

## *Лекция №14. Требования к тормозному оборудованию скоростного и высокоскоростного подвижного состава.*

### **1. Общие сведения.**

Пассажирский подвижной состав, оборудованный электропневматическим тормозом с чугунными тормозными колодками, может обращаться по условиям необходимой эффективности торможения со скоростями до 120-140 км/ч. Значительное уменьшение коэффициента трения чугунных колодок и, следовательно, тормозной силы поезда с дальнейшим ростом скорости не позволяет при обычном тормозном оборудовании увеличить скорость движения, хотя по условиям сцепления колес с рельсами при высоких скоростях может быть реализована и большая тормозная сила.

Повышение скоростей движения становится возможным при использовании системы регулирования силы нажатия тормозных колодок в зависимости от скорости (скоростное регулирование). Для этого в зоне высоких скоростей в тормозном цилиндре устанавливается повышенное давление с автоматическим понижением его при снижении скорости ниже определенной величины. Скоростное регулирование силы нажатия тормозных колодок позволяет увеличить скорости движения пассажирских поездов до 140 км/ч, а в отдельных случаях и до 160 км/ч.

Пассажирские поезда с электропневматическим тормозом и композиционными тормозными колодками, имеющими малозависящий от скорости коэффициент трения, обращаются со скоростями до 140—160 км/ч без скоростного регулирования.

Использование противоюзных устройств, предупреждающих заклинивание колесных пар при коэффициенте сцепления ниже допускаемой величины, когда тормозная сила становится больше силы сцепления колес с рельсами, позволяет также увеличить силу нажатия тормозных колодок примерно на 10 %. Противоюзными устройствами механического (инерционного) типа, срабатывающими при превышении замедления частоты вращения колесной пары более определенной величины, в свое время были оборудованы вагоны международного сообщения. На сегодняшний день используются электронные противоюзные устройства.

Дальнейшее повышение скоростей движения пассажирских поездов при колодочных тормозах ограничено силой сцепления колес с рельсами, а также чрезмерным нагревом поверхности катания колеса при торможении, особенно при композиционных колодках.

Следующим шагом в повышении эффективности тормозных средств является применение дисковых тормозов на пассажирском и скоростном подвижном составе. Дисковые тормоза с композиционными тормозными накладками, исключая тепловые нагрузки тормозов, позволяют реализовать скорости движения до 160 км/ч и выше. Однако при этих тормозах наблюдаются частые случаи нарушения сцепления колес с рельсами вследствие загрязненности поверхности катания колес и ухудшения шунтировки рельсовых цепей. Поэтому обязательным условием применения дискового тормоза является наличие противоюзных устройств – на сегодняшний день в основном электронного типа.

Еще одним способом повышения эффективности тормозов является использование магниторельсовых тормозов, действие которых не зависит от условий сцепления колес с рельсами и работающие при экстренном торможении, в сочетании с обычными тормозными системами значительно повышают мощность тормозных средств и позволяют реализовать скорости движения до 200—250 км/ч.

Еще более мощным тормозным средством являются разработанные в последние годы и проходящие испытания в ряде стран линейные (рельсовые) тормоза на вихревых токах, действие которых так же, как и электромагнитных рельсовых тормозов, не зависит от условий сцепления колес с рельсами.

На отечественных электропоездах ЭР200 со скоростями движения до 200 км/ч

применялись электропневматические, дисковые и электромагнитные рельсовые тормоза, электронные противоюзные устройства и мощный реостатный тормоз. При наличии таких тормозных средств тормозной путь поезда при экстренном торможении на уклоне 0,010 при скорости 200 км/ч составляет около 1700 м.

Подводя краткий итог высказанного можно выделить следующие пути обеспечения эффективности тормозов при скоростном и высокоскоростном движении:

- регулирование силы прижатия тормозных колодок в зависимости от скорости движения (скоростное регулирование);
- использование дисковых тормозов;
- применение противоюзных устройств;
- использование магниторельсового тормоза.

## **2. Общие сведения о дисковых тормозах подвижного состава.**

Основными преимуществами использования дисковых тормозов подвижного состава является отсутствие нагревания поверхности катания колеса при торможении и возможность получения коэффициента трения мало зависящего от скорости движения поезда, так как в данном случае имеется возможность подбирать пары трения, а не только материал колодки как при колодочном торможении.

По своему конструктивному исполнению дисковые тормоза делятся на две большие группы:

- с отдельными тормозными дисками на оси колесной пары (рисунок 1);
- с тормозными колесными дисками (рисунок 2).

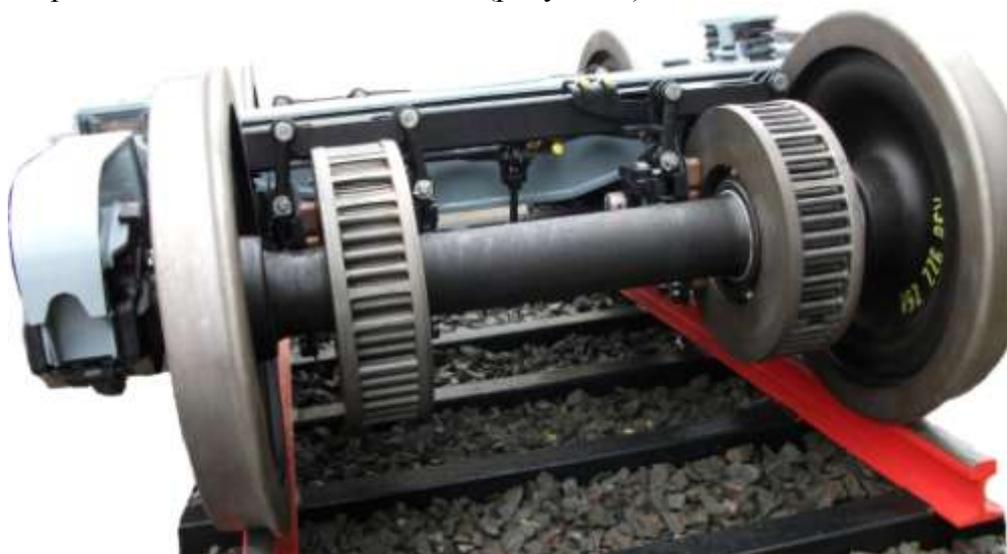


Рисунок 1. Пример расположения тормозного диска на оси колесной пары.

На нетяговых единицах подвижного состава (пассажирские вагоны, немоторные вагоны электропоездов, дизельпоездов) используется тормозной диск, размещаемый на оси колесной пары. Как правило, на одной оси колесной пары используется от 2-3 тормозных диска.

На тяговом подвижном составе (локомотивы и моторные единицы электропоездов и дизельпоездов) используются тормозные колесные диски (рисунок 2). Это связано с тем, что с учетом наличия тяговой передачи для размещения тормозных дисков просто не остается места.



Рисунок 2. Пример расположения дискового тормоза на колесном диске.

Как правило, выбор той или иной конструкции дискового тормоза определяется типом подвижного состава.

Одним из наиболее ярких тому подтверждений является ВСП «Сапсан» у моторных вагонов которого используются тормозные колесные диски, а у немоторных вагонов на каждой оси колесной пары располагается по три тормозных диска. Особенности тормозного оборудования ВСП «Сапсан» будет описано ниже.

Значительное влияние на эффективность торможения оказывает тип применяемых материалов в паре трения. Согласно информации компании Кнорр-Бремзе возможные зоны применения материалов приведены на рисунке 3. Варианты исполнения тормозных дисков и накладок приведены на рисунке 4.



Рисунок 3. Материалы тормозных дисков для различных видов подвижного состава.

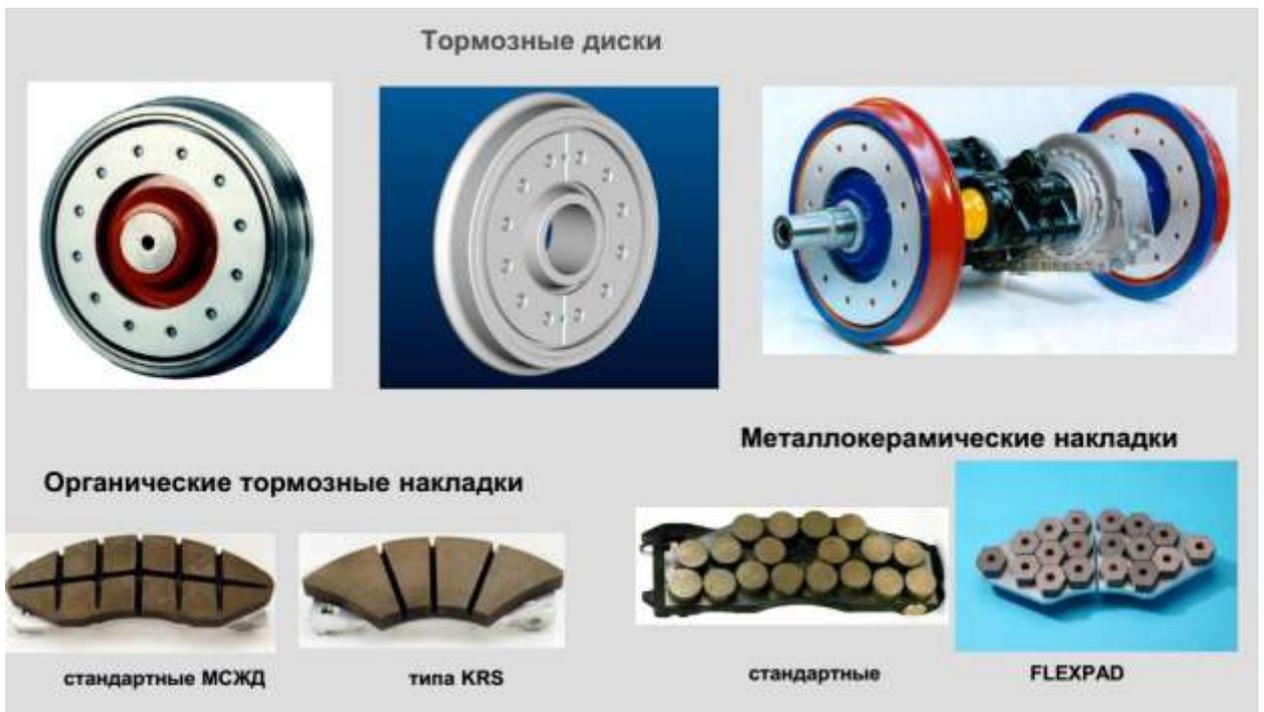


Рисунок 4. Тормозные диски и накладки компании Кнорр-Бремзе.

### 3. Приборы скоростного регулирования типа ДАКО.

Устройство. Система автоматического регулирования нажатия тормозных колодок в зависимости от скорости движения на электровозах ЧС (рисунок 5) состоит из осевого регулятора (датчика) 19, реле давления 5 ДАКО-LR и дополнительного режимного клапана 20 ДАКО-D.

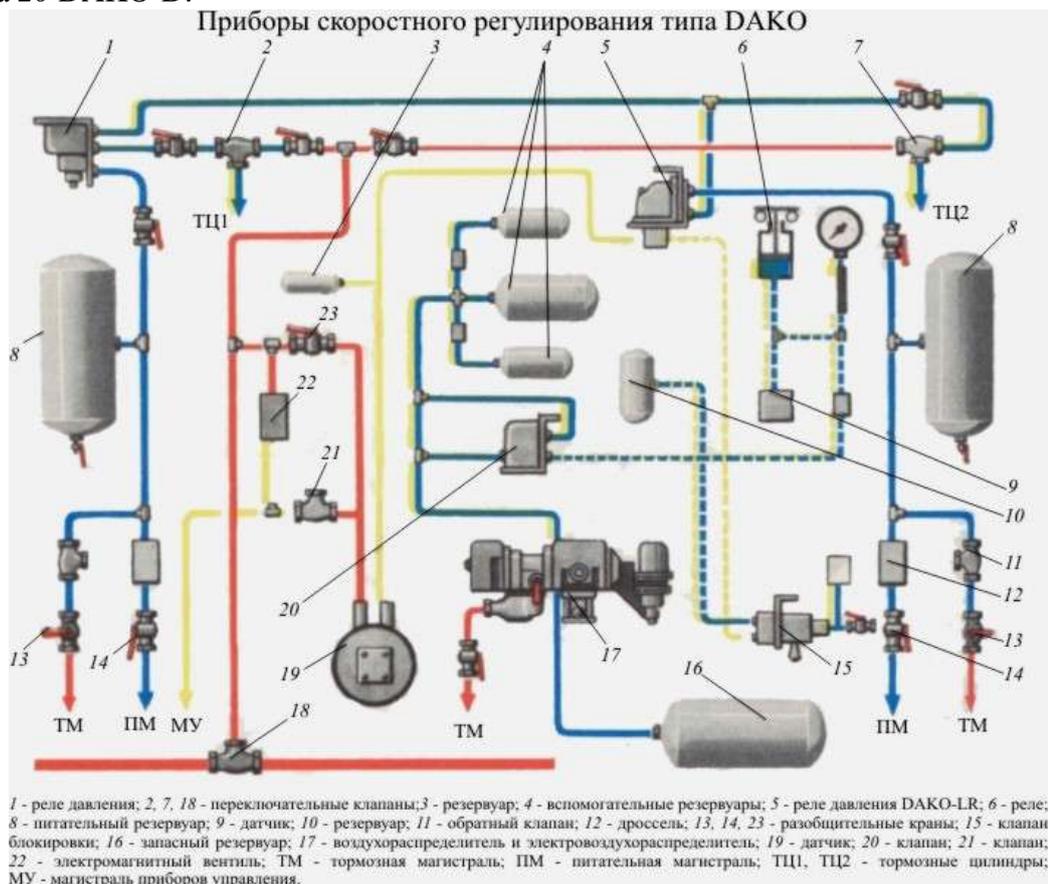


Рисунок 5. Схема тормозного оборудования электровозов ЧС.

Питательные резервуары 8 объемом 120—150 л через дроссели 12 с отверстием диаметром 3 мм сообщаются с питательной магистралью ПМ, а через обратные клапаны 11 и разобщительные краны 13 — с тормозной магистралью ТЦ. При следовании электровоза в нерабочем состоянии краны 13 открыты, краны 14 закрыты.

Датчик 19 с резервуаром 3 через разобщительный кран 23 и переключательный клапан 18 сообщается с кранами усл. № 254, а через клапан 21 и электромагнитный вентиль 22 — с магистралью приборов управления МУ.

Электровоздухораспределитель 17 усл. № 305-000 с воздухораспределителем усл. № 292-001 и запасным резервуаром 16 подключен к клапану 20 и вспомогательным резервуарам 4. Тормозные цилиндры ТЦ, (первой тележки) подключены к реле давления 1, ТЦ2 второй тележки — к реле давления 5 через переключательные клапаны 2 и 7.

На электровозах ЧС2Т и ЧС4Т между клапаном 20 и реле давления 5 смонтирован клапан 15 блокировки реостатного тормоза с резервуаром 10, а на буксе третьей колесной пары — датчик 9 для отключения реостатного тормоза и замещения его пневматическим. При экстренном торможении со скорости ниже 40 км/ч и при повреждении реостатного тормоза в процессе торможения вентиль клапана 15 прекращает доступ воздуха в реле 5 и воздух из клапана 20 поступает в датчик 9 и реле 6.

При отказе реостатного тормоза катушка вентиля клапана 15 обесточивается, воздух поступает в реле 5 и происходит пневматическое торможение.

Осовой регулятор (рисунок 6). Осовой регулятор смонтирован в корпусе 1 на буксе.

#### Осовой регулятор ДАКО центробежного типа

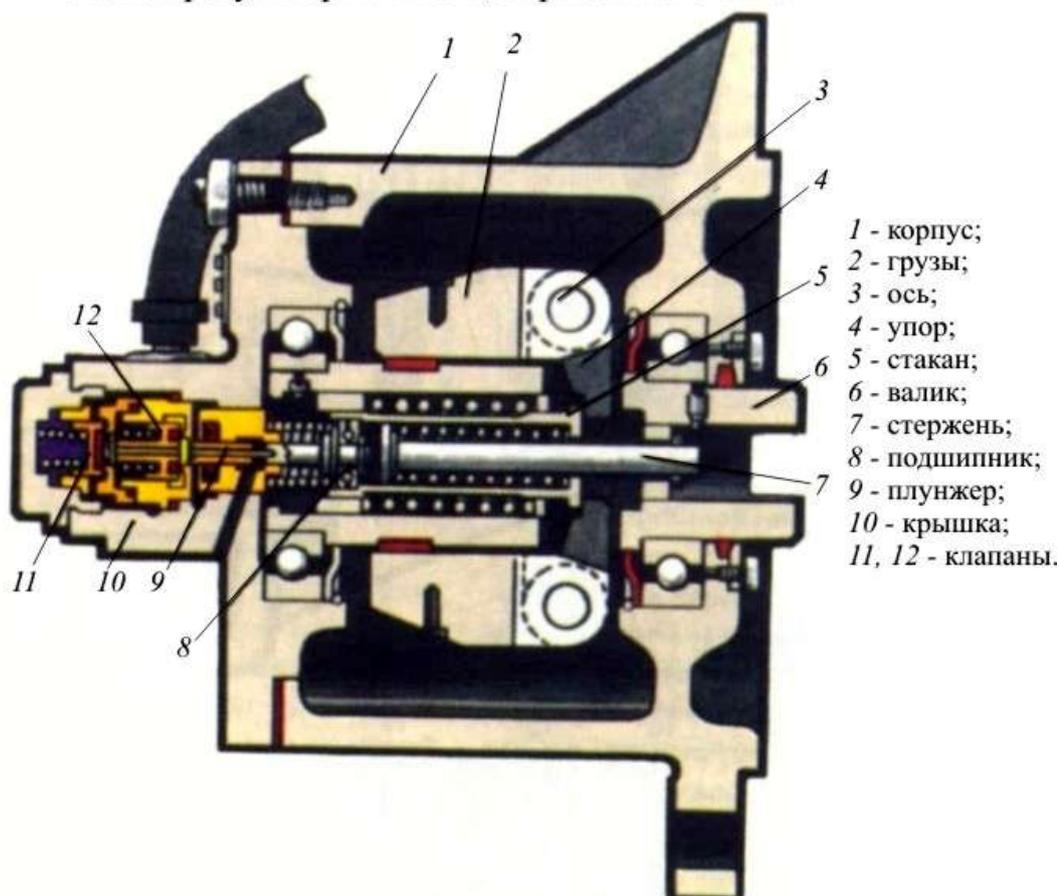


Рисунок 6. Осовой регулятор ДАКО центробежного типа.

На шариковых подшипниках вращаются пустотелый валик 6, грузы 2 с упорами 4, закрепленными на осях 3, и стакан 5 с пружинами и стержнем 7. Валик 6 приводится во вращение пальцем, который запрессован в торец оси колесной пары и входит в прорезь валика. В крышке 10 расположены подпружиненные клапаны 11 и 12, плунжер 9 с пружиной и подшипником 8 на хвостовике.

Реле давления ДАКО - LR (рисунок 7). Реле давления имеет три диафрагмы. Две из них 4 и 5 жестко закреплены на полой стержне 6, а третья 7 может перемещаться относительно стержня 6 до упора в выступ его нижней части. Клапан 2 пружиной 1 прижат к седлу 3, запрессованному в корпус.

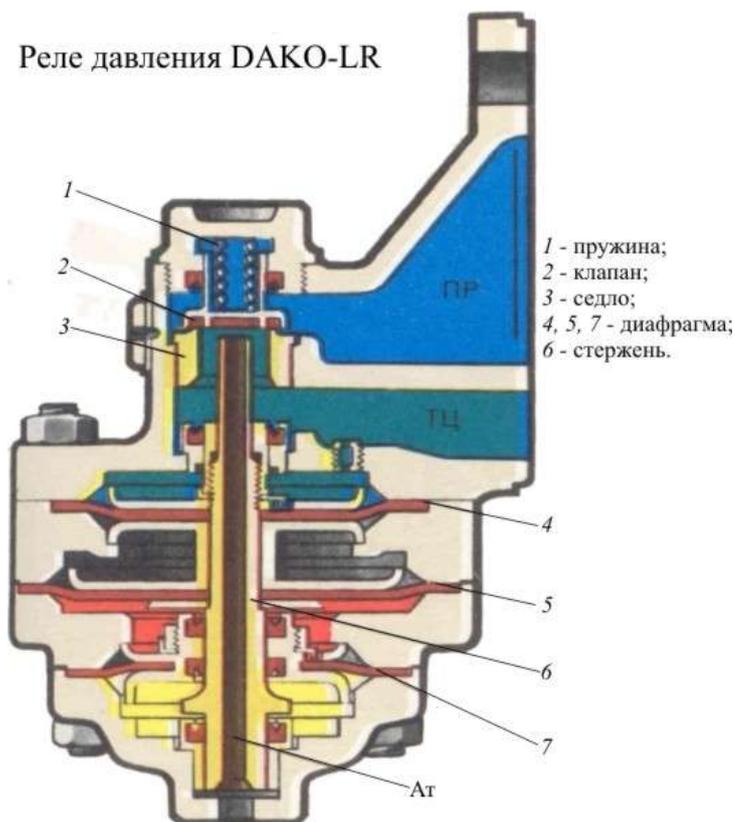


Рисунок 7. Реле давления ДАКО-LR.

Осевой канал Ат в стержне 6 и полость между диафрагмами 4 и 5 сообщаются с атмосферой. Полость над диафрагмой 7 сообщается с воздухораспределителем, а под диафрагмой — с осевым регулятором. Полость над клапаном 2 сообщена каналом ПР с питательным резервуаром, а под клапаном — каналом ТЦ с цилиндрами.

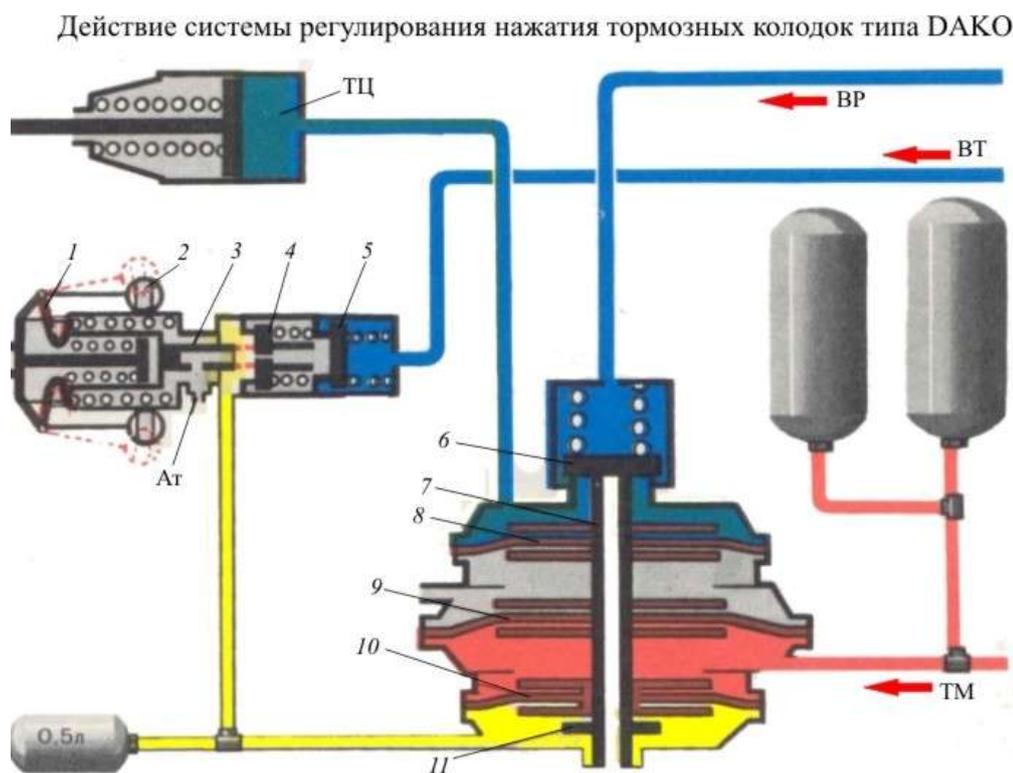
Режимный клапан ДАКО - D служит для ограничения давления сжатого воздуха, поступающего от электровоздухораспределителя. На электровозах ЧС рукоятка режимного клапана зафиксирована на давление 3,8—3,9 кгс/см<sup>2</sup>.

Действие при скоростном регулировании (рисунок 8). При скорости движения до 50—60 км/ч грузы 2 и упоры 1 осевого регулятора занимают положение, изображенное на схеме. При этом полость под диафрагмой 10 через пустотелый клапан 3 сообщается с атмосферой каналом Ат. С повышением скорости до 80 км/ч грузы 2 осевого регулятора расходятся (показано штриховыми линиями) и упорами 1 перемещают шток 3, перекрывая отверстие Ат и открывая клапан 4.

В процессе торможения воздух из запасного резервуара поступает через воздухораспределитель по каналу ВР в полость между диафрагмами 9 и 10 и прижимает диафрагму 10 к упору 11 на стержне 7. Максимальное давление в канале ВР и тормозном цилиндре ТЦ, устанавливаемое режимным клапаном (на схеме не показан), составляет 3,8—3,9 кгс/см<sup>2</sup>.

При скорости движения 80 км/ч и выше расходящиеся грузы 2 перемещают шток 3 дальше вправо. Клапан 5 открывается, сообщая канал вспомогательного тормоза ВТ с полостью под диафрагмой 10. За счет разности площадей диафрагм 8 и 9 воздух из питательных резервуаров ПР через открытый клапан 6 поступает в тормозные цилиндры ТЦ, где устанавливается максимальное давление 6,5 кгс/см<sup>2</sup>.

Сжатый воздух поступает в канал ВТ при включенном осевом регуляторе и при торможении локомотива краном усл. №254, а на электровозах ЧС2Т и ЧС4Т также при отказе реостатного тормоза и при экстренном торможении.



1 - упор; 2 - груз; 3 - пустотельный клапан; 4, 5, 6 - клапаны; 7 - стержень; 8, 9, 10 - диафрагмы; 11 - упор; ТМ - тормозная магистраль; ТЦ - тормозной цилиндр; ВР - канал от воздухораспределителя; ВТ - канал вспомогательного тормоза.

Рисунок 8. Действие системы регулирования нажатия тормозных колодок типа ДАКО.

#### 4. Регулирование давления в тормозном цилиндре в зависимости от скорости движения (на примере тепловоза ТЭП70).

Процесс регулирования давления в тормозном цилиндре от скорости движения рассмотрим на примере пневматической схемы тепловоза ТЭП70.

Пассажирский тепловоз ТЭП70 оборудован пневматическим автоматическим, электропневматическим, прямо действующим (неавтоматическим), ручным и электрическим (реостатным) тормозом. Для получения максимального тормозного эффекта на тепловозе предусмотрено двухступенчатое нажатие тормозных колодок:

1-я ступень - при служебном торможении поездным краном машиниста или краном вспомогательного локомотивного тормоза с давлением в тормозных цилиндрах  $3,8 - 4,0 \text{ кгс/см}^2$ ;

2-я ступень - при экстренном торможении со скорости более  $60 \text{ км/ч}$  (при выключенном реостатном тормозе) и падении давления в тормозной магистрали ниже  $4,0 \text{ кгс/см}^2$  с давлением в тормозных цилиндрах  $6,0 \text{ кгс/см}^2$ .

При падении давления в ТМ ниже  $4,0 \text{ кгс/см}^2$  при экстренном торможении и скорости движения более  $60 \text{ км/ч}$  замыкаются контакты РДТ4, которые совместно с контактами скоростемера ( $60 \text{ км/ч}$ ) подают питание на катушку электропневматического клапана ВТЗ. Последний через переключательные клапаны № 3ПК2, № 3ПК3, электроблокировочный клапан БТ1 и переключательный клапан № 3ПК1 начинает пропускать сжатый воздух из ПР1 под давлением  $6,0 \text{ кгс/см}^2$  в управляющие камеры повторителей РД1, РД2, которые обеспечивают в ТЦ обеих тележек соответствующее давление. При этом переключательный клапан № 3ПК3 перекрывает проход воздуха в

управляющие камеры повторителей от ВР, который обеспечивает максимальное давление в своем трубопроводе 3,8 – 4,0 кгс/см<sup>2</sup>.

Пневматическая схема тепловоза ТЭП70

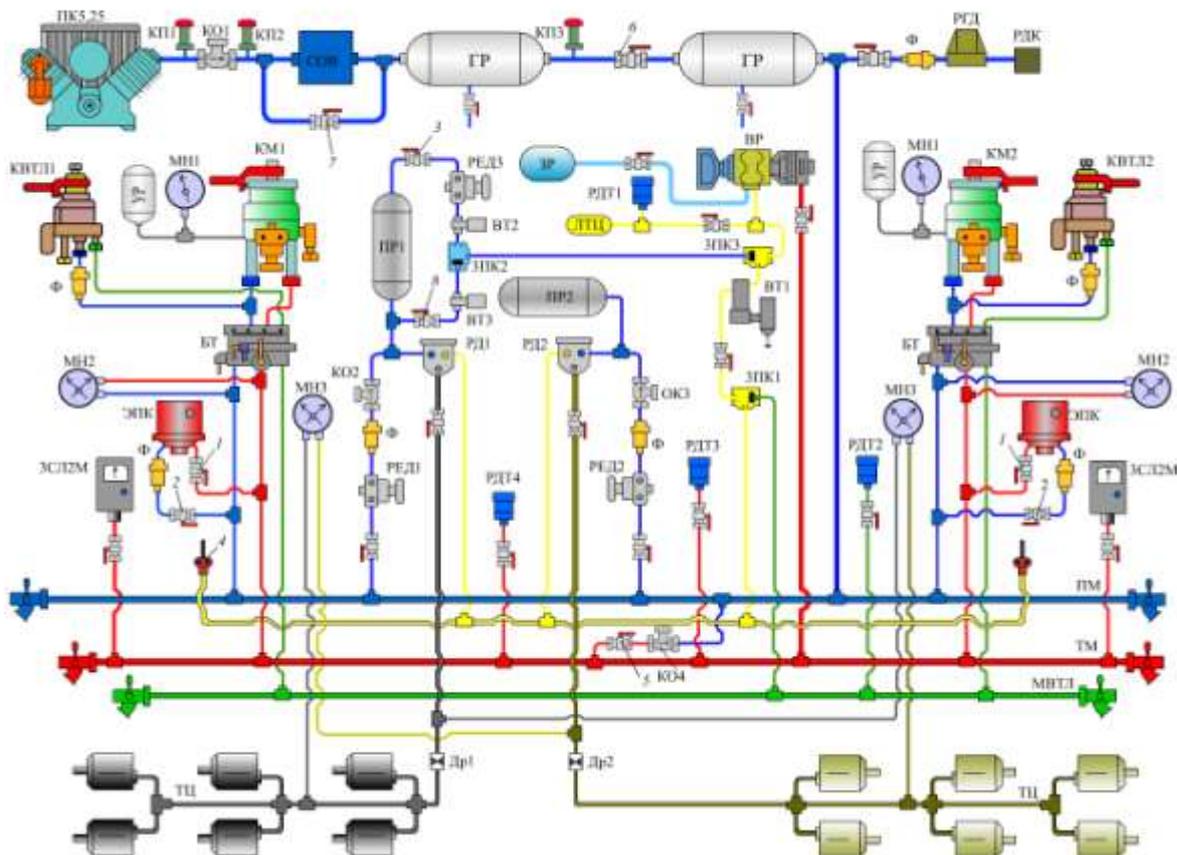


Рисунок 9. Схема пневматического тормозного оборудования тепловоза ТЭП70.

При снижении скорости движения менее 60 км/ч контакты скоростемера разрывают цепь питания катушки электропневматического клапана **ВТ3**, который через свою клапанную систему сообщает с атмосферой управляющие камеры **РД1**, **РД2**. Давление в **ТЦ** при этом начинает понижаться. При падении давления в **ТЦ** менее 4,0 кгс/см<sup>2</sup> клапан № **ЗПК3** под действием сжатого воздуха со стороны **ВР** переключается и тем самым прекращает выпуск воздуха в атмосферу из управляющих камер повторителей. Таким образом, обеспечивается автоматический переход на первую ступень нажатия тормозных колодок, то есть обеспечивается режим торможения с давлением в **ТЦ** 3.8 - 4.0 кгс/см<sup>2</sup>.

При включенном реостатном тормозе его схема может быть собрана как действием поездного крана машиниста, так и контрольным машиниста (или специальным тормозным контроллером, установленным на пульте управления).

При служебном торможении **КМ** и скорости движения более 15 - 20 км/ч при появлении давления 0,3 – 0,4 кгс/см<sup>2</sup> в магистрали **ВР** замыкаются контакты датчика-реле давления (**РДТ1**) типа **ДЕМ102**, который собирает схему реостатного тормоза и обеспечивает подачу питания на катушку электроблокировочного клапана **ВТ1**. Последний перекрывает проход воздуха из **ЗР** в управляющие камеры **РД1**, **РД2**, одновременно сообщая их с атмосферой через свою клапанную систему. Таким образом, при включенном электрическом тормозе пневматический тормоз автоматически отключается.

При снижении скорости движения менее 15 - 20 км/ч или при срабатывании защиты схема электрического тормоза автоматически разбирается. При этом катушка **ВТ1** обесточивается, его клапанная система разобщает управляющие камеры повторителей от атмосферы, одновременно сообщая их с **ЗР** через **ВР** или **ЭВР**. Следовательно, происходит

автоматический переход на пневматическое торможение, а давление в **ТЦ** устанавливается в соответствии с заданной **КМ** ступенью.

При экстренном торможении **КМ** и падении давления в **ТМ** ниже **3,0 кгс/см<sup>2</sup>** замыкаются контакты датчика-реле давления **РДТЗ**, который собирает схему реостатного тормоза и обеспечивает подачу питания на катушку электроблокировочного клапана **ВТ1**, который, в свою очередь, блокирует действие пневматического тормоза. Действие реостатного тормоза обеспечивает предельные тормозные характеристики с ограничением максимальной тормозной силы. Если при этом тормозной ток упал ниже 150 А или сработала защита электрического тормоза, то катушка **ВТ1** обесточится и произойдет переход на пневматическое торможение от **ВР**. Если защита электрического тормоза сработает при скорости движения более 60 км/ч, то дополнительно получит питание катушка **ВТЗ**, что приведет к переходу на пневматическое торможение с давлением в **ТЦ** **6,0 кгс/см<sup>2</sup>**.

Электрический тормоз может также включаться контроллером машиниста (или специальным тормозным контроллером) с дополнительным регулированием тормозной силы с помощью 12-ти позиционного переключателя тормозной силы. В этом случае при снижении скорости движения менее 15 - 20 км/ч или при срабатывании защиты электрический тормоз отключается. При этом получает питание электропневматический клапан **ВТ2**, который через переключательные клапаны № **ЗПК2**, № **ЗПК3**, электроблокировочный клапан **ВТ1** и переключательный клапан № **ЗПК1** начинает пропускать сжатый воздух из **ПР1** под давлением **2,0 кгс/см<sup>2</sup>** в управляющие камеры повторителей **РД1**, **РД2**. Последние обеспечивают в **ТЦ** обеих тележек соответствующее давление, то есть происходит процесс автоматического замещения реостатного тормоза пневматическим. При установке рукоятки тормозного контроллера в 0-е положение обесточивается катушка **ВТ2**, который через свою клапанную систему сообщает управляющие камеры **РД1**, **РД2** с атмосферой. Реле давления, в свою очередь, опорожняют в атмосферу **ТЦ** обеих тележек.

## **5. Тормозное оборудование пассажирского вагона с противоюзным устройством механического типа.**

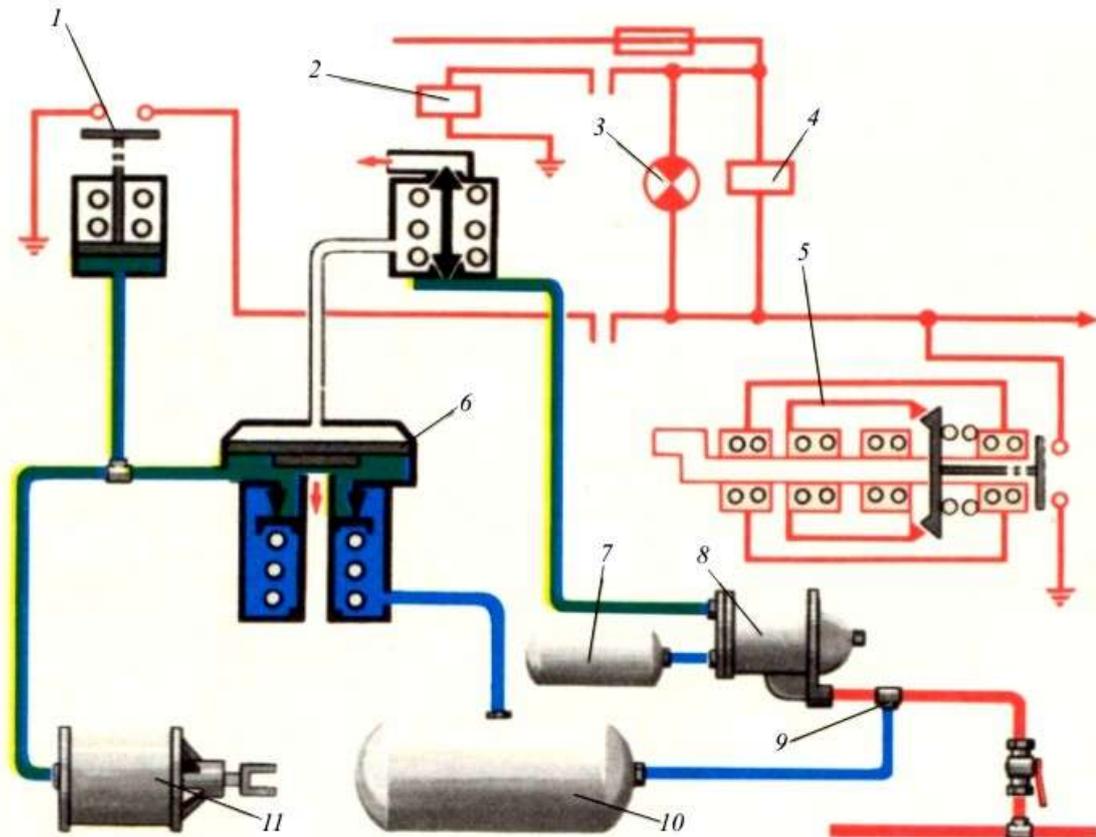
При оборудовании подвижного состава противоюзными устройствами (рисунок 10) дополнительно к электровоздухораспределителю **б**, запасному резервуару **7** и тормозному цилиндру **11** устанавливают: **1** — электропневматический контакт; **2** — электропневматический вентиль; **3** — сигнальную лампу; **4** — электрическое реле; **5** — осевой датчик; **6** — пневматическое реле; **9** — обратный клапан; **10** — питательный резервуар.

В момент перехода колеса на юз кратковременно замыкается контакт осевого датчика **5**. При этом ток проходит через реле **4** и контакты датчика на минусовый полюс батареи. Реле срабатывает и замыкает оба своих контакта. Через один контакт происходит питание катушки самого реле, через второй контакт получает питание электропневматический вентиль **2**, при срабатывании которого происходит выпуск воздуха из тормозного цилиндра.

Как только давление в цилиндре станет менее **0,5 кгс/см<sup>2</sup>**, контакт **1** размыкается, якорь реле **4** отпадает, катушка электромагнитного вентиля обесточивается и через пневматическое реле **6** снова происходит наполнение тормозного цилиндра из питательного резервуара **10**. Сигнальная лампа **3**, подключенная параллельно реле **4**, загорается при срабатывании противоюзного устройства.

При наличии в вагоне двух тормозных цилиндров, действующих отдельно на каждую тележку, устанавливают два выпускных клапана – тогда заклинивание какой-либо колесной пары вызывает растормаживание лишь одной тележки. Наиболее целесообразно устанавливать для каждой колесной пары отдельный тормозной цилиндр.

Схема тормозного оборудования пассажирского вагона с противоюзным устройством



1 - электропневматический контакт; 2 - электропневматический вентиль; 3 - сигнальная лампа; 4 - электрическое реле; 5 - осевой датчик; 6 - пневматическое реле; 7 - запасный резервуар; 8 - электровоздухораспределитель; 9 - обратный клапан; 10 - питательный резервуар; 10 - тормозной цилиндр.

Рисунок 10. Схема включения противоюзного устройства механического типа.

Осевой датчик механического типа усл. №390-000-4 (рисунок 11). Осевой датчик срабатывает в момент, когда замедление вращения колесной пары во время торможения достигает  $3 \text{ м/с}^2$ . При этом он передает электрический импульс реле давления или сбрасывающему клапану противоюзного устройства. Датчик крепится на буксе колесной пары и представляет собой механическое реле.

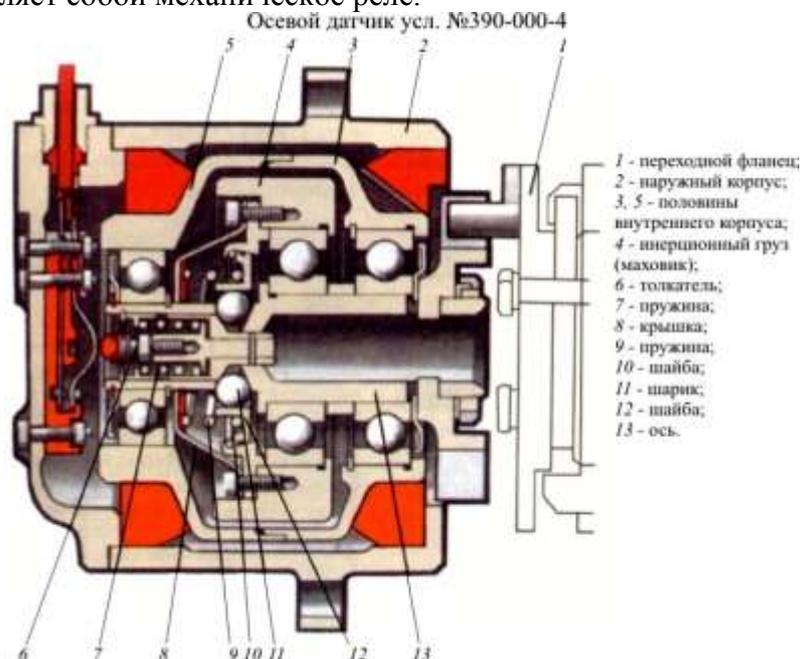


Рисунок 11. Осевой датчик механического типа.

Инерционный груз (маховик) 4 через шариковый подшипник опирается на ось 13. К маховику прикреплены шайба 10 и крышка 8. Во внутреннюю конусную расточку шайбы 10 вставлена шайба 12 с пружинным кольцом. Обе эти шайбы образуют фрикционную пару, находящуюся под действием усилия пружины 9. Внутренняя рабочая поверхность шайбы 12 имеет вид трехлепестковой звездочки, лучи которой расположены под углом 120 град. В состоянии покоя и при синхронном вращении оси датчика и маховика в вершинах лучей звездочки размещаются три шарика 11, опирающихся на конусную поверхность толкателя 6. Усилие пружины 9 отрегулировано соответственно величине замедления вращения  $3 \text{ м/с}^2$ , при которой маховик через механизм преобразования вызывает замыкание контактов датчика.

Внутренний корпус датчика состоит из двух половин 3 и 5. Наружный корпус 2 имеет два фланца: к одному из них крепятся детали электрической части, вторым датчик закрепляется на корпусе буксы колесной пары через переходной фланец 1.

Датчик действует следующим образом. Оси колесной пары и датчика вращаются синхронно, пока замедление при торможении не превышает  $3 \text{ м/с}^2$ . После этого происходит смещение маховика относительно оси датчика. Вместе с ним смещаются обе шайбы 10 и 12, передвигая шарики 11, которые в свою очередь перемещают толкатель 6 в сторону контактной группы электрической части датчика.

Замыкание контактов датчика вызывает срабатывание пневматического реле или сбрасывающего клапана противогазного устройства.

После прекращения юза маховик начинает вращаться синхронно с осью, толкатель под действием пружины 7 возвращается в исходное положение и контакты датчика размыкаются.

**Сбрасывающий клапан усл. № 391-000** (рисунок 12). Сбрасывающий клапан в системе тормозного оборудования с противоюзным устройством автоматически отключает тормозной цилиндр от воздухораспределителя и быстро опоражнивает его, если во время торможения начинается заклинивание колес. В отпущенном состоянии тормоза поршень 3 под действием пружины опускается и перекрывает атмосферный канал клапана 5. Якорь 2 закрывает канал между надпоршневой полостью А и полостью под вентилем. Полости под поршнем 3 и над ним сообщаются между собой каналом 4.

При торможении воздух поступает в полость ВР от воздухораспределителя и далее в полость ТЦ тормозного цилиндра. Из этой полости воздух проходит в полости Б и А.

Если возникает опасность заклинивания колесной пары, осевой датчик замыкает цепь катушки 1 вентиля.

Якорь 2 притягивается к сердечнику и открывает путь воздуху из надпоршневой камеры в атмосферу.

Тогда поршень 3 под давлением воздуха из полости Б поднимается и происходит резкий выброс воздуха в атмосферу из тормозного цилиндра через канал Ат, в результате чего колесная пара растормаживается. Поскольку давление в полости Б снижается, под действием пружины поршень опускается и закрывает атмосферный канал клапана 5. Одновременно восстанавливается сообщение полостей А и Б через канал 4. Дальнейшее перемещение поршня вниз приводит к открытию канала между полостями ВР и ТЦ, в результате чего процесс торможения восстанавливается.

## Сбрасывающий клапан усл. №391-000

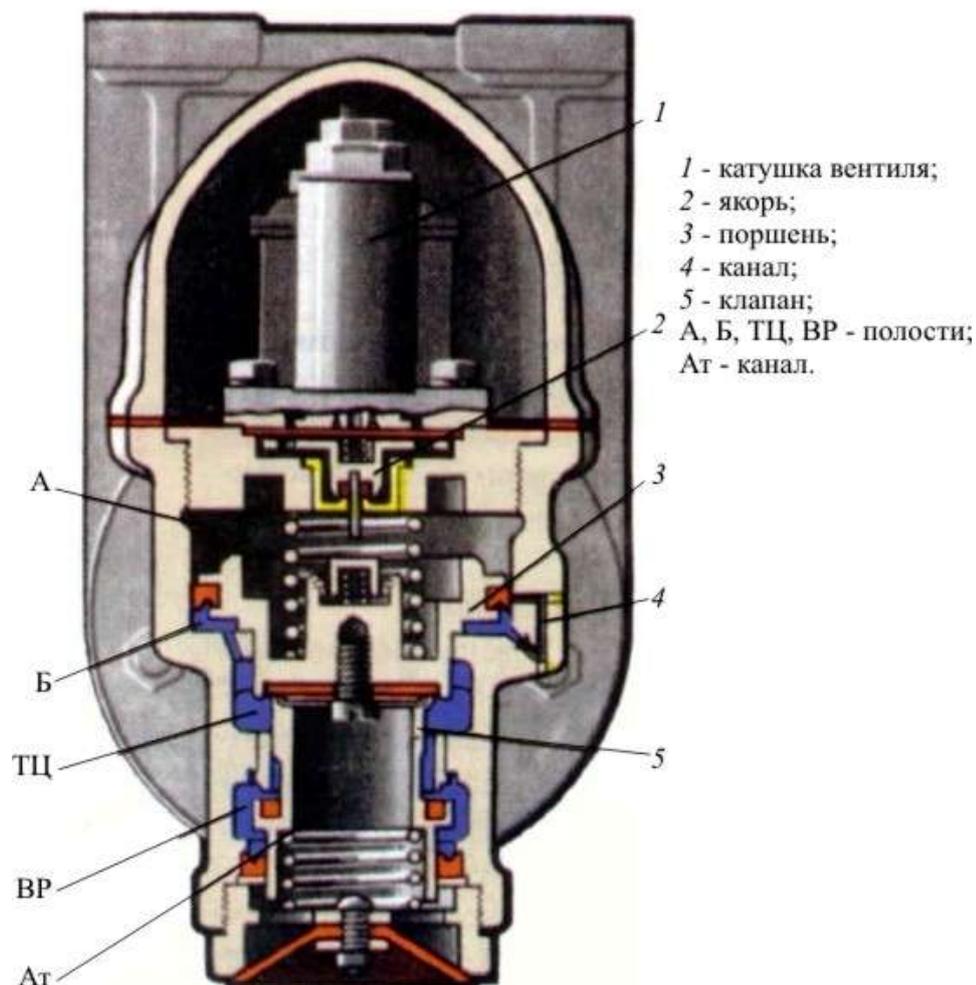


Рисунок 12. Сбрасывающий клапан усл. №391-000.

### 6. Тормозное оборудование ВСП «Сапсан».

#### Фрикционная тормозная система

Фрикционная тормозная система высокоскоростного электропоезда «Сапсан» представляет собой электропневматическую тормозную систему на базе непрямого тормоза, которая специально разработана для высокоскоростных поездов.

- Систему можно разделить на три основных участка:
- Снабжение сжатым воздухом;
- Электропневматическая система управления торможением с противоюзным устройством;
- Тормозная механика (клещевые механизмы, диски и т.п.).

Для обеспечения подачи сжатого воздуха каждый поезд оборудован двумя установками снабжения сжатым воздухом, смонтированными в виде полных модулей под полом вагонов.

Система управления тормозами выполнена электропневматической и состоит из пневматических компонентов и тормозной электроники, управляемой специальным ПО. Оба элемента смонтированы в специальном контейнере тормозного оборудования, который расположен под полом каждого вагона.

Элементом для передачи управляющего пневматического сигнала является тормозная магистраль ТМ. В сочетании с воздухораспределителями типа КЕ пневматический тормоз реагирует автоматически (непрямого действия), т.е. падение

давления в магистрали управления приводит к повышению давления в тормозном цилиндре.

Под воздействием созданного давления в тормозных цилиндрах каждого клещевого механизма создаётся заданное тормозное усилие. Каждый клещевой механизм воздействует на отдельный тормозной диск. На моторных колесных парах установлены два колесных тормозных диска, а на немоторных колесных парах – три осевых тормозных диска. Для достижения оптимальных характеристик сцепления колеса с рельсом все торможения производятся под контролем противоюзной системы.

#### **Электродинамическая тормозная система**

Электродинамический тормоз (ЭД тормоз) - это тормоз, который может служить или использоваться в качестве полезного (рекуперативного) тормоза или может через реостатный тормоз преобразовываться в тепло и передаваться в окружающую среду.

Рекуперативный тормоз является неизнашиваемым и обладает способностью возвращать в контактную сеть генерируемую в процессе торможения электрическую энергию. Поэтому в иерархии систем служебного и экстренного торможения он занимает первое место. Однако рекуперативная функция ограничивается не всегда присутствующей способностью контактной сети к приёму электрической энергии. По этой причине установлен реостатный тормоз. Смешанное использование двух режимов торможения с технической точки зрения является возможным и будет обычным режимом при нормальной эксплуатации.

#### **Система стояночного тормоза**

Тормозная система электропоезда оборудована стояночными тормозами с пружинным аккумулятором, которые обеспечивают неподвижное состояние электропоезда даже в случае отсутствия давления в пневматических магистралях. Данный тормоз срабатывает автоматически при падении давления в запасном резервуаре. Блоки стояночного пружинного тормоза воздействуют на те же блоки суппортов дискового тормозного механизма и те же тормозные накладки, что и активный пневматический тормоз.

#### **Виды торможений**

##### **Система управления торможением**

Задача управления торможением состоит в том, чтобы управлять и контролировать все имеющиеся для замедления электропоезда тормозные системы. Высокоскоростной электропоезд «Сапсан» имеет следующие режимы торможения:

- Режим служебного торможения;
- Режим экстренного торможения;
- Режим стояночного тормоза.

В штатном рабочем состоянии программное обеспечение приборов управления по таким входным параметрам, как запрос на торможение, скорость, наличие и готовность тормозных систем, определяет необходимые тормозные усилия для служебного торможения. Запросы на торможение передаются машинистом через электронный тормозной контроллер FS41-2 или автоматически принудительный тормоз включается от системы управления электропоездом. Система управления торможением распределяет силы торможения по имеющимся тормозным системам, при этом в штатном режиме в первую очередь задействуется электродинамический тормоз. При недостаточной тормозной мощности электродинамического тормоза система управления торможением дополнительно задействует пневматический фрикционный тормоз. Требуемое давление в тормозном цилиндре для компенсации пока еще отсутствующего общего тормозного усилия рассчитывается динамически программным обеспечением прибора управления тормозами. В состоянии отсутствия запроса на торможение, то есть когда тормозной контроллер находится в нулевом положении и оборудование управления не подаёт запросы на торможение, давление в тормозной магистрали поддерживается на уровне 5 атм.

### **Режимы служебного торможения**

При служебном торможении управление и запрос на торможение как с помощью электрического (рекуперативного или реостатного), так и пневматического тормоза осуществляется через тормозной контроллер FS41-2. С помощью кнопки, установленной в контроллере, машинист может постоянно согласовывать распределение тормозных усилий для различных программ торможения:

- Нормальный режим;
- Пропорциональный режим;
- Режим приближения к тупиковому упору;
- Режим чистки.

Цель нормального режима состоит в том, чтобы достичь малого износа тормозных дисков и накладок и следить за высокими значениями рекуперации энергии. Поэтому в «нормальном режиме» происходит активация преимущественно генераторного тормоза.

Цель пропорционального режима состоит в том, чтобы как можно более равномерно распределить тормозное усилие по всем осям. Этот режим работы предусмотрен для низких значений коэффициента сцепления.

В пропорциональном режиме уже при низком запросе на торможение происходит одновременная активация генераторного и пневматического тормозов во всем поезде пропорционально выбранной ступени торможения.

«Режим приближения к тупиковому упору» служит для остановки поезда только с помощью пневматического тормоза. Этот режим отключается после того, как подвижной состав будет находиться в неподвижном состоянии не менее 10 секунд или его скорость превысит 50 км/ч.

«Режим чистки» служит для кратковременного торможения всех осей с помощью пневматического тормоза для чистки тормозных дисков. В данном режиме работы запрашивается только пневматический тормоз, дополнительно к бегунковым осям осуществляется пневматическое торможение ведущих осей.

### **Режим экстренного торможения**

Экстренный режим торможения предполагает максимально возможное замедление поезда. При данном режиме запрос на торможение подается как на генераторный, так и на пневматический тормоз. Экстренное торможение можно включить путём перемещения тормозного контроллера в «положение SB» (обычное управление), либо путём нажатия грибовидной кнопки «клапана экстренного торможения SBV2», расположенной справа от места машиниста моторного вагона. В обоих случаях из тормозной магистрали будет выпущен воздух. Одновременно в обоих случаях через размыкающий контакт разомкнётся петля безопасности экстренного торможения. Это приведёт на аппаратном уровне к срабатыванию клапанов экстренного торможения во всех головных вагонах состава, а также к активации генераторного тормоза. Одновременно через анализ углового положения контроллера или через замыкающий контакт (грибовидная кнопка) передаются максимальные заданные значения тормозного усилия через устройства управления на пневматический и генераторный тормоза. При этом пневматическая тормозная система обмоторенных осей не задействуется, а используется только электродинамическое торможение. ЭД-тормоз отключается при запросе экстренного торможения на скорости ниже 80 км/ч. Если привод не может предоставить полную мощность электродинамического тормоза, он отключается и производится чисто пневматическое торможение обмоторенных осей.

### **Основные элементы пневматической системы торможения**

#### **Тормозное оборудование тележек**

Для создания тормозного усилия на тележках расположены компоненты, изображенные на рисунках 13 и 14.

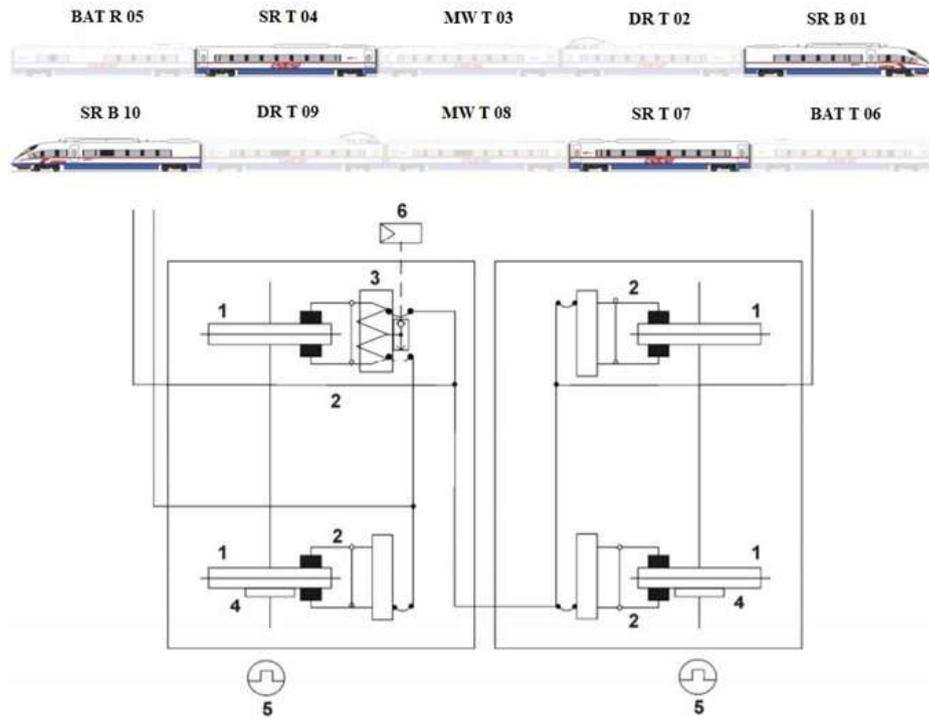


Рисунок 13 - Оборудование тележки с колесными тормозными дисками на моторной тележке

1 – колесный тормозной диск; 2 – клещевой механизм для колёсных тормозных дисков; 3 – клещевой механизм для колёсных тормозных дисков с пружинным аккумулятором; 4 – датчик скорости с зубчатым колесом; 5 – импульсный датчик; 6 – устройство аварийного отпуска стояночного тормоза.

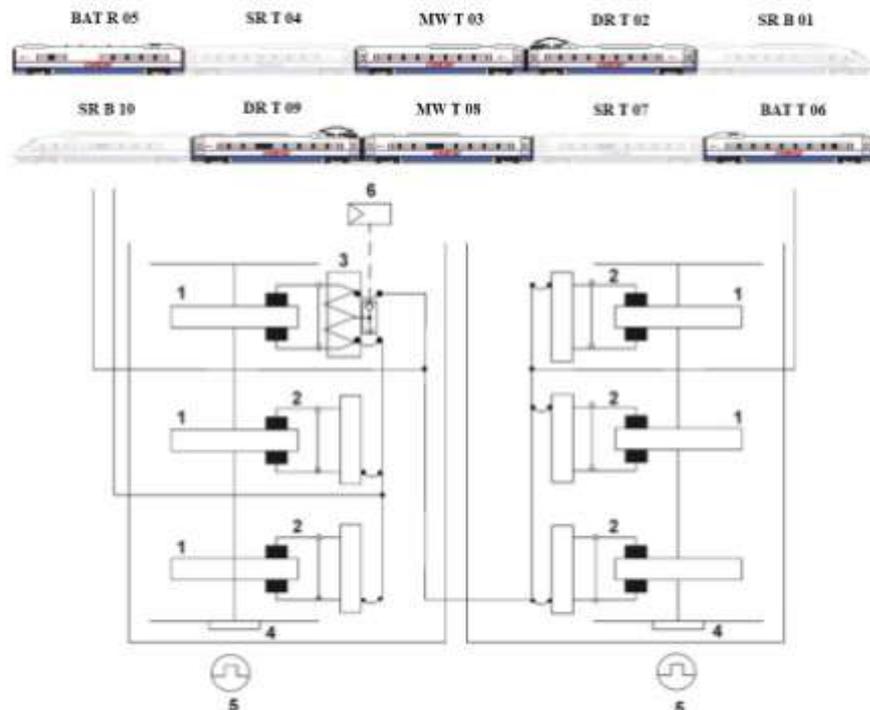


Рисунок 14- Оборудование тележки с осевыми тормозными дисками на немоторной тележке: 1 – осевой тормозной диск; 2 – клещевой механизм для осевых тормозных дисков; 3 – клещевой механизм для осевых тормозных дисков с пружинным аккумулятором; 4 – датчик скорости с зубчатым колесом; 5 – импульсный датчик; 6 – устройство аварийного отпуска стояночного тормоза.

### Устройство колесного тормозного диска

Колесные тормозные диски являются компонентами механического тормозного оснащения электропоезда. Каждая колесная пара ведущей поворотной тележки моторных вагонов оснащена двумя колесными тормозными дисками. В них кинетическая энергия преобразуется в тепловую путем трения.

Конструкция диска рассчитана на чрезвычайную термическую и механическую стойкость, а также на снижение до минимума общего веса. Конструкция колёсного тормозного диска показана на рисунке 15. Диск изготовлен из специальной литой стали и обладает массой в 120 кг.

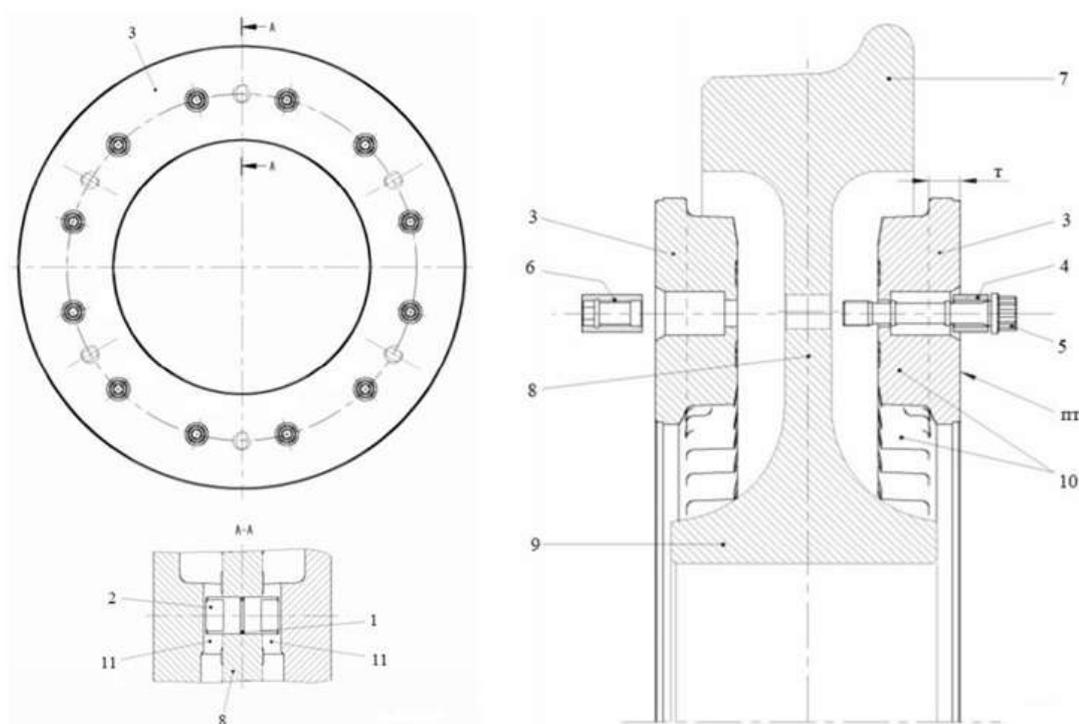


Рисунок 15 Колесный тормозной диск: 1-уплотнительное кольцо круглого сечения; 2-сухарь; 3-фрикционный диск; 4-компенсационная гильза; 5-винт; 6-втулочная гайка; 7-гребень; 8-диск колеса; 9-втулка колеса; 10-ребро охлаждения; 11-центровочный паз; т-толщина фрикционного ремня; пт-поверхность трения

Колесный тормозной диск (рисунок 15) состоит из двух фрикционных дисков 3, которые в зависимости от их расположения относительно гребня бандажа 7 называются внутренним или внешним фрикционным диском. Толщина фрикционного ремня  $t$ , а также число и исполнение ребер охлаждения 10 выбраны таким образом, чтобы температура фрикционного диска находилась в допустимом диапазоне, а термическая и механическая нагрузки сводились к минимуму.

Для крепления и центрирования тормозного диска на колесе, а также для передачи тормозного момента тормозной диск имеет 6 сухарей 2 и 12 резьбовых соединений.

Сухари 2 представляют собой цилиндрические элементы с кольцами круглого сечения 1, которые при монтаже удерживают их в правильном положении. Их притупленные концы входят в центровочные пазы 11 на задней стороне фрикционных дисков 3. Сухари 2 предназначены не только для центрирования фрикционных дисков 3 на колесе и относительно друг друга, но также для предотвращения вращения фрикционных дисков 3 по отдельности и подвергания резьбовых соединений напряжению изгиба.

Резьбовые соединения состоят из специально сконструированных винтов 5 с резьбой до самой головки винта, компенсационных втулок 4 и втулочных гаек 6. В

зависимости от специального исполнения тормозных дисков также возможно использование винтов с компенсационным стержнем.

Колесные тормозные диски нагреваются при торможении из-за трения о тормозные накладки. Охлаждение осуществляется воздушным потоком, возникающим в результате эффекта вентилятора вращающегося колеса. Воздух проходит между тормозным диском и диском колеса через радиально расположенные ребра охлаждения, отводя при этом тепло.

### Конструкция осевого тормозного диска

Осевые тормозные диски также являются частью тормоза подвижного состава, в которой кинетическая энергия преобразуется в тепловую путем трения. Каждая колесная пара тележки прицепных вагонов оснащена тремя осевыми тормозными дисками. В них кинетическая энергия преобразуется в тепловую путем трения.

Достаточный теплоотвод обеспечивают ребра охлаждения, расположенные между поверхностями трения. В зависимости от скорости за счет возникающей центробежной силы они направляют поток охлаждающего воздуха от ступицы через внутреннюю часть фрикционного диска наружу. Диск изготовлен из специальной литой стали и обладает массой в 130 кг. Конструкция осевого тормозного диска показана на рисунке 16.

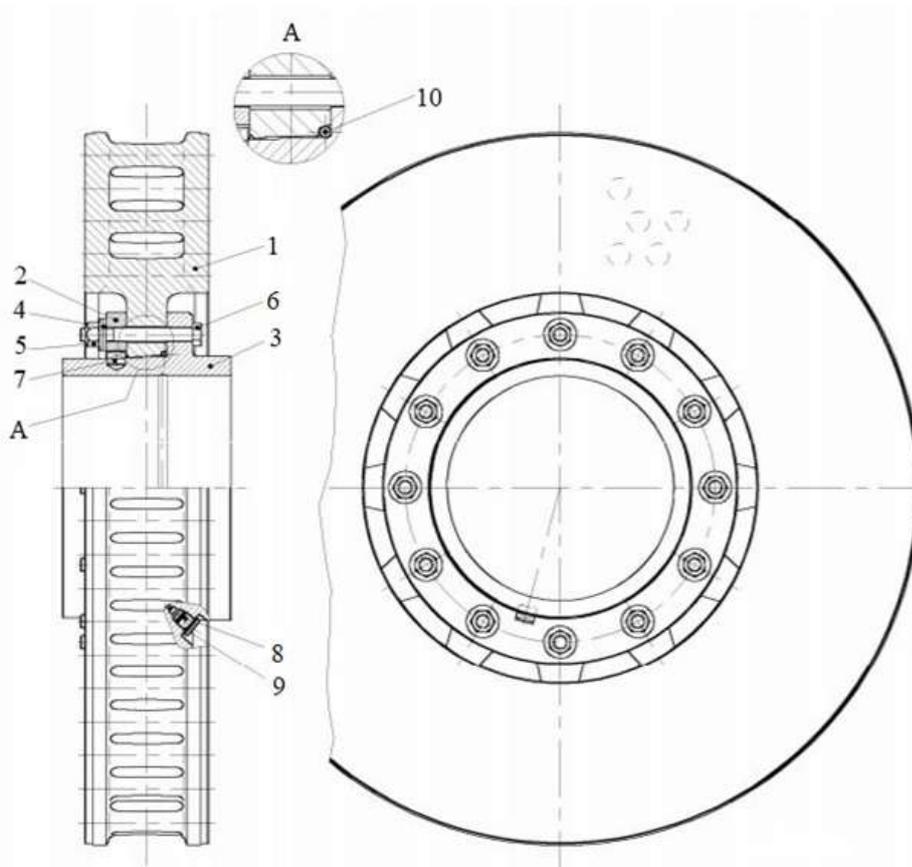


Рисунок 16. Осевой тормозной диск: 1-фрикционный диск; 2-зажимное кольцо; 3-ступица; 4-зажимная шайба; 5-стопорная гайка; 6-винт с шестигранной головкой; 7-болт для стопорения вращения; 8-резьбовая пробка; 9-уплотнительное кольцо; 10-центрирующее кольцо.

Осевой тормозной диск (рисунок 16) с цилиндрическим отверстием ступицы 3 и предохраненным от проворота зажимным кольцом 2 является стандартной конструктивной формой. Фрикционный диск 1 осевого тормозного диска выполнен цельным. Он прифланцован при помощи кольца 10 по центру к ступице 3.

Ребра круглой перегородки с поперечным обтеканием в канале для охлаждения фрикционного кольца снижают воздухообмен по сравнению со стандартными ребрами радиальных лопаток, а также приводят мощность вентилятора и вала. Одновременно

улучшается теплоотвод, т. е. увеличивается разница в температуре между выходящим и поступающим воздухом.

Общий вид оси колесной пары с тремя осевыми тормозными дисками показана на рисунке 17.

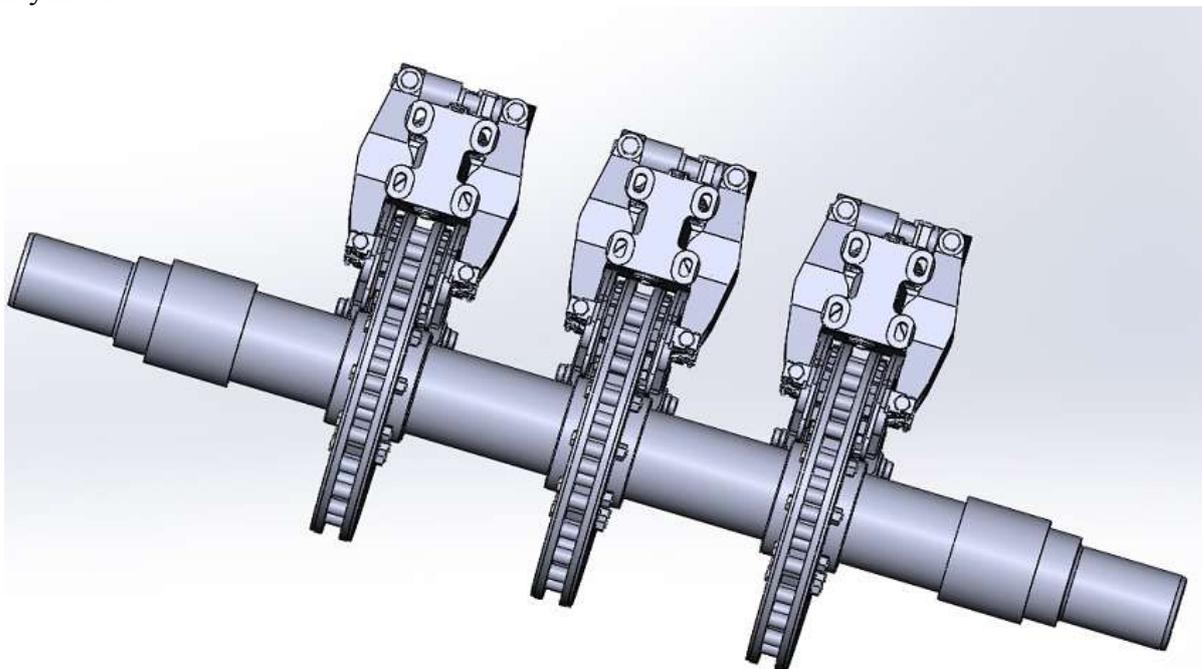


Рисунок 17. Осевые тормозные диски с клещевыми механизмами.

#### **Устройство клещевых механизмов тележек**

Блоки клещевых механизмов моторной и немоторной тележек имеют небольшое отличие в конструктивном исполнении. Это связано с тем, что клещевые механизмы взаимодействуют с разными тормозными дисками.

Клещевой механизм моторной тележки типа RZKK приводятся в действие сжатым воздухом и используются вместе с колесными тормозными дисками в качестве фрикционного тормоза единиц рельсового подвижного состава.

Вариант блоков клещевых механизмов без пружинного аккумулятора используется в качестве служебного и экстренного тормоза, а вариант с пружинным аккумулятором – в качестве служебного, экстренного или стояночного тормоза.

Принципиальное действие прижатия тормозных накладок к тормозному диску у обоих этих вариантов одинаковое.

Клещевые механизмы подвешиваются в тележке на болтах. Болт расположен в кронштейне, относящемся к блоку клещевого механизма и прифланцованном к поворотной тележке. Вес блока клещевого механизма типа RZKK составляет 72,7 кг, а развиваемая сила накладок составляет 40 кН при давлении в тормозном цилиндре 0,38 МПа. Конструкция клещевого механизма моторной тележки представлена на рисунке 18.

Функциональными компонентами блока клещевого механизма моторной тележки (рисунок 18) являются:

- корпус (1);
- мембранный цилиндр (4);
- рычаг клещевого механизма (5);
- регулятор с нажимной штангой (6);
- держатель накладки (7).

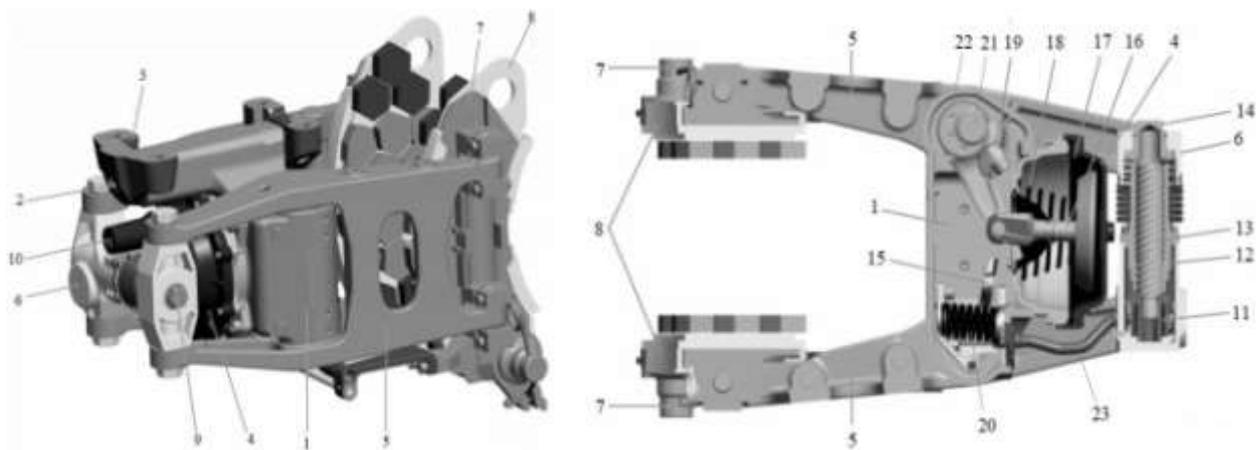


Рисунок 18. Клещевой механизм моторной тележки:

1-корпус; 2-болт кронштейна; 3-опора кронштейна; 4-мембранный цилиндр; 5-рычаг клещевого механизма; 6-регулятор с нажимной штангой; 7 –держатель накладки; 8- тормозная накладка; 9-возвратный шестигранник; 10-патрубок сжатого воздуха для служебного тормоза; 11-муфта свободного хода в втулке; 12-муфта свободного хода с охватывающей пружиной; 13-шпindel; 14-трубная гайка с возвратным шестигранником; 15-перекидной рычаг; 16-поршень; 17-диафрагма; 18-возвратная пружина поршня; 19-рычаг; 20-буферная пружина 21-эксцентриковый вал; 22-цапфа эксцентрика; 23-нажимная штанга.

Корпус 1 держится на болте подвески 2, который должен быть закреплен в опоре кронштейна 3. Опора кронштейна привинчивается 4 винтами к раме тележки.

К корпусу 1 прифланцован мембранный цилиндр 4, а также шарнирно присоединены оба одинаковых по форме рычага клещевого механизма 5. На каждом свободном конце рычагов клещевого механизма закреплен держатель накладки 7 с тормозными накладками 8.

Противоположные концы рычагов клещевого механизма шарнирно соединены с регуляторами с нажимной штангой 6, посредством которых осуществляется регулировка износа.

Мембранный цилиндр состоит из диафрагмы 17, поршня 16 и возвратной пружины поршня 18.

Один рычаг клещевого механизма 5, как показано на рисунке, смонтирован с возможностью поворота на цапфах 22 эксцентрикового вала 21, который размещается на подшипниках качения с возможностью вращения в корпусе 1. Второй рычаг клещевого механизма установлен с возможностью поворота на жестко закрепленной цапфе в корпусе.

В корпусе, напротив эксцентрикового вала 21, находится механизм передачи для регулировки износа, который состоит из нажимной штанги 23, перекидного рычага 15 и буферной пружины 20.

Нажимная штанга 23 соединяет исполнительный механизм регулятора с нажимной штангой 6 и корпус. Вход штанги с обеих сторон уплотнен резиновыми гофрированными кожухами, таким образом, в регулятор с нажимной штангой или корпус не попадают загрязнения.

Важными компонентами регулятора с нажимной штангой 6 являются шпindel 13, трубная гайка с возвратным шестигранником 14, муфты свободного хода с втулкой 11 и охватывающей пружиной 12.

Принцип действия клещевого механизма состоит в следующем: в мембранный цилиндр 4 под давлением поступает сжатый воздух. Поршень 16 выполняет ход и поворачивает через рычаг 19 эксцентриковый вал 21. Закрепленные на цапфах эксцентрика 22 рычаг клещевого механизма 5 переходит в положение торможения.

Благодаря соединению с регулятором с нажимной штангой 6 противоположный рычаг клещевого механизма 5 также переходит в положение торможения. В результате этого тормозные накладки 8 прижимаются к тормозному диску.

Конструкция клещевого механизма немоторной тележки представлена на рисунке 19.

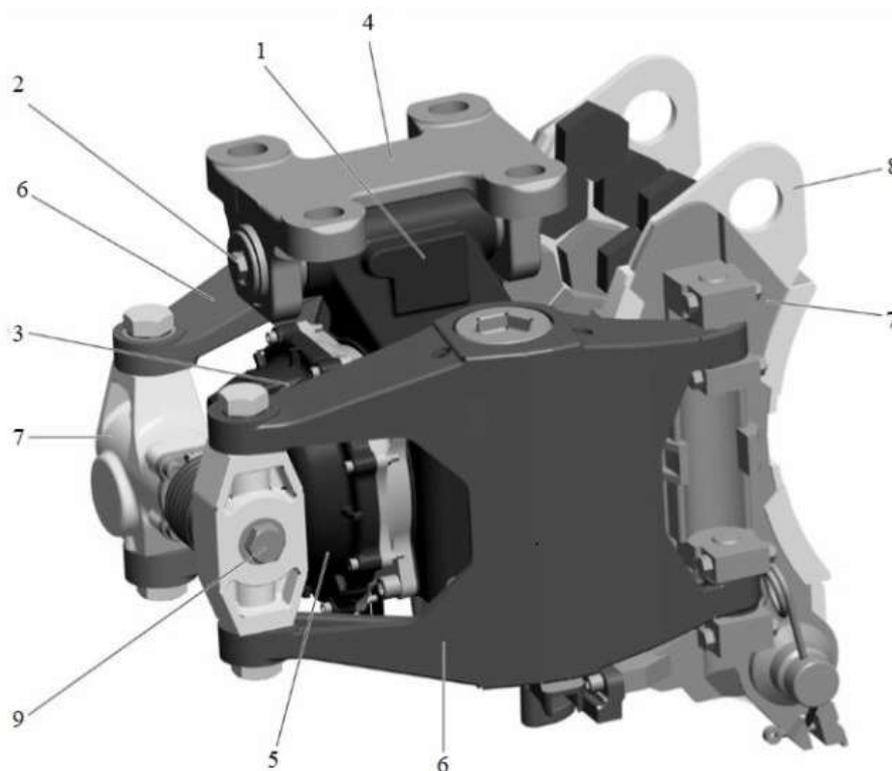


Рисунок 19. Клещевой механизм немоторной тележки

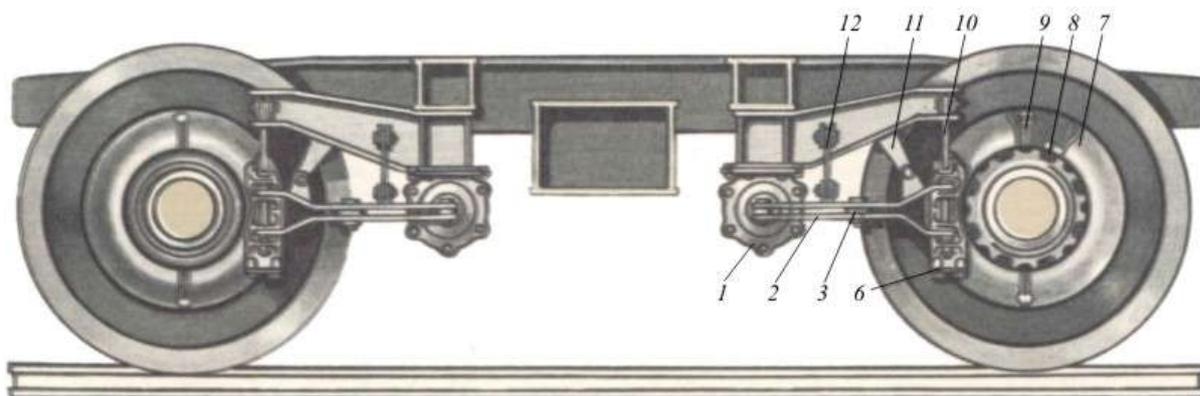
1-корпус; 2-болт подвески; 3-патрубок сжатого воздуха; 4-кронштейн; 5-мембранный цилиндр; 6-рычаг клещевого механизма; 7 –держатель накладки; 8-тормозная накладка; 9-возвратный шестигранник.

Блок клещевого механизма немоторной тележки (рисунок 19) по внутренним элементам и принципу действия идентичен рассмотренному ранее. Отличительной особенностью клещевого механизма типа WZK является более компактная конструкция, которая достигнута благодаря иной форме рычага клещевого механизма 6. Масса клещевого механизма составляет 64 кг, а общая сила тормозных накладок 53 кН при давлении в тормозном цилиндре 0,38 МПа.

#### **7. Устройство дискового тормоза пассажирского вагона.**

Расположение тормоза тележке пассажирского вагона показано на рисунке 20. Общий вид на тележку с дисковым тормозом показан на рисунке 21. Схема передачи усилия дискового тормоза показана на рисунке 22.

Расположение тормоза на тележке пассажирского вагона.



1 - тормозной цилиндр; 2 - рычаг; 3 - затяжка; 6 - башмак; 7 - тормозной диск; 8, 9 - болт; 10 - вертикальный валик; 11 - шарнирная подвеска; 12 - подвеска.

Рисунок 20. Крепление дискового тормоза на тележке пассажирского вагона.

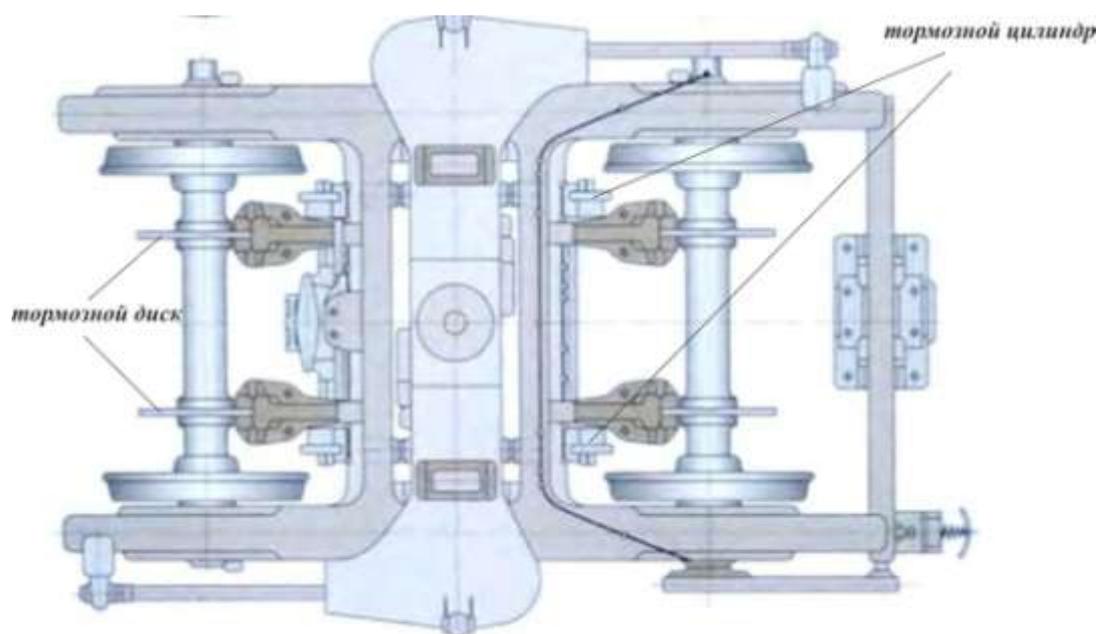


Рисунок 21. Вид сверху на тележку пассажирского вагона с дисковым тормозом.

Дисковый тормоз пассажирского вагона (рисунок 22) состоит из четырех клещевых механизмов, каждый из которых имеет тормозной цилиндр 1, два спаренных рычага 2 с затяжкой 3 и фиксатором 4 и два башмака 6 с фрикционными накладками 5. На одной колесной паре размещают два тормозных диска 7 диаметром 620 мм с шириной поверхности трения 120 мм. Каждый диск состоит из двух половин (рисунок 2), соединяемых болтами 9. К ступице, напрессованной на ось колесной пары, диск крепится радиально расположенными болтами 8 с разрезными втулками и тарельчатыми пружинами. Для лучшего отвода тепла диски снабжены ребрами и вентиляционными окнами.

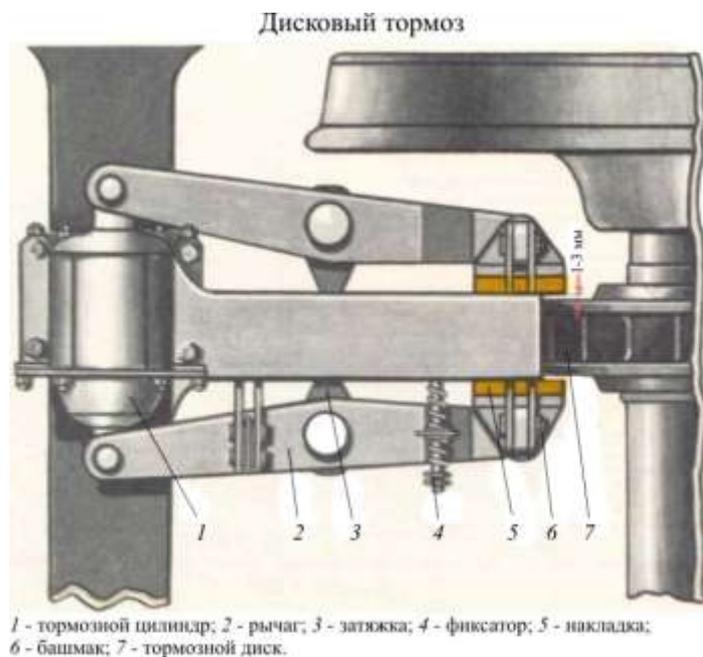


Рисунок 22. Передача усилия от тормозного цилиндра.

Башмаки с накладками подвешены к консоли поперечной балки тележки на шарнирных подвесках 11. Вертикальными валиками 10 башмаки шарнирно соединяются с рычагами 2, которые крепятся подвесками 12 к той же консоли, что и подвески башмака. На каждой тележке установлено четыре тормозных цилиндра 1 диаметром 8 дюймов. Каждый из цилиндров обслуживает одну пару тормозных башмаков 6. Тормозные накладки (рисунок 23) выполнены из композиционного материала. Площадь трения накладки равна  $430 \text{ см}^2$ , толщина 25 мм. Для закрепления в тормозном башмаке на накладках с нерабочей стороны имеются конусообразные тыльники 4 в форме ласточкина хвоста. При замене накладки отгибают стопорные шайбы 2, вывертывают болты 1, снимают держатель 3 и, ударя по накладке сверху, выводят ее из паза башмака. При отпущенном тормозе зазор между накладками и диском (1—3 мм) обеспечивают оттяжные пружины (рисунок 22).



Рисунок 23. Башмак с тормозной накладкой.

Особенности пневматической схемы пассажирских вагонов с дисковым тормозом вытекают из особенностей использования дисковых тормозов при скоростном и высокоскоростном движении.

Во-первых, при использовании дискового тормоза прижатие накладок к тормозным дискам осуществляется вдоль оси колесной пары (см. рисунок 2). При этом на каждой оси колесной пары имеется не менее двух тормозных дисков.

Общий объем тормозных цилиндров расположенных на одном вагоне получается значительно больше, чем у схемы с одним тормозным цилиндром, хотя диаметр и объем каждого цилиндра и меньше. Это приводит к тому, что воздухораспределитель не сможет обеспечить те же параметры работы (скорость наполнения и опорожнения, давление в тормозном цилиндре), как с одним тормозным цилиндром. Наиболее простым выходом из ситуации является использование реле давлений усл. №304-002 (404) в качестве повторителей команд воздухораспределителя.

Второй особенностью использования дисковых тормозов является тот факт, что из-за отсутствия прижатия колодки к поверхности катания колеса эта поверхность не очищается при торможении. Это в свою очередь приводит к большей склонности данного типа тормоза к юзу. Поэтому при установке дисковых тормозов обязательным условием является наличие противоюзных устройств. Заклинивание колесной пары прекращается путем уменьшения давления в тормозных цилиндрах заклинившей колесной пары, что реализуется при помощи сбрасывающих клапанов.

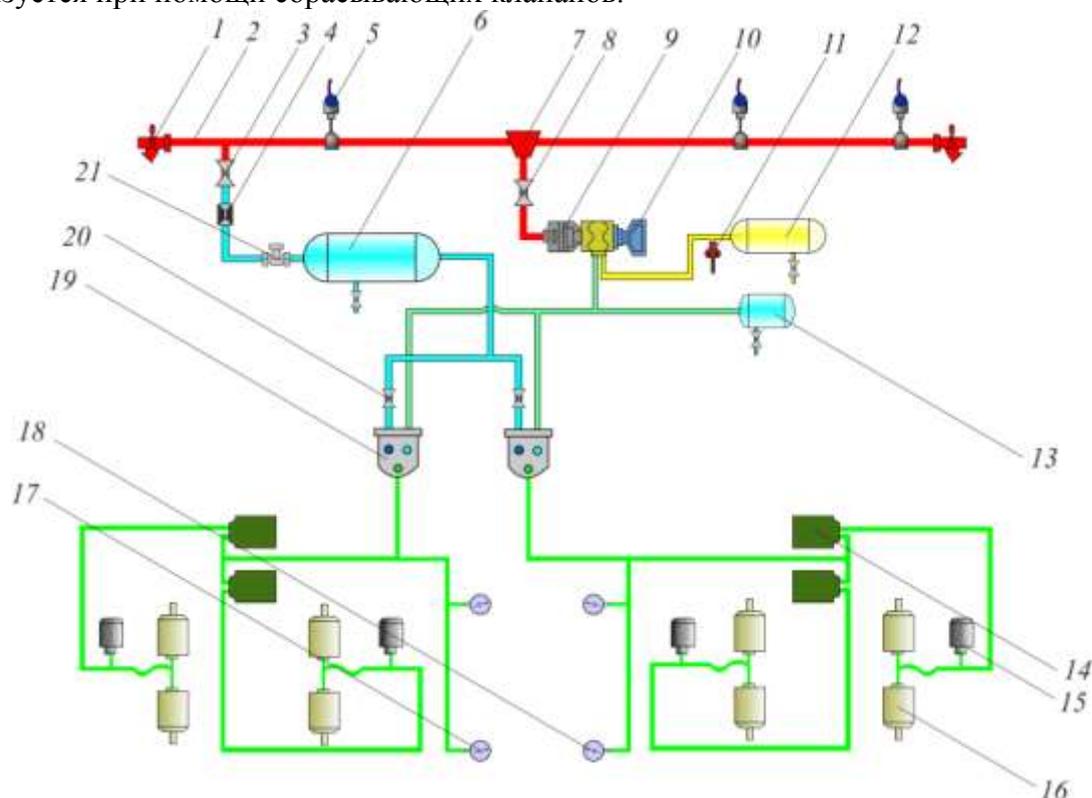


Рисунок 24. Пневматическая схема тормозного оборудования пассажирского вагона с дисковым тормозом.

1 – концевой кран; 2 – тормозная магистраль; 3 – разобщительный кран; 4 – дроссель с отверстием диаметром 2,5 мм; 5 – стоп-кран; 6 – питательный резервуар объемом 170л; 7 – тройник; 8 – разобщительный кран; 9 – воздухораспределитель усл.№292 (усл.№242); 10 – электровоздухораспределитель усл. №305-000; 11 – выпускной клапан; 12 – запасный резервуар объемом 78л; 13 – тормозной резервуар объемом 16л; 14 – сбрасывающий клапан; 15 – сигнализатор давления; 16 – тормозной цилиндр; 17 – манометр тормозных цилиндров первой тележки; 18 – манометр тормозных цилиндров второй тележки; 19 – реле давлений усл.№404; 20 – разобщительный кран; 21 – обратный клапан.

Принципиальная пневматическая схема вагона с дисковым тормозом показана на рисунке 24. Электрическая часть в данной схеме полностью аналогична схеме колодочного торможения и на рисунке не показана.

Схема, показанная на рисунке, во многом схожа со схемой пневматического оборудования пассажирского вагона с колодочным тормозом, но имеется ряд существенных отличий.

Как и в рассмотренной ранее схеме на тормозной магистрали 2 имеется три стоп-крана 5, а через тройник 7 и разобщительный кран 8 магистраль связана с воздухораспределителем 9 и электровоздухораспределителем 10. Однако воздухораспределитель 9 и электровоздухораспределитель 10 связывают запасный резервуар 12 не с тормозным цилиндром, а с тормозным резервуаром 13 объемом 16 л этот цилиндр имитирующим.

Для наполнения имеющихся в вагоне тормозных цилиндров 16 будет использоваться воздух из питательного резервуара 6 объемом 170 л, поступающий в них через два реле давления 19.

Кроме того, для каждой оси колесной пары имеется свой сбрасывающий клапан 14 и сигнализатор отпуска 15. Давление в тормозных цилиндрах каждой тележки также отслеживается при помощи манометров первой 17 и второй тележки 18.

При зарядке воздух из тормозной магистрали 2 через тройник 7 поступает к воздухораспределителю 9, который обеспечивает наполнение запасного резервуара 12. В это же время через дроссельное отверстие 4 диаметром 2,5 мм и обратный клапан 21 воздух заполняет питательный резервуар 6. Дроссель необходим для уменьшения скорости зарядки питательных резервуаров, что позволяет выравнивать процессы зарядки и отпуска по всему поезду.

При торможении давление в тормозной магистрали 2 понижается и разобщительный клапан 21 разобщает питательный резервуар 6 с тормозной магистралью, препятствуя его зарядке.

При понижении давления воздуха в тормозной магистрали снижается давление перед воздухораспределителем 9, который срабатывая на торможение соединяет запасный резервуар 12 с тормозным резервуаром 13 имитирующим тормозной цилиндр и управляющими полостями реле давления 19 двух тележек. Реле давления 19 сработают на торможения и направят воздух из питательного резервуара через сбрасывающие клапаны 14 в тормозные цилиндры. При этом в процессе работы реле давления обеспечивают в тормозных цилиндрах давление равное давлению установленному воздухораспределителем (или электровоздухораспределителем) в тормозном резервуаре 13 как при его повышении, так и при понижении. При появлении в тормозных цилиндрах давления более  $0,4 \text{ кгс/см}^2$  сигнализаторы отпуска 15 обеспечивают питание сигнальных ламп, свидетельствующих о нахождении тормозного цилиндра в заторможенном состоянии.

В случае заклинивания одной из колесных пар будет подан сигнал на соответствующий сбрасывающий клапан, который разобщит свои тормозные цилиндры с реле давления и выполнит их разрядку в атмосферу. При восстановлении вращения колесной пары сбрасывающий клапан вновь соединит цилиндры с реле давления и давление в тормозных цилиндрах восстановится.

В случае возникновения утечек в тормозных цилиндрах при торможении и перекрыше они восполняются через реле давления из питательного резервуара. Если давление в питательном резервуаре 6 упадет ниже давления в тормозной магистрали 2, то обратный клапан 21 вновь откроется и обеспечит подпитку питательного резервуара из тормозной магистрали. Истоцимость/неистоцимость данного тормоза будет зависеть от плотности тормозного резервуара 13.

При отпуске давление в тормозной магистрали повышается и воздухораспределитель 9 сообщает тормозной резервуар 13 с атмосферой, что приводит к снижению давления в нем и управляющих камерах реле давления 19 обоих тележек.

Реле давления 19 разобщают тормозные цилиндры 16 с питательным резервуаром и сообщают их с атмосферой. Давление в тормозных цилиндрах уменьшается. При падении давления в тормозных цилиндрах ниже  $0,4 \text{ кгс/см}^2$  сигнализаторы отпуска 15 обеспечивают разрыв цепи питания сигнальных ламп.

Параллельно происходит подзарядка питательного резервуара 6 через дроссель 4 и обратный клапан 21, а запасного резервуара 12 через воздухораспределитель 9.

При электропневматическом торможении и отпуске все процессы будут аналогичны с той лишь разницей, что изменение давления в тормозном резервуаре 13 и управляющих камерах реле давления будет осуществляться благодаря командам электровоздухораспределителя 10.

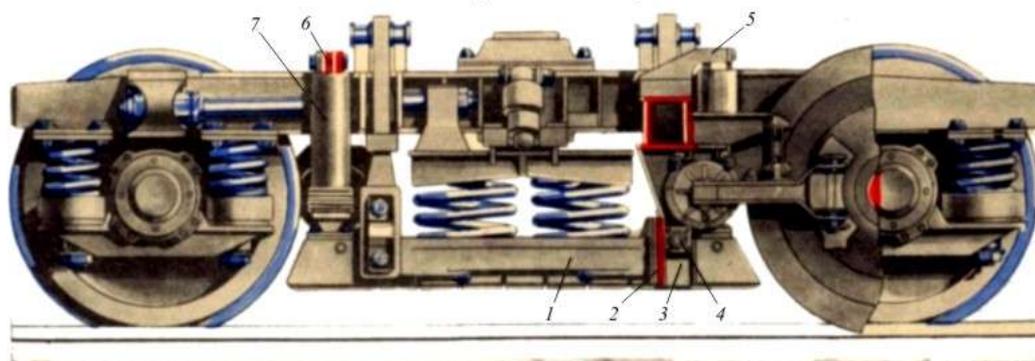
Для ручного отпуска тормозов используется выпускной клапан 11, с помощью которого осуществляется выпуск воздуха из запасного резервуара 12, что в свою очередь приводит к срабатыванию воздухораспределителя 9 на отпуск. Это приведет к процессам отпуска, описанным ранее.

Для отключения тормозов одной из тележек используются разобщительные краны перед соответствующим реле давления.

## 8. Устройство магниторельсового тормоза.

Магнитно-рельсовый тормоз состоит из двух основных элементов — башмаков 1 и подъемно-опускающих цилиндров 7, шарнирно соединенных с башмаками при помощи кронштейнов 5 (рисунок 25).

Расположение магнитно-рельсового тормоза на тележке



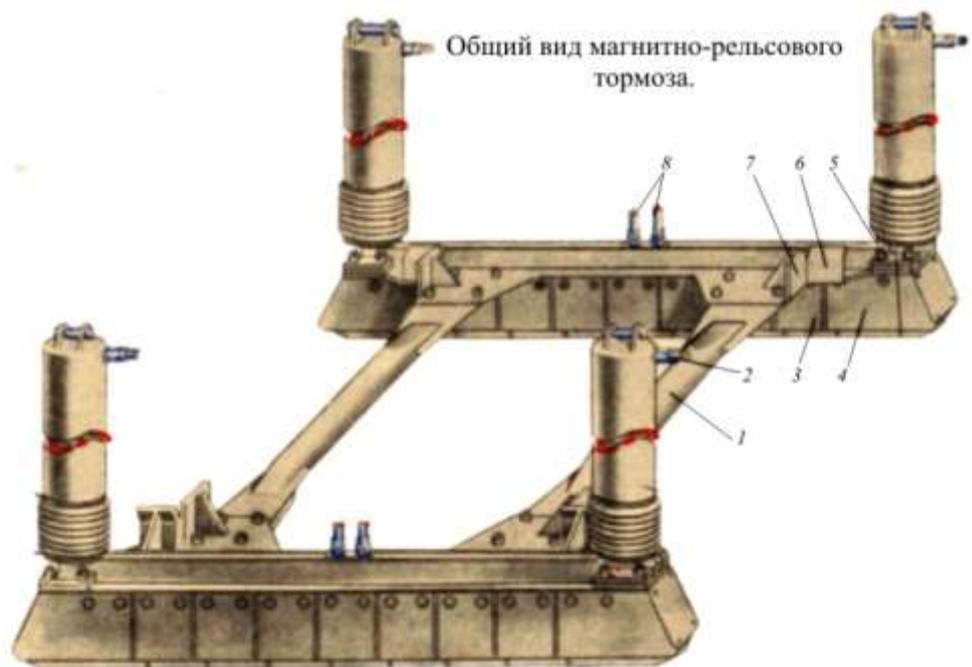
1 - башмак; 2 - амортизатор; 3 - вертикальный кронштейн; 4 - пружинный буфер; 5 - кронштейн; 6 - валик; 7 - цилиндр.

Рисунок 25. Расположение магниторельсового тормоза на тележке.

На раме тележки вагона цилиндры 7 подвешиваются к кронштейнам 5 с помощью валиков 6.

С внутренней стороны башмаков (рисунок 26) к угольникам 7 крепятся две поперечные связи 1, соединяющие оба башмака. Каждый башмак снабжен кронштейном 5 для упора пружинного буфера 4, удерживающего башмак от поперечных колебаний. Амортизаторы 2 из листовой резины и вертикальные кронштейны 3, приваренные к раме тележки, служат для передачи тормозной силы от башмака на тележку.

Башмак 1 выполнен в виде магнитопровода с промежуточными 3 и концевыми 4 секциями. Симметричные половины магнитопровода (рисунок 26) установлены в каркасе 17 башмака и стянуты двумя болтами 18. Межполюсная вставка 21 из алюминия удерживается штифтами 20.



1 - поперечная связь; 2 - штуцер; 3 - промежуточная секция; 4 - конечная секция; 5, 6 - кронштейны; 7 - угольник; 8 - зажимы.

Рисунок 26. Общий вид магниторельсового тормоза.

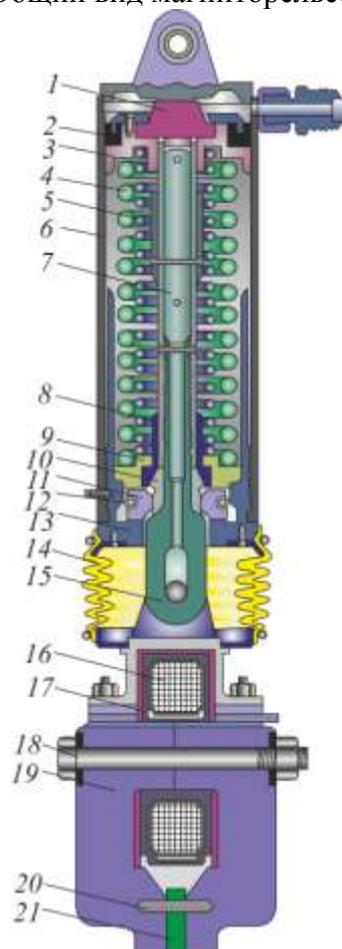


Рисунок 27. Подъемно-опускающий цилиндр с магнитопроводом:  
 1 – резиновый амортизатор; 2 – манжета; 3 – поршень; 4 – большая пружина; 5 – малая пружина; 6 – корпус; 7 – шток; 8 – ограничитель хода; 9 – упор; 10 – утолщенная часть штока; 11 – разрезное кольцо; 12 – спиральная пружина; 13 – днище цилиндра; 14 – гофрированный кожух; 15 – головка; 16 – катушка; 17 – каркас башмака; 18 – болт; 19 – половины магнитопровода; 20 – штифт; 21 – межполюсная вставка.

Вдоль башмака размещена катушка, выводы которой закрепляются на зажимах 8 (рисунок 27). Длина башмака 1420 мм, масса 262 кг, сила притяжения к рельсу около 10 тс.

Подъемно-опускающий цилиндр диаметром 105 мм состоит из корпуса 6 с дном 13. В цилиндре размещен поршень 3 с манжетой 4. Снизу на поршень давят две пружины — малая 5 и большая 4, которые расположены на упоре 9, опирающемся на ограничитель 8 хода поршня. Шток 7 имеет головку 15 для соединения с башмаком. Место соединения цилиндра с башмаком защищено гофрированным кожухом 14.

При экстренном торможении в подъемно-опускающие цилиндры подается воздух через штуцера. Вначале шток утолщенной частью 11 разжимает разрезное кольцо 11 со спиральной пружиной 12, а затем перемещается вместе с башмаком к рельсам.

Для подъема башмака воздух выпускается из цилиндров. Под действием пружин 4 и 5 башмаки поднимаются и удерживаются на высоте 140—150 мм над уровнем рельсов. Для смягчения удара поршня установлен резиновый амортизатор 1.

Магнитно-рельсовый тормоз приводится в действие при экстренном торможении автоматически посредством ускорителя экстренного торможения УЭТ с электрическим контактом (рисунок 9). При срабатывании ускорителя замыкается цепь от вывода «+» аккумуляторной батареи АБ, через предохранители Пр1 (100А) и Пр2 (6А), контакт ускорителя УЭТ, катушку электромагнитного контактора К к заземленному выводу «—» батареи. Замыкается также контакт К1 контактора, и через катушки контрольных токовых реле РТ1 и РТ2 ток проходит в катушки башмаков КБ1, КБ2, КБ3, КБ4.

Принципиальная электрическая схема тормоза

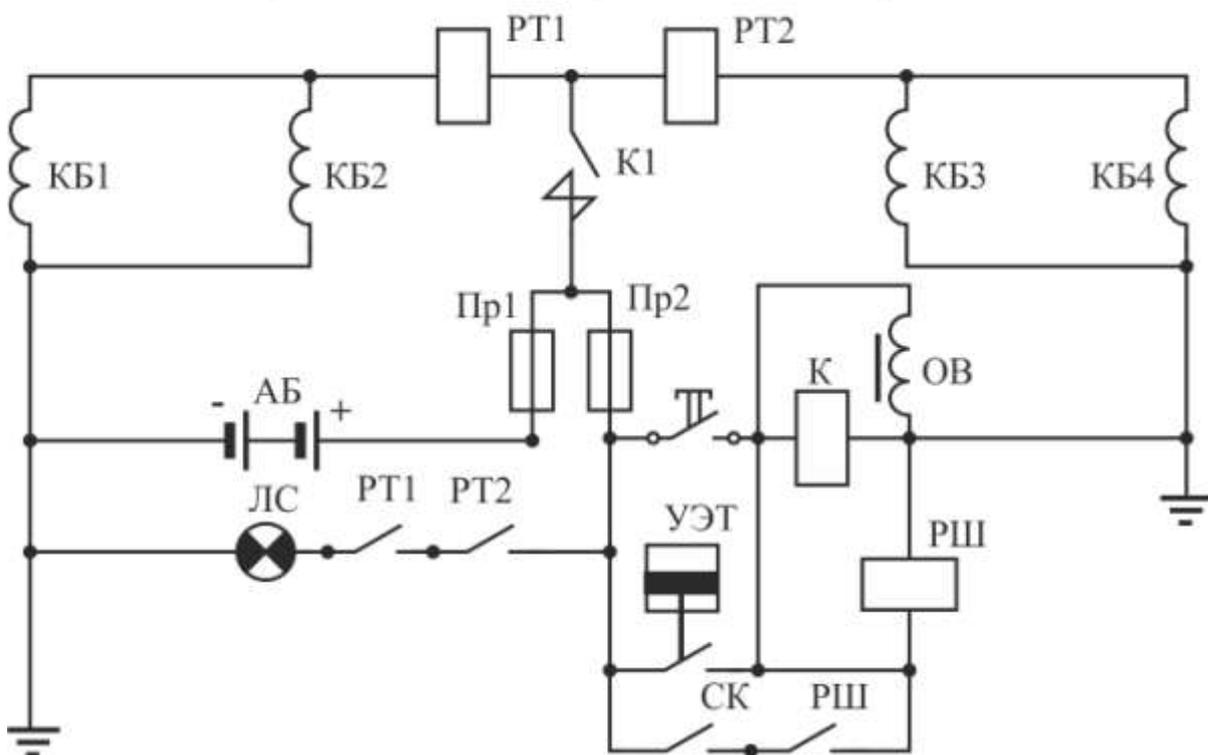


Рисунок 28. Принципиальная электрическая схема магниторельсового тормоза.

Одновременно возбуждается катушка реле шунтировки РШ, контакт которого РШ1, включенный в цепь последовательно с контактом скоростемера СК, шунтирует контакт УЭТ. При возбуждении ОВ башмаки тормоза опускаются. Сигнальная лампа ЛС свидетельствует о нормальном действии тормоза.

Отпуск магнитно-рельсового тормоза также происходит автоматически при достижении поездом определенной скорости и размыкании контакта СК.