

## **ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РУДНИЧНОЙ ЭЛЕКТРОВОЗНОЙ ОТКАТКИ**

*Доц. А. В. Рысьев*

В настоящее время в условиях угольных шахт основным видом транспорта по главным горизонтальным выработкам является электровозная откатка. На газовых шахтах откатка производится электровозами аккумуляторными, а на шахтах, не опасных по газу и пыли, — контактными. Такой вид транспорта в современных условиях — при комплексной механизации угледобычи — обладает рядом существенных недостатков. Зачастую он является причиной нарушения непрерывности процесса транспортирования полезного ископаемого. Часто имеют место нарушения графиков движения. Для современных крупных шахт — при комплексной механизации угледобычи с полной автоматизацией — наиболее прогрессивным видом транспорта является конвейерный. Он легче поддается автоматизации, позволяет сохранять непрерывность процесса транспортирования полезного ископаемого от забоя до железнодорожных бункеров или обогатительных фабрик и является менее опасным для обслуживающего персонала.

Однако часто по технико-экономическим условиям конвейерный транспорт уступает электровозной откатке. Он не решает проблемы транспортирования рабочих к месту работы и других вспомогательных транспортных операций, становится невыгодным при большой длине транспортирования полезного ископаемого и при значительной разбросанности погрузочных пунктов, а также имеет ряд технических ограничений. Наряду с конвейеризацией крупных угольных шахт, электровозный транспорт во многих случаях будет наиболее рентабельным способом откатки.

Следовательно, необходимо добиться максимальной безопасности и бесперебойности в работе рудничных электровозов на основе полной автоматизации.

В настоящее время на электровозном транспорте автоматизируются лишь стрелочные переводы и применяется централизованная сигнализация. Попытки полной автоматизации электровозной откатки находятся в стадии научного исследования.

Полная автоматизация электровозной откатки с высвобождением рабочих поездных бригад требует коренного усовершенствования путевого хозяйства и работы собственно локомотива, при этом необходимо и изменение схем околоствольных дворов. При существующих схемах конструкции околоствольных дворов, погрузочных пунктов и состояния откаточных путей, полная автоматизация электровозной откатки практически исключается. При сборке состава на погрузочных пунктах и

смене состава с груженого на порожний в околоствольном дворе электровоз вынужден проделывать большое число маневровых операций. Даже в периоды движения состава по главному пути машинисту требуется производить непрерывно манипуляции с контроллером, тормозами, а зачастую и песочницами. Движение, как правило, происходит на неустановившемся режиме работы с периодическим выключением и включением тяговых двигателей, с искусственным ограничением скорости движения электровоза. Существующее состояние откаточных путей и подвижного состава часто обуславливает наличие проскальзывания колес электровоза относительно рельсов, что нарушает самый принцип действия в работе электровоза. При проскальзывании колес ведущих полускатов коэффициент сцепления колес с рельсами нарушается и переходит в коэффициент трения колес о рельсы. Коэффициент трения, при одинаковых условиях, значительно меньше коэффициента сцепления, в связи с этим при проскальзывании колес резко снижается сила тяги электровоза. Электровоз при этом не может обеспечить достаточной скорости движения нормального состава поезда.

Увеличения коэффициента сцепления колес с рельсами машинист обычно добывается подсыпанием песка под ведущие колеса. При полной автоматизации электровозной откатки эта операция работы машиниста также может вызвать затруднения. При полной автоматизации должна быть исключена возможность проскальзывания колес электровоза и необходимость использования песка для увеличения коэффициента сцепления колес электровоза с рельсами. Для увеличения коэффициента сцепления колес с рельсами должны использоваться другие средства. Для преодоления значительных уклонов должны применяться реечные электровозы с зубчатым зацеплением ведущей шестерни; для увеличения коэффициента сцепления в периоды разгона поезда у обычных электровозов необходимо использовать электромагнитные усилители.

Таким образом, проблема полной автоматизации электровозной откатки (с высвобождением машиниста на электровозе) требует некоторой реконструкции собственно электровоза и откаточных путей. На электровозе до максимума должна быть упрощена система управления и достигнута полная надежность условий сцепления колес с рельсами. На откаточных путях должны быть до максимума упрощены маневровые операции на погрузке и разгрузке и исключены скрещивания поездов во время движения.

Полная автоматизация электровозной откатки немыслима без коренного упрощения всех операций управления и схем движения поездов.

При изучении данного вопроса схемы движения поездов могут быть разбиты на категории по сложности:

1) один состав движется между двумя пунктами, имея за период рейса два периода разгона и два периода замедления;

2) два состава курсируют между двумя пунктами и не имеют дополнительных операций, кроме разгонов при пуске и замедлений при остановках поезда;

3) несколько поездов курсируют между двумя пунктами и также, кроме разгонов и замедлений, не имеют дополнительных маневровых операций;

4) несколько поездов курсируют в различных направлениях между пунктами погрузки и разгрузки, где осуществляют разгоны и замедления;

5) один электровоз курсирует между двумя пунктами, кроме того, имеет дополнительные маневровые операции на пунктах погрузки и разгрузки;

6) два электровоза в одном направлении осуществляют откатку, и на пунктах погрузки и разгрузки имеют место кроме пусков и замедлений дополнительные маневровые операции;

7) несколько поездов в разных направлениях курсируют между пунктами погрузки и разгрузки и совершают дополнительные маневровые операции при погрузке и разгрузке.

В зависимости от категории сложности схем движения поездов может быть принята та или иная схема управления или автоматизации электровозной откатки. Полная автоматизация электровозной откатки может быть осуществлена на более простых схемах, например, первой или второй категорий. По схемам шестой, седьмой категорий сложности более рационально принять частичную (неполную) автоматизацию, т. е. при наличии машиниста на самом электровозе.

1. При схеме первой категории сложности (с одним электровозом на линии) практически имеет место индивидуальное питание тяговых электродвигателей от того или иного типа генератора тяговой подстанции. В этом случае регулирование скорости тяговых двигателей при разгоне может осуществляться изменением величин подведенного напряжения к двигателям. Регулирование напряжения известными способами может производиться на преобразователях тяговой подстанции. В этом случае изменение величины напряжения будет происходить по всей линии контактной сети. Практически при управлении будет иметь место система «генератор-двигатель» (Г-Д). В линию должно подаваться напряжение только на период движения поезда до начала замедлений. Период замедления может происходить при свободном выбеге или с автоматическим подтормаживанием. Торможение может осуществляться электрическим способом в виде реостатного электродинамического торможения или механическими тормозами.

Таким образом, при данной схеме управления (если не применять реостатного торможения) отпадает необходимость иметь на электровозе контрольно-контакторное управление и пусковые реостаты. Все управление электровозом, включая и перемену хода — реверсирование двигателей, может осуществляться с тяговой подстанции. Подача импульсов о начале разгона поезда и начале замедления может происходить по тяговой сети от электровоза, о начале разгона — сигналом при нажатии кнопки люковым или сцепщиком, о начале замедления или снятия напряжения — при помощи специальных импульсных педалей, встроенных в линии железной дороги, или тяговой сети.

2. Полная автоматизация электровозной откатки при второй категории сложности схемы движения может быть представлена двумя способами.

А. Раздельное питание линий грузового и порожнякового направлений движения. В этом случае подразумевается, что на линии курсируют только два электровоза. Каждый из электровозов имеет независимое питание от тяговой подстанции. Например, один курсирует по правой, а другой по левой колее откаточных путей. Независимое питание двумя фидерами может осуществляться раздельно для грузового и порожнякового направлений движения. По существу будет иметь место предыдущая схема, повторенная два раза. На тяговой подстанции потребуются иметь два источника питания, два комплекта регулировочных приспособлений для изменения величины напряжения в тяговой сети. Управление электровозами будет сосредоточено на тяговой подстанции. Напряжение в линию будет подаваться только в периоды движения поезда от начала разгона до периода замедления у погрузочных или разгрузочных пунктов.

Б. Регулирование скорости движения на самом электровозе. При наличии двух электровозов на линии полная автоматизация возможна также и при питании их от общей контактной сети. В этом случае для пуска двигателей в ход при разгоне поезда потребуется иметь на электровозе автоматизированное контактное управление с выдержкой времени включения. Выдержка времени включения или выключения отдельных секций пусковых реостатов может быть отрегулирована по величине пускового тока или времени пуска. Пуск электровоза в ход может производиться люковым или сцепщиком нажатием кнопки «ход дистанционного управления». Подача импульса на отключение тяговых двигателей от сети при замедлении может производиться, как и в первом случае, при помощи специальных импульсных педалей (конечных выключателей), встроенных в линии железной дороги или тяговой сети.

3. При схеме третьей категории, когда между двумя пунктами курсирует несколько электровозов без дополнительных маневровых операций на пунктах погрузки и разгрузки, автоматизация усложняется необходимостью соблюдения строгого графика движения поездов. Имея в виду, что практически возможны непредвиденные задержки на пунктах погрузки и разгрузки или случайные остановки поезда в пути, необходимо соблюдать условие — на каждом перегоне между какими-то двумя секционированными участками пути должен находиться только один поезд. Тогда каждый следующий поезд при движении может вступить на следующий участок пути после того, как его освободит предыдущий поезд. При этом условии не может произойти столкновения поездов в пути и можно допустить некоторое нарушение графика движения поездов из-за непредвиденных задержек. Для выполнения указанного требования, во избежание наезда поезда в хвост другого, необходимо тяговую сеть секционировать на отдельные участки с независимым питанием от тяговой подстанции отдельными фидерами. На каждом фидере должно находиться не более одного электровоза, что может быть ограждено максимальной защитой по току. Кроме того, между отдельными фидерами должна быть установлена блокировка, ограждающая возможность столкновения поездов в пути. Блокировка может быть основана на реле выдержки времени. В каждом фидере должны быть включены реле выдержки времени с часовым механизмом. Настройка реле часового механизма должна соответствовать необходимому времени движения поезда на данном перегоне. При непредвиденной задержке поезда на том или ином перегоне свыше установленной нормы все предыдущие поезда или участки линии должны быть автоматически выключены. Принцип действия блокировки должен быть аналогичным установленным на поточных линиях с ленточными конвейерами: при остановке одного из механизмов все предыдущие подающие на него материал автоматически отключаются.

Таким образом, и в автоматизированной электровозной откатке на принципе реле выдержки времени может быть установлена строгая блокировка питания отдельных секций тяговой сети, а следовательно, отдельных электровозов, движущихся друг за другом.

Поскольку возможны случаи остановки поезда в пути и потребуются повторный пуск, необходимо каждый раз от станции подавать напряжение с постепенным увеличением от нуля до максимума. Это позволит осуществлять разгон двигателей без специальных приспособлений на самом электровозе. При независимом питании отдельных секций тяговой сети все управление электровозами будет сосредоточено на тяговой подстанции. Электровозы могут иметь простую конструкцию без реостатно-контакторного управления. Для наглядности управления движением

поездами диспетчеру нужна мнемосхема с обозначением места положения поездов на линии. Мнемосхема может быть сблокирована с реле выдержки времени на питающих фидерах, а следовательно, связана с работой собственно электровозов. Поэтому на мнемосхеме могут отображаться не только места положения электровоза, но и режим их работы.

4. Автоматизация схемы движения поездов четвертой категории сложности, т. е. когда поезда курсируют между несколькими пунктами погрузки и одним пунктом разгрузки, может быть осуществлена на том же принципе, что и третья схема. Так же может быть секционирована вся тяговая сеть и осуществлена блокировка между отдельными секциями сети при независимом их питании от тяговой подстанции. Дополнительная трудность возникает в связи с тем, что отдельные участки пути будут являться общими при движении поездов с разных пунктов погрузки. Поезда на них могут вступать с двух разветвляющихся параллельных направлений. При этом несколько усложнится блокировка реле выдержки времени и могут возникать дополнительные задержки поездов в узлах разветвлений. На общий элемент пути может вступить поезд только с одного из направлений (погрузочных пунктов) и только после того, когда он освободится от предыдущего поезда.

5. Полная автоматизация схем движения поездов пятой категории сложности, когда один электровоз курсирует между пунктами погрузки и разгрузки и, кроме того, имеет дополнительные маневровые операции на погрузке и выгрузке, вообще говоря, мало вероятно. При этом высвобождается всего лишь один машинист электровоза, а схема управления и оборудование значительно усложняются. При этой схеме движения поездов автоматизацией практически ничего не достигается. Здесь даже утрачивает смысл частичная автоматизация, так как нет скрещивающихся поездов и взаимозависимости в их движении.

6. При схемах движения шестой категории сложности, когда два электровоза курсируют между пунктом погрузки и выгрузки и имеют некоторые дополнительные маневровые операции на пунктах погрузки и выгрузки, уже приобретает смысл частичная автоматизация. Здесь будет иметь место скрещивание поездов и существует некоторая взаимозависимость в движении их по отдельным элементам пути. При наличии всего лишь двух электровозов, совершающих дополнительные маневровые операции на погрузке и выгрузке, нецелесообразно применять полную автоматизацию электровозной откатки. Схема автоматизации была бы слишком дорогой и несовершенной по дистанционному управлению электровозами при маневровых операциях. В данном случае рекомендуется применять известные способы автоматизации, связи, сигнализации и блокировки.

7. При схемах движения электровозов седьмой категории сложности, которая в настоящее время имеет место на ряде шахт с большой производительностью, может быть рекомендована частичная автоматизация электровозной откатки. Схема полной автоматизации электровозной откатки в данном случае, когда на путях в разных направлениях курсирует несколько электровозов и они совершают некоторые дополнительные маневровые операции на пунктах погрузки и разгрузки, была бы весьма сложной, а следовательно, недостаточно надежной в управлении электровозами. В данном случае дистанционное управление электровозами возможно ранее описанным способом, когда весь путь разбит на отдельные участки с независимым питанием от тяговой подстанции, когда напряжение в отдельные секции тяговой сети подается при равномерном увеличении с целью плавного пуска тяговых двигателей в ход. В этом случае блокировка взаимозависимости движения поездов на отдельных

элементах мыслится при помощи реле выдержки времени с часовым механизмом.

Схема автоматизированного дистанционного управления значительно усложняется в связи с наличием дополнительных маневровых операций на погрузочных пунктах и в околоствольных выработках. Здесь секционированные элементы пути будут весьма малой длины, электровоз на них должен находиться непродолжительное время и совершать движение в строго ограниченных пределах. При централизованном управлении несколькими электровозами одному диспетчеру трудно было бы управлять весьма сложным коммутатором подачи напряжения на отдельные элементы секционированной тяговой сети.

Таким образом, при данной схеме движения может рекомендоваться также частичная автоматизация при наличии машиниста электровоза. В этом случае необходимо применять наиболее совершенные средства сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), т. е. централизованное управление стрелками, а автоматическую сигнализацию и диспетчерскую связь осуществлять непосредственно с машинистами электровозов по проводам тяговой сети или радио.

Таким образом, из рассмотрения существующих схем движения поездов в рудничной электровозной откатке устанавливается, что полная автоматизация откатки с высвобождением машиниста электровоза целесообразна лишь в случаях, когда отсутствует дополнительная маневровая работа электровозов на погрузке и разгрузке. При наличии дополнительной маневровой работы на пунктах погрузки и выгрузки схема полной автоматизации становится весьма сложной, а следовательно, и менее надежной в работе.

Для полной автоматизации необходимо упростить схемы движения поездов, освободить электровозы от маневровой работы на погрузочных путях и в околоствольных дворах. Для этого надо изменить схемы околоствольных дворов и погрузочных пунктов и применить дополнительную механизацию на погрузке и выгрузке. На пункте погрузки электровоз должен брать готовый состав поезда, на пункте выгрузки оставлять состав маневровому электровозу. Околоствольный двор должен иметь такую схему откаточных путей, при которой для электровоза будут одинаковые условия отцепки вагонов при движении с любого направления. По существующим схемам откаточных путей в околоствольных дворах электровозу необходимо совершать те или иные дополнительные маневровые операции (например, движение по обгонным путям в хвост состава, заталкивание состава на толкатель опрокидывателя, передвижение порожняка на порожняковую ветвь откаточных путей околоствольного двора и др.), часто изменяющиеся в зависимости от того, с какого направления подходит электровоз к околоствольному двору.

Таким образом, для полной автоматизации электровозной откатки на шахте требуется осуществить коренное изменение схемы откаточных путей в околоствольных дворах и разработать коммутационную схему питания электровозов энергией и дистанционного управления ими.

## **1. Варианты схем околоствольных путей**

Производительность шахты по подъему полезного ископаемого и пропускной способности околоствольных дворов связана с производительностью электровозной откатки. Чем больше производительность шахты, тем больше количество электровозов на откаточных путях и сложнее схема откатки. Возможные варианты схем околоствольных путей можно рассматривать в связи со схемами главных откаточных

путей, с количеством электровозов на шахте. Схемы околоствольных путей зависят от категории схем сложности движения поездов на шахте.

Например, при первой категории сложности движения поездов, при одном электровозе на линии, околоствольный двор может иметь самую простую конструкцию. При большом количестве электровозов, поступающих с различных направлений, очевидно, требуется более сложное оборудование околоствольных дворов.

Основными требованиями, предъявляемыми к конструкции околоствольных дворов при полной автоматизации электровозной откатки, являются следующие:

- 1) полное освобождение откаточных электровозов на околоствольном дворе от маневровой работы;
- 2) автоматическая разгрузка состава без расцепления вагонов;
- 3) устранение встречных движений вагонов;
- 4) устранение простоев электровоза из-за отсутствия порожняка.

Для полного освобождения электровоза от маневровой работы на околоствольном дворе необходимо у подошедшего электровоза взять груженный состав и подать порожний. Если электровоз пришел в голове состава, то оттяжка груженных вагонов должна быть произведена назад — с хвоста поезда. Последнее уже будет вызывать встречные направления движения вагонов, нежелательные при полной автоматизации откатки. В данном случае нужно освободить путь от электровоза, чтобы груженные вагоны поезда могли двигаться вперед под действием толкача к опрокиду. Передвижка электровоза с путей должна производиться автоматически специальным приспособлением в виде передвигаемого элемента пути, на котором стоит электровоз. Электровоз должен быть передвинут на параллельный порожняковый путь в голову готового порожнякового состава. При перемещении электровоза вбок с одного пути на другой целесообразно совместить автоматическую расцепку с груженым составом и автоматическую прицепку к порожним составом. В этом случае упрощается дистанционное управление электровозом. Движущийся электровоз автоматически задерживается на стопорном устройстве передвигаемого элемента пути и передвигается на смежный параллельный путь, в голову порожнякового состава. При подаче напряжения в линию он совершает повторный рейс.

Автоматическая разгрузка состава без расцепления вагонов может быть осуществлена с помощью обычных барабанного типа опрокидов, при наличии врашающихся сцепок у вагонов.

Устранение встречных движений подвижного состава может быть достигнуто, помимо способа, указанного ранее, применением соответствующей схемы расположения путей в околоствольных выработках.

Устранение простоев электровоза из-за отсутствия порожняка может быть достигнуто наличием необходимого резерва вагонов в околоствольном дворе.

С учетом указанных требований, схемы расположения оборудования в околоствольном дворе могут быть представлены в трех вариантах (рис. 1).

1. Для первой категории сложности схем движения, когда на линии всего один электровоз, схемы расположения оборудования приведены на рис. 1 (схемы I, II).

Согласно схеме I (рис. 1), движущийся с грузом электровоз останавливается на стопоре, затем автоматически передвигается на порожняковую ветвь. Одновременно происходит отцепка и прицепка составов и, кроме того, переключение двигателей на обратный ход. Дальнейшее

движение вагонов, груженных через опрокид и порожних, обратно к стопору может производиться толкателями (подвагонными цепями).

При схеме II (рис. 1), где отсутствует специальный стопор передвигателя, груженный электровоз движется до точки б. Здесь происходит отцепка груженого состава и переключение двигателей на обратный ход. Груженный состав подвагонными цепями передвигается через опрокид к пункту а на линии. Электровоз при обратном движении порожняком должен сделать остановку в пункте а для прицепки состава порожняка.

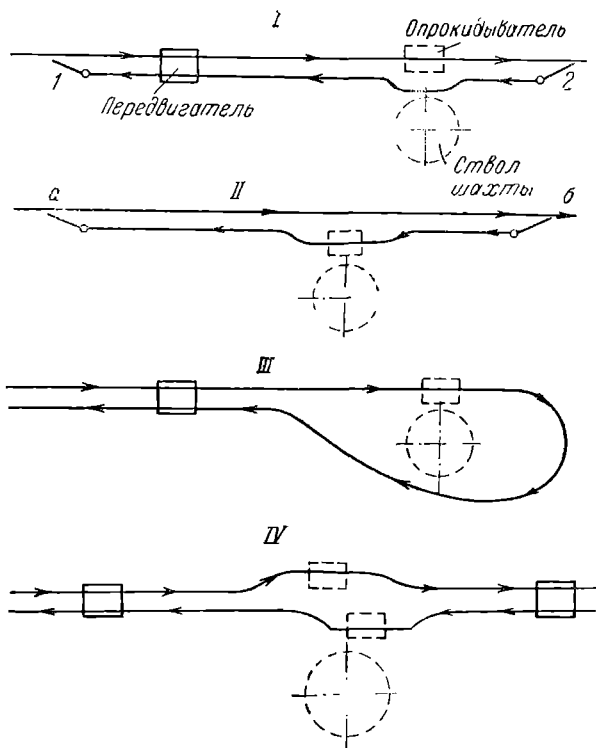


Рис. Принципиальные схемы околовольных дворов

Таким образом, в этой схеме имеют место две остановки электровоза: в точках б и а. Эти пункты должны оборудоваться стопорами для остановки электровоза и устройствами автоматической отцепки и прицепки составов. Кроме того, в пункте б должно быть устройство, обеспечивающее переключение двигателей на обратный ход. При движении порожняком остановка электровоза в пункте а может производиться обесточиванием тяговой цепи при дистанционном управлении от тяговой подстанции. Схема II (рис. 1) менее совершенна, чем схема I (рис. 1). Она требует дополнительной остановки электровоза в пункте а; кроме того, движение электровоза в обратном направлении может начаться только после того, как груженный состав будет перетянут толкачом через стрелку 2 на порожняковый путь к опрокидывателю. Однако при этой схеме не требуется специального передвигателя электровоза с одной линии на другую, как по схеме I.

2. Для второй категории сложности схем движения, когда на линии находятся два состава (рис. 1, схема III), электровоз движется с грузовым составом до стопора передвигателя, где его автоматически пере-

двигают на порожняковую ветвь с одновременной отцепкой и прицепкой составов и переменной хода тяговых двигателей. Дальнейшее движение вагонов по кольцу околоствольных выработок через опрокид происходит под действием толкателей и самокатных путей.

Эта схема околоствольного двора может удовлетворять требованиям и третьей категории сложности схем движения поездов, когда на линии курсирует несколько поездов с одного направления. В этом случае потребуется обязательная блокировка действия механизмов у стопора. Пока не отправлен предыдущий порожний состав и стопор не принял

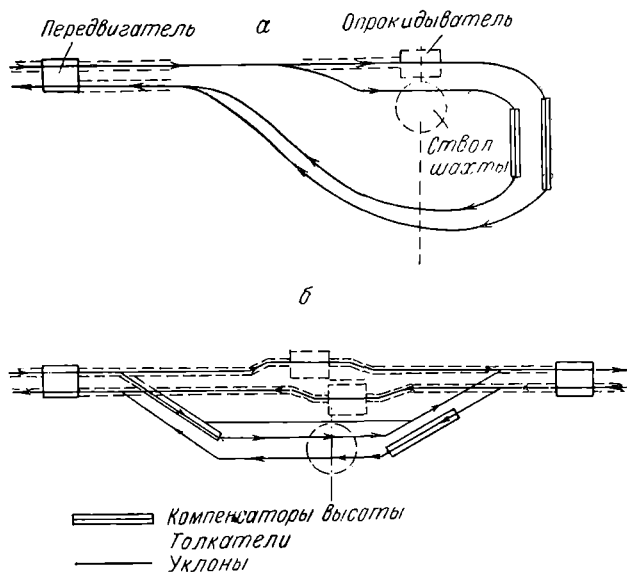


Рис. 2. Детальные схемы околоствольных дворов

исходного положения, нельзя принимать следующий грузовой состав. Как видно из схемы III (рис. 1), в данном случае исключены встречные движения, совершенно отсутствуют стрелочные переводы. До максимума упрощена схема движения вагонов и электровозов. При достаточном резерве вагонов на погрузочных путях и в околоствольных выработках при этой схеме может быть достигнута весьма высокая производительность электровозной откатки и пропускная способность околоствольных дворов.

3. При схемах движения электровозов четвертой категории сложности, когда курсирует несколько поездов и с разных направлений (рис. 1, схема IV) электровозы также движутся только до стопора. Здесь происходит передвигка их на порожняковый путь с одновременной отцепкой и прицепкой вагонов и переменной хода. Для правого и левого крыльев предусмотрены отдельные опрокиды. Схема движения упрощена, отсутствуют стрелочные переводы и встречные движения. При достаточном резерве вагонов может быть достигнута весьма высокая производительность автоматической электровозной откатки.

При данной схеме оборудования околоствольного двора подразумевается одинаковая производительность крыльев откаточных участков. При неодинаковой производительности правого и левого крыльев требуется периодическая передача части вагонов с одного крыла на другое. Для этого надо предусмотреть специальный перегонный путь с неавтоматизированным движением и стрелочными переводами.

Приведенные рисунки воспроизводят лишь схемы движения главного груза (полезного ископаемого). Передвижение дополнительных грузов, материалов и пр., формирование дополнительных маршрутов — не автоматизируется. Для них должны быть предусмотрены дополнительные разьезды с неавтоматизированными стрелочными переводами (рис. 2, а, б).

## 2. Стопорное и передвижное устройство для электровоза

При анализе различных схем движения в околоствольных дворах при полной автоматизации откатки выявилась необходимость пополнить существующее оборудование новым элементом — стопорным и передвижным устройством для электровоза. При помощи этого устройства движущийся на свободном выбеге при малой скорости электровоз должен быть остановлен, затем передвинут на параллельный путь. Этим же моментом времени надо воспользоваться для автоматической отцепки и прицепки составов, а также для перемены в ходе (изменения направления вращения) тяговых двигателей. При совмещении указанных операций во времени максимально сократится время пребывания электровоза на разгрузке и увеличится производительность откатки.

Стопорное и передвижное устройство дает возможность полностью освободить электровоз от маневровой работы в околоствольном дворе, а следовательно, — применить полную автоматизацию. При наличии этого устройства отпадает необходимость в дополнительных обгонных путях для электровоза и специальных стрелочных переводах, что частично компенсирует затраты на оборудование, так как при большой длине состава требуются длинные обгонные пути и разьезды. Помимо дополнительных расходов на их устройство и содержание, много времени затрачивается на движение электровозов по разьездам. Наличие разьездов и стрелочных переводов при скрещивании поездов значительно усложняет автоматизацию откатки. При неавтоматизированной откатке скрещивание поездов неизбежно вызывает значительные дополнительные простои электровозов в ожидании друг друга.

Применение передвижного устройства для электровоза, безусловно, приведет к существенной рационализации электровозной откатки. Это вызовет удешевление конструкции пути, упрощение схем движения и значительную экономию времени. Это устройство дает возможность полностью автоматизировать рудничную электровозную откатку

### Основные элементы конструкции передвижного устройства

Поворотные круги и передвижные плиты применяются в практике магистральных железных дорог. В рудничной откатке они используются иногда при передвижении вагонеток вручную в стесненных условиях. В данном случае требования, предъявляемые к передвижному устройству, более высокие. Оно одновременно должно выполнять ряд других функций: остановку электровоза, автоматическую отцепку и прицепку состава поезда и переключение тяговых двигателей на обратный ход.

1. Автоматическая остановка электровоза у передвижного устройства. При подходе электровоза к передвижному устройству заранее автоматически снимается напряжение в линии коммутатором на тяговой подстанции. Электровоз подходит к передвижному устройству на свободном выбеге при малой скорости движения с выключенными тяговыми двигателями. Перед передвижным устройством состав попадает на толкатель специальной конструкции. В задачу

толкателя входит амортизация излишней скорости движения состава перед остановкой, продвижение электровоза с составом до передвижного устройства и продвижение состава поезда через передвижное устройство, когда электровоз переместится на смежный путь.

Амортизация излишней скорости движения состава может производиться специальной конструкцией кулачков подвагонной цепи толкателя (рис. 3, I) При излишней скорости движения состава эти кулачки вос-

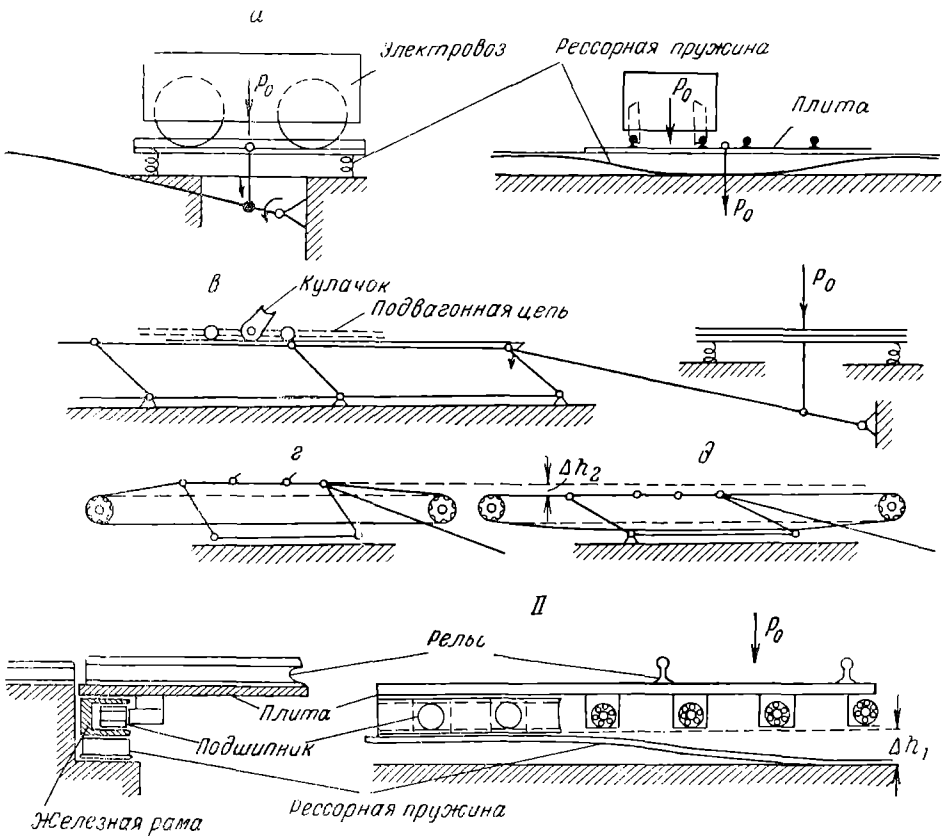


Рис. 3. Схема привода передвигателя

принимают удар, упруго пропуская через себя оси полускатов электровоза и вагонов до тех пор, пока не амортизируется излишняя скорость.

Когда скорость движущегося состава поезда сравняется со скоростью толкателя, кулачки подвагонной цепи подхватят состав и будут продвигать его до передвижного устройства электровоза. Как только электровоз встанет на передвижное устройство обоими полускатами, толкатель должен прекратить продвижение грузового состава до момента полной передвижки электровоза на смежный порожняковый путь — до момента, когда через передвижное устройство будет освобожден и подготовлен путь для груженого состава. На этот период времени кулачки подвагонной цепи толкателя должны быть осажены вниз или, по принципу храповичного устройства, расцеплены с таким расчетом, чтобы они не продвигали груженого состава вперед (рис. 3, I).

2. Автоматическое передвижение электровоза грузовой ветви пути на порожняковую. Когда электро-

воз обоими полускатками встанет на элементы пути передвижного устройства, его давление (10—14 т) может служить начальным импульсом для действия непрерывно вращающегося кулачкового устройства (рис. 4), обеспечивающего боковое перемещение электровоза на необходимое расстояние. После этого вращающиеся кулачки должны прекратить перемещение передвижной плиты с электровозом до момента, когда передвиж-

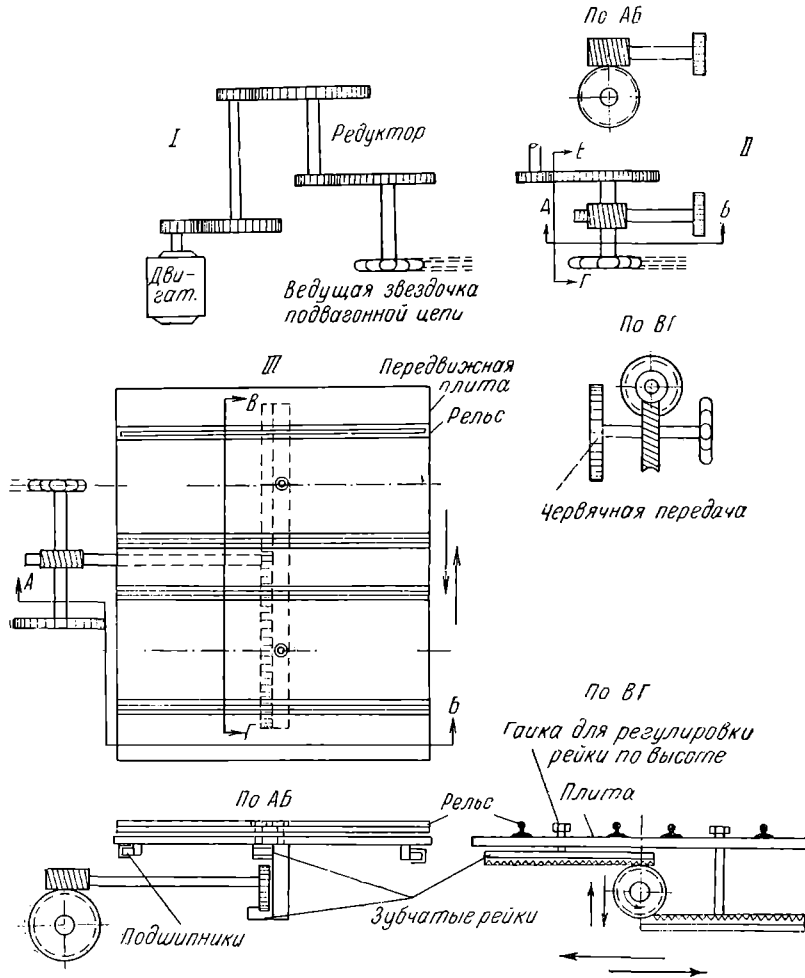


Рис. 4. Элементы конструкции передвижателя

ное устройство полностью освободится как от электровоза, так и от вагонов. Освобождение передвижного устройства от груза послужит начальным импульсом для действия того же кулачкового устройства на обратное перемещение плиты передвижного устройства в исходное положение.

3. Автоматическая отцепка и прицепка составов. Для автоматической отцепки и прицепки составов необходимо воспользоваться боковым перемещением электровоза на передвижном устройстве. Это дает возможность при простой конструкции сцепки производить автоматическое расцепление и сцепление электровоза с составами. При этом сцепка может состоять из двух простых элементов: проушины на

электровозе и крюка на переднем вагоне. Проушина и крюк должны быть размещены так, чтобы при боковом перемещении электровоза на подвижной плите производилась расцепка и сцепка состава. Крюк должен иметь достаточную длину, чтобы не произошло расцепки состава в пути. Для автоматической прицепки порожнякового состава в момент перемещения электровоза порожняк должен быть плотно пригнан к передвижному устройству. Подгонка порожнякового состава к передвижному устройству должна производиться при помощи толкача обычной конструкции с подвагонными цепями.

Толкачи порожняковой ветви пути должны останавливаться или прекращать передвижение порожних вагонов по мере накопления составов перед передвижным устройством электровоза. Как только состав поступил к передвижному устройству, толкатель должен остановиться. Последнее может быть обеспечено конечным выключателем. Когда этот состав будет отправлен с электровозом, толкатель автоматически должен подать к передвижному и прицепному устройству следующий порожняковый состав. Это может обеспечить специальная блокировка в электрической схеме питания двигателей механизмов передвижного устройства и подающего порожняк толкателя.

4. Переключение тяговых двигателей на обратный ход. Переключение тяговых двигателей необходимо совместить с моментом бокового перемещения электровоза на передвижном устройстве. Для этого в верхней части пантографа (токосъемника) необходимо предусмотреть автоматический переключатель. В момент перемещения электровоза с одного пути на другой, переключатель будет касаться специального кулачкового устройства и переключаться для перемены хода локомотива.

Токосъемное устройство при боковом перемещении электровоза должно скользить по изолированным от контактной сети роликовым направляющим, оставаясь в сжатом состоянии с постоянной высотой токосъема.

Элементы конструкции передвигателя электровоза могут иметь вид, показанный на рис. 4.

Для приведения в действие передвигателя может быть использован двигатель существующих типов толкателей (рис. 4, I). В дополнение к существующей схеме привода толкателя необходимо иметь еще червячную передачу (рис. 4, II) на валу приводной звездочки подвагонной цепи. Червячная передача обеспечит вращение зубчатого колеса передвижного механизма, способного вступать в сцепление с зубчатыми рейками (рис. 4, III). Передвижная плита, на которой находится электровоз, несколько опустится вниз; при этом с зубчатым колесом войдет в зацепление верхняя рейка. Плита будет передвигаться вправо в пределах длины зубчатой рейки. Когда электровоз освободит плиту, она под действием рессорной пружины (рис. 3) поднимется несколько вверх, при этом зубчатое колесо войдет в зацепление с нижней зубчатой рейкой. Плита передвинется влево — исходное положение в пределах длины указанной рейки. Таким образом, вращение зубчатого колеса может быть непрерывным и в одну сторону, что значительно упрощает конструкцию привода.

На рис. 3 представлена схема блокировки действия передвигателя и толкателя. Когда электровоз в голове состава войдет на передвижную плиту, толкатель должен немедленно прекратить свое действие — продвижение состава вперед. С целью такой блокировки предусмотрено рычажно-шарнирное устройство (рис. 3, I). Под действием веса электровоза (10—14 т) передвижная плита, сжимая рессорные пружины, не-

сколько опустится вниз. При этом с помощью системы рычагов и шарнирного устройства кулачки подвагонной цепи также несколько снизятся и прекратят продвижение состава вперед. Подвагонная цепь толкателя будет ослаблена на весь период, пока электровоз находится на передвижной плите. Как только электровоз сойдет с передвижной плиты, шарнирно-рычажное устройство натянет подвагонную цепь, поднимет кулачки вверх и восстановит действие толкателя.

Шарнирно-рычажное устройство одновременно будет служить демпфером-буфером, эластично воспринимающим удар электровоза и вагонов, набегающих на кулачки подвагонной цепи. Удар о кулачки движущегося состава поезда будет смягчаться рессорными пружинами передвижной плиты. Для регулирования действия шарнирно-рычажного устройства, высоты расположения зубчатых реек (рис. 4, III) и степени опускания передвижной плиты должны быть предусмотрены специальные болтово-гаечные регуляторы с пружинами. С их помощью можно без разборки механизма изменять высоту подъема кулачков подвагонной цепи, степень опускания передвижной плиты при наезде электровоза, расположение зубчатых реек механизма.

На рис. 3, II показано расположение рессорных пружин под передвижной плитой и роликовых подшипников передвижной плиты. Передвижная плита на роликовых подшипниках имеет возможность передвигаться относительно железной рамы из коробчатого железа. Рама опирается на рессорные пружины и несколько опускается под нагрузкой электровоза.

Расположение рамы и рессорных пружин должно обеспечить горизонтальное положение плиты или небольшой наклон в сторону передвижения электровоза, чтобы облегчить работу привода толкателя в момент передвижения электровоза.

Элементы конструкции автоматической сцепки электровоза с составом, автоматического переключателя для перекатывания пантографа при передвижении электровоза конструктивно просты и здесь не рассматриваются.

### 3. Схема энергоснабжения электровозной откатки

К схеме энергоснабжения при автоматизированной электровозной откатке предъявляются в основном следующие требования:

а) подача энергии постоянного напряжения всем движущимся электровозам на равномерном ходу;

б) подача энергии при постепенном повышении напряжения всем электровозам, находящимся в периоде пуска;

в) автоматическое выключение энергии у электровозов перед остановками у погрузочных и разгрузочных пунктов;

г) автоматическое выключение электровозов, движущихся на занятой предыдущим поездом элемент пути.

Для выполнения указанных требований вся тяговая сеть должна быть разбита (секционирована) на отдельные элементы с независимым питанием. На каждом секционированном участке контактного провода должен находиться всего лишь один электровоз. Это даст возможность осуществить блокировку, устраняющую опасность наезда одного состава в хвост другого. Кроме того, раздельное питание позволит подавать для каждого электровоза необходимое напряжение. При равномерном движении необходимо подавать напряжение постоянной величины, при пуске электровоза — с постепенным увеличением. При наличии нескольких электровозов на линии на тяговой подстанции лучше иметь двойную

систему шин постоянного тока. На одних шинах должно быть постоянное напряжение, на других — изменяющееся от нуля до максимума.

При автоматическом управлении, в зависимости от режима работы, электровозы должны подключаться то к шинам постоянного, то переменного напряжения. В основном все элементы тяговой сети должны быть включены на шины постоянного напряжения. На шины переменного напряжения должны подключаться только те элементы тяговой сети, на которых возможен пуск электровоза в ход.

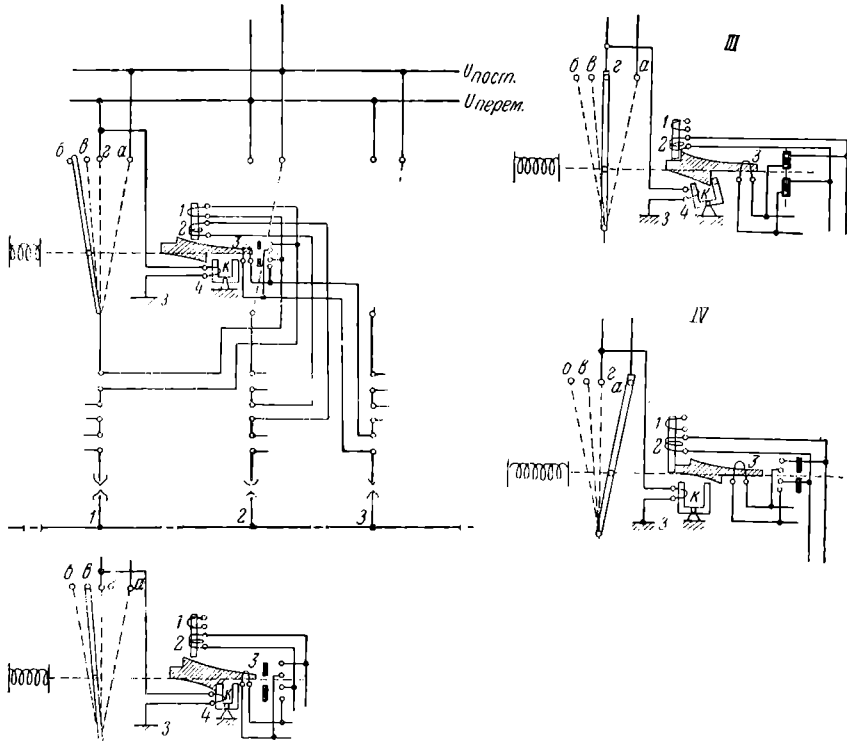


Рис. 5. Схема энергоснабжения

При секционированной тяговой сети, когда на каждом элементе будет находиться всего лишь один электровоз, когда возможна подача энергии к электровозу при изменяемой величине напряжения, отпадает необходимость в приборах управления на самом электровозе. Тогда не нужно на электровозе иметь пусковой реостат и контроллер. Пуск электровоза будет происходить при постепенном повышении напряжения в линии данного секционированного участка.

Осуществить раздельное питание электровозов с надежной блокировкой можно по схеме рис. 5, 1.

Из схемы видно, что каждый секционированный элемент тяговой сети питается отдельным фидером от двойной системы шин. Одна шина имеет постоянное напряжение, другая беспрерывно изменяющееся от нуля до максимума. В каждый фидер включен специальный автомат, имеющий несколько катушек реле. Автомат отключает секцию тяговой сети, когда по ней только что прошел и вышел на следующую секцию электровоз. Он обеспечивает также автоматическое включение данной

секции сети, как только освободится следующая секция от движущегося поезда. При этом автомат переключает фидер с шин постоянного напряжения на шины переменного напряжения и обратно. Автомат обеспечивает подачу энергии в линию каждый раз при постепенном увеличении напряжения. Если, в результате движения на свободном выбеге, электровоз окажется на обесточенном участке тяговой сети, ему будет обеспечен повторный плавный разгон.

Целевое назначение отдельных элементов схемы автомата может быть уяснено из рис. 5, I. Катушка 2 обеспечивает выключение автомата при переходе электровоза на следующий (второй) участок тяговой сети. При этом выключающая штанга под действием пружины идет влево и переводит рубильник из положения *a* в положение *б*. При таком положении рубильника первый участок сети отключен. Это гарантирует от опасности наезда в хвост следующим составом.

Повторное включение автомата должно происходить при оживлении катушки 3, т. е. при переходе электровоза на третий участок и освобождении второго участка. При включении автомата штанга под действием катушки 3 должна двигаться вправо, растягивая пружину. При этом рубильник автомата должен последовательно из положения *б* (рис. 5, I) перейти в положение *в* (рис. 5, II), затем *г* (рис. 5, III) и, наконец, в положение *a* (рис. 5, IV). Этим обеспечивается предварительное включение участка линии на шины переменного напряжения (положение *г*) с целью осуществления разгона состава поезда, а затем переключение фидера на шины постоянного напряжения (положение *a*). Здесь предусмотрена двойная блокировка при помощи специального подвижного электромагнита с катушкой 4. Блокировка должна обеспечить: а) включение автомата на шины переменного напряжения тогда, когда напряжение на них близко к нулю; б) переключение фидера с шин переменного напряжения на шины постоянного напряжения в тот момент, когда напряжения их одинаковы, т. е., когда на шинах переменного напряжения напряжение достигнет максимума.

Принцип действия блокировки может быть уяснен из схем рис. 5. Подвижной электромагнит под действием катушки 4 может вращаться вокруг точки *K*. При этом он может задерживать выключающую штангу при ее движении вправо последовательно: сначала в положении рубильника *в*, затем в положении *г*. Задержка рубильника в положении *в* будет обеспечена блокировкой: пока на шинах переменного напряжения есть некоторый потенциал, катушка 4 будет оживлена, а следовательно, подвижный электромагнит одним концом будет задерживать штангу. Когда на указанных шинах напряжение будет равно нулю, катушка 4 опустит электромагнит, который, поворачиваясь вокруг точки *K*, позволит продвижение штанги до положения рубильника *г*, т. е. включение автомата на шины переменного напряжения. Здесь опять произойдет задержка в движении штанги вправо другим концом подвижного электромагнита. Эта задержка нужна до тех пор, пока не произойдет разгон состава, пока напряжение на подключаемой секции не достигнет максимума.

При достижении максимального напряжения на пусковых шинах, катушка 4 повернет блокировочный электромагнит обратно и позволит штанге переключить рубильник в положение *a*, т. е. на шины постоянного напряжения. Этим будет обеспечен перевод первой секции тяговой сети на питание от шин постоянного напряжения, т. е. в исходное положение.

Таким образом, сравнительно простой конструкцией схемы выключателя обеспечивается автоматическое управление электровозами на секционированной тяговой сети. При этом за движущимся составом поезда

последовательно будет автоматически выключаться и включаться один элемент сети во избежание наезда одного состава в хвост другого. Включение секций будет происходить при постепенном повышении напряжения в линии. Последнее весьма важно для включения первых элементов сети от погрузочных или разгрузочных пунктов, где должен происходить разгон состава.

Кроме рассмотренных ранее условий, схема энергоснабжения должна предусматривать максимальную защиту от перегрузки на линии. Решение этой задачи может быть выполнено следующим образом. В рассматриваемый фидер (первый) должна быть дополнительно включена катушка 1 (рис. 5, 1) со специальным блокировочным переключателем на катушку 3. При перегрузке в линии (первой) катушка 1 должна обеспечить переключение автомата с шин постоянного напряжения на шины переменного напряжения, перевести рубильник из положения *a* в положение *г*. При этом сразу начнется повторное испытание отключенного участка на подачу нагрузки. Чтобы обеспечить переключение автомата обратно на шины постоянного напряжения, блокировочный переключатель включит катушку 3 в линию первого фидера. Переключение автомата с шин переменного на шины постоянного напряжения будет происходить под действием катушки 3, при соблюдении тех же условий, что и в первом случае, т. е. при равенстве напряжений на шинах.

В отличие от катушки 2, катушка 1 освобождает штангу лишь с первой защелки и допускает ее продвижение влево лишь на половинное расстояние по сравнению с полным выключением автомата. При этом рубильник должен остановиться в положении *г*, а специальный блокировочный переключатель должен замкнуть катушку 3 на линию первого фидера.

Если и при повторном включении в линии имеет место перегрузка, автомат снова отключит фидер или при первом повторном включении срабатывает общий автомат максимальной защиты на шинах переменного напряжения. Таким образом, изображенная схема энергоснабжения будет удовлетворять не только условиям дистанционного управления электровозами, но и максимальной защиты от перегрузок.

В качестве преобразователей переменного тока в постоянный на тяговой подстанции могут применяться любые из существующих, т. е. двигатель-генераторы, ртутные или сухие выпрямители. Питание шин переменного напряжения может осуществляться от общего преобразователя через автоматический регулятор напряжения или от отдельного преобразователя. При питании пусковых шин от отдельного преобразователя изменение величины напряжения может производиться без потерь. Например, при питании от двигатель-генераторов изменение величины напряжения можно производить автоматическим изменением возбуждения генератора. При питании шин от ртутных выпрямителей напряжение может быть изменено при помощи автоматически управляемых анодных сеток. Может быть рассмотрен вариант питания шин переменного напряжения от аккумуляторной батареи через специальный автоматический коммутатор-переключатель, который обеспечит постепенное увеличение напряжения от нуля до максимума последовательным включением элементов аккумуляторной батареи.

Последний вариант может иметь преимущества перед другими. Аккумуляторная батарея одновременно может служить буферной — для снятия излишков мощности тяговой сети. Излишки мощности в тяговой сети могут быть при генераторном торможении электровозов. Кроме того, аккумуляторная батарея может служить надежным источником питания

катушек реле автоматизированных схем управления, цепей телеуправления и сигнализации.

В предлагаемой статье перечислены технически возможные варианты схем питания энергией шин переменного напряжения. Окончательный выбор варианта должен производиться технико-экономическим сравнением.

Приведение в действие автоматических регуляторов напряжения может производиться при помощи непрерывно вращающихся двигателей малой мощности.

Поступило 8. . 1954 г.

---