

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

**Горный институт**  
Кафедра горных машин и комплексов

## **ИНСТРУКЦИЯ**

**по изучению конструкций  
рудничных аккумуляторных электровозов АРП 10 и АРП 14**

Составитель В. М. Юрченко

Кемерово 2015

**Цель лабораторной работы:** изучение конструкций магистральных аккумуляторных электровозов АРП 10 и АРП 14 и правил их безопасной эксплуатации.

## НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Рудничные аккумуляторные электровозы получили наибольшее распространение на шахтах угольной промышленности и составляют 80 % от общего числа работающих локомотивов. В условиях шахт Кузбасса они составляют 95 %.

Аккумуляторные электровозы АРП 10 и АРП М имеют исполнение повышенной надежности РП и предназначены для транспортирования составов вагонеток с полезным ископаемым, породой материалами и людьми по рельсовым путям откаточных выработок угольных шахт.

Согласно Правилам безопасности аккумуляторные электровозы в исполнении РП разрешается применять: во всех выработках шахт I и II категорий по газу (метану) или опасных по взрыву угольной пыли; в выработках со свежей струей воздуха шахт III категории и сверхкатегорных по газу; в выработках с исходящей струей воздуха, а также в подготовительных выработках, проветриваемых вентиляторами местного проветривания, шахт III категории и сверхкатегорных по газу при условии концентрации метана в исходящей струе не более 0,75 %. Временно допускается применять эти машины в выработках со свежей струей воздуха на пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа, и с суффлярными выделениями при условии подхода электровозов к опасным забоям не ближе 50 м.

В комплекс откатки аккумуляторными электровозами входят полупроводниковые выпрямительные устройства с автоматическим регулированием зарядного тока (зарядные устройства серии ЗУК) и питающие их взрывобезопасные трансформаторы типа ТСШВ или передвижные подстанции типа ТСШВП.

## ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО

Электровозы АРП 10 и АРП 14 представляют собой двухосные локомотивы с рамой наружного типа и двумя закрытыми кабинами машиниста (**рис. 1**).

Конструктивно электровозы состоят из рамы 1, буферно-цепных устройств 2, двух закрытых (остекленных) кабин машиниста 3 с аппаратурой и средствами управления, батарейного ящика 5, автоматического

выключателя 4, двух приводных колесных пар 6 с буксами 7, амортизирующих подвесок рамы 8, четырехколодочного механического тормоза, дополнительного рельсового тормоза 9 и песочной системы.

Пуск в ход, регулирование скоростей и электродинамическое торможение электровоза АРП 10 осуществляется безреостатной системой управления секционированием батарей. Электровоз АРП 14 оборудован безреостатной тиристорно-импульсной системой управления. В обеих машинах предусмотрены блокировки, исключающие управление электровозом при отсутствии машиниста в кабине.

Электровозы оснащены стабилизаторами напряжения (24 В), от которых питаются фары, звуковой сигнализатор, аппаратура частного управления приводами стрелочных переводов из кабины машиниста.

Измерение скорости движения электровоза осуществляется скоростемерами.

Основные параметры электровозов приведены в таблице 1.

Таблица 1

## Технические характеристики электровозов

Показатели	АРП 10	АРП 14	АРП 28
Сцепная масса, т	10	14	28
Ширина колеи, мм	600	900	900
Параметры часового режима:			
мощность тяговых двигателей, кВт	26	47	94
скорость, м/с	7,1	9,1	10,5
тяговое усилие, кН	3,50	4,40	8,80
Аккумуляторная батарея:			
тип	112НЖШ-550У5	1561ТНКШ-550У5	154ТНЖШ-550У5-
среднеразрядное напряжение, В	130	185	185
энергоемкость, кВт/ч	70	120	240
тип	ДРТ-13М	ДРТ-23,5	ЭТ-23,5
частота вращения, об/мин	615	900	900
Габариты, мм:			
длина по буферам	5500	5850	10700
ширина	1050	1350	1350
высота	1510	1510	1510
Жесткая база, мм	1400	1650	1650
Клиренс, мм	70	70	70
Диаметр колеса, мм	680	680	680
Редуктор		двухступенчатый	
Передаточное число редуктора	10,96	12,65	12,65
Минимальный радиус кривой вписывания, м	10	15	15

Конструкции электровозов АРП 10 и АРП 14 разработаны и серийно выпускаются Дружковским машиностроительным заводом им. 30-летия Советской Украины. Электровоз АРП 10 заменил АМ8Д, а электровоз АРП 14 заменил 2АМ8Д. На базе электровоза АРП 14 разработана двухсекционная машина АРП 28.

### Рама

Рама электровоза является основной несущей частью, на которой размещается все механическое и электрическое оборудование. Рама (рис. 2, 3) представляет собой разборно-сборную конструкцию из продольных 5 и поперечных 4 стальных листов, двух остекленных кабин машинистов 2, буферно-сцепных устройств 1. Кабины 2 с боков имеют открывающиеся вовнутрь двери. Конструкция рамы позволяет отсоединять кабину машиниста при спуске электровоза в шахту. Продольный лист 5 имеет два прямоугольных отверстия со съемными направляющими 3, в которых располагаются буксы колесных пар. Внутри рамы крепятся узлы привода, тормозная и песочная системы. Сверху рамы между кабинами машинистов, устанавливается и закрепляется батарейный ящик.

Следует отметить, что рама составляет 24–30 % от сцепной массы электровоза.

### Кабина

В кабине (рис. 4 а, б) расположены приборы и органы управления электровозом. Слева, у задней стенки, в кабине электровоза АРП10 (рис. 4, а) находится сиденье машиниста 12 со спинкой 13. Справа, впереди, установлен контроллер ЛРВ-2 (9) с механическим блокировочным устройством 8, не позволяющим машинисту управлять движением электровоза, находясь вне кабины. Справа от сиденья, на задней стенке, расположены блок ограничительных резисторов II и штурвал 10 для управления колодочным тормозом. Слева, на боковой стенке, укреплен ручной насос I гидравлической системы управления колодочным тормозом. Включение дополнительных рельсовых электромагнитных тормозов производится кнопкой 3. Слева от сиденья 12, на задней стенке прикреплена рукоятка 14 привода песочниц. На передней стенке кабины расположены: фара освещения 6, звуковой сигнализатор 5 и панель с кнопкой управления звуковым сигналом 2, показывающим прибором скоростемера 4. Справа, на полу кабины (за контроллером), укреплен гидравличе-

ский домкрат 7, предназначенный для ремонтных работ, подъема и установки на рельсы сошедшего подвижного состава.

На электровозе АРП14 (**рис. 4, б**) сиденье машиниста 13 расположено у задней стенки кабины, посередине. Слева от сиденья 13, на задней стенке кабины расположены штурвал I для управления колодочным тормозом и рукоятка 2 привода песочниц. Справа от сиденья 13 -рукоятка 14 включения стабилизатора. На передней стенке кабины установлена панель, на которой расположены: рукоятка задания маршрута 8, рукоятка реверса 11, ходовая рукоятка 12 для управления движением электровоза, рукоятка переключения освещения 10, показывающий прибор скоростемера 9, кнопка звукового сигнала 7 и сигнальные лампы 6. Слева, в переднем углу кабины находятся манометры 5 гидросистемы, рукоятка 3 управления гидроприводом колодочного тормоза, рукоятка 4 управления гидроприводом автосцепки. Сиденье машиниста электровоза АРП14 оборудовано электрической блокировкой. Она срабатывает через 3–5 с, если машинист покидает кабину.

### Буферно-сцепные устройства

Каждый электровоз оборудован буферами и сцепными устройствами. Буфера служат для смягчения ударов, получаемых электровозом от вагонеток при сцеплении, трогании, торможении и в движении.

Буфер (**рис. 3, б**) состоит из стальной скобы 7, двух стальных стаканов 10, прикрепленных к торцевой стенке кабины машиниста, двух болтов 9, четырех втулок 8, между которыми расположены две амортизирующие цилиндрические пружины 11. Планки 12 и 13, приваренные к торцевой стенке образуют обойму буфера, в которую входит скоба 7. В средней части скобы (см. **рис. 2**, поз 1) имеются два кармана (паза), в один из которых (в зависимости от высоты положения сцепки вагонетки) входит кольцо крюковой сцепки вагонетки. Сцепление осуществляется шкворнем, вставляемым в вертикальное отверстие скобы.

Для работы электровоза АРП 14 с вагонетками, оборудованными автосцепками, на нем устанавливается также автосцепка. Для этого (**рис. 5**) тяга 7, с укрепленным на ней корпусом автосцепки, закрепляется в пазе скобы буфера шкворнем 2. Стяжка 5 обеспечивает регулировку по высоте корпуса автосцепки 1. Одним концом (через вилку 15) она соединена с тягой 7, а другим – через регулятор 6 и ось 12 с кронштейном 3 на торцевой стенке кабины. Изменение положения автосцепки осуществляется вращением направляющей 14. Рукоятка регулятора 6 выходит в кабину. Машинист электровоза с ее помощью направляет корпус автосцеп-

ки 1 для сцепления с вагонеткой. После сцепления рукоятка стопорится в вертикальном пазе на передней стенке кабины фиксатором 13. Для фиксации автосцепки при движении электровоза без состава служит фиксатор 4. Автосцепка электровоза предусматривает дистанционное расцепление состава из кабины машиниста при помощи привода 9 и канатной тяги 11, воздействующей на рычаг расцепления. Для удержания автосцепки в расцепленном состоянии стопор 8 вставляется в отверстие на корпусе I.

## ХОДОВАЯ ЧАСТЬ

Ходовая часть электровоза из двух колесных пар, четырех букс (рис. 6, 7) и системы подвески рамы (рис. 8).

### Колесная пара

Колесная пара или полускат (рис. 6, 7) состоит из оси 10, на которой напрессованы два колеса 7. Каждое колесо состоит из колесного центра и бандажа из износостойкой стали. На оси 10 напрессовано прямозубое цилиндрическое колесо 8, а у электровоза АРП 14 – еще два сферических, двухрядных роликоподшипника 9 (№ 3524), на которые опирается корпус редуктора. На электровозе АРП 10 подшипник 9 является подшипником скольжения, состоящий из двух вкладышей.

### Букса

Букса (рис. 6, 7) является узлом, через который амортизирующая подвеска и рама электровоза опираются на колесную пару.

Букса аккумуляторного электровоза состоит из литого стального корпуса 11, двух (конических радиальноупорных № 7518 – АРП 10; сферических №3520 – АРП 14) роликоподшипников 15, крышки 12, которая крепится к корпусу буксы болтами 13, и лабиринтного кольца 16. Буксы устанавливаются на шейки оси 10 колесной пары. Подшипники 15 крепятся на оси 10 с помощью упорной шайбы 14.

В верхней части корпуса буксы II имеются цилиндрические углубления, в которые входят витые пружины амортизирующей подвески рамы электровоза (2 шт. – АРП 10; 3 шт. – АРП 14). По бокам корпуса буксы 11 имеет вертикальные пазы, в которых она перемещается по направляющим рамы (рис. 2, 3) при упругой деформации пружин рессорного

подвешивания. Через направляющие рамы передается тяговое усилие, создаваемого приводом электровоза.

### Подвеска рамы

На аккумуляторных электровозах применена индивидуальная безбалансирная подвеска рамы. Она служит для смягчения ударов при прохождении электровозом неровностей пути, стыков, стрелочных переводов, крестовин. Рессорная подвеска состоит из восьми (АРП 10) или двенадцати (АРП 14) витых пружин. То есть, по две или три пружины опираются на каждую буксу. В подвеске рамы электровоза АРП 14 (**рис. 8**) внутри средних пружин 4 установлены фрикционные гасители, предотвращающие «галопирование» машины. Фрикционный гаситель колебаний состоит из клиновой втулки 1, нажимного конуса 2 и корпуса 3. При сжатии подвески рама давит на нажимный конус 2, который воздействует на клиновую втулку 1. Нижняя ее часть, разжимаясь, создает давление на цилиндрическую поверхность корпуса 3 гасителя. Таким образом, кинетическая энергия колеблющейся рамы электровоза расходуется на сжатие пружин и на дополнительное трение, создаваемое фрикционным гасителем колебаний.

## ПРИВОД ЭЛЕКТРОВОЗОВ

Аккумуляторные электровозы (АРП 10 и АРП 14) оборудованы индивидуальными приводами (**рис. 6, 7**) на каждую ось колесной пары. На электровозе АРП 10 реализовано внешнее расположение приводов, а на АРП14 – внутреннее. Привод (**рис. 6, 7**) состоит из тягового электродвигателя 17 с фланцевым креплением и редуктора.

Редуктор привода (**рис. 6**) электровоза АРП 10 – двухступенчатый коническо-цилиндрический с общим передаточным числом 10,96. Корпус редуктора литой и состоит из двух частей. Косой разъем позволяет производить замену вкладышей подшипников скольжения 9, с помощью которых привод опирается на ось колесной пары, не отсоединяя двигатель от редуктора и не нарушая зацепления конической зубчатой пары 1, 3. Другая сторона привода с помощью проушин на корпусе электродвигателя подвешена на пружинных подвесках (**рис. 2**) к раме электровоза. Электродвигатель к редуктору крепится четырьмя болтами.

Крутящий момент от вала электродвигателя конической шестерней 1, закрепленной на нем с помощью шпонки и прорезной стопорной гайки 2, передается коническому колесу 3. Колесо 3, напрессованное на вал-

шестерню 4, с помощью шпонки передает ей крутящий момент. Вал-шестерня 4 вращается в конических радиально-упорных роликоподшипниках 5. Регулировка конической пары 1, 3 осуществляется установкой прокладок между корпусом редуктора и электродвигателем, а также крышками 6. Далее крутящий момент от вал-шестерни 4 передается цилиндрическому зубчатому колесу 8, которое напрессовано на ось 10 колесной пары. Регулировка роликоподшипников 5 осуществляется установкой прокладок под крышки 6. Смазка подшипников и зубчатых колес осуществляется разбрызгиванием масла. Масло в редуктор заливается через смотровое окно, которое закрывается крышкой 18. Уровень масла контролируется маслоуказателем 19. Сливают отработанное масло через отверстие в нижней части корпуса, которое закрыто резьбовой пробкой 20.

На корпусе редуктора каждого привода устанавливается счетчик пройденного пути или датчик скоростемера, который переходником получает вращение от промежуточного вала – шестерни 4.

В приводе электровоза АРП 10 применяется электродвигатель постоянного тока ДРТ13 м мощностью 13 кВт.

Редуктор привода (рис. 7) электровоза АРП 14 – двухступенчатый цилиндрический с общим передаточным числом 12,65. Корпус редуктора литой, состоит из нижней и верхней частей. Нижняя часть корпуса служит масляной ванной, имеет пробку для слива отработанного масла.

Верхняя часть корпуса имеет смотровое окно, закрытое крышкой, и указатель для определения уровня масла в редукторе. Электродвигатель 17 имеет фланцевое соединение с редуктором и крепится к нему четырьмя болтами.

Цилиндрическая косозубая шестерня 1, закрепленная на валу электродвигателя 17 специальной гайкой 2, передает крутящий момент зубчатому колесу 3. Колесо 3 напрессовано на вал-шестерне 4 и с помощью шпонки передает ему крутящий момент. Вал-шестерня 4 опирается на два сферических радиальноупорных роликоподшипника 5 (№ 3612). Далее, вращение от вал-шестерни 4 передается цилиндрическому прямозубому колесу 8, которое напрессовано на оси 10 колесной пары электровоза. Корпус редуктора (одной стороной) опирается на два сферических радиальноупорных роликоподшипника 9 (№ 3524), напрессованных на ось 10 колесной пары. Вторая сторона редуктора своими приливами через пружинную подвеску привода опирается на раму электровоза.

На приводе крепится шестеренный насос Н400Е и датчик скорости. В приводе электровоза АРП 14 применяется электродвигатель постоянного тока ДРТ23.5 мощностью 23,5 кВт.



## ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА

Современный уровень развития локомотивной откатки и обеспечение безопасной эксплуатации требуют, чтобы тормозная система была оснащена стояночным, рабочим, электродинамическим и дополнительным рельсовым (магнитным или электромагнитным) тормозами.

### ЭЛЕКТРОВОЗ АРП 10

Стояночный и рабочий тормоза совмещены. Тормоз (**рис. 9**) выполнен четырехколодочным, нормально замкнутым, с внешним расположением (колодки 4 замкнуты усилием сжатых пружин двух демпферов 9). Тормозные колодки 4 шарнирно подвешены на серьгах 3 к раме электровоза. К колодкам 4 также шарнирно прикреплены двухплечие рычаги 2. Нижние концы коротких плеч рычагов 2 соединены между собой двумя стяжками 5. С одной стороны, (слева), верхние концы длинных плеч рычагов 2 шарнирно связаны с пружинными демпферами 10, которые прижимают тормозные колодки 4 к колесам.

Демпфер (**рис. 10**) состоит из гайки 2, кольца 3, пружины 4, корпуса 5, гайки 6 и штыря 7.

Демпфер проушиной 1 шарнирно соединен с двухплечим рычагом колодочного тормоза. С другой стороны, демпфер упирается торцевой стенкой цилиндра 5 в кронштейн, прикрепленный к раме электровоза. Пружина 4 сжата между кольцом 3 с гайкой 2 и торцевой стенкой цилиндра 5. В случае выхода из строя гидравлической системы управления, аварийное растормаживание электровоза производится вращением гаек 6 с помощью штырей 7. В поперечном направлении (**рис. 9**) рычаги 2 (слева) связаны коромыслом II, на которое воздействует гидроцилиндр 12 и растормаживает колодки 4. С другой стороны, (справа), верхние концы длинных плеч рычагов 2 шарнирно соединены с двумя регуляторами 7. Управление колодочными тормозами осуществляется из любой кабины с помощью гидросистемы, состоящей из ручного плунжерного насоса 1, трубопровода 9, маслобака 6, рукава 13 и гидроцилиндра 12.

Зазор между колодками и бандажами колес не должен превышать 3 мм. Регулировка зазора осуществляется двумя регуляторами (**рис. 11**). Каждый из них, крепится к кронштейну рамы электровоза четырьмя болтами. Регулятор выполнен в виде червячного редуктора и состоит из корпуса 1, червяка 2, крышек 3,4,7,9, проушины 5, установленной на винте 6 и червячного колеса 8. Регулировка зазора осуществляется вращением червяка 2 и червячного колеса 8. Оно заставляет ввинчиваться

(вывинчиваться) винт 6. Проушина 5, шарнирно соединенная с длинным плечом двухплечевого рычага 2 (см. **рис. 9**, справа) перемещает его, изменяя положение колодок 4 относительно бандажей колес.

При износе колес более 10 мм, необходимо сначала произвести грубую регулировку путем перестановки валика крепления стяжек 3 к нижнему шарниру двухплечевого рычага 2.

Электродинамическое торможение аккумуляторного электровоза и устройство рельсового электромагнитного тормоза рассмотрены в разделе «Электрическое оборудование».

## ЭЛЕКТРОВОЗ АРП 14

Стояночный и рабочий тормоза совмещены (**рис. 12**). Тормоз выполнен четырехколодочным с внешним расположением колодок. Органы управления тормозами расположены в обеих кабинах.

При использовании тормоза в качестве стояночного применяется ручной привод от штурвала I. Вращение (по часовой стрелке) от штурвала 1, через передаточный вал 2, опирающийся на подшипниковый узел 15, шарнирную муфту 9, редуктор 10 передается винту 16. Он ввинчивается в гайку 11, укрепленную в центре коромысла 12, и перемещает его влево. Прикрепленные к концам коромысла 12 тяги 5 поворачивают двухплечие рычаги 4 (справа) против часовой стрелки и прижимают тормозные колодки 7 к бандажам колес. Колодки 7 соединены шарнирно с двухплечими рычагами 4 и серьгами 6. Другая пара колодок 7 (слева) приводится в действие за счет стяжек 8, которыми соединены нижние (короткие) плечи двухплечих рычагов 4.

При использовании тормоза в качестве рабочего привод осуществляется гидроцилиндром 13. Управление рабочим тормозом возможно из любой кабины электровоза с помощью тормозного крана 14.

Тормозные колодки должны располагаться концентрично по отношению к бандажам колес, с зазором 2–5 между ними. По мере износа колодок и бандажей регулировка зазоров осуществляется с помощью регулятора 3. Регулятор (**рис. 13**) состоит из цилиндра 7 с прорезью, чайки 2, ползуна 5 с пазом и винта 1. Винт 1 с ползуном 5 соединены кольцом 4 и стопорным кольцом 3. Снизу через прорезь цилиндра 7 в паз ползуна 5 входит двухплечий рычаг тормоза 9. С торца ползуна 5 паз закрыт шайбой 6, которая крепится двумя болтами 8. Вращением винта I перемещается ползун 5, воздействуя на рычаг 9. Он изменяет положение тормозных колодок относительно бандажей колес.

При значительном износе бандажей колес и тормозных колодок (рис. 9) необходимо произвести укорачивание стяжек 8 путем перестановки пальцев, которыми стяжки 8 крепятся к нижним концам двухплечих рычагов 4. Предварительно (рис. 13) ползуны 5 регуляторов с помощью винтов 1 должны быть перемещены влево до упора. После выполнения этих операций производится плавная регулировка зазоров.

Электродинамическое торможение электровоза АРП 14 и устройство рельсового электромагнитного тормоза рассмотрены в разделе «Электрическое оборудование».

## ПЕСОЧНАЯ СИСТЕМА

Песочная система электровозов АРП 10 и АРП 14 предназначена для подсыпки песка на рельсы в периоды трогания и торможения электровоза. Этим достигается увеличение коэффициента сцепления колес с рельсами. Песочная система состоит из двух пар песочниц общей емкостью 15 л. и двух ручных приводов (отдельно на каждую пару). Песочница (рис. 14) состоит из корпуса 1, который крепится к боковому листу рамы электровоза, оси 5, рыхлителя 6, цилиндра 7, рычага 8, диска 10 и лотка 11. К нижней части рычага 8 крепится собачка, прижимаемая пружиной к храповому колесу 4.

Привод пары песочниц (рис. 15) осуществляется с помощью рычажной системы, состоящей из опоры 2, рычага управления I, жестко связанного осью с малым рычагом 3, продольной тяги 4 и поперечной тяги 5, соединяющей рычаги двух песочниц. При повороте рычага управления I машинистом электровоза перемещения тяг 4, 5 осуществляют поворот рычагов 8 песочниц (рис. 14). Через храповое колесо 4 рычаг 8 вращает рыхлитель 6 с диском 10. Песок перемещается вместе с диском 10, отделяется от основной массы и подается в зазор между цилиндром 7 и диском 10 через окно в корпусе 1 на лоток 11. Чтобы песок не зависал в цилиндре, на вертикальном валу рыхлителя 6 установлены ножи 9.

Песок может применяться сухой или влажный (не более 7 % влажности), но без посторонних включений. В зависимости от влажности песка, величина зазора между цилиндром 7 и диском 10 регулируется изменением положения цилиндра 7 с помощью болта 3 и гайки 2. Если песок влажный, то зазор устанавливается 17–20 мм, а при сухом – 1–2 мм. Наклон лотка 11 регулируется винтом 12.

## ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА И ЕЁ ОБОРУДОВАНИЕ

Гидравлическая система электровоза АРП 10 (**рис. 16**) предназначена для управления стояночным и рабочим тормозом. Она состоит из двух приводов А 1 и А 2 гидравлического управления расположенных в обеих кабинах машиниста электровоза. Каждый привод содержит ручной плунжерный насос Н 1, распределитель Р 1, манометр МН 1, трубопроводы: подачи 1, напорный 2, сброса 4. Общими элементами гидросистемы являются перепускной клапан КП, гибкий шланг 3, гидроцилиндр Ц 1 и маслобак В51.

### Ручной насос

Гидравлический плунжерный насос (**рис. 17**) с ручным приводом состоит из корпуса, двух плунжеров 3, ручки 6, всасывающего I и нагнетательного 2 клапанов и распределителя 9. Работает насос следующим образом. При необходимости растормаживания электровоза машинист совершает возвратно-поступательные движения ручкой 6 плунжерного насоса. Ручка 6 соединена пластинами 5 и осями 4 с двумя плунжерами 3. При движении одного из плунжеров 3 вверх в полости под ним образуется разрежение, благодаря которому, рабочая жидкость отжимает шарик всасывающего клапана 1 и поступает под плунжер. При ходе плунжера 3 вниз всасывающий клапан 1 закрывается (пружина прижимает шарик к седлу) и возрастающим давлением жидкости открывается нагнетательный клапан 2. Далее рабочая жидкость (**рис. 9**) по трубопроводу 9, и гибкому шлангу 13 поступает в поршневую полость гидроцилиндра 12. Величина давления контролируется манометром 8 и не должны превышать 10 мПа. Шток гидроцилиндра 12 через коромысло 11 отжимает пружина демпферов 10 и отводит (влево) двухплечие рычаги 2 с тормозными колодками 4 от бандажей колес. Нижние шарниры двухплечих рычагов 2 перемещают стяжки 3 вправо и отводят нижние концы другой пары двухплечих рычагов 2 с колодками 4 от бандажей колес Происходит растормаживание.

Для затормаживания электровоза машинисту достаточно нажать на педаль 8 (**рис. 17**). Она своей лапой нажимает на шток 9 распределителя, который отжимает запорный шарик и рабочая жидкость из напорной магистрали и гидроцилиндра через сливной трубопровод сбрасывается в бак. Давление в гидроцилиндре 12 (**рис. 9**) мгновенно падает. Силой пружин демпферов 10 коромысло II перемещает рычаги 2 колодочных тормозов, прижимая колодки 4 к бандажам колес Электровоз заторможен.

## Гидроцилиндр

Гидроцилиндр (**рис. 18**) одностороннего действия предназначен для преодоления усилия пружины демпферов, создающих тормозное усилие четырехколодочного тормоза. Гидроцилиндр состоит из собственно цилиндра 3 с приваренным к нему основанием 1 крышки 6 и пружинного кольца 7. Внутри цилиндра 3 расположен шток 8 с поршнем 4, который закреплен гайкой 5. Подвод жидкости в подпоршневую полость цилиндра осуществляется гибким шлангом через входное отверстие 2, в основании 1. При перемещении поршня 4 со штоком 8 в крайнее положение (влево) происходит растормаживаете электровоза.

## Гидравлическая система электровоза

АРП 14 (АРП 28) предназначена для управления колодочными тормозами автоматической сцепкой. Она состоит (**рис. 19**) из следующих элементов: эксцентрикового поршневого насоса Н (Н400Е), крана К, клапанов перекидных К 1 и К 2, клапана перепускного КП 3, клапана обратного КО, блока переключения насоса БОН, гидроаккумуляторов АК 1 и АК 2, кранов тормозных КТ 1 и КТ 2, распределителей Р1 и Р 2, гидроцилиндров тормоза ГТ 1 и ГТ 2, манометров МН, приводов автосцепки ПА, маслблока Б и соединительных трубопроводов.

Кран К (**рис 20, а**) служит для снятия давления в гидросистеме при проведении ремонтных работ или длительной остановке электровоза (соединяет напорную и сливную магистраль). Кран состоит из корпуса 1, толкателя 4 и клапанной пары (шарика 2 и седла 3). При работе электровоза, толкатель 4 должен быть отвинчен отверткой и не касаться шарика 2. Для снятия давления в гидросистеме толкатель 4 вращением по часовой стрелке отжимает шарик 2. Таким образом, напорная магистраль «А» соединяется со сливной «В».

Клапан перекидной К 1 (К 2) (**рис. 20, б**) служит для разделения органов управления гидросистемой одной кабины электровоза от второй. Клапан состоит из корпуса 1, золотника 2, который под действием рабочей жидкости перемещается, позволяя подвести давление к исполнительному органу гидропривода только от одного поста управления. Присоединение клапана к гидросистеме осуществляется с помощью штуцеров 3.

Клапан перепускной (**рис. 21, а**) КПЗ установлен в напорной магистрали «А» и предназначен для гидросистемы от перегрузок в случае перерабатывания блока переключения насоса БПН. Клапан состоит из кор-

пуса 1, седла 2, шарика 3 и пружины 4. Пружина 4 рассчитана на давление 18 МПа.

Клапан обратный КО (**рис. 21, б**) установлен в напорной магистрали и служит для обеспечения движения потока жидкости только в одном направлении. Клапан состоит из корпуса 1, седла 2, шарика 3 и пружины 4, которая рассчитана на минимальное рабочее давление.

Блок переключения насоса БПН (**рис. 22**) предназначен для предохранения гидросистемы от перегрузок (до 15 МПа) и перевода насоса на определенный режим работы: рабочий – при понижении давления до  $8 \pm 2$  МПа; холостой – при повышении давления до  $10 \pm 2$  МПа.

БПН состоит из корпуса 1, в который встроен гидрозамок, состоящий из обратного клапана 5, толкателя 3, золотника 2 и пружины 4. Через штуцер А блок связан с напорной магистралью и насосом, через штуцер Б – с гидроаккумулятором и через штуцер В – со сливной магистралью.

Параметры гидрозамка блока подобраны так, что при достижении в гидроаккумуляторе, а следовательно, и в гидросистеме давления  $10 \pm 2$  мПа, золотник 2 преодолевает усилие пружины 4 и толкателем 3 открывает обратный клапан 5. Масло от насоса через штуцер А, открытый клапан 5 и штуцер В поступает в сливную магистраль, т.е. насос переключается на холостой режим работы.

При падении давления в гидроаккумуляторах до  $8 \pm 2$  МПа, вызванного расходом масла в гидросистеме, толкатель 3 пружинной 4 возвращается в исходное положение и обратный клапан 5 закрывается переводя насос на рабочий режим. Происходит подзарядка гидроаккумуляторов.

Параметры БПН выбраны таким образом, что подзарядка гидроаккумуляторов происходит в основном при работе электровоза в тормозном режиме (при отключенных тяговых электродвигателях).

Гидроаккумулятор АК (**рис. 23**) служит накопителем гидравлической энергии, которая используется при неработающем электродвигателе, сглаживает пульсацию давления и смягчает гидроудары в гидросистеме. Гидроаккумулятор состоит из сферического сварного корпуса 4, сферической резиновой диафрагмы 5, разделяющей газовую (сверху) и жидкостную (снизу) полости, крышки 3, зажимающей диафрагму в корпусе, гайки 2, зарядного клапана 1 и нижнего штуцера 7 с вкладышем 6.

Газовая полость через зарядный клапан 1 заполняется техническим азотом под давлением 3 МПа при температуре  $+20$  °С. При работающем насосе жидкостная камера гидроаккумулятора заполняется маслом через нижний штуцер 7 до достижения давления  $10 \pm 2$  МПа. Для исключения

продавливания диафрагмы 5 в отверстие штуцера 7 надустанавливается грибовидным вкладышем 6. Вкладыш имеет большое количество отверстий диаметром 1 мм, обеспечивающих достаточное сечение для прохода жидкости. Для выпуска воздуха из жидкостной камеры гидроаккумулятора предусмотрена воздушная пробка 8.

Заряженный азотом гидроаккумулятор категорически запрещается разбирать.

Кран тормозной КТ (**рис. 24**) предназначен для подачи рабочей жидкости в гидроцилиндры тормоза и регулирование до номинального значения. Этим обеспечивается плавность нажатия тормозных колодок на бандажи колес электровоза.

Кран тормозной состоит корпуса 1 направляющей 2, круговой рейки 3, рабочей пружины 4, гильзы 5, золотника 6, запорного клапана 7, шестерни 9 и рукоятки 8.

Кран работает следующим образом. При повороте рукоятки 8 (по часовой стрелке) поворачивается шестерня 9, перемещая круговую рейку 3. Рейка 3 через пружину 4 и шайбу перемещает золотник 6, который толкателем открывает запорный клапан 7. Одновременно золотник 6 перекрывает сливные отверстия (полость В) в гильзе 5, а полостью Г соединяет напорную магистраль (полость А) с тормозными гидроцилиндрами (полостью Б). Давление в тормозных цилиндрах зависит от того, насколько сжата рабочая пружина 4 (т. е. на какой угол поворота рукоятка 8). Таким образом, поворотом рукоятки регулируется давление и тормозное усилие на колодках. После окончания торможения электровоза рукоятку 8 тормозного крана необходимо установить в исходное положение.

Гидроцилиндр тормоза ГТ (**рис. 25**) приводит в действие рычажную систему, с помощью которой прижимает тормозные колодки к бандажам колес. Состоит гидроцилиндр из кронштейна 1, которым он крепится к раме электровоза, валика 2, цилиндра 3, поршня со штоком 4, пружины 5, гайки 6 и вилки 7.

При подаче рабочей жидкости в поршневую полость шток 4 гидроцилиндра совершает рабочий ход, сжимая пружину 5 (прижатие тормозных колодок). При снятии давления в поршневой полости (осуществляется тормозным краном) пружина 5 разжимается и возвращает шток 4 в исходное положение (растормаживание).

Распределитель Р (**рис. 26**) предназначен для дистанционного включения привода автосцепки. Распределитель состоит из корпуса 2, гильзы 5, золотника 3 с толкателем, пружины возврата 4, рукоятки 1 и

запорного клапана 6, который предотвращает утечки масла через распределитель в рабочем положении.

Распределитель работает следующим образом. При нажатии рукоятки 1 на золотник 3 сливная полость «В» закрывается и одновременно открывается запорный клапан 6. Масло из напорной магистрали (полость «А») через полость «Б» поступает в рабочий цилиндр привода автосцепки. В исходное положение золотник 3 возвращает пружина 4.

Привод автосцепки ПА (**рис. 27**) служит для управления замками автосцепок из кабин машиниста (см. также **рис. 5**). К основанию 1 крепится цилиндр 4, на конце штока 2 которого установлен блок 6. Блок 6 охватывается тросом 8, который одним концом закреплен головкой 7, а другим связан с рычагом замка автосцепки.

Отсоединение электровоза от состава осуществляется машинистом из любой кабины. Распределителем рабочая жидкость подается в поршневую полость гидроцилиндра, шток выдвигается, натягивая трос 8, и, растягивая две пружины 3. Трос 8 поворачивает рычаг замка автосцепки и происходит расцепление. После снятия давления пружины 3 возвращают шток 2 в исходное положение.

Маслобак Б (**рис. 28**) является резервуаром для рабочей жидкости. В качестве рабочей жидкости используется чистое минеральное масло «Индустриальное 20А» ГОСТ 20799-75. Эксплуатация электровоза при температуре окружающей среды ниже 0 °С возможна при изменении масла марки АМГ-10 ГОСТ 6794-75.

Маслобак емкостью около 13 литров предназначен для компенсации наполнения объемов полостей гидроцилиндров, гидроаккумуляторов, потерь в гидросистеме, а также для охлаждения рабочей жидкости, ее отстоя, фильтрации при заливке и для выпуска паров и воздуха из гидросистемы.

Бак состоит из сварного корпуса 1 крышки 2, сетчатого фильтра 3 и сапуна 4, К насосу маслобак присоединяется с помощью штуцера 7, а к сливной магистрали штуцером 6. Контроль за уровнем масла осуществляется визуально через окно маслоуказателя 5. К корпусу маслобака приварены три проушины, через которые болтами он крепится к раме электровоза.

Конструкция маслобака электровоза АРП 10 аналогична, емкость около 4 литров.



## ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Электрическое оборудование электровозов АРП 10 и АРП 14 (табл.2) позволяет производить пуск в ход и плавное регулирование скорости движения в обоих направлениях, реверсирование, электродинамическое торможение, а также работу вспомогательного оборудования: освещение пути следования, подача звуковых сигналов, дистанционное (из кабины машиниста) управление стрелочными переводами, контроль сопротивления изоляции и степени разряда аккумуляторной батареи. Основное и вспомогательное оборудование выполнено в рудничном взрывобезопасном исполнении (РВ). Батарейный ящик имеет рудничное исполнение повышенной надежности (РП).

Таблица 2

### Перечень электрооборудования аккумуляторных электровозов

Наименование	Количество	Электровоз	
		АРП 10	АРП 14
Аккумуляторная батарея	2	112ТНЖШ-550-У5	161ТНЖК-650-У5
Автоматический выключатель	2	ВАР-4М	ВАР-4М
Тяговый электродвигатель	2	ДРТ13	ДРТ23,5
Аппаратура управления (система управления) управления)	2	КВР2 (секционирование батарей)	ТЭРА1 (тиристорно- импульсная)
Сопротивление тормозное	1	БРВ1	СРВ4
Тормоз рельсовый электромагнитный	2	ТРЭ	ТРЭ
Включение рельсовых электромагнитных тормозов	1	ВЭТ	ВЭТ
Стабилизатор напряжения	1	СТН185	СТН185
Фара осветительная	2	ФВУ-3	ФРЭ-4В
Сигнализатор электрический звуковой	2	СЭЗ-1	СЗЗ-1
Аппаратура управления стрелочными переводами	1	НЕРПА	НЕРПА
Скоростемер	2	СР-20	СР-20

### Тяговые аккумуляторные батареи

Автономным источником питания электроэнергией тяговых электродвигателей и другого вспомогательного электрооборудования электровозов служат тяговые аккумуляторные батареи 112ТНЖШ-550-У5 (АРП 10) и 161ТНЖК-650-У5 (табл. 3).

## Технические характеристики аккумуляторных батарей

Показатели	Тип батареи	
	112ТНЖШ-550-У5	161ТНЖК-650-У5
Напряжение, В		
среднеразрядное	130	185
начальное разрядное	137	200
минимальное в конце разряда	110	161
Номинальная емкость, А ч	550	650
Энергоемкость, кВт ч	70	120

Батареи отечественных электровозов с 1978 г. комплектуются щелочными тяговыми никель-железными аккумуляторами ТНЖ (ГОСТ 19484-80) взамен железоникелевых аккумуляторов типа ТНЖ. Их условное обозначение следующее: Т – область применения (тяговый); НЖ – никель-железный; НК – никель-кадмиевый; Ш – шахтный; цифра после букв – номинальная емкость аккумулятора в ампер-часах (емкость при 5-часовом режиме разряда); П – пластмассовый бак; У5 – климатическое исполнение и категория размещения (аккумуляторы пригодны для работы при температуре окружающей среды от минус 20 °С до плюс 45 °С).

Щелочные никель железные аккумуляторы по ГОСТ 19484-80 при тех же габаритах имеют более высокую энергоемкость, негорючее изоляционное пластмассовое покрытие стального бака (вместо резинового чехла), полиэтиленовые поддон и крышку, создающие между аккумуляторами пространство для стока пролитого электролита и улучшающее охлаждение. Щелочные аккумуляторы в сравнении со свинцовыми (кислотными) имеют ряд преимуществ: срок службы в 2–2,5 раза выше; больше электрическая выносливость и механическая прочность

Никель-железный аккумулятор (**рис. 29**) состоит из стального никелированного бака 2 с изоляционным внутренним покрытием 3, поддона полиэтиленового 1, блока плюсовых пластин 4, блока минусовых пластин 6, крышки 10, с клапаном 13, ободка полиэтиленового 7, четырех выводящих борно 11 (по два на каждый блок пластин), металлических 6 и изолирующих 8 шайб, гаек 9, закрепляющих борно и гаек 12 для закрепления конусных наконечников межэлементных соединений. В верхней части пластины одного знака механически (или сваркой) электрически соединены друг с другом в блоки. Блоки разной полярности вставляют друг в друга так, что положительные и отрицательные пластины чередуются между собой, причем крайние пластины – отрицательные. Друг от друга пластины изолируются сепараторами, в качестве которых

применяют эбонитовые палочки, резиновые или пластмассовые шнуры, пленку из гофрированного перфорированного винипласта. Активная масса положительных пластин состоит из смеси гидрата закиси никеля  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ , графита и добавок, активирующих электрическую проводимость. Активную массу отрицательных пластин изготавливают из специально приготовленного порошка  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ . Электролитом у щелочных аккумуляторов служит раствор едкого натрия ( $\text{NaOH}$ ) плотностью 1,23–1,25 г/см<sup>3</sup> с добавлением моногидрата гидроокиси лития ( $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ ) из расчета 20 г на 1 л раствора. Электролит выполняет только функции проводника электрического тока между пластинами разной полярности и поэтому свой состав и концентрацию не меняют. Это обеспечивает длительный срок службы аккумулятора. Клапан 13 на крышке 10 аккумулятора служит для получения электролита, предохраняет его от выплескивания и пропускает образующиеся при работе газы. Клапан 13 позволяет избежать соприкосновения электролита с воздухом, что уменьшает образование в электролите углекислых солей (карбонатов). Среднеразрядное напряжение щелочного аккумулятора составляет 1,2 В.

Для создания необходимого напряжения аккумуляторы 2 монтируют в батарее (**рис. 30**) с помощью межэлементных соединений 8. Схемы соединения аккумуляторов в батарею показаны на **рис. 31, а, б**. Аккумуляторы 2 устанавливаются в двух отсеках батарейного ящика 4. В отсеках они уплотняются распорными механизмами 3. Батарейный ящик 4 исполнения РП представляет собой сварной металлический короб, закрытый сверху штампованными крышками 5. Крышки 5 батареи запираются замком 6, расположенным на задней стенке. Замок 6 открывается и закрывается специальным ключом или ключом реверса контроллера и только в гараже. Батарейный ящик предохраняет аккумуляторы от механических повреждений и попадания грязи. Внутренняя поверхность ящика 4 и крышек 5 покрыта щелочестойким изоляционным материалом 7 (полиэтиленом) толщиной не менее 3 мм. Для удаления водорода, образовавшегося во время работы батареи, в верхней части боковин ящика 4 и в крышках 5 имеются вентиляционные отверстия. В днище ящика 4 имеются отверстия для стока пролившегося электролита и охлаждения батареи в период зарядки. Заряженная батарея устанавливается на раме электровоза в ограничительные упоры и фиксируется защелками 9. Подъем и опускание батареи в зарядной камере осуществляют с помощью кран-балки грузоподъемностью не менее 7 тонн. В комплект электровоза входят две аккумуляторной батареи. Во время работы одной батареи на электровозе вторая находится на зарядке. Батарейные ящики

исполнения РВ имеют некоторые конструктивные отличия. Сливные отверстия для стока пролитого электролита выполнены с взрывобезопасными каналами. Для окисления водорода в ящике устанавливают четыре катализатора КП-6А из набора палладиевых элементов, работающих от специального электрического нагревателя. Взрывобезопасная разгрузка ящика от внутреннего давления, которое может возникнуть при взрыве кислородно-водородной смеси, а также дополнительная вентиляция осуществляется щелевыми пластинчатыми или ленточными пакетами, установленными в крышках. Кроме того батарейные ящики во взрывобезопасном исполнении комплектуются газоанализатором для непрерывного автоматического измерения объемной концентрации водорода в диапазоне от 0 до 6 %. Об изменении концентрации водорода от 1,3 до 2,5 сигнализирует световая индикация в кабине машиниста электровоза.

### **Автоматический выключатель**

Присоединение силового оборудования электровоза к аккумуляторной батарее осуществляется автоматическим выключателем ВАР-4 (ВАР-4М). Он установлен на передней стенке батарейного ящика (рис. 30, поз.1) и предназначен для защиты аккумуляторной батареи от перегрузок и шоков короткого замыкания в схеме электровоза. Автоматический выключатель представляет собой стальной взрывобезопасный корпус, внутри которого установлены два автомата типа АЗ711Б, механически соединенных между собой, устройство контроля изоляции, шунт, измерительные приборы (амперметр, вольтметр, и индикатор сопротивления изоляции) и лампочки подсветки шкалы приборов. Для соединения автомата с электрооборудованием используются два штепсельных разъема, имеющих по два силовых контакта и по два слаботочных контакта для цепей управления. Выключатель рассчитан на номинальное напряжение 250 В и номинальный длительный ток одной пары контактов 150 А. Максимальный ток установки расцепителя – 600 А.

### **Тяговые электродвигатели**

В качестве тяговых двигателей на аккумуляторных электровозах применяются реверсивные электродвигатели последовательного возбуждения постоянного тока типа ДРТ13 (АРП 10) и ДРТ23,5 (АРП 14). Технические характеристики электродвигателей приведены в табл. 4. Электродвигатели изготавливаются во взрывозащищенном исполнении (РВ).

**Технические характеристики электродвигателей  
аккумуляторных электровозов**

Параметры	Тип электродвигателя			
	ДРТ13		ДРТ23,5	
	Режим работы			
	часовой	длительный	часовой	длительный
Напряжение, В	130	130	185	185
Ток, А	122	50	152	66
Мощность, кВт	13,0	5,3	23,5	9,4
Частота вращения, об/мин:				
	номинальная	615	1000	900
максимальная	1845	1845	1800	1800
КПД, %	82,0	82,0	83,5	77,0

### Контролер КРВ2

Силовой контроллер является основным аппаратом в схеме управления электровозом АРП 10, предназначен для осуществления различных режимов работы тяговых электродвигателей. Конструктивно контроллер КРВ2 (рис. 32, а) состоит из цилиндрического стального кожуха 8, основания 14, крышек 1 и 12. Внутри цилиндрического кожуха 8 расположены главный 2 и реверсивный 6 валы, кулачковые элементы 7, закрепленные на отдельной стойке, кулачковые диски, расположенные на главном валу 2. На верхних концах валов (главного 2 и реверсного 6), выступающих над крышкой 1, закреплены главная 3 и реверсная 4 рукоятки управления. На нижнюю часть главного вала 2 свободно насажен реверсивный барабан 10 связанный тягой с реверсивным валом 6. Механическая блокировка 16 главного 2 и реверсного 6 валов позволяет производить реверсирование электродвигателей и снятие реверсивной рукоятки 4 только при нулевом (нейтральном) положении главной рукоятки 3. Для защиты цепей освещения и снижения напряжения в контроллере установлены предохранители, резисторы и диоды 9. Для нулевой блокировки контроллера с автоматическим выключателем ВАР-4М установлены блок-контакты 5.

Монтаж внутри контроллера выполнен гибким проводом. Вывод сделан шпильками 15, проходящими через изоляторы. Коробка выводов сверху закрыта крышкой 12. Для ввода тока ведущих кабелей в коробку ввинчены пробки 13 с резиновыми уплотнениями, предотвращающими попадание пыли и влаги вовнутрь контроллера. Взрывные пути (зазоры) контроллера выполнены в соответствии с требованиями к взрывозащи-

щенному рудничному электрооборудованию. Контроллер КРВ-2 на электровозе АРП 10 оборудован блокировочным устройством (рис. 32, б), предназначены для исключения управления электровозом АРП 10 при отсутствии машиниста в кабине. Устройство крепится сверху на кожухе контроллера с помощью двух болтов. Оно состоит из опоры 2, рычага 1 с собачкой 4 и пружины 3, звездочки 5. Положение главной рукоятки 6 (рукоятки хода) в нулевой позиции зафиксировано звездочкой 5, которая одним из зубьев упирается в собачку 4. Перевод рукоятки 6 на ездовую позицию (поворотом по часовой стрелке) возможен только при одновременном повороте (против часовой стрелки) рычага 1 и отводе собачки 4 от звездочки 5. Данную операцию машинист может выполнить, находясь только в кабине электровоза.

### Пуск вход и регулировка скорости тяговых электродвигателей

На электровозе АРП 10 применена безреостатная схема управления электродвигателями, т. е. управление секционированием аккумуляторных батарей, которое основано на принципе параллельного или последовательного включения двух одинаковых (по количеству элементов) секций тяговой батареи, ослаблении магнитного потока главных полюсов тяговых электродвигателей, включении двигателей параллельно или последовательно. Комбинация включений позволяет получить 25,50 и 100 % напряжения на каждом двигателе.

Регулирование скорости электровоза (частоты вращения электродвигателя) хорошо иллюстрируется формулой

$$n = \frac{U - I(R_{об} + R)}{C_e \Phi},$$

где  $I$  – ток двигателя, А;  $U$  – напряжение, В;  $R_{об}$  – сопротивление обмотки якоря, Ом;  $R$  – сопротивление реостата, Ом;  $\Phi$  – магнитный поток;  $C_e$  – постоянная.

Электрической схемой предусмотрено регулирование скорости, изменение направления движения электровоза и электродинамическое торможение. В качестве коммутирующих элементов применены силовые полупроводниковые диоды. Они обеспечивают все необходимые режимы работы при наименьшем числе силовых контактов.

Пуск электровоза и дальнейшее управление движением производится контроллером КРВ-2 (рис. 33), установленным в каждой кабине

машиниста. Контроллер имеет 10 фиксированных позиций ходовой рукоятки: нулевую, шесть ездовых (поз. 1, 2, 3, 4, 5, 6) при тормозных ( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ) и четыре переходных положения ( $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $a_4$ ) без фиксации, а также три фиксированных позиции реверсивной рукоятки (нулевую, «Вперед», и «Назад»). При переводе реверсивной рукоятки из одного крайнего положения в другое происходит изменение полярности на зажимах якорей тяговых электродвигателей, вследствие чего изменяется направление их вращения.

Комбинации включения секций аккумуляторной батареи и тяговых электродвигателей приведены на упрощенных схемах токопрохождения (рис. 33).

Первая ездовая позиция – параллельное соединение секции аккумуляторной батареи в сочетании с последовательным включением тяговых электродвигателей с введенным в их цепь резистором. Напряжение питания составляет 50 %. Эта позиция используется только при маневровых работах электровоза.

Вторая ездовая позиция – параллельное соединение секций аккумуляторной батареи с последовательным включением тяговых электродвигателей и исключенным из цепи резистором. Напряжение питания при таком включении достигает 25 % от номинального. На этой позиции контроллера осуществляется трогание электровоза с составом.

Третья ездовая позиция – параллельное соединение секций аккумуляторной батареи в сочетании с параллельным включением обмоток возбуждения и последовательным соединением якорей тяговых электродвигателей. Это обеспечивает ослабление магнитного поля главных полюсов и протекание половины тока.

Переходная позиция  $a_1$  положения ходовой рукоятки не фиксируется. Обмотки возбуждения включаются последовательно. Происходит подготовка схемы для последующего переключения секций аккумуляторной батареи с параллельного соединения на последовательное.

Четвертая ездовая позиция – последовательное соединение секций аккумуляторной батареи в сочетании с последовательным включением тяговых электродвигателей. Такое включение обеспечивает полное напряжение питания (100 %) на клеммах электродвигателей и протекание половины тока.

Пятая ездовая позиция – последовательное соединение секций аккумуляторной батареи в сочетании с параллельным включением обмоток возбуждения и последовательным соединением якорей тяговых электродвигателей. Это обеспечивает полное напряжение питания (100 %) и

ослабления магнитного поля главных полюсов и протекание половины тока.

Переходная позиция  $a_2$  – отключается обмотка возбуждения электродвигателя М2.

Переходная позиция  $a_3$  – шунтируется цепь якоря электродвигателя М2.

Переходная позиция  $a_4$  – подготавливается схема для параллельного включения электродвигателей. При прохождении ходовой рукоятки контроллера по промежуточным положениям  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $a_4$  полное тяговое усилие сохраняется только на одном тяговом электродвигателе. Все переключения в схеме осуществляются без разрыва силовых цепей электродвигателей. Этим достигается плавное изменение скорости при переходе с позиции на позицию и уменьшение коммутационных бросков тока.

Шестая ездая позиция – последовательное соединение секции аккумуляторной батареи в сочетании с параллельным включением тяговых электродвигателей. Этим достигается полное напряжение питания (100 %) и протекание токов полной величины, т. е. достигается максимум скорости.

Первая тормозная позиция – при переводе ходовой рукоятки из нулевой позиции в тормозную Т1 тяговые электродвигатели отключаются от аккумуляторной батареи и работают в генераторном режиме. С целью устойчивой работы двигателей электродинамическое торможение осуществляется по перекрестно-петлевой схеме. Вырабатываемая энергия гасится на тормозных резисторах  $R_1$  и  $R_2$ .

Вторая тормозная позиция – шунтируется тормозной резистор  $R_1$ .

Третья тормозная позиция – шунтируется тормозной резистор  $R_2$ .

Автоматизированное управление электровозом АРП 14 осуществляется тиристорно-импульсивной схемой (комплекс аппаратуры ТЭРА1). В состав аппаратуры входят: блок питания слаботочной аппаратуры БСА1, блок управления тиристорами БУТЗ, пункт управления машиниста ПУВРЗ.

Блок питания БСА1 состоит из тиристорного стабилизатора напряжения (постоянный ток, напряжение 24 В) и преобразователя переменного тока (напряжение 36 В, частота 400 Гц). Блок БСА1 предназначен для питания слаботочных цепей управления и вспомогательного оборудования.

Блок управления тиристорами БУТЗ состоит из двух силовых импульсно-тиристорных каскадов регулятора напряжения, контакторов хо-



да и торможения, реверсивного переключателя и системы управления тиристорными силовыми преобразователями.

В пульте управления ПУВР смонтированы: орган управления реверсивным переключателем, органы управления скоростью хода и торможения, белым светом, звуковой сигнализацией, а также различные блокировки.

Структурная схема импульсно-тиристорной системы управления электровозом представлена на **рис. 34, а**. Она состоит из источника питания АБ, входного фильтра Ф1, тиристорного преобразователя ТП, выходного фильтра Ф2 и тягового электродвигателя М.

В системе управления использован широтно-импульсный способ регулирования. В основе этого способа регулирования лежит постоянная частота следования импульсов ( $f = \text{const}$ ). Относительное среднее значение напряжения на выходе преобразователя ТП регулируется изменением длительности импульса ( $T_{\text{H}} = \text{var}$ ). Импульсно-тиристорный преобразователь ТП выполняет следующие основные функции:

- пуск и регулирование частоты вращения тяговых электродвигателей до выхода их на естественную характеристику (**рис. 34, б**);
- импульсное ослабление магнитного поля (**рис. 34, в**);
- электродинамическое торможение (**рис. 34, г**).

Если пренебречь коммутационными процессами, то преобразователь ТП имеет два состояния: проводящее и непроводящее.

В производящем состоянии главные тиристоры ТГ преобразователя ТП пропускают к тяговому электродвигателю М импульс напряжения, равный по величине напряжению источника питания АБ **рис. 34, д**. Одновременно происходит зарядка Г-образного индуктивно-емкостного накопителя энергии входного фильтра Ф1. фильтр состоит из последовательно включенного дросселя  $L_{\text{ф}}$  параллельно включенного конденсатора  $C_{\text{ф}}$ . Для изменения момента запирающего главного тиристора ТГ предусмотрен тиристорный коммутатор ТК, состоящий из вспомогательного тиристора и полупроводникового неуправляемого вентиля, управляемого дросселя насыщения и др.; элементов.

В непроводящем состоянии преобразователя ТП, в период паузы  $T_{\text{п}}$ , энергия, накопленная во входном фильтре Ф1, передается тяговому электродвигателю М и через преобразователь ТП и выходной фильтр Ф2. При этом ток двигателя замыкается через обратный диод  $D_{\text{о}}$  и уменьшается по экспоненте. Сумма продолжительностей проводящего  $T_{\text{и}}$  и непроводящего  $T_{\text{п}}$  состояний преобразователя составляет период импульсного цикла.

$$T = T_u + T_n$$

В качестве характеристик импульсного управления обычно используют значение скважности (коэффициента заполнения).

$$\Gamma = T_u / T_n$$

и частота следования импульсов

$$f = 1 / T.$$

Картина подачи напряжения на зажимы тягового электродвигателя и изменения тока представлена на **рис. 34, д, е**. Величина среднего напряжения  $U_d$  на зажимах тягового электродвигателя зависит от характеристик импульсного цикла

$$U_d = \gamma u.$$

При импульсном ослаблении поля (**рис. 34, в**) преобразователь ТП подключается параллельно последовательной обмотке возбуждения тягового двигателя (**рис. 34, в**). В проводящем состоянии преобразователя ТП часть тока якоря будет проходить через него, а часть через обмотку возбуждения. В период паузы токи якоря и обмотки возбуждения будут одинаковыми. Работа преобразователя ТП обуславливает уменьшение тока возбуждения, что приводит к уменьшению магнитного потока (т. е. ослаблению поля) и к увеличению частоты вращения двигателя. Глубина ослабления поля определяется длительностью проводящего состояния преобразователя.

При осуществлении электрического (генераторного) торможения тиристорный преобразователь присоединяется параллельно тяговому двигателю (**рис. 34, г**), а вся силовая цепь электровоза присоединяется к приемнику электрической энергии, в качестве которого используется тормозной реостат (реостатное торможение). В первоначальный период торможения тяговый двигатель закорачивается преобразователем и за счет оставшейся ЭДС в нем резко возрастает ток. В период паузы преобразователя этот ток поступает на приемник энергии. Величина тормозного усилия определяется главным образом величиной тока тягового двигателя, которая зависит от продолжительности проводящего состояния преобразователя. При торможении из-за больших значений токов двигателя последовательного возбуждения возникают значительные перенапряжения в силовых цепях; с целью уменьшения перенапряжений стре-

мятся уменьшить ток возбуждения путем соответствующего подключения обмотки возбуждения. При этом в период импульса ток якоря проходит через обмотку возбуждения, в период паузы якорь замыкается на приемник энергии, а обмотка возбуждения – на собственный обратный диод.

Для осуществления режима электронного торможения электровоза рукоятку «ход – торможение» необходимо повернуть до упора в крайнем положении торможения. При этом произойдет включение рельсовых электромагнитных тормозов. Общее, тормозное усилие локомотива увеличится.

### **Тормоз рельсовый электромагнитный**

Тормоз рельсовый электромагнитный взрывобезопасный (рис. 35) выполняет роль дополнительного тормозного устройства, не связанного с тормозной массой электровоза (АРП 10, АРП 14). Тормозное усилие рельсового тормоза зависит только от силы электромагнитного притяжения башмаков к рельсу, которое составляет не менее 70 кН (или до 60 кН на 1 м суммарной длины башмаков). Совместное действие рельсовых электромагнитных и колодочных тормозов увеличивает тормозную силу электровоза в 2,0–2,5 раза. Это позволяет эксплуатировать электровоз в выработках с завышенным профилем пути (более 0,003–0,005), а также увеличить допустимую скорость движения.

Рельсовый электромагнитный тормоз состоит из двух тормозных башмаков 1, каждый из которых располагается над рельсом между колесами электровоза. Это расположение рельсового тормоза является причиной внешнего размещения колодочных тормозов. Тормозной башмак 1 крепится двумя пружинными подвесками 2 к раме. Сверху на башмаке 1 расположена вводная коробка 3 с кабельным вводом для подключения электромагнитов к источнику питания.

Тормозной башмак 1 представляет коробку сварную 8 из немагнитной стали (Ст.3) с крышкой 11, которая крепится десятью болтами. Внутри коробки 8 (по длине) расположены два электромагнита 9 с сердечниками 10. Дно 7 коробки 8 выполнено из немагнитного материала. Магнитный поток, созданный электромагнитом 9, через магнитопроводы (стенку коробки 8 и сердечники 10) направляется через полюсные наконечники 4 и 6 к рельсу. Чтобы не происходило закорачивание магнитного потока между полюсными наконечниками 4 и 6, между ними установлены две вставки 5 из немагнитного материала. Благодаря этому, магнитный поток от полюсника через головку рельса замыкается на другом

полоснике. Происходит притяжение тормозного башмака 1 к рельсу. Рабочий зазор между рельсом и полюсными наконечниками составляет 8–10 мм.

Пружинная подвеска 2 пальцем 14 прикрепляется к проушине 12 тормозного башмака 1. Подвеска 2 состоит из двух стаканов 13 и 15, упора 17, которым она крепится к раме электровоза четырьмя болтами 18, и тяги 16 с пружинами 19. Высота подвески тормозного башмака регулируется гайками 20.

Включение рельсовых электромагнитных тормозов осуществляется из любой кабины с помощью двух кнопочек КУЭ1РВГВ и электроблоках (аппаратура ВЭТ). Электроблок представляет стальной взрывобезопасный корпус с вводной камерой. В нем располагается полупроводниковая схема выключателя.

Тормозная масса – масса электровоза, приходящаяся на тормозные оси. У шахтных электровозов все оси тормозящиеся, поэтому эти массы равны.

### **Скоростемер СР-20**

Измерение и показания скорости движения; учет пройденного пути на электровозах АРП 10 и АРП 14 осуществляется скоростемером СР-20, имеющим рудничное взрывобезопасное исполнение «РВ». Он состоит из датчика, показывающего прибора и счетчика пройденного пути. Датчик представляет собой тахогенератор, заключенный во взрывобезопасную оболочку, устанавливается на промежуточном валу редуктора привода электровоза. Показывающие приборы располагаются в кабинах машиниста. Счетчик пройденного пути устанавливается на втором редукторе привода.

### **Техническая характеристика**

Диапазон измерения скорости, км/ч	2,5–20,0
Цена деления шкалы показывающего прибора, км/ч	1,0
Емкость счетчика, км	9999,9
Допускаемая погрешность измерения, %	±2,0

### **Аппаратура освещения и сигнализация**

Для освещения рельсовых путей и выработок аккумуляторные электровозы АРП 10 и АРП 14 оборудованы светильниками основного

(белого) и сигнального (красного) света. В качестве светильников используются взрывобезопасные фары ФВУ-3 (АРП 10) и ФРЭ-4 (АРП 14) с лампами накаливания соответственно Р40 и А24. Лампа А24 имеет две нити накаливания, поэтому на электровозе АРП 14 возможно включение ближнего и дальнего света.

Фара ФВУ3 (рис. 36) состоит из корпуса 1, в котором помещены лампа накаливания 2, рефлектор 3 и детали электрической цепи 4. К корпусу 1 крепится крышка 5, в которой установлен блок защитных стёкол 6. Корпус крышки и рефлектор выполнены из алюминия, токоведущие части из латуни, изоляционные детали – из высокопрочных пластмасс. Фара ФРЭ-4 имеет аналогичную конструкцию.

Взрывобезопасность светильников обеспечивается: а) механической блокировкой между стеклом и электрической цепью, питающей лампу накаливания; эта блокировка осуществляет опережающее отключение лампы при разрушении защитного стекла при снятии его с последующей фиксацией выключенного положения; наличием взрывобезопасной камеры, в которой расположены все искрообразующие элементы (контакты, выключатели); применением специальной лампы, нить накала которой обладает малой тепловой энергией, благодаря чему при нарушении целостности лампы нить быстро охлаждается и не может взорвать газовую смесь.

Питание фар осуществляется от стабилизатора СТН185, который позволяет поддерживать напряжение на лампах накаливания в пределах  $\pm 2,5\%$  при падении напряжения тяговой аккумуляторной батареи до  $60 \div 75\%$  от номинального. Для снижения напряжения в осветительную цепь включается поглощающий резистор.

Для дистанционного (из кабины машиниста) управления стрелочными переводами на электровозах АРП 10 и АРП 14 предусмотрены места установки аппаратуры комплекса НЭРПА. Часть ее, устанавливаемая на электровозе, состоит из передатчика сигналов ЛПС-1 (ЛГС-1-локомотивный генератор сигналов, А-1 – антенна и кнопочный пост управления КУ-92РВ). Высокочастотные амплитудно-модулированные сигналы (705, ..., 1660 Гц) формируют 25 различных комбинаций кодов номеров локомотивов и команд управления схемами автоматики рудничного рельсового транспорта. Автоматический перевод стрелок непосредственно осуществляется моторным стрелочным приводом ПМС-4.

Подача предупредительных сигналов во время движения и маневров электровозов АРП 10 и АРП 14 осуществляется электрическим звуковым сигнализатором СЭЗ-1. Он работает в комплексе с ограничительным резистором. Уровень звукового давления сигнала составляет не ме-

нее 100Дб. Кроме того, на электровозах устанавливается механический звонок (**рис. 37**) в качестве дублирующего средства. Звонок состоит из чашки 4 и бойка 1. Боек 1 шарнирно крепится к корпусу 5, который приварен к лобовине 6 кабины электровоза. Чашка 4 крепится к корпусу 6 винтом 3 шайбой и гайкой 2. Звонок приводится в действие резкими ударами бойка 1 по чашке 4.

## **БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ ЭЛЕКТРОВЗОВ**

Эксплуатация и техническое обслуживание электровозов должны осуществляться в соответствии с «Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» (утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 19 ноября 2013 г. № 550), «Правилами технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

К управлению электровозом могут быть допущены только машинисты, получившие соответствующую квалификацию и имеющие свидетельство на право управления.

Ежесменно перед началом перевозки персонала машинист локомотива осматривает исправность вагонеток, сцепных и сигнальных устройств, полускатов и тормозов. О результатах осмотра машинист докладывает лицу сменного надзора. Обнаруженные неисправности устраняются до выезда электровоза из гаража. Разрешение на перевозку персонала дает лицо сменного надзора с записью в путевом листе машиниста локомотива (ПБ § 202).

Еженедельно пассажирские вагонетки осматривает специалист (механик) структурного подразделения.

Перед выездом на линию необходимо срабатывание нулевой блокировки и работоспособность устройства исключаящего управление электровозом извне кабины (ПБ § 261); проверить наличие и качество песка в песочницах и при необходимости заменить или засыпать; измерить содержание водорода в батарейном ящике исполнения «РВ», оно не должно превышать 2,5 % (ПБ § 273); уточнить максимально допустимую для данного маршрута величину состава, а также максимально допустимые скорости движения; проверить сопротивление изоляции аккумуляторных батарей прибором Минимально допустимые величины сопротивления изоляции электрооборудования и кабелей относительно корпуса элек-

трово́за и периодичность их проверки принимают в соответствии с технической документацией изготовителей электровозов (ПБ § 273).

В шахтах, опасных по газу и пыли, ремонт аккумуляторных электровозов, связанный со вскрытием электрооборудования, разрешается производить только в электровозном депо (ПБ § 274). Запрещается заряжать и эксплуатировать неисправные или загрязненные аккумуляторные батареи (ПБ § 273). После замены аккумуляторной батареи и соединения штепсельных разъемов кабеля не должны выступать сбоку за габарит электровоза. Запрещается работа электровоза при незакрепленном батарейном ящике.

При работе на линии запрещается открывать ящики и люки взрывобезопасного оборудования. При случайном повреждении электрооборудования и проводки, нарушающем взрывобезопасность или при неоднократном срабатывании защиты автомата, батарея должна быть отключена автоматом, а электровоз отбуксирован в гараж для ремонта.

Машинист электровоза должен иметь при себе только один реверсивный ключ (АРП 10) или одну рукоятку реверса (АРП 14). При уходе с локомотива машинист обязан: поставить ходовую рукоятку в нулевое положение; снять реверсивный ключ контроллера (АРП 10) или реверсивную рукоятку пульта управления (АРП 14) (в обеих фарах на стоянке вне гаража должны гореть лампы); затормозить электровоз колодочными тормозами; закрыть двери кабин на замок.

При постановке сошедших с рельсовых путей шахтных вагонеток и электровозов необходимо руководствоваться «Инструкцией по безопасной постановке шахтного подвижного состава на рельсы», утвержденной Минуглепрома СССР 17 октября 1981 г.

Выполнение перечисленных рекомендаций обеспечивает безопасную эксплуатацию аккумуляторных электровозов.