовая обмотка реле 2НПС и минус батареи РМБ.

При работе электродвигателя стрелочного привода реле 2НПС продолжает удерживать якорь до конца перевода стрелки, получая питание через удерживающую обмотку за счет рабочего тока. По



стрелочного электропривода

окончании перевода, контакты 11—12 автопереключателя размыкаются и реле 2НПС отпускает якорь, включая в провода контрольное реле ОК. Через тыловые контакты реле 2НПС 21—23 и 81—83 проходит переменный контрольный ток, напряжением 160 В. Положительная волна, замыкающаяся через селеновый столбик В1 блока БВС-88, возбуждает контрольное реле ОК пускового блока. Kontakтами реле ОК включается минусовое контрольное реле МК типа НМШ1-1800. Перевод стрелки из минусового в плюсовое положение производится в аналогичном порядке. При маршрутном управлении включение пусковых реле стрелок производится контактами управляющих стрелочных реле ПУ и МУ.



Контактами автопереключателя замыкается цепь контрольного реле *ОК*, получив питание реле перебрасывает поляризованный якорь и притягивает нейтральный якорь. Поляризованными и нейтральными контактами разрывается цепь питания реле *МПС*, которое отпускает якорь и схема подготавливается для перевода в плюсовое положение. В случае задержки перевода (недовод остряка из-за попадания какого-либо предмета между остряком и рамным рельсом) после выдержки времени, соответствующей срабатыванию термического реле *T*, пусковое реле, выключается и снимает рабочее напряжение с линейных проводов.

## § 9. Пятипроводная схема управления стрелочными приводами с электродвигателями трехфазного переменного тока

Разработанная ПромтрансНИИпроектом пятипроводная схема управления стрелочными приводами предназначена для применения на передвижных ж.-д. путях (рис. 72). Схема работает от сети трехфазного тока напряжением 220 В при соединении обмоток электродвигателя звездой или 127 В при соединении треугольником. Включение рабочих и контрольных цепей схемы осуществляется малогабаритными штепсельными реле. Схема может применяться и в устройствах электрической централизации на станции при наличии надежных источников питания переменного тока. Питание приборов-реле предусматривается от выпрямителей или аккумуляторной батареи напряжением 24 В.

Для перевода стрелки в минусовое положение (на схеме стрелка находится в плюсовом положении) дежурный нажимает на минусовую кнопку или поворачивает рукоятку стрелочного коммутатора.

Контактами кнопки включается пусковое реле *НПС*, которое, возбудившись, контактами 41—42, 21—22 и 61—62 подает рабочее напряжение на линейные провода 1—3—5, которые через контакты автопереключателя подключаются к обмотке электродвигателя и стрелка переводится в минусовое положение. Фаза 3 проходит через токовую обмотку реле *НПС*, подключенную к зажимам реле 1, 3.

Одновременно контактами 81—82 реле *НПС* к обмотке реле *СФ* подключается конденсатор. Реле *СФ*, получив питание, притягивает якорь и контактами 61—62 и 41—42 включает реле *ППС*, которое перебрасывает поляризованный якорь и контактами 111—112—113 и 141—142—143 изменяет порядок подключения фаз к линейным проводам. Контактами 131—132—133 реле *ППС* обрывается цепь первоначального реле *НПС*. При протекании тока по низкоомной токовой обмотке реле *НПС* во вторичной обмотке индуцируется ток, который выпрямляется через диод *Д1* и замкнутые контакты 81—82 реле *СФ*. Выпрямленный пульсирующий ток создает постоянную составляющую магнитного потока, которая удерживает нейтральный якорь реле *НПС* в притянутом поло-

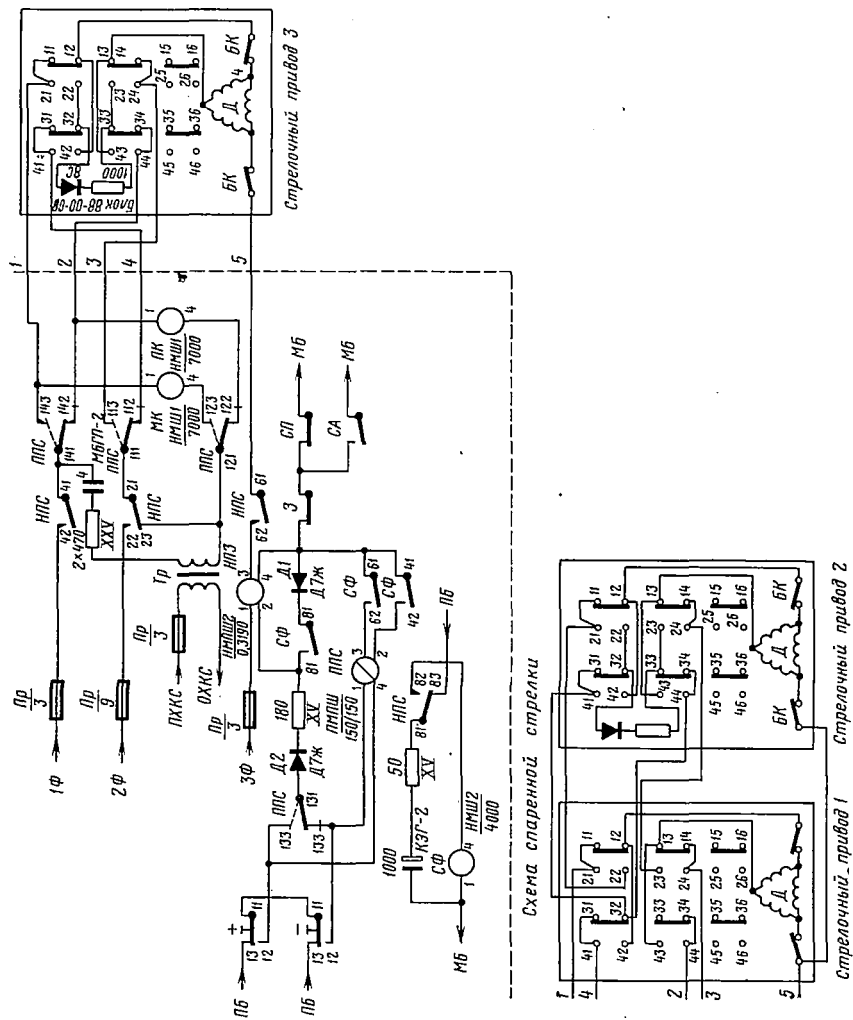


Рис. 72. Пятипроводная схема управления электродвигателем переменного тока стрелочных приводов

жении до конца перевода стрелки. Дiod  $D_2$  исключает во время перевода стрелки протекание постоянной составляющей тока от диода  $D_1$  через обмотку реле ППС.

После полного перевода стрелки контакты автoperеключатeля размыкаются и отключают линейные провода от обмоток электродвигателя. Реле НПС, потеряв питание, размыкает контакты в рабочей цепи и подключает тыловыми контактами 21—23 цепи минусового контрольного реле МК к линейным проводам 1—3. Контрольные реле притягивают якорь только в случае совпадения положения автoperеключатeля с положением поляризованного якоря реле ППС. Если во время перевода стрелки отключается питание в одной из фаз источника питания или при работе электродвигателя с проскальзыванием фрикциона при попадании предмета между острием и рамным рельсом через 7—8 с после выдержки замедления, создаваемого конденсатором 1000 мкф, реле СФ отпустит якорь. Контактными реле выключается цепь питания пускового реле НПС, оно отпускает свой якорь и контактами 41—42, 21—22, 61—62 отключает обмотки электродвигателя. При отсутствии фазы 3Ф реле НПС отключает электродвигатель без выдержки времени.

#### § 10. Кодовая централизация для управления стрелками и сигналами

Рассмотренные системы релейных централизаций позволяют осуществлять управление стрелками и сигналами на весьма значительных расстояниях, однако устройство одного поста централизации связано с большим расходом дефицитных кабелей. Увеличение расстояния требует по условиям падения напряжения увеличения сечения проводов. Для целого ряда цепей управления и питания требуется дублирование жил кабеля, что увеличивает общее число жил. В условиях карьерного ж.-д. транспорта прокладка многожильных кабелей большого сечения осложнена горно-геологическими условиями и сложностью защиты кабелей от повреждений.

Для управления стрелками с помощью малопродовных схем телеуправления разработан ряд систем. Наиболее приемлемыми для карьерного ж.-д. транспорта являются система РПК-2 (релейно-полярно-кодовая система ТУ) и система СКЦ-67 (станционная кодовая централизация).

Релейно-полярно-кодовая централизация проста по конструкции, построена на релейных элементах и надежна в эксплуатации.

На рис. 73 приведены аппаратура и структурная схема системы. С помощью РПК-2 можно передавать управляющие и известительные кодовые приказы по двухпроводной воздушной или кабельной линии. На карьерах преобладает прокладка воздушных линий.

Сигналы управления передаются с поста централизации полярным кодом, т. е. импульсами постоянного тока различной поляр-





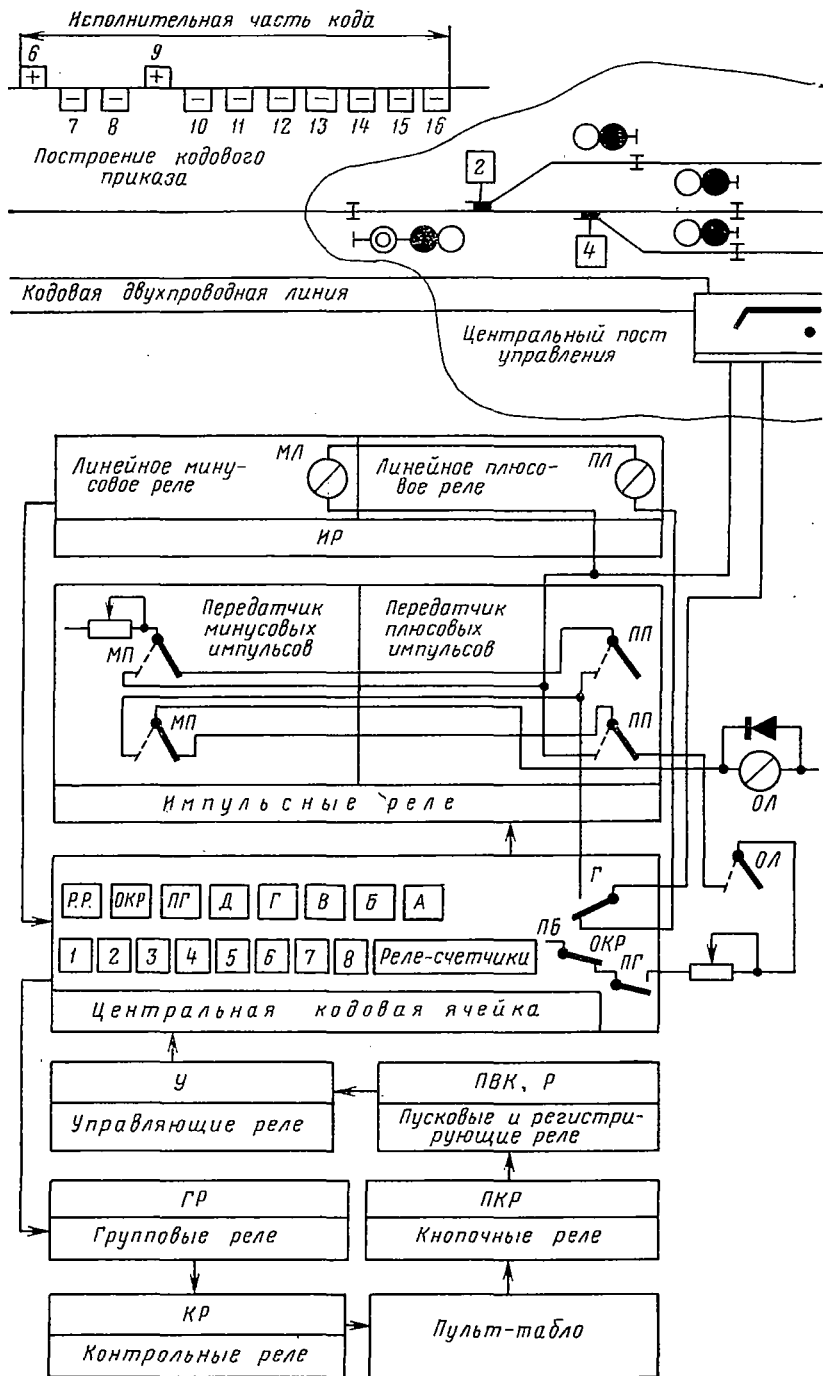


Рис. 73. Структурная схема релейно-полярнокодовой централизации РПК-2 ЦНИИ МПС

ности. Сигналы извещения передаются с линейного пункта (релейная будка, релейный шкаф) аналогичным кодом. Код сигнала состоит из 16 импульсов. Нулевой предварительный импульс имеет всегда положительную полярность, приводит систему устройств в рабочее состояние и дает преимущество управляющему сигналу перед известительным. Импульсы с 1 по 5 служат для выбора группы управляемых или контролируемых объектов, а импульсы с 6 по 15 являются исполнительной частью кода и служат для передачи команды об изменении в состоянии объекта управления (перевод стрелки, открытие сигнала, занятие рельсовой цепи локомотивосоставом), известительные приказы аналогичны по структуре управляющим.

Продолжительность передачи импульса и интервала составляет 70—80 мс, время передачи всего приказа, т. е. 16-ти импульсов, равно 2,5 с.

Дальность передачи кода зависит от напряжения линейной батареи. При напряжении 24 В дальность передачи составляет 4,5 км, при увеличении напряжения дальность увеличивается.

Система РПК-2 позволяет осуществлять управление и контроль за 50 двухпозиционными объектами, разделенными на пять групп по 10 объектов в каждой группе. Добавлением в пункте приема избирательной ячейки с установленными в ней пятью реле емкость системы может быть увеличена до 100 объектов (10 групп по 10 объектов).

Аппаратура этой системы изготавливается Харьковским заводом МПС серийно в виде кодовых ячеек со штепсельным включением. Аппаратура линейного и центрального пунктов одинакова и взаимозаменяема.

## § 11. Устройства управления стрелками и сигналами на передвижных путях

На открытых горных разработках по мере продвижения фронта работ пути переукладываются или передвигаются. Обычно интервал между двумя передвижками забойного пути не превышает 2—3 месяцев. Стрелки в местах примыкания забойных путей к откаточным передвигаются значительно реже. Сложные условия работы затрудняют применение устройств автоматики и телемеханики для организации движения поездов.

Для передвижных путей, в силу специфических условий, трудно приспособить существующие устройства автоматики и телемеханики как по техническим, так и по экономическим соображениям. Непрерывное изменение местоположения забойных путей в ряде случаев требует внесения изменений в схемы расположения откаточных путей и организации движения по ним. Внесение изменений в такие системы оказывается практически невозможным, так как требуется новый проект, увязка, согласование и утверждение всех изменений, а также переделка оборудования или его

изготовление, ремонт и другие работы. Срок выполнения таких работ составляет 2—3 месяца, а иногда больше.

Дальнейшее увеличение перевозок на карьерах настоятельно требуют внедрения средств автоматики и телемеханики на передвижных ж.-д. путях.

Рассмотрим системы и средства централизации управления стрелками и сигналами, которые разработаны для передвижных путей и внедряются в настоящее время.

## § 12. Аппаратно-релейно-блочная электрическая централизация стрелок и сигналов

Система разработана в 1956 г. Всесоюзным научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта. В этой системе релейные устройства совмещены с аппаратом управления, поэтому система названа «аппаратно-релейная блочная централизация» (АРБЦ). Структура схемы электрической централизации приве-

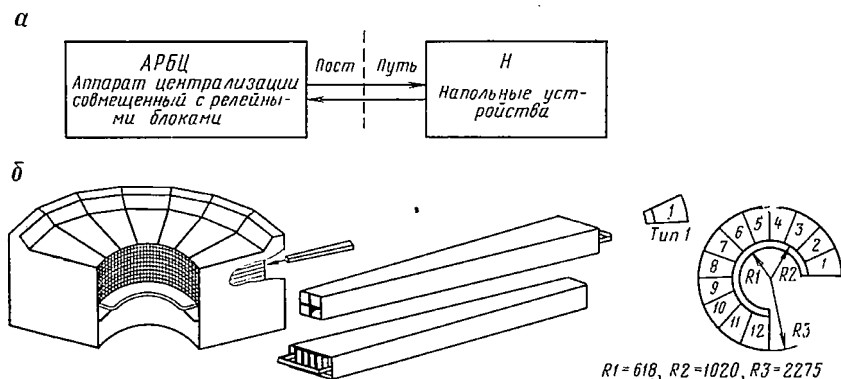


Рис. 74. Релейная централизация типа АРБЦ:  
а — структурная схема АРБЦ; б — блочный централизатор

дена на рис. 74, г. Весь комплекс постовых устройств может быть поставлен на место установки в готовом виде. Для уменьшения занимаемой площади помещения поста блочный централизатор (рис. 74; г) имеет цилиндрическую форму, при этом рабочая часть его состоит из сотообразных ячеек. Каждая ячейка, а также вставляемый в нее аппаратно-релейный блок имеет форму усеченной пирамиды. При этом площадь меньшего основания имеет форму квадрата (8×8 см) и обращена к дежурному по станции, а площадь большого основания имеет форму прямоугольника (8×15 см).

На передней (квадратной) части блока располагаются коммутаторы, лампы индикации, а сзади (на прямоугольной части) — штепсельные устройства, которые служат для включения блока в общую схему электрической централизации.

Релейные блоки располагаются в ячейках блочного централизатора по схеме путевого развития станции.

В настоящее время разработано четыре разновидности секций блочного централизатора на 25, 50, 75 и 90 ячеек, которые соответствуют 5, 10, 15 и 18 путям. В нижней части каждой секции блочного централизатора предусматриваются шины питающих устройств блоков, предохранители, лампы, сигнализирующие о перегорании предохранителей, клеммы для подключения жил кабеля напольных устройств, кабельные муфты.

Все типы блоков имеют одинаковые габариты. Число типовых блоков, из которых составляются постовые устройства любой централизуемой станции, равно 5 и, кроме того, установлен один блок свободного монтажа. Масса наиболее тяжелого блока не превышает 12 кг.

Для максимального сокращения площади лицевой панели блоков реконструирована вся релейная аппаратура, трансформаторы и другие элементы, размещаемые внутри блоков.

В системе АРБЦ предусматриваются реле двух типов: нейтральные и поляризованные. Реле отвечают требованиям, предъявляемым к реле типа НМШ, и рассчитаны для работы в условиях тряски.

Типизация схем и конструкций системы АРБЦ доведена до 97—99%. Для работы системы разработаны универсальные электронные фазочувствительные путевые приемники рельсовых цепей, рассчитанные на работу в двухниточных, однопиточных и рельсовых цепях с путевыми дросселями при электротяге постоянного тока, а также при электротяге переменного тока промышленной частоты.

Для сокращения расхода кабеля рекомендуется применять кабель с диаметром жилы 0,7 мм.

Для управления и контроля одной одиночной или спаренной стрелки используются две жилы кабеля, не требующие дублирования с увеличением расстояния.

Для управления и контроля двух- и трехзначного светофора необходимы 2—3 жилы кабеля, также не требующие дублирования с увеличением расстояния. Внутрипостовой кабель для соединения релейных стативов с аппаратом управления не нужен.

Объем работ по проектированию системы АРБЦ значительно сокращается, так как отпадает необходимость в составлении принципиальных и монтажных схем.

### § 13. Электрическая централизация на передвижных путях

Устройства электрической централизации для передвижных ж.-д. путей так же, как и в обычной централизации, делятся на напольные и постовые.

На Соколовско-Сарбайском горнообогатительном комбинате для управления стрелками и сигналами на посту «Скальный»,

путевая схема которого представлена на рис. 75, смонтирована специальная централизация.

Груженный состав из 5 думпкаров типа ВС-100 с электровозом ЕЛ-1 проходит через блок-пост без остановок. Порожные составы, как правило, при выходе груженого находятся перед светофором *Н8*.

Схема установки и разделки маршрутов имеет отличие от типовых схем в том, что исполнительная группа реле сосредоточена на одном посту, а напольные устройства расположены на небольшом расстоянии от поста централизации.

В схеме используется комплект замыкающих и маршрутных реле, которые обеспечивают надежное замыкание стрелок в маршруте. Размыкание маршрута при движении поезда осуществляется последовательным возбуждением маршрутных реле *1М* и *2М*, причем очередность их работы меняется в зависимости от направления движения. После возбуждения маршрутных реле и свободы стрелочных секций, становится под ток замыкающее реле, которое позволяет установить следующий маршрут.

Рассмотрим работу схемы при установке маршрута приема по сигналу *Н9* в первый тупик.

После перевода стрелок *4/3* и *5* по маршруту и возбуждения реле *Н9У* от нажатия сигнальной кнопки *Н9К* создается цепь питания для сигнального реле: плюс батареи *ПБ*, контакты *11—12* кнопки перекрытия сигналов *ОСК*, фронтной контакт *21—22* реле *ПП* и *ЧЗ*, обмотка сигнального реле *Н9С*, фронтной контакт *21—22* реле *Н9У*, контакт *11—12* реле *ЧЗП* и реле *1/3 ПК*, тыловой контакт *11—13* реле *1/3 МК*, контакты *31—33* реле *РПР*, через фронтные контакты *11—12* всех повторителей стрелочных путевых реле тыловой контакт *11—13* реле *5 МК* и фронтной контакт реле *11—12 5 ПК*, контакты *41—42* реле *НЗП*, тыловой контакт *21—23* реле *Ч1У* и контакт *11—13* сигнального реле *Ч1С*, контакты *11—12* реле контроля занятости тупика *1ТЗ* и минус батареи *МБ*.

В схеме включения сигнального реле контролируется: свобода всех изолированных стрелочных и путевых участков, входящих в маршрут, положение стрелок (ходовых и охранных) и отсутствие установленных враждебных маршрутов, обесточенное состояние замыкающего реле данного направления и отсутствие искусственной разделки маршрута.

После возбуждения сигнального реле обрывается цепь питания замыкающего реле *НЗ*, через отпавшие контакты которого создается цепь подпитки реле *Н9С* и через собственный контакт.

В схеме предусмотрено автоматическое перекрытие светофора на запрещающее показание только после прохода последнего ската за светофор. При движении поезда и занятии изолированного стрелочного участка *1—3 СП* основная цепь питания сигнального реле разрывается контактами путевого реле *1—3 СП*. Сигнальное реле продолжает получать подпитку по вспомогательной цепи,





Управление стрелками и сигналами в данной системе производится с пульта-табло, набранного из отдельных световых элементов и кнопок. Пульт-табло устанавливается на столе у дежурного. Общий вид пульта-табло приведен на рис. 76.

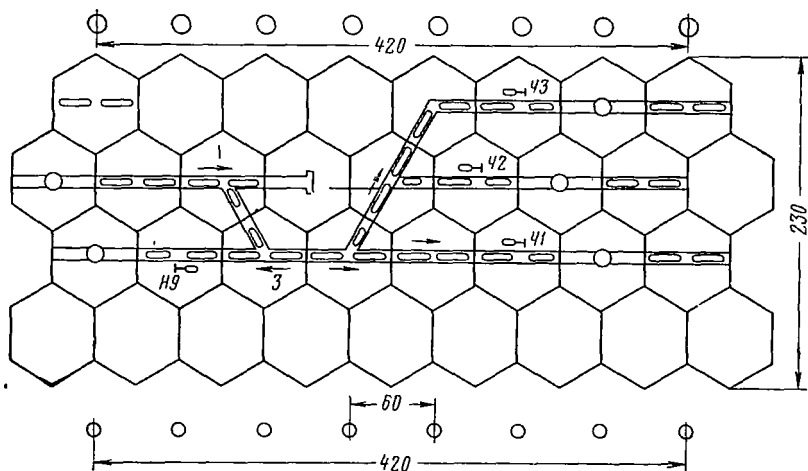


Рис. 76. Наборные пульт-табло

#### § 14. Системы управления стрелочными переводами с движущегося локомотива

Киевским институтом автоматики разработаны системы радиопередачи стрелочными переводами (автор к. т. н. В. В. Федоровский).

В этих системах канал управления и контроля образуется путем использования радиопередающего и радиоприемного устройств, настроенных на одну и ту же несущую частоту. Для разделения сигналов, подаваемых на пункт управления, каждому сигналу присвоена отдельная поднесущая частота. Дальность радиопередачи (радиус действия передатчика) 500 м.

На рис. 77 приведены структурные схемы, система и общий вид установки аппаратуры радиопередачи.

Блок-схема командопередающего устройства состоит из пульта управления с шифратором. На пульте установлены коммутаторы для включения команды перевода стрелки в плюсовое или минусовое положение, а также две контрольные лампочки (красная и зеленая). Зеленая лампочка загорается при подаче напряжения на командопередающее устройство. Красная лампочка включается при посылке радиосигнала до момента отмены. Шифратор представляет собой синусоидальный генератор фиксированных частот с Г-образным четырехполюсником и усилителем. Передатчик представляет собой автогенератор высокой частоты. Внешний контур



генератора, на который нагружена антенна, собран по сложной схеме. Генератор работает в диапазоне 27 МГц с частотной модуляцией. Питание цепей шифратора и передатчика осуществляется от блока питания. Напряжение накала 6,5 и 12,6 В, анодноэкранное напряжение 280÷290 и 700—750 В.

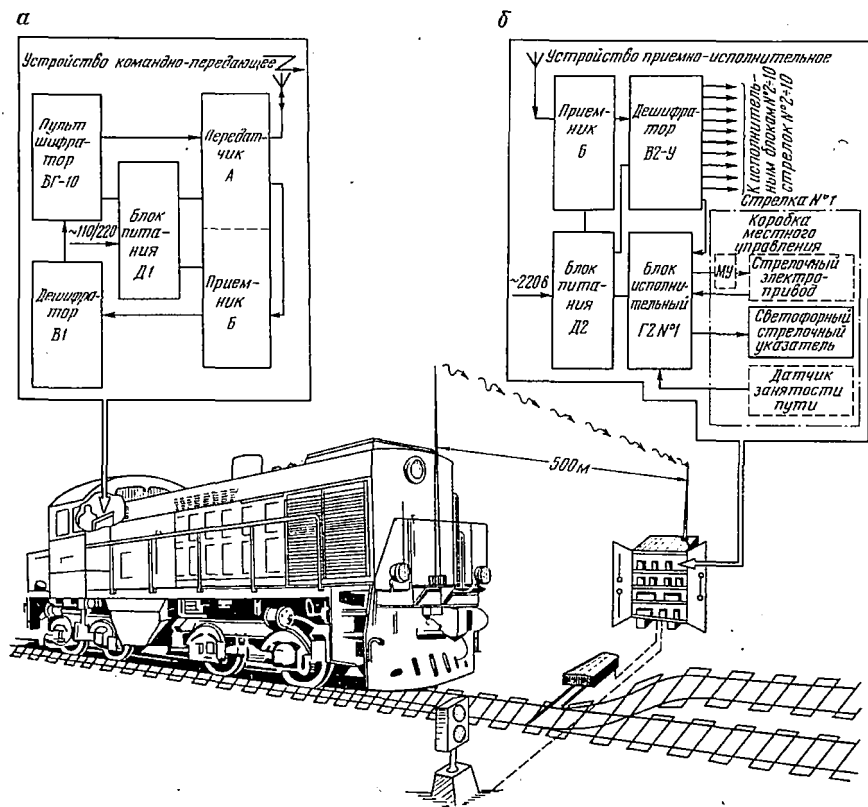


Рис. 77. Система управления РУСП-10:

а — блок-схема командно-передающего устройства; б — блок-схема приемно-исполнительного устройства

Блок-схема приемно-исполнительного устройства усиливает принятый сигнал до величины, обеспечивающей работу дешифратора. Дешифратор выделяет команду на перевод стрелки и преобразует ее в импульс постоянного тока, который поступает в кодовую ячейку и возбуждает соответствующие реле. Kontakтами реле кодовой ячейки производится включение исполнительных пусковых реле релейной ячейки. Пусковые реле включают электродвигатель стрелочного привода. Кодовая ячейка собрана на реле типа РП-5 и кодовых штепсельных реле типа КДРШ.

В релейную ячейку устанавливаются штепсельные малогабаритные реле типа НМШ первого класса. Схема включения стрелки может быть применена с учетом питания электропривода как постоянным, так и переменным током.

Система радиоуправления обеспечивает следующие операции: после перевода стрелки происходит электрическое замыкание стрелки в маршруте с контролем соответствия поданной команды

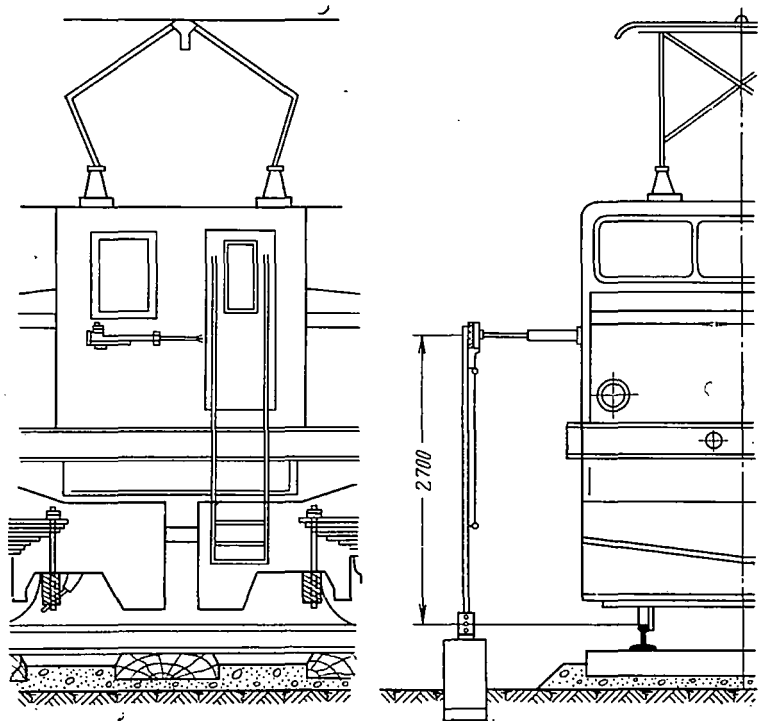


Рис. 78. Общий вид и установка откидного рычага на локомотиве

и положения стрелки; автоматическое размыкание маршрута по истечении выдержки времени и фактического освобождения стрелочного изолированного участка; возврат стрелки в крайнее положение при ее неполном переводе; автоматическая смена огней на светофорах, ограждающих стрелку с разрешающего показания на запрещающее и наоборот.

На случай, если по каким-либо причинам не произойдет разделка маршрута, в релейном шкафу установлена специальная кнопка разделки маршрутов, с помощью которой можно восстановить нормальную работу системы радиоуправления.

Вторым вариантом управления стрелками на погрузочных и разгрузочных пунктах является перевод стрелок с движущегося локомотива с помощью контактных датчиков (рис. 78). Такие уст-

ройства смонтированы на Ново-Криворожском и Оленегорском горнообогатительных комбинатах.

На первом этапе внедрения в качестве датчика для перевода стрелки принят контактный датчик механического типа. Датчик состоит из наполных и локомотивных устройств. К наполным устройствам относится экранный щит из нержавеющей стали, укрепленный на деревянной или металлической опоре. Опора устанавливается на расстоянии 2450 мм от оси пути. Экран укрепляется на уровне стекол кабины машиниста, высота от уровня головки рельса составляет 2700 мм. К локомотивным устройствам относится откидной рычаг с контактной щеткой.

Подключение датчика к реле, установленным в релейном шкафу, осуществляется с помощью одной кабельной жилы. Для управления стрелкой в релейной шкафу устанавливаются реле выбора направления движения, которые включены по взаимоисключающей схеме. Стрелка оборудуется стрелочным электроприводом типа СП2Р с двигателем постоянного тока на напряжение 160 В.

Для перевода стрелки в нужное положение после получения на это согласия по радиосвязи от дежурного локомотивная бригада должна, подъезжая к наполному экрану, отжать рычаг локомотивного датчика с таким расчетом, чтобы токосъемник рычага коснулся экрана. В результате касания образуется электрическая цепь и возбуждается соответствующее реле. Так, например, при движении в тупик 2 необходимо касание к экрану датчика П4, который подает питание к выпрямителю В4 (рис. 79) по цепи: зажим П<sub>3</sub> трансформатора ПТМ, предохранитель контакта, контакт 21—22 реле СП, тыловые контакты 61—63 реле П2, П1, П3, зажим 3 выпрямителя В4. Второй полюс выпрямителя со стороны переменного тока получает питание по цепи: зажим 5 трансформатора ПТМ, предохранитель ПР6, сопротивление 2,2 Ом, разрядник РВН-250, рельс, корпус локомотива, экран П4, кабельная жила и зажим 4 выпрямителя В4. Реле П4, получив питание, притягивает якорь и через контакт 11—12 самоблокируется. Контакт реле П4 включается повторитель П1. Одновременно контактами 31—32 включается пусковое реле ПС по цепи: плюс батареи 24 В, контакты 31—32 реле П4, контакты 141—142 реле ПС, обмотка реле ПС, контакты 41—42 реле 1СП и минус батареи МБ.

Получив питание, реле ПС перебрасывает поляризованный якорь и включает рабочую цепь привода по цепи: РПБ, обмотка реле В, контакты 21—22 реле ПСВ, токовая обмотка ПС, контакты 11—12 и 121—123 реле ПС, контакты 21—11—12 автопереключателя, обмотка электродвигателя, блок-контакт привода, контакты 31—33 реле ПС, предохранитель ПР1 и РМБ.

После перевода стрелки контакты 11—12, 31—32 и 33—34 автопереключателя стрелочного привода размыкаются, отключая пусковое реле от рабочей цепи. Через отпавшие контакты реле ПС включается контрольное реле К. Реле К, встав под ток, создает цепь питания сигнального реле ЧС, которое контактами 11—12

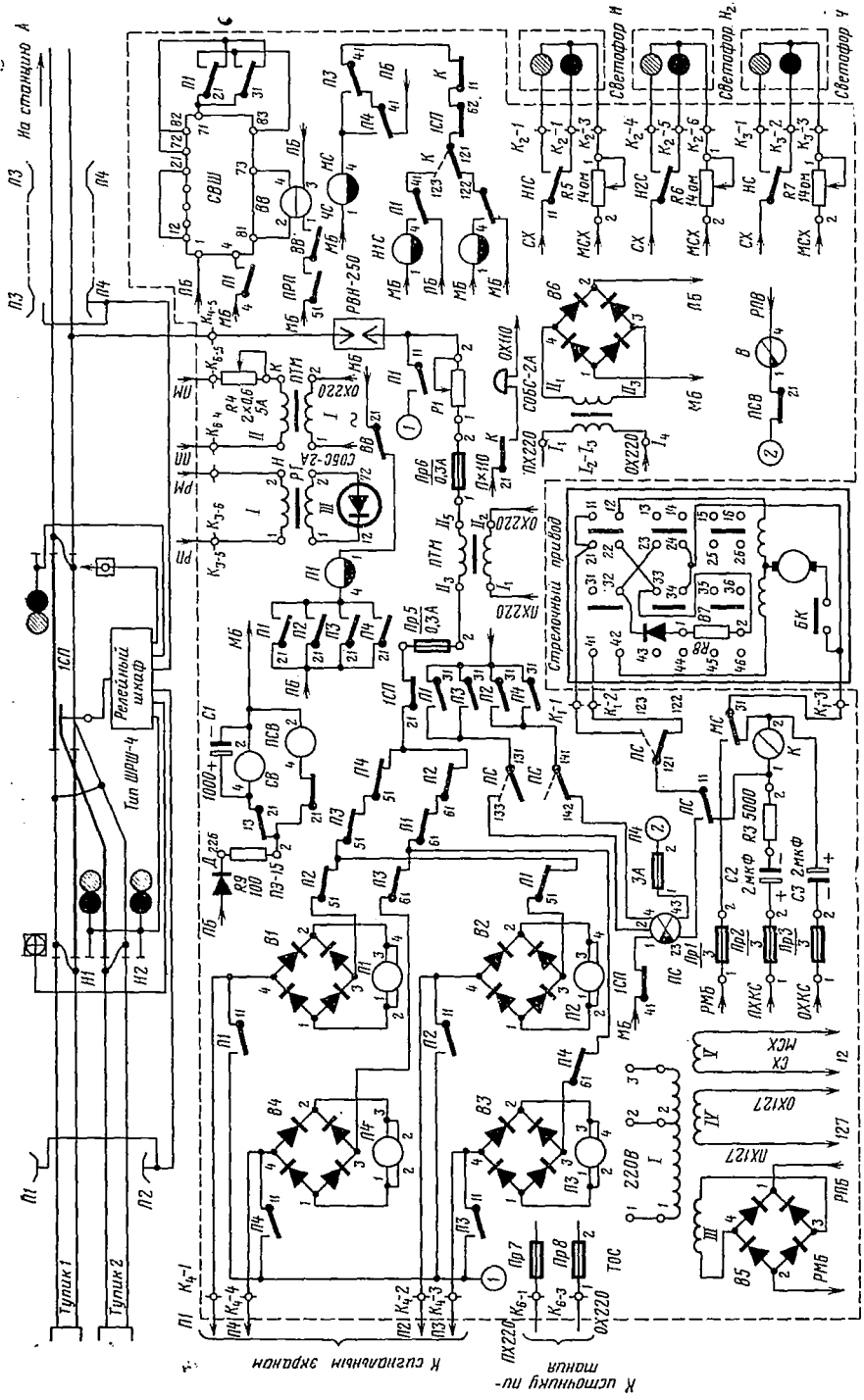


Рис. 79. Принципиальная схема перевода стрелки с локомотива с помощью откидного рычага:

ПБ — плюс батареи; МБ — минус батареи

включает на светофоре Ч желтый огонь, разрешающий поезду проследовать в тупик 2. На случай, если по каким-либо причинам перевод стрелки затягивается, предусмотрено отключение привода от рабочей батареи с помощью реле СВ и ПСВ.

При переводе стрелки одновременно с реле ПС получает питание реле В. Контактными 21—23 реле В отключает цепь питания реле СВ, но реле СВ продолжает удерживать якорь за счет энергии конденсатора С1. При длительном переводе реле СВ отпускает якорь и выключает цепь питания реле ПСВ, которое своими контактами 21—22 выключает рабочее напряжение в цепи электропривода. Если после задания маршрута следования он не используется, то происходит искусственная разделка маршрута с помощью каскада реле выдержки времени ВВ и СВШ.

Откидной рычаг может быть заменен любым токосъемником, который прикрепляется к корпусу локомотива.

Для размещения релейной и питающей аппаратуры в непосредственной близости от стрелки устанавливается релейный шкаф типа ШМ-2 или ШРШУ.

Для подачи звукового сигнала на релейном шкафу установлена сирена (ревун), питающаяся от сети напряжением 220 В.

В аварийных случаях перевод стрелки осуществляется с помощью съемной рукоятки. Эта рукоятка хранится в специальном корпусе телефонного аппарата, который устанавливается на релейном шкафу или поблизости в каком-либо другом месте. На локомотиве хранится ключ от этого корпуса.

При изъятии рукоятки из корпуса пусковые цепи стрелки замыкаются.

## § 15. Автоматическое управление стрелками

Автоматический перевод стрелок на передвижных ж.-д. путях имеет принципиальное отличие от рассмотренных систем в том отношении, что управление осуществляется без вмешательства транспортных работников. Такая система ввиду небольшого расхода аппаратуры и оборудования требует незначительных затрат (1,5—2 тыс. руб. на одну стрелку). Устройства автоматического управления отвечают требованиям правил технической эксплуатации промышленного железнодорожного транспорта (§§ 75, 76, 80), обеспечивая следующее:

контроль вреза стрелки с одновременным закрытием светофора, ограждающего стрелку; невозможность перевода стрелки под составом; открытие светофора, ограждающего стрелку, возможно при условии плотного прилегания остряка к рамному рельсу, механического запираания стрелки, и при условии, когда положение стрелки соответствует показанию светофора.

На рис. 80 приведен вариант автоматического перевода стрелки тупикового погрузочного пункта. Один тупик предназначен для

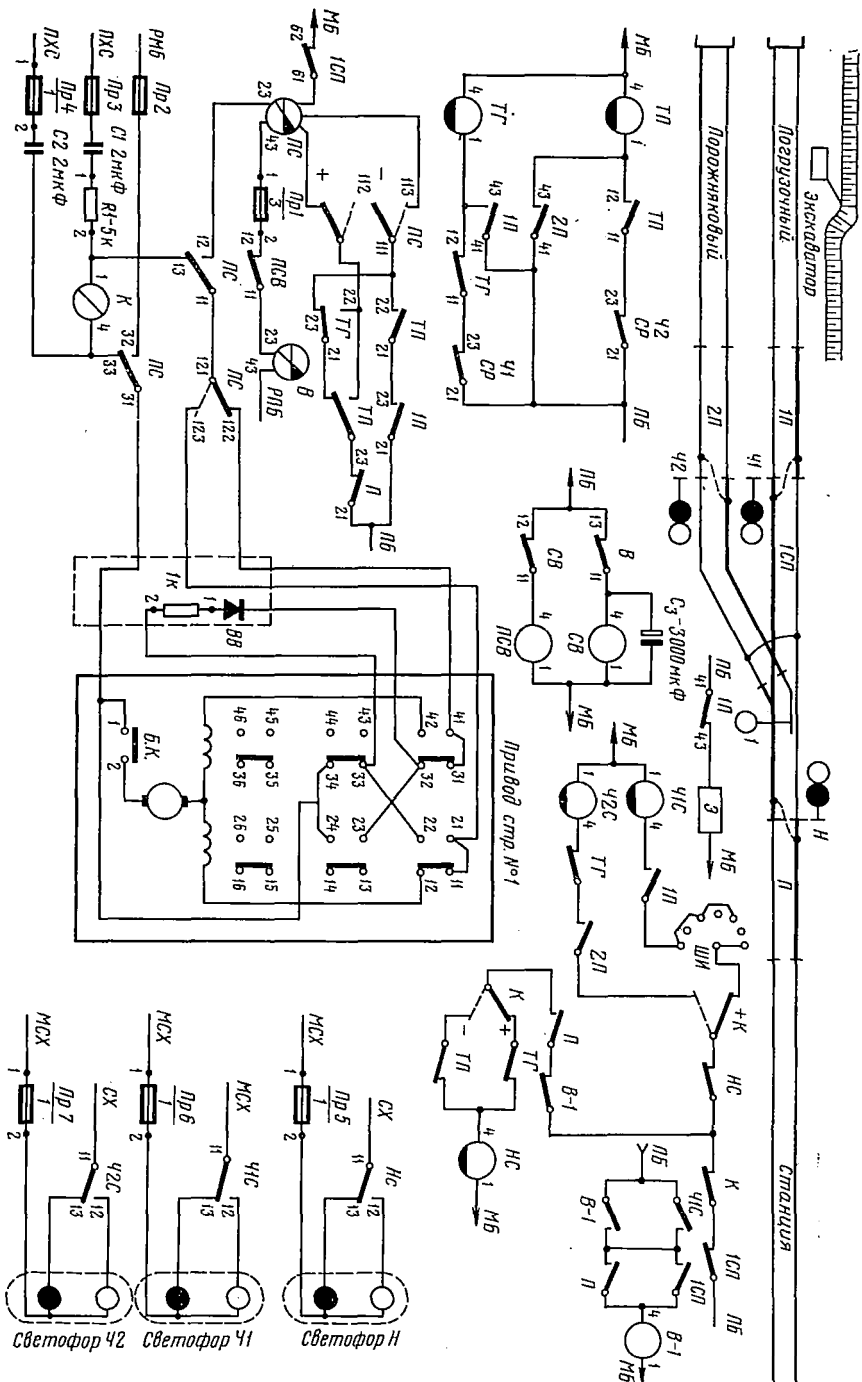


Рис. 80. Схема автоматического перевода стрелки тулковского погрузочного пункта.  
 ПБ — плюс батареи; МБ — минус батареи

погрузки, второй для отстоя порожних вагонов, ожидающих пере-  
становки под погрузку.

Принципы автоматизации заключаются в следующем:

стрелка оборудуется стрелочным приводом с устройством изо-  
лированного стрелочного участка;

стрелка ограждается светофорами, нормальное показание ко-  
торых принято запрещающее — красный огонь;

для выполнения необходимых зависимостей в схеме автомати-  
ческого перевода стрелки и смены показаний на светофоре перед  
входным и выходным светофорами устраиваются изолированные  
участки.

Аппаратура управления размещается в релейном шкафу типа  
ШРШ4, ШРШ6.

Автоматический перевод стрелки и переключение показаний на  
светофорах основаны на взаимодействии рельсовых электрических  
цепей (изолированных участков) при вступлении на них поезда и  
заключается в следующем: при вступлении поезда, следующего в  
тупик погрузки (при условии его свободности), на изолированном  
участке *П* возбуждается сигнальное реле *НС* сигнала *Н*, контак-  
тами которого на светофоре *Н* переключается цепь горения крас-  
ной лампы на зеленую. В цепи сигнального реле сигнала *Н* при его  
возбуждении контролируется:

• вступление поезда на изолированный участок *П* — тыловым  
контактом путевого реле;

свободность и исправность стрелочной изолированной секции  
*ICП* — фронтным контактом стрелочного путевого реле.

Правильность установки стрелки по маршруту — поляризован-  
ным контактом, плотность прилегания остряка к рамному рельсу —  
фронтным контактом стрелочного контрольного реле.

Свободность тупиков от подвижного состава — тыловыми кон-  
тактами реле *ТГ*, *ТП*.

Исключается возбуждение сигнального реле, а следовательно,  
появление на светофоре *Н* разрешающего показания при отпра-  
влении поезда из погрузочного тупика на станцию — тыловым кон-  
тактом вспомогательного реле.

При вступлении поезда на изолированный участок *IP* путево-  
е реле тыловым контактом *41—43* включает вспомогательное реле  
*ТГ*, после чего оно блокируется через собственный контакт *11—12*  
и контакт сигнального реле. Реле *ТГ*, контролирующее въезд со-  
става в погрузочный тупик будет оставаться под током до тех пор,  
пока состав не будет из него отправлен. При приемке следующего  
состава в тупик отстоя, после вступления поезда на участок *П*,  
возбуждается пусковое стрелочное реле *ПС* по цепи: *ПБ*, контакт  
*21—23* путевого реле *П*, контакт *31—33* вспомогательного реле  
*ТП*, контакт *21—22* реле *ТГ*, обмотка пускового стрелочного реле,  
контакт *61—62* реле *ICП* и *МБ*.

При возбуждении пускового стрелочного реле *ПС* на привод стрелки подается рабочее напряжение по цепи: *РПБ*, обмотка вспомогательного реле *В*, контакт *11—12 ПСВ*, предохранитель *ПР-1*, контакт *23—43* обмотки пускового стрелочного реле *ПС*, контакты *11—12; 121—123* реле *ПС*, контакты *21—11—12* автопереключателя стрелочного привода, обмотка стрелочного двигателя, блок-контакт *БК*, контакт *31—32* реле *ПС*, предохранитель *ПР-2* и *РМБ*.

В результате стрелка из плюсового положения переводится в минусовое. После перевода стрелки в минусовое положение возбуждается сигнальное реле *ПС* светофора *Н* и на нем меняется сигнал с красного на зеленый.

При вступлении состава на изолированный участок *2П* возбуждается реле *ТП*, контролирующее въезд подвижного состава в тупик отстоя и блокируется через собственный контакт *11—12* и контакт сигнального реле. Реле *ТП* будет находиться под током до тех пор, пока состав не будет отправлен из тупика.

При вступлении поезда на участок *1П* (отправление груженого состава) возбуждается пусковое стрелочное реле *ПС* по цепи: *ПБ*, контакт *21—23* реле *1П*, контакт *21—22* реле *ТП*, контакт *111—113* реле *ПС*, обмотка реле *ПС*, контакт *61—62* реле *1СП* и *МБ*. Стрелка переводится из минусового положения в плюсовое.

После выхода груженого состава и освобождения изолированного участка *СП* стрелка переводится в минусовое положение, открывается светофор *Ч2П*, машинист выводит локомотив за стрелку *1*, стрелка переводится в плюсовое положение и устанавливается маршрут в грузовой тупик.

В цепях возбуждения сигнальных реле выходных светофоров *Ч1С* и *Ч2С* контролируются свобода и исправность стрелочной изолированной секции, плотность прилегания остряка к рамному рельсу, вступление состава на изолированные участки, а также контролируется (тыловым контактом реле *ТГ*) свобода тупика погрузки, т. е. допускается перестановка состава из тупика отстоя под погрузку.

Шаговый искатель в цепи сигнальных реле замыкает и размыкает электрическую цепь реле *Ч1С*, замыкает цепь сигнального реле при отправлении из тупика и отключает цепь от источника питания при выезде состава в тупик.

На рис. 81 приведен один из вариантов двухпутного разъезда при следующем назначении путей: приемно-отправочный путь *1*, на котором производится погрузка; обгонный путь *2* приема порожняка.

Организация движения следующая. Состав, прибывающий под погрузку, проходит на *1* путь и при вступлении поезда на изолированный участок *АП* автоматически на входном светофоре *Н* запрещающий сигнал сменяется разрешающим. При приеме порожняка на второй обгонный путь автоматически переводится стрелка





*1* из нормального плюсового положения в минусовое, при этом на светофоре *H* запрещающий сигнал сменяется разрешающим. После освобождения составом стрелочной изолированной секции стрелка *1* возвращается из минусового положения в нормальное — плюсовое. Обгон порожнего состава по второму пути и втяжка для подачи под погрузку на первый путь осуществляется через стрелку *2*, оборудованную отжимными остряками. Отправление груженых составов производится по сигналу *Ч1*, на котором при вступлении подвижного состава на изолированную секцию *ГП* автоматически запрещающий сигнал сменяется разрешающим.

На рис. 82 приведен вариант автоматизации двухпутного разъезда с предохранительным тупиком. Путь *1* приемно-отправочный нечетного (порожнякового) направления; путь *2* приемно-отправочный четного (груженого) направления. Разъезд предназначен для увеличения пропускной способности перегона, на котором производится скрещение грузовых и порожних составов.

Отправление поезда с разъезда допускается только после прибытия на разъезд обоих составов с противоположных направлений, при этом организацией движения предусматривается прием поезда на разъезд со станции ранее, чем прием состава из карьера, т. е. прибывший со станции состав ожидает прибытия поезда с карьера. Принципиальная схема автоматизации разъезда составлена с учетом принятой организации движения. Устройства автоматизации разъезда включают следующие элементы: стрелки, оборудованные стрелочными приводами с устройствами изолированных стрелочных участков, разъезд со стороны прилегающих перегонов, огражденный двухзначными светофорами, при этом с приемо-отправочного пути *1* устанавливается выходной двухзначный светофор; изолированные участки *П* и путь *1* для выполнения необходимых зависимостей в схеме автоматического перевода стрелок и смены показаний на светофорах перед входным светофором.

Аппаратура управления размещается в релейном шкафу типа ШМ-2 или ШРШ4.

Работа схемы заключается в следующем: при вступлении на изолированный участок *1П* локомотивосостава следующего со станции на разъезд, возбуждается пусковое стрелочное реле *2/4ПС* (при условии свободности тупика в карьере) и стрелка *2/4* переводится из нормального плюсового положения в минусовое. На выходном светофоре *H1* запрещающий сигнал сменяется на разрешающий. При занятом тупике в карьере перевод стрелок *2/4* и открытие светофора *H1* исключаются с помощью блокирующего реле *Б*, контролирующего свободность тупика. Автоматический перевод стрелки *2/4* из минусового положения в плюсовое осуществляется после прохода составом стрелочного изолированного участка *2СП* и занятия участка *П*. После этого обесточивается реле *Б*, которое включает контактами *21—23* пусковое стрелочное реле *2/4ПС*, стрелка при этом переводится в нормальное плюсовое положение. При нахождении состава в карьере состав, прибываю-

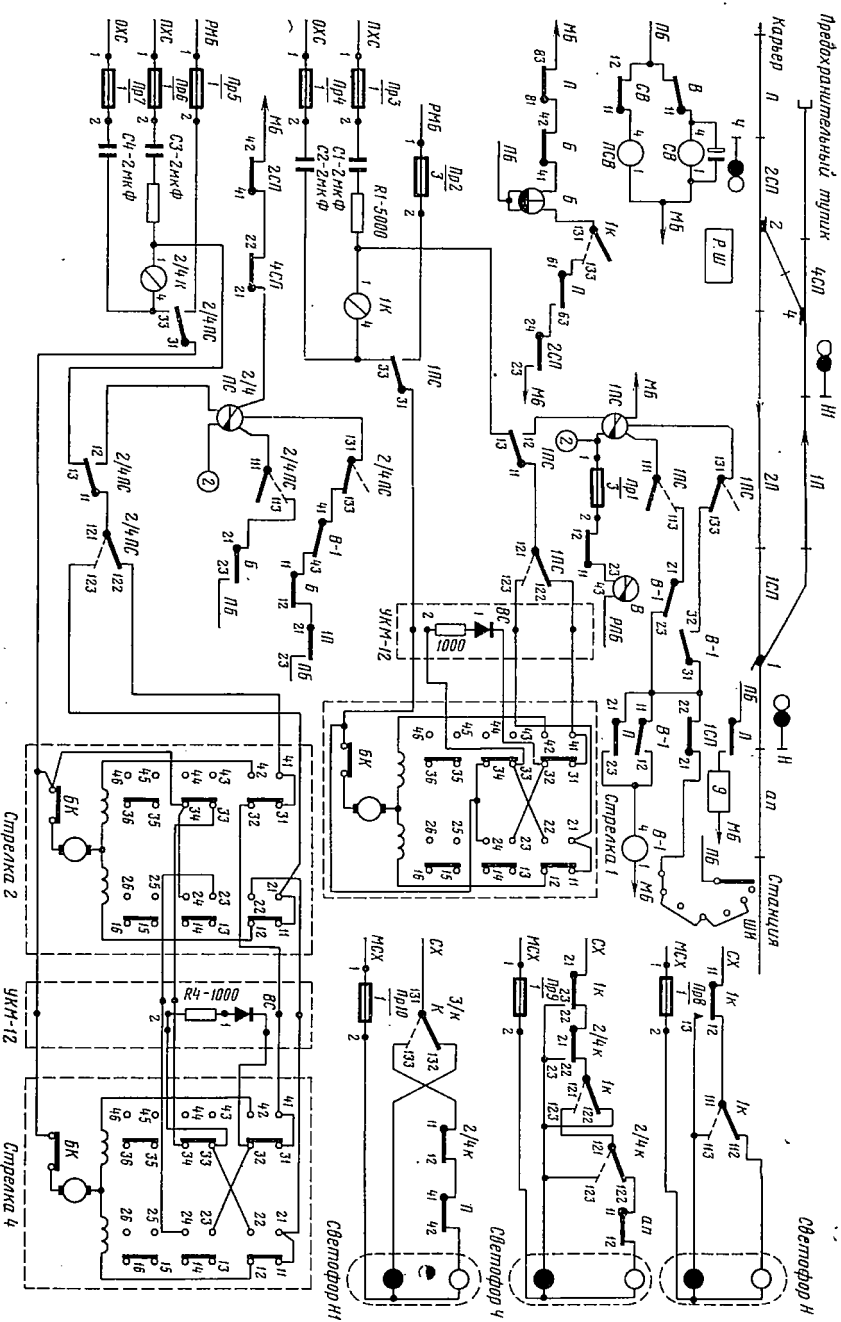


Рис. 82. Автоматический перевод стрелок погрузочного пункта с предохранительным тупиком

щий со станции, останавливается на пути 1 у закрытого светофора *Н1*, ожидая из карьера груженный состав, следующий без остановки по пути 2. После прохода груженого поезда и освобождения стрелочного изолированного участка *2СП* стрелки *2/4* автоматически переводятся в минусовое положение и на светофоре *Н1* запрещающий сигнал меняется на разрешающий.

Готовность маршрута для составов, следующих из карьера, осуществляется автоматически следующим образом: при вступлении поезда на изолированный участок *П* включается обмотка шагового искателя *ШИ* и шаговый искатель переключает щетки с одной панели на следующую, замыкая цепь вспомогательного реле *В-1*. Возбудившись, реле *В-1* самоблокируется и включает пусковое стрелочное реле *1ПС*, после возбуждения которого замыкается цепь стрелочного привода и стрелка *1* переводится из нормального плюсового положения в минусовое. Перевод стрелки в плюсовое положение осуществляется автоматически после проследования поездом стрелочной изолированной секции.

При вступлении состава на изолированный участок *П* (в случае отправления поезда в карьер) щетки шагового искателя перемещаются на один шаг на следующую панель, отключая питание от схемы пускового стрелочного реле *1ПС*. Таким образом шаговый искатель подключает питание к схеме перевода стрелки *1* всякий раз при следовании локомотивосоставов из карьера и отключает питание от схемы перевода стрелки *1* при следовании локомотивосоставов в карьер. Для защиты стрелочного привода от перегрева, при работе с пробуксовкой фрикциона, устанавливается комплект из трех реле (*В*, *СВ*, *ПСВ*), который отключает стрелочный привод от источника тока в случае, когда перевод стрелки продолжается более 8 с.

На Камыш-Бурунском железнорудном горнообогатительном комбинате в течение двух лет эксплуатируются устройства автоматизации трехпутного железнодорожного разъезда, разработанные силами работников ж.-д. цеха. Разъезд расположен на перегоне между станцией Промышленная и ж.-д. путями карьера и предназначен для увеличения пропускной способности и смены головы состава. Необходимость смены головы состава обусловлена местными условиями вождения поездов по перегону в четном и нечетном направлении локомотивом впереди состава. В соответствии с принятой организацией движения поездов по перегону на разъезде предусмотрены следующие пути: путь *1* отправочный на ст. Промышленная; путь *2* обгонный, служит для перестановки локомотива, прибывшего на разъезд со станции ст. Промышленная, в голове состава. После обгона локомотив устанавливается в хвост состава; путь *3* отправочный в карьер.

Разъезд включает следующие устройства автоматизации и сигнализации:

со стороны карьера разъезд огражден мачтовым линзовым,

трехзначным светофором; стрелки 2 и 5 оборудованы отжимными остряками; стрелка 4 оборудована электроприводом типа СПВ-5; стрелочные участки путей 3 и 4 оборудуются рельсовыми цепями длиной 12,5 м (одно рельсовое звено). Аппаратура управления размещена в релейном шкафу ШМ-1. Схема разъезда приведена на рис. 83.

При вступлении колесной пары локомотива (прибывшего на путь 3 со станции «Промышленная» и отцепленного от состава порожних думпкаров) на изолированный участок П обесточивается путевое реле этого участка, которое тыловым контактом 41—43 включает обмотку шагового искателя. Шаговый искатель переключает щетки с нулевой панели на следующую панель, замыкая цепь возбуждения вспомогательного реле В1 по цепи: плюс батареи ПБ, щетка шагового искателя, контакты 21—22 реле стрелочного изолированного участка 4СП, контакты 21—23 реле П, обмотка реле В-1 и минус батареи МБ. Вспомогательное реле В-1 возбуждается и самоблокируется через контакт 11—12. После возбуждения реле В-1 возбуждается пусковое стрелочное реле 4ПС по цепи: плюс батареи ПБ, щетка шагового искателя, панель шагового искателя, контакты 21—22 реле 4СП, контакты 31—32 реле В-1, контакты 131—133 реле 4ПС, контакты 2—1 обмотки реле 4ПС, минус батареи МБ и включает своими нейтральными контактами 11—12, 31—32 и поляризованными контактами 121—123 двигатель стрелочного привода. Стрелка переводится из плюсового положения в минусовое. При вступлении локомотива на стрелочный изолированный участок обесточивается реле 4СП, разрывая своими контактами 21—22 цепь реле В-1, которое в свою очередь тыловым контактом 21—23 подготавливает цепь возбуждения пускового стрелочного реле 4ПС. После освобождения локомотивом стрелочного изолированного участка возбуждается реле 4СП фронтовым контактом 21—22 замыкает цепь реле 4ПС по цепи: плюс батареи ПБ, щетка шагового искателя, панель шагового искателя, контакт 21—22 реле 4СП, контакт 21—23 реле В-1, контакт 111—113 реле 4СП, контакт 4—1 катушки реле 4ПС и минус батареи МБ. При возбуждении реле 4ПС включается двигатель стрелочного привода и стрелка переводится из минусового положения в плюсовое.

При отправлении состава в карьер и вступления его на изолированный участок П щетки шагового искателя перемещаются на следующую панель, отключая источник питания от цепи. Таким образом шаговый искатель подключает питание к схеме перевода стрелки всякий раз при обгоне локомотива и отключает при отправлении порожняка в карьер.

Из рассмотренных схем видно, что система автоматического перевода стрелок требует значительного расхода реле, кабеля и другой аппаратуры. Весь монтаж производится в релейном шкафу типа ШМ-2 или ШРШ-4, которые легко передвигаются по мере переукладки путей.

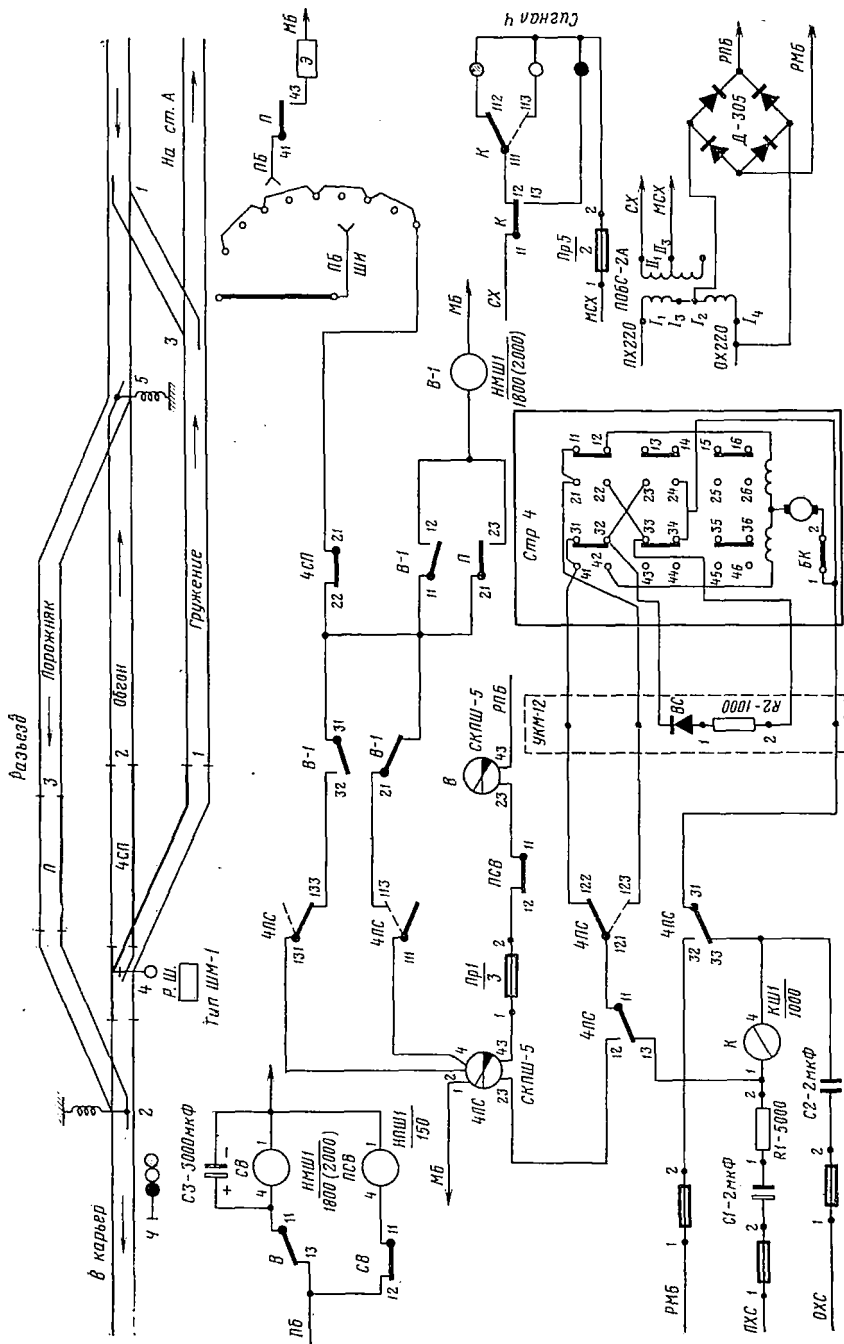


Рис. 83. Автоматический перевод стрелок трехфазного разъезда

## § 16. Отжимные стрелки

Отжимные стрелки в виде пружинных установок получили широкое распространение в США и Канаде.

Установка на одних концах разъездов отжимных стрелок вместо централизованных уменьшает стоимость диспетчерской централизации и сокращает время между проследованием груженого состава и отправлением в карьер порожнего состава.

Применение отжимных стрелок позволяет снизить стоимость строительства диспетчерской централизации примерно на 35% за счет экономии оборудования.

Отжимными стрелками могут оборудоваться пути, на которых установленная скорость составляет 35 км/ч.

Наиболее типичные объекты применения отжимных стрелок следующие: разъезды с жесткой специализацией путей, стрелки улавливающих тупиков двухпутной линии при одностороннем движении, стрелки кольцевого отвала (при интенсивном движении), разъезды, где производится обгон локомотива.

Применявшиеся на ж.-д. МПС отжимные стрелки системы инженеров Стенлковского и Некрасова были разработаны в увязке с семафорной сигнализацией. Замыкание стрелки в нормальном положении производилось посредством промежуточного приводного замка, включенного в семафорные гибкие тяги.

Отжимные стрелки указанной системы обладали конструктивными недостатками, вследствие чего после проведения опытной эксплуатации не получили дальнейшего распространения.

В настоящее время отжимные стрелки изготавливаются силами эксплуатационников в местных условиях, при этом к стрелкам предъявляются следующие основные требования.

1. При отжатии стрелки первой колесной парой стрелка должна находиться в отжатом положении до прохода всего состава. Для обеспечения указанного условия стрелка должна возвращаться в свое нормальное положение с замедлением.

Время, в течение которого стрелка должна находиться в отжатом положении, определяется из выражения:

$$t_3 = \frac{a}{v}, \text{ мин.},$$

где  $t_3$  — время замедления;

$a$  — максимальное расстояние между осями подвижного состава;

$v$  — скорость обращающихся поездов.

2. Отжимное устройство должно обеспечивать безотказную работу в любых атмосферных условиях.

3. Отжимная стрелка должна иметь приспособление для перевода ее ручным способом.

4. Для электрического контроля положения стрелки необходимо устанавливать конечные выключатели.

5. Отжимное устройство должно устанавливаться вне колес, справа или слева от стрелки.

Практическое применение отжимные стрелки нашли на Камыш-Бурунском горнообогатительном комбинате для ж.-д. колес 750 мм.

## § 17. Передвижные посты электрической централизации

Нашей промышленностью не изготавливаются специализированные передвижные посты для размещения работника по управлению централизованными стрелками и сигналами, а также для размещения релейной и питающей аппаратуры СЦБ.

Карьеры своими силами оборудуют стрелки устройствами дистанционного управления, а в качестве передвижного поста используют или старые, вышедшие из строя пассажирские и грузовые вагоны, либо изготовленные кустарным способом деревянные домики с санными полозьями или без них.

Все эти помещения обладают рядом существенных недостатков, из-за которых их применение на передвижных путях сильно затруднено. Одним из главных недостатков является непригодность вагонов для постов электрической централизации. Вагоны должны быть подвергнуты основательному капитальному ремонту, необходимо выполнить новую планировку помещений с устройством дверных и оконных проемов, устроить теплоизоляцию пола, стен и потолков, помещения должны быть оборудованы приборами отопления, вентиляции и освещения. Все это требует больших капитальных затрат.

Монтаж, демонтаж и установка такого поста требует значительных затрат времени и рабочей силы. Затрудняется уборка поста во время проведения взрывных работ в карьере, посты не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к помещению, в котором предусматривается круглосуточная работа дежурного.

Отечественной промышленностью изготавливаются для широкого потребления разнообразные по своему назначению передвижные дома. Некоторые из этих домов могут быть с меньшими затратами переоборудованы для постов электрической централизации.

В прейскуранте № 21—08 оптовых цен на передвижные дома приведены паспортные данные передвижных домов 63 различных наименований.

Согласно прейскуранту, цена одного передвижного дома в зависимости от его назначения колеблется от 1000 до 4000 руб. Некоторые типы этих домов могут использоваться под временные посты электрической централизации 10—15 стрелок для работы на передвижных путях.

Для примера приводятся основные технические и эксплуатационные характеристики вагона-дома ВД-8М, изготавливаемого Вышневолоцким деревообрабатывающим заводом Министерства лесной и деревообрабатывающей промышленности.



Вагон-дом ВД-8М представляет собой прицепную конструкцию, состоящую из кузова, смонтированного на специальной металлической раме с поворотной тележкой и дышлом, двумя осями, рессорами и колесами на грузолентах или пневматике. Кузов вагона собирается из отдельных элементов: двух боковых щитов, двух торцевых щитов, двух перегородок, пола и крыши. Щиты состоят из деревянного каркаса и обшивок: наружной из листовой стали по жесткой древесно-волокнистой плитке и внутренней — из фанеры. Между обшивками укладывается теплоизоляция, которая состоит из пористой древесно-волокнистой плиты и водонепроницаемой бумаги.

Крыша и пол вагона также имеют теплоизоляцию из пористой древесно-волокнистой плиты.

Кузов вагона разделен перегородками на три части: два отдельных жилых помещения и тамбур. Жилые помещения оборудуются диванами, полками, столами, шкафами, стульями. Тамбур-котельная оборудуется котлом ВНИИСТО-МЦ, баком для воды, умывальником, зеркалом и туалетной полочкой.

Вагон-дом имеет водяное отопление, горячее и холодное водоснабжение, электроосвещение, вентиляционное устройство.

#### Техническая характеристика

Размеры, мм:	
длина . . . . .	10170
ширина . . . . .	2980
высота . . . . .	3880
Площадь, м <sup>2</sup> :	
жилых помещений . . . . .	17
тамбура . . . . .	2,8
Объем жилых помещений, м <sup>3</sup> . . . . .	37,4
Размеры кузова, мм:	
длина . . . . .	7840
ширина . . . . .	2740
высота . . . . .	2620
База вагона, мм . . . . .	4500
Колея, мм . . . . .	1900
Дорожный просpekt, мм . . . . .	340
Колеса-грузолента, мм:	
диаметр . . . . .	810
ширина . . . . .	185
Скорость транспортировки вагона, наибольшая,	
км/ч . . . . .	15
Масса вагона, т . . . . .	7,3
Оптовая цена, руб . . . . .	3390

## Глава VII

### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК

#### § 1. Эффективность устройств автоматики как средства обеспечения увеличения производительности

Автоматизация ж.-д. транспорта непосредственно влияет на рост производительности подвижного состава, так как за счет ускорения технологических операций сокращается продолжительность рейсов, что в свою очередь ускоряет оборачиваемость состава.

Движение по транспортной сети карьеров протекает по замкнутому циклу: забой — пункт разгрузки — забой. Продолжительность цикла составляет время оборота состава. На рис. 84 приведен график движения транспортного цикла для общепринятой схемы путевого развития. Время оборота состава может быть определено из графика движения по формуле

$$T_{об} = t_{п} + t_{з.м} + \Sigma t_x + \Sigma \tau_{ск} + t_{м.о} + t'_{м.о} + t_{т.о} + t'_{з.м} + t_{т}, \quad (70)$$

- где  $t_{п}$  — время погрузки думпкаров, мин;  
 $t_{з.м}$  — время, затрачиваемое на установку маршрута отправления с забойных путей и на связь с обменным пунктом, мин;  
 $\Sigma t_x$  — суммарное время хода поезда по перегонам и соединительным путям, мин;  
 $\Sigma \tau_{ск}$  — суммарное время скрещения поездов на станции и обменных пунктах, мин;  
 $t_{м.о}$  — время, затрачиваемое на установку маршрута на отвальном пункте, мин;  
 $t_{р}$  — время разгрузки думпкаров, мин;  
 $t'_{м.о}$  — время, затрачиваемое на установку маршрута отправления на отвале и на связь с обменным пунктом, мин;  
 $t_{т.о}$  — время, затрачиваемое на технический осмотр и опробование тормозов на станции, мин;

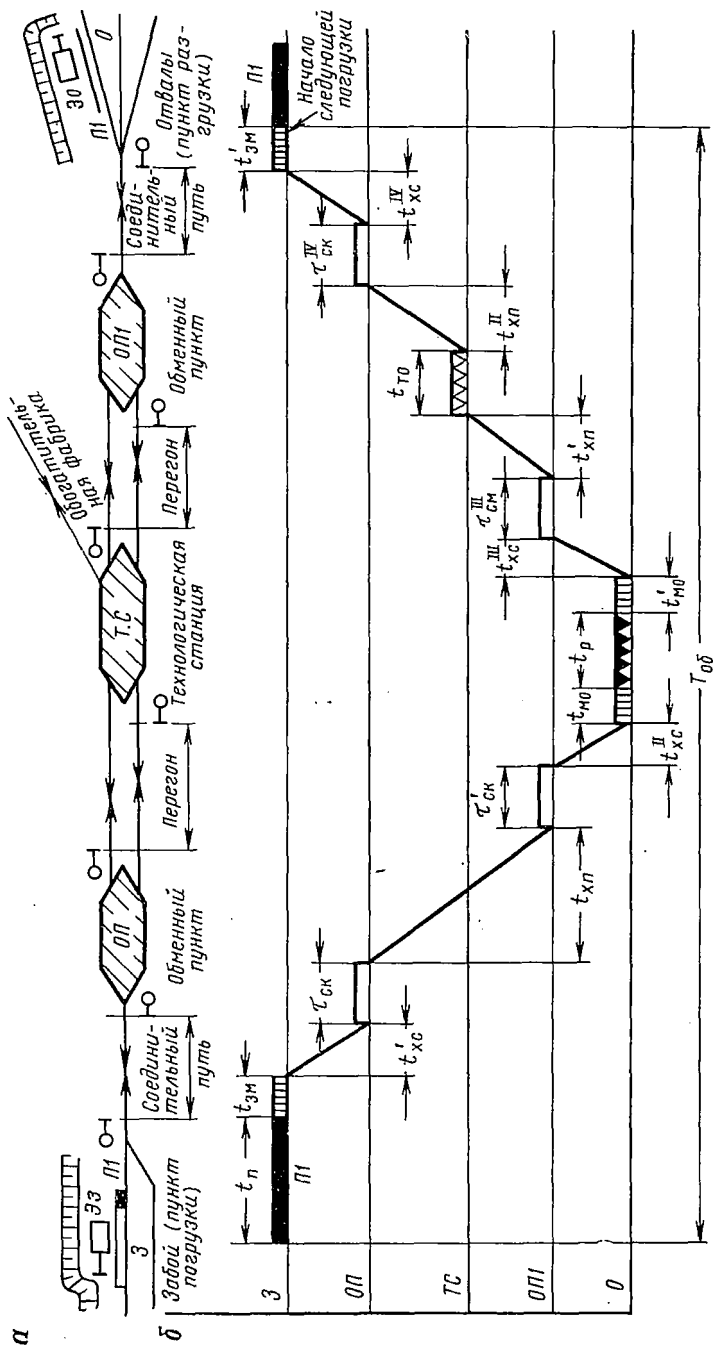


Рис. 84. Схема оборота состава: а — схема транспортной сети; б — график движения (полный цикл оборота)

$t'_{з.м}$  — время, необходимое на установку маршрута приема поезда в забой (учитывается в случае, если маршрут нельзя подготовить заранее), мин;

$t_T$  — время разгона и торможения поезда, мин.

Сокращение продолжительности рейса может быть достигнуто за счет уменьшения составляющих формулы (70)  $t_{з.м}$ ,  $\Sigma t_x$ ,  $\Sigma \tau_{ск}$ ,  $t_{м.о}$ , т.е. за счет сокращения времени выполнения операций по приему, отправлению и пропуску поездов, а также за счет увеличения скорости на отдельных пунктах, перегонах и соединительных путях.

Время, затрачиваемое на указанные операции, зависит от принятых способов управления и контроля ж.-д. объектами.

Увеличение ходовой скорости поезда может быть достигнуто сокращением станционных интервалов, числа остановок и организацией пачечного графика, т.е. нахождения одновременно нескольких составов на перегоне, оборудованном автоблокировкой.

Нормы времени на выполнение отдельных технологических операций в зависимости от средств и систем управления на отдельных пунктах и способов связи на перегонах определяются по справочнику или путем хронометражных замеров.

Увеличение числа оборотов состава при уменьшении продолжительности рейса за счет применения более совершенной системы управления определяется по формуле

$$\Delta n = n_2 - n_1 = 60 \frac{\alpha t_{см}}{T''_{об}} - 60 \frac{\alpha t_{см}}{T'_{об}}, \quad (71)$$

где  $n_1$  — число рейсов в смену при прежней системе управления;  
 $n_2$  — число рейсов в смену при новой более совершенной системе управления;

$t_{см}$  — продолжительность смены, ч;

$T''_{об}$  — время оборота при прежней системе управления, мин;

$T'_{об}$  — время оборота при новой более совершенной системе управления (маршрутно-релейной централизации, кодовом управлении и т.д.), мин;

$\alpha$  — коэффициент, учитывающий нахождение состава на линии в течение смены, зависящий от рода тяги и условий работы ж.-д. транспорта.

Формула (71) может быть записана в следующем виде

$$\begin{aligned} \Delta n &= 60 \alpha t_{см} \left( \frac{1}{T''_{об}} - \frac{1}{T'_{об}} \right) = 60 \alpha t_{см} \frac{\Delta T_{об}}{T''_{об} \cdot T'_{об}} = \\ &= 60 \alpha t_{см} \frac{\Delta T_{об}}{(T'_{об} - \Delta T_{об}) T'_{об}} = \frac{60 \alpha t_{см}}{T'_{об}} \cdot \frac{\Delta T_{об}}{T'_{об} - \Delta T_{об}} = n_1 \frac{\Delta T_{об}}{T'_{об} - \Delta T_{об}}. \quad (72) \end{aligned}$$

Сокращение продолжительности рейса при введении более совершенных средств и систем управления определяется выражением

$$\Delta T'_{об} = T'_{об} - T''_{об},$$

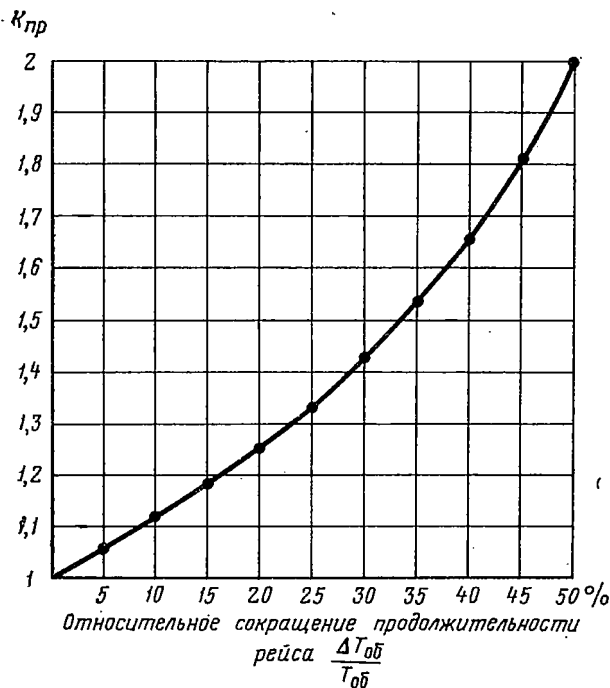
откуда

$$T''_{об} = T'_{об} - \Delta T'_{об}. \quad (73)$$

Ускорение оборачиваемости составов ведет к повышению коэффициента производительности — отношению числа рейсов до внедрения более совершенных устройств автоматизации и после внедрения

$$k_{пр} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\alpha t_{см} T'_{об}}{T''_{об} \alpha t_{см}} = \frac{T'_{об}}{T''_{об}} = \frac{T'_{об}}{T'_{об} - \Delta T'_{об}}. \quad (74)$$

Зависимость роста производительности составов от сокращения продолжительности рейса приведена на графике рис. 85.



$k_{пр}$	$\frac{\Delta T'_{об}}{T'_{об}}, \%$
1,06	5
1,11	10
1,18	15
1,25	20
1,33	25
1,43	30
1,54	35
1,67	40
1,82	45
2	50

Рис. 85. Зависимость роста производительности ж.-д. транспорта от сокращения времени оборота

Увеличение производительности позволяет увеличить объем перевозок, что создает предпосылки к высвобождению части рабочего парка подвижного состава. Число освобождающихся рабочих локомотивосоставов может быть определено по формуле

$$\Delta N = N_{1р} - N_{2р}, \quad (75)$$

где  $N_{1p}$  — численность рабочих локомотивосоставов до внедрения и более совершенных средств автоматизации,

$$N_{1p} = \frac{V_{\text{пер}}}{Q_c n_1}; \quad (76)$$

$N_{2p}$  — численность рабочих после внедрения более совершенной системы автоматизации.

$N_{2p}$  определяется по формуле

$$N_{2p} = \frac{V_{\text{пер}}}{Q_c n_2}, \quad (77)$$

где  $V_{\text{пер}}$  — среднесменный объем горной массы, перевозимой одним составом, м<sup>3</sup>;

$Q_c$  — средняя загрузка состава, м<sup>3</sup>.

Формула (75) может быть представлена в виде

$$\Delta N_p = \frac{V_{\text{пер}}}{Q_{\text{ср}}} \left( \frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2} \right), \quad (78)$$

или, учитывая выражение (71), получим

$$\Delta N_p = \frac{V_{\text{пер}}}{Q_{\text{ср}}} \cdot \frac{\Delta n}{n_1 \cdot n_2}. \quad (79)$$

Значения  $\Delta n$ ,  $n_1$  и  $n_2$  можно выразить через  $\Delta T$ ,  $T'_{\text{об}}$  и  $T_{\text{об}}$  согласно формуле (73), тогда формула (79) может быть представлена в виде:

$$\Delta N_p = \frac{V_{\text{пер}}}{Q_{\text{ср}}} \cdot \frac{\frac{60\alpha t_{\text{см}}}{T'_{\text{об}}} - \frac{60\alpha t_{\text{см}}}{T_{\text{об}}}}{\frac{60\alpha t_{\text{см}}}{T'_{\text{об}}} \cdot \frac{60\alpha t_{\text{см}}}{T_{\text{об}}}}. \quad (80)$$

Преобразовав это выражение и разделив числитель и знаменатель на  $n_1$ , получим

$$\Delta N_p = N_{1p} \frac{\Delta T_{\text{об}}}{T'_{\text{об}}}. \quad (81)$$

Высвобождение составов будет осуществляться также за счет сокращения аварий. Учитывая, что на карьере всегда часть локомотивов и думпкаров находится в ремонте и в резерве, общее высвобождение инвентарного парка локомотивов составит

$$\left. \begin{aligned} \Delta N_{\text{инв}} &= N_{1\text{инв}} - N_{2\text{инв}}; \\ N_{1\text{инв}} &= N_{1p} + N_{\text{р.см}} + N_{\text{рез}} + N_{\text{хоз}}; \\ N_{2\text{инв}} &= N_{\text{рем}} + N_{\text{рез}} + N_{\text{хоз}} + N_{1p} - \Delta N_p, \end{aligned} \right\} \quad (82)$$

где  $N_{1\text{инв}}$  — инвентарный парк локомотивов до внедрения более совершенной системы автоматизации;

$N_{2\text{инв}}$  — инвентарный парк локомотивов после внедрения совершенной системы автоматизации;

$N_{\text{рем}}$  — число локомотивов, находящихся в ремонте (по данным практики  $N_{\text{рем}} = 0,15N_{1\text{р}}$ );

$N_{\text{рез}}$  — резервный парк локомотивов,  $N_{\text{рез}} = 0,1N_{1\text{р}}$ ;

$N_{\text{хоз}}$  — число локомотивов, занятых на хозяйственных работах (перевозка балласта, шпал, работа с отвальным плугом, маневры и др.).

Формулу (82) можно записать в следующем виде:

$$\left. \begin{aligned} N_{1\text{инв}} &= 1,25N_{1\text{р}} + N_{\text{хоз}} \\ N_{2\text{инв}} &= N_{\text{хоз}} + 1,25N_{1\text{р}} - \Delta N_{\text{р}} \end{aligned} \right\} \quad (83)$$

Капитальные  $C_1$  и эксплуатационные  $C_1'$  затраты по локомотивам определяются из выражений:

до введения более совершенной системы автоматизации

$$\left. \begin{aligned} C_1 &= (1,25N_{1\text{р}} + N_{\text{хоз}}) Z_1 \\ C_1' &= (1,25N_{1\text{р}} + N_{\text{хоз}}) Z_2 \end{aligned} \right\} \quad (84)$$

после введения более совершенной системы автоматизации

$$\left. \begin{aligned} C_1^a &= (N_{\text{хоз}} + 1,25N_{1\text{р}} - \Delta N_{\text{р}}) Z_1 \\ C_1^{a'} &= (N_{\text{хоз}} + 1,25N_{1\text{р}} - \Delta N_{\text{р}}) Z_2 \end{aligned} \right\} \quad (85)$$

где  $Z_1$  — стоимость одного локомотива, руб;

$Z_2$  — стоимость содержания локомотива с учетом амортизации, расхода горюче-смазочных и обтирочных материалов, расхода тормозных колодок и др., руб.

Аналогично находим показатели для парка думпкаров. Общее высвобождение инвентарного парка думпкаров составит

$$\Delta N_{\text{инв}}^{\text{д}} = N_{1\text{инв}}^{\text{д}} - N_{2\text{инв}}^{\text{д}}, \quad (86)$$

где  $N_{1\text{инв}}^{\text{д}}$  — инвентарный парк думпкаров до введения более совершенной автоматизации;

$N_{2\text{инв}}^{\text{д}}$  — инвентарный парк думпкаров после введения более совершенной автоматизации.

$$N_{1\text{инв}}^{\text{д}} = 1,25N_{1\text{р}} m k_{\text{д}},$$

$$N_{2\text{инв}}^{\text{д}} = (1,25N_{1\text{р}} - \Delta N_{\text{р}}) m k_{\text{д}},$$

где  $m$  — число думпкаров в составе:

$k_{\text{д}} = (1,15 \div 1,3)$  — коэффициент, учитывающий думпкары, находящиеся в ремонте и в резерве.

Капитальные  $C_2$  и эксплуатационные  $C_2'$  затраты по думпкарам определяются выражениями:

до внедрения автоматизации

$$\left. \begin{aligned} C_2 &= 1,25N_{1p}mk_x \cdot Z_3 \\ C_2' &= 1,25N_{1p}mk_x Z_4 \end{aligned} \right\}; \quad (87)$$

после внедрения автоматизации

$$\left. \begin{aligned} C_2^a &= (1,25N_{1p} - \Delta N_p) mk_x Z_3 \\ C_2^{a1} &= (1,25N_{1p} - \Delta N_p) mk_x Z_4 \end{aligned} \right\}, \quad (88)$$

где  $Z_3$  — стоимость приобретения и доставки думпкара, руб.,  
 $Z_4$  — годовая стоимость эксплуатации думпкара, руб.

## § 2. Увеличение пропускной способности

Пропускной способностью ж.-д. путей карьера называется наибольшее число поездов или пар поездов установленного веса, которое может быть по ним пропущено в течение смены или суток. Пропускную способность обычно определяют по лимитирующему элементу путевого развития, которым могут быть станция, соединительные пути, погрузочные и разгрузочные пункты. Расчеты пропускной способности должны быть тесно увязаны с технологией работы экскаваторов, а также с вопросами организации движения. При расчете пропускной способности необходимо учитывать техническую вооруженность станций, перегонов и соединительных путей, вид тяги и род подвижного состава, принятую организацию управления движением, работу экскаваторов, приемных устройств отвалов и обогатительных фабрик.

Пропускную способность определяют делением длительности смены или суток на период графика и умножением на число составов грузового или порожнего направления за период. В табл. 25 приведены формулы (89)—(95) для определения периодов графиков, используемых на карьерном ж.-д. транспорте при однопутных перегонах. Пропускная способность зависит от характера графика движения поездов.

При парном непакетном графике движения пропускная способность определяется:

$$N_{\text{макс}} = \frac{60t_{\text{см}}}{T_{\Gamma}} = \frac{60t_{\text{см}}}{t' + t'' + \tau_k + \tau_0} \text{ пар поездов.} \quad (96)$$

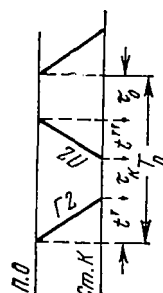
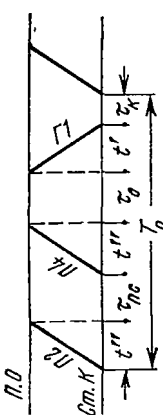
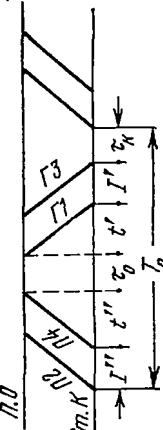
При непарном непакетном графике

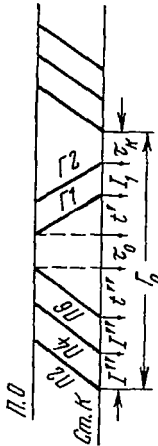
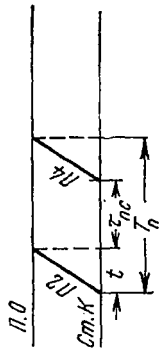
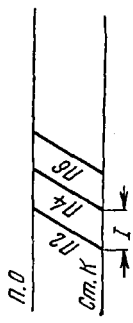
$$N_{\text{макс}} = \frac{60t_{\text{см}}}{\frac{1}{\beta} [t'' + \beta (t' + \tau_0 + \tau_k) + (1 - \beta) \tau_{\text{п.с}}]} \text{ пар поездов.} \quad (97)$$

При парном пакетном графике

$$N_{\text{макс}} = \frac{60t_{\text{см}}}{T + (k - 1) (I' + I'')}, \text{ пар поездов.} \quad (98)$$



	Тип графика	Период графика
	<p>Парный непакетный</p> 	$T_n = t' + t'' + \tau_K + \tau_O, \quad (89)$ <p>где <math>t'</math>, <math>t''</math> — время движения состава по региону или соединительному пути соответственно в грузовом и порожнем направлениях;  <math>\tau_K</math>, <math>\tau_O</math> — станционные интервалы.</p>
Однупутные перегоны	<p>Непарный непакетный</p> 	$T_n = \frac{1}{\beta} [t'' + \beta(t'' - \tau_O) + \tau_K + (1 - \beta) \tau_{п.с.}] \text{ мин}, \quad (90)$ <p>где <math>\beta</math> — коэффициент непарности, равный отношению числа составов в направлении с меньшими размерами движения к большему;  <math>\beta = \frac{N^r}{N^n}</math> (91)</p> <p><math>\tau_{п.с.}</math> — интервал попутного следования;  <math>t'</math> — время движения груженого состава;  <math>t''</math> — то же, порожнего.</p>
	<p>Парный пакетный</p> 	$T_n = T + (k - 1), \quad (92)$ <p>где <math>T = t' + t'' + \tau_O + \tau_K</math> — период парного непакетного графика;  <math>k</math> — число составов в пакете одного направления,  <math>\tau_O</math> — интервалы между составами в пакете</p>

	Тип графика	Период графика
<p>Однопутные перегоны</p>	<p>Непарный пакетный</p> 	$T_{\text{п}} = T + (k' - 1), \quad (93)$ <p>где <math>k'</math> — число составов в пакете соответственно направлениям</p>
<p>Двухпутные перегоны</p>	<p>При полуавтоматической блокировке и телефонном способе связи</p> 	$T_{\text{п}} = t + \tau_{\text{п.с}}, \text{ мин.}, \quad (94)$ <p>где <math>t</math> — время хода по перегону,  <math>\tau_{\text{п.с}}</math> — интервал попутного следования.</p>
	<p>При автоблокировке</p> 	$T_{\text{п}} = I, \text{ мин.}, \quad (95)$ <p>где <math>I</math> — интервал движения между локомотивовосставами</p>

При непарном пакетном графике

$$N_{\text{макс}} = \frac{60t_{\text{см}}}{T + (k' + 1)}, \text{ пар поездов.} \quad (99)$$

На двухпутных перегонах пропускная способность определяется:

при телефонно-кодовом способе или полуавтоматической блокировке:

$$N_{\text{макс}} = \frac{60t_{\text{см}}}{t + \tau_{\text{п.с}}}, \text{ пар поездов;} \quad (100)$$

при автоматической блокировке

$$N_{\text{макс}} = \frac{\rho 60t_{\text{см}}}{I}, \text{ пар поездов,} \quad (101)$$

где  $N_{\text{макс}}$  — число поездов, которое может быть пропущено по перегону;

$I$  — интервал движения между локомотивосостовами, мин;

$\rho$  — число действующих путей на ограничивающем перегоне (на карьерах  $\rho = 1 \div 3$ ).

Все слагаемые, входящие в формулы (89—101), для определения периода графика движения в значительной степени зависят от уровня автоматизации как на станциях, так и на перегонах.

Время  $t'$  и  $t''$  (см. табл. 25) при оборудовании станций устройствами автоматизации значительно сокращается.

### § 3. Определение влияния устройств автоматизации на пропускную способность отдельных пунктов

Пропускная способность отдельного пункта определяется пропускной способностью его основных элементов: стрелочных горловин и приемно-отправочных путей. Пропускную способность

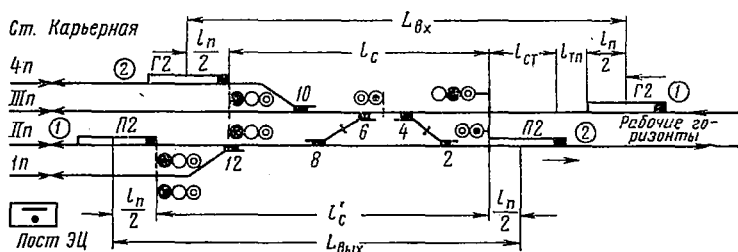


Рис. 86. Расчетные расстояния, проходимые составом

отдельного пункта можно рассчитать аналитическим или графическим путем. Наиболее точным является графический способ расчета.

Расчет пропускной способности всей стрелочной горловины отдельного пункта (рис. 86) производится по наиболее загружен-

ной стрелке. Время, необходимое для занятия горловины (в мин) при приеме и отправлении локомотивосоставов, определяется по формулам:

при ручном управлении стрелками

$$\begin{aligned} T_{\text{пр}}^{\text{р}} &= t_{\text{м.п}}^{\text{р}} + 0,06 \frac{L_{\text{вх}}}{v_{\text{ср}}}, \text{ мин,} \\ T_{\text{от}}^{\text{р}} &= t_{\text{м.о}}^{\text{р}} + 0,06 \frac{L_{\text{вых}}}{v_{\text{ср}}}, \text{ мин;} \end{aligned} \quad (102)$$

при электрической централизации стрелок и сигналов

$$\left. \begin{aligned} T_{\text{пр}}^{\text{ц}} &= t_{\text{м.п}}^{\text{ц}} + 0,06 \frac{L_{\text{вх}}}{v_{\text{ср}}}, \text{ мин,} \\ T_{\text{от}}^{\text{ц}} &= t_{\text{м.о}}^{\text{ц}} + 0,06 \frac{L_{\text{вых}}}{v_{\text{ср}}}, \text{ мин;} \end{aligned} \right\} \quad (103)$$

при кодовом или автоматическом управлении

$$\left. \begin{aligned} T_{\text{пр}}^{\text{к}} &= 0,06 \frac{L_{\text{вх}}}{v_{\text{ср}}}, \text{ мин,} \\ T_{\text{от}}^{\text{к}} &= 0,06 \frac{L_{\text{вых}}}{v_{\text{ср}}}, \text{ мин,} \end{aligned} \right\} \quad (104)$$

где  $T_{\text{щр}}$  — время занятия стрелочной горловины при приеме поезда;

$$T_{\text{пр}}^{\text{р}} > T_{\text{пр}}^{\text{ц}} > T_{\text{пр}}^{\text{к}};$$

$T_{\text{от}}$  — время занятия стрелочной горловины при отправлении поезда;

$$T_{\text{от}}^{\text{р}} > T_{\text{от}}^{\text{ц}} > T_{\text{от}}^{\text{к}};$$

$t_{\text{м.п}}$  — время на приготовление маршрута приема и на открытие входного сигнала,

$$t_{\text{м.п}}^{\text{р}} > t_{\text{м.п}}^{\text{ц}} > t_{\text{м.п}}^{\text{к}};$$

$t_{\text{м.о}}$  — время от начала приготовления маршрута отправления до начала трогания состава;

$$t_{\text{от}}^{\text{р}} > t_{\text{от}}^{\text{ц}} > t_{\text{от}}^{\text{к}}.$$

Входное  $L_{\text{вх}}$  и выходное  $L_{\text{вых}}$  расстояния соответственно определяются по формулам

$$\left. \begin{aligned} L_{\text{вх}} &= l_{\text{п}} + l_{\text{с}} + l_{\text{ст}} + l_{\text{т.п}} \\ L_{\text{вых}} &= l_{\text{п}} + l'_{\text{с}} \end{aligned} \right\} \quad (105)$$

Время, необходимое на задание маршрута приема  $t_{м.п}$  или маршрута отправления  $t_{м.о}$ , определяется по формулам (2, 5, 7), приведенным в гл. I.

В зависимости от типа устройств автоматизации на каждом маршруте приема и отправления среднее сокращение времени составляет:

для маршрута приема при централизации по сравнению с ручным управлением

$$t_{сб.п} = t_{м.п}^p - t_{м.п}^u, \text{ мин};$$

при кодовом по сравнению с централизацией

$$t'_{сб.п} = t_{м.п}^u - t_{м.п}^k, \text{ мин};$$

то же, для маршрута отправления

$$t_{сб.о} = t_{м.о}^p - t_{м.о}^u, \text{ мин},$$

$$t'_{сб.о} = t_{м.о}^u - t_{м.о}^k, \text{ мин},$$

Время занятия стрелочной горловины хозяйственными или маневровыми составами определяется по формуле

$$T_m = t_m + 0,06 \frac{L_{ман}}{v_{ман}},$$

где  $t_m$  — время приготовления маршрута, мин;

$L_{ман}$  — расстояние маневрового передвижения с учетом длин полурейса (рейса) и маневрового состава, м;

$v_{ман}$  — средняя маневровая скорость, км/ч.

Время  $t_m$  устанавливают хронометражным наблюдением.

Общее время наиболее загруженной стрелки 6/8 в горловине станции (см. рис. 86) определяется из выражения

$$T_0 = N_{гр} T_{гр} + N_{п} T_{оп} + N_x T_m + N_{вр} T_{вр}, \quad (106)$$

где  $N_{гр}$  — число груженых составов в смену (или в сутки), прибывающих на станцию и занимающих расчетную стрелку горловины;

$N_{п}$  — число порожних составов, отправляемых со станции;

$N_x$  — число хозяйственных маневровых передвижений;

$N_{вр}$  — число враждебных маршрутов или передвижений хозяйственных поездов, хотя и не занимающих данной стрелки, но требующих полного прекращения движения по ней;

$T_{вр}$  — продолжительность перерыва в работе данной стрелки при передвижении по стрелкам, входящим во враждебные маршруты.

Коэффициент использования горловины станции  $K_C$  определяется по формуле

$$K_C = \frac{T_0}{t_{см} \alpha}, \quad (107)$$

где  $\alpha$  — коэффициент технологических потерь.

Коэффициент использования горловины станции при более совершенных системах управления уменьшается, что в свою очередь дает возможность увеличить пропускную способность горловины.

Пропускная способность наиболее загруженной стрелки горловины определяется по формуле

$$N_{\max}^c = \frac{T - T_0}{T_{зан} + t_{пр}}. \quad (108)$$

#### § 4. Увеличение пропускной способности приемо-отправочных путей

Время занятия путей составами определяется по следующей формуле

$$T_{зан} = t_{пр} + t_{от} + t_{ст}, \quad (109)$$

где  $t_{пр}$  — время занятия пути приемом поезда;

$t_{от}$  — время, необходимое для отправления поезда с момента трогания до освобождения маршрута, мин;

$t_{ст}$  — время стоянки на пути, мин.

Это время будет различным для груженых и порожних составов. В соответствии с работой станций груженные составы должны проходить станцию без остановки. Однако в связи с наличием враждебных маршрутов, а также ожиданием освобождения отвалных пунктов и разгрузочных путей обогатительных фабрик, часть груженых составов, проходящих станцию, практически имеют остановку. Простой составов в порожнем направлении связаны с их осмотром и составляют от 0,33 до 0,35 ч. Простой в грузовом направлении, по хронометражным данным, на ряде карьеров составляют от 0,1 до 0,2 ч.

Сменная пропускная способность путей в грузовом направлении определяется по формуле

$$t_{см} m \chi' = 1,2 N_{г} t_{зан}^г + \alpha' m (T_{пост}^{п.с} + T_{хоз}); \quad (110)$$

сменная пропускная способность путей в порожнем направлении

$$t_{см} m \chi' = 1,2 N_{п} t_{зан}^п + \alpha' m (T_{пост}^{п.с} + T_{хоз}), \quad (111)$$

где  $m$  — число путей,

$N_{г}$  — число груженых составов,

$N_{п}$  — число порожних составов,

$T_{пост}^{п.с}$  — перерывы в работе транспорта на прием и сдачу смены, мин (обычно 30 мин), осмотр составов, отключение электроэнергии.

Простой транспорта в связи со взрывными работами и т. д. распределяют поровну между груженными и порожними рейсами.

Приведенные ниже формулы дают возможность определить необходимое число путей на станции в зависимости от системы управления стрелками и сигналами.

Для грузового направления

$$m = \frac{1,2N_{г}t_{зан}^{г}}{[t_{см} - (T_{пост}^{г} + T_{хоз})] \alpha'}, \quad (112)$$

для порожнего направления

$$m = \frac{1,2N_{п}t_{зан}^{п}}{[t_{см} - (T_{пост}^{п} + T_{хоз})] \alpha'}, \quad (113)$$

где 1,2 — показатель, учитывающий резерв времени, необходимый дежурному по станции для уточнения ситуации по работе экскаваторов и подвижного состава;

$\alpha$  — коэффициент использования приемо-отправочных путей (0,85).

Из формул (112, 113) видно, что число приемо-отправочных путей зависит от величины  $t_{зан}$ . Уменьшение времени  $t_{зан}$  и  $t_{зан}^{п}$  приводит к сокращению числа приемо-отправочных путей.

Балансовая стоимость высвобождаемых путей определяется суммой стоимости стрелочных переводов и путей, а также затратами на устройство земляного полотна

$$C_{п} = C'_{с.п}n_c + C'_{п}n_{п}, \quad (114)$$

где  $C_{с.п}$  — стоимость стрелочного перевода по прейскуранту, руб;  
 $n_c$  — число стрелочных переводов;  
 $C'_{п}$  — стоимость 1 км путей, руб.;  
 $n_{п}$  — протяженность путей, км.

## § 5. Влияние устройств автоматизации на пропускную способность погрузочных и разгрузочных путей

Пропускная способность погрузочных и разгрузочных путей зависит от принятой путевой схемы и способа управления движением поездами.

Рассмотрим, как влияют устройства автоматизации управления движением при различных схемах погрузочных или разгрузочных путей. Основным фактором, влияющим на пропускную способность путей, является время обмена. Для схемы путей типа П-1а время обмена или интервал подачи поездов к экскаватору может быть определено из графика, приведенного на рис. 87.

При ручном управлении стрелками и сигналами:

$$T_0^p = 2 \left( \frac{l_{п1} + l_3}{v_3} + \frac{l_{п1} + l_c}{v_c} + \frac{L_x}{v_x} + \frac{l_c^{0.п} + l_{п1}}{v_{вх}} \right) + 3(t_{м.м}^p + t_m^p) + \tau_{ск}^p, \quad (115)$$

где  $l_{п1}$  — длина поезда, м;  
 $l_3$  — расстояние от входного светофора 10 до места установки состава П1, м;  
 $v_3$  — скорость следования по забойным путям, км/ч;  
 $l_c$  — длина стрелочного участка стрелки 1, м;  
 $v_c$  — скорость при движении состава в тупик 1, км/ч;

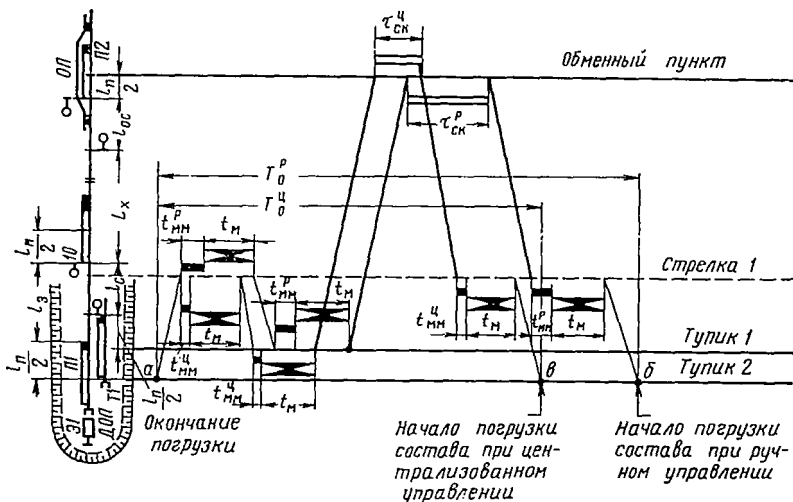


Рис. 87. Определение времени обмена для схемы П-1а

$L_x$  — длина соединительного пути, м;  
 $v_x$  — скорость следования по соединительному пути, км/ч;  
 $l_c^{0.п}$  — длина стрелочного участка обменного пункта ОП, м;  
 $v_{вх}$  — скорость движения по путям обменного пункта ОП, км/ч;  
 $t_{мм}^p$  — время приготовления маршрута, мин;  
 $t_m^p$  — время, связанное с действиями машиниста локомотива, мин;  
 $\tau_{ск}^p$  — время, затрачиваемое на скрещение поездов, мин.

При управлении стрелками и сигналами с помощью релейной централизации расчет времени обмена  $T_0$  производится по той же формуле, но при этом значительно сокращается время на операциях, связанных с заданием маршрута. Из графика, приведенного на рис. 87, видно, что

$$t_{мм}^p > t_{мм}^{ц}; \quad t_m^p > t_m^{ц} \text{ и } \tau_{ск}^p > \tau_{ск}^{ц}.$$



Вследствие этого время от конца первой погрузки до начала второй погрузки состава при централизации сокращается по сравнению с ручным управлением:

$$T_0^p > T_0^u.$$

Для схемы путей типа Т-1а (рис. 88) время обмена или интервал подачи состава к экскаватору определяется по формуле, вытекающей из графика (рис. 88).

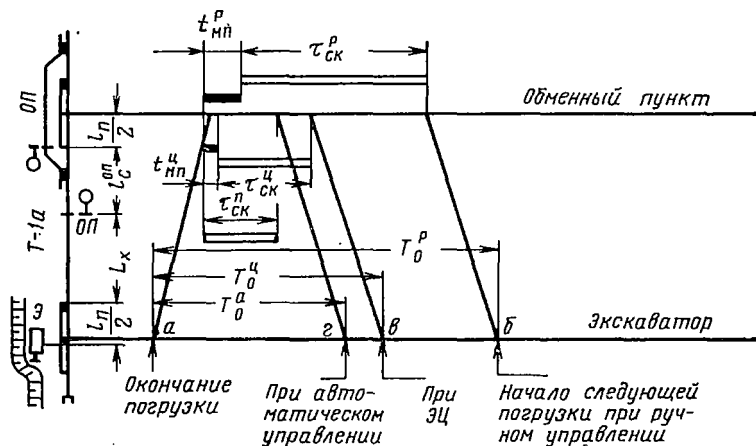


Рис. 88. Определение времени обмена для схемы Т-1а

При ручном управлении стрелками и сигналами

$$T_0^p = \frac{2(L_x + l_{п})}{v_{вх}} + t_{м.п}^p + \tau_{ск}^p, \quad (116)$$

где  $t_{м.п}^p$  — время установки маршрута приема, в мин.

При централизованном управлении стрелками и сигналами на обменном пункте сокращается время  $t_{м.п}$  и  $\tau_{ск}$ . Из графика, приведенного на рис. 88, следует

$$t_{м.п}^p > t_{м.п}^u; \quad \tau_{ск}^p > \tau_{ск}^u.$$

Автоматическое управление обеспечивает заблаговременную установку маршрута приема. При этом время  $T_0^a$  определится по формуле

$$T_0^a = \frac{2L_x + l_{п}}{v_x} + \tau_{ск}^a. \quad (117)$$

Выигрыш времени на различные операции, связанные с организацией движения, протекающие от конца первой до начала второй новой погрузки, уменьшается:

$$T_0^p > T_0^u > T_0^a.$$





с уступа, позволяющего направлять составы под погрузку с обменного пункта *ОП* или *ОП1*.

На графике (рис. 90) рассмотрен случай, когда составы направляются под погрузку с обменного пункта *ОП1*, а груженные следуют на обменный пункт *ОП*.

При телефонном способе связи между обменными пунктами время  $T_0$  определяется по формуле

$$T_0 = \frac{l_n + L_n}{v_n} + 2(t_{c.n} + t_m). \quad (120)$$

Из графика следует, что очередной состав с *ОП1* может быть отправлен в момент нахождения состава *Г1* в точке *б* и договоренности обменных пунктов между собой и с машинистами локомотивов. Отправление состава *П1* с обменного пункта *ОП1* показано на графике точкой *г*.

При автоблокировке время обмена может быть определено по формуле

$$T_0 = t_m + 2l_n. \quad (121)$$

В этом случае второй состав должен к концу погрузки первого состава находиться у светофора *2* (см. рис. 90).

Рассмотренные выше схемы используются для обслуживания составами одного экскаватора с нижней или верхней погрузкой. На ряде карьеров имеет место обслуживание одними и теми же локомотивосостовами нескольких одноковшовых экскаваторов, находящихся на одном уступе. Условия движения в этом случае изменяются, что в значительной мере сказывается на интервале подачи под погрузку.

Для схемы типа *T—2a*, приведенной на рис. 91, интервал подачи составов под погрузку при ручном управлении стрелками и телефонно-кодовом способе связи на перегоне или соединительном пути определяется из графика работы (рис. 91) по формуле: для экскаватора *Э2*

$$T_{02}^p = 2 \left( \frac{l_n + L'_n + L_n}{v_n} + \frac{l_c^{o.n}}{v_c} \right) + \tau_{ск}^p + t_{п}^p, \quad (122)$$

для экскаватора *Э1*

$$T_{01}^p = 2 \left( \frac{l_n + L_n}{v_n} + \frac{l_c^{o.n}}{v_c} \right) + 2t_{c.n}^p + T_n. \quad (123)$$

Централизованное управление стрелками на *ОП* и автоблокировке на перегоне или соединительном пути сокращает время обмена составов. При наличии этих устройств после выхода груженого состава от экскаватора *Э1*, время отправления состава от экскаватора *Э2* определяется следующим образом. Из точки *в* — пересечения линии хода состава с линией, соответствующей

щей середине состава П2 после прохода за светофор 5 опускают вертикальную прямую на линию середины состава, который загружался экскаватором Э2. Точка пересечения  $v$  является началом времени отправления состава П1. После окончания операций по скрещению составов на обменном пункте ОП встречный состав П4 отправляется на погрузку к экскаватору Э2. Состав П3, следующий под погрузку к экскаватору Э1, может быть отправлен после

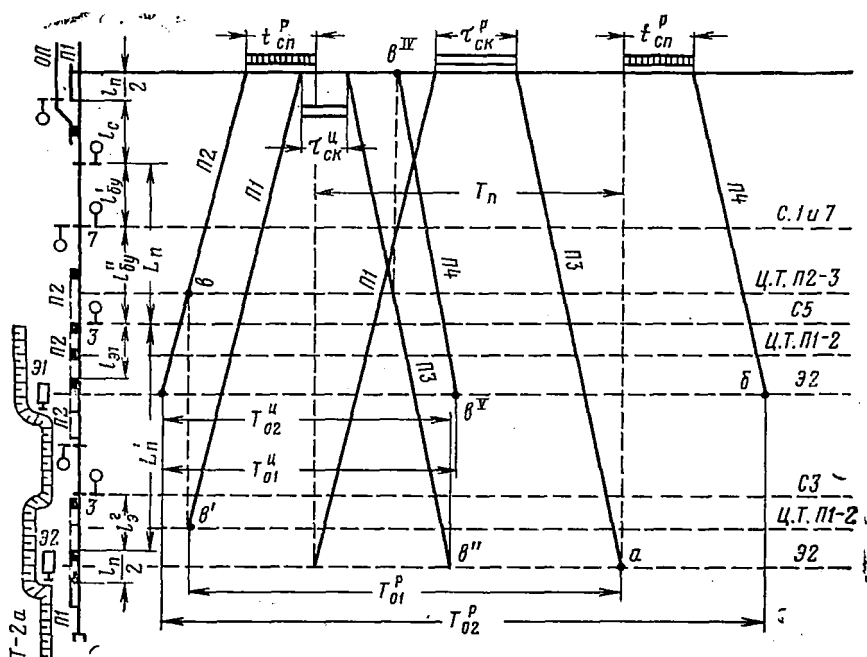


Рис. 91. Определение времени обмена для схемы Т-2а

проследования составом за светофор 1. Время отправления состава П4 обозначено на графике движения точкой  $v$ . Исходя из графика движения время обмена определяется по приведенным выше формулам (122, 123), из которых исключается слагаемое  $t_{с.п.}$ , так как при автоблокировке время на связь не затрачивается. Разрешением на отправление состава от экскаватора является разрешающее показание светофоров 3 и 5.

Время обмена составов по схеме путевого развития типа Т-2б (рис. 92) в значительной степени зависит от момента начала погрузки экскаваторами Э1 и Э2, а также от длины перегона или соединительного пути между постом К и обменным пунктом ОП.

В случае, когда погрузка состава П1 заканчивается раньше, чем состава П2, время обмена может быть определено по следующим формулам.



формулам, но слагаемое  $t_{c.п}$  из формулы исключается. Из графика рис. 92 видно, что

$$T_{01}^p > T_{01}^u \text{ и } T_{02}^p > T_{02}^u.$$

При внедрении автоматического управления время обмена  $T_0^a$  определяется по формулам

$$T_{01}^a = 2 \left( \frac{l_{п1} + l_a + l_c}{v_{вых}} + \frac{L_x}{v_x} + \frac{l_c^{0.п}}{v_{вх}} \right) + \tau_{ск}^a + t_{пр}''' \quad (126)$$

$$T_{02}^a = 2 \left( \frac{l_{п1} + l_a + l_a + l_c}{v_{вых}} + \frac{L_x}{v_x} + \frac{l_c^{0.п}}{v_{вх}} \right) + \tau_{ск}^a + t_{пр}^{IV} \quad (127)$$

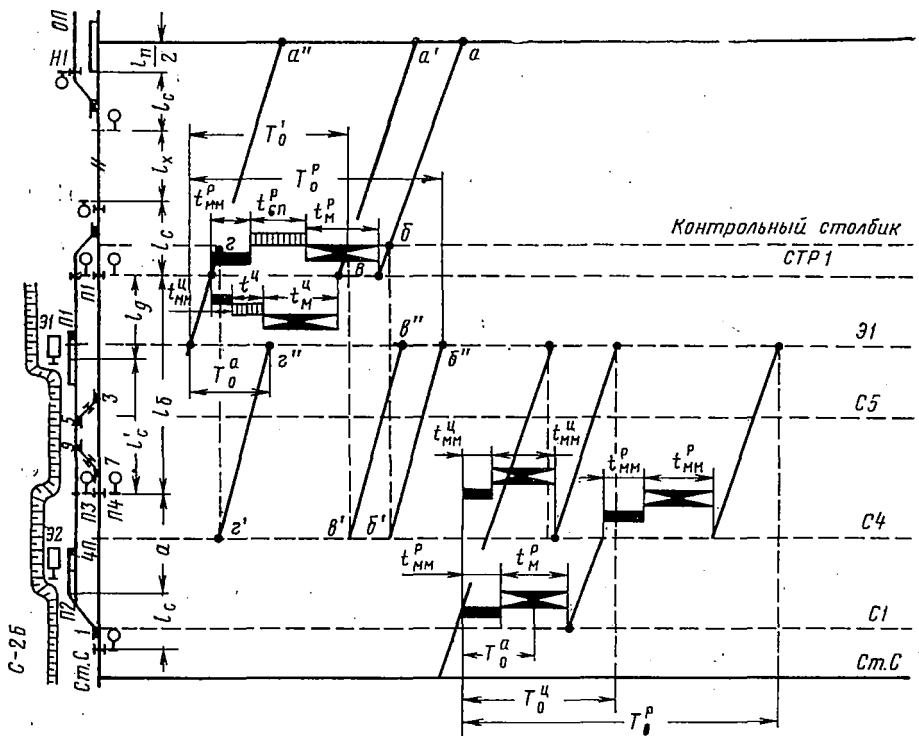


Рис. 93. Определение времени обмена для схемы С-26

Для схемы С-26, приведенной на рис. 93, при сквозном фронте работ и введении автоматизации управления стрелками и сигналами, расположенными в забое, время обмена  $T_0$  сводится до минимума.

По данной схеме в случае нахождения порожнего состава на пути 4 к концу погрузки состава П1 интервал поступления второго

состава определяется по формулам из графика, приведенного на рис. 93.

При ручном управлении стрелками

$$T_0^p = \frac{l_n + l'_c}{v_c} + t_{m.m}^p + t_{c.n}^p + t_m^p. \quad (128)$$

При централизованном управлении стрелками расчет производится по этой же формуле.

В автоматическом режиме интервал подачи определяется из графика (см. рис. 93) по формуле

$$T_0^a = \frac{l_n - l'_c}{v_c}. \quad (129)$$

Сокращение интервала подачи со станции С на рабочие уступы можно вычислить по формулам, которые выведены из графика, приведенного на рис. 93.

Для ручного управления

$$T_0^p = \frac{l_c + l_a + l'_c + l_n}{v_{вх}} + 2(t_{m.m}^p + t_m^p). \quad (130)$$

В случае перевода стрелок на централизованное управление расчет выполняется по этой же формуле. В автоматическом режиме из формулы исключается время  $2(t_{m.m}^p + t_m^p)$ , так как маршрут устанавливается заранее. Для остальных схем расчет времени  $T_0$  производится по приведенной методике.

## § 6. Увеличение провозной способности

Провозная способность характеризуется количеством тонн или кубических метров грузов, которые могут быть перевезены по ж.-д. карьерным путям в единицу времени.

Провозная способность ж.-д. сети зависит от мощности горного и транспортного оборудования, профиля пути, схем путевого развития, пропускной способности и технических средств управления ж.-д. объектами. В общем виде провозная способность определяется по формуле

$$M = \frac{N_i}{f} ng, \quad (131)$$

где  $N_i$  — пропускная способность элементов транспортной сети;  $f$  — коэффициент резерва провозной способности, равный 1,1—1,25.

Рост провозной способности в результате увеличения пропускной способности элементов ж.-д. сети карьера определяется по следующим формулам.

Увеличение провозной способности перегонов

$$K_{п.р.сн} = \frac{M_2}{M_1} = \frac{N_2 ng}{N_1 ng} = \frac{N_2}{N_1}, \quad (132)$$



где  $N_1$  — пропускная способность до автоматизации;

$N_2$  — пропускная способность при внедрении автоматизации.

Увеличение пропускной способности уменьшает интервал движения локомотивосоставов, который определяется по формулам

$$I_1 = \frac{60t_{см}}{N_1}; \quad I_2 = \frac{60t_{см}}{N_2}; \quad (133)$$

подставляя эти значения в формулу (132), получим:

$$K_{пр.сп} = \frac{t_{см}I_1}{I_2t_{см}} = \frac{I_1}{I_2}. \quad (134)$$

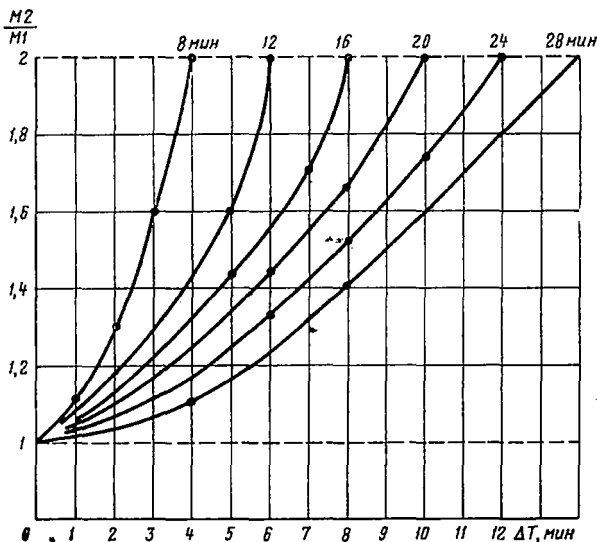


Рис. 94. Рост провозной способности ж.-д. карьерного транспорта

Учитывая, что  $I_1 = I_2 + \Delta I$ , формула (134) после преобразования примет вид

$$K_{пр.сп} = \frac{I_2 + \Delta I}{I_2} = 1 + \frac{\Delta I}{I_2} = \frac{I_1}{I_1 - \Delta I}. \quad (135)$$

Зависимость роста провозной способности от увеличения пропускной способности и уменьшения интервалов движения составов приведена на рис. 94.

### § 7. Влияние автоматизации на повышение производительности производственных комплексов

В результате увеличения пропускной способности и скорости движения составов появляется возможность более часто подавать их к экскаваторам под погрузку и тем самым увеличить полезное время работы экскаватора и его производительность, а это в ко-

нечном итоге приводит к повышению производительности карьера. Таким образом, системы автоматизации позволяют повысить коэффициент использования экскаваторов на погрузке.

Сменная эксплуатационная производительность экскаватора определяется по формуле

$$Q_э = Q_T \eta_1 \eta_2 t_{см}, \text{ м}^3, \quad (136)$$

где  $Q_T$  — часовая производительность экскаватора,  $\text{м}^3$ ;  
 $\eta_1$  — коэффициент, учитывающий размеры технологических (регламентируемых) перерывов (передача смены, смазка, осмотр машины и т. д.);

$$\eta_1 = \frac{t_{см} - t_{р.п}}{t_{см}} = 1 - \frac{t_{р.п}}{t_{см}}, \quad (137)$$

где  $t_{р.п}$  — регламентируемые перерывы, мин;  
 $t_{см}$  — время работы экскаватора в смену, мин;  
 $\eta_2$  — коэффициент, учитывающий время простоя экскаватора при обмене составов

$$\eta_2 = \frac{t_{погр}}{t_{погр} + T_0} = \frac{t_{погр}}{t_{инт}}, \quad (138)$$

где  $t_{погр}$  — время погрузки состава, мин;  
 $T_0$  — время обмена состава, мин;  
 $t_{инт}$  — интервал подачи составов под погрузку, мин.

Так как

$$t_{см} - t_{р.п} = m t_{инт},$$

где  $m$  — число погруженных составов в смену;

$$\eta_1 \eta_2 = \frac{t_{см} - t_{р.п}}{t_{см}} \cdot \frac{m t_{погр}}{m t_{инт}} = \frac{m t_{погр}}{t_{см}} = \eta_{п}; \quad (139)$$

$\eta_{п}$  — коэффициент использования экскаватора на погрузке. Коэффициент  $\eta_{п}$  увеличивается за счет уменьшения времени на обмен составов.

Из формулы (139) можно вывести значение  $m$ :

$$m = \frac{t_{см} - t_{р.п}}{t_{погр} + T_0}.$$

Коэффициент увеличения производительности экскаватора определяется по формуле

$$K_э = \frac{Q_{см2}}{Q_{см1}} = \frac{Q_T t_{см} \eta_{п2}}{Q_T t_{см} \eta_{п1}} = \frac{\eta_{п2}}{\eta_{п1}}. \quad (140)$$

Подставляя в формулу (140) значения  $\eta_{п}$  и  $m$  из формулы (139), получим

$$K_{э} = \frac{t_{см} - t_{р.п}}{t_{погр} + T_{02}} \cdot \frac{t_{погр}}{t_{см}} \cdot \frac{t_{погр} + T_0}{t_{см} - t_{р.п}} \cdot \frac{t_{см}}{t_{погр}} = \frac{t_{погр} + T_{01}}{t_{погр} + T_{02}} = \frac{t_{инт1}}{t_{инт2}} \quad (141)$$

Зависимость производительности экскаватора от времени на обмен составов приведена на рис. 95.

Из рассмотренных формул следует, что в результате автоматизации процессов управления движением, как правило, увеличи-

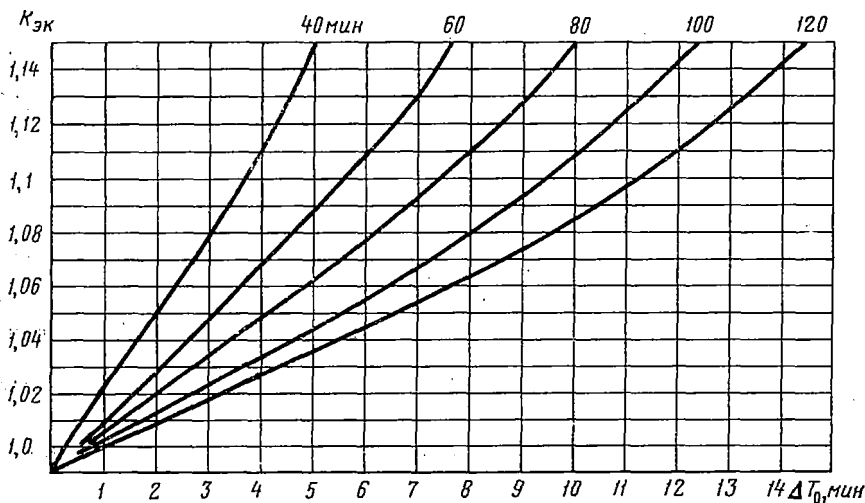


Рис. 95. Зависимость производительности экскаватора от времени обмена поездов

ваются объемы перевозок горной массы. Поэтому при внедрении автоматизации необходимо учитывать, имеются ли возможности повысить производительность отвалов за счет организационных мероприятий или для этого потребуются дополнительные затраты на создание новых отвальных тупиков и путей.

Производительность экскаватора на отвале определяется по формуле

$$Q_э^0 = Q_T t_{см} \eta_{от} \eta_{п}, \quad (142)$$

$$\eta_{от} = \frac{t_{раз}}{t_{раз} + t_{п.раз}}, \quad (143)$$

где  $t_{п.раз}$  — простой экскаватора при разгрузке состава;  
 $t_{раз}$  — время разгрузки одного состава, которое зависит от числа думпкаров.

Затраты времени на разгрузку одного думпкара в среднем составляют 2 мин.

Сменная производительность экскаватора на отвале может быть увеличена, если снизить простой при разгрузке. С другой стороны, для нормальной работы экскаватор должен всегда иметь породу, т. е. объем разгруженных составов должен соответствовать производительности экскаватора

$$V_{от} = mV_c = RQ_s^0, \quad (144)$$

где  $R$  — коэффициент, учитывающий переэкскавацию грунта в отвале;

$V_c$  — емкость состава, м<sup>3</sup>.

Формула (142) может быть представлена в виде

$$Q_T t_{см} \eta_{II} \frac{t_{раб}}{t_{раб} + 2mn} = \frac{mnq}{R}, \quad (145)$$

где  $n$  — число думпкаров в составе;

$q$  — емкость думпкара.

Если принять

$$t_{раб} + 2mn = t_{инт}, \quad (146)$$

где  $t_{инт}$  — интервал подачи поездов под разгрузку, мин, то, подставляя  $t_{инт}$  вместо  $t_{раб} + 2mn$  в формулу (145), получим

$$Q_T t_{см} \eta_{II} = \frac{t_{инт} - 2mn}{t_{инт}} = \frac{mnq}{R}. \quad (147)$$

Число разгруженных составов определяется из выражения

$$m = \frac{\alpha t_{см}}{t_{инт}}. \quad (148)$$

Формула (145) может быть представлена так:

$$\eta_{II} \left( 1 - \frac{2n\alpha t_{см}}{t_{инт}^2} \right) = \frac{\alpha nq}{t_{инт} R}, \quad (149)$$

$$\eta_{II} Q_T \left( 1 - \frac{2n\alpha t_{см}}{t_{инт}^2} \right) = \alpha \frac{nq}{t_{инт} R}. \quad (150)$$

Зависимости (149) и (150) устанавливают, при каком интервале подачи составов экскаваторы на отвалах будут иметь наибольшую производительность.

Формулы (149) и (150) могут быть преобразованы в уравнение

$$\eta_{II} Q_T t_{инт}^2 - \alpha nq t_{инт} - \eta_{II} Q_T R \cdot 2n\alpha t_{см} = 0. \quad (151)$$

Решая это квадратное уравнение относительно  $t_{инт}$ , получаем оптимальный интервал подачи составов под разгрузку, при котором вся порода будет уложена в отвал. Знак (—) можно отбросить,

так как в этом случае уравнение будет иметь отрицательное решение

$$t_{\text{инт}} = \frac{\alpha n q \pm \sqrt{(\alpha n q)^2 + (2\eta_1 R Q_T)^2 \cdot 2n \alpha t_{\text{см}}}}{2\eta_1 R Q_T} \quad (152)$$

Если фактический интервал подачи составов под разгрузку оказывается меньше расчетного, то это означает, что имеются резервы для повышения производительности отвальных экскаваторов и увеличения объема перевозок в пределах

$$\frac{t_{\text{инт}_2}}{t_{\text{инт}_1}} = \frac{V_2}{V_1} \quad (153)$$

В этом случае не требуется дополнительных затрат на переоборудование отвального хозяйства, а повышение производительности экскаваторов на отвале приводит к снижению стоимости отвальных работ.

Если  $\frac{V_2}{V_1} > \frac{t_{\text{инт}_2}}{t_{\text{инт}_1}}$ , то требуется укладывать дополнительные отвальные пути.

В результате увеличения полезного времени работы экскаваторов растет их производительность. Снижение себестоимости экскавации в результате уменьшения времени обмена  $T_0$  определяется с учетом следующих положений. Если до внедрения автоматизации производительность экскаватора равнялась  $Q_{\text{см}}$  и стоимость 1 м<sup>3</sup> вскрыши составляла  $C_1$  руб, то себестоимость экскавации

$$C_a = Q_{\text{см}_1} (C_1 + C_n), \quad (154)$$

где  $C_n$  — прочие затраты на 1 м<sup>3</sup> вскрыши.

При введении автоматизации производительность экскаватора возрастает до величины  $Q_{\text{см}_2}$ , стоимость 1 м<sup>3</sup> вскрыши при тех же условиях снизится. В результате новая себестоимость определится по формуле

$$\begin{aligned} C'_a &= Q_{\text{см}_2} (C_2 + C_n), \\ C'_a &> C_a. \end{aligned} \quad (155)$$

## § 8. Сокращение численности обслуживающего персонала

В результате внедрения устройств электрической централизации на отдельных пунктах и станциях упраздняется профессия стрелочника, требующая затрат тяжелого физического труда. Применение кодового управления позволяет высвободить дежурных по отдельным пунктам, которые переводятся на пост централизации. Локальное управление стрелками в автоматическом режиме и с локомотива создает предпосылки для организации управления локомотивом одним машинистом без помощника. Наибольшую

экономии эксплуатационных затрат дает переход на полное диспетчерское управление, так как в этом случае максимально сокращаются штаты работников службы движения и улучшается оперативное руководство работой карьерного ж.-д. транспорта. Однако для обслуживания устройств автоматизации требуется дополнительный штат более квалифицированных работников (электромехаников и монтеров). В табл. 26 приводится сравнительный штат работников службы автоматизации (СЦБ) и движения до и после введения различных систем автоматизации. Расчет заработной платы до и после автоматизации выполняется на основе штатного расписания железнодорожного цеха или управления.

Таблица 26

Число стрелок на объекте управления	Ручное управление					Электрическая централизация				
	С	Ч	Д	Э	ЭМ	С	Ч	Д	Э	ЭМ
1	4,5	—	—	—	—	—	0,1	4,5	0,05	0,05
2	4,5	—	—	—	—	—	0,2	4,5	0,1	0,1
3	4,5	—	—	—	—	—	0,3	4,5	0,15	0,15
4	9	—	4,5	—	—	—	0,4	4,5	0,2	0,2
5	9	—	4,5	—	—	—	0,5	4,5	0,25	0,25
6	9	—	4,5	—	—	—	0,6	4,5	0,3	0,3
7	9	—	4,5	—	—	—	0,7	4,5	0,35	0,35

Продолжение табл. 26

Число стрелок на объекте управления	Кодовое управление					Управление с локомотива или автоматическое				
	С	Ч	Д	Э	ЭМ	С	Ч	Д	Э	ЭМ
1	—	0,1	—	0,05	0,05	—	0,1	—	—	0,05
2	—	0,2	—	0,1	0,1	—	0,2	—	—	0,1
3	—	0,3	—	0,15	0,15	—	0,3	—	—	0,15
4	—	0,4	—	0,2	0,2	—	0,4	—	—	0,2
5	—	0,5	—	0,25	0,25	—	0,5	—	—	0,25
6	—	0,6	—	0,3	0,3	—	0,6	—	—	0,3
7	—	0,7	—	0,35	0,35	—	0,7	—	—	0,35

С — стрелочники, Ч — чистильщики, Д — дежурные по станции, Э — электромонтеры, ЭМ — электромеханики.

Экономия заработной платы определяется по формуле

$$\Delta C = (C_{ш}^1 - C_{ш}^2) + (C_{м}^1 - C_{м}^2), \quad (156)$$

где  $C_{ш}^1$  — заработная плата работников службы движения, СЦБ и связи (со всеми начислениями) до внедрения автоматизации;

$C_{ш}^2$  — заработная плата работников службы движения, СЦБ и связи (со всеми начислениями) после внедрения автоматизации;

$C_{м}^1$  — заработная плата локомотивных бригад до автоматизации;

$C_{м}^2$  — заработная плата локомотивных бригад после автоматизации.

Годовая экономическая эффективность в целом по карьере от внедрения устройств автоматизации определяется по общепринятой формуле

$$\mathcal{E} = (K_c + EP_c) - (K_n + EP_n), \text{ руб.} \quad (157)$$

где  $K_c$  — эксплуатационные расходы при существующих устройствах автоматизации, тыс. руб. год;

$E=0,12$  — коэффициент эффективности;

$P_c$  — высвобождаемые фонды, тыс. руб.;

$K_n$  — эксплуатационные расходы при введении автоматизации, тыс. руб. год;

$P_n$  — капитальные вложения в автоматизацию (принимается по смете), тыс. руб.

Время окупаемости устройств автоматизации определяется по формуле

$$T = \frac{P_n - P_c}{K_c - K_n}.$$

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	3
<b>Глава I. Организация движения на карьерном железнодорожном транспорте . . . . .</b>	<b>5</b>
§ 1. Схемы путевого развития при различных системах ведения работ открытым способом . . . . .	5
§ 2. Классификация систем управления . . . . .	12
§ 3. Графики движения поездов . . . . .	14
§ 4. Расчеты станционных интервалов . . . . .	16
<b>Глава II. Сигнализация на карьерном железнодорожном транспорте . . . . .</b>	<b>35</b>
§ 1. Назначение сигнальных устройств . . . . .	35
§ 2. Светофоры и маршрутные указатели . . . . .	39
§ 3. Правила установки светофоров . . . . .	39
<b>Глава III. Аппаратура автоматизации железнодорожного транспорта . . . . .</b>	<b>41</b>
§ 1. Общие сведения о реле . . . . .	41
§ 2. Способы изменения временных параметров реле . . . . .	42
§ 3. Штупсельные реле постоянного и переменного тока . . . . .	45
§ 4. Кодовые реле постоянного тока . . . . .	60
§ 5. Кодовые и импульсные трансмиттеры . . . . .	62
§ 6. Трансформаторы . . . . .	66
§ 7. Выпрямители . . . . .	71
<b>Глава IV. Путьевые датчики . . . . .</b>	<b>75</b>
§ 1. Рельсовые цепи . . . . .	75
§ 2. Детали рельсовых цепей . . . . .	78
§ 3. Изолирующие стыки рельсов . . . . .	80
§ 4. Рельсовые цепи тональной частоты . . . . .	86
§ 5. Расчет рельсовых цепей . . . . .	89
§ 6. Последовательность расчета нормального режима рельсовой цепи . . . . .	92
§ 7. Расчет шунтового режима . . . . .	95
§ 8. Точечные путьевые датчики . . . . .	96
<b>Глава V. Путьевая блокировка . . . . .</b>	<b>101</b>
§ 1. Релейная полуавтоматическая блокировка . . . . .	101
§ 2. Беспроводная полуавтоматическая блокировка с рельсовой цепью на перегоне . . . . .	101
§ 3. Автоматическая блокировка . . . . .	105
§ 4. Кодовая беспроводная автоблокировка . . . . .	110
§ 5. Автоматическая блокировка с двухсторонней симметричной импульсной рельсовой цепью . . . . .	114



§ 6. Особенности устройств автоблокировки на карьерном ж.-д. транспорте	120
<b>Глава VI. Телеуправление стрелками и сигналами</b>	<b>123</b>
§ 1. Общие сведения	123
§ 2. Релейная централизация с индивидуальным управлением стрелками	126
§ 3. Блочная система маршрутной релейной электрической централизации	136
§ 4. Применение блочной электрической централизации	145
§ 5. Пневмообдувочные устройства для очистки стрелок от снега	153
§ 6. Стрелочные электроприводы	156
§ 7. Двухпроводная схема управления стрелками	157
§ 8. Четырехпроводная схема управления стрелками переменным током	160
§ 9. Пятипроводная схема управления стрелочными приводами с электродвигателями трехфазного переменного тока	161
§ 10. Кодовая централизация для управления стрелками и сигналами	163
§ 11. Устройство управления стрелками и сигналами на передвижных путях	166
§ 12. Аппаратно-релейно-блочная электрическая централизация стрелок и сигналов	167
§ 13. Электрическая централизация на передвижных путях	168
§ 14. Системы управления стрелочными переводами с движущегося локомотива	172
§ 15. Автоматическое управление стрелками	177
§ 16. Отжимные стрелки	187
§ 17. Передвижные посты электрической централизации	188
<b>Глава VII. Экономическая эффективность внедрения автоматизации на железнодорожном транспорте открытых горных разработок</b>	<b>190</b>
§ 1. Эффективность устройств автоматизации как средства обеспечения увеличения производительности	190
§ 2. Увеличение пропускной способности	196
§ 3. Определение влияния устройств автоматизации на пропускную способность отдельных пунктов	199
§ 4. Увеличение пропускной способности премо-отправочных путей	202
§ 5. Влияние устройств автоматизации на пропускную способность погрузочных и разгрузочных путей	203
§ 6. Увеличение провозной способности	212
§ 7. Влияние автоматизации на повышение производительности производственных комплексов	213
§ 8. Сокращение численности обслуживающего персонала	217

*Георгий Павлович Кудинов  
Владимир Алексеевич Дьяков  
Алексей Владимирович Андреев*

**Автоматизация управления  
железнодорожным транспортом  
на карьерах**

Редактор издательства *Н. Г. Любимов*  
Переплет художника *А. Е. Чучканова*  
Технический редактор *А. Е. Матвеева*  
Корректор *В. П. Крымова*

---

Сдано в набор 29/V 1973 г.  
Подписано в печать 10/VIII 1973 г. Т-11938  
Формат 60×90<sup>1/16</sup> Бумага № 2 Печ. л. 14,0  
Уч.-изд. л. 14,13 Тираж 1800 экз.  
Заказ № 307/3916—10 Цена 85 коп.

---

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12,  
Третьяковский проезд, 1/19.  
Московская типография № 6  
Союзполиграфпрома при Государственном  
комитете Совета Министров СССР по делам  
издательства, полиграфии и книжной торговли.  
109088, Москва, Ж-88, Южнопортовая ул., 24.

## *Уважаемый товарищ!*

**В издательстве «Недра»  
готовятся к печати  
новые книги**

**ВАСИЛЬЕВ М. В., СИРОТКИН З. Л., СМИРНОВ В. П.** Авто-  
мобильный транспорт карьеров. 20 л. 1 р. 20 к.

В книге рассмотрены проблемы современного карьерного автомобильного транспорта, изложены опыт и условия применения различных видов подвижного состава автотранспорта на открытых горных разработках; описаны модели большегрузных карьерных автомобилей, используемых в качестве магистрального и сборочного транспорта на карьерах. Освещены основные положения, определяющие выбор типа автомобиля для эксплуатации в конкретных условиях карьеров, приведены технологические особенности, режимы работы и технико-экономические показатели карьерного транспорта. Даны основные направления совершенствования и развития автомобильного транспорта на открытых горных разработках. Для определения основных параметров карьерного автотранспорта приведены математические методы с использованием ЭЦВМ.

Книга рассчитана на инженерно-технических работников горнодобывающих предприятий, научно-исследовательских и проектных организаций, а также может быть полезна преподавателям и студентам вузов, готовящих специалистов для открытых разработок полезных ископаемых.

Системы разработки и транспорт на карьерах. Изд. 2. 40 л.  
2 р. 53 к. Авт.: **КУЗНЕЦОВ К. К., ЯСТРЕБОВ А. И., КЛЕП-  
КОВ Л. Н.** и др.

Книга является вторым переработанным и дополненным изданием трехтомного труда «Типовые проекты систем разработки и транспорта на карьерах».

Она состоит из четырех частей. В первой части на основе обобщения опыта применения бестранспортной системы разработки для наиболее типичных природных условий по минимальной стоимости разработки составлены алгоритмы расчета основных параметров и элементов бестранспортных схем экскавации. Во второй части разработаны алгоритмы для расчета параметров транспортной системы разработки для месторождений с пологим или горизонтальным залеганием полезного ископаемого, наклонным при разnose одного борта и крутым при разnose двух бортов. В третьей части приведена методика расчета углов откосов уступов и бортов карьеров, определения основных параметров буровзрывных работ и стоимостных параметров горного и транспортного оборудования. В четвертой части дается обоснование схем путевого развития на рабочих уступах, типовых съездов и постов примыкания, методика сравнения видов карьерного транспорта.

Книга предназначена для инженерно-технических работников производства, проектных и научно-исследовательских организаций горнодобывающей промышленности, а также для студентов горных вузов.

**ТУРЧАНИНОВ С. П. Долговечность гидротранспортных трубопроводов. 10 л. 51 к.**

В книге обобщены сведения по гидроабразивному изнашиванию напорных трубопроводов при транспортировке твердых сыпучих материалов. Дан анализ работы трубопроводов, приведены основные типы труб и их соединений, а также специальные требования по обеспечению качественного монтажа трубопроводов и эффективной их эксплуатации. Описаны методы лабораторных и производственных исследований гидроабразивного изнашивания трубопроводов. Систематизированы закономерности гидроабразивного изнашивания труб в зависимости от гидравлических характеристик транспортировки и других главнейших эксплуатационных факторов. Рассмотрены способы увеличения долговечности транспортных трубопроводов и даны практические рекомендации по этому вопросу. Приведены способы расчета пропускной способности транспортных трубопроводов до полного износа и сроков их амортизации.

Книга предназначена для инженеров-производственников и проектировщиков, а также может быть использована научными работниками и студентами.

*Интересующие Вас книги Вы можете приобрести в местных книжных магазинах, распространяющих научно-техническую литературу или заказать через отдел «книга — почтой» магазинов:*

*№ 17—199178. Ленинград, В. О. Средний проспект, 61*

*№ 59 — 127412. Москва, И-412, Коровинское шоссе, 20*

*Издательство «Недра»*

xp-3  
gr-7

85 коп.

952

75

14812

14

НЕДРА - 1973