

Лекция №13. Назначение и классификация электропневматических тормозов. Электропневматические тормоза пассажирских поездов, электропоездов и рельсовых автобусов. Схема двухпроводного электропневматического тормоза и принцип ее действия. Электропневматические тормоза электропоездов, дизельпоездов и рельсовых автобусов.

Характеристика электропневматических тормозов.

Электропневматические тормоза (ЭПТ) представляют собой комплекс электрических и пневматических устройств, в котором управление осуществляется при помощи электрического тока, а в качестве источника энергии для торможения используется давление сжатого воздуха.

Электропневматические тормоза (ЭПТ) позволяют повысить эффективность тормозных средств поезда и заметно сократить длину тормозного пути, что достигается благодаря одновременному действию тормозов в поезде и сокращению времени наполнения тормозных цилиндров. При этом значительно улучшается плавность торможения. Особенно большое значение ЭПТ играют для автоматизации процесса управления тормозами.

При применении электропневматических тормозов значительно улучшается управляемость тормозами благодаря возможности осуществления четкого и одновременного ступенчатого торможения и ступенчатого отпуска, что позволяет с высокой точностью поддерживать заданную скорость движения (до ± 2 км/ч) и повысить точность остановки (до ± 5 м). По сравнению с пневматическими тормозами особенно эффективно применение ЭПТ в грузовых поездах, где продольные усилия, возникающие при торможении, резко снижаются.

ЭПТ, по сравнению с пневматическими тормозами, обладают существенными преимуществами:

1. сокращение тормозного пути и повышение плавности торможения за счет одновременности срабатывания тормозов в поезде и уменьшения времени наполнения ТЦ;
2. гибкое регулирование тормозной силы, высокая точность остановки поезда - то есть лучшая управляемость тормозами за счет наличия ступенчатого отпуска;
3. практическая неистощимость в действии, то есть возможность торможения без разрядки ТМ и пополнения запасных резервуаров из тормозной магистрали через воздухораспределители;
4. при торможении ЭПТ давление в ТЦ не зависит от величины выхода штока.

Используемый в настоящее время ЭПТ обладает также рядом недостатков:

1. неавтоматичность действия (так, например, при потере питания ЭПТ при служебном торможении происходит самопроизвольный отпуск);
2. относительно низкая надежность;
3. отсутствие ограничения предельного давления в ТЦ при длительной выдержке ручки крана машиниста в положении VA.
4. Усложнение конструкции тормозного оборудования.

Классификация электропневматических тормозов и общий принцип их работы.

Электропневматические тормоза (ЭПТ) принято делить на два типа: **прямодействующий и автоматический.**

На пассажирском подвижном составе дорог России применяется **прямодействующий (неавтоматический) ЭПТ** с одной пневматической тормозной магистралью, приборами питания и управления ЭПТ, расположенных на локомотиве или в головных вагонах моторвагонного подвижного состава, и электровоздухораспределителей, установленных на каждом вагоне и соединенных электрическими проводами с приборами питания и управления. Электровоздухораспределитель состоит из комплекта тормозного и отпускного (вентиль перекрыши) электровентилей и пневматической части (реле давления). Тормозной вентиль управляет наполнением тормозного цилиндра из запасного резервуара, а отпускной вентиль (вентиль перекрыши) — выпуском воздуха из тормозного цилиндра.

Применяемые на подвижном составе системы ЭПТ отличаются в основном количеством линейных проводов и способом контроля целостности электрической линии. Электрические схемы тормозов отличаются также тем, что в одних случаях в качестве

обратного провода используются рельсы, а в других - обратные провода прокладываются вдоль всего подвижного состава вместе с основными рабочими проводами.

По количеству используемых линейных проводов можно разделить схемы ЭПТ на пятипроводные, двухпроводные и однопроводные.

Пятипроводные схемы ЭПТ используются на электропоездах и дизель-поездах серии ДР1 (Рисунок 1). В этой схеме контроль исправности цепей управления осуществляется периодически (только в процессе торможения с помощью специального контрольного провода).

Пятипроводная схема

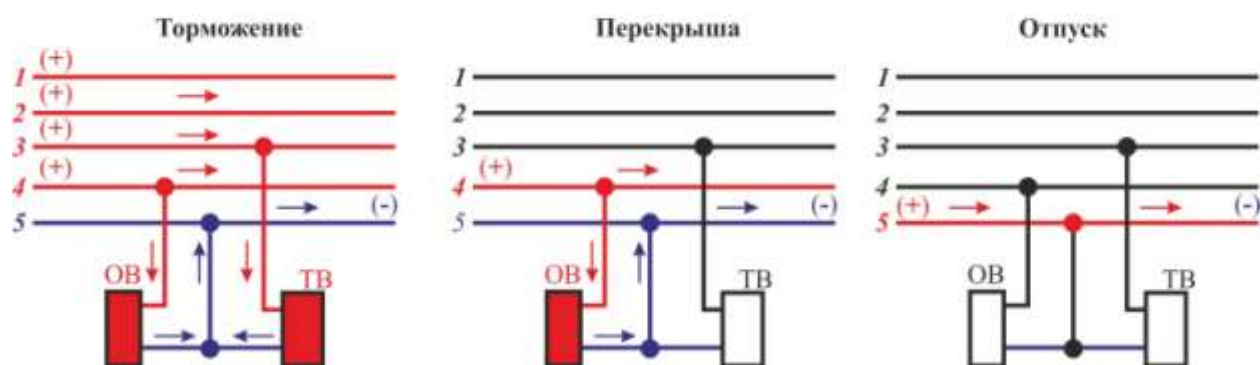


Рисунок 1. Схема пятипроводного электропневматического тормоза.

ОВ – катушка отпускного вентиля; ТВ – катушка тормозного вентиля.

При торможении подается напряжение (+) в рабочие провода отпускной 4 и тормозной 3 и (-) в обратный провод 5, что приводит к одновременному срабатыванию катушек отпускного (ОВ) и тормозного (ТВ) вентилей электровоздухораспределителя. Перекрыша осуществляется снятием напряжения с тормозного вентиля при возбужденной катушке отпускного вентиля ОВ, а отпуск обеспечивается снятием напряжения с обоих вентилей. Контроль целостности обратного провода 5 обеспечивается при всех процессах работы схемы (торможении, перекрыше, отпуске), контроль целостности остальных проводов происходит только при торможении. Провод 1 является контрольным. В положениях торможения и перекрыши наличие давления воздуха в ТЦ контролируется с помощью сигнального провода 2. Таким образом, при торможении используются все пять линейных проводов, при перекрыше ток протекает по проводам отпускному 4 и обратному 5, а при отпуске - только по обратному проводу.

Двухпроводная схема ЭПТ (Рисунок 2) используется в пассажирских поездах с локомотивной тягой и дизель-поездах Д1.

Двухпроводная схема

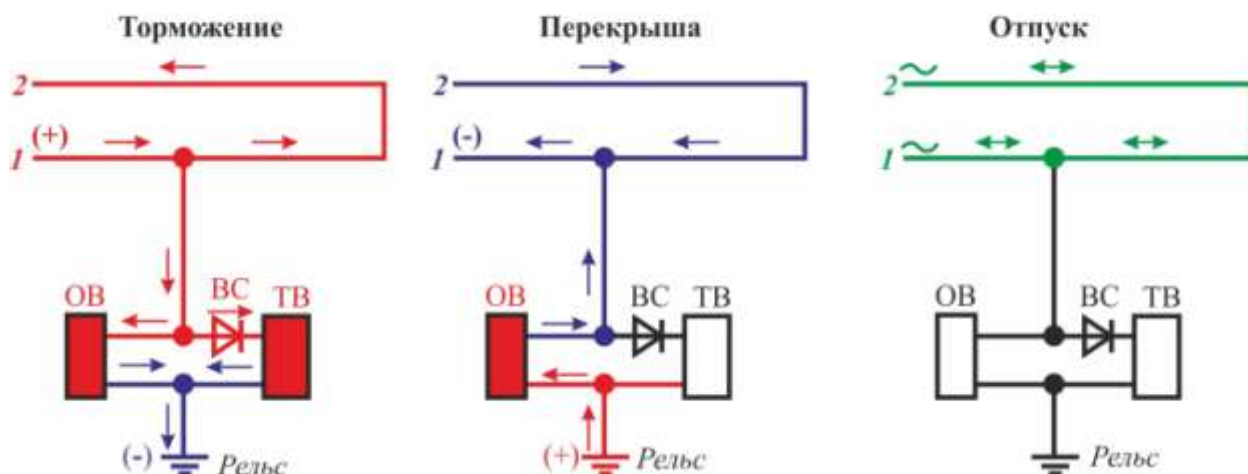


Рисунок 2. Схема двухпроводного электропневматического тормоза:

ТВ – катушка тормозного вентиля; ОВ – катушка отпускного вентиля; ВС – селеновый диод.

В этой схеме в качестве обратного провода используются рельсы. Управление таким тормозом осуществляется изменением полярности постоянного тока в линейных проводах и рельсах. При торможении (+) подается в рабочий провод 1, а (-) в рельсы 3. При этом возбуждаются отпускной **ОВ** и тормозной **ТВ** вентили электровоздухораспределителя. Положение перекрыши обеспечивается сменой полярности управляющего тока: (+) в рельсах, (-) в рабочем проводе. В этом случае под напряжением оказывается только отпускной вентиль **ОВ**, а вентиль **ТВ** обесточен, так как его электрическая цепь запирается диодом **ВС**.

Отпуск тормоза осуществляется снятием напряжения постоянного тока с линейных проводов. Одновременно с этим в рабочий провод 1 подается напряжение переменного тока, однако вентили **ОВ** и **ТВ** остаются невозбужденными вследствие их большого индуктивного сопротивления.

Контроль целостности рабочего провода 1 осуществляется непрерывно с помощью контрольного провода 2 переменным током при отпускном и поездном положениях ручки крана машиниста и постоянным током в положениях перекрыши и торможения.

При оборудовании **ЭПТ** грузовых поездов многопроводные линии электрического управления тормозами оказываются неприемлемыми. В схеме такого тормоза предполагается использовать линейный провод (**Рисунок 3**), замыкаемый в хвосте поезда через конденсатор на рельсы. В процессе торможения и перекрыши в линейный провод и рельсы подаются одновременно два рода тока: переменный для контроля целостности линии и постоянный для управления тормозом. При отпуске в проводе остается только переменный ток. Управление тормозом осуществляется изменением полярности постоянного тока в линейном проводе и рельсах. Раздельное питание током катушек вентиля **ОВ** и **ТВ** электровоздухораспределителя обеспечивается наличием двух диодов **ВС1** и **ВС2**, то есть при торможении возбуждается только тормозной вентиль, а при перекрыши только отпускной вентиль. Использование **ЭПТ** для грузовых поездов сдерживается поиском вариантов обеспечения надежного контакта в междувагонном соединении линейного провода.

Однопроводная схема

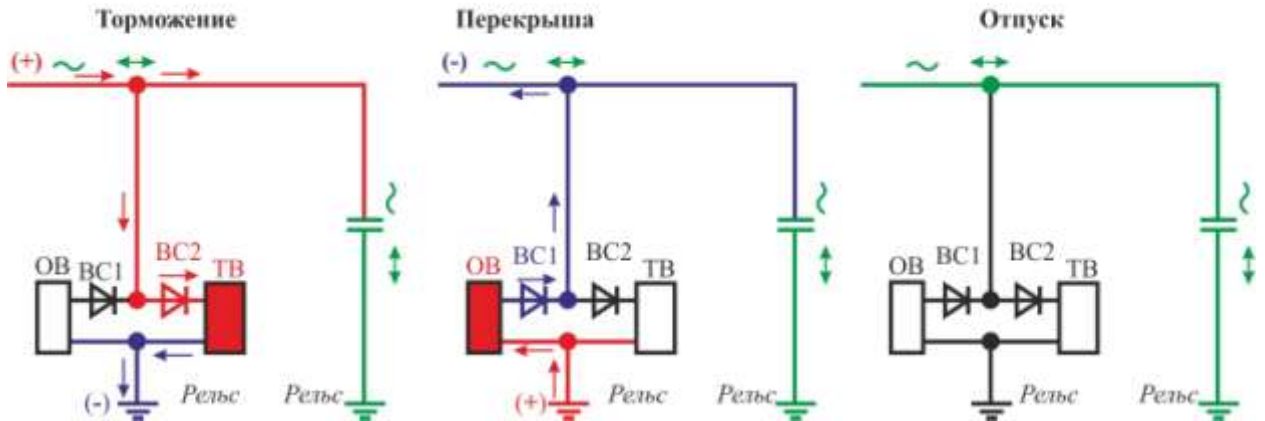


Рисунок 3. Схема однопроводного электропневматического тормоза.

Структурная схема двухпроводного электропневматического тормоза и назначение основных приборов.

Структурная схема двухпроводного ЭПТ представлена на **рисунке 4**. В комплект схемы входит блок питания **БП**, подключенный к локомотивной аккумуляторной батарее **АБ**; контроллер крана машиниста, световой сигнализатор **СС** с тремя сигнальными лампами, блок управления **БУ**, линейные провода - рабочий **№1** и контрольный **№2**, соединенные между собой с помощью клеммных коробок **К**, междувагонных соединений и изолированной подвески, электровоздухораспределители (**ЭВР**) усл.№ **305-000**, представленные на рисунке в виде катушек, отпускного **ОВ** и тормозного **ТВ** вентилях и включенного между ними диода **ВС**.

Для контроля напряжений цепей управления ЭПТ используется вольтметр **«V»**.

Блок питания БП (статический преобразователь) является источником постоянного и переменного тока для питания и контроля цепей ЭПТ. Статические преобразователи рассчитаны на входное напряжение питания 50 или 110 В и должны обеспечивать на выходе: для цепей управления ЭПТ - напряжение постоянного тока 50 В при величине тока 7 - 8 А; для цепей контроля - напряжение переменного тока 50 В при величине тока 0,5 - 0,6 А и частоте 625 Гц.

Блок управления БУ представляет собой прибор, в котором сосредоточена вся релейно-контактная часть ЭПТ. БУ включает в себя четыре реле: сильноточное **«К»** с силовым контактом **К1**, контрольное **«КР»** с контактами **КР1** и **КР2**, тормозное **«ТР»** и отпускное **«ОР»** с соответствующими контактными группами **ТР1 - ТР5** и **ОР1 - ОР5**. Все реле за исключением сильноточного имеют выдержку времени на отключение. Блок управления содержит также выпрямительный мост **«ВК»**, конденсатор замедления **«С_з»**, включенный параллельно катушке реле **«КР»**, шунтирующий конденсатор **«С_ш»**, резисторы ограничения тока и предохранители.

Световой сигнализатор имеет три лампы: **«О»** - отпуск («линия»), которая горит при всех положениях ручки крана машиниста и свидетельствует о целостности линейных проводов; **«П»** - перекрыша, горит при **III** и **IV** положениях ручки крана машиниста; **«Т»** - торможение, горит при **VA**, **V** и **VI** положениях ручки крана машиниста.

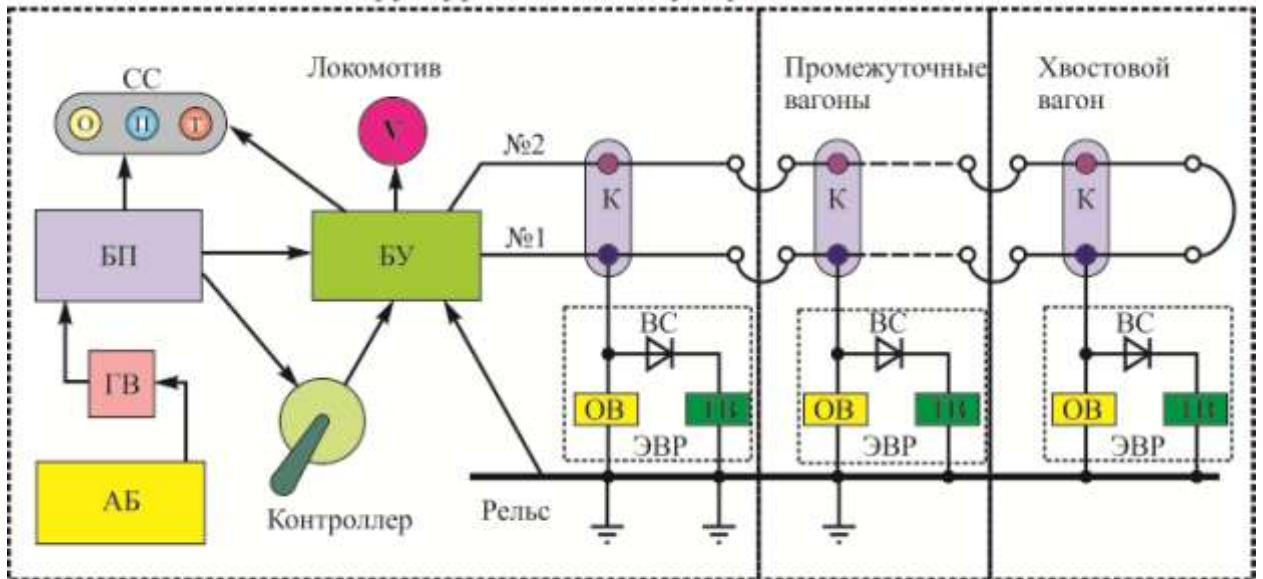
Контроллер крана машиниста - используется для непосредственного управления ЭПТ.

Междувагонные соединения - состоят из рукавов с универсальными соединительными головками усл.№ 369 А.

Клеммные коробки - используются для крепления и соединения линейных проводов.

Изолированные подвески - служат для подвешивания соединительных рукавов на локомотиве и на хвостовом вагоне.

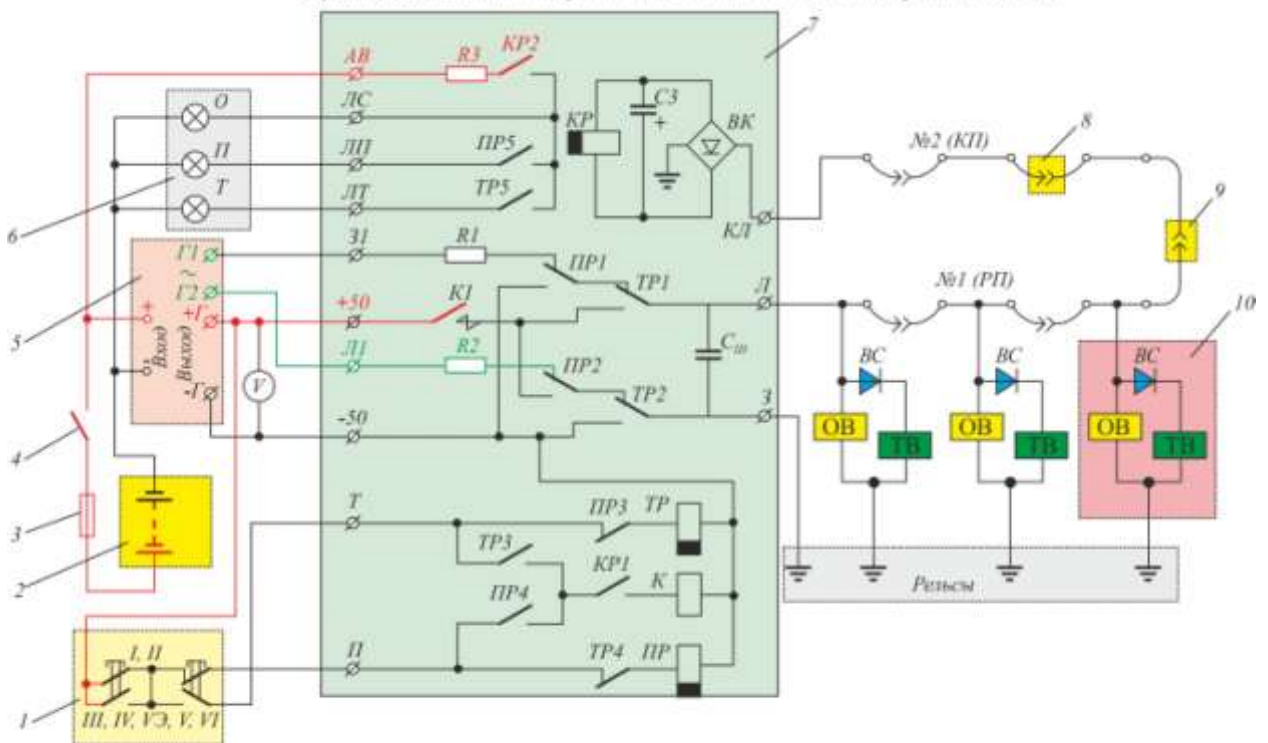
Структурная схема двухпроводного ЭПТ



АБ - аккумуляторная батарея; ГВ - главный выключатель; БП - блок питания; СС - световой сигнализатор; БУ - блок управления; V - вольтметр; ЭВР - электровоздухораспределитель; ОВ - отпускной ventиль; ТВ - тормозной ventиль; ВС - диод; К - клеммная коробка; №1 - рабочий провод; №2 - контрольный провод.

Рисунок 4. Структурная схема двухпроводного электропневматического тормоза.

Принципиальная электрическая схема ЭПТ пассажирского поезда



1 - контроллер; 2 - аккумуляторная батарея; 3 - предохранитель; 4 - главный выключатель; 5 - статический преобразователь (блок питания); 6 - световой сигнализатор; 7 - блок управления; 8 - междувагонное соединение; 9 - конечная подвеска; 10 - электровоздухораспределитель.

Рисунок 5. Принципиальная электрическая схема ЭПТ пассажирского поезда.

Детали электропневматического тормоза.

Блок питания БП-ЭПТ-П 579 (рисунок 6).

Блок питания состоит из статического преобразователя БСП-ЭПТ-П и щелочной аккумуляторной батареи 40КН-10. Преобразователь БСП-ЭПТ-П подключается к аккумуляторной батарее локомотива и преобразует вырабатываемый ею постоянный ток в переменный, подаваемый в цепи контроля электропневматического тормоза. Кроме того, через преобразователь заряжается

выпрямленным током батареи **40КН-10**, которая предназначена для питания цепей управления тормоза

Блок питания типа БП-ЭПТ-П усл. №579-00-35.

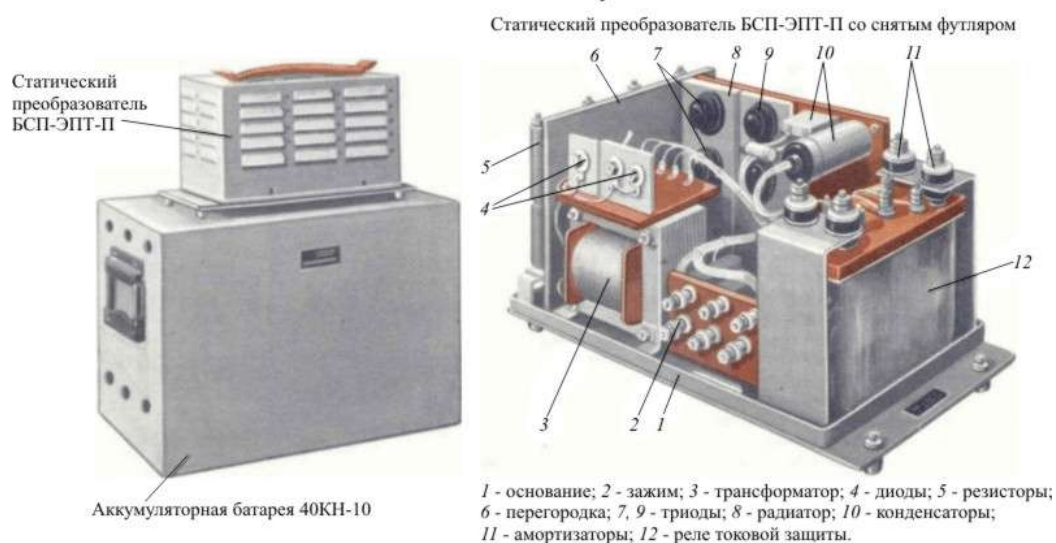


Рисунок 6. Блок питания БП-ЭПТ-П усл. №579-00-35.

Блок **БП-ЭПТ-П** может работать совместно с блоком управления типа БУ-ЭПТ выпуска с 1964 г., который устроен по схеме раздельного питания сигнальных ламп и снабжен конденсаторами емкостью 0,25 мкФ на ток частотой 625 + 15 Гц.

По своей мощности на выходе (напряжение 50—55 В, ток 7 А) блок обеспечивает работу электропневматических тормозов в пассажирских поездах до 30—36 вагонов. Длина блока 512 мм, ширина 275 мм, высота 547 мм, масса 54 кг.

Аккумуляторная батарея 40КН-10 состоит из двух секций, по 20 элементов в каждой, заключенных в металлический ящик.

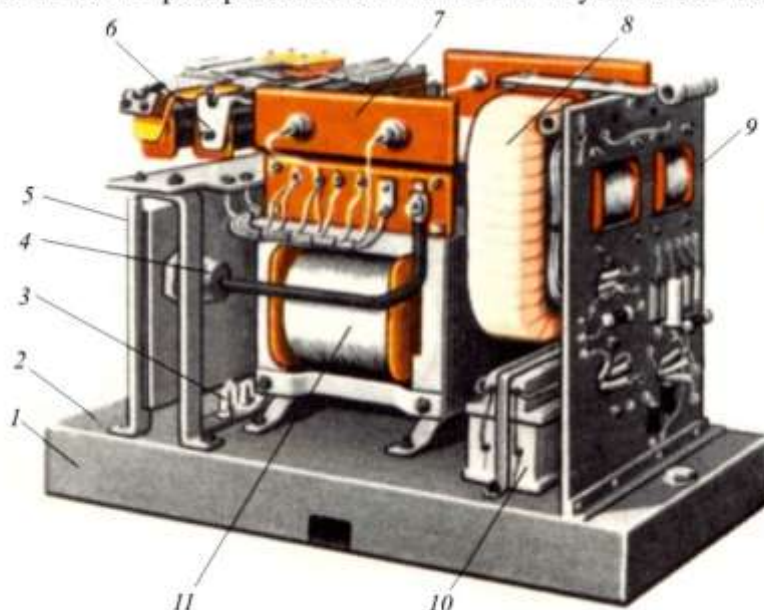
Преобразователь **БСП-ЭПТ-П** крепится винтами к ящику батареи. На основании **1** размещены узлы и детали преобразователя: реле токовой защиты **12** с амортизаторами **11**, трансформатор **3**, диоды **4** с радиаторами, резисторы **5**, триоды **7** и **9**, конденсаторы **10**.

Триоды **7** имеют общий теплоотводящий радиатор **8**, так как их коллекторы объединены, а триоды **9** снабжены автономными радиаторами. Проволочные резисторы **5** отделены от остальных устройств преобразователя теплоизоляционной перегородкой **6**. Преобразователь закрывается футляром, имеющим вентиляционные жалюзи. Для включения в общую схему блока питания на преобразователе есть панель с шестью зажимами **2**.

Статический преобразователь ПТ-ЭПТ усл. № 553-00-35 (рисунок 7).

Статический преобразователь предназначен для применения в качестве источника питания током электропневматического тормоза взамен блока питания типа БП-ЭПТ-П № 579-00-35. Преобразователь выполнен на мощных вентилях-тиристорах, благодаря чему нет необходимости в дополнительной аккумуляторной батарее. С помощью этого преобразователя постоянный ток напряжением 52 В аккумуляторной батареи локомотива преобразуется в переменный ток напряжением 50 В частотой 625 Гц для контрольных цепей тормоза и в выпрямленный ток до 10—12 А напряжением 50 В для цепей управления тормозами.

Статический преобразователь типа П-ЭПТ-П усл. № 553-00-35.



1 - кожух; 2 - основание; 3 - зажим; 4 - тиристор; 5 - стойка; 6 - реле; 7 - диод;
8 - радиатор; 9 - плата; 10 - конденсатор; 11 - трансформатор.

Рисунок 7. Статический преобразователь типа П-ЭПТ-П усл. №553-00-35.

Конструктивно преобразователь выполнен в виде переносного блока, устанавливаемого на амортизационную панель, закрытую кожухом *1*. На панели имеется колодка зажимов с семью контактными пружинами для включения преобразователя в цепи электропневматического тормоза. Входные и выходные зажимы *3* преобразователя соединяются с соответствующими зажимами на амортизационной панели.

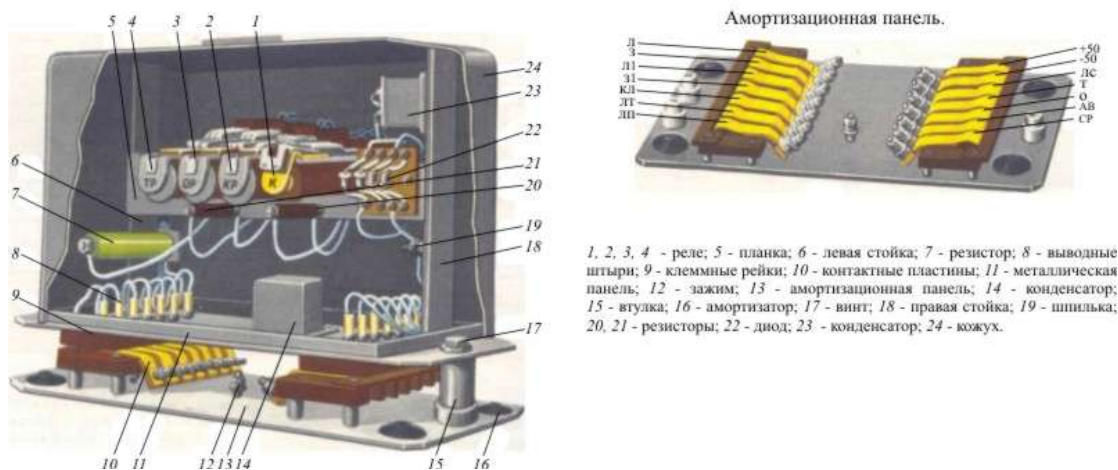
На основании *2* преобразователя укреплены стойки *5* для размещения двух тиристорov *4* с охлаждающими радиаторами. Трансформатор *11* инвертора и конденсаторы *10* расположены в нижней части преобразователя. Вверху смонтированы реле *6* устройства токовой защиты, диоды *7* с радиаторами и дроссель *8*. На плате *9* смонтированы остальные детали преобразователя: трансформаторы задающего генератора и промежуточного усилителя, транзисторы и резисторы.

Преобразователь имеет длину 373 мм, ширину 180 мм, высоту 360 мм. Масса его составляет 15 кг. Преобразователь имеет мощность на выходе 600 Вт, что обеспечивает нормальную работу электропневматического тормоза в пассажирских поездах из 30—40 вагонов.

Блок управления типа БУ-ЭПТ усл. № 579 (рисунок 8).

Блок типа БУ-ЭПТ предназначен для электрического управления действием электропневматического тормоза и контроля за состоянием цепей управления. Он работает совместно с блоком питания типа БП-ЭПТ-П, а сигналы управления получает через электрический контроллер крана машиниста усл. № 395.

Блок управления типа БУ-ЭПТ усл. №579.



1, 2, 3, 4 - реле; 5 - планка; 6 - левая стойка; 7 - резистор; 8 - выводные штыри; 9 - клеммные рейки; 10 - контактные пластины; 11 - металлическая панель; 12 - зажим; 13 - амортизационная панель; 14 - конденсатор; 15 - втулка; 16 - амортизатор; 17 - винт; 18 - правая стойка; 19 - шпилька; 20, 21 - резисторы; 22 - диод; 23 - конденсатор; 24 - кожух.

Рисунок 8. Блок управления БУ-ЭПТ усл. №579.

Блок управления выполняет следующие основные функции

- при отпуске — отключает постоянный ток и подает переменный в цепь контроля;
- при торможении — подает в цепи управления и контроля постоянный ток с полярностью «+» в рабочем проводе и «—» на рельсах;
- при перекрыше — подает в цепи управления и контроля постоянный ток с полярностью «—» в рабочем проводе и «+» на рельсах. Время смены полярности тока в цепях управления составляет 0,05—0,1 с.

Конструктивно блок управления состоит из металлической панели **11** со стойками левой **6** и правой **18**, образующими каркас. На планке **5**, соединенной со стойками, размещены реле **1** типа РКС-3, три кодовых реле **2**, **3**, и **4**, резисторы **20** и **21** типа ПЭ-15 и выпрямитель из диодов **22**. На левой стойке укреплен еще один резистор **7** типа ПЭ-50, а на правой — конденсатор **23** типа МБГП и шпилька **19** для подсоединения заземления цепи контрольного реле **2**. Второй конденсатор **14** типа КЭГ расположен на панели. Блок закрывается кожухом **24** с ручкой.

С помощью втулок **15** и винтов **17** блок закрепляется на амортизационной панели **13**. Выводные штыри **8** с нижней стороны клеммных реек **9** заканчиваются пластинами из фосфористой бронзы, которые взаимодействуют с одноименными контактными пластинами **10**.

Панель **13** монтируется на четырех резиновых амортизаторах **16** и заземляется проводом от зажима **12** на корпус локомотива.

Реле блока управления.

Электромагнитные кодовые реле постоянного тока типа КДР1-М предназначены для коммутации электрических цепей и для пропуска тока через контакты при работе блока управления БУ-ЭПТ усл. № 579.



1 - сердечник; 2 - якорь; 3 - замок; 4 - ярмо; 5 - катушка; 6 - полка; 7 - пружина; 8 - изоляционная прокладка; 9 - хвостовик; 10 - стержень; 11 - штифт; 12 - упорная пластина.

Конструктивно реле выполнено с неразветвленной магнитной системой и состоит из сердечника **1**, катушки **5**, ярма **4** и якоря **2**. Ярмо магнитопровода выполнено из полосовой стали толщиной 3 мм, а сердечник — из круглой стали диаметром 12 мм.

Якорь укреплен на корпусе реле при помощи замка 3. Этот замок ограничивает перемещение якоря в вертикальном, продольном и горизонтальном направлениях. Катушка удерживается на сердечнике пружинным кольцом, предохраняющим ее от выворачивания при тряске.

Сердечник реле крепится к ярму посредством стержня 10, который одновременно используется для установки самого реле в блоке управления. Кроме того, якорь имеет направляющий штифт 11, позволяющий установить реле в строго горизонтальном положении.

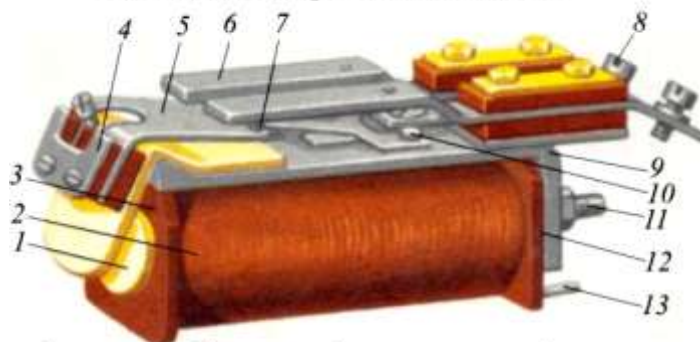
Контактная система реле состоит из контактных пружин 7 с хвостовиками 9 и упорных пластин 12, предназначенных для устранения вибрации пружин.

Пружины 7, изготовленные из листовой оловянисто-фосфористой бронзы толщиной 0,33—0,4 мм, имеют ширину 5,5 мм, длину 71—78 мм. К пружинам приклепаны контакты из серебра, имеющие диаметр 2,2 мм. Изоляционные прокладки 8 сделаны из карболита.

При прохождении тока по катушке якорь притягивается к сердечнику, его изоляционная полка 6 нажимает на пружины 7 и переключает контакты реле. При обесточивании катушки реле якорь возвращается в исходное положение силой упругости пружин.

Сильноточное реле типа РКС-3 предназначено для коммутации электрических цепей при прохождении по ним постоянного тока до 20А. Реле состоит из корпуса (ярма) 9, сердечника 1 с катушкой 2, якоря 4 с контактным мостиком 5 и токопроводящих контактных пластин 6, каждая из которых имеет серебряный 7 и вольфрамовый 10 контакты.

Сильноточное реле типа РКС-3.



1 - сердечник; 2 - катушка; 3 - передняя щека; 4 - якорь;
5 - контактный мостик; 6 - контактная пластина;
7 - серебряный контакт; 8 - винт; 9 - ярмо; 10 - вольфрамовый
контакт; 11 - болт; 12 - задняя щека; 13 - штифт.

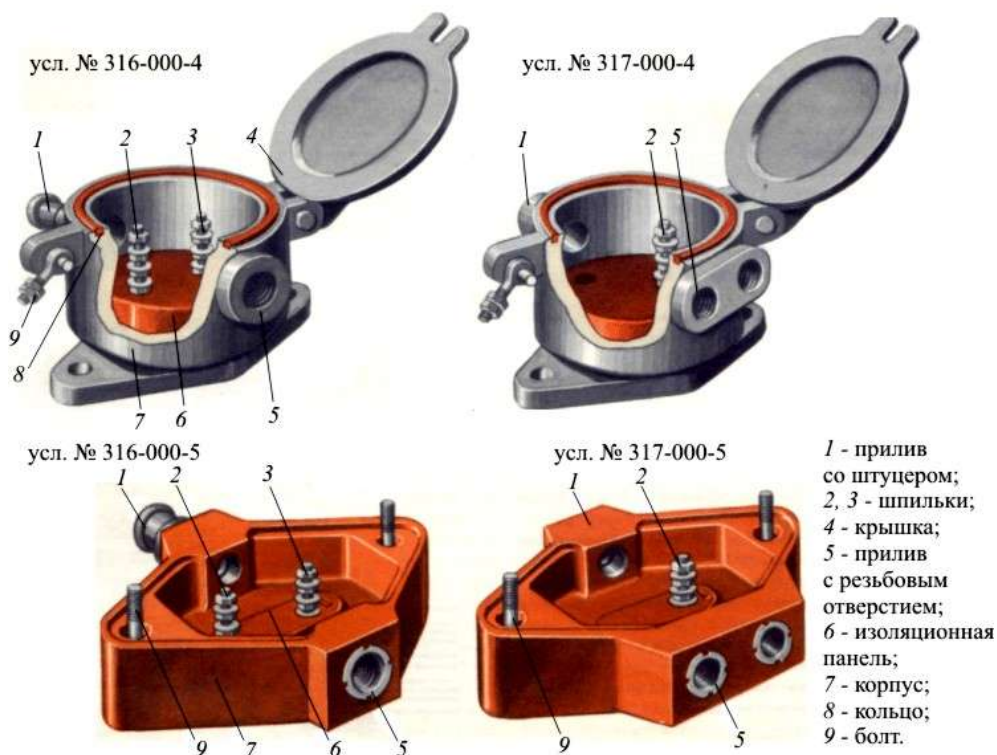
Корпус реле изготовлен из листовой стали толщиной 4 мм, а сердечник длиной 80,5 мм — из круглой стали диаметром 9 мм. Сердечник прикреплен к корпусу болтом 11, катушка укреплена между двумя щеками —задней 12 и передней 3. Штифты 13 служат для подключения выводов обмотки катушки, а винты 8— для рабочих проводов.

При возбуждении реле сначала замыкаются вольфрамовые контакты 10, а затем серебряные 7. При обесточивании реле размыкаются, наоборот, сначала серебряные, а затем вольфрамовые контакты, на которых и происходит искрогашение.

Клеммные коробки.

Клеммные коробки, устанавливаемые на локомотивах и вагонах, бывают двухтрубные и трехтрубные, в чугунном (усл. № 316-000-4 и 317-000-4) или пластмассовом (усл. № 316-000-5 и 317-000-5) корпусе.

Клеммные коробки



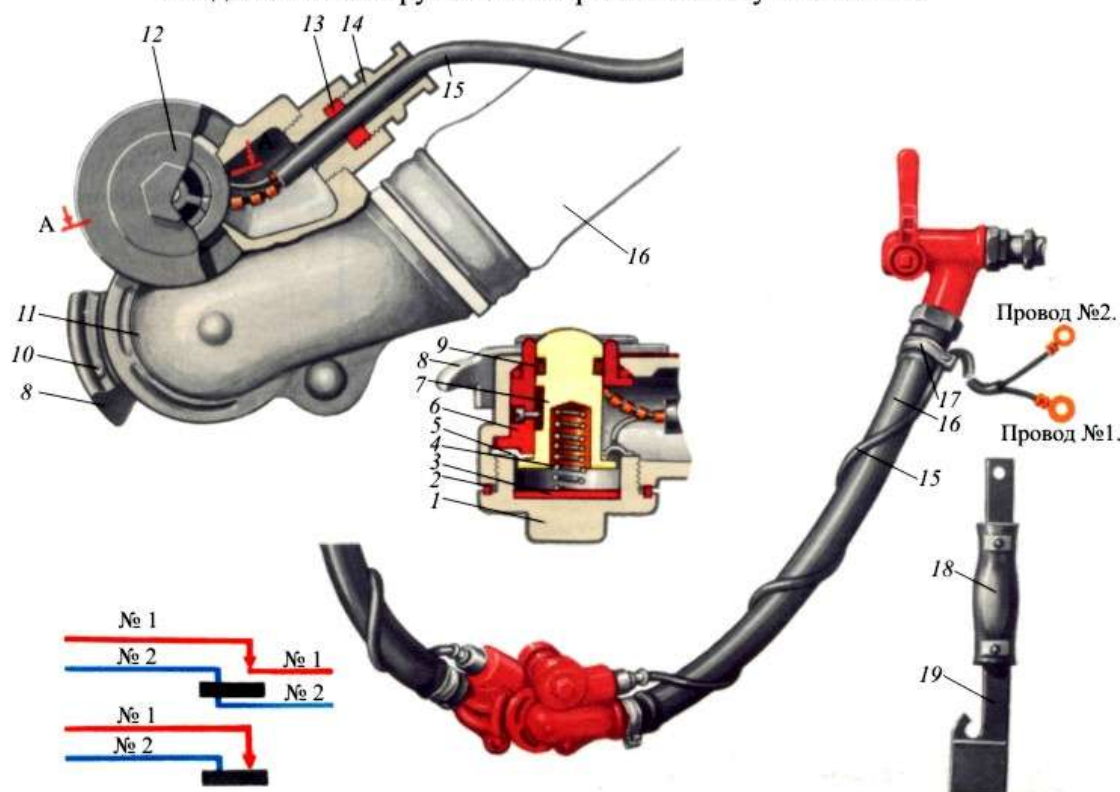
Корпус 7 двухтрубных коробок усл. № 316-000-4 и 316-000-5 имеет прилив 1 со штуцером для ввода кабеля рукава усл. № 369А и прилив 5 с резьбовым отверстием для ввода проводов № 1 и 2 и закрепления кондуктной трубы. Внутри коробки расположена изоляционная панель 6 с двумя шпильками: к шпильке 2 с резьбой М8 подсоединяют провод № 1, а к шпильке 3 с резьбой М6 — провод № 2. Чугунный корпус закрывается откидной крышкой 4, уплотненной кольцом 8 и удерживаемой болтом 9.

Трехтрубные коробки усл. № 317-000-4 и 317-000-5 снабжены двумя приливами 1 и 5 с тремя резьбовыми отверстиями для ввода проводов № 1 и 2 и отвода провода к электровоздухораспределителю усл. № 305-000. Шпилька 3 в этих коробках не устанавливается и провод № 2 проходит через коробку без подсоединения. На шпильке 2 закрепляются провода № 1, идущие с обоих концов вагона, и отвод к электровоздухораспределителю. Чтобы открыть крышку у пластмассовой коробки, надо снять гайку с болта 9.

Соединительный рукав с электроконтактом усл. №369А.

Соединительный рукав усл. №369А имеет чугунную головку, в корпусе 11 которой сделан прилив 12 для размещения подвижного контактного пальца 7 с резиновой манжетой 9 и пружиной 4, а также изоляционной втулки 6. Резьбовое отверстие прилива закрыто крышкой 1 с резиновым кольцом 2 и изоляционной прокладкой 3. Хвостовик корпуса головки закреплен хомутом в резинотканевой трубке 16.

Соединительный рукав с электроконтактом усл. №369А.



1 - крышка; 2 - кольцо; 3 - прокладка; 4 - пружина; 5 - кольцо; 6 - втулка; 7 - палец; 8 - гребень; 9 - манжета; 10 - заклепка; 11 - корпус; 12 - прилив; 13 - резиновое кольцо; 14 - штуцер; 15 - кабель; 16 - резино-тканевая трубка; 17 - хомут; 18 - вставка; 19 - подвеска.

Кабель **15** с двумя проводами **№ 1** и **2** укреплен в головке резиновым кольцом **13** со штуцером **14**, а с противоположной стороны притянут хомутом **17**. **Провод № 1** с наконечником под шпильку М8 присоединяется в клеммной коробке к одноименной шпильке, а внутри головки — к контактному пальцу **7**. **Провод № 2** с наконечником под шпильку М6 припаивают к контактному кольцу **5**, а в клеммной коробке соединяют со шпилькой.

При соединении головок смежных рукавов палец **7** отходит от кольца **5** и **провода № 1** и **2** размыкаются. В то же время **провода № 1** замыкаются через пальцы **7**, а **провода № 2** — непосредственно через корпуса головок и их гребни **8**. Для лучшего контакта в гребень головки запрессована стальная заклепка **10**. В хвостовом вагоне рукав подвешивают на изолированную подвеску **19** с токонепроводящей вставкой **18**.