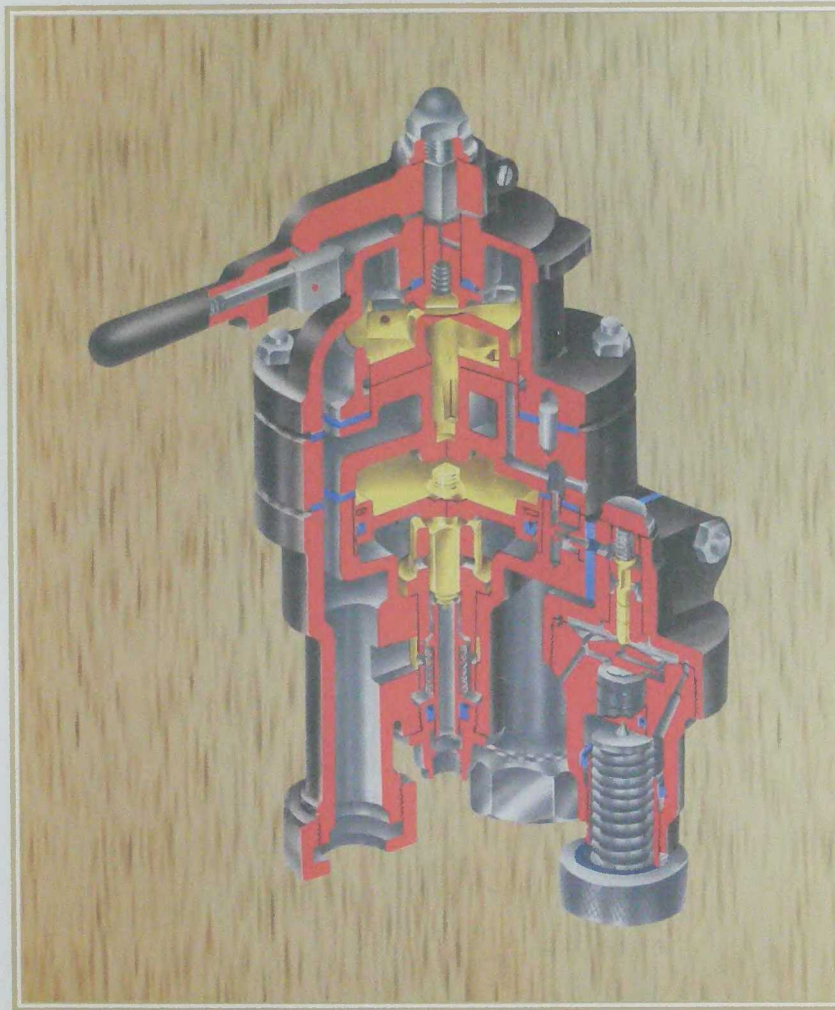


В.Р. Асадченко



**АВТОМАТИЧЕСКИЕ ТОРМОЗА
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

В.Р. Асадченко

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ТОРМОЗА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Рекомендовано
Департаментом кадров
и учебных заведений МПС России
в качестве учебного пособия
для студентов вузов, техникумов, колледжей
и учащихся образовательных учреждений
железнодорожного транспорта, осуществляющих
начальную профессиональную подготовку

Москва
2002

УДК 629.4.077-592-52
ББК 39.26
А 90

А 90

Асадченко В.Р., д.т.н., профессор

Автоматические тормоза подвижного состава железнодорожного транспорта: Учебное иллюстрированное пособие для студентов вузов, техникумов, колледжей и учащихся образовательных учреждений железнодорожного транспорта, осуществляющих начальную профессиональную подготовку. М.: УМК МПС России, 2002. – 128 с.

ISBN 5-89035-073-0

В альбоме приведены основные теоретические положения по реализации тормозных сил и связанных с этим закономерностей и процессов, а также требования к тормозным системам и приборам. Описаны устройство, принцип действия и обслуживание автоматических тормозов подвижного состава железных дорог России и перспективы их развития.

Альбом предназначен для студентов вузов, техникумов, колледжей и учащихся образовательных учреждений железнодорожного транспорта, осуществляющих начальную профессиональную подготовку, а также инженерно-технических работников, связанных с эксплуатацией и обслуживанием тормозов подвижного состава.

УДК 629.4.077-592-52
ББК 39.26

Рецензенты: д-р техн. наук, профессор П.С. Анисимов (МИИТ);
главный специалист технического отдела Департамента локомотивного хозяйства МПС РФ Н.С. Кукуев;
главный специалист отдела автотормозов, автосцепки и колесных пар Департамента вагонного хозяйства МПС РФ Н.М. Печникова;
главный специалист отдела автотормозов Департамента пассажирских сообщений МПС РФ В.Л. Панов.

ISBN 5-89035-073-0

© Асадченко В.Р., 2002
© Учебно-методический кабинет МПС России, 2002

1. КРАТКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ ТОРМОЗНОЙ ТЕХНИКИ

Первый поезд из пяти груженых вагонов, который со скоростью около 8 км/ч в 1804 г. в Англии провел паровоз Ричарда Тревитика, был оборудован ручными тормозами. Такие же тормоза с деревянными колодками и специальными людьми — тормозильщиками применялись и на первых отечественных железных дорогах: Нижнетагильской (1834 г.) и Петербург-Царское село (1837 г.).

Механический непрерывный тормоз, управляемый с помощью натянутого вдоль поезда троса, был применен на Николаевской (Октябрьской) железной дороге, построенной в 1843—1851 гг. Первые пневматические: прямодействующий неавтоматический и автоматический непрямодействующий тормоза были созданы Д. Вестингаузом в 1869—1872 гг.

Основной идеей, реализованной в этих тормозах, стало применение воздухопровода — тормозной магистрали (ТМ) с соединительными рукавами, которыми оборудовалась каждая подвижная единица. В поезде после соединения рукавов создавался непрерывный пневматический канал, через который можно подавать энергию в виде сжатого воздуха на вагоны от локомотива, а также и управлять тормозными процессами путем изменения давления в ТМ.

Дальнейшее развитие тормозной техники было посвящено решению одной важной задачи — повышению уровня реализуемого сцепления между колесами поезда и рельсами при торможении и, таким образом, повышению тормозной эффективности. С учетом этого из большого количества иностранных тормозных систем профессором Н.П. Петровым в 1897 г. после сравнительных испытаний были отобраны для Российских железных дорог тормоза двух фирм: Вестингауз и Нью-Йорк.

Ими оборудовался как пассажирский, так и грузовой подвижной состав, но не в полном объеме, поскольку часть вагонов была нетормозной. Эти вагоны были оснащены так называемыми пролетными трубками, которыми обеспечивалась только непрерывность пневматического канала в поезде, но тормозные устройства на них отсутствовали. Сила сцепления колес с рельсами в таких поездах использовалась не более чем на 15—20 %.

Первым отечественным прибором управления тормозами, созданным в 1928 г., был кран машиниста (КМ), разработанный талантливым специалистом Ф.П. Казанцевым. Он имел автоматические перекрыши, звуковой сигнализатор обрыва тормозной магистрали, взаимозаменяемые детали и успешно эксплуатировался вплоть до 1953 г. С переходом на электрическую и тепловозную тягу и ростом длины поездов потребовалось применение сверхзарядного давления, темпа мягкости и повышение питательной способности, что привело к созданию в 1957 г. крана машиниста № 222, а затем в 1966 г. более совершенного № 394.

В 1925 г. Московский тормозной завод (ныне АО "Трансмаш") начал серийно выпускать первые отечественные воздухораспределители (ВР) Казанцева, которые выгодно отличались от зарубежных, особенно в плане неистощимости. С этого времени попыток использования импортной тормозной техники в нашей стране не предпринималось. Отечественная промышленность выпускала тормозные устройства, разработанные исключительно своими специалистами и ориентированные на определенные неблагоприятные условия эксплуатации и обслуживания с учетом особенностей и географического положения страны.

Таким образом, с 1932 по 1953 гг. серийно выпускались ВР № М-320, созданные другим известным изобретателем И.К. Матросовым. Он же, производя последовательную модернизацию этого устройства, обеспечил в течение нескольких лет переход на ВР МТЗ-135 (1953 г.), затем № 270-002 (1959 г.) и № 270-005 (1968 г.). Последнее существенное усовершенствование отечественных грузовых воздухораспределителей произошло в 1976 г. переходом к прибору № 483. Он обеспечивает высокую скорость тормозной волны 300 м/с, стандартность действия по давлению, позволяет водить поездом весом 80—85 тыс. кН и обладает многими другими положительными свойствами, которые ставят его в ряд лучших тормозных устройств в мировой практике тормозостроения.

Применяемые в настоящее время пассажирские воздухораспределители № 292-001 выпускаются с 1958 г. Московским тормозным заводом (МТЗ) и являются очередной модернизацией тройного скородействующего клапана Вестингауза. Электропневматическим тормозом (ЭПТ) с электровоздухораспределителями (ЭВР) № 305 начали оборудовать электропоезда с 1948 г., а пассажирские с локомотивной тягой с 1958 г.

Для уменьшения регулировок рычажных передач и снижения потерь передаваемых усилий с 1947 г. применяют автоматические регуляторы выхода штока ТЦ. В настоящее время используются винтовые одностороннего действия регуляторы рычажной передачи № 574Б и РТП-675. Корректировку давления в тормозном цилиндре в зависимости от загрузки вагона осуществляют другие регуляторы — авторежимы, также имеющие свою 50-летнюю историю развития. С 1965 г. наряду с чугунными стали использовать, особенно на грузовых составах, композиционные тормозные колодки, обладающие высокой износостойкостью и стабильным коэффициентом трения, мало зависящим от скорости движения.

Большой вклад в развитие отечественной тормозной науки и техники внесли известные ученые и конструкторы Н.П. Петров, Ф.П. Казанцев, И.К. Матросов, Б.Л. Карвацкий, В.Ф. Егорченко, В.М. Казаринов, В.Г. Иноземцев, В.И. Крылов, В.В. Крылов и многие другие.

Несмотря на некоторое отставание в области высокоскоростного движения, в нашей стране к настоящему времени созданы высоконадежные и эффективные тормоза, обеспечивающие самые короткие тормозные пути и реализацию свойств сцепления на уровне 60—80 %.

2. Общая научно-техническая информация

2. ОБЩАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

2.1. Тормозная сила. Условия ее возникновения и реализация

В процессе движения поезда на него действует множество внешних и внутренних сил различных по величине и направлению. Четыре из них используют в качестве основных для оценки изменения скорости

$$\frac{dv}{dt} = \frac{\zeta}{1+\gamma} (f_k - b_T - w_o - i_c), \quad (2.1)$$

сти в дифференциальном уравнении движения поезда

где ζ — ускорение поезда под действием удельной ускоряющей (замедляющей) силы равной единице, $\text{кН}\cdot\text{км}/\text{Н}\cdot\text{ч}^2$ (для грузовых и пассажирских поездов $\zeta = 120$);

γ — коэффициент, учитывающий инерцию вращающихся масс (для вагонов γ составляет от 0,03 до 0,09, для локомотивов γ изменяется от 0,2 до 0,14);

f_k — удельная сила тяги, $\text{Н}/\text{кН}$ (диапазон изменения для поездов от 0 до 15 $\text{Н}/\text{кН}$);

b_T — удельная тормозная сила, $\text{Н}/\text{кН}$ (от 0 до 100 $\text{Н}/\text{кН}$);

w_o — удельное основное сопротивление движению поезда, $\text{Н}/\text{кН}$ (от 2 до 5 $\text{Н}/\text{кН}$);

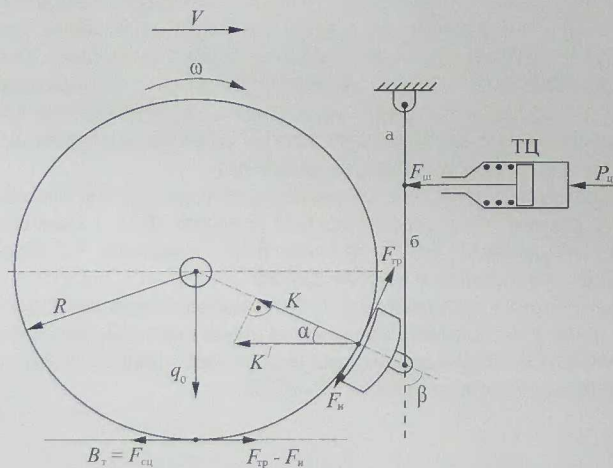


Рис. 2.1. Схема сил, действующих на затормаживаемое колесо

i_c — удельная сила от уклона, $\text{Н}/\text{кН}$ (для магистральных железных дорог 1 и 2 категорий $\pm 15\text{‰} \approx \pm 15 \text{Н}/\text{кН}$).

Таким образом, тормозные силы, развиваемые в поезде, являются наибольшими и обеспечивают замедление грузовых составов — от 0,1 до 0,4 $\text{м}/\text{с}^2$, пассажирских — от 0,3 до 0,6 $\text{м}/\text{с}^2$, электропоездов — от 0,5 до 0,8 $\text{м}/\text{с}^2$, высокоскоростного подвижного состава — от 0,8 до 1,5 $\text{м}/\text{с}^2$. Это позволяет осуществить остановку поездов с установленными скоростями движения за время около одной минуты в пределах 800 - 1000 м тормозного пути.

Изменение скорости движения при этом осуществляется за счет внешних сил, реализуемых между колесом и рельсом при торможении, но развиваемых как внутренние на подвижном составе в соответствии с рис. 2.1. На нем показана простейшая рычажная передача с тормозным цилиндром (ТЦ), в который подается сжатый воздух под давлением $P_ц$. Действуя на поршень ТЦ, он развивает силу $F_{шт}$, которая через рычаг вызывает прижатие тормозной колодки к колесу с усилием K'

$$K' = (250\pi d_ц^2 P_ц \eta_ц - F_1) \frac{a}{a+b} \eta_п, \quad \text{кН}, \quad (2.2)$$

где $P_ц$ — давление воздуха в ТЦ, МПа ;

$d_ц$ — диаметр тормозного цилиндра, м ;

$\eta_ц$ — коэффициент полезного действия (кпд) ТЦ;

F_1 — усилие отпускной пружины ТЦ, кН ;

a, b — длина плеч рычага, м ;

$\eta_п$ — КПД рычажной передачи.

Для улучшения условий отвода тормозных колодок от колес после торможения их размещают на 40—50 мм ниже центра колеса. При этом, в общем случае, направление силы K' не совпадает с линией, соединяющей центры колеса и колодки. Проекция на эту линию вектора K' дает его нормальную составляющую $K = K' \cos \alpha$, создающую силу трения $F_{тр}$, направленную по касательной к колесу, против его вращения и численно равную

$$F_{тр} = K \varphi_k, \quad \text{кН}, \quad (2.3)$$

где φ_k — действительный коэффициент трения тормозной колодки.

Угол α между горизонтальной осью колеса и линией, соединяющей его центр с осью тормозного башмака, называют углом наклона тормозной колодки. На вагонах он обычно составляет 10° , на локомо-

тивах около 30° . В соответствии с рис. 2.1 угол β между подвеской и линией, соединяющей оси колеса и башмака, является углом подвешивания колодок и определяет величину их дополнительного увеличения или снижения нажатия в зависимости от направления вращения колес

$$\pm \Delta K = F_{\text{тр}} \operatorname{tg} \beta, \text{ кН.} \quad (2.4)$$

Угол β стремятся сделать равным, или близким 90° для среднеизношенных колодок. С этой целью размер длины подвески $(a + b)$ принимают не менее $0,8$ радиуса колеса.

При замедлении колеса возникает сила инерции $F_{\text{и}}$, стремящаяся продолжить его вращение

$$F_{\text{и}} = 10 \frac{d\omega}{dt} m \rho^2, \text{ кН,} \quad (2.5)$$

где ω — угловая скорость вращения колес, рад/с;

m — масса колесной пары, т;

ρ — радиус инерции (для колесных пар подвижного состава ρ составляет от $0,74$ до $0,8 R$).

Поскольку силы K' , K , $F_{\text{тр}}$ и $F_{\text{и}}$ являются внутренними, то они не могут изменить количество движения транспортного средства. Однако, разница сил $F_{\text{тр}} - F_{\text{и}}$, перенесенная по законам механики в место контакта колеса с рельсом, незамедлительно вызывает возникновение соответствующей внешней силы сцепления $F_{\text{сц}}$, направленной против движения. Ее и называют тормозной силой $B_{\text{т}}$, останавливающей подвижной состав. Таким образом, регулируемая нажатием тормозных колодок, реализуемая в месте контакта колеса с рельсом и направленная в сторону, противоположную движению, сила, является тормозной

$$B_{\text{т}} = F_{\text{сц}} = F_{\text{тр}} - F_{\text{и}}. \quad (2.6)$$

При сравнительно небольших замедлениях поездов силу $F_{\text{и}}$ приравнивают к нулю, получая таким образом

$$B_{\text{т}} = K \varphi_{\text{к}}, \text{ кН.} \quad (2.7)$$

Различают реализуемую в соответствии с выражением (2.6) и потенциальную (максимальную) силы сцепления $F_{\text{сц max}}$ колес с рельсами

$$F_{\text{сц max}} = q_0 \psi_{\text{к max}}, \text{ кН.} \quad (2.8)$$

где q_0 — нагрузка, передаваемая от колеса на рельс, кН;

$\psi_{\text{к max}}$ — потенциальный коэффициент сцепления колес с рельсами.

Чтобы при торможении колесо не проскальзывало по рельсу, необходимо соблюдать условие безюзового торможения, согласно которому сила трения должна быть меньше, или равна потенциальной силе сцепления

$$\sum_{i=1}^n K \varphi_{\text{к}} \leq q_0 \psi_{\text{к max}}. \quad (2.9)$$

При равенстве этих сил колесо продолжает вращаться за счет силы инерции, не вошедшей в выражение (2.9) в явной форме. В юзе, когда происходит потеря скорости вращения колеса за пределами упругого скольжения по рельсу (более 2%), а особенно в его конечной стадии — заблокированном состоянии (при остановке вращения колеса), оно может повредиться и получить ползун. Глубина последнего лимитирована и для колесных пар с подшипниками качения не должна превышать одного миллиметра. Кроме того, при движении колеса в заблокированном (заклиненном) состоянии длина его тормозного пути возрастает в $1,5$ — $2,0$ раза.

С ростом скорости движения и силы, воздействующей на трущиеся тела, коэффициенты их трения-сцепления уменьшаются. Это происходит в соответствии с молекулярно-механической (адгезионно-деформационной) природой указанных процессов, разработанной отечественными учеными И.В. Крагельским, Б.В. Дерябиным и другими.

Согласно этой теории трение, или сцепление вызывается двумя процессами: взаимным зацеплением шероховатостей, выступов (механическая составляющая) и молекулярным взаимодействием, образующим адгезионные мостики (молекулярная составляющая). Последний процесс усиливается с течением времени. Известно, например, если два отполированных бруска из цветных металлов прижать друг к другу и оставить надолго, то они срастутся (холодная сварка).

В этой связи, обобщенные эмпирические формулы для вычисления коэффициентов трения тормозных колодок, а также коэффициента сцепления колес с рельсами имеют следующий вид

$$\varphi_{\text{к}} = \frac{bk + c}{dk + c} \cdot \frac{V + e}{fV + e}, \quad (2.10)$$

$$\psi_{\text{к}} = 0,21 \frac{0,1q_0 + 100}{0,4q_0 + 100} \cdot \frac{V + 200}{3V + 200}, \quad (2.11)$$

где V — скорость движения, км/ч;

a, b, c, d, e, f — коэффициенты соответственно равные для чугунных тормозных колодок — $0,6; 1,6; 100; 8; 100; 5$; для композиционных колодок — $0,44; 1; 20; 4; 150; 2$.

2. Общая научно-техническая информация

Рост K или q_0 увеличивает суммарную площадь контактных пятен трущихся тел (а значит, силу трения или сцепления), но в меньшей степени, чем повышение нагрузки, из-за сил упругого взаимодействия металлов. Поэтому коэффициенты φ_k и ψ_k зависят от K и q_0 обратнопропорционально. Так как темпы роста последних опережают соответствующее снижение φ_k и ψ_k , то силы $F_{тр}$ и $F_{сц}$ в итоге возрастают

$$F_{тр} \uparrow = K \uparrow \varphi_k \downarrow; F_{сц} \uparrow = q_0 \uparrow \psi_k \downarrow.$$

Максимально допустимое нажатие тормозных колодок K_{max} при равенстве сил в выражении (2.9) находят по формуле

$$K_{max} = \frac{(dq_0 \psi_{kmax} - m_v c) + \sqrt{(dq_0 \psi_{kmax} - m_v c)^2 + 4bq_0 \psi_{kmax} m_v c}}{2bm_v}, \text{ кН}, \quad (2.12)$$

где $m_v = am_1 \frac{V+e}{fV+e}$ скоростной коэффициент;

m_1 — число колодок, действующих на колесную пару.

Непрерывное увеличение силы нажатия тормозной колодки приводит к нарушению условия безюзового торможения (2.9) и не создает аналогичного роста тормозной силы B_T при повышенном скольжении колес. Как видно из графиков на рис. 2.2, полученных опытным путем Гальтоном, после точки B_{Tmax} наступает срыв сцепления и юз колесной пары, за доли секунды переводящий ее в заблокированное состояние с существенной потерей тормозной эффективности. Процесс изменения силы сцепления при повышенном скольжении определяется характеристикой сцепления колес с рельсами.

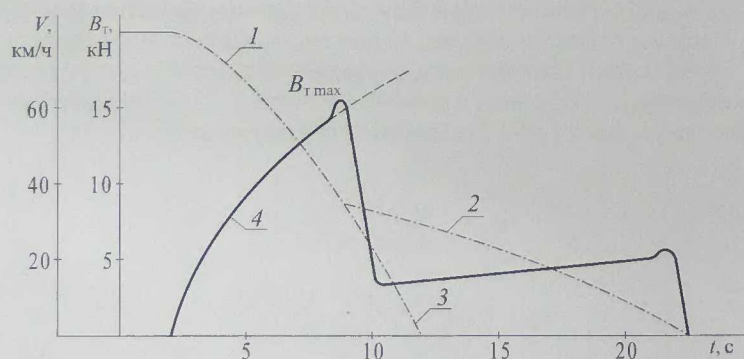


Рис. 2.2. Диаграмма изменения тормозных характеристик вагона при юзе колесных пар: 1 — скорость вагона при торможении; 2 — скорость вагона при юзе колес; 3 — предполагаемая скорость вагона без юза; 4 — тормозная сила колесной пары.

2.2. Характеристика сцепления колес с рельсами при торможении

Основополагающей закономерностью, определяющей взаимодействие рельса и колеса при реализации последним тягового или тормозного момента является характеристика сцепления. Она отражает изменение силы, или реализуемого коэффициента сцепления ψ_p , между трущимися поверхностями в зависимости от скорости их взаимного скольжения c_k . Последнее находится в долях, или процентах по выражению

$$c_k = \frac{V_k - V}{V} \cdot (100\%), \quad (2.13)$$

где V_k — окружная скорость колеса, км/ч.

Опытным путем в нашей стране в 1958 г. к.т.н. Н.Н. Меншутиным была определена характеристика сцепления колес с рельсами в режиме тяги. Некоторое время априорно считалось, что аналогичная зависимость при торможении имеет такой же вид, поскольку природа сил трения-сцепления одинакова при боксовании и юзе.

Однако, анализ процессов движения колес в этих состояниях показывает, что их тепловые режимы в контактном пятне с рельсом существенно интенсивнее во втором случае, особенно при блокировании колесных пар. Величина максимального скольжения при торможении не может превышать единицы, а при боксовании достигает нескольких единиц. И, наконец, ускорение в последнем случае изменяет только величину, а при юзе, кроме этого, еще и знак. Это вносит значительные отличия в процессы боксования и юза.

В течение нескольких лет с использованием специально разработанной аппаратуры в эксплуатационных условиях были проведены исследования по определению характеристики сцепления в режиме торможения [1, 2]. После обработки статистического материала появилась возможность выделить и линеаризовать с инженерной точностью (10—15%) четыре ветви характеристики сцепления, приведенной на рис. 2.3 в соответствии с выражениями

$$\begin{aligned} \psi_p / \psi_{kmax} &= 45c_k; & 0,02 > c_k \geq 0; & dc_k/dt > 0; & dc_k/dt < 0; \\ \psi_p / \psi_{kmax} &= 0,2c_k + 0,804; & 0,98 > c_k \geq 0,02; & dc_k/dt > 0; & dc_k/dt < 0; \\ \psi_p / \psi_{kmax} &= 35c_k + 35,3; & 1,0 \geq c_k > 0,98; & & dc_k/dt > 0; \\ \psi_p / \psi_{kmax} &= 0,1c_k + 0,45; & 0,01 \leq c_k < 1,0; & & dc_k/dt < 0. \end{aligned} \quad (2.14)$$

На первой ветви характеристики сцепления AB , едва ли достигая ее половины, в пределах упругого взаимодействия колес и рельсов

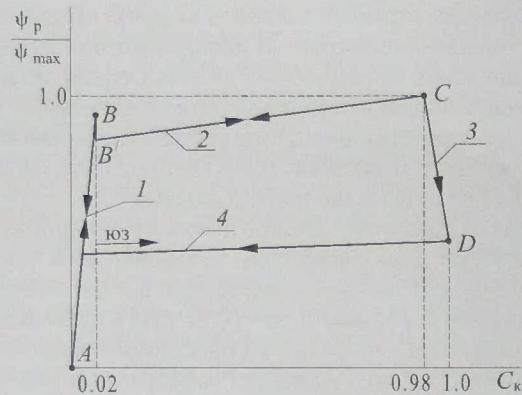


Рис. 2.3. Характеристика сцепления колес с рельсами при торможении

(криппа) основная часть железнодорожного подвижного состава реализует тормозные процессы. Переход к юзу и повышенному скольжению (пластическим деформациям) на второй ветви характеристики происходит после небольшого срыва силы сцепления BB' .

Снижение тормозного нажатия позволяет перемещать рабочую точку на 1-й и 2-й ветвях характеристики в область пониженных скольжений. Если тормозное нажатие при юзе не уменьшать, то при скольжении, близком к единице (точка C), происходит срыв сцепления с возникновением температурных вспышек на колесе, которое блокируется (D). Чтобы не допускать повреждения его поверхности, необходимо за доли секунды уменьшить нажатие тормозных колодок, после чего рабочая точка переместится по четвертой DE на первую ветвь характеристики сцепления и юз прекратится.

Полученная таким образом закономерность взаимодействия колес и рельсов при торможении позволяет создавать перспективные режимы управления скольжением противоюзными быстродействующими устройствами электронного типа, для получения минимальных тормозных путей поездов, износа их колесных пар и расхода сжатого воздуха.

2.3. Основные схемы и процессы, протекающие в тормозном оборудовании поездов

Впервые сжатый воздух для торможения на подвижном составе был применен в прямодействующем неавтоматическом тормозе в 1869 г. Его схема представлена в структурном виде на рис. 2.4 и состоит из компрессора (K), предохранительного клапана ($ПК$), главного резервуара ($ГР$), крана машиниста ($КМ$), тормозных цилиндров ($ТЦ$),

тормозной магистрали ($ТМ$), межвагонных соединений ($МС$), концевого ($КК$) и разобщительного кранов ($РК$).

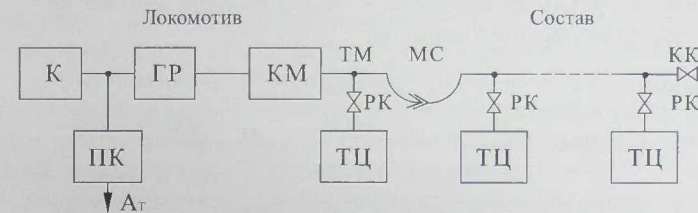


Рис. 2.4. Структурная схема прямодействующего неавтоматического тормоза

Компрессор нагнетает сжатый воздух в $ГР$, излишки которого сбрасываются $ПК$. При торможении $КМ$ сообщает $ГР$ с $ТМ$ и через $МС$ последовательно наполняются $ТЦ$, вызывая прижатие тормозных колодок к колесам. Утечки воздуха из $ТМ$ и $ТЦ$ пополняются через $КМ$ из $ГР$, поэтому такой тормоз называется прямодействующим. Из-за ограниченного диаметра тормозной магистрали наполнение $ТЦ$ происходит последовательно и со значительным отставанием между головной и хвостовой частями поезда как показано на рис. 2.5.

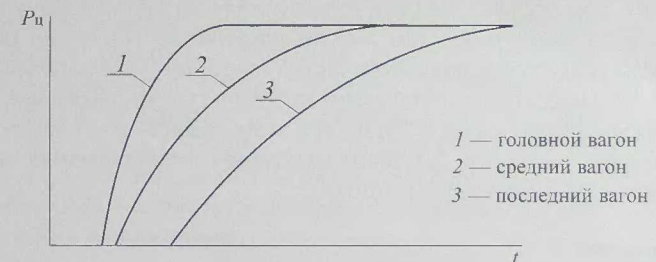


Рис. 2.5. Диаграммы наполнения $ТЦ$ в прямодействующем неавтоматическом тормозе

Это вызывает неудовлетворительные продольно-динамические реакции и не позволяет водить составы более 6—7 вагонов. Кроме того, при разрыве поезда и тормозной магистрали воздух выходит из тормозных цилиндров и части состава становятся неуправляемыми, что нарушает безопасность движения. По этим причинам указанный тормоз применяется в основном в качестве вспомогательного на локомотивах.

Более совершенной и повсеместно применяемой на подвижном составе является схема автоматического прямодействующего и непрямодействующего тормозов. В дополнение к рассмотренному выше тормозному оборудованию на каждой подвижной единице установ-

2. Общая научно-техническая информация

ливаются воздухораспределитель (ВР) и запасный резервуар (ЗР) в соответствии с рис. 2.6. Энергии накопленного сжатого воздуха в ЗР при минимально допустимом давлении в нем 0,45 МПа хватает на полную остановку транспортного средства.

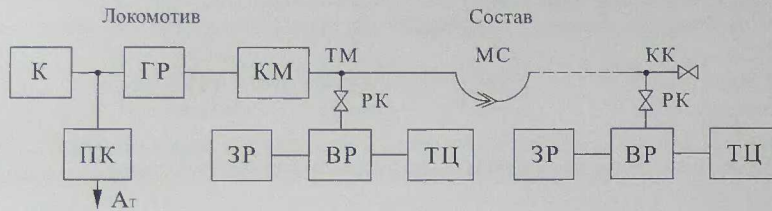


Рис. 2.6. Структурная схема автоматического прямодействующего и непрямодействующего тормозов

Тормозная магистраль, в отличие от предшествующей схемы, изначально заряжена до установленного значения. В промежутках между очередными торможениями происходит подзарядка запасных резервуаров из ТМ через ВР. Последний реагирует на изменение давления в ТМ так, что при его росте сообщает ТЦ с атмосферой (отпуск тормоза), а при понижении давления подает сжатый воздух из ЗР в ТЦ (торможение). При обрыве поезда и тормозной магистрали воздух из нее выходит и автоматически, без участия машиниста, наступает режим торможения всех оборвавшихся частей (свойство автоматичности тормоза). Этим обеспечивается высокая безопасность движения.

Процессы, протекающие в ТМ и ТЦ в этом тормозе для грузового поезда, приведены на рис. 2.7. В них различают четыре режима: зарядка, торможение, перекрыша и отпуск.

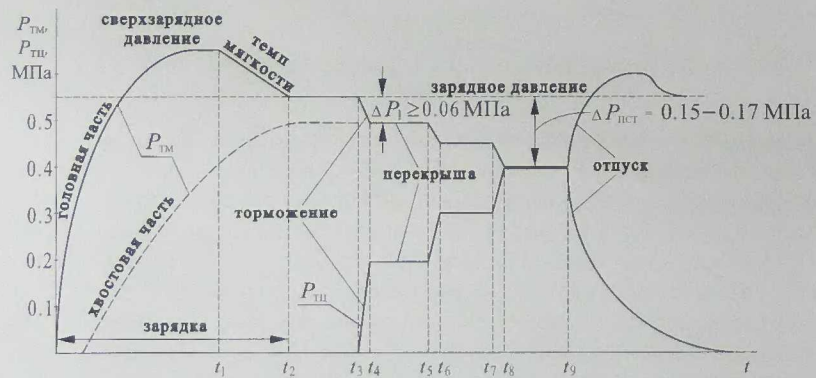


Рис. 2.7. Изменение давления в различных режимах работы автоматических тормозов

Для ускорения зарядки тормозов составов в парках отправления и их отпуска после очередных торможений используют, так называемое, сверхзарядное давление — на 0,05—0,10 МПа больше установленного. При этом выдерживают во времени такой повышенный уровень давления в ТМ пропорционально длине состава (до момента t_1), а затем начинают снижать его темпом мягкости (период t_1-t_2), на который не реагируют ВР, переходя на зарядное давление.

Зарядным называют давление, которое должно устанавливаться краном машиниста в тормозной магистрали головной части поезда. С учетом реальных утечек его уровень нормируется в зависимости от длины поезда и принимается равным 0,53—0,55 МПа в грузовых поездах и 0,45—0,48 МПа в электропоездах. Далее по поезду оно постепенно снижается, как показано на рис. 2.8 (и называется поездным), но до уровня не ниже 0,45 МПа.

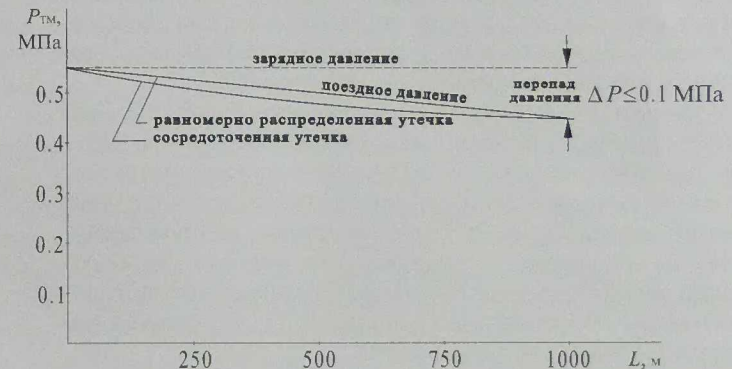


Рис. 2.8. Изменение давления в тормозной магистрали при утечках

Для управления движением поезда в большинстве случаев машинист применяет ступенчатое торможение, как показано на рис. 2.7 ($t_3-t_4, t_5-t_6, t_7-t_8$), с промежуточными перекрышами ($t_4-t_5, t_6-t_7, t_8-t_9$) периодически разрядкая магистраль соответствующим темпом. При этом, для устойчивой работы тормозов, первая ступень разрядки ТМ должна быть не менее 0,06 МПа в грузовых груженных поездах и не менее 0,03 МПа в пассажирских, а последующие — не менее 0,02 МПа. Максимальный тормозной эффект достигается при полном служебном торможении (ПСТ), когда давление в тормозной магистрали снижается на величину 0,15—0,17 МПа. При этом его наибольшее значение в тормозных цилиндрах составляет 0,38—0,40 МПа.

Когда после произведенного торможения давление в ТМ и ТЦ стабилизируется, наступает режим перекрыши. В этом состоянии на

спуске поезд может тормозить достаточно долго (несколько минут). Поэтому разряжать тормозную магистраль в грузовых поездах до давлений меньших чем 0,38 МПа нельзя, так как тормозная эффективность больше не вырастает, но нарушается возможность восполнения утечек в ТЦ (свойство прямодействия).

Экстренное торможение производят соответствующим темпом и разряжают ТМ до нуля для ускорения срабатывания тормозов. Поскольку остановка поезда в этом случае происходит за сравнительно короткое время 1,0—1,5 мин, возможная утечка воздуха в ТЦ не может существенно повлиять на истощимость тормозов. Поэтому свойство прямодействия при таком режиме их работы нарушается.

При отпуске давление в ТМ возрастает до поездного значения, а в ТЦ снижается до нуля (полный легкий бесступенчатый отпуск). Происходит подзарядка запасных резервуаров и камер воздухораспределителей для подготовки к следующему торможению. Таким образом, у автоматического тормоза имеется два диапазона давления: управляющий 0,55—0,38 МПа и исполнительный — 0,38—0 МПа, в которых должны укладываться процессы, протекающие соответственно в ТМ и ТЦ.

Дальнейшим развитием тормозных систем является прямодействующий электропневматический тормоз (ЭПТ), которым оборудован весь отечественный пассажирский подвижной состав. Структурная схема этого тормоза приведена на рис. 2.9. В ней в дополнение к автоматическому тормозу вместе с ТМ вдоль поезда прокладываются электрические провода, по которым управляются через специальный контроллер на кране машиниста электровоздухораспределители (ЭВР), установленные в одном блоке с ВР на каждой подвижной единице.

При торможении ЭПТ тормозную магистраль зачастую не разряжают, что обеспечивает высокую неистощимость и прямодействие тормоза. За счет одновременного срабатывания ЭВР и соответствующего роста тормозного нажатия вагонов в поезде продольно-динамические усилия существенно снижаются, что позволяет ускорить наполнение

ТЦ до 3—4 с и резко повысить управляемость тормозами (точность поддержания необходимой скорости движения) подвижного состава. Использование ЭПТ в пассажирских поездах снижает длину их тормозного пути на 10—15 %, в грузовых на 15—20 %, а также снимает ограничения на их длину по продольно-динамическим реакциям.

Применяемый на отечественном подвижном составе ЭПТ не обладает свойством автоматичности, так как при обрыве проводов переходит в режим отпуска. По этой причине его используют только при наличии пневматического автоматического тормоза.

В тормозных магистралях рассмотренных выше тормозных систем различают три темпа изменения давления: мягкости, служебного и экстренного торможения. Темп мягкости составляет до 0,03 МПа/мин и на него тормоза не реагируют, обладая определенной нечувствительностью.

Темп служебного торможения находится в диапазоне от 0,01 до 0,04 МПа/с и вызывает четкое срабатывание воздухораспределителей на торможение с дополнительной разрядкой ТМ на установленную глубину и обеспечения таким образом незатухающей тормозной волны до хвостовой части поезда. Экстренное торможение с последовательным срабатыванием ускорителей экстренного торможения по поезду, если они имеются на ВР, и ускоренным наполнением ТЦ обеспечивается темпом экстренного торможения 0,08 МПа/с и выше.

В тормозной магистрали при управлении указанными процессами возникают три волны: воздушная, тормозная и отпускная. Воздушной волной является перепад давления, движущийся в ТМ и возникающий при ее сообщении с атмосферой. Скорость этой волны $V_{вв}$ такая же, как и у звука в воздухе, и составляет около 330 м/с в обычных условиях. В общем случае она практически не зависит от величины давления и влажности, но значительно изменяется от температуры в соответствии с выражением

$$V_{вв} = 20\sqrt{T}, \text{ м/с}, \quad (2.15)$$

где T — абсолютная температура воздуха в тормозной магистрали, K° .

Тормозная волна характеризуется началом появления давления в ТЦ. Ее скорость $V_{тв}$ зависит от чувствительности и быстродействия воспринимающей части воздухораспределителей и не должна быть менее 250 м/с по международным требованиям. Грузовой ВР № 483 создает скорость тормозной волны 300 м/с, а пассажирский № 292 не более 200 м/с. Практически $V_{тв}$ можно измерить следующим образом

$$V_{тв} = \frac{L_{п}}{t_{тв}}, \text{ м/с}, \quad (2.16)$$

где $L_{п}$ — длина поезда, м; $t_{тв}$ — время тормозной волны, с.

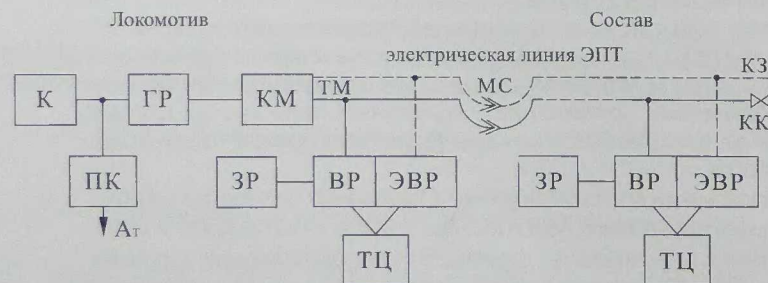


Рис. 2.9. Структурная схема прямодействующего электропневматического тормоза

2. Общая научно-техническая информация

Последнее определяется как время от момента поворота ручки крана машиниста в тормозное положение до появления давления в ТЦ соответствующего вагона.

Аналогично определяется скорость отпускной волны $V_{ов}$, которая характеризуется снижением давления в ТЦ

$$V_{ов} = \frac{L_n}{t_{ов}}, \text{ м/с}, \quad (2.17)$$

где $t_{ов}$ — время отпускной волны от поворота ручки КМ в отпускное положение до начала падения давления в ТЦ.

Скорость этой волны составляет около 50 м/с. Таким образом, например, до последнего вагона поезда длиной в один километр она доходит через 20 с. Этим объясняются, в частности, рекомендуемые выдержки времени после начала отпуска тормозов до набора тяги, в зависимости от длины поезда, в соответствии с Инструкцией по эксплуатации тормозов подвижного состава.

2.4. Классификация тормозов подвижного состава

Тормозами называют комплекс устройств, предназначенных для создания дополнительных управляемых сил сопротивления движению с целью регулирования скорости или остановки поезда. Тормоза являются главным средством, обеспечивающим безопасность движения и возможность роста скоростей поездов.

По одному из основных признаков: реакции на разрыв управляющего канала тормоза разделяют на автоматические и неавтоматические. Первые срабатывают на торможение при разрыве поезда и останавливают все его разорвавшиеся части без участия машиниста. Автоматические тормоза являются основным средством безопасности, в соответствии с эффективностью которых выполняется расчет тормозного пути и осуществляется расстановка сигналов на перегоне. Ими оборудованы все поезда.

Неавтоматические тормоза при разрыве поезда не тормозят, а будучи в заторможенном состоянии дают отпуск. Они имеют ограниченное применение, в основном, в качестве вспомогательных на локомотивах и автономных подвижных единицах.

По способу создания тормозного эффекта различают фрикционные и динамические тормоза. К фрикционным относятся колодочные, дисковые и магнитно-рельсовые тормоза. Последние отличаются тем, что их максимальная эффективность не ограничена силой сцепления колес с рельсами. Они применяются на скоростном подвижном составе и трамваях.

Динамическими являются реостатные и рекуперативные тормоза, которыми оборудованы большинство магистральных электровозов.

Они не являются тормозами безопасности, так как с падением скорости снижают свою эффективность и имеются только на тяговом подвижном составе. Динамические тормоза выгодно применять для регулирования скорости на небольших спусках, уменьшая износ тормозных колодок и расход сжатого воздуха.

По характеристике действия классифицируют нежесткие, полужесткие и жесткие тормоза. Нежесткие тормоза работают с любого зарядного давления и не требуют специальной настройки под уровень установившегося поездного давления, которое зависит от длины ТМ и утечек в ней (см. рис. 2.8). На медленный темп снижения давления в ТМ в поездном положении (темп мягкости) такие тормоза не реагируют, обладая определенной нечувствительностью к естественным колебаниям давления в ТМ при движении поезда.

Для полного отпуска нежесткого тормоза достаточно поднять давление в ТМ после торможения на небольшую величину 0,02—0,03 МПа. Такой отпуск называется "легким". Им обладают все пассажирские воздухораспределители и грузовые на "равнинном" режиме работы, которые и относятся к нежестким.

Полужесткие тормоза обладают теми же свойствами, что и нежесткие, но каждой величине роста давления в ТМ после торможения соответствует определенная ступень отпуска в ТЦ. Полный же отпуск наступает практически при восстановлении зарядного (поездного) давления. Такой отпуск называют "тяжелым" или "ступенчатым". Им обладают грузовые ВР на "горном" режиме работы, что позволяет обеспечить их эксплуатацию на спусках круче 18 ‰.

После торможения этим тормозом при отпуске колодки не отходят от поверхности колес до тех пор, пока ТМ и подключенные к ней запасные резервуары (ЗР) не будут заряжены до исходного давления. Следующее торможение будет происходить с полным тормозным эффектом, как и предыдущее. Управляемость поездов с полужестким тормозом хуже, чем с нежестким, но она компенсируется необходимой высокой безопасностью движения.

Жесткие тормоза настраиваются на определенный уровень зарядного и поездного давления в ТМ и при изменении давления в ТМ любым темпом устанавливают соответствующее давление в ТЦ. Они имеют ограниченное применение и используются на крутых спусках 40 ‰ и более, в особенности на карьерном транспорте открытых горных разработок.

По способности восполнять утечки в тормозных цилиндрах и запасных резервуарах различают неистощимые (прямодействующие) и истощимые (непрямодействующие) тормоза. В прямодействующих тормозах грузовых поездов при перекрытии связи главного резервуара на локомотиве и запасных резервуаров, а также тормозных цилиндров на каждой подвижной единице не разрывается и все утечки восполняются.

В непрямодействующих тормозах пассажирских поездов эта связь нарушается и снижение давления в ЗР, а также в ТЦ не компенсируется из ГР. Указанное свойство позволяет на затяжных спусках тормозить грузовые поезда длительно без потери их тормозной эффективности. Пассажирский поезд, с ускоренными процессами торможения и отпуска, в этих случаях ведут в режиме периодического затормаживания с отпуском для подзарядки ЗР, не усложняя воздухораспределитель.

По темпам изменения давления тормоза разделяют на быстродействующие — пассажирские и медленнодействующие — грузовые. Скорость протекающих процессов обусловлена при торможении допустимыми продольно — динамическими реакциями, а при отпуске — длиной ТМ и величиной подключенных к ней объемов ЗР и камер.

2.5. Расчетная система нажатий и обеспеченность поездов тормозными средствами

Оценить возможность безопасной эксплуатации подвижного состава можно по удельной тормозной силе, численное значение которой в сто раз больше замедления поезда от тормозных сил на площадке

$$b_T = \frac{10^3 B_T}{P+Q} = \frac{10^3 \sum_{i=1}^n K\phi_k}{P+Q}, \quad \text{Н/кН.} \quad (2.18)$$

где P и Q — вес локомотива и состава соответственно, кН.

При реальном замедлении составов в диапазоне от 0,1 до 1,5 м/с², как отмечено выше, развиваемая удельная тормозная сила соответственно составляет 10—150 Н/кН. Однако, поскольку коэффициент трения тормозных колодок зависит от силы их нажатия, для поезда из разнотипных вагонов расчет b_T становится затруднительным.

В этой связи, чтобы в эксплуатационных условиях упростить расчеты тормозной эффективности, разработана расчетная система нажатий. Основным условием ее получения является равенство тормозных сил

$$B_T = \sum_{i=1}^n K\phi_k = \phi_{кр} \sum_{i=1}^n K_p.$$

Для чугунных тормозных колодок, например, можно записать

$$B_T = \sum_{i=1}^n K \cdot 0,6 \cdot \frac{1,6K+100}{8K+100} \cdot \frac{V+100}{5V+100} = 0,27 \cdot \frac{V+100}{5V+100} \cdot \sum_{i=1}^n 2,22K \cdot \frac{1,6K+100}{8K+100}. \quad (2.20)$$

Поскольку расчетный коэффициент трения $\phi_{кр}$ искусственно не зависит от величины нажатия (оно принято условно неизменным для чугунных 27 кН и 16 кН для композиционных тормозных колодок), то он для всех подвижных единиц в поезде одинаков. Зная максимальную скорость движения поездов различных категорий, легко рассчитать минимальный $\phi_{кр}$, с учетом худших условий торможения, и определить необходимое тормозное нажатие через нормируемый расчетный тормозной коэффициент поезда ϑ_p

$$\vartheta_p = \frac{\sum_{i=1}^n K_p}{P+Q}. \quad (2.21)$$

Этот коэффициент для грузовых груженых поездов должен быть не менее 0,33, грузовых порожних — 0,55, пассажирских (до 120 км/ч) — 0,6 и т.д.

Исходя из (2.21) расчетное потребное нажатие в поезде $K_{рп}$ находится следующим образом

$$\sum_{i=1}^n K_{рп} = \vartheta_p (P+Q). \quad (2.22)$$

Подсчет расчетного фактического нажатия производят путем последовательного по поезду суммирования известных расчетных нажатий на ось каждой подвижной единицы в соответствии с выражением (2.23) и табл. 2.1

$$\sum_{i=1}^n K_{рф} = a_1 n_1 K_{p1} + a_2 n_2 K_{p2} + \dots + a_n n_n K_n, \quad (2.23)$$

где a_1, a_2, a_n — количество вагонов, или локомотивов данного типа;
 n_1, n_2, n_n — число тормозных осей данного транспортного средства;
 K_{p1}, K_{p2}, K_{pn} — расчетные нажатия колодок на одну колесную пару, кН.

Таблица 2.1. Расчетные силы нажатий тормозных колодок грузовых вагонов

Режим торможения	Расчетная сила нажатия, кН/ось	
	Чугунные колодки	Композиционные колодки (в пересчете на чугунные)
Порожний	35	35
Средний	50	70
Груженный	70	85

2. Общая научно-техническая информация

Аналогичные нормативные значения тормозных нажатий установлены для всех видов подвижного состава. Необходимо отметить при этом, что по эффективности нажатия тормозные колодки приводятся к чугунным в расчете на общий по поезду $\varphi_{кр}$. Истинное нажатие, например, композиционных тормозных колодок практически в 2 раза меньше указанного для них в табл. 2.1. Кроме того, при скоростях более 120 до 140 км/ч и более 140 до 160 км/ч соответственно нормативное значение нажатий композиционных тормозных колодок необходимо увеличивать на 25 % и 30 % за счет их повышенной тормозной эффективности.

Условием выпуска поезда на перегон является превышение (или равенство) расчетного фактического нажатия над потребным

$$\sum_{i=1}^n K_{рф} \geq \sum_{i=1}^n K_{рп} \quad (2.24)$$

Если данное условие не выполняется, то в пределах 8—12 % недостающего фактического нажатия поезд можно выпустить на перегон с ограничением скорости движения. При этом на каждую недостающую сотую долю расчетного тормозного коэффициента скорость снижают на 2 км/ч и округляют с кратностью 5 км/ч в меньшую сторону. Для пассажирских поездов, обращающихся на уклонах до 6 ‰ скорость снижают аналогично на 1 км/ч, свыше 6 ‰, также на 2 км/ч. Минимальный расчетный тормозной коэффициент, при котором выпуск поезда не производят, определен в каждом случае и, в частности, составляет: для грузовых груженых поездов 0,28, для грузовых порожних 0,50, пассажирских (до 120 км/ч) 0,55 и т.д.

Кроме того, в связи с повышенной эффективностью композиционных тормозных колодок, если ими оборудованы 25, 50 и 100 % колесных пар в поезде, это компенсирует недостаток соответственно 0,01, 0,02 и 0,03 расчетного тормозного коэффициента.

2.6. Продольно-динамические усилия в поездах

Из-за конечной скорости тормозной волны в поездах при торможении возникает набегание последующих вагонов на предыдущие, сопровождаемое в несжатом составе серией ударов (ударная волна). Наибольшие усилия в автосцепках R при этом по исследованиям проф. Б.Л. Карвацкого возникают в начальной фазе торможения (до начала наполнения сжатым воздухом тормозного цилиндра последнего вагона) в последней третьей части поезда и могут быть определены по следующему выражению

$$R = A \sum_{i=1}^n K_p \varphi_{кр} \frac{L_{п}}{V_{тв} t_{ц}}, \text{ кН}, \quad (2.25)$$

где A — коэффициент, учитывающий предтормозное состояние поезда (растянут, сжат), диаграмму наполнения тормозных цилиндров и износ автосцепок;

$L_{п}$ — длина поезда, м;

$V_{тв}$ — скорость тормозной волны, м/с;

$t_{ц}$ — время наполнения ТЦ, с.

Впоследствии, по мере выравнивания тормозных усилий по длине поезда и его сжатия продольные реакции уменьшаются. Если перед началом торможения, затормаживая локомотив, поезд предварительно сжать, выбрав свободные зазоры в автосцепках, то ударного типа реакций можно избежать, что снижает продольные усилия в 1,5—2,5 раза. В соответствии с этим коэффициент A в выражении (2.25) принимают равным 0,4 в сжатом поезде; 0,65 в растянутом; 1,0 для оценки мгновенных усилий; 3,0 при сильно изношенных автосцепках.

Поскольку коэффициент трения тормозных колодок уменьшается с ростом скорости движения, то наибольшие продольные усилия развиваются при малых скоростях 10—20 км/ч. По условиям прочности автосцепки они не должны превышать 2000—2500 кН, а регулярно действующие при служебных торможениях — 1000 кН.

Важнейшей характеристикой тормозной системы поезда является скорость тормозной волны. При разработке воздухораспределителей стремятся максимально облегчить их чувствительную (воспринимающую) часть, чтобы увеличить этот показатель. Однако в рамках золотниково-поршневых конструкций с реальными силами трения требуется перепад давления 0,010—0,015 МПа на чувствительном органе, чтобы он пришел в движение и обеспечил дополнительную разрядку тормозной магистрали, создавая незатухающую тормозную волну. Поэтому, например, воздухораспределители №№ 270-002, 292 не могут реализовать скорость тормозной волны более 200 м/с.

Переход на диафрагменно-клапанные системы с легкой не нагруженной силами трения воспринимающей частью, практически мгновенно реагирующей на малейший перепад давления 0,003—0,005 МПа, позволил ускорить тормозную волну до 300 м/с. При прочих равных условиях, как следует из выражения (2.25), появилась возможность сократить время наполнения тормозных цилиндров при воздухораспределителях № 483 до 25 с, вместо 40 с у предшествующих конструкций ВР. Это существенно снижает длину тормозного пути, повышает безопасность движения и создает предпосылки для увеличения скорости поездов и пропускной способности участков железных дорог.

В настоящее время в грузовых поездах скорость тормозной волны по существу достигла своего физического предела, так как вплотную приблизилась к скорости воздушной волны 330 м/с.

Это накладывает ограничения на максимальную длину поездов, тормоза которых управляются по пневматическому каналу. Преобразуя выражение (2.25) и подставляя в него реальные цифровые значения можно определить

$$L_{\text{п}} = \frac{R \cdot V_{\text{тв}} \cdot t_{\text{п}}}{A \sum_{i=1}^n K_{\text{р}} \phi_{\text{кр}}} = \frac{1000 \cdot 300 \cdot 25}{1 \cdot 28000 \cdot 0,19} \approx 1400 \text{ м.} \quad (2.26)$$

Таким образом, по продольно-динамическим усилиям существующие тормозные средства позволяют устойчиво управлять поездами из 100 условных груженых вагонов или длиной около 1400 м. Несмотря на пониженные продольно-динамические усилия в порожних поездах, их длина тем не менее ограничена теми же 1400 м по условиям устойчивого движения вагонов в рельсовой колее без выдавливания в кривых участках пути. Так, например, при радиусе кривых 200, 300 и 400 м максимально допустимые сжимающие усилия не должны превышать соответственно 450, 500 и 550 кН.

2.7. Длина тормозного пути и ее расчет. Номограммы тормозных путей поездов

При торможении поезда силы, влияющие на него, существенно изменяются и зависят от процесса потери скорости и профиля пути. Определить заранее их изменение во времени не представляется возможным и, поэтому, расчеты ведутся путем численного интегрирования уравнения движения (2.1) по интервалам скорости или времени.

В первом случае, чтобы упростить расчеты, тормозной путь $S_{\text{т}}$ разбивают условно на два: подготовительный $S_{\text{п}}$ и действительный $S_{\text{д}}$ в соответствии с выражением

$$S_{\text{т}} = S_{\text{п}} + S_{\text{д}} = \frac{V_0 t_{\text{п}}}{3,6} + \sum_{i=1}^n \frac{500(V_{n+1}^2 - V_n^2)}{\zeta (b_{\text{т}} + \omega_{\text{ок}} + i_{\text{с}})}, \text{ м,} \quad (2.27)$$

где V_0 — скорость поезда перед торможением, км/ч;

$t_{\text{п}}$ — время подготовки тормозов к действию, с;

V_{n+1}, V_n — границы выбранного диапазона скоростей (для ручного расчета диапазон не более 10 км/ч), км/ч;

$\omega_{\text{ок}}$ — основное удельное сопротивление движению поезда на холостом ходу локомотива, Н/кН.

Условно считается, что в период времени $t_{\text{п}}$ тормоза в поезде не работают, а по его истечении мгновенно увеличивают тормозное нажатие до максимального. При этом $t_{\text{п}}$ рассчитывается так, чтобы длина тормозного пути в реальном случае и при указанном допущении была одинакова. Если предположить, что работа сил трения соответствует

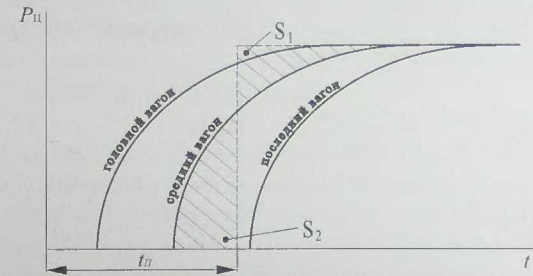


Рис. 2.10. К расчету времени одготовки тормозов к действию

площади под диаграммами наполнения тормозных цилиндров, то выравняем среднюю из них для поезда и заменим на скачкообразную с равенством площадей $S_1 = S_2$ можно найти время $t_{\text{п}}$, как показано на рис. 2.10.

Из рисунка видно, что при удлинении поезда $t_{\text{п}}$ увеличивается, а при росте темпов наполнения тормозных цилиндров, например, замена пневматические тормоза на электропневматические, $t_{\text{п}}$ уменьшается

$$t_{\text{п}} = D - \frac{C i_{\text{с}}}{b_{\text{т}}}, \text{ с,} \quad (2.28)$$

где D и C — коэффициенты, зависящие от длины поезда и быстродействия тормозной системы [3].

Из выражения (2.27) следует, что для расчета $S_{\text{п}}$ использована формула, предполагающая равномерное движение, которое возможно лишь при равенстве $\omega_{\text{ок}} = |i_{\text{с}}|$. Поэтому учет изменения скорости поезда от уклона на этом отрезке пути сделан за счет корректировки $t_{\text{п}}$.

Расчет действительного тормозного пути выполняется по частям в каждом диапазоне скоростей от V_0 до нуля с их последующим суммированием. При этом значения удельных сил в знаменателе вычисляются всякий раз для средней в диапазоне скорости и считаются в нем условно неизменными в соответствии с выражениями

$$b_{\text{т}} = 1000 \cdot \vartheta_{\text{р}} \phi_{\text{кр}}, \quad \text{Н/кН;} \quad (2.29)$$

$$\omega_{\text{ок}} = \frac{\omega_{\text{х}} P + \omega_0 Q}{P + Q}, \quad \text{Н/кН;} \quad (2.30)$$

$$\omega_{\text{х}} = \alpha + \beta V + \gamma V^2, \quad \text{Н/кН;} \quad (2.31)$$

2. Общая научно-техническая информация

$$\omega_0'' = \frac{\omega_{08}'' Q_8 + \omega_{04}'' Q_4 + \dots + \omega_{0m}'' Q_m}{Q_8 + Q_4 + \dots + Q_m}, \quad \text{Н/кН}; \quad (2.32)$$

$$\omega_{0m}'' = 0,7 + \frac{l + rV + pV^2}{q_0}, \quad \text{Н/кН}, \quad (2.33)$$

где $\omega_x, \omega_0'', \omega_{0x}$ — основное удельное сопротивление движению локомотива, состава и поезда, Н/кН;

α, β, γ — коэффициенты [3];

$\omega_{08}'', \omega_{04}'', \omega_{0m}''$ — основное удельное сопротивление движению восьми, четырехосных и других вагонов, Н/кН;

Q_8, Q_4, Q_m — вес восьми-, четырехосных и других групп вагонов в поезде, кН,

l, r, p — коэффициенты [3].

Получив для каждого интервала скоростей отрезки действительных тормозных путей ΔS_t , сложив их поочередно от минимальной до максимальной скорости и добавив к результату длину подготовительного пути, получают полное значение тормозного пути. Результаты расчетов при этом целесообразно заносить в таблицу, аналогичную таблице 2.2 с данными для грузового поезда.

Таблица 2.2. Результаты расчета длины тормозного пути поезда по интервалам скорости

V , км/ч	$\varphi_{кр}$	b_T , Н/кН	$t_{пр}$, с	$S_{пр}$, м	$V_{ср}$, км/ч	$\varphi_{кр}$	b_T , Н/кН	ω_0 , Н/кН	ω_x , Н/кН	ω_{0x} , Н/кН	ω_{0x}'' , Н/кН	$b_T + i_{cr}$, Н/кН	ΔS_t , м	$\Sigma \Delta S_t$, м	S_T , м
80	0,097	32,9	15,8	352											1153
					75	0,100	33,6	5,12	1,64	1,69	28,2	221	801		
70	0,120	34,6	15,6	304											884
					65	0,105	35,6	4,6	1,48	1,54	30,1	180	580		
60	0,108	36,6	15,4	257											657
					55	0,112	38,0	4,1	1,35	1,40	32,2	142	400		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	0,198	67,1	13,9	39											6
					5	0,227	74,6	2,5	0,96	1,01	68,5	6	6		
0	-	-	-	-											

В связи с заменой реальной диаграммы наполнения тормозных цилиндров на скачкообразную указанный метод дает удовлетворительную точность расчетов при скоростях до 40 км/ч и на спусках до 20 ‰. Если остановка поезда происходит до наполнения тормозных цилиндров, то указанная замена диаграмм их наполнения приводит к ошибочному увеличению тормозного пути.

Более точным и универсальным способом расчета длины тормозного пути является метод интегрирования уравнения движения поезда по интервалам времени. В нем изменение скорости ΔV в заданном интервале Δt определяется по выражению

$$\Delta V = -\frac{\zeta}{3600} (b_T + \omega_{0x} + i_c) \Delta t, \quad \text{км/ч}. \quad (2.34)$$

Если принять $\Delta t = 3с$, $\zeta = 120 \text{ км} \cdot \text{кН/ч}^2 \text{ Н}$, а $(b_T + \omega_{0x} + i_c) = C$, получится

$$\Delta V = -0,1C, \quad \text{км/ч}. \quad (2.35)$$

Зная предыдущую расчетному шагу скорость движения V_n , и получив среднюю, находят приращение длины тормозного пути ΔS_t в интервале Δt

$$\Delta S_t = \frac{V_n + \Delta V}{2} \cdot \frac{\Delta t}{3,6}, \quad \text{км/ч}. \quad (2.36)$$

Расчет ω_{0x} для средней скорости ведут по выражениям (2.30)—(2.33), как показано выше, а b_T по формуле (2.29), в которой изменение расчетного тормозного коэффициента во времени для различных видов подвижного состава и способов торможения приведено в таблицах [3].

Полученные таким образом отрезки ΔS_t последовательно суммируют для определения полного тормозного пути. Результаты расчетов целесообразно заносить в таблицу, аналогичную таблице 2.3 с данными для пассажирского поезда [3].

Таблица 2.3. Результаты расчета длины тормозного пути поезда по интервалам времени

Δt , с	ϑ_p	$\varphi_{кр}$	b_T , Н/кН	ω_{0x} , Н/кН	i_{cr} , Н/кН	C , Н/кН	ΔV , км/ч	V , км/ч	$V_{ср}$, км/ч	ΔS_t , м	S_T , м
0—3	0	0,09	0	4,5	-5	-0,5	+0,05	100,05	100	83	83
3—6	0,21	0,09	19	4,5	-5	18,5	-1,85	98,2	99	82	165
6—9	0,36	0,092	33,2	4,3	-5	32,5	-3,3	94,3	96	80	245
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42—45	0,60	0,160	96	1,6	-5	92,6	-9,3	15,1	20	17	833
45—49	0,60	0,20	120	1,3	-5	116,3	-15,1	0	10	11	844

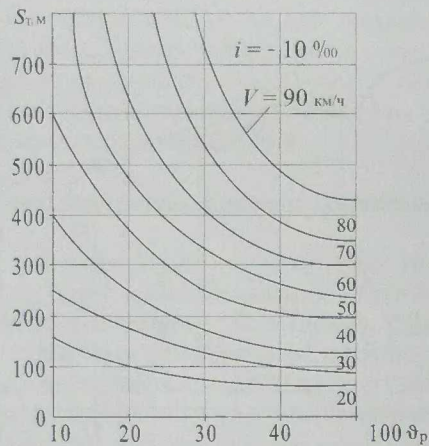


Рис. 2.11. Номограмма тормозного пути грузового поезда при композиционных колодках на спуске 10 ‰

Известны еще три отечественных метода расчета тормозного пути: аналитический метод расчета интегрированием уравнения движения поезда при установившемся торможении, графический метод и метод расчета по номограммам. Первый из перечисленных является наиболее сложным и требует дополнительных вычислений подготовительного пути S_0 . Второй применяется для построения графиков движения поездов.

По третьему методу номограммы предварительно рассчитываются на ЭВМ. Полученные таким образом номограммы позволяют графически решать ряд следующих тормозных задач в соответствии с рис. 2.11:

- определение длины тормозного пути по известным значениям тормозного расчетного коэффициента и скорости движения;
- определение необходимого тормозного расчетного коэффициента по заданным длине тормозного пути и скорости движения;
- определение допустимой скорости движения по установленным длине тормозного пути и тормозному расчетному коэффициенту.

В связи с большим количеством отличий в условиях торможения, таких, например, как категория поезда, типы используемых тормозных колодок, вид применяемых тормозов, величина уклона и т.д., полный набор номограмм для всех случаев подготовить проблематично. Это ограничивает возможности их применения.

Доступность и высокий уровень развития вычислительной техники в настоящее время позволяют по разработанным программам

расчета тормозного пути — численным интегрированием по интервалам времени легко решить любую тормозную задачу. Ранее этот метод применялся как контрольный и наиболее универсальный для проверки точности расчета другими методами.

2.8. Тормоза для высокоскоростного подвижного состава

Поскольку кинетическая энергия движущегося поезда возрастает в квадратичной зависимости от скорости движения, то для быстрого перевода ее в тепловую и механическую требуются мощные и эффективные тормозные средства. Пара трения колодка—колесо при скоростях выше 150 км/ч не успевает отводить возникающее тепло, даже при чугунных тормозных колодках. Это вызывает необходимость ее переноса с поверхности катания колеса на специальные, хорошо вентилируемые диски, устанавливаемые обычно по два на одной оси колесной пары. Тормозные накладки прижимаются к этим дискам через клещевидную рычажную передачу, связанную с одним, небольшого диаметра, тормозным цилиндром.

В связи с тем, что при дисковом тормозе в отличие от колодочного не происходит очистки поверхности катания колес, коэффициент сцепления их с рельсами снижается в 1,5—2 раза, что увеличивает вероятность юза. Поэтому на высокоскоростных поездах обязательна установка противоюзных устройств.

Первые из них, инерционно-механические, срабатывали при окружных замедлениях колес более 3—4 м/с², после проворота маховика на оси колесной пары, и резко, за доли секунды, выпускали воздух из ТЦ, растормаживая весь вагон. Затем, после паузы в 1,5—2,0 с, давление в ТЦ вновь возрастало через сбрасывающий клапан до исходного. В расчете на периодическое срабатывание таких регуляторов объем запасных резервуаров на каждом вагоне увеличивался в 4—5 раз.

Эти устройства выполняли простейшую функцию по исключению повреждения колес при юзе, и алгоритм их действия являлся “защитным”. Тем не менее они позволяли реализовать уровень сцепления колес с рельсами на 15—20 % выше, по сравнению с обычными пассажирскими поездами.

Поскольку замедление вращения колеса в этих приборах не является признаком, гарантирующим отсутствие юза, возникали случаи их блокирования и повреждения при так называемом “медленном” юзе, с низким темпом потери окружной скорости. Однако, оставаясь в рамках пневматических конструкций противоюзных устройств, реализовать другие алгоритмы выявления и ликвидации юза довольно сложно.

В этой связи в нашей стране и за рубежом для эффективного использования свойств сцепления при поосном, или потележеч-

2. Общая научно-техническая информация

ном торможении, были созданы быстродействующие электронные противоюзные регуляторы, позволяющие при экстренном торможении вести колеса в режиме небольшого периодического проскальзывания.

В пределах одного вагона, или локомотива, эти устройства сравнивают скорость вращения колес, определяя величину их скольжения, и резким изменением давления в ТЦ на небольшую величину в большую или меньшую сторону, удерживают индивидуально проскальзывание колесных пар в диапазоне 10—15 %. Это позволяет повысить уровень реализуемого сцепления при торможении на 60—70 %.

Совершенствование электронных противоюзных устройств в нашей стране привело к созданию так называемых регуляторов управления скольжением с адаптивным алгоритмом действия. При этом функции защиты колесных пар от повреждения являются безусловно обязательными, но второстепенными. На первое место выдвигаются требования по максимальному использованию сил сцепления колес рельсами при торможении, что и вызвало применение функций подстройки (адаптации) регулятора под условия движения.

Один из перспективных алгоритмов действия таких регуляторов представлен на рис. 2.12 [4, 5]. При экстренном торможении давление в ТЦ первой оси поезда $P_{ц1}$ вырастает до тех пор, пока не наступит юз (скольжение колеса более 2 %) в момент t_2 . Этот уровень давления P_1 запоминается в устройстве, и оно выполняет антиблокировочный цикл (t_2 - t_4), снижая давление в ТЦ до тех пор, пока колесо не прекратит замедляться (момент t_3).

В течение периода t_3 - t_4 давление воздуха остается неизменным, а колесо выходит из юза, увеличивая скорость вращения. Когда это произойдет (момент t_4), давление в ТЦ вновь вырастает, но до уровня на ΔP меньше того, при котором юз начался (момент t_5).

Как показали исследования свойств сцепления [1, 2], несмотря на его вероятностные свойства, на однородном участке пути без сторонних включений на рельсах оно изменяется в пределах 5 % на расстоянии около 100 м. Поэтому, определив предельный уровень сцепления через давление в ТЦ (P_1), можно после антиблокировочного цикла подстроиться под него и двигаться, эффективно тормозя, на расстоянии ΔS .

Если на этом отрезке пути самопроизвольного срыва колес в юз не произошло, устройство вновь поднимает давление в ТЦ до потери сцепления (момент t_7) и определения нового уровня P_2 , с дальнейшей автоматической подстройкой под него после антиблокировочного цикла и т.д. Поскольку следующие за первой колесные пары движутся в лучших

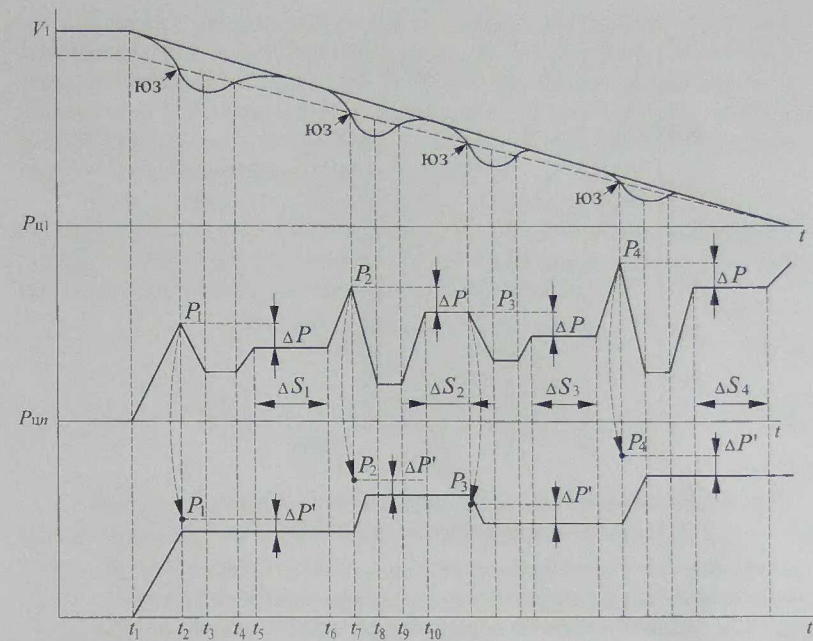


Рис. 2.12. Адаптивный алгоритм регулятора управления скольжением

по сцеплению условиям, то уровень давления в их тормозных цилиндрах сразу подстраивается под известный, определенный при ее юзе.

Таким образом, остальные колесные пары не вводятся в режим повышенного скольжения, реализуя силу сцепления, близкую к максимальной (см. диаграммы давлений P_n на рис. 2.12 и характеристику сцепления на рис. 2.3). Это позволяет в десятки раз уменьшить износ колесных пар и расход сжатого воздуха по сравнению с рассмотренным выше алгоритмом, а самое главное, использовать потенциальное сцепление колес с рельсами практически полностью. Расчетная тормозная эффективность поездов, оборудованных адаптивными регуляторами управления скольжением, по сравнению с обычными пассажирскими возрастает почти в два раза.

Дальнейшее повышение тормозной эффективности требует применения тормоза, не зависящего от сил сцепления колес с рельсами. Таким тормозом является магнитно-рельсовый, в котором на каждой тележке между колесными парами установлены два тормозных электромагнитных башмака.

При экстренном торможении пневматическими устройствами башмаки переводятся в рабочее положение и в их индукционные об-

мотки подается электрический ток от аккумуляторных батарей вагона. Электромагнитными силами каждый башмак прижимается к рельсу с усилием около 100 кН, создавая значительные силы трения и сокращая дополнительно тормозной путь на 30—40 %. Кроме скоростных пассажирских поездов такие тормоза применяют на трамваях и тяговых агрегатах промышленного транспорта.

2.9. Перспективы совершенствования тормозных устройств

Поскольку совершенствование тормозной техники в нашей стране, как правило, происходило вследствие изменения условий эксплуатации подвижного состава — это вызывало определенную временную паузу до создания необходимых по характеристикам тормозных приборов. Так как в течение нескольких лет при этом приходилось пользоваться устаревшими тормозными устройствами, снижалась безопасность движения поездов.

Так произошло, например, в 40—50-е годы 20 столетия при переходе с паровой на тепловую и электрическую виды тяги. Используемые тогда на грузовых паровозах краны машиниста Казанцева № 183, 184 имели диаметр питающего тормозную магистраль отверстия 7 мм и не позволяли водить поезда длиной более 600—700 м по условиям устойчивого отпуска тормозов.

Однако до разработки нового крана машиниста № 222 с высокими питающими способностями и постановки его на серийное производство в 1957 г., вынужденно пользовались предыдущими конструкциями этого прибора, указанными выше. Это снижало управляемость тормозами поездов и затрудняло их эксплуатацию.

Аналогичная проблема в этот период возникла и с двумя другими важными тормозными устройствами: краном вспомогательного тормоза локомотива 4 ВК и воздухораспределителем № 135. Первый не обладал свойством прямодействия, необходимым для надежного удержания поезда после остановки на спуске, а второй имел невысокую скорость тормозной волны и ограничивал длину составов по допустимым продольно-динамическим усилиям.

Наконец, ненормальная ситуация возникла и продолжает существовать с тормозным оборудованием карьерных поездов, эксплуатируемых на открытых горных разработках со спусками до 50—60 ‰. Несмотря на существенно отличные от магистрального транспорта условия торможения, на горнообогатительных комбинатах использовались те же тормозные устройства, что и на сети дорог: краны машиниста № 222, 394, воздухораспределители № 270-002, 270-005, 483, автоторможимы № 265.

Поэтому, автором с группой специалистов для карьерного транспорта была проведена модернизация тормозного оборудования, направленная на ускорение темпов действия воздухораспределителей № 270-005 и 483, и согласованная с заводом изготовителем "Трансмаш". Указанное изменение характеристик воздухораспределителей используется в настоящее время на большинстве горнообогатительных комбинатов [6].

Таким образом, тормозные устройства не разрабатывались заблаговременно на перспективу, хотя во многих случаях она была достаточно очевидна. Первые электровозы и тепловозы, например, появились в нашей стране еще в 30-е годы прошлого века, а разработка тормозных устройств под их тяговые свойства произошла только через 20 лет.

Как показано выше, в настоящее время некоторые характеристики воздухораспределителей, в частности скорость тормозной волны (300 м/с), достигли своего физического предела. Это накладывает ограничения на длину грузовых поездов, которая при существующих автосцепках вряд ли может быть более 1400 м.

Для увеличения длины поезда можно усилить автосцепку и улучшить ее параметры, изменить характеристики тормозных колодок, удлинить приемо-отправочные пути и внести ряд других изменений, которые, однако, на ближайшую перспективу вряд ли оправданы. Скорее всего в грузовом движении при наибольшем весе составов 60—80 тыс. кН будет происходить постепенный рост скорости до 100 км/ч и более с широким использованием средств автоматизации процессов, в том числе тормозных, и возможным применением однопроводного электропневматического тормоза.

Такая же перспектива, но с большими темпами роста скорости до 300—400 км/ч ожидает и пассажирские поезда. В них тормозное нажатие на диски должно регулироваться в зависимости от веса вагона, скорости его движения, а при экстренном торможении — силы сцепления колес с рельсами и ее максимальном использовании с применением специальных адаптивных алгоритмов управления скольжением.

Решение этих задач привычными пневмомеханическими средствами при наличии источников электропитания нецелесообразно, поэтому имеющаяся тормозная техника должна претерпеть существенные качественные изменения. Достаточно сказать, что наиболее сложный грузовой воздухораспределитель № 483 выполняет по существу несколько простейших функций и дальнейшее совершенствование подобных устройств наращиванием дополнительных элементов, как это происходило в течение последних 150 лет, является тупиковым направлением.

2. Общая научно-техническая информация

Перспективным в этом плане видится широкое применение в тормозных приборах электроники по аналогии с серийно выпускаемыми системами САУТ, УЗОТ, УКВР и т.д. С учетом этого на каждом локомотиве или пассажирском вагоне должен быть размещен специализированный комплекс безопасности, включающий определенный набор тормозных и других устройств с возможностью его расширения в зависимости от условий эксплуатации.

В частности, на пассажирских локомотивах этот комплекс должен выполняться на базе современных высоконадежных микропроцессоров с включением электронных поездного и вспомогательного кранов машиниста, электронных автостопа, противоюзно-противобоксочного устройства, скоростного регулятора тормозного нажатия, сигнализатора обрыва и закупорки тормозной магистрали на базе расходомера, скоростемера с регистрацией всех интересующих процессов, встроенной диагностики, систем САУТ, УЗОТ и т.д. Эти устройства должны быть выполнены по единой технологии, увязаны между собой в общем блоке и размещены на локомотиве так, чтобы на начальных этапах их применения оставалась возможность перейти на ручной способ управления тормозами через краны машиниста № 395, 254.

На пассажирских вагонах в комплекс безопасности могут включаться, например, электропневматические тормоза, электронные противоюзные, скоростные и авторежимные регуляторы, датчики нагрева букс, пожарная сигнализация, регуляторы температуры и влажности, встроенная диагностика и т.д. При этом каждое устройство, являясь автономным, должно, в сочетании с другими, реализовывать оптимальные зависимости управления соответствующим процессом с возможностью адаптации под него. Важнейшей особенностью и отличием таких приборов от существующих является способность подстройки и оптимизация регулируемого процесса, информация о котором накапливается в их электронной памяти при эксплуатации подвижного состава.

На тормозную магистраль при этом остаются возложенными две важные функции: доставка сжатого воздуха в запасный резервуар каждого вагона и реализация свойства автоматичности тормозов при возможном обрыве поезда. Последнее может обеспечить простой прибор, выполненный, например, в виде ускорителя экстренного торможения.

В зависимости от категории поезда локомотивы и вагоны могут оснащаться различным набором устройств или их алгоритмов в комплексе безопасности, которые должны легко стыковаться через специальные разъемы и иметь индивидуальный источник электрического питания. Кроме оптимальных зависимостей по регулированию процессов в памяти электронных устройств должен быть предусмотрен контроль их исправного состояния с автоматической заменой вышедших из строя узлов для обеспечения высокой надежности комплексов.

Грузовые поезда в перспективе, также как и пассажирские, должны получить электрическое питание на каждый вагон от локомотива и, таким образом, на них будут использованы аналогичные комплексы безопасности с оценкой состояния ходовых частей, автосцепок, тормозного оборудования и управления важнейшими процессами. Применение электронной техники на подвижном составе, в особенности на пассажирских и грузовых вагонах, принципиально меняет привычные способы конструирования и внешний вид тормозных приборов, таких как воздухораспределители, авторежимы, противоюзные устройства и т.д.

Воспринимающая или измерительная часть в них должна состоять из электрических датчиков, логическая или обрабатывающая из миниатюрного микропроцессора, а исполнительная из электропневматических вентилях, резервуара и реле давления (повторителя). Быстродействие и точность, а также компактность и надежность таких устройств должны быть весьма высокими, что существенно улучшит качество процессов регулирования. Проблемы защиты электроники от дестабилизирующих воздействий, в частности перепадов температур, особенно на грузовых вагонах, со временем будут решены схемотехническими способами.

3. МЕХАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ТОРМОЗА

Механическая часть тормоза предназначена для передачи усилия, развиваемого на штоке тормозного цилиндра или штурвале ручного тормоза, к тормозным колодкам или накладкам дискового тормоза. Она включает тормозную рычажную передачу, автоматический регулятор и тормозные башмаки с колодками. Рычажная передача состоит из системы рычагов, тяг, валиков, подвесок, кронштейнов, серег и других элементов.

Механическая часть тормоза должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- передавать усилие на тормозные колодки равномерно и с минимальными потерями;
- сохранять силу нажатия на тормозные колодки, практически не зависящую от выхода штока ТЦ и наклона рычагов;
- удерживать выход штока ТЦ и зазор между колесами и тормозными колодками в установленных пределах, несмотря на износ последних;
- иметь, по возможности, меньший удельный вес, приходящийся на одну колодку;
- обеспечивать отвод тормозных колодок от колес на расстояние 5–8 мм при отпуске;
- не изменять своих параметров и не требовать частых регулировок в течение длительного времени;
- позволять легко переходить с одного типа тормозных колодок на другой.

Чтобы предотвратить падение массивных частей рычажной передачи на путь, предусматриваются предохранительные и поддерживающие скобы и угольники. Для обеспечения нормального выхода штока ТЦ по мере износа колодок применяются автоматические регуляторы рычажных передач.

Так как тормоз пассажирских вагонов по сравнению с грузовыми действует в несколько раз быстрее (как по времени наполнения и опорожнения ТЦ, так и по длительности непрерывного торможения), то, с учетом вероятности получения недопустимого ползуна, для первых применяют почти вдвое большее нажатие колодок, чем для вторых. Поэтому в пассажирских вагонах применяют более сложные рычажные передачи с двухсторонним нажатием тормозных колодок на колесо, а в грузовых – с односторонним.

Рычажные передачи локомотивов имеют большое разнообразие, определяемое, в основном, проблемами размещения на колесных парах одновременно тяговой и тормозной аппаратуры. Поскольку на тяговом подвижном составе из-за двигателей, в большинстве

случаев, не удается связать попарно тормозные колодки с помощью балок, то приходится делать их фигурными (гребневыми) и применять несимметричные рычажные передачи, расположенные с одной стороны локомотива и действующие от отдельных ТЦ.

Тип рычажной передачи и ее расположение на транспортном средстве зависят от многих факторов и разрабатываются на последних этапах проектирования транспортного средства, исходя из сложившихся условий. Общий вид рычажной передачи, как правило, задается или подбирается из ряда типовых.

Расчет механической части тормоза начинают с определения рекомендуемой силы нажатия на тормозную колодку K_i ,

$$K_i = \frac{\delta q_0}{m_i}, \quad \text{кН}, \quad (3.1)$$

где δ — коэффициент действительного тормозного нажатия (задается для всех видов подвижного состава);

m_i — число колодок, действующих на одну колесную пару.

Полученное значение K_i проверяется по допустимым удельным давлениям ρ по неравенству

$$\rho \geq \frac{10^3 K_i}{F_k}, \quad \text{Н/см}^2, \quad (3.2)$$

где F_k — площадь тормозной колодки, см².

Затем рассчитывается передаточное число рычажной передачи n как сумма передаточных чисел к каждой колодке n_n (паре колодок) с учетом потерь из-за угла наклона колодки α

$$n = (n_1 + n_2 + \dots + n_n) \cos \alpha. \quad (3.3)$$

Диаметр тормозного цилиндра $d_{ц}$ находят с использованием формул:

$$F_{шт} = K_i m / n \eta_{п}, \quad \text{кН}, \quad (3.4)$$

где $F_{шт}$ — необходимое усилие на штоке ТЦ, кН;

m — число колодок, связанных с данным ТЦ;

$\eta_{п}$ — КПД рычажной передачи;

$$d_{ц} = 1,12 \sqrt{\frac{F_{шт} + (F_1 + F_2 + F_3)}{10^3 P_{ц} \eta_{ц}}}, \quad \text{м}, \quad (3.5)$$

$$F_1 = F_0 + Ж_1 l_{шт}, \quad \text{кН}, \quad (3.6)$$

3. Механическая часть тормоза

где F_1, F_2, F_3 — усилие соответственно отпускной пружины, пружины авторегулятора рычажной передачи и наружной пружины, приведенные к штоку ТЦ, кН;

$\eta_{ц}$ — КПД тормозного цилиндра;

F_0 — усилие предварительного натяга, кН;

J_1 — жесткость отпускной пружины, кН/мм;

$L_{ш}$ — выход штока ТЦ, мм.

Полученное значение диаметра ТЦ округляют до ближайшего выпускаемого промышленностью и определяют реализуемое при этом нажатие тормозной колодки по выражению

$$K = \frac{1}{m} [250\pi d_{ц}^2 P_{ц} \eta_{ц} - (F_1 + F_2 + F_3)] m \eta_{ц}, \quad \text{кН.} \quad (3.7)$$

Вычисленное таким образом нажатие проверяют по условию безюзового торможения (2.9), удельному давлению (3.2) и рекомендованному значению δ (3.1). Если какие-либо из перечисленных проверок не проходят, то варьируют диаметром ТЦ так, чтобы все указанные требования выполнялись. На этом расчет механической части тормоза заканчивают.

Одним из важнейших элементов механической части тормоза являются тормозные колодки. К ним предъявляются следующие основные требования:

— коэффициент трения колодок должен мало зависеть от их нажатия, скорости движения и температуры нагрева;

— фрикционные свойства колодок не должны изменяться в различных погодных условиях, особенно от попадания на них влаги;

— при торможении колодки не должны вызывать перегрева и повреждения колес, их повышенного износа, образования трещин.

Кроме того, недопустимо создание на поверхности катания колес токонепроводящих пленок и снижение силы сцепления колес с рельсами от тормозных колодок, а также образование вредных для человека продуктов износа.

На подвижном составе применяются чугунные, композиционные и фосфористые (чугунные с повышенным содержанием фосфора) тормозные колодки. Первые в основном используют на локомотивах и пассажирских вагонах, вторые — на грузовых и пассажирских, особенно скоростных вагонах, а третьи — на электропоездах. Чугунные колодки хорошо проводят тепло, их коэффициент трения не снижается при попадании влаги, но значительно уменьшается от роста скорости движения, и они недостаточно износостойки. Композиционные тормозные колодки обладают более стабильным от скорости и высоким коэффициентом трения, имеют в 3—4 раза меньший износ, чем чугунные, но хуже их отводят тепло, фрикционные свойства их снижа-

ются при увлажнении. Фосфористые чугунные колодки имеют повышенную износостойкость и коэффициент трения по отношению к стандартным чугунным, однако создают искрение при длительном торможении и не могут применяться на подвижном составе с деревянными конструкциями.

Износ чугунных тормозных колодок ΔH по толщине можно рассчитать по следующему выражению:

$$\Delta H = \frac{40}{\left(\frac{5 \cdot 10^4 F}{\alpha_k B_t V_0 t} - \frac{525}{\sqrt{t}}\right) \beta_k}, \quad \text{мм,} \quad (3.8)$$

где F — геометрическая площадь трения колодки, действующей на колесо, см²;

α_k — коэффициент распределения теплового потока в колодке (0,2–0,3 при одностороннем нажатии колодок на колесо; 0,35 и 0,45 при двухстороннем нажатии соответственно одинарных и секционных колодок;

t — длительность торможения, с;

B_t — средняя тормозная сила, действующая в течение времени t , от колодок на колесо, кгс;

V_0 — средняя скорость движения, м/с;

β_k — коэффициент качества колодок (при соответствии требованиям стандарта равен 1).

Критическое время непрерывного торможения $t_{кр}$, после которого возникает катастрофически быстрый износ чугунных колодок, находится по формуле:

$$t_{кр} = \left(\frac{95F}{\alpha_k B_t V}\right)^2. \quad (3.9)$$

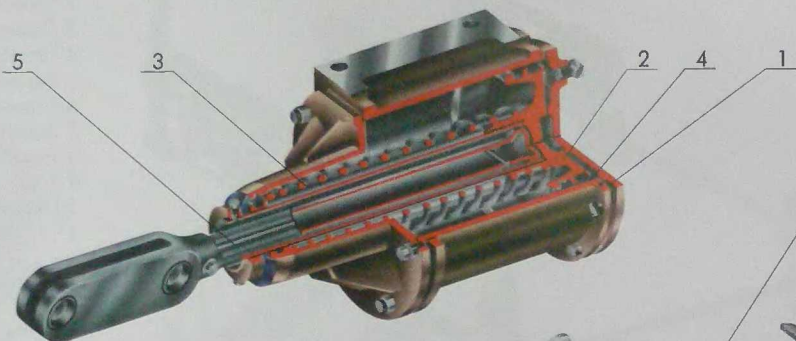
Это время для обычных условий торможения на затяжных спусках составляет, как правило, несколько десятков минут.

РЫЧАЖНАЯ ТОРМОЗНАЯ ПЕРЕДАЧА ЭЛЕКТРОВОЗОВ ВЛ10, ВЛ11, ВЛ80, ВЛ82

A1

ТОРМОЗНОЙ ЦИЛИНДР

1. Корпус
2. Поршень
3. Отпускная пружина
4. Манжета
5. Шток



1. Торсионный цилиндр
2. Торсионные колодки
3. Кронштейны
4. Подвески
5. Торсионные башмаки
6. Главные балансиры
7. Серьги
8. Торсионные балки
- 9, 11. Тяга
10. Муфта

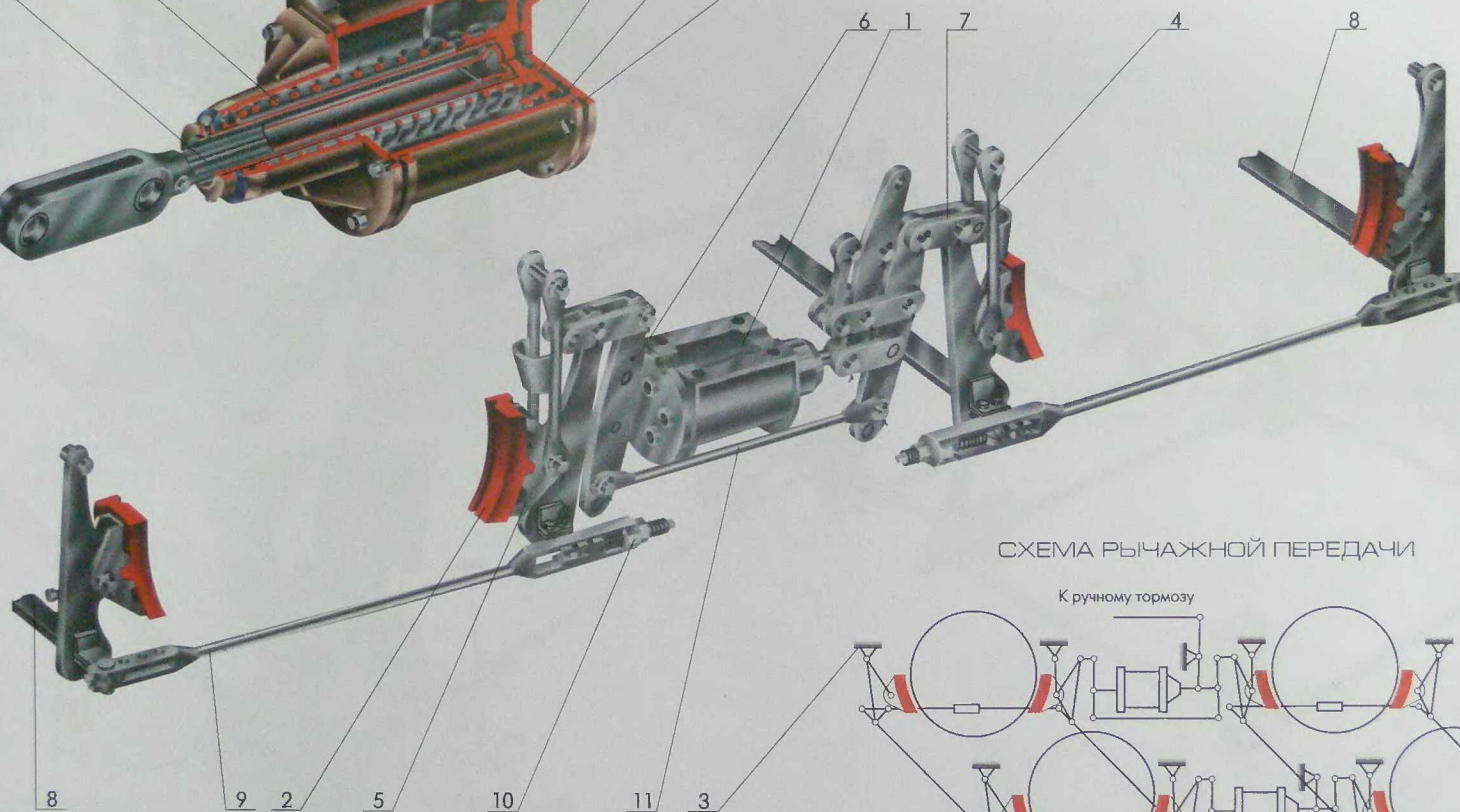
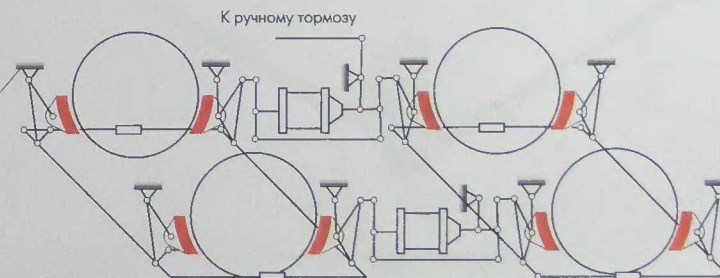


СХЕМА РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ



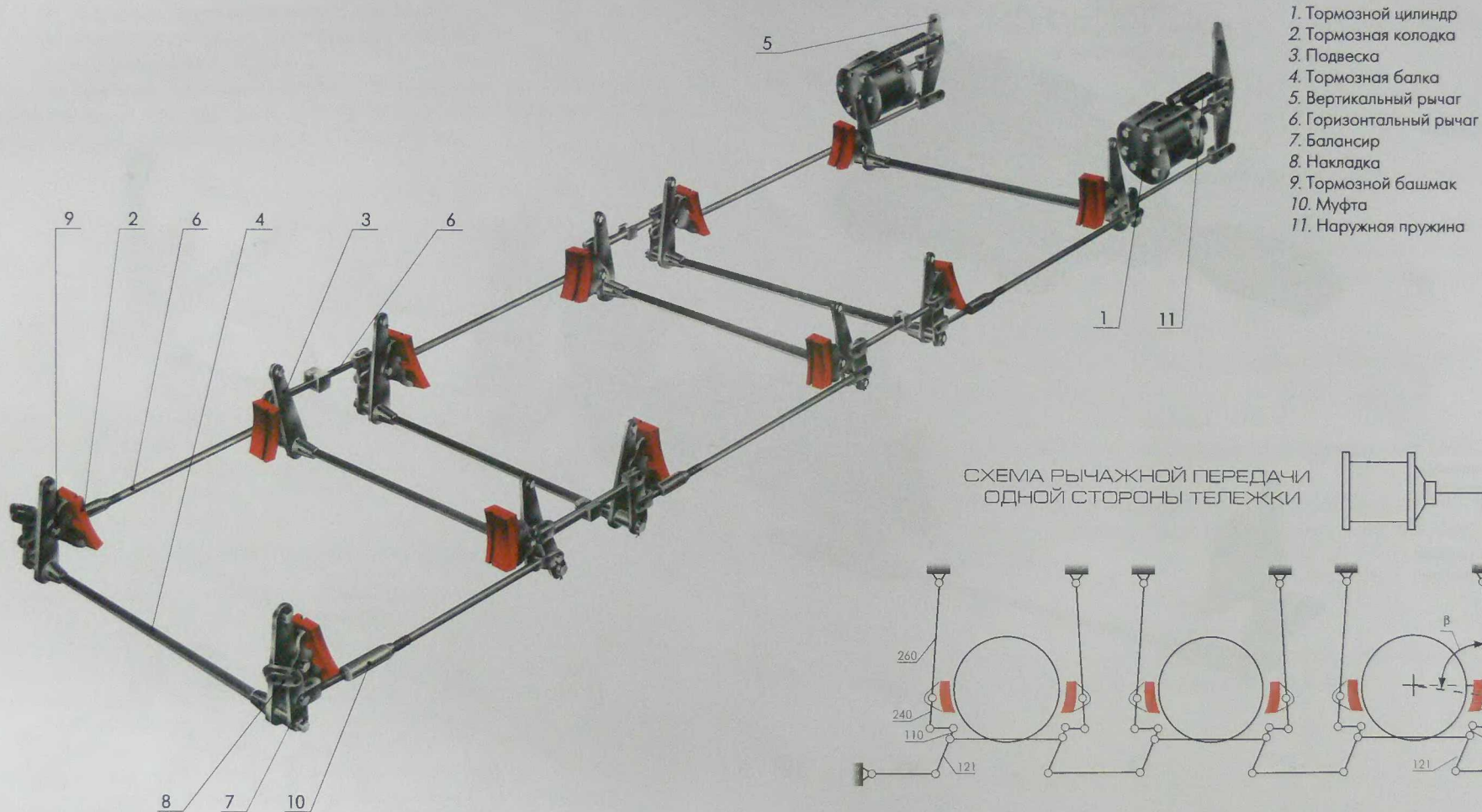
Рычажные тормозные передачи тележек электровозов ВЛ10, ВЛ11, ВЛ80 и ВЛ82 аналогичны. На каждой стороне тележки установлен один тормозной цилиндр 1 диаметром 0,254 м (10"), связанный через рычажную передачу с четырьмя тормозными колодками 2, действующими на два колеса.

На кронштейнах 3 рамы тележки шарнирно укреплены подвески 4 с башмаками 5. Главные балансиры 6 соединены с верхними концами средних подве-

сок 4 через серьги 7. Тормозные балки 8, соединяющие рычажные передачи каждой стороны тележки, попарно связаны тягами 9, имеющими регулировочные муфты 10. Нижние концы главных балансиров 6 соединены тягой 11.

Передаточное число рычажной передачи составляет 5,76. Общее нажатие тормозных колодок тележки — 334,06 кН, что позволяет реализовать коэффициент нажатия 0,73.

РЫЧАЖНАЯ ТОРМОЗНАЯ ПЕРЕДАЧА ЭЛЕКТРОВОЗА ВЛ60



Центр тормозного башмака с триангелями или тормозными балками располагают ниже центра колесной пары на 40–50 мм. В заторможенном состоянии при среднеизношенных колодках вертикальные и горизонтальные рычаги должны быть перпендикулярны тягам. При этом максимально допустимый выход штока тормозного цилиндра на локомотивах должен составлять 100 мм, на электро- и дизель-поездах — 125 мм.

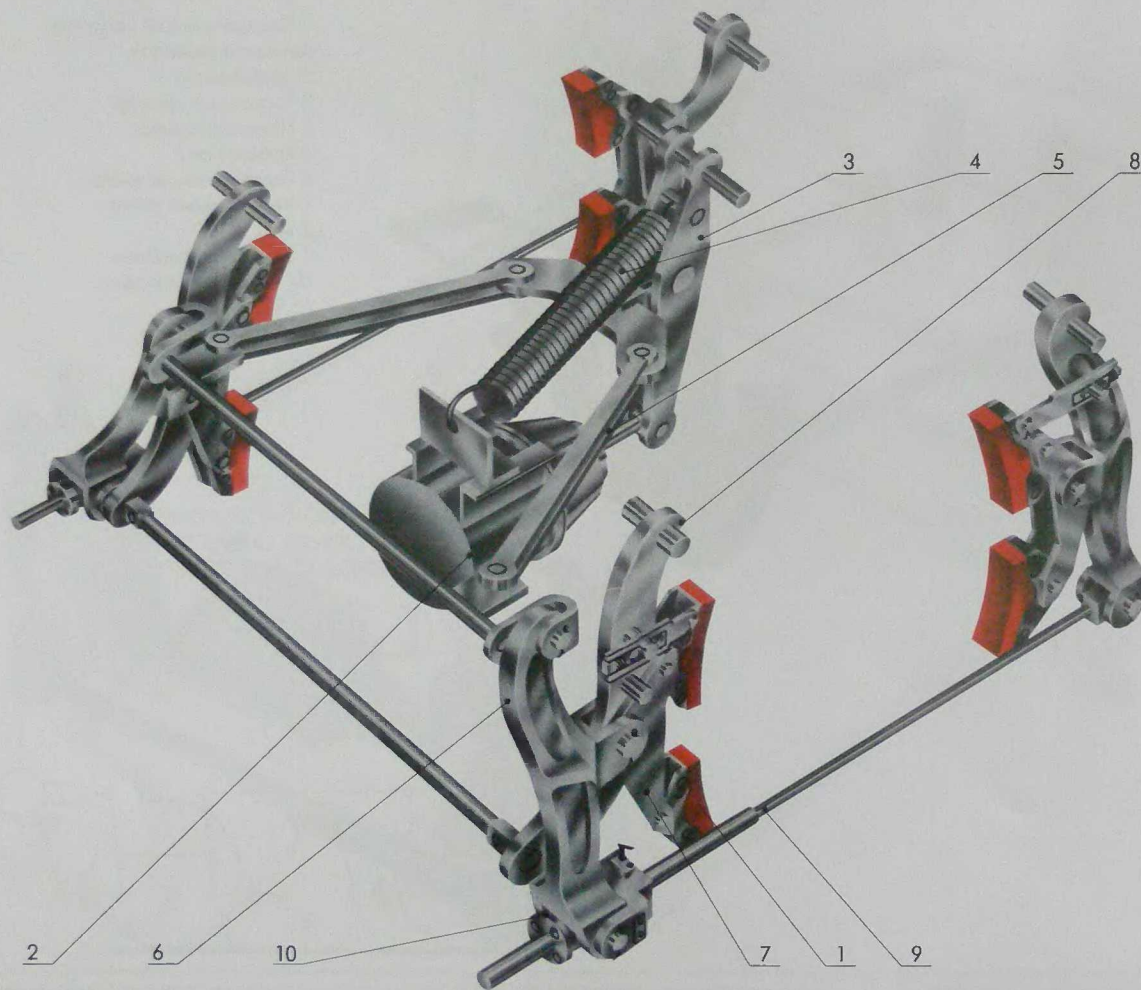
Максимально допустимое удельное давление при чугунных колодках должно быть 130 Н/см², а при композиционных — 60 Н/см². На локомотивах, оборудованных чугунными гребневыми тормозными колодками с твердыми вставками при одностороннем нажатии это давление может достигать 160 Н/см².

С учетом этих рекомендаций и выполняются рычажные передачи электровозов, в том числе одного из старейших — ВЛ60. В ней использованы два тормозных цилиндра 1 диаметром 14", каждый из которых

приводит в действие шесть тормозных колодок 2, действующих на три колеса одной стороны тележки. Между собой подвески 3 по обе стороны тележки попарно связаны тормозными балками 4. Усилие от тормозных цилиндров 1 к колодкам 2 передается через вертикальные рычаги 5, горизонтальные тяги 6, балансиры 7 с накладками 8. Тормозные колодки установлены в башмаках 9, укрепленных на подвесках 3. Регулировка длины горизонтальных тяг обеспечивается муфтами 10 и через отверстия в щеках крайних тяг. Для отвода тормозных колодок от колес после торможения дополнительно к внутренней пружине тормозного цилиндра установлены наружные пружины 11. При передаточном числе 7,02 коэффициент нажатия тормозных колодок электровоза ВЛ60 составляет 0,78.

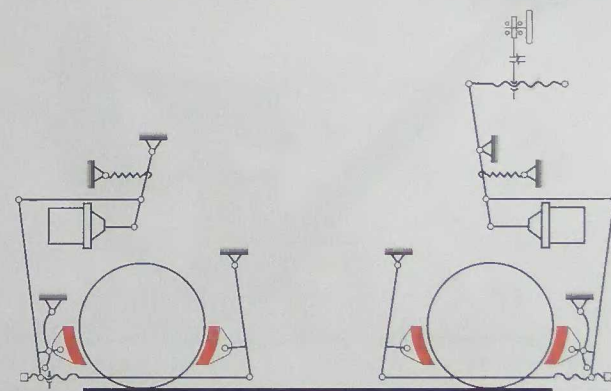
РЫЧАЖНАЯ ТОРМОЗНАЯ ПЕРЕДАЧА ЭЛЕКТРОВОЗА ЧС7

A3



1. Тормозная колодка
2. Тормозной цилиндр
3. Двуплечий рычаг
4. Наружная пружина
- 5, 9. Тяга
6. Наклонный рычаг
7. Башмак
8. Подвеска
10. Винт

СХЕМА РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ
ТЕЛЕЖКИ ЧС7, ЧС8, ЧС6, ЧС200

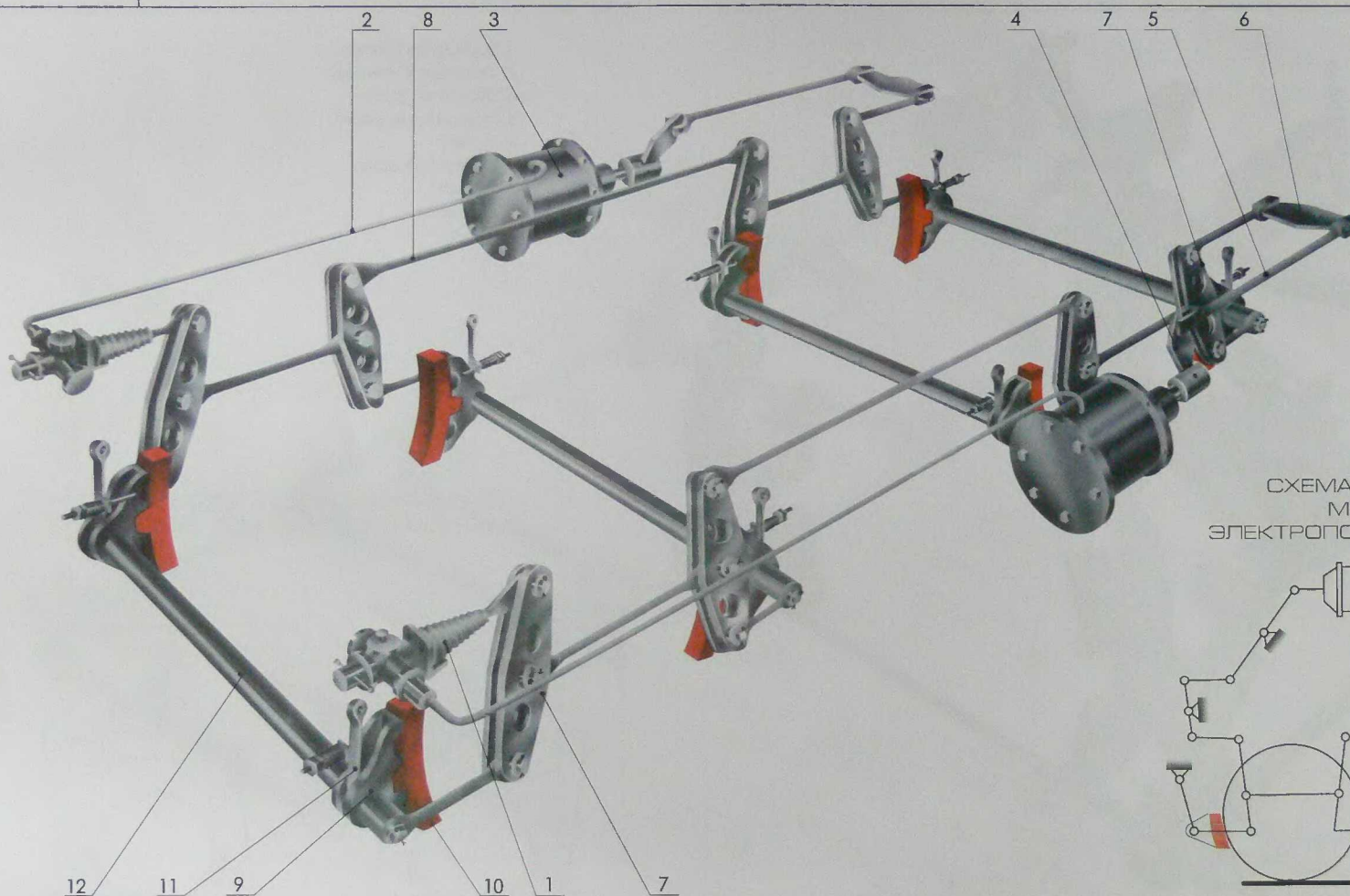


Рычажные передачи электровозов ЧС имеют общие принципы построения, независимо от конструкции тележек. Каждая колесная пара этих локомотивов имеет индивидуальную тормозную систему с четырьмя тормозными колодками 1, усилие на которые передаются от тормозного цилиндра 2 диаметром 12" (кроме ЧС4). Шток последнего действует на двуплечий рычаг 3 с наружной пружиной 4, связанный через тяги 5 с траверсой и наклонными рычагами 6, шарнирно соединенными с башмаками 7, которые с помощью подвесок 8 укреплены на раме тележки. Усилия на тормозные ко-

лодки 1 с другой стороны колес передаются через тяги 9 регуляторов и рычаги 6. Регулировка рычажной передачи по мере износа тормозных колодок осуществляется полуавтоматически за счет винта 10 (ЧС7) или зубчатой рейки с защелкой (ЧС2).

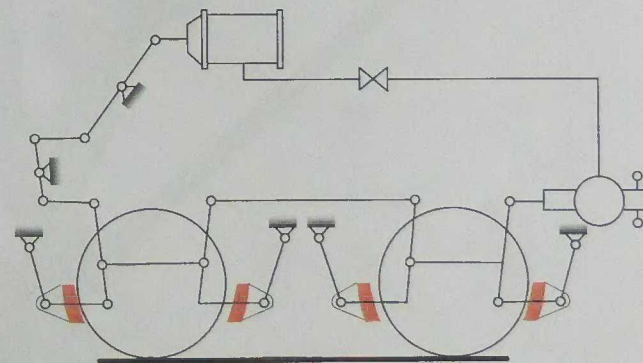
Передаточное число рычажной передачи электровозов ЧС7, ЧС8 составляет 7,62, расчетное нажатие колодок на ось 156,8 кН (на скоростном режиме).

РЫЧАЖНАЯ ТОРМОЗНАЯ ПЕРЕДАЧА МОТОРНЫХ ВАГОНОВ С АВТОРЕГУЛЯТОРОМ



1. Пневматический регулятор рычажной передачи
2. Трубопровод
3. Тормозной цилиндр
4. Наклонный рычаг
5. Крайняя тяга
6. Горизонтальный рычаг
7. Вертикальный рычаг
8. Тяга
9. Тормозной башмак
10. Тормозная колодка
11. Подвеска
12. Траверса

СХЕМА РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ
МОТОРНОГО ВАГОНА
ЭЛЕКТРОПОЕЗДА С АВТОРЕГУЛЯТОРОМ



На моторных вагонах электропоездов, локомотивах, а также вагонах с дисковым тормозом применяют многоцилиндровые тормозные системы, обеспечивающие минимальное число промежуточных узлов при передаче усилия от тормозного цилиндра к колодкам. Это повышает эффективность механической части тормоза за счет снижения деформаций и потерь на трение, уменьшения выхода штока тормозного цилиндра и углов наклона рычагов, одновременности прижатия колодок к колесам с минимальными задержками из-за люфтов и зазоров и по ряду других причин. В то же время в таких рычажных передачах необходимо использовать большее число автоматических регуляторов, в них усложняется привод ручного тормоза и увеличивается число гибких соединений.

Как правило, при многоцилиндровых тормозных системах применяется двухстороннее нажатие тормозных колодок на колесо. В этом случае по сравнению с односторонним нажатием снижается износ колодок и отрицательное влияние их усилий на буксовый узел, повышается коэффициент трения колодок и возрастает тепловая нагруженность пары трения. Рычажная передача при двухстороннем нажатии сложнее, а коэффициент ее полезного действия меньше. Однако при значительных нагрузках на оси, оборудованные тяговым приводом, и имеющихся ограничениях по удельным давлениям на колодки обеспечить требуемый коэффициент силы нажатия при их одностороннем действии на колеса затруднительно.

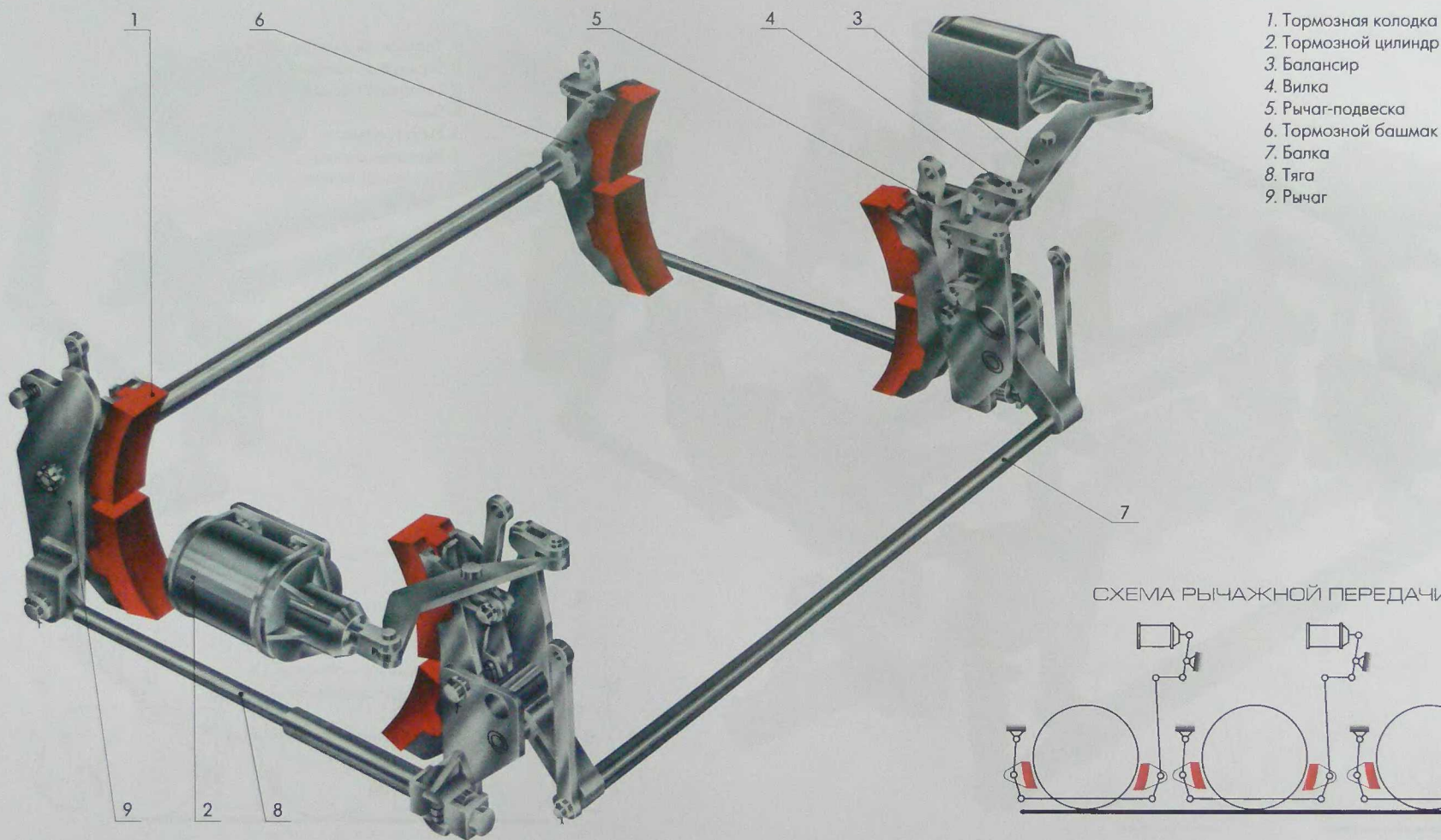
Когда с тормозным цилиндром связаны две тормозные колодки, как это имеет место на некоторых моторных вагонах электропоездов, необходимость в автоматическом регулировании рычажной передачи практически отпадает. Однако при этом увеличивается число тормозных цилиндров. С целью их уменьшения на моторных вагонах применяют пневматические регуляторы рычажной передачи одностороннего действия 1, которые устанавливают на каждой стороне тележки и сообщают трубопроводами 2 с тормозными цилиндрами 3.

Усилие от штоков тормозных цилиндров передается через наклонные рычаги 4, крайние тяги 5, горизонтальные 6 и вертикальные 7 рычаги, тяги 8 к башмакам 9 и тормозным колодкам 10. Башмаки 9 закреплены на подвесках 11 и попарно соединены по обе стороны тележки траверсами 12.

Пневмомеханический регулятор 1 РВЗ № 102-40-10-000 сокращает рычажную передачу при отпуске всякий раз, когда поршень тормозного цилиндра 3, перемещаясь при торможении на 70–75 мм и давлении 0,15–0,20 МПа, открывает канал для пропуска сжатого воздуха в трубопровод 2. За одно торможение происходит стягивание передачи на 2,5 мм при общем рабочем ходе регулятора 250 мм. Общее расчетное нажатие колодок тележки моторного вагона составляет 196,2 кН, обеспечивая расчетный коэффициент нажатия 0,67 в его порожнем состоянии.

РЫЧАЖНАЯ ТОРМОЗНАЯ ПЕРЕДАЧА ТЕПЛОВОЗА 2ТЭ116

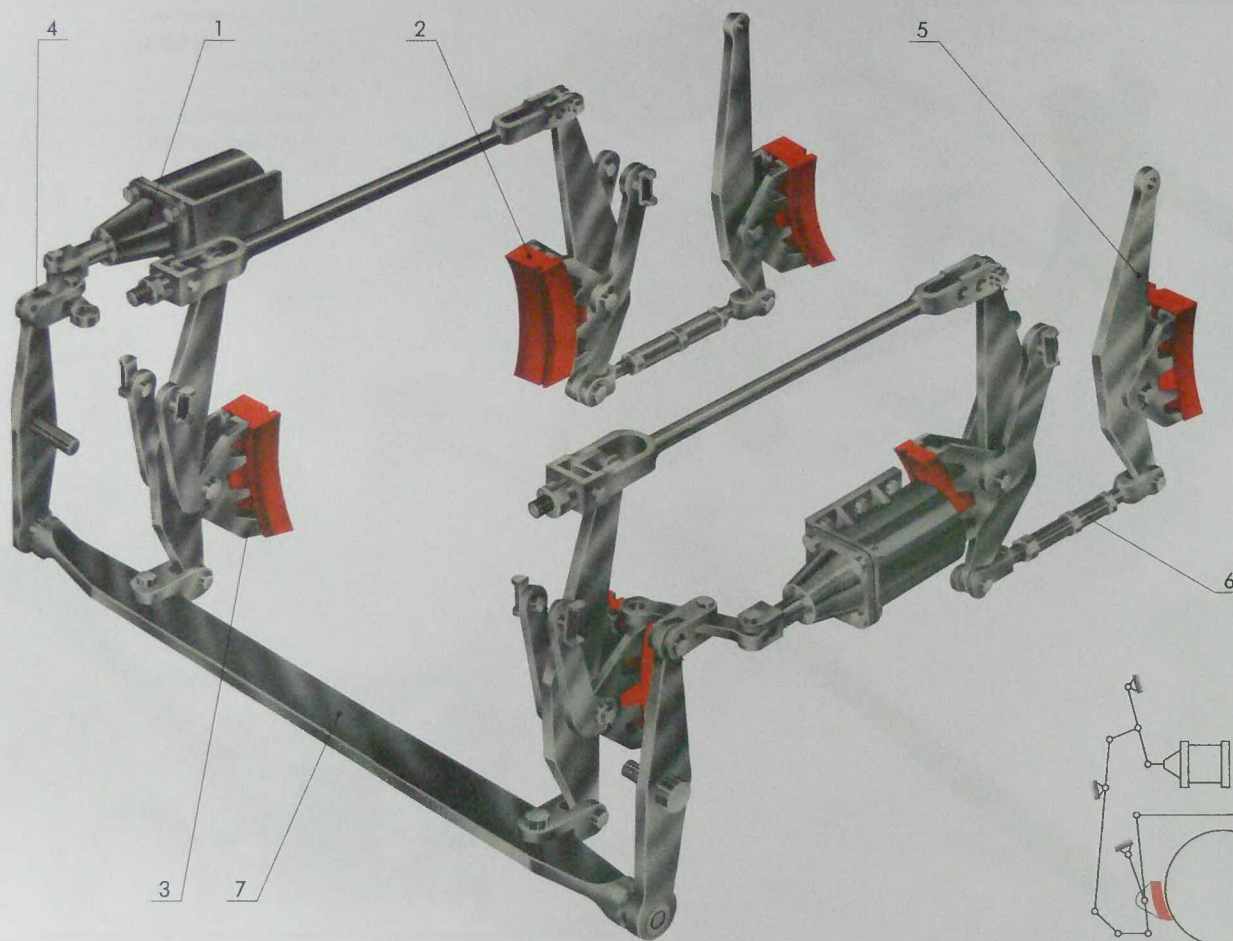
A5



На локомотивах, в частности тепловозах 2ТЭ116, используют тормозные колодки 1 с твердыми вставками для повышения износостойкости. На каждое колесо локомотива действуют две тормозные колодки, связанные с одним тормозным цилиндром 2 диаметром 8". Усилие от него передается через горизонтальный балансир 3, вилку 4 и рычаг-подвеску 5 на башмак 6. Чтобы колодки занимали правильное положение

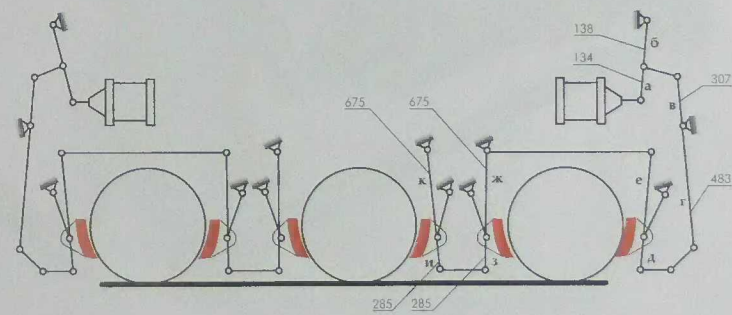
по отношению к поверхности катания колес, они попарно соединены балками 7. На вторую колодку одного колеса усилие передается через тормозную тягу 8 и рычаг 9. Передаточное число рычажной передачи тепловоза 2ТЭ116 — 7,78, расчетное нажатие колодок на ось — 131,4 кН.

РЫЧАЖНАЯ ТОРМОЗНАЯ ПЕРЕДАЧА ТЕПЛОВОЗА ТЭП60



- 1. Тормозной цилиндр
- 2. Тормозная колодка
- 3. Тормозной башмак
- 4. Вилка
- 5. Рычаг-подвеска
- 6. Винтовая стяжка
- 7. Тормозная балка

СХЕМА РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ

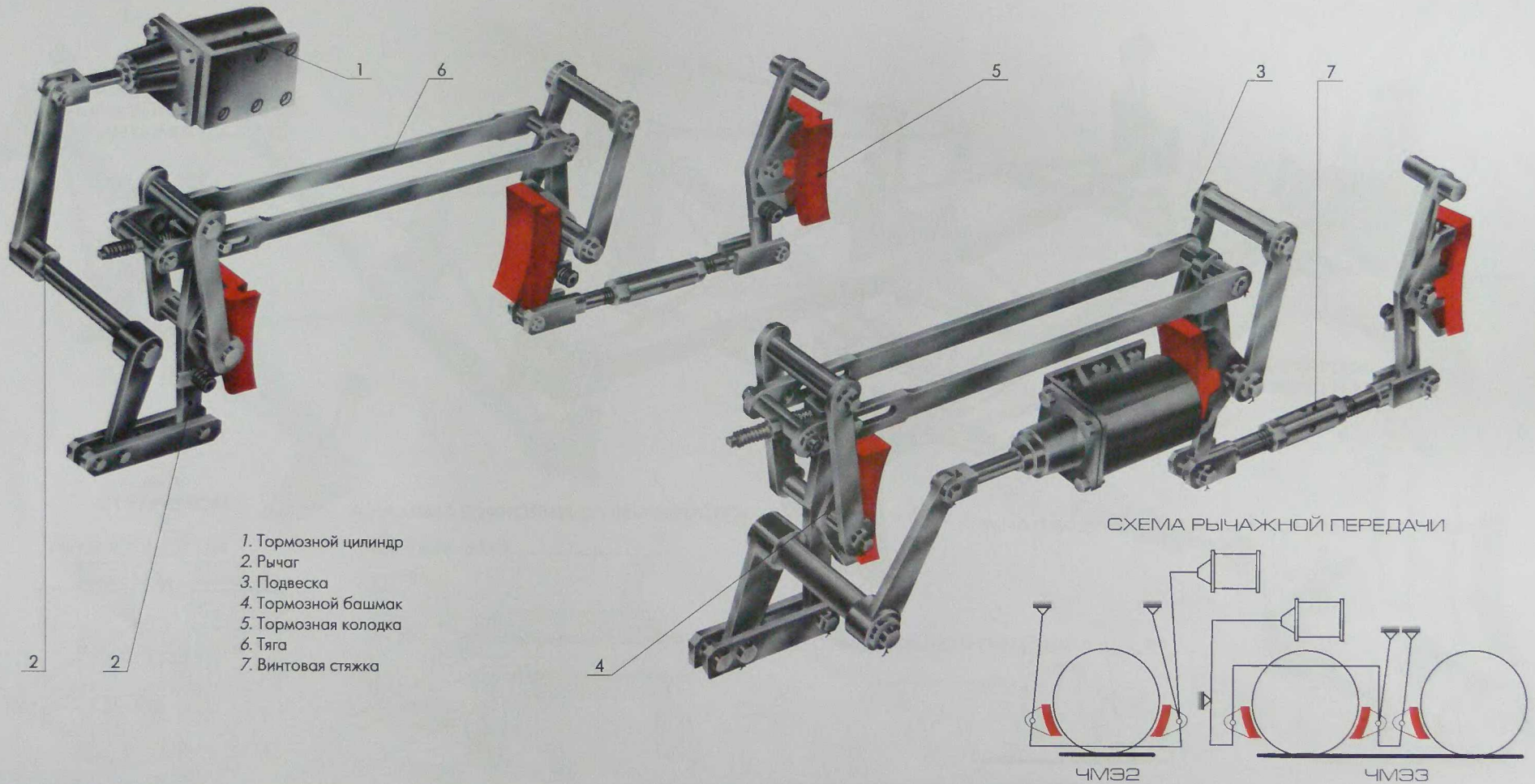


На величину передаточного числа РП накладываются ограничения, связанные с максимальным износом колодок при длительном торможении на затяжных спусках и условиями их отвода после торможения. Поэтому, для локомотивов при чугунных тормозных колодках, передаточное число должно находиться в пределах от 5 до 12.

На тележке тепловоза ТЭП60 расположены 4 тормозных цилиндра диаметром 10" по два с каждой стороны. Передаточное число рычажной передачи 5,33, расчетное нажатие колодок на ось 117,8 кН.

РЫЧАЖНАЯ ТОРМОЗНАЯ ПЕРЕДАЧА ТЕПЛОВОЗА ЧМЭЗ

A7



На тепловозе ЧМЭЗ усилие от штока тормозного цилиндра 1 передается через рычаг 2 на подвеску колодки 3, башмак 4 и тормозную колодку 5. Через тягу 6 осуществляется передача усилия на вторую колодку, действующую на колесо. С помощью винтовой стяжки 7 имеется возможность регулировки рычажной тормозной передачи. Особенно

стью механической части тормоза маневрового тепловоза ЧМЭ2 является наличие двух поршней в одном корпусе тормозного цилиндра.

Передаточное число тормозной рычажной системы тепловоза ЧМЭЗ — 5,4, суммарное расчетное нажатие колодок, приходящееся на одну ось, составляет 107,8 кН.

РЫЧАЖНАЯ ТОРМОЗНАЯ ПЕРЕДАЧА 4-ОСНЫХ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

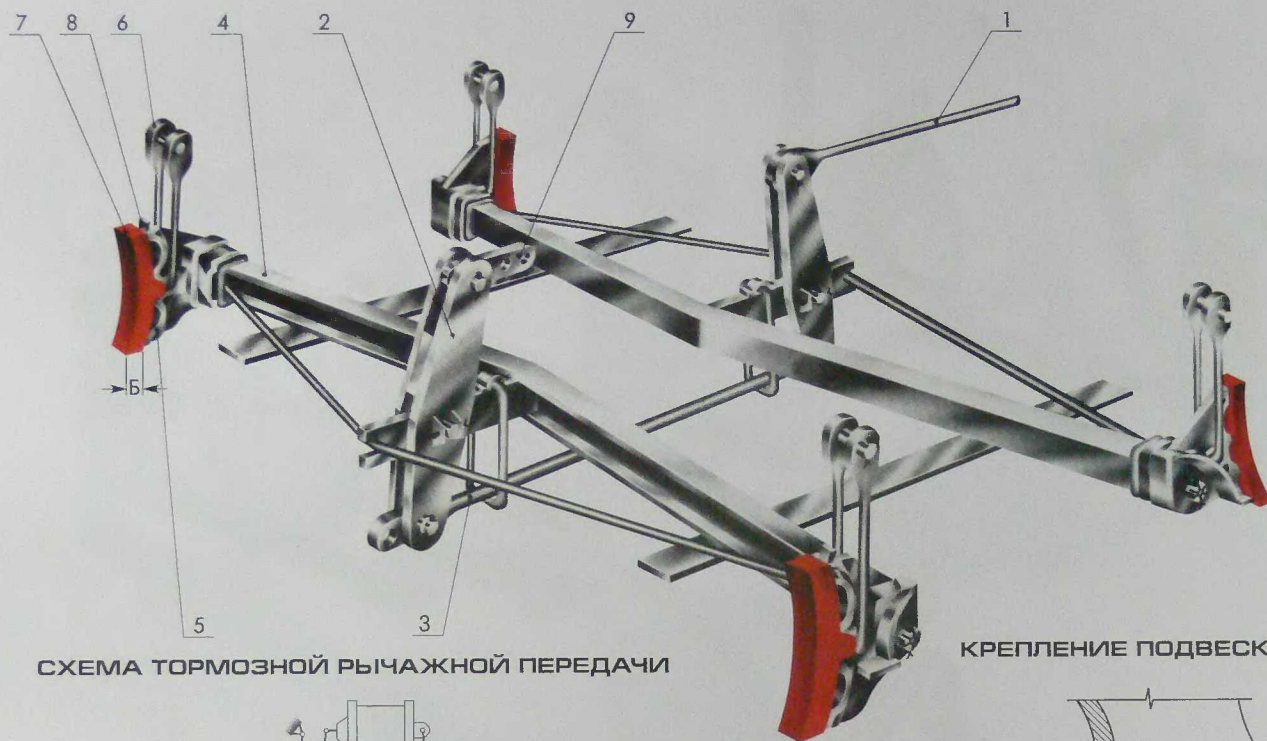
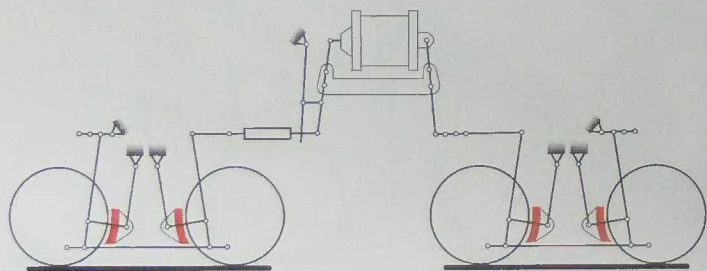
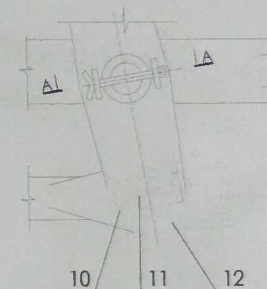


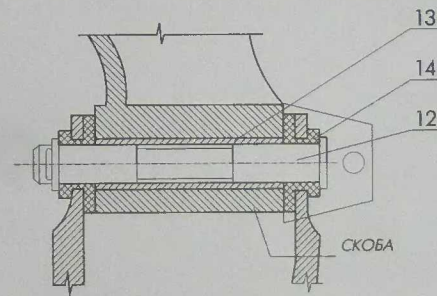
СХЕМА ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ



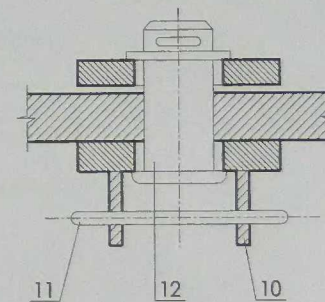
УСТАНОВКА
ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ
ШПЛИНТОВ



КРЕПЛЕНИЕ ПОДВЕСКИ БАШМАКА



А-А
ПОВЕРНУТО



- | | | |
|-----------------------|----------------------|-------------------------------|
| 1. Тяга | 6. Подвеска | 12. Валик |
| 2. Вертикальный рычаг | 7. Тормозная колодка | 13. Втулка полиамидная |
| 3. Распорка | 8. Чека | 14. Втулка из резины |
| 4. Триангель | 9. Серьга | Б — толщина тормозной колодки |
| 5. Тормозной башмак | 10. Планка | |
| | 11. Шплинт | |

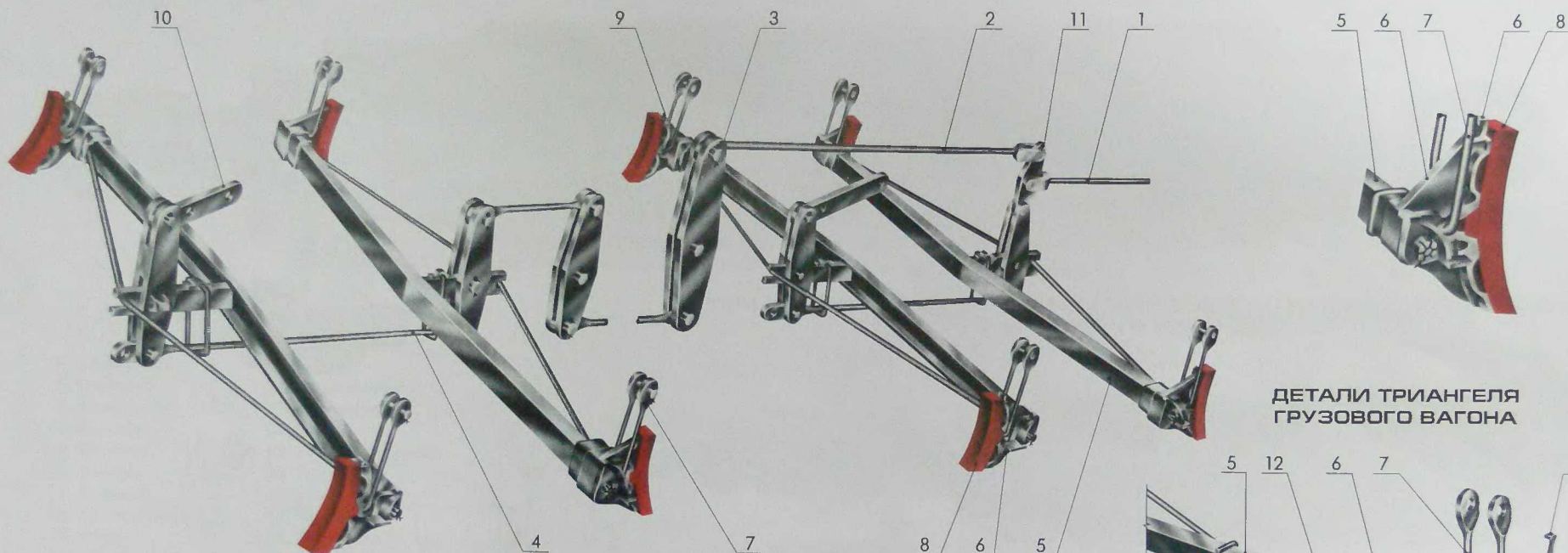
Рычажная передача четырехосных грузовых вагонов состоит из тяг 1, вертикальных рычагов 2, распорок 3, триангелей 4, башмаков 5 на подвесках 6 с тормозными колодками 7, закрепленными чеками 8, серьги 9. Для равномерного износа тормозных колодок применяются специальные устройства, которые должны соответствовать требованиям проекта ПКБ ЦВ (1), или чертежа УВЗ (2). Они удерживают триангель 4 от поворота относительно валика его распорки 3 и обеспечивают необходимый зазор между колодкой и колесом.

К основным неисправностям рычажных передач грузовых вагонов относятся следующие: нарушения конструкции шарнирных соединений (излом

валиков, втулок, отсутствие шплинтов и т. д.), трещины, изгибы и изломы триангелей, рычагов, подвесок, тяг, серьги, предохранительных скоб и других элементов, а также выход тормозных колодок за наружную грань колеса более чем на 10 мм. Минимальная толщина (Б), допускаемая в процессе износа композиционных тормозных колодок с металлической спинкой с наружной стороны составляет 14 мм, а чугунных — 12 мм. При клиновидном износе измерение толщины колодки выполняют на расстоянии 50 мм от тонкого торца.

РЫЧАЖНАЯ ТОРМОЗНАЯ ПЕРЕДАЧА 8-ОСНЫХ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

A9



ДЕТАЛИ ТРИАНГЕЛЯ
ГРУЗОВОГО ВАГОНА

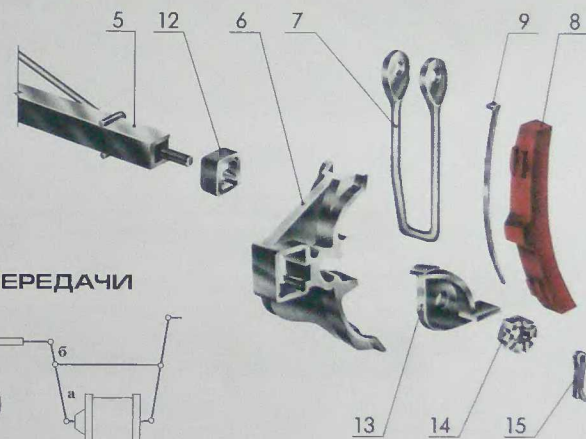
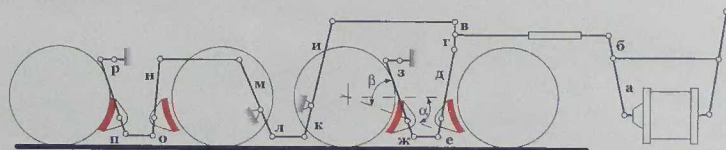
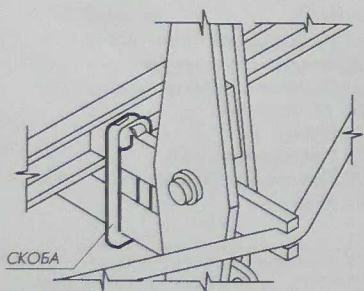


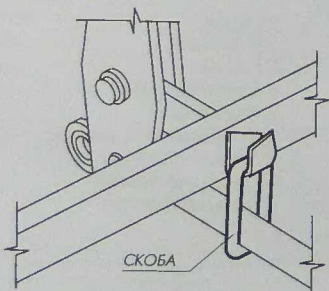
СХЕМА ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ



ПРОЕКТ ПКБ ЦВ



ЧЕРТЕЖ УВЗ



- | | |
|-----------------------|----------------|
| 1. Главная тяга | 9. Чека |
| 2. Промежуточная тяга | 10. Серьга |
| 3. Вертикальный рычаг | 11. Балансир |
| 4. Распорка | 12. Закладка |
| 5. Триангель | 13. Наконечник |
| 6. Башмак | 14. Гайка |
| 7. Подвеска | 15. Шплинт |
| 8. Тормозная колодка | |

Рычажная тормозная передача восьмиосных грузовых вагонов состоит из главных 1 и промежуточных 2 тяг, вертикальных рычагов 3, распорок 4, триангелей 5, башмаков 6 на подвесках 7, с тормозными колодками 8, закрепленными чеками 9, и серьги 10.

Особенностью механической части тормоза восьмиосных вагонов является параллельная передача усилия на тележки через балансир 11. Для равномерного износа тормозных колодок используются устройства, выполненные по проекту ПКБ ЦВ или чертежу УВЗ.

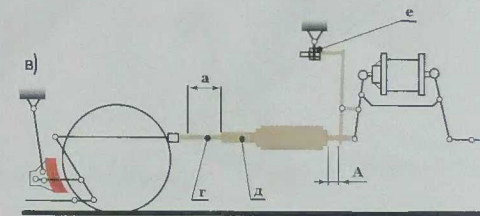
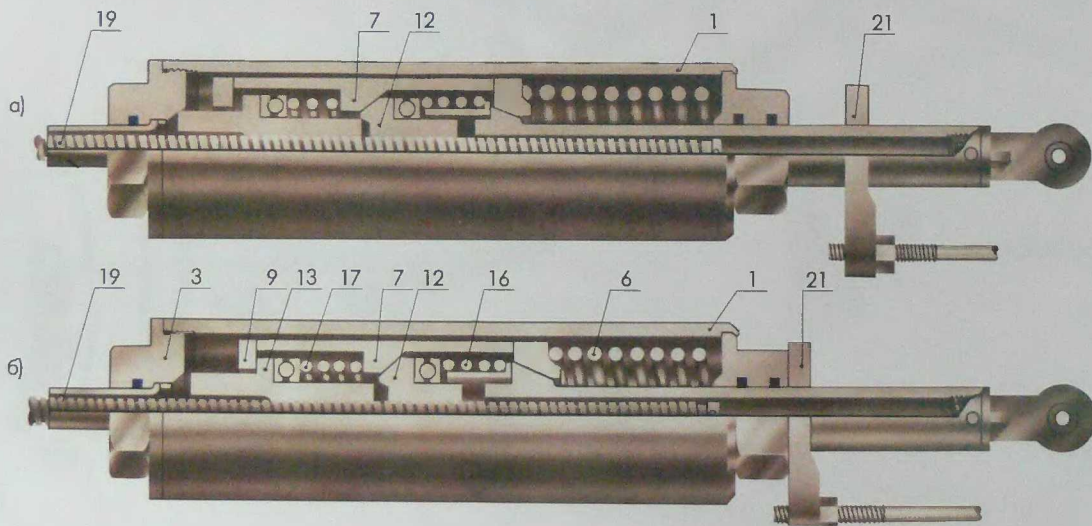
К основным неисправностям рычажной передачи грузовых вагонов относятся изгибы, изломы и трещины триангелей, рычагов, тяг, подвесок, серьги и других элементов, перекос деталей передачи, трещины и потери резиновых втулок, использование нетиповых чек, шайб и шплинтов, "завары" на тормозных башмаках, неправильная установка валиков или тормозных колодок, а также их сползание с поверхности катания колес и ряд других. Указанные неисправности должны выявляться при осмотре и устраняться путем замены исправными, типовыми деталями и узлами, а также правильной установкой и регулировкой имеющихся.

A10

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ № 574Б



ДЕЙСТВИЕ РЕГУЛЯТОРА ПРИ НОРМАЛЬНЫХ И УВЕЛИЧЕННЫХ ЗАЗОРАХ МЕЖДУ КОЛОДКАМИ И КОЛЕСАМИ



- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| 1. Корпус | 11. Ушко |
| 2, 9. Крышка | 12. Регулирующая гайка |
| 3. Головка | 13. Вспомогательная гайка |
| 4. Защитная труба | 14, 15. Упорные подшипники |
| 5. Наканечник | 16, 17. Пружины |
| 6. Возвращающая пружина | 18. Втулка |
| 7. Тяговый стакан | 19. Регулирующий винт |
| 8. Стопорное кольцо | 20. Предохранительная гайка |
| 10. Тяговый стержень | 21. Упор |

Все грузовые вагоны, построенные с 1974 г., оборудованы автоматическими регуляторами одностороннего действия № 574Б, предназначенными для стягивания рычажной передачи и компенсации износа тормозных колодок. Применение регуляторов позволяет устранить ручную регулировку рычажных передач и поддерживать выход штока тормозного цилиндра в установленных пределах. За счет этого обеспечивается правильное взаимное расположение рычагов и тяг, стабильный коэффициент полезного действия рычажной передачи и высокая тормозная эффективность. Наибольшее передовое через регулятор усилие составляет 80 кН.

Автоматический регулятор состоит из корпуса 1 с крышкой 2 и головкой 3, защитной трубы 4 с наконечником 5, возвращающей пружины 6, тягового стакана 7 со стопорным кольцом 8 и крышкой стакана 9, тягового стержня 10 с ушком 11, регулирующей 12 и вспомогательной 13 гайки с упорными подшипниками 14 и 15, пружинами 16 и 17 и втулкой 18, а также регулирующего винта 19 с несамотормозящейся трехходовой трапециевидальной резьбой и предохранительной гайкой 20. При нормальных зазорах между колодками и колесами (позиция а) в процессе торможения упор 21 приближается к корпусу регулятора, но не достигает его или только соприкасается с ним. Усилие от тягового стержня передается на тяговый стакан 7, который входит в сцепление с регулирующей гайкой 12, и через нее на регулирующий винт 19 и в рычажную передачу.

Если зазоры между колодками и колесами увеличены, то при торможении упором 21 корпус 1 регулятора перемещается влево по отношению к винту 19, сжимая возвращающую пружину 6 и освобождая из зацепления вспомогательную гайку 13. Последняя под действием вспомогательной пружины 17 наворачивает на винт 19, достигая левым торцом конусной поверхности головки 3.

Если перемещение корпуса 1 по отношению к винту 19 произошло на величину более 8—11 мм, то вспомогательная гайка 13 выступом упрется в крышку 9 тягового стакана 7, не достигая поверхности головки 3 (б). Усилие от штока тормозного цилиндра передается в рычажную передачу так же, как и при нормальных зазорах между колодками и колесами.

При отпуске, когда усилие тормозного цилиндра станет меньше разности усилия сжатия возвращающей пружины 6 и пружины регулирующей гайки (около 1,0 кН), тяговый стержень 10 вместе с тяговым стаканом 7, начнет перемещаться влево по отношению к корпусу 1. Конусные поверхности тягового стакана 7 и регулирующей гайки 12 размыкаются, и последняя, за счет пружины 16, наворачивает на винт 19 до упора в правый торец вспомогательной гайки 13. После этого все детали регулятора займут исходное положение, а регулирующий винт 19 будет перемещен внутрь тягового стержня 10 на величину соответствующую износу колодок, или максимум на 8—11 мм. Если за одно торможение это значение будет превышено, то необходимое сокращение рычажной передачи произойдет за несколько последующих циклов торможения-отпуска. Стягивание рычажной передачи на 8—11 мм соответствует износу колодок грузового вагона в 0,5—0,7 мм. Полный рабочий ход регулятора составляет 550 мм.

При установке регулятора № 574Б на грузовом вагоне, используется рычажный привод (позиция в), который передает ему при торможении запас энергии, вызывающий сжатие пружин и необходимый для стягивания рычажной передачи. После установки на вагоне всех новых тормозных колодок размер "а" (от контрольной риски на стержне г до торца защитной трубы д) для регулятора № 574Б должен быть не менее 500 мм. Расстояние "А" определяет величину выхода штока тормозного цилиндра и ориентировочно должно составлять при композиционных колодках 35—50 мм, а при чугунных — 40—60 мм.

Регулировку размеров "а" и "А" осуществляют вращением корпуса регулятора за выступы головки (один оборот изменяет длину на 30 мм), перестановкой волликов, а также винтом е (позиция в). Нарушение работы регулятора при отсутствии видимых повреждений возможно из-за поломки одной из его пружин, завышения расстояния "А", или отсутствия запаса рабочего хода регулирующего винта.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ № РТРП-675

A11

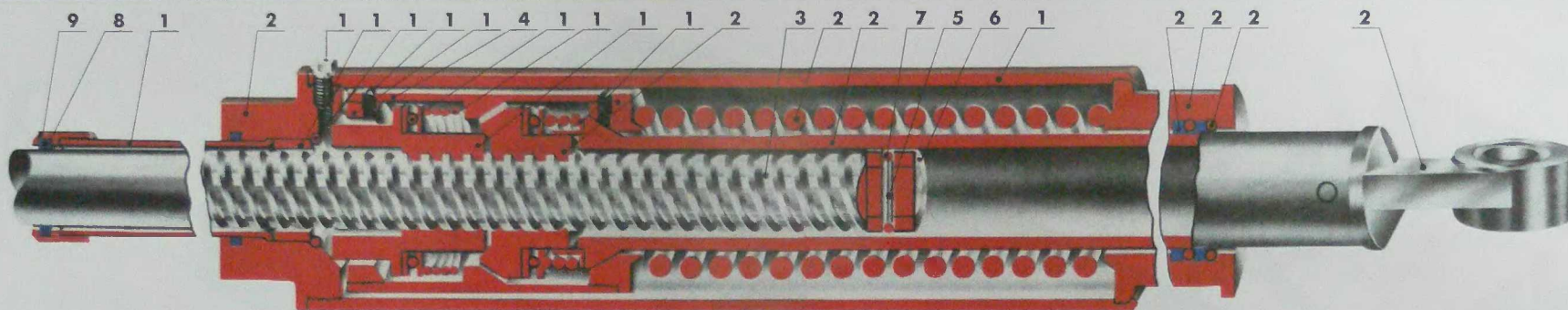
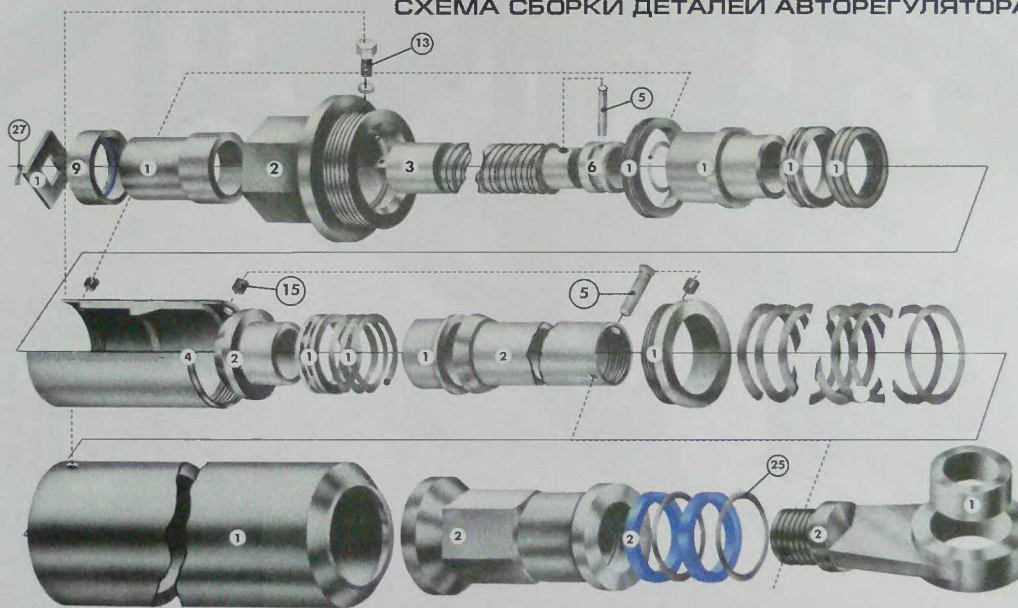


СХЕМА СБОРКИ ДЕТАЛЕЙ АВТОРЕГУЛЯТОРА

- | | |
|---------------------|---------------------------|
| 1. Корпус | 15. Винт |
| 2. Головка | 16. Подшипник |
| 3. Винт | 17. Пружина |
| 4. Стакан | 18. Гайка |
| 5. Штифт | 19. Втулка упорная |
| 6. Втулка | 20. Гайка регулирующая |
| 7. Кольцо | 21. Пружина |
| 8. Уплотнение | 22. Стержень |
| 9. Муфта | 23. Кольцо уплотнительное |
| 10. Труба | 24. Крышка |
| 11. Втулка запорное | 25. Кольцо запорное |
| 12. Кольцо запорное | 26. Ушко |
| 13. Болт | |
| 14. Крышка | |



Регулятор РТРП-675 предназначен для автоматического стягивания тормозной рычажной передачи по мере износа тормозных колодок и поддержания выхода штока тормозного цилиндра (ТЦ) в установленных пределах. Принцип действия и конструкция регуляторов РТРП-675 и № 574Б аналогичны, а внешнее отличие заключается в наличии у первого удлиненной шестигранной крышки корпуса со стороны привода.

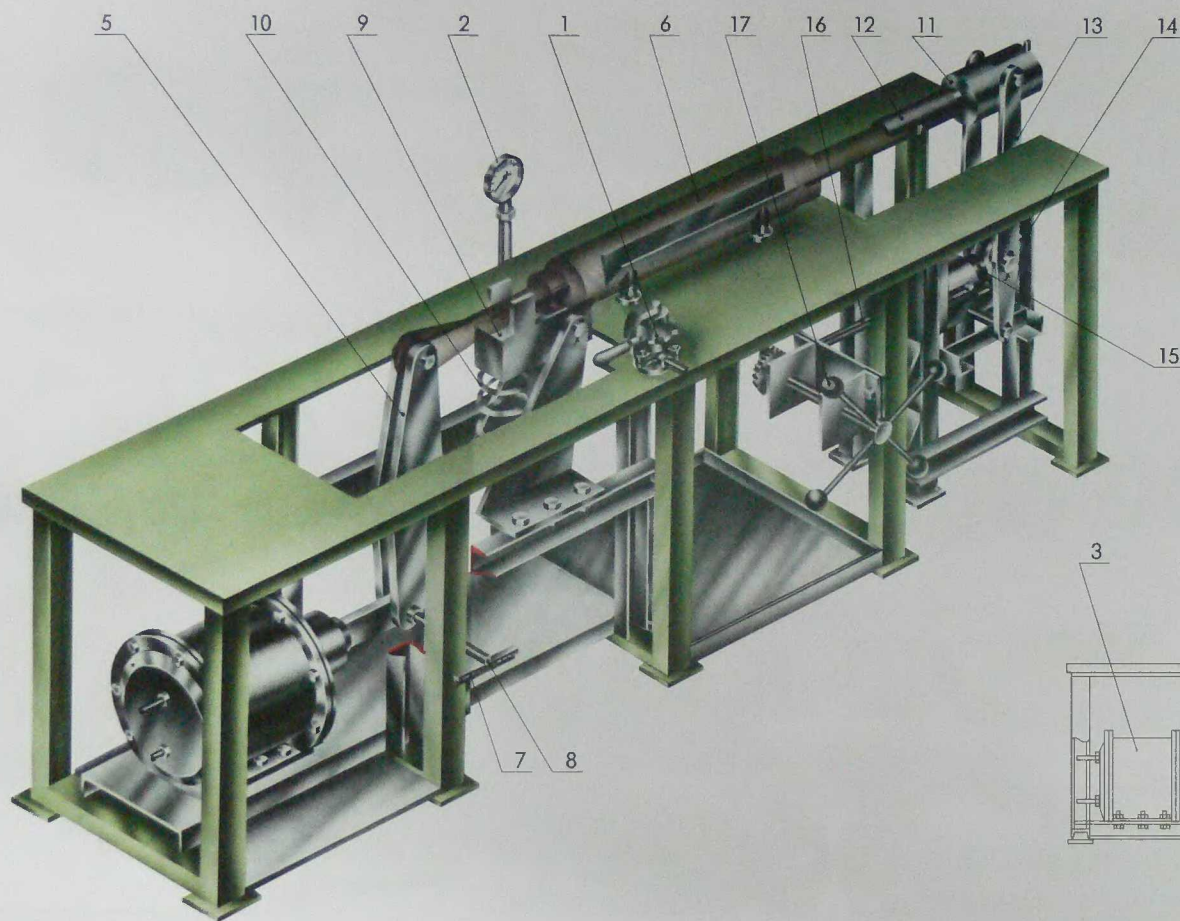
Кроме этого, за счет конструктивных изменений новый регулятор имеет улучшенные эксплуатационные характеристики, являясь взаимозаменяемым по месту установки с № 574 Б. Сравнительные данные регуляторов приведены в таблице.

Технические данные	№ 574Б	РТРП-675
1. Передаваемое тормозное усилие, не более кН	80	90
2. Сокращение длины регулятора за одно торможение, не более, мм	11	20
3. Вес, не более, кН	0,25	0,30
4. Минимальная длина регулятора, мм	1702	1702
5. Полный рабочий ход винта регулятора, мм	550	675
6. Максимальная длина регулятора, мм	2252	2377

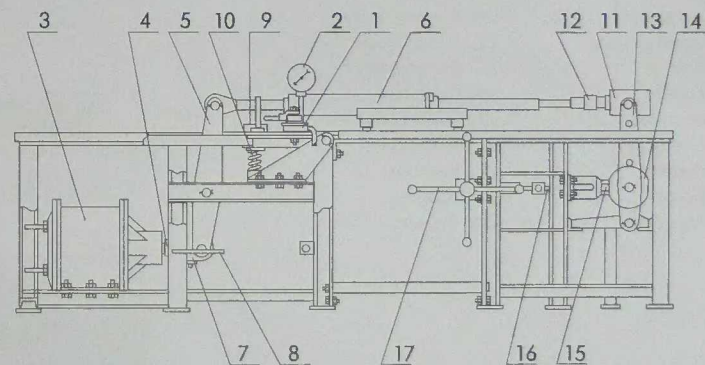
Основным преимуществом регулятора РТРП-675 является повышенный рабочий ход винта, позволяющий применять утолщенные композиционные колодки и ускоренное сокращение рычажной передачи, обеспечивающее быстрое восстановление выхода штока ТЦ, особенно необходимое на затяжных крутых спусках при значительном износе тормозных колодок.

Детали регуляторов № 574Б и РТРП-675 взаимозаменяемы, но требования при монтаже к углу наклона горизонтальных и вертикальных рычагов при новых тормозных колодках, величина установочного расстояния между упором привода и тарцом корпуса регулятора А и значения давлений в тормозных цилиндрах одинаковы.

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ



1. Кран № 4ВК
2. Манометр
3. Тормозной цилиндр
4. Шток тормозного цилиндра
5. Передний рычаг
6. Авторегулятор
7. Указатель
8. Линейка
9. Стальная колодка
10. Пружина
11. Демпфер
12. Муфта
13. Вертикальный рычаг
14. Колодка
15. Гайка
16. Кронштейн
17. Рукоятка



Стенд для испытания автоматических регуляторов рычажной передачи предназначен для проверки работоспособности этих устройств после ремонта. Он выполнен в виде металлического стола, состоящего из левого и правого каркасов, на которых установлено следующее оборудование: кран вспомогательного тормоза 1 № 4ВК для изменения давления, измеряемого манометром 2 в тормозном цилиндре (ТЦ) 3 диаметром 356 мм, связанным штоком 4 с передним рычагом 5, предназначенным для передачи усилия на испытуемый авторегулятор 6.

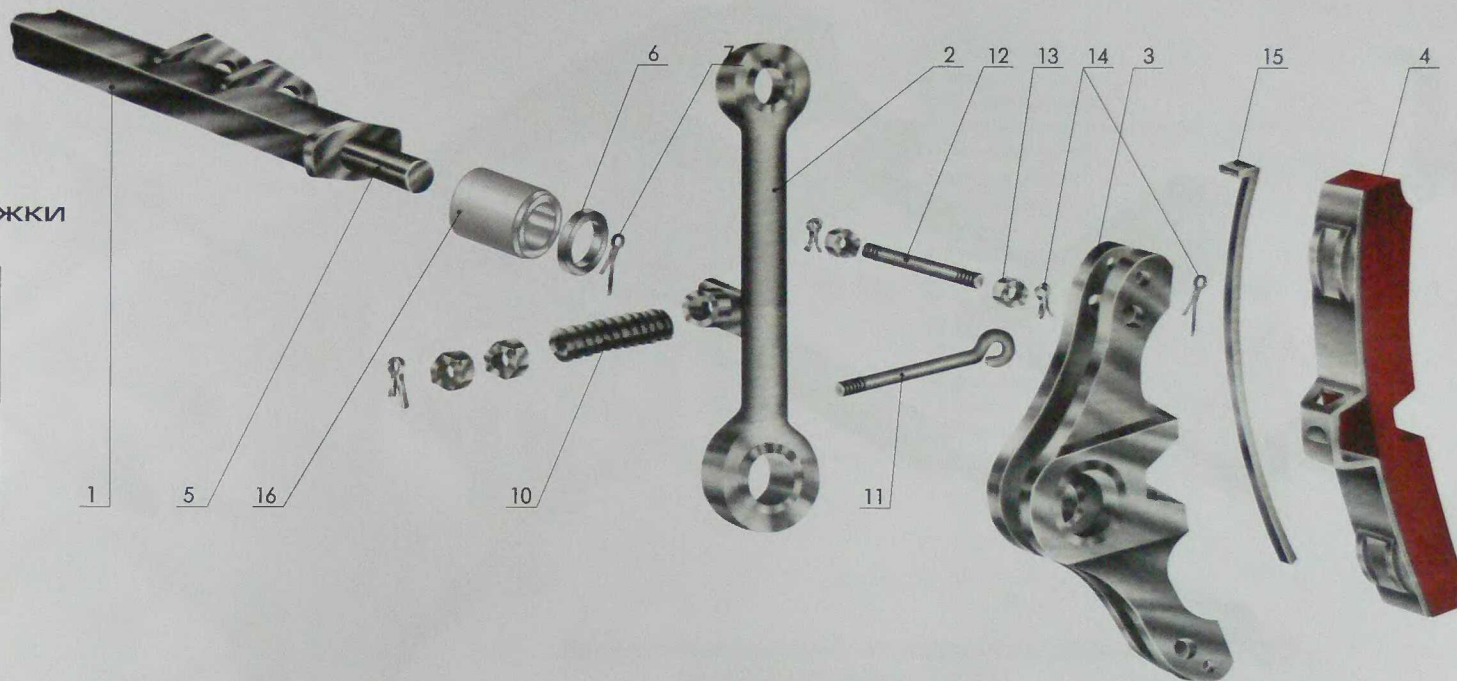
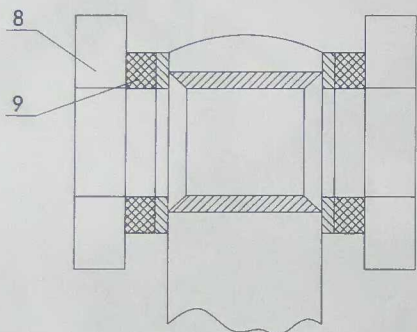
Выход штока ТЦ контролируется по указателю 7 и шкале линейки 8. Упор привода имитирует массивная стальная колодка 9, опирающаяся на пружину 10. В правой части расположен поворотный пружинный демпфер 11 с муфтой 12, связанный с задним вертикальным рычагом 13, оборудованным колодкой 14

в средней части, а нижним концом шарнирно закрепленным на балке каркаса. Зазор между колодкой 14 и гайкой 15, перемещающейся поступательно внутри направляющего кронштейна 16, регулируется вращением рукоятки 17.

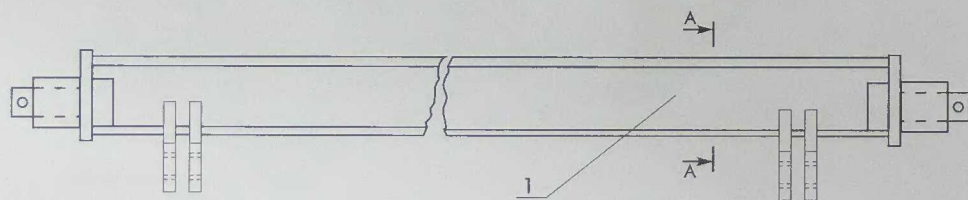
При испытании авторегулятора его проверяют на стабильность работы и на стягивание. При этом производятся два или три полных торможения с последующим отпусканием и оценивается его способность передавать усилие и сокращать за один цикл свою длину на 5—11 мм (574Б), 15—20 мм (РТРП-675). Таким образом, стенд позволяет имитировать действие механической части тормоза на вагоне, создавая различные усилия от ТЦ и задавая требуемый зазор между колодками и колесами.

ДЕТАЛИ ТОРМОЗНЫХ РЫЧАЖНЫХ ПЕРЕДАЧ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

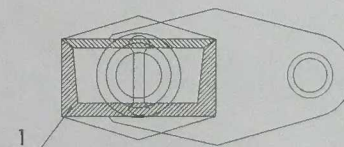
УСТАНОВКА ПОДВЕСКИ В КРОНШТЕЙНЕ РАМЫ ТЕЛЕЖКИ



ТРАВЕРСА ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА



A-A



- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1. Траверса | 9. Шайба резиновая |
| 2. Подвеска | 10. Пружина |
| 3. Тормозной башмак | 11. Поводка |
| 4. Тормозная колодка | 12. Палец |
| 5. Цапфа | 13. Гайка |
| 6. Шайба стальная | 15. Чека |
| 7, 14. Шплинт | 16. Втулка |
| 8. Планка | |

Основными деталями тормозных рычажных передач пассажирских вагонов являются траверсы 1 (балки), подвески 2, поворотные башмаки 3, тормозные колодки 4, а также рычаги, тяги, балансиры и серьги. Последние имеют простую конструкцию и показаны на плакате в рычажной передаче пассажирского вагона.

Траверса 1 выполнена в виде пустотелой балки сварной конструкции, на обоих концах которой имеются цилиндрические цапфы 5 для установки поворотных башмаков 3 из стального литья, закрепляемых шайбами 6 и шплинтами 7. Подвески 2 верхним концом устанавливаются в планки 8 кронштейнов рамы тележки с помощью роликов, закрепленных шайбами и шплинтами. Между планками 8 и подвеской устанавливаются резиновые шайбы 9, предназначенные для амортизации и предохраняющие от излома узел крепления при боковых отклонениях траверсы с тормозными колодками.

Для удержания башмака 3 с тормозной колодкой 4 на определенном расстоянии от поверхности колеса предусмотрены фиксирующие устройства из пружины 10, поводка 11, пальца 12, гаек 13 и шплинтов 14. Тормозная колодка 4

крепится в башмаке 3 с помощью чеки 15, зафиксированной шплинтом 14, и может перемещаться по отношению к колесу при вертикальных колебаниях подрессоренной рамы тележки.

На пассажирских вагонах могут применяться как чугунные, так и композиционные тормозные колодки, взаимозаменяемые при установке в башмаке. Вагон и, как правило, весь состав должны оборудоваться одним типом тормозных колодок.

Эффективность композиционных колодок выше, чем чугунных, и поэтому передаточное число рычажной передачи вагона при их установке должно быть уменьшено более чем в 2 раза путем перестановки затяжки в другие отверстия горизонтальных рычагов тормозного цилиндра. Износостойкость композиционных колодок также выше, чем чугунных в 3—5 раз, особенно на крутых затяжных спусках, однако они плохо отводят тепло, что в некоторых случаях при неправильном управлении тормозами может привести к повреждению поверхности колес.

4. Схемы тормозного оборудования

ратные клапаны (ОК) из питательной магистрали и обеспечивающие наполнение тормозных цилиндров от реле давления (РД) даже при разъединении секций локомотива и разрыве магистралей. Управление РД осуществляется через переключательные клапаны (ПК) от ВР или КВТ в зависимости от того, какое давление больше.

Одновременное действие автоматического и электрического тормозов исключает электроблокировочный клапан (ЭБК) между ВР и ПК. КВТ при этом может наполнять ТЦ до давления 0,13—0,15 МПа. Превышение этого уровня приводит к автоматическому отключению электрического тормоза. При срыве электрического торможения срабатывает электропневматический клапан (ЭПК) и обеспечивает включение тормозов на локомотиве.

Отпуск тормозов локомотива отдельно от тормозов состава осуществляется разрядкой рабочей камеры воздухораспределителя через электропневматический вентиль (ЭПВ). При этом для выполнения ступенчатого отпуска ВР № 483 должен быть включен на горный режим работы.

Таким образом, в унифицированной схеме тормозного оборудования применяется три, вместо четырех, пневматические магистрали без дроссельных шайб, обеспечивается раздельное действие автоматического и вспомогательного тормозов, совместное действие прямодействующего (до 0,13—0,15 МПа) и электрического тормозов, автономное питание тормозных цилиндров из отдельных накопительных резервуаров (НР) и ряд других достоинств.

В то же время установка электропневматического вентиля на рабочую камеру ВР снижают ее плотность, а разрядка при отпуске на некоторое время нарушает свойство автоматичности тормозов. Кроме того, горный режим отпуска локомотивного ВР затягивает этот процесс по отношению к составу, увеличивая износ колодок и продольно-динамические усилия.

На пассажирских локомотивах серии ЧС (плакаты Б7, Б8) используется схема тормозного оборудования, во многом похожая на рассмотренную выше унифицированную, с учетом наличия электропневматического тормоза (ЭПТ) и особенностей торможения грузовых и пассажирских поездов. Последние заключа-

ются в том, что удельная доля пассажирского локомотива по весу и тормозной эффективности в поездах существенно больше, чем у грузового. Это требует соответственно более высокого тормозного нажатия пассажирского локомотива с коррекцией последнего в зависимости от скорости движения. Структурная схема увязки автоматического и вспомогательного тормозов пассажирского локомотива представлена на рис. 4.3.

Накопительные резервуары заряжаются через дроссели (ДР) из питательной магистрали и подают сжатый воздух к режимному скоростному клапану (РК) и реле давления. При срабатывании воздухораспределителя, или электровоздухораспределителя (ЭВР) из запасного резервуара сигнал в виде давления сжатого воздуха подается на режимный клапан, который через ПК и РД вызывает наполнение ТЦ.

Движение поезда со скоростью более 80 км/ч при экстренном торможении приводит к созданию через РК практически в два раза повышенного давления в ТЦ для компенсации снизившегося коэффициента трения чугунных тормозных колодок. Крайнем вспомогательного тормоза можно управлять давлением в ТЦ отдельно от состава, а при работе автоматического тормоза остается возможность увеличить его до необходимого уровня. Таким образом, в отличие от грузовых локомотивов давление в ТЦ пассажирских либо равно соответствующему давлению по составу, либо больше его, что обеспечивает повышенную безопасность движения.

Тормозное оборудование грузовых вагонов (плакаты Б13, Б14) и его увязка в структурном виде представлены на рис. 4.1. Через тормозную магистраль, разобщительные краны и воздухораспределители в поездном положении заряжаются запасные резервуары на каждой подвижной единице в поезде. При снижении и последующем увеличении давления в ТМ, через ВР и авторежим (АР) происходит сообщение ТЦ с ЗР или атмосферой, соответственно реализуя режимы торможения или отпуска.

Авторежим при этом корректирует давление в ТЦ в зависимости от загрузки вагона для более полного использования свойств сцепления при торможении. В перекрыше все утечки из ТЦ и ЗР восполняются, поскольку ВР и АР обеспечивают свойство прямодействия.

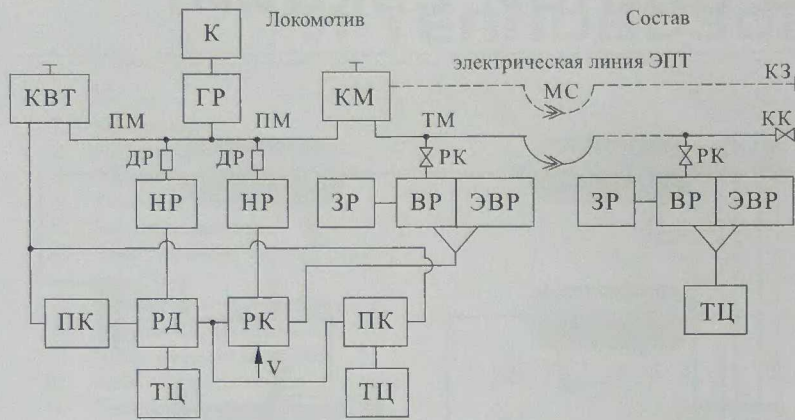


Рис. 4.3. Структурная схема тормозного оборудования пассажирских поездов

Структурная схема тормозного оборудования пассажирских вагонов приведена на рис. 4.3. Здесь тормозная магистраль выполняет только функции доставки сжатого воздуха на вагоны, а управление тормозными процессами осуществляется по другому каналу — электрической линии двухпроводного электропневматического тормоза (ЭПТ) с концевой заделкой (КЗ) на последнем вагоне (плакаты Б15, Б17). Этот тормоз в сочетании с пневматическим обеспечивает свойство прямодействия и неистоцимости. Он не обладает свойством автоматичности и поэтому без пневматического автоматического тормоза использоваться отдельно не может.

При повышенных скоростях движения для своевременной замены вышедшего из строя ЭПТ на автоматический тормоз в процессе торможения разряжают и тормозную магистраль. Высокое быстродействие ЭПТ создает хорошую управляемость тормозами, повышает эффективность их действия и делает низкими продольно-динамические усилия. Учитывая эти положительные свойства, весь пассажирский подвижной состав в нашей стране оборудован электропневматическими тормозами в основном двух модификаций. Пассажирские поезда с локомотивной тягой используют двухпроводной ЭПТ, а электропоезда — пятипроводный. Структурная схема тормозного оборудования моторвагон-

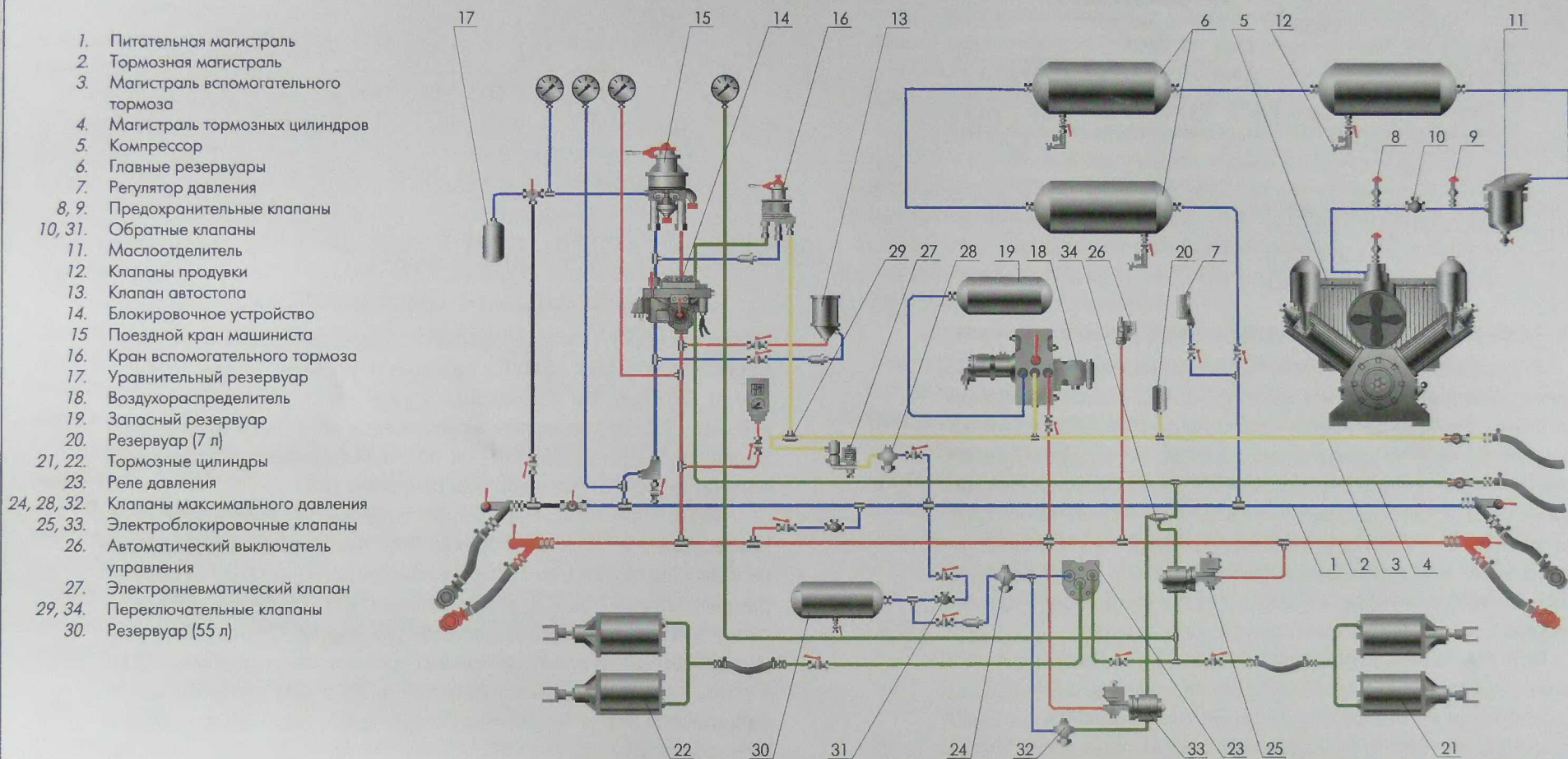


Рис. 4.4. Структурная схема тормозного оборудования электропоездов

ного подвижного состава (МВПС) приведена на рис. 4.4. Особенностью этой схемы является наличие двух магистралей: тормозной и питательной на каждом вагоне электропоезда (плакаты Б10, Б11, Б12). Это позволяет использовать несколько сравнительно маломощных компрессоров (К), размещенных на различных вагонах вместе с главными резервуарами (ГР).

На головных вагонах электропоездов установлены поездные краны машиниста № 334Э или № 395. Накопительные резервуары (НР) заряжаются из питательной магистрали (ПМ) через обратные клапаны (ОК). При торможении ЭПТ или пневматическим способом срабатывают соответственно ЭВР № 305 или ВР № 292 и через авторежим (АР) наполняют дополнительный объем (ДО). В соответствии с подаваемым на вход РД от ДО сигналом из НР наполняется ТЦ. В некоторых схемах тормозного оборудования электропоездов могут быть небольшие отличия в подключении тормозных цилиндров, реле давления или авторежимов, не имеющих принципиального значения.

СХЕМА ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА ВЛ10 (одной секции)



На грузовых электровозах постоянного тока ВЛ10 применена классическая схема укладки автоматического и вспомогательного тормоза локомотива с четырьмя магистралями: питательной 1 (ПМ), тормозной 2 (ТМ), вспомогательного тормоза 3 (МВТ) (импульсной) и тормозных цилиндров 4 (МТЦ). На каждой секции электровоза установлен компрессор 5 КТ6-Эл, нагнетающий сжатый воздух в три последовательно включенных главных резервуара 6 (ГР) по 250 л каждый, управляет работой компрессора регулятор давления 7 АК-11Б, поддерживая давление в ГР на уровне 0,75—0,90 МПа. Предохранительные клапаны 8, 9 № Э-216 отрегулированы на давление 0,95 и 1,00 МПа соответственно, а обратный клапан 10 № Э-155 разгружает неработающий компрессор от давления в ГР. Для очистки сжатого воздуха применен маслоотделитель 11, а периодический спуск конденсата из ГР осуществляют клапаны продувки 12 с электроподогревом.

Сжатый воздух из ПМ поступает к электропневматическому клапану автостопа 13, а через блокировочное устройство 14 № 367М к кранам машиниста поездному 15 № 394 (КМ) и вспомогательному 16 № 254 (КВТ). При торможении разряжаются уравнительный резервуар 17 (УР) и ТМ и срабатывает воздухораспределитель 18 (ВР), сообщающий запасный резервуар 19 (ЗР) с импульсной магистралью и подключенным к ней резервуаром

20 объемом 7 л. Через КВТ, работающий в режиме повторителя воздухораспределителя, наполняется МТЦ и два тормозных цилиндра 21 (ТЦ) второй тележки. Два других ТЦ 22 первой тележки наполняются через реле давления 23 (РД), сообщенное с ПМ через клапан максимального давления 24 № 3МД (КМД) и обратный клапан 31.

Для исключения одновременного действия пневматического и электрического тормозов используются электроблокировочный клапан 25 КПЭ-99 (ЭБК) и автоматический выключатель управления 26 ПВУ-2 или № Э-119Б (АВУ). ЭБК при рекуперативном торможении возбуждается и сообщает ТЦ с атмосферой, а АВУ при падении давления в ТМ ниже 0,27—0,29 МПа выключает электрический тормоз и ЭБК, сообщающий при этом магистраль тормозных цилиндров с ТЦ.

При срыве рекуперативного торможения обесточивается ЭБК 25, а катушка электропневматического клапана 27 КПЭ-53-02 остается включенной. Сжатый воздух из ПМ автоматически, независимо от положения ручки КМ, подается к КВТ через клапан максимального давления 28 ЗМД и клапаны: электропневматический 27 и переключательный 29 ЗПК. От КВТ через МТЦ и ЭБК происходит наполнение ТЦ

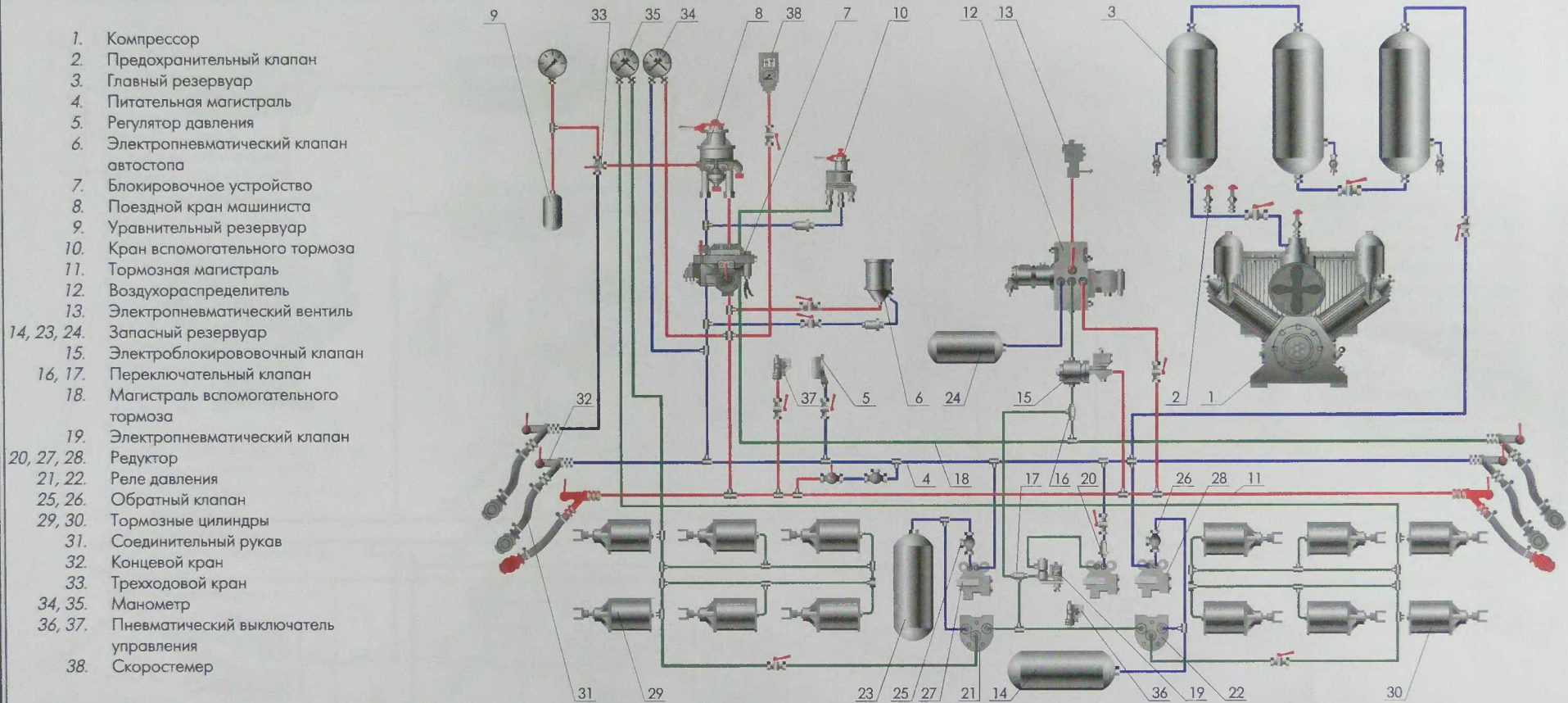
Начиная с порядкового номера № 1475 на электровозах установлены краны машиниста № 395-000-3, которые при экстренном торможении обеспечивают автоматическое выключение режима тяги, подачу песка под колеса при скоростях более 10 км/ч и включение клапанов замещения электрического тормоза пневматическим.

В последнее время для автоматического торможения секций электровоза при их саморасцепе в схему тормозного оборудования дополнительно включены: резервуар 30 объемом 55 л, заряжаемый через обратный клапан 31 Э-175 из ПМ, клапан максимального давления 32 № 3МД, модернизированный электроблокировочный клапан 33 КПЭ-99 и переключательный клапан 34 № 3ПК. При саморасцепе секций, когда давление в ТМ упадет ниже 0,26—0,25 МПа электроблокировочный клапан 33 сообщит резервуар 30 через клапаны максимального давления 24 и 32, отрегулированные соответственно на давление 0,5 и 0,3 МПа, переключательный клапан 34 и электроблокировочный клапан 25 с тормозными цилиндрами 21 и реле давления 23, наполняющее тормозные цилиндры 22.

Таким образом, несмотря на обеспечение всех магистралей с атмосферой при разрыве или разъединении рукавов, обеспечивается автоматическое торможение секций локомотива.

УНИФИЦИРОВАННАЯ СХЕМА ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ВЛ11 И ТЕПЛОВОЗОВ 2ТЭ121, 3ТЭ10М

62



Унифицированная схема тормозного оборудования используется с 1976 г. на электровозах ВЛ11 и тепловозах 2ТЭ121, 3ТЭ10М (М) и 3ТЭ10В (М) и обладает рядом положительных свойств, независимо от количества секций локомотива. На каждой секции установлен компрессор 1 типа КТ6Э1 с предохранительными клапанами 2, подающий сжатый воздух в три главных резервуара 3 по 250 л каждый, сообщенные с питательной магистралью 4. Работой компрессора управляет регулятор давления 5 № АК11Б.

В кабине машиниста питательная магистраль 4 подведена к электропневматическому клапану автостопа 6 № ЗПК-150, а через блокировочное устройство 7 № 367М к краям машиниста поездного 8 № 395-000-3 с уравнительным резервуаром 9 и вспомогательного тормоза 10 № 254. К тормозной магистрали 11 подключен воздухораспределитель 12 № 483 с электропневматическим вентилем 13 № ВВ-1414 на рабочей камере и запасным резервуаром 14 объемом 55 л, связанный через электроблокировочный клапан 15 № КЭ-44 или № Э-104Б с двумя переключаемыми клапанами 16, 17 № ЗПК, первый из которых сообщен с магистралью вспомогательного тормоза 18, а второй с электропневматическим клапаном 19 № КП-53, давление воздуха к которому подается через редуктор 20 № 34В из питательной магистрали 4. Выход второго переключающего клапана 17 сообщен с управляющими камерами двух реле давления 21, 22 № 304 или № 404, подключенных к запасным резервуарам соответственно 23 и 24 по 50 л или 120 л каждый, и наполняемых сжатым воздухом через обратные клапаны 25 и 26 № Э-175 и редукторы 27 и 28 № 34В из питательной магистрали 4.

К выходам реле давления 21 и 22 подключены тормозные цилиндры 29 и 30. На одной секции электровоза ВЛ11 установлены четыре тормозных цилиндра диаметром по 356 мм, а на одной секции

тепловоза используется 12 тормозных цилиндров диаметром по 254 мм, чем и обусловлено применение в первом случае запасных резервуаров 23, 24 объемом по 50 л каждый, а во втором — по 120 л.

Для следования в соединенных поездах установлен дополнительный рукав 31 № Р-17 с концевым краном 32 № 190, подключенный через трехходовой кран 33 № Э-195 к уравнительному резервуару 9. Давление воздуха в питательной 4, тормозной 11 магистрали и тормозных цилиндрах 29, 30 контролируется по манометрам 34 и 35. Пневматические выключатели управления 36 № ПВУ-7 и 37 № ПВУ-12 также контролируют давление соответственно в тормозных цилиндрах и тормозной магистрали. К последней в кабине машиниста подключен скоростемер 38 № ЗСП-2М.

При торможении поездным краном 8 разряжается тормозная магистраль 11, срабатывает воздухораспределитель 12 и подает сжатый воздух в управляющие камеры реле давления 21, 22, которые и наполняют тормозные цилиндры 29, 30 из запасных резервуаров 23, 24. При необходимости машинист может повысить давление в тормозных цилиндрах краном вспомогательного тормоза 10 или повысить его, включив кратковременно вентиль 13, разряжающий через дроссель диаметром 0,7—0,8 мм рабочую камеру воздухораспределителя 12, работающего на горном режиме. Отпуск автоматического тормоза происходит при повышении давления в тормозной магистрали 11 через реле давления 21, 22, управляемые воздухораспределителем 12.

Электроблокировочный клапан 15 исключает совместное действие автоматического и электрического тормозов при давлении в тормозных цилиндрах более 0,13—0,15 МПа, контролируемое пневматическим выключателем управления 36. Аналогично допускается одновременное торможение электрическим и пневматическим вспомогательными тормозами до указанного давления в тормозных ци-

линдрах, после чего электрический тормоз выключается. Его повторное включение возможно при снижении давления в тормозных цилиндрах до 0,05 МПа или менее.

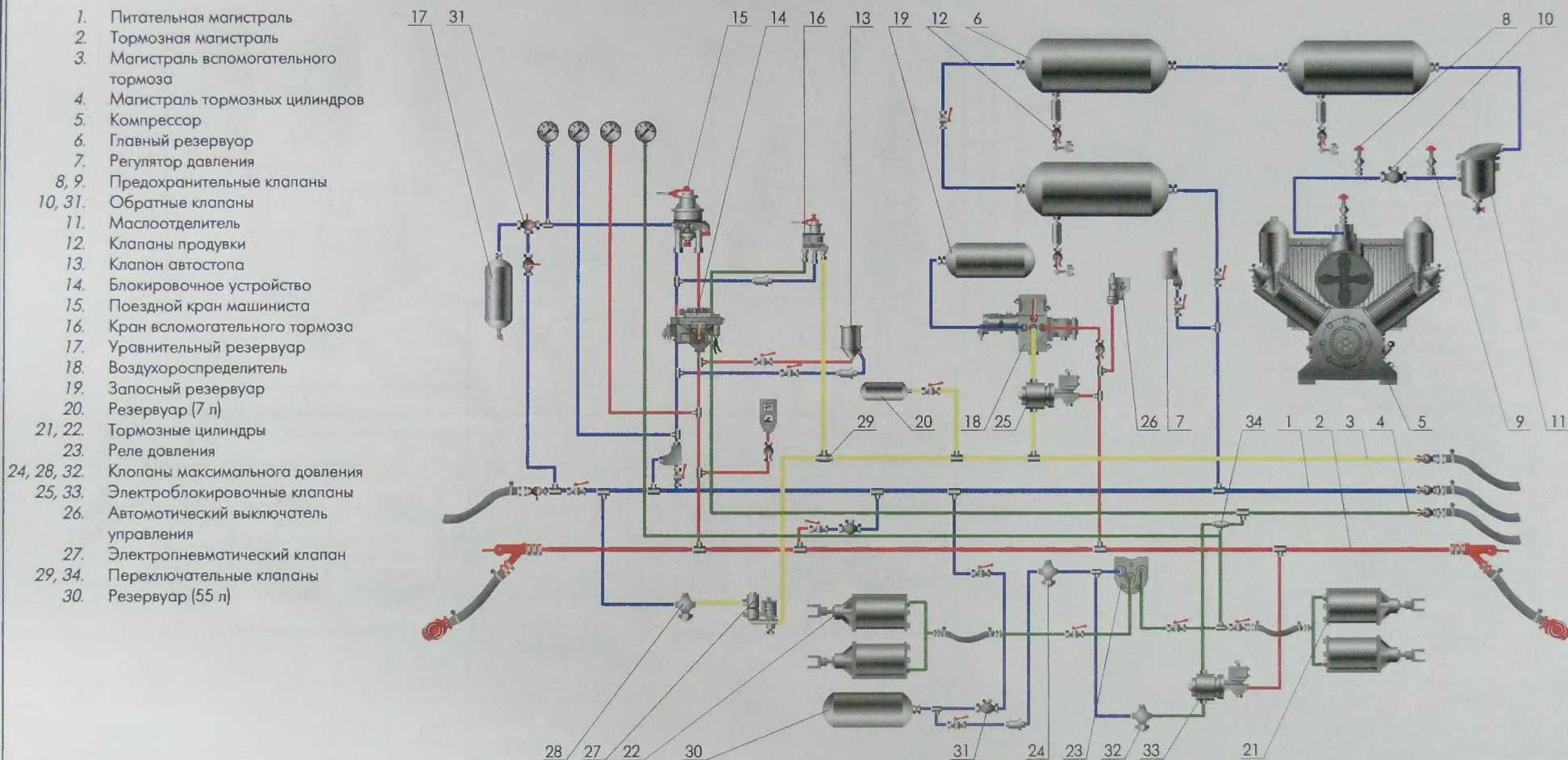
При срыве электрического торможения срабатывает электропневматический клапан 19 и подает сжатый воздух из питательной магистрали 4 через редуктор 20 к реле давления 21, 22 для наполнения тормозных цилиндров 29, 30 из запасных резервуаров 23, 24. Пневматический выключатель управления 37 позволяет включить режим тяги только при давлении в тормозной магистрали 11 более 0,45—0,48 МПа.

В случае саморасцепки секций давление в тормозной магистрали 11 резко снижается и срабатывает автоматический тормоз, как показано выше, до давления в тормозных цилиндрах 0,39—0,43 МПа, обеспечивая эффективное торможение. Обратные клапаны 25, 26 отключают запасные резервуары 23, 24 от питательной магистрали 4 при ее разрядке.

При экстренном торможении автоматически выключается тяговый режим, подается песок и включается звуковой сигнал краном машиниста 8, а также отключается электрический тормоз пневматическим выключателем управления 37 при снижении давления в тормозной магистрали до 0,27—0,29 МПа.

Таким образом, кроме указанных выше преимуществ данной схемы тормозного оборудования, ее достоинствами являются использование трех магистралей вместо четырех (исключена импульсная магистраль), отсутствие в межсекционных соединительных дросселях с калиброванными отверстиями, что обеспечивает повышение тепловых изменений давления в тормозной магистрали и снижение случаев ее замерзания, а также раздельное действие кранов машиниста поездного и вспомогательного тормоза.

СХЕМА ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА ВЛ80Т, Р (одной секции)



1. Питательная магистраль
2. Тормозная магистраль
3. Магистраль вспомогательного тормоза
4. Магистраль тормозных цилиндров
5. Компрессор
6. Главный резервуар
7. Регулятор давления
- 8, 9. Предохранительные клапаны
- 10, 31. Обратные клапаны
11. Маслоотделитель
12. Клапаны продувки
13. Клапан автостопа
14. Блокировочное устройство
15. Поездной кран машиниста
16. Кран вспомогательного тормоза
17. Уравнительный резервуар
18. Воздухораспределитель
19. Запасный резервуар
20. Резервуар (7 л)
- 21, 22. Тормозные цилиндры
23. Реле давления
- 24, 28, 32. Клапаны максимального давления
- 25, 33. Электроблокировочные клапаны
26. Автоматический выключатель управления
27. Электропневматический клапан
- 29, 34. Переключательные клапаны
30. Резервуар (55 л)

Схема тормозного оборудования двухсекционных грузовых электровозов переменного тока ВЛ80Т, ВЛ80Р имеет следующие особенности по отношению к аналогичной схеме электровоза ВЛ10. Начиная с порядкового номера № 945 и на всех локомотивах новой постройки предусмотрена возможность одновременного применения прямодействующего и электрического тормозов. Для этого на трубопроводе между воздухораспределителем 18 и краном вспомогательного тормоза 16 устанавливается электроблокировочный клапан 25 КЭ-44 или КПЭ-99 (с 1978 г.), который дает возможность при электрическом торможении выполнять торможение краном вспомогательного тормоза 16 до давления в тормозных цилиндрах 0,13—0,15 МПа. При большем давлении пневматический выключатель

управления ПВУ-7 (не показан), установленный на трубе от тормозных цилиндров, размыкает цепь электропневматических контакторов. Повторно привести в действие электрический тормоз можно только после снижения давления в тормозных цилиндрах до 0,05 МПа.

При срыве рекуперативного торможения электроблокировочный клапан 25 отключает импульсную магистраль 3 от воздухораспределителя 18, сообщая ее с атмосферой. Срабатывает электромагнитный клапан 27 замещения электрического тормоза, и сжатый воздух из питательной магистрали с пониженным через клапан 28 давлением через переключательный клапан 29 поступает к крану

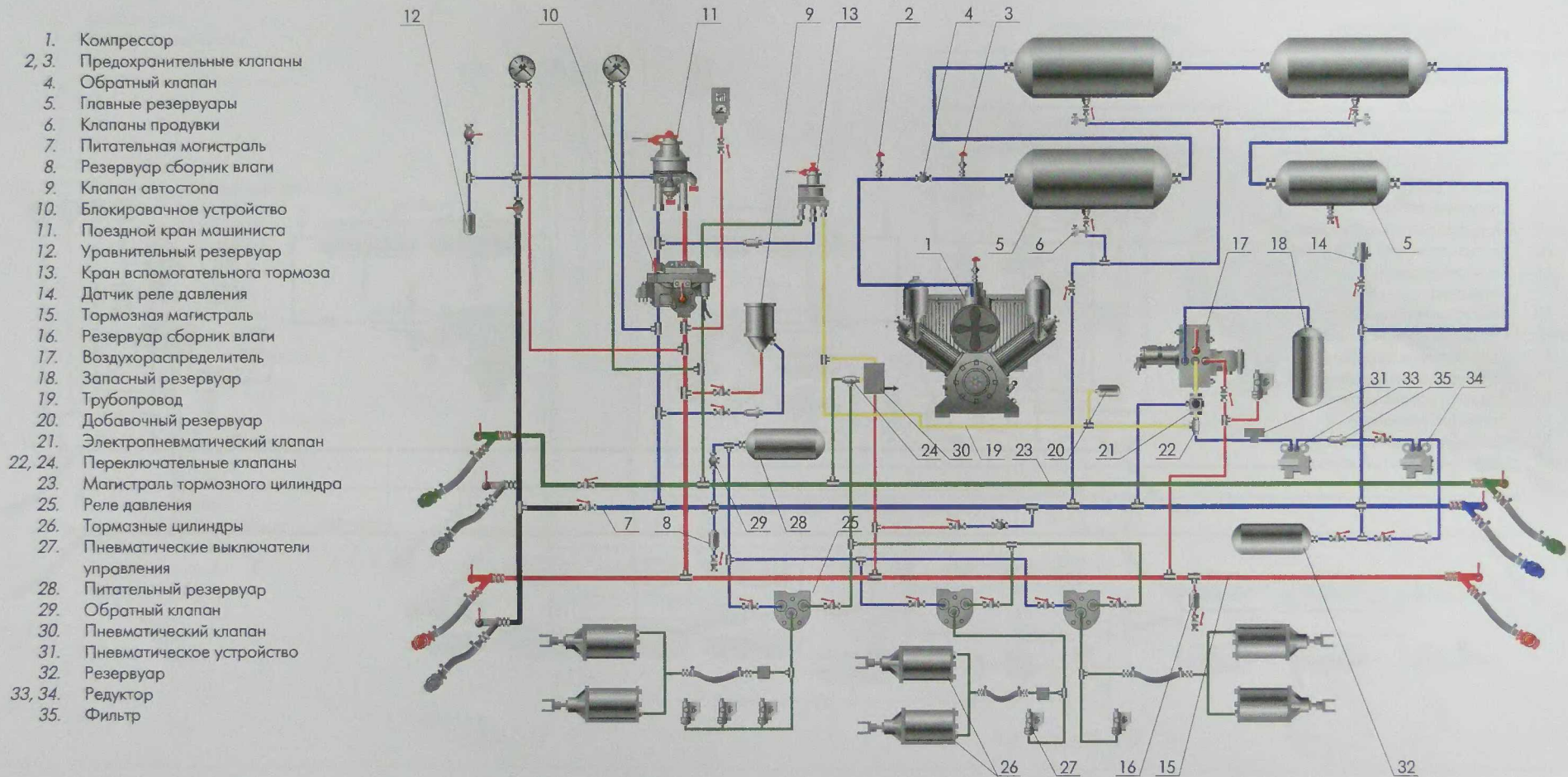
вспомогательного тормоза 16 и далее в тормозные цилиндры. Происходит автоматическая замена электродинамического тормоза пневматическим.

Периодическая продувка главных резервуаров осуществляется клапанами 12 КП-110-03, включаемыми кнопкой на время не более 3 с.

Применяемое в системе пневматического тормоза электровозов ВЛ80Т и ВЛ80Р оборудование и схема автоматического торможения при саморасцепе секций аналогичны используемому на локомотивах ВЛ10. Поэтому на плакатах для этих электровозов одноименные тормозные устройства обозначены одинаковыми позициями.

СХЕМА ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА ВЛ85 (одной секции)

Б4



1. Компрессор
- 2, 3. Предохранительные клапаны
4. Обратный клапан
5. Главные резервуары
6. Клапаны продувки
7. Питательная магистраль
8. Резервуар сборник влаги
9. Клапан автостопа
10. Блокировачное устройство
11. Поездной кран машиниста
12. Уравнительный резервуар
13. Кран вспомогательного тормоза
14. Датчик реле давления
15. Тормозная магистраль
16. Резервуар сборник влаги
17. Воздухораспределитель
18. Запасный резервуар
19. Трубопровод
20. Добавочный резервуар
21. Электропневматический клапан
- 22, 24. Переключательные клапаны
23. Магистраль тормозного цилиндра
25. Реле давления
26. Тормозные цилиндры
27. Пневматические выключатели управления
28. Питательный резервуар
29. Обратный клапан
30. Пневматический клапан
31. Пневматическое устройство
32. Резервуар
- 33, 34. Редукторы
35. Фильтр

На секции электровоза ВЛ85 компрессор 1 КТ6Эл подает сжатый воздух через два предохранительных 2, 3 и обратный клапан 4 в четыре главных резервуара 5, три из которых имеют объем по 300 л каждый и оснащены клапанами продувки 6 КП-110-01, а четвертый резервуар 5 объемом 150 л связан с питательной магистралью 7, имеющей резервуар сборник влаги 8, которая подведена к автостопу 9 ЭПК-150И, а также через блокировочное устройство 10 № 367М к крану машиниста поездному 11 № 395М-3 с уравнительным резервуаром 12 и вспомогательного тормоза 13 № 254. Контроль за требуемым уровнем давления в главных резервуарах 4 (0,75—0,90 МПа) обеспечивается датчиком 14 реле давления.

Тормозная магистраль 15, имеющая сборник влаги 16, подведена к воздухораспределителю 17 № 483 с запасным резервуаром 18 объемом 55 л, связанному трубопроводом 19, оснащенным добавочным резервуаром 20, через электропневматический 21 КПЭ-99 и переключательный 22 ПК клапаны с краном вспомогательного тормоза 13. По-

следней через магистраль тормозных цилиндров 23 и переключательный клапан 24 ЗПК сообщен с управляющими входами трех реле давления 25 № 404, к выходам которых подключены тормозные цилиндры 26 и пневматические выключатели управления 27 ПВУ-5. Сжатый воздух к реле давления 25 подается от питательного резервуара 28 объемом 150 л, заряжаемого через обратный клапан 29 из питательной магистрали 7.

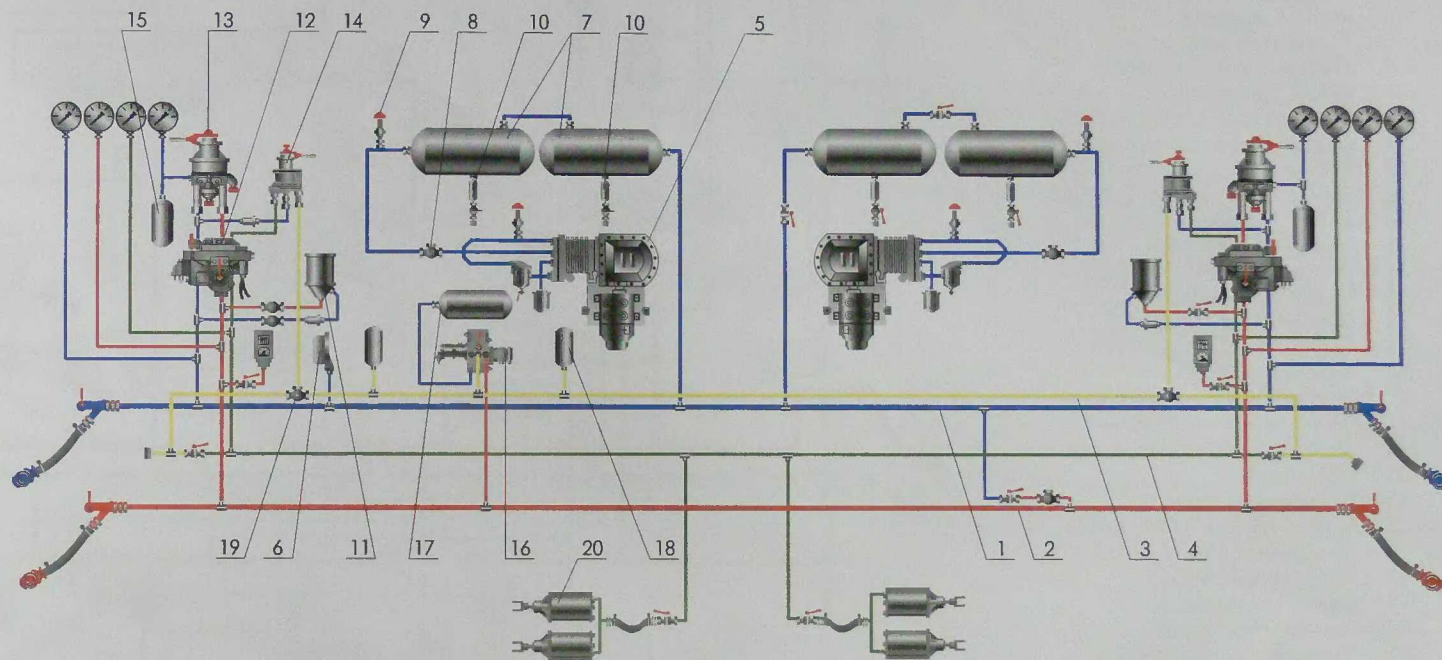
При торможении поездным краном 11 срабатывает воздухораспределитель 17 и подает сжатый воздух к крану вспомогательного тормоза 13, который наполняет магистраль тормозных цилиндров 23, вызывая соответствующий рост давления в тормозных цилиндрах 26 через реле давления 25. Торможение краном вспомогательного тормоза 13 отличается от описанного выше только тем, что воздухораспределитель в действие не приходит, а давление в магистрали тормозных цилиндров 23 возрастает за счет перевода ручки этого крана в тормозные положения.

В случае самораспада секций электровоза или разъединения соединительных рукавов давление во всех магистралях резко падает, что приводит к срабатыванию воздухораспределителя 17 и пневматического клапана 30, который пропускает сжатый воздух к клапану 24. Последний, переключившись от разности действующих на него давлений, сообщает выход воздухораспределителя 17 с управляющими входами реле давления 25 и происходит наполнение тормозных цилиндров 26 от питательного резервуара 28, что обеспечивает эффективное торможение секций электровоза.

При срыве электрического торможения срабатывает пневматическое устройство 31 и происходит его замещение на пневматическое подочей сжатого воздуха от резервуара 32, связанного с питательной магистралью 7, через редукторы 33, 34, фильтр 35, и клапаны 22, 24 к реле давления 25.

СХЕМА ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА ВЛ 60К

1. Питательная магистраль
2. Тормозная магистраль
3. Магистраль вспомогательного тормоза
4. Магистраль тормозных цилиндров
5. Компрессор
6. Регулятор давления
7. Главные резервуары
8. Обратный клапан
9. Предохранительный клапан
10. Клапан продувки
11. Электропневматический клапан автостопа
12. Блокировочное устройство
13. Поездной кран машиниста
14. Кран вспомогательного тормоза
15. Уравнильный резервуар
16. Воздухораспределитель
17. Запасный резервуар
18. Дополнительный резервуар
19. Переключательный клапан
20. Тормозной цилиндр



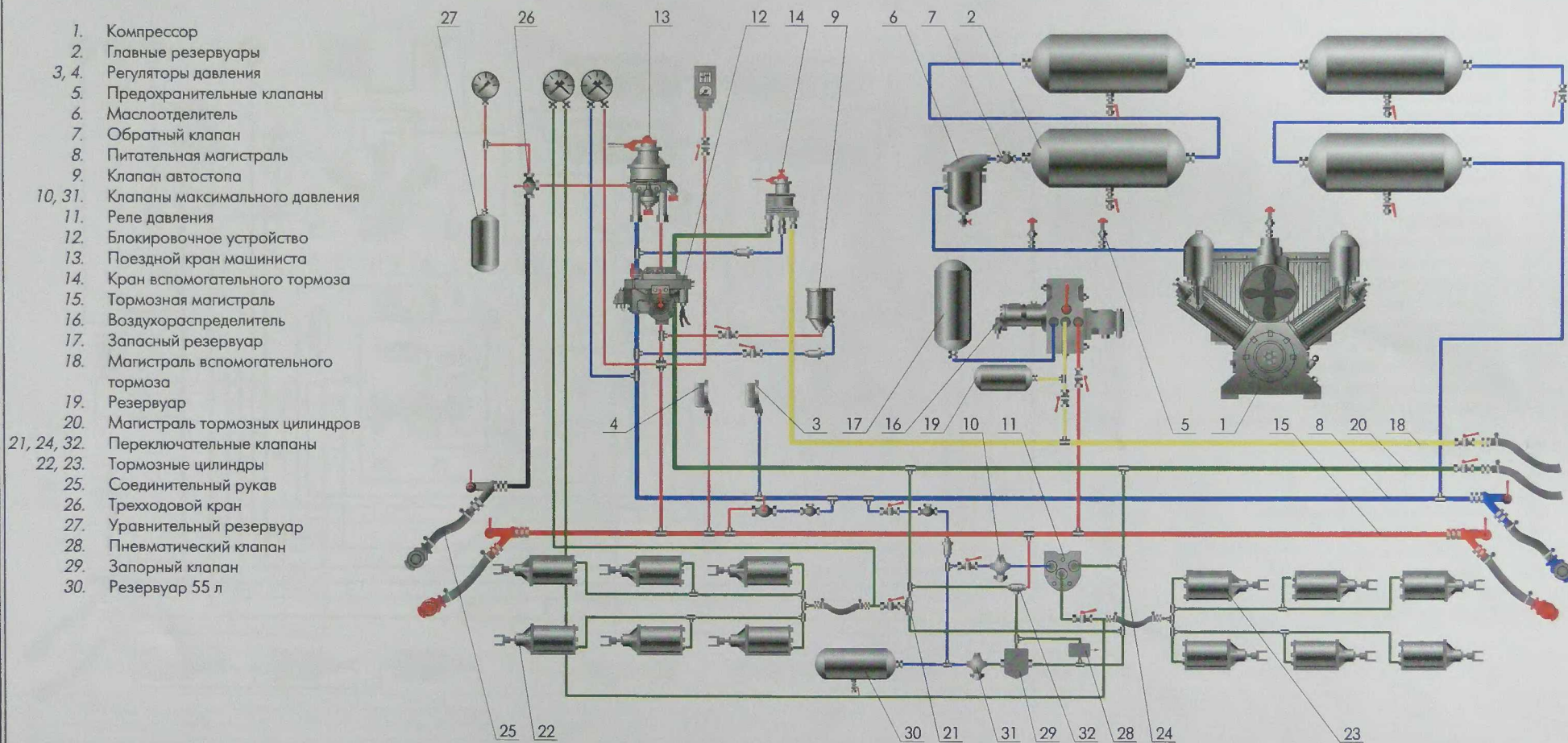
На грузовых односекционных локомотивах ВЛ 60К применяется схема тормозного оборудования с четырьмя магистралями: питательной 1 ПМ, тормозной 2 ТМ, вспомогательного тормоза 3 МВТ и тормозных цилиндров 4 МТЦ. Два компрессора № Э-500 5, управляемые регулятором давления АК-11Б 6 поддерживают в главных резервуарах (ГР) 7 общим объемом 1200 л давление воздуха в диапазоне 0,75—0,90 МПа. На трубопроводе к ГР установлены обратный клапан № 155А 8 и предохранительный

клапан № Э-216 9, отрегулированный на давление 1 МПа. Периодический спуск конденсата из ГР осуществляют клапаны продувки 10. Сжатый воздух из ПМ поступает к электропневматическому клапану автостопа 11 и через блокировочное устройство № 367М 12 в рабочей кабине к кранам машиниста поездного № 13 № 394 (КМ) и вспомогательному № 254 14 (КВТ) и наполняет тормозную магистраль.

При торможении разряжается уравнильный резервуар 15 (УР) и, через КМ, тормозная магистраль. Срабатывает воздухораспределитель 16 (ВР) и подает сжатый воздух из запасного резервуара 17 (ЗР) в магистраль вспомогательного тормоза с дополнительными резервуарами 18 для стабилизации работы ВР. Через переключательный клапан 19 № ЗПК срабатывает КВТ и наполняет тормозные цилиндры 20 (ТЦ) из питательной магистрали.

СХЕМА ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВОЗА 2ТЭ116 (одной секции)

Б6



1. Компрессор
2. Главные резервуары
- 3, 4. Регуляторы давления
5. Предохранительные клапаны
6. Маслоотделитель
7. Обратный клапан
8. Питательная магистраль
9. Клапан автостопа
- 10, 31. Клапаны максимального давления
11. Реле давления
12. Блокировочное устройство
13. Поездной кран машиниста
14. Кран вспомогательного тормоза
15. Тормозная магистраль
16. Воздухораспределитель
17. Запасный резервуар
18. Магистраль вспомогательного тормоза
19. Резервуар
20. Магистраль тормозных цилиндров
- 21, 24, 32. Переключательные клапаны
- 22, 23. Тормозные цилиндры
25. Соединительный рукав
26. Трехходовой кран
27. Уравнительный резервуар
28. Пневматический клапан
29. Запорный клапан
30. Резервуар 55 л

Двухсекционный двухкабинный тепловоз 2ТЭ116 оборудован реостатным тормозом, применяемым при высоких скоростях движения. На каждой секции тепловоза установлены компрессор 1 КТ-6Эл с приводом от электродвигателя постоянного тока и четыре главных резервуара 2 по 250 л каждый. Для управления работой компрессора используется регулятор 3 № АК-11Б. Такой же регулятор 4 обеспечивает изменение режима нагрузки дизеля. Между компрессором и главными резервуарами установлены предохранительные клапаны 5 №Э-216, маслоотделитель 6 № Э-120Т и обратный клапан 7 № Э-155. Регулятором давления обеспечивается включение и выключение компрессора и поддержание давления в главных резервуарах в пределах 0,75—0,90 МПа.

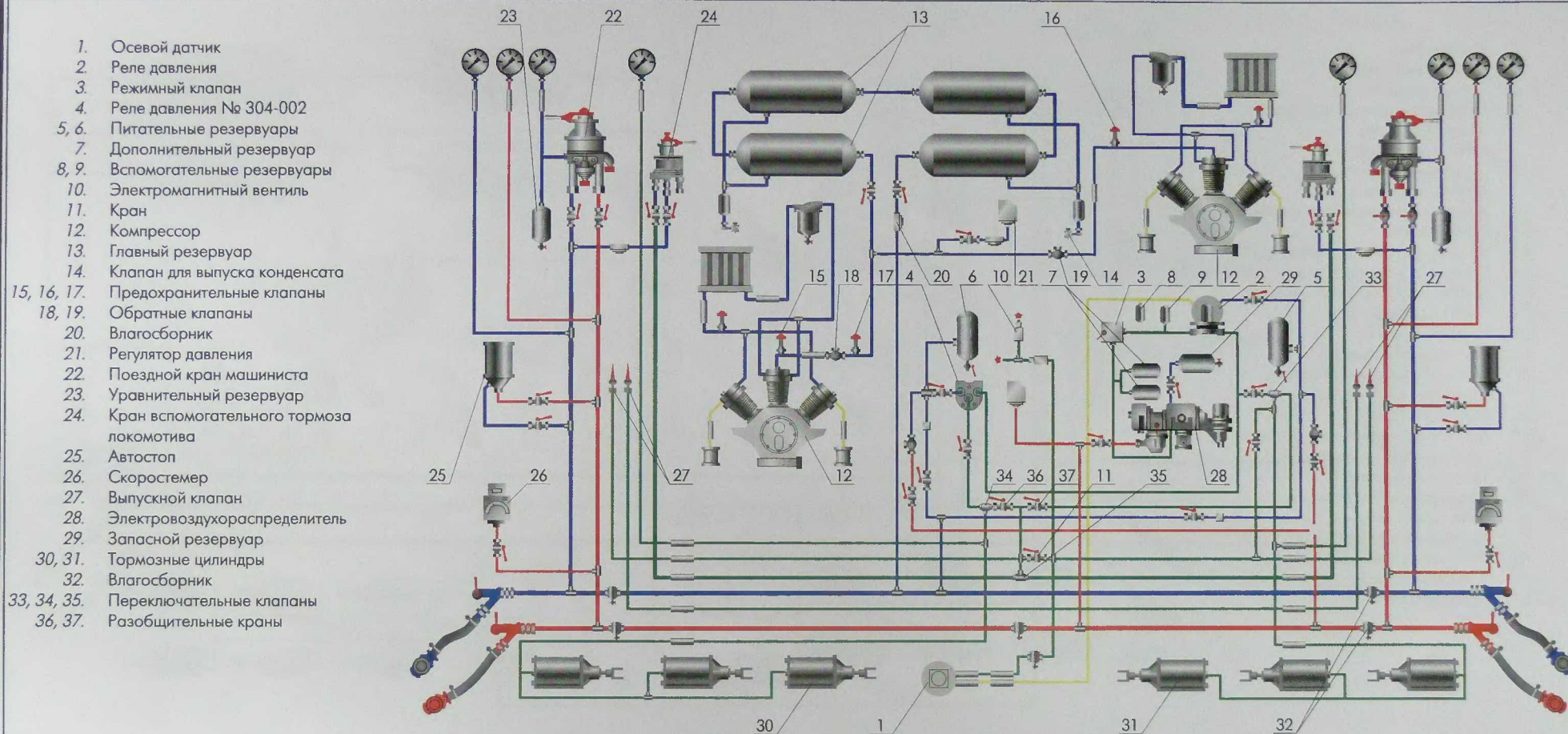
От главных резервуаров сжатый воздух подается через питательную магистраль 8 к электропневматическому клапану автостопа 9 № ЭПК-150, клапану максимального давления 10 № ЗМД и реле давления 11 № 304, а через блоки-

ровочное устройство 12 № 367М к кранам машиниста поездному 13 № 394 и вспомогательного тормоза № 254. При торможении поездным краном 13 разряжается тормозная магистраль 15, срабатывает воздухораспределитель 16 № 483, сообщает запасный резервуар 17 с магистралью вспомогательного тормоза 18 и подключенным к ней объемом 5 л, стабилизирующим работу воздухораспределителя. При этом краном вспомогательного тормоза локомотива 14 через магистраль 20 и переключательный клапан 21 № ЗПК наполняется одна группа тормозных цилиндров 22. Вторая группа тормозных цилиндров 23 наполняется сжатым воздухом от реле давления 11, сообщенного с магистралью 20 через переключательный клапан 24 № ЗПК.

Для включения системы синхронизации при следовании в соединенных поездах установлен дополнительный рукав 25 с трехходовым краном 26, отключающим уравнительный резервуар 27.

В последнее время на тепловозах устанавливают дополнительное оборудование для автоматического торможения секций в случае их саморасцепки. При разрыве или разъединении соединительных рукавов и быстром падении давления в тормозной магистрали 15 до 0,35 МПа закрывается пневматический клапан 28. Когда давление в тормозной магистрали снизится практически до атмосферного, то откроется запорный клапан 29 и создаст канал для наполнения тормозных цилиндров из резервуара 30 через клапан максимального давления 31 № ЗМД, отрегулированный на давление 0,38—0,48 МПа, и переключательные клапаны 21 и 24. Давление тормозных цилиндров при этом достигает 0,38—0,42 МПа, что обеспечивает эффективное торможение. Переключательный клапан 32 № ЗПК позволяет удерживать запорный клапан 29 в закрытом положении при любом виде торможения вплоть до экстренного, а открывать его только при саморасцепе секций тепловоза.

СХЕМА ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ЧС2, ЧС4



1. Осевой датчик
2. Реле давления
3. Режимный клапан
4. Реле давления № 304-002
- 5, 6. Питательные резервуары
7. Дополнительный резервуар
- 8, 9. Вспомогательные резервуары
10. Электромагнитный вентиль
11. Кран
12. Компрессор
13. Главный резервуар
14. Клапан для выпуска конденсата
- 15, 16, 17. Предохранительные клапаны
- 18, 19. Обратные клапаны
20. Влагосборник
21. Регулятор давления
22. Поездной кран машиниста
23. Уравнительный резервуар
24. Кран вспомогательного тормоза локомотива
25. Автостоп
26. Скоростемер
27. Выпускной клапан
28. Электровоздухораспределитель
29. Запасной резервуар
- 30, 31. Тормозные цилиндры
32. Влагосборник
- 33, 34, 35. Переключательные клапаны
- 36, 37. Разобщительные краны

Особенностью схем тормозного оборудования электровозов ЧС2 и ЧС4 является наличие устройств регулирования тормозного нажатия в зависимости от скорости движения, состоящих из осевого датчика 1, реле давления 2, режимного клапана 3, реле давления 4 № 304-002, питательных резервуаров 5 и 6 объемом по 120–150 л, дополнительных 7 и вспомогательных 8 и 9 резервуаров, электромагнитного вентиля 10 и крана 11 для включения скоростного регулятора.

Сжатым воздухом электровоз обеспечивается от двух компрессоров 12 типа К-2, связанных с главными резервуарами 13 общим объемом 1000 л, оборудованных клапанами 14 для выпуска конденсата. На трубопроводах установлены предохранительные клапаны 15, 16, 17, отрегулированные на давление 1,0 МПа и обратные клапаны 18 и 19. За главными резервуарами установлены предохранительный клапан, настроенный на давление 0,9 МПа, разобщительный кран и влагосборник 20. Регулятор давления 21 типа ТSP-2В включает компрессор при давлении 0,75 МПа и выключает при 0,9 МПа.

В кабине локомотива установлены поездной кран машиниста 22 № 395 с уравнительным резервуаром 23 и кран вспомогательного тормоза локомотива 24 № 254, а также электропневматический клапан автостопа 25 типа ЭПК-150, скоростемер 26 и выпускные клапаны 27. Электровозы оборудованы электропневматическим тормозом с электровоздухораспределителем 28 № 305-000 (в блоке с воздухораспределителем № 292-001), запасным резервуаром 29 объемом 57 л, тормозными цилиндрами 30, 31 и влагосборниками 32.

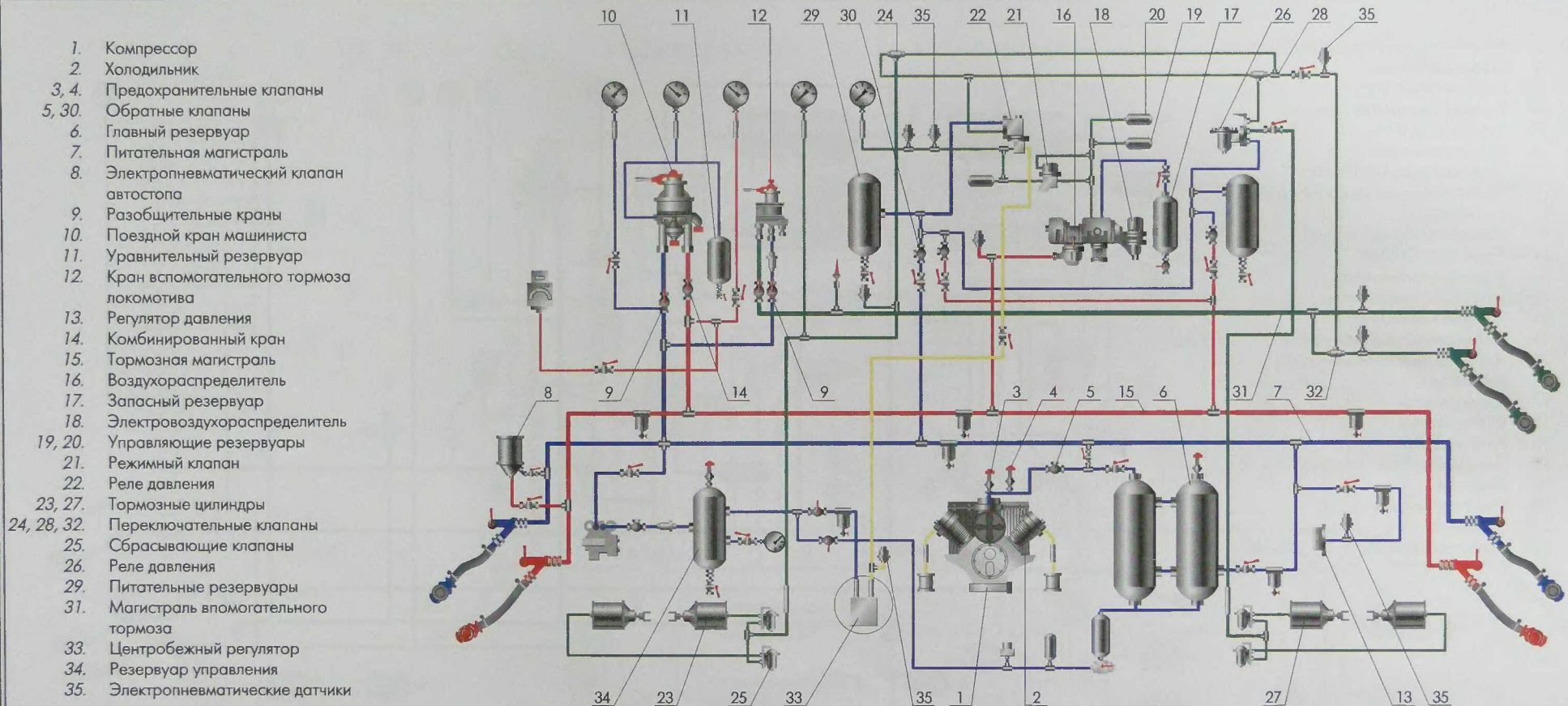
При электропневматическом торможении срабатывает электровоздухораспределитель, а при пневматическом управлении тормозами, после ступени разрядки тормозной магистрали, — воздухораспределитель и сообщает запасный резервуар 29 с резервуарами 7 и, через режимный клапан 3, с реле давления 2. Последнее подает сжатый воздух из резервуара 5 через переключательный клапан 33 в тормозные цилиндры второй тележки 31 и к реле давления 4, сообщающего резервуар 6 через переключательный клапан 34 с тормозными цилиндра-

ми первой тележки 30. При торможении краном вспомогательного тормоза 24, воздух через переключательные клапаны 35, 33 и 44 и разобщительные краны 36, 37 поступает в тормозные цилиндры обеих тележек.

В процессе экстренного торможения кранами 22 и 24 при скорости более 80 км/ч, заряженным от осевого датчика 1 резервуаром 8 через реле давления 2 и 4 создается повышенное давление в тормозных цилиндрах равное 0,65 МПа. При снижении скорости до 60 км/ч, резервуар 8 разряжается через осевой датчик 1 и давление в тормозных цилиндрах падает до 0,38 МПа. Отключив сжатый воздух от осевого датчика краном 11, ограничивают максимальное давление в тормозных цилиндрах уровнем 0,38 МПа.

СХЕМА ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА ЧС7, ЧС8 (одной секции)

Б8



1. Компрессор
2. Холодильник
- 3, 4. Предохранительные клапаны
- 5, 30. Обратные клапаны
6. Главный резервуар
7. Питательная магистраль
8. Электропневматический клапан автостопа
9. Разобщительные краны
10. Поездной кран машиниста
11. Уравнительный резервуар
12. Кран вспомогательного тормоза локомотива
13. Регулятор давления
14. Комбинированный кран
15. Тормозная магистраль
16. Воздухораспределитель
17. Запасный резервуар
18. Электровоздухораспределитель
- 19, 20. Управляющие резервуары
21. Режимный клапан
22. Реле давления
- 23, 27. Тормозные цилиндры
- 24, 28, 32. Переключательные клапаны
25. Сбрасывающие клапаны
26. Реле давления
29. Питательные резервуары
31. Магистраль вспомогательного тормоза
33. Центробежный регулятор
34. Резервуар управления
35. Электропневматические датчики

Пассажирский электровоз постоянного тока ЧС7 имеет одинаковые схемы тормозного оборудования на обеих секциях. На каждой из них установлен компрессор 1 типа К-3 производительностью 2,63 м³/мин с холодильником 2, предохранительными клапанами первой 3 и второй 4 ступенями сжатия, обратный клапан 5, главный резервуар 6 объемом 500 л, сообщенный с питательной магистралью 7, подведенной к электропневматическому клапану автостопа ВЭПК-150, а также через разобщительные краны 9 к кранам машиниста поездному 10 № 395-004 с уравнительным резервуаром 11 и вспомогательного тормоза 12 № 254. Работой компрессора управляет регулятор давления 13, поддерживая в главных резервуарах давление сжатого воздуха в диапазоне 0,75—0,92 МПа. На электровозах ЧС7 предусмотрена возможность установки блокировочного устройства № 367М.

Кран машиниста 10 через комбинированный кран 14 и тормозную магистраль 15 сообщен с воздухораспределителем 16 № 292-001, имеющим запасный резервуар 17 объемом 57 л и установленным совместно с электровоздухораспределителем 18 № 305-000. На выходе этих устройств находятся управляющие резервуары 19 и 20 объемом соответственно 5 л и 2,5 л, связанные с режимным клапаном 21 ДАКО-Д с механическим переключателем, который сообщен с реле давления 22 ДАКО-ЛР. Последнее соединено с тормозными цилиндрами 23 первой тележки через переключательный клапан 24 и сбрасывающие клапаны 25, а с реле давления 26 № 304-002, сообщенное с тормозными цилиндрами 27 второй тележки, через переключательный клапан 28. Сжатый воздух для наполнения тор-

мозных цилиндров накапливается в двух питательных резервуарах 29 объемом по 120 л каждый, заряжаемых из питательной магистрали 7 через обратный клапан 30.

При торможении локомотива краном 12 воздух поступает по магистрали вспомогательного тормоза 31 через переключательные клапаны 32 и 24 к тормозным цилиндрам 23 первой тележки, а через переключательный клапан 28 к реле давления 26, которое наполняет тормозные цилиндры 27 второй тележки. Аналогично происходит торможение на четвертой и третьей тележках второй секции электровоза.

Если торможение производится поездным краном 10, то в зависимости от вида применяемого тормоза (автоматического или электропневматического) срабатывает воздухораспределитель 16 или электровоздухораспределитель 18 и наполняет управляющие резервуары 19 и 20 из запасного резервуара 17. При этом включаются режимный клапан 21, а затем реле давления 22, связанное с центробежным регулятором 33 ДАКО-КЛ2 на оси колесной пары, который подключен к резервуару управления 34 объемом 120 л, и происходит наполнение тормозных цилиндров. При включенном центробежном регуляторе 33 и экстренном торможении на скорости менее 60 км/ч давление в тормозных цилиндрах достигает 0,38 МПа, а при больших скоростях составляет 0,68 МПа. Режимным клапаном 21 с механическим переключателем можно ограничить уровень давления в тормозных цилиндрах, например, при замене чугунных колес композиционными.

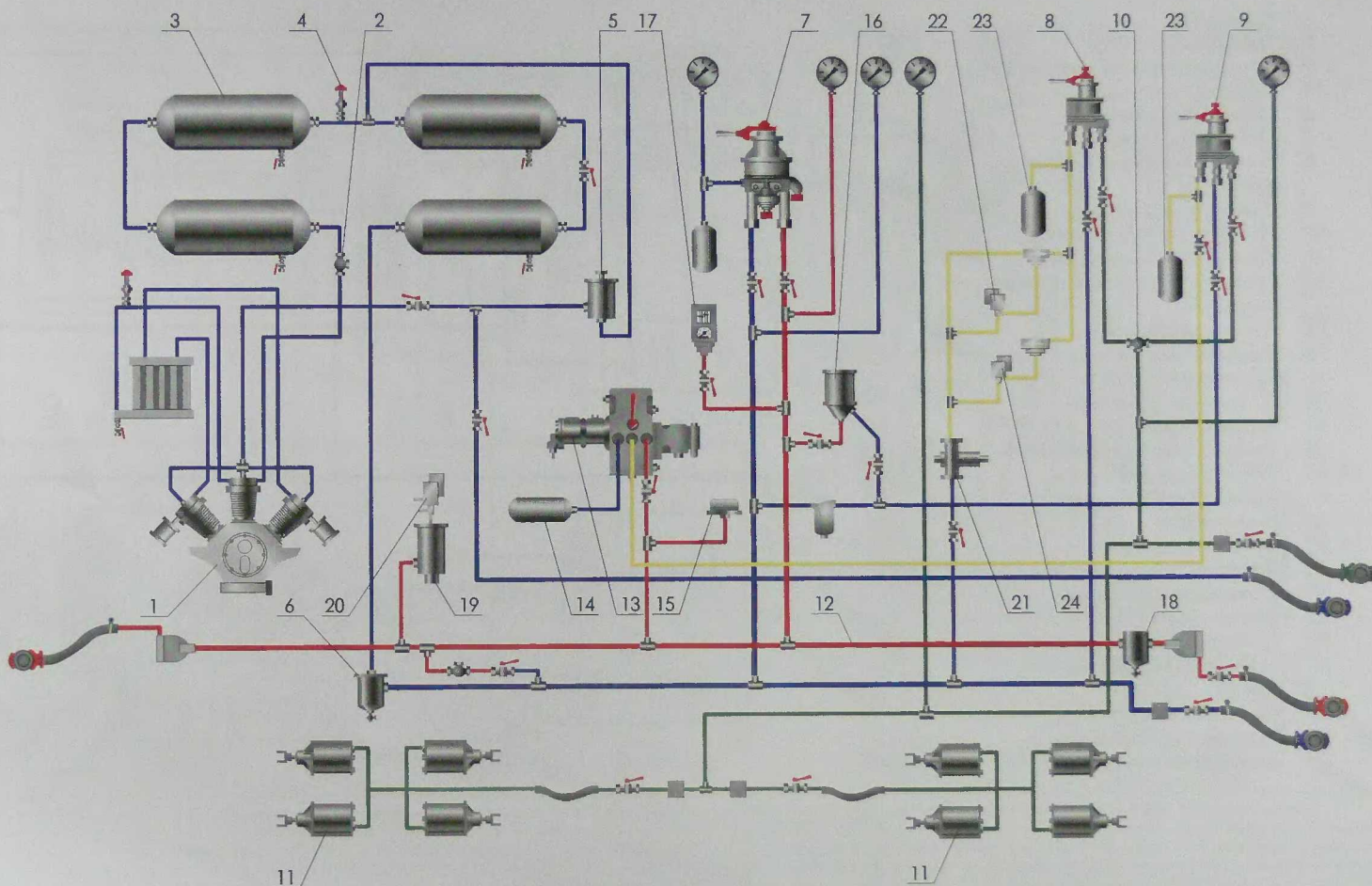
Для управления электропневматическим тормозом только на электровозе отдельно от состава имеется специальная рукоятка с тремя положениями О — отпуск, П — перекрыша и Т — торможение. На электровозах ЧС7 также предусмотрена возможность совместного действия электрического реостатного и пневматического тормозов с приоритетом последнего в случае, например, снижения скорости менее 50 км/ч, повышении давления в тормозных цилиндрах более 0,1 МПа при работе пружинящего тормоза и в ряде других режимов торможения локомотива. Контроль за давлением в различных трубопроводах тормозного оборудования и автоматизация управления процессами электрического торможения при одновременном действии пневматического тормоза осуществляется с помощью электропневматических датчиков 35.

В случае саморасцепки секций электровоза происходит падение давления в тормозной магистрали 15, срабатывают воздухораспределители 16 на каждой секции и вызывают наполнение тормозных цилиндров из питательных резервуаров 29, как показано выше, независимо от состояния сообщенных с атмосферой других магистралей локомотива.

На электровозах ЧС7 предусмотрена установка электронных противоюзных устройств, сбрасывающих давление в соответствующих тормозных цилиндрах через клапаны 25 при снижении скорости одной из колесных пар по отношению к остальным.

СХЕМА ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВОЗА ЧМЭЗ

1. Компрессор
2. Обратный клапан
3. Главный резервуар
4. Предохранительный клапан
5. Регулятор давления
6. Маслоотделитель
7. Поездной кран машиниста
- 8, 9. Кран вспомогательного тормоза локомотива
10. Переключательный клапан
11. Тормозной цилиндр
12. Тормозная магистраль
13. Воздухораспределитель
14. Запасный резервуар
15. Пневматический выключатель
16. Электропневматический клапан автостопа
17. Скоростемер
18. Влагосборник
19. Клапан ДАКО
20. Электропневматический вентиль
21. Редуктор
22. Впускной вентиль
23. Резервуар
24. Выпускной вентиль



На тепловозе установлены: компрессор 1 типа К-2, связанный через обратный клапан 2 с четырьмя главными резервуарами 3 объемом по 250 л каждый, предохранительный клапан 4, регулятор давления 5 и маслоотделитель 6. В кабине машиниста расположены поездной кран 7 № 394, два крана вспомогательного тормоза локомотива 8 и 9 № 254 (справа и слева), выходы которых выведены на переключательный клапан 10, связанный с тормозными цилиндрами 11. С тормозной магистралью 12 сообщены воздухораспределитель 13, оборудованный запасным резервуаром 14 объе-

мом 78 л, пневматический выключатель 15, электропневматический клапан автостопа 16 ЭПК-150, скоростемер 17, влагосборник 18, клапан 19 ДАКО и электропневматический вентиль 20.

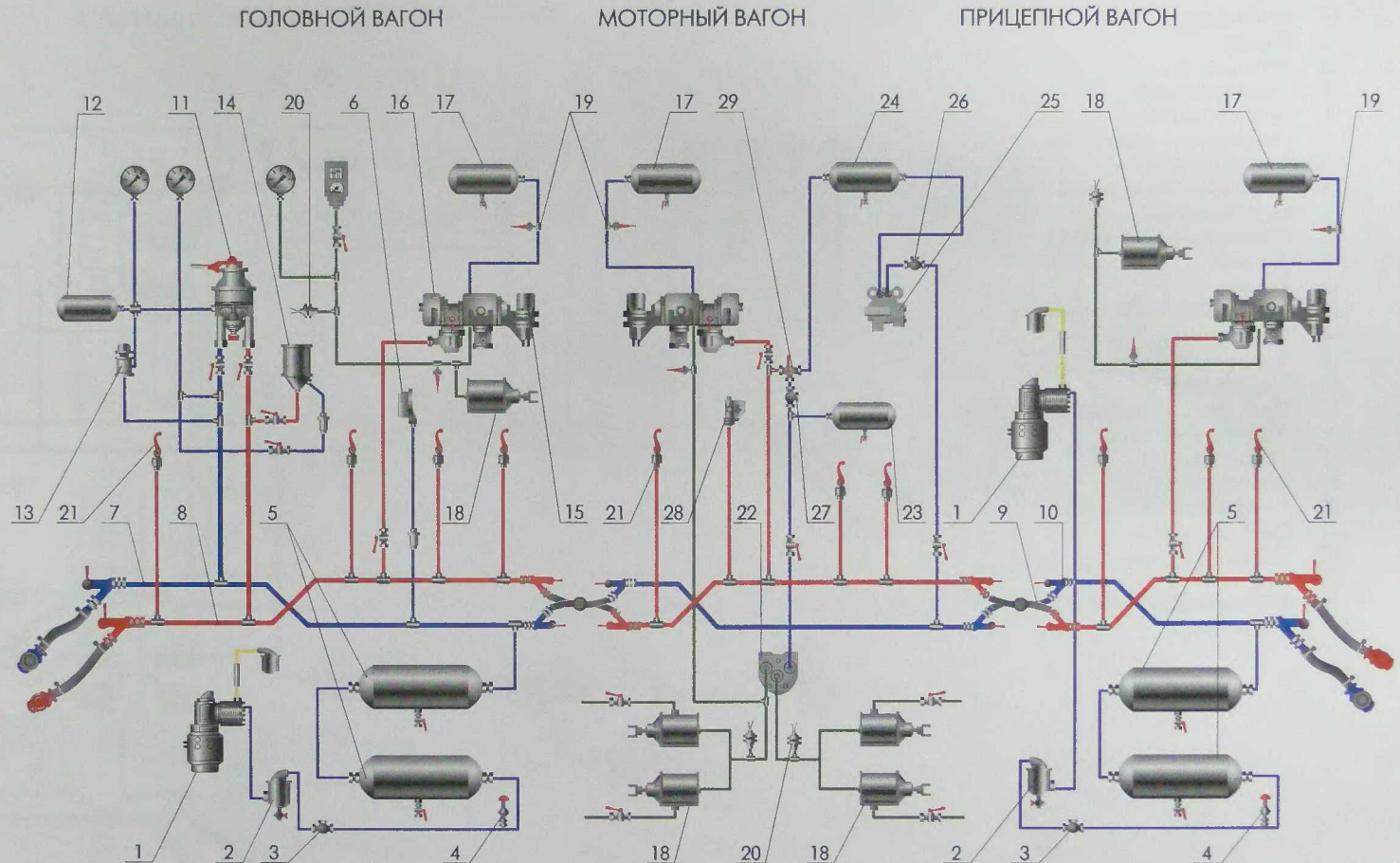
При торможении краном 7 срабатывает воздухораспределитель 13 и сообщает запасный резервуар 14 с краном вспомогательного тормоза 9, который из питательной магистрали через переключательный клапан 10 наполняет тормозные цилиндры 11. Торможение любым из кранов 8 или 9 также обеспечивает наполнение тормозных цилиндров 11. При торможении с помощью тумб-

лера воздух из питательной магистрали через редуктор 21, отрегулированный на давление 0,4 МПа, и впускной вентиль 22 поступает в кран 8 и резервуар 23 объемом 7 л, что обеспечивает наполнение тормозных цилиндров 11. Отпуск выполняется аналогично включением выпускного вентиля 24. Для экстренной разрядки тормозной магистрали служит клапан 19 ДАКО, включаемый электропневматическим вентилем 20.

СХЕМА ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОВОПОЕЗДОВ ЭР2 и ЭР9П

Б10

1. Компрессор
2. Маслоотделитель
3. Обратный клапан
4. Предохранительный клапан
5. Главный резервуар
6. Регулятор давления
7. Питательная магистраль
8. Тормозная магистраль
9. Соединительный рукав
10. Концевой кран
11. Кран машиниста
12. Уравнительный резервуар
13. Вентиль перекрыши
14. Клапан автостопа
15. Электровоздухораспределитель
16. Воздухораспределитель
17. Запасный резервуар
18. Тормозной цилиндр
19. Выпускной кран
20. Сигнализатор отпуска
21. Стоп-кран
22. Реле давления
23. Питательный резервуар
24. Резервуар
25. Редуктор
- 26, 27. Обратные клапаны
28. Автоматический выключатель управления
29. Трехходовой кран



На головном и прицепном вагонах расположены компрессоры 1 типа ЭК-7Б (ЭР2) или ЭК-7В (ЭР9) с маслоотделителями 2 № Э-120, обратными клапанами 3 № 155, предохранительными клапанами 4 № 216, отрегулированными на давление 0,85 МПа и по два главных резервуара 5 объемом 170 л каждый. Управление работой компрессоров осуществляется от регулятора 6 АК-11Б, через который в главных резервуарах поддерживается давление в диапазоне 0,65—0,80 МПа. Поезд оснащен двумя магистралями: питательной 7 и тормозной 8 с соединительными рукавами 9 № Р17 и концевыми кранами 10 № 190.

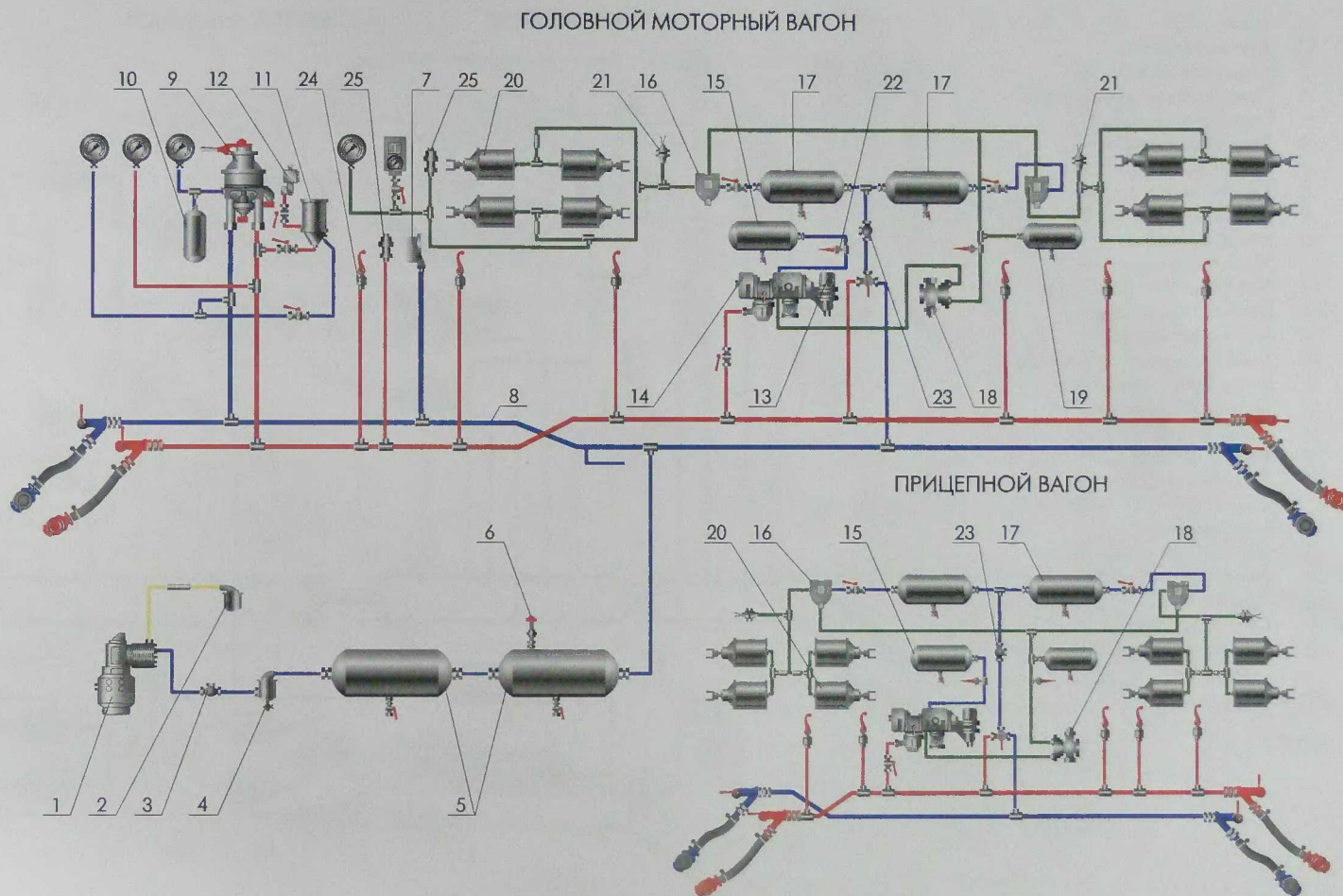
Приборы управления расположены на головных вагонах электропоездов, в которых до № 1028 ЭР2 и до № 345 ЭР9П устанавливались краны машиниста 11 № 334Э с контроллерами ЕК-8АР и уравнительными резервуарами 12 объемом 12 л, вентили перекрыши 13 типа ВП-47 и клапаны автостопа 14 № 150Е-1 или № 150И-1.

На каждом вагоне электропоезда установлены электровоздухораспределители 15 № 305-001, воздухораспределители 16 № 292-001 с запасными резервуарами 17 объемом 78 л, тормозные цилиндры 18, выпускные краны 19 № 31, сигнализаторы отпуска тормозов 20, стоп-краны 21.

На моторном вагоне два тормозных цилиндра наполняются от электровоздухораспределителя (или воздухораспределителя), а два других через реле давления 22 № 304-002 из питательного резервуара 23 объемом 78 л, заряжаемого вместе с резервуаром 24 объемом 55 л через редуктор 25 № 348 и обратные клапаны 26, 27 соответственно №№ Э-175 и 3700. На моторном вагоне также установлены автоматические выключатели управления 28 № Э-119Б или ПВУ-2, размыкающие цепи управления электропоездом, если давление в тормозной магистрали упадет ниже 0,35 МПа.

СХЕМА ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭР 22

1. Компрессор
2. Фильтр
3. Обратный клапан
4. Маслоотделитель
5. Главный резервуар
6. Предохранительный клапан
7. Регулятор давления
8. Питательная магистраль
9. Кран машиниста
10. Уравнительный резервуар
11. Автостоп
12. Вентиль
13. Электровоздухораспределитель
14. Воздухораспределитель
15. Запасный резервуар
16. Реле давления
17. Питательный резервуар
18. Авторежим
19. Резервуар
20. Тормозной цилиндр
21. Сигнализатор отпуска
22. Выпускной клапан
23. Обратный клапан
24. Стоп-кран
25. Автоматический выключатель управления



На моторном вагоне электропоезда ЭР 22 установлен компрессор 1 типа ЭК-7Б с фильтром 2, обратным клапаном 3 № Э-155, маслоотделителем 4 и двумя главными резервуарами 5 по 170 л каждый, предохранительным клапаном № Э-216 и регулятор давления 7 АК-11Б, связанный с питательной магистралью 8. Эта магистраль подведена в кабине управления к крану машиниста 9 № 394, оборудованному уравнительным резервуаром 10 и электропневматическому клапану автостопа 11 № 150-1, оснащенный электромагнитным вентилем 12 типа ВВ -2Г-1.

На каждом вагоне электропоезда установлены электровоздухораспределители 13 № 305-001 и воздухораспределители 14 № 292-001 с запасными резервуарами 15 объемом 55 л, реле давления 16 № 304, питательные резервуары 17 объемом по 78 л, авторежимы 18 № 265-003 (на головных вагонах) и № 265-004 (на прицепных вагонах), резервуары 19, тормозные цилиндры 20 диаметром 10", сигнализаторы отпуска тормозов 21 № 352А, выпускные клапаны 22 № 31 и обратные клапаны 23 № 3700.

При торможении срабатывает электровоздухораспределитель 13 и подает сжатый воздух из запасного резервуара 15 через авторежим 18

в резервуар 19 объемом 12 л и далее к реле давления 16. Оно сообщает питательные резервуары 17 с тормозными цилиндрами 20. На моторных вагонах производится рекуперативно-реостатное торможение, а на прицепных — пневматическое с электрическим управлением.

На электропоездах ЭР 22М (1972 г.) и ЭР 22 В (1975 г.) установлены кран машиниста 9 № 395-000-5, реле давления 16 № 304-002 и сбрасывающие клапаны № 391 на трубопроводе к тормозным цилиндрам 20.

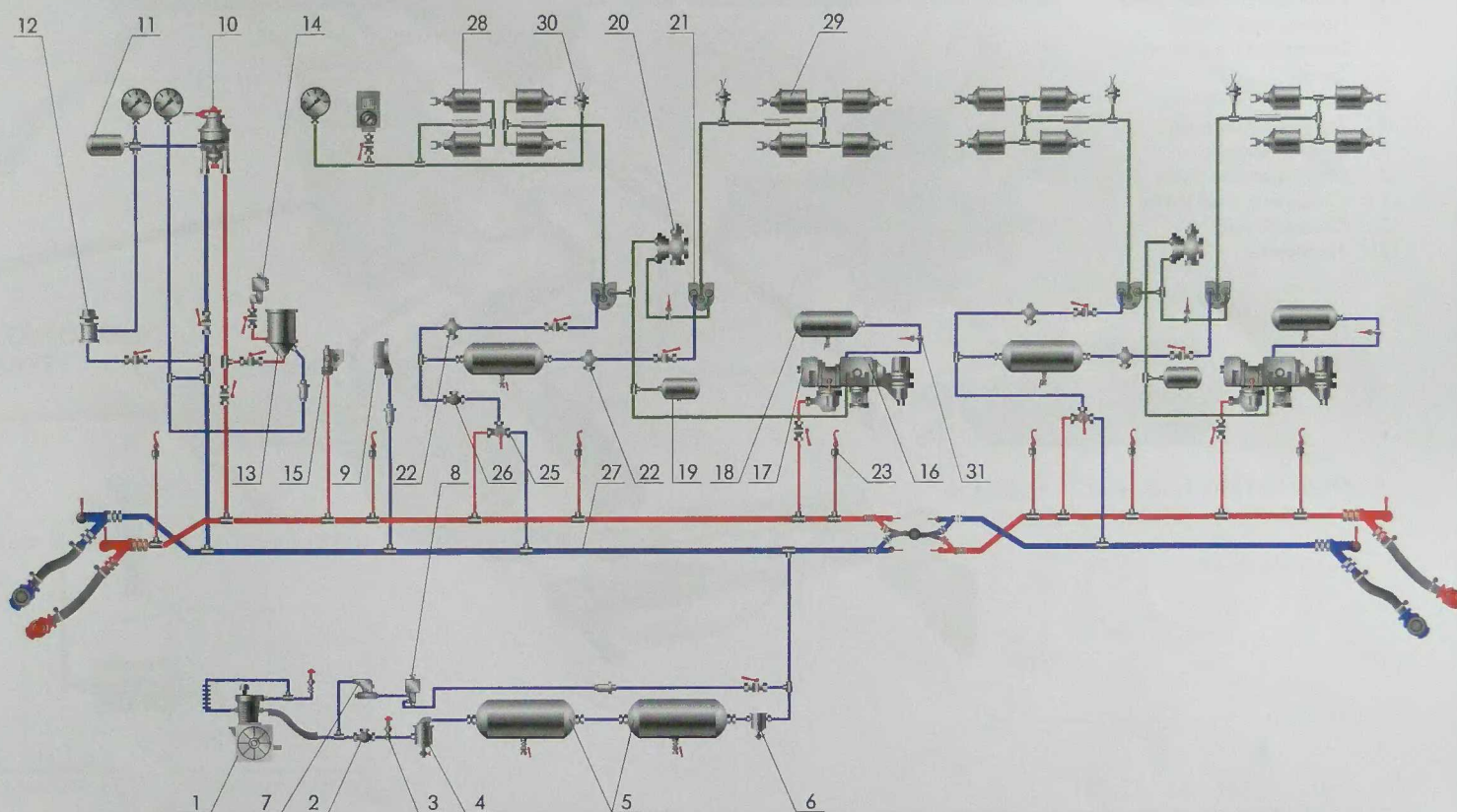
СХЕМА ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДОВ ДР1П

Б12

ГОЛОВНОЙ ВАГОН

ПРИЦЕПНОЙ ВАГОН

1. Компрессор
2. Обратный клапан
3. Предохранительный клапан
4. Маслоотделитель
5. Главный резервуар
6. Влагосорбик
7. Клапан холостого хода
8. Вентиль
9. Регулятор давления
10. Кран машиниста
11. Уравнильный резервуар
12. Вентиль перекрыши
13. Автостоп
14. Вентиль
15. Выключатель управления
16. Электровоздухораспределитель
17. Воздухораспределитель
18. Запасный резервуар
19. Дополнительный резервуар
20. Авторежим
21. Реле давления
22. Клапан максимального давления
23. Стоп-кран
24. Питательный резервуар
25. Кран
26. Обратный клапан
27. Питательная магистраль
- 28, 29. Тормозные цилиндры
30. Сигнализатор отпуска
31. Выпускной клапан



В дизель-поезде ДР1П на моторном вагоне установлены компрессор 1 типа ВВ-1,5/9, обратный клапан 2 № 526, предохранительный клапан 3 № Э-216, отрегулированный на давление 0,82—0,83 МПа, маслоотделитель 4 № Э-120 и два главных резервуара 5 объемом по 170 л каждый с влагосорбиком 6 № 116, а также клапан холостого хода 7 № 527Б с вентилем 8, включающего типа ВВ-34Ш и регулятор давления 9 АК-11Б, управляющий работой компрессора для поддержания давления в главных резервуарах в диапазоне 0,65—0,80 МПа.

Кабина управления оборудована краном машиниста 10 № 334Э с контроллером ЕК-8АР-М и уравнильным резервуаром 11 объемом 12 л,

вентилем перекрыши 12 № ВП-47, электропневматическим клапаном автостопа 13 № 150И-1 с вентилем 14 типа ВВ-32Ш, автоматическим выключателем управления 15 № Э-119Б или ПВУ-2, настроенным на включение при давлении 0,40—0,42 МПа и выключение при давлении 0,27—0,30 МПа. На каждом вагоне дизель-поезда размещены электровоздухораспределители 16 № 305-001 в блоке с воздухораспределителями 17 № 292-001, запасные резервуары 18 объемом 55 л, дополнительные резервуары 19 объемом 8,2 л, авторежимы 20 № 265-004, реле давления 21 № 304-002, клапаны максимального давления 22 № ЗМД, стоп-краны 23, питательные резервуары 24 объемом 170 л, подключенные через трехходовые краны 25 № Э-220 и обратные

клапаны 26 № 3700 к питательной магистрали 27, тормозные цилиндры моторных тележек 28, поддерживающих тележек 29, сигнализаторы отпуска тормозов 30.

При торможении электровоздухораспределитель 16 или воздухораспределитель 17 сообщает запасный резервуар 18 с дополнительным резервуаром 19, авторежимом 20 и реле давления 21. Через последнее от питательного резервуара 24 наполняются тормозные цилиндры 28 моторных тележек. Тормозные цилиндры вторых тележек наполняются от реле давления 21.

ТОРМОЗНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

1. Тормозная магистраль
2. Тройник
3. Разоблицительный кран
4. Подводящая труба
5. Двухкамерный резервуар
6. Труба
7. Запасный резервуар
8. Тормозной цилиндр
9. Главная часть
10. Магистральная часть
11. Соединительный рукав
12. Концевой кран
13. Авторежим

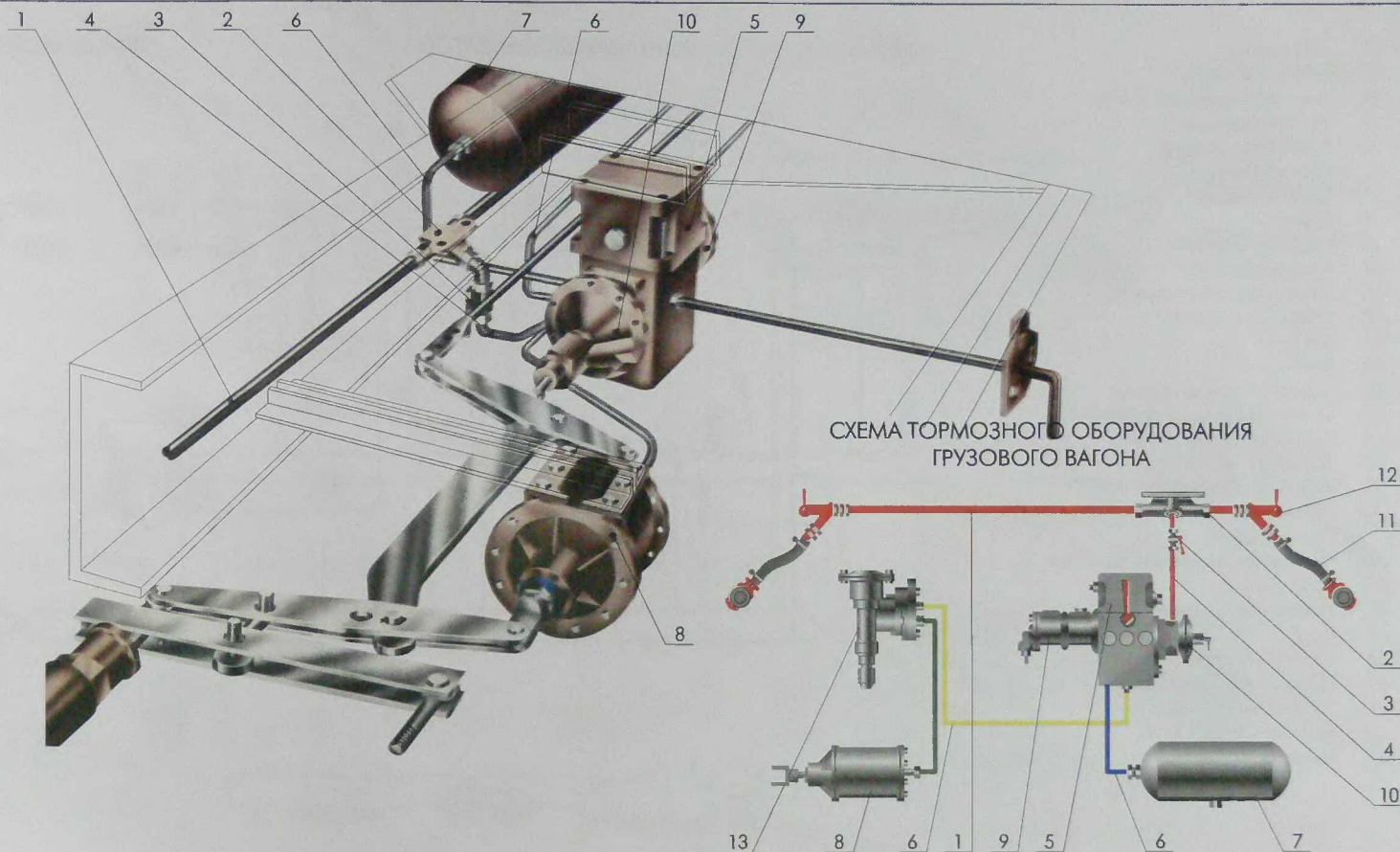


СХЕМА ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ГРУЗОВОГО ВАГОНА

Тормозное оборудование грузовых вагонов обеспечивает накопление и пропуск сжатого воздуха, подаваемого от локомотива, а также восприятие, реализацию и передачу (трансляция) сигналов управления процессами торможения и отпуска, поступающих по тормозной магистрали (ТМ). Тормозное оборудование состоит из магистрального воздухопровода 1 диаметром 1 1/4", сообщенного через тройник 2 № 573 и разоблицительный кран 3 № 372 подводящей трубой 4 диаметром 3/4", или соединительным рукавом Р35, Р36 с двухкамерным резервуаром 5 № 295-001, или № 295М-001. Последний связан трубами 6 диаметром 3/4" с запасным резервуаром (ЗР) типа Р7-78 объемом 0,078 м³ (на восьмисосных вагонах Р7-135 объемом 0,135 м³ и авторежимом (АР) №№ 265а, 265а-1, установленном над одной из тележек вагона и сообщенным с тормозным цилиндром 8 (ТЦ) № 188Б, или № 002 (№ 519Б на восьмисосных вагонах). На двухкамерный резервуар устанавливаются главная 9 № 270-023 и магистральная 10 № 483-010 (или № 483М-010) части, создавая соответственно воздухораспределитель (ВР) № 483 или № 483М.

Для межвагонных соединений используются соединительные рукава 11 типа Р17, подключаемые к трубе 1 концевыми кранами 12 №190 (или № 4304) и повернутыми на 60° относительно горизонтальной оси. Это исключает удары головок рукавов о горючие замедлители и улучшает их работу в кривых участках пути.

Объем запасных резервуаров должен обеспечивать необходимый запас сжатого воздуха при наименьшем допустимом давлении в тормозной магистрали (ТМ) в хвостовой части поезда 0,45 МПа для эффективной остановки вагона и удержания его в заторможенном состоянии в течение не менее 5 мин.

В поездном положении все камеры воздухораспределителя и запасный резервуар заряжены, а тормозной цилиндр сообщен с атмосферой через авторежим. При торможении давление в ТМ снижается и ВР сообщает ЗР с авторежимом, через который происходит наполнение тормозного цилиндра до уровня, соответствующего глубине разрядки магистрали, грузовому режиму, установленному на воздухораспределителе, и величине загрузки вагона.

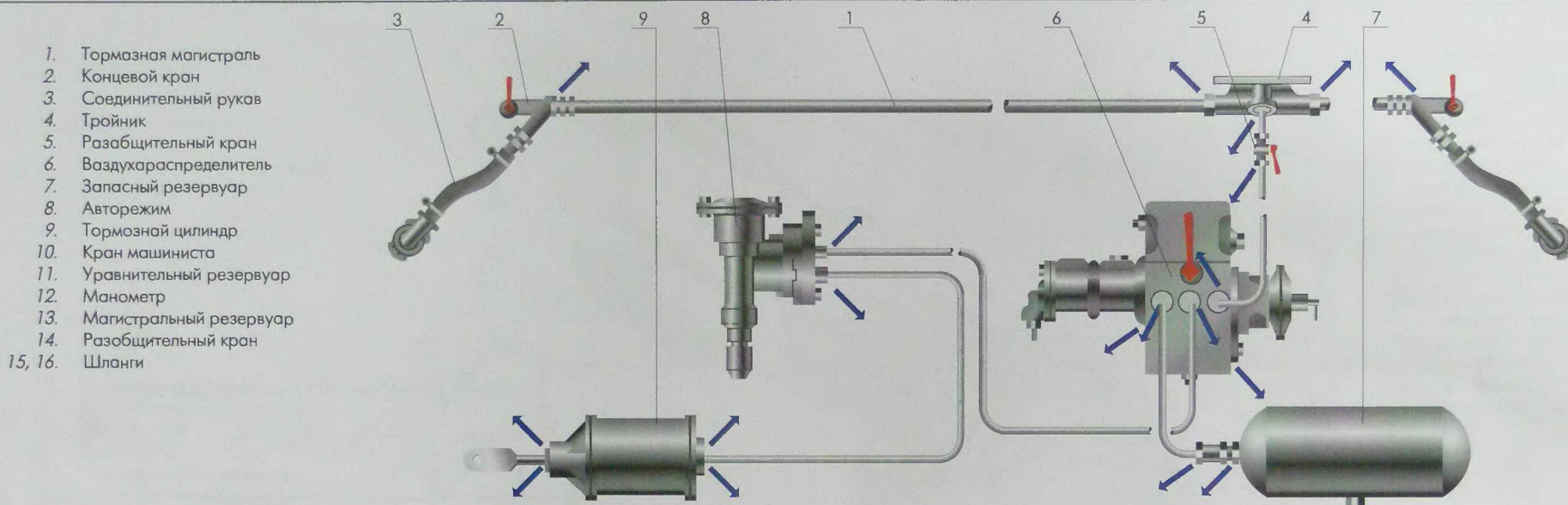
Воздухораспределитель при полном служебном торможении создает на выходе давление на порожнем режиме 0,14–0,18 МПа, на среднем 0,28–0,33 МПа и на груже-

ном 0,39–0,45 МПа (с модернизированным двухкамерным резервуаром № 295М-001 соответственно: на порожнем режиме 0,14–0,18 МПа, на среднем 0,30–0,34 МПа, на груженом 0,40–0,45 МПа). На вагонах с авторежимом переключатель режимов устанавливается в положение "груженный" при чужонных колodках и в "средний" при композиционных, а его рукоятку снимают.

Характерными неисправностями пневматического тормозного оборудования грузовых вагонов являются: ослабление крепления деталей к раме и кузову, расщепление, трещины или протертости соединительных рукавов, надломы, обрывы труб магистрали, или их погнутость, повышенные утечки воздуха в местах резьбовых соединений, головках соединительных рукавов, тормозных цилиндрах. При осмотре пневматического оборудования необходимо проверять правильность положения ручек концевых и разоблицительных кранов, переключателей режимов на воздухораспределителях, выход штоков тормозных цилиндров и их соответствие нормативам, а также чувствительность воздухораспределителей к торможению и отпуску.

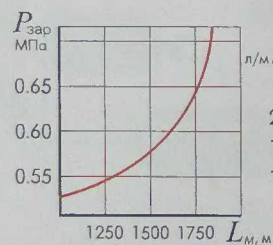
ПРОВЕРКА ПЛОТНОСТИ И ДЕЙСТВИЯ ТОРМОЗА НА ГРУЗОВЫХ ВАГОНАХ

Б14



1. Тормазная магистраль
2. Концевой кран
3. Соединительный рукав
4. Тройник
5. Разобщительный кран
6. Ваздухараспределитель
7. Запасный резервуар
8. Авторежим
9. Тормозной цилиндр
10. Кран машиниста
11. Уравнительный резервуар
12. Манометр
13. Магистральный резервуар
14. Разобщительный кран
- 15, 16. Шланги

ЗАВИСИМОСТЬ УРОВНЯ ЗАРЯДНОГО ДАВЛЕНИЯ



ЗАВИСИМОСТЬ ДОПУСТИМОЙ УДЕЛЬНОЙ УТЕЧКИ В ПОЕЗДЕ

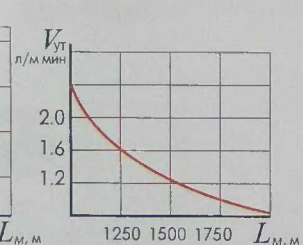
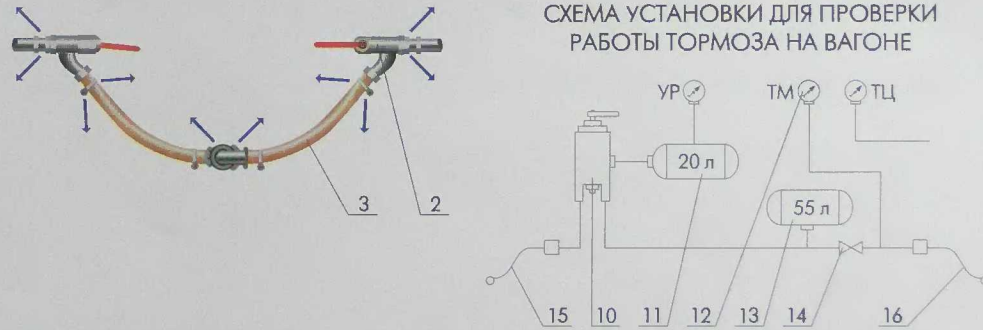


СХЕМА УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОВЕРКИ РАБОТЫ ТОРМОЗА НА ВАГОНЕ



Плотность тормозной системы поезда существенно влияет на управляемость тормозами и их неустойчивость при частых повторных торможениях, режиме работы компрессоров, влажность поступающего в тормозную магистраль (ТМ) воздуха, перепад давления между головной и хвостовой частями состава и зависит от величины утечек воздухопровода и неплотности тормозных устройств каждого вагона. Непосредственное измерение утечек, определяющее при заданном объеме величину неплотности, можно выполнить с помощью специальных приборов-расходомеров.

В реальных условиях широко используется более простой и доступный способ качественного определения неплотности по темпу падения давления в тормозной системе. Если он не превышает 0,02 МПа в одну минуту, то плотность считается удовлетворительной, а тормозные устройства при этом не должны срабатывать. При проверке плотности воздухопровода на новых или отремонтированных вагонах, которую выполняют в соответствии с приведенной схемой, падение давления не должно превышать 0,01 МПа в течение 5 мин с начального уровня 0,53–0,55 МПа.

Нормативная утечка, приведенная к единице длины воздухопровода и давлению 0,1 МПа, составляет 1,4 л/мин на 1 м. В среднем для четырехосного вагона такой темп па-

дения давления можно создать одним отверстием диаметром 0,5 мм или утечкой 5 л воздуха в 1 мин при отключенном обратном клапане воздухораспределителя ВР запасным резервуаре (ЗР).

Установлена взаимосвязь допустимой удельной утечки в поезде (приходящейся на 1 м длины) $V_{ут}$, л/мин и его длины L_m , представленная графиком [1], из которого следует, что удельная неплотность тормозной сети длинных составов должна быть ниже, чем коротких. В противном случае удельная утечка может достичь критического значения, при котором повышение уровня зарядного давления уже не вызовет соответствующего роста давления в хвостовой части поезда, величина которого не должна быть ниже 4,5 кгс/см², что необходимо по условиям эффективного действия тормоза грузовых вагонов. В соответствии с этим при наличии указанной допустимой утечки уровень зарядного давления должен изменяться от длины поезда по зависимости, приведенной на втором графике $P_{зар} = f(L)$ [1]. Исходя из него в пассажирских поездах установлен уровень зарядного давления 0,50–0,52 МПа, а в грузовых 0,53–0,55 МПа.

Наибольшие утечки в грузовых вагонах создаются в местах уплотнительных колец головок соединительных рукавов, концевых кранов и резьбовых соединений. Поэтому в последнее время количества резьбовых соединений воздухопровода сокращено до минимума применением сварных труб, а снижение их вибрации и трески достигается качественным креплением.

В условиях эксплуатации подвижного состава места утечек находятся по характерному шуму, темным масляным пятнам, инею в зимний период и путем обмыливания мест соединения трубопроводов, тормозных приборов и арматуры. Проверку действия нового или отремонтированного тормозного оборудования выполняют на установке, схема которой приведена на плакате. При этом производят ряд ступенчатых и полных служебных торможений с последующими отпусками на различных режимах работы воздухораспределителей и оценивают соответствие давлений в ТЦ, падение давлений в них за установленное время, выход их штаков, возможность ручного отпуска, действие авторегулятора рычажной передачи и стояночного тормоза при его наличии.

ТОРМОЗНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

1. Воздухопровод
2. Тройник
3. Разобшительный кран
4. Подводящая труба
5. Воздухораспределитель
6. Электровоздухораспределитель
7. Тормозной цилиндр
8. Запасный резервуар
9. Выпускной клапан
10. Стоп-кран
11. Концевой кран
12. Соединительный рукав
13. Стальная труба
14. Двухтрубная коробка зажимов
15. Трехтрубная коробка зажимов
16. Металлическая труба
17. Шланговый кабель

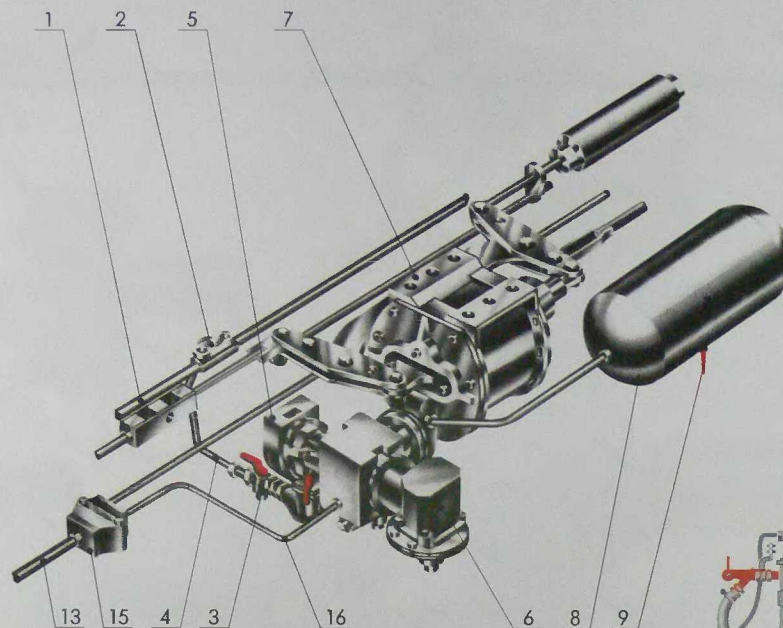
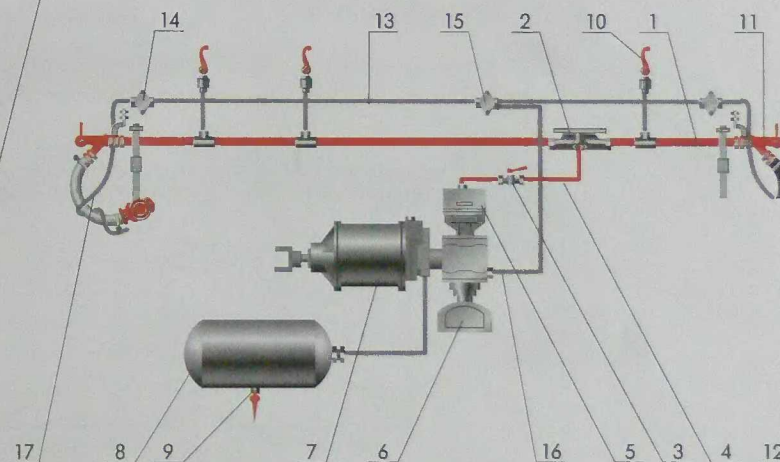


СХЕМА ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



Тормозное оборудование пассажирских вагонов обеспечивает накопление и пропуск сжатого воздуха, подаваемого от локомотива, а также восприятие, реализацию и передачу (трансляцию) сигналов управления процессами торможения и отпуска, поступающих двумя путями: по тормозной магистрали (ТМ) или по электрической линии — для электропневматического тормоза (ЭПТ). Тормозное оборудование состоит из магистрального воздухопровода 1 диаметром 1 1/4", сообщенного через тройник 2 № 573 и разобшительный кран 3 № 377 подводящей трубой 4 с воздухораспределителем (ВР) 5 № 292-001, установленным совместно с электровоздухораспределителем (ЭВР) 6 № 305-000 на кронштейне задней крышки тормозного цилиндра (ТЦ) 7.

С воздухораспределителем сообщен запасный резервуар (ЗР) 8 типа Р7-78 объемом 78 л, на котором установлен выпускной клапан 9 № 316. На тормозной магистрали 1 имеется не менее трех стоп-кранов 10 типа № 163 для экстренного торможения, на концах трубы установлены концевые краны 11 № 190 (или № 4304) с соединительными рукавами 12 № 369А.

Кроме пневматического на пассажирских вагонах для работы ЭПТ установлено электрическое оборудование. В стальной трубе 13 проложены рабочий и контрольный электрические провода, которые подведены к концевым двухтрубным 14 № 316 и средней 15 трехтрубной № 317 коробкам зажимов. От последней провод в металлической трубе 16 подведен к камере ЭВР, а от концевых коробок шланговым кабелем 17 сообщен с контактами в соединительной головке междувагонного рукава 12.

В поездном положении крона машиниста запасный резервуар заряжен, а тормозной цилиндр сообщен с атмосферой. При торможении путем разрядки тормозной магистрали сработает воздухораспределитель и сообщит ЗР с ТЦ, наполняя последний до уровня соответствующего глубине разрядки ТМ. При полном служебном торможении давление в ТЦ достигает 0,35 МПа за 8—10 с, а при экстренном — в зависимости от режима ВР: нормальной длины К или длинносоставный Д соответственно за 5—7 с и за 12—16 с. Повышение давления ТМ приводит к легкому бесступенчатому отпуску при котором ТЦ сообщается с атмосферой, а ЗР с ТМ. Выпуск воздуха из тормозного цилиндра на режиме К происходит за 9—12 с, а на режиме Д — за 19—24 с.

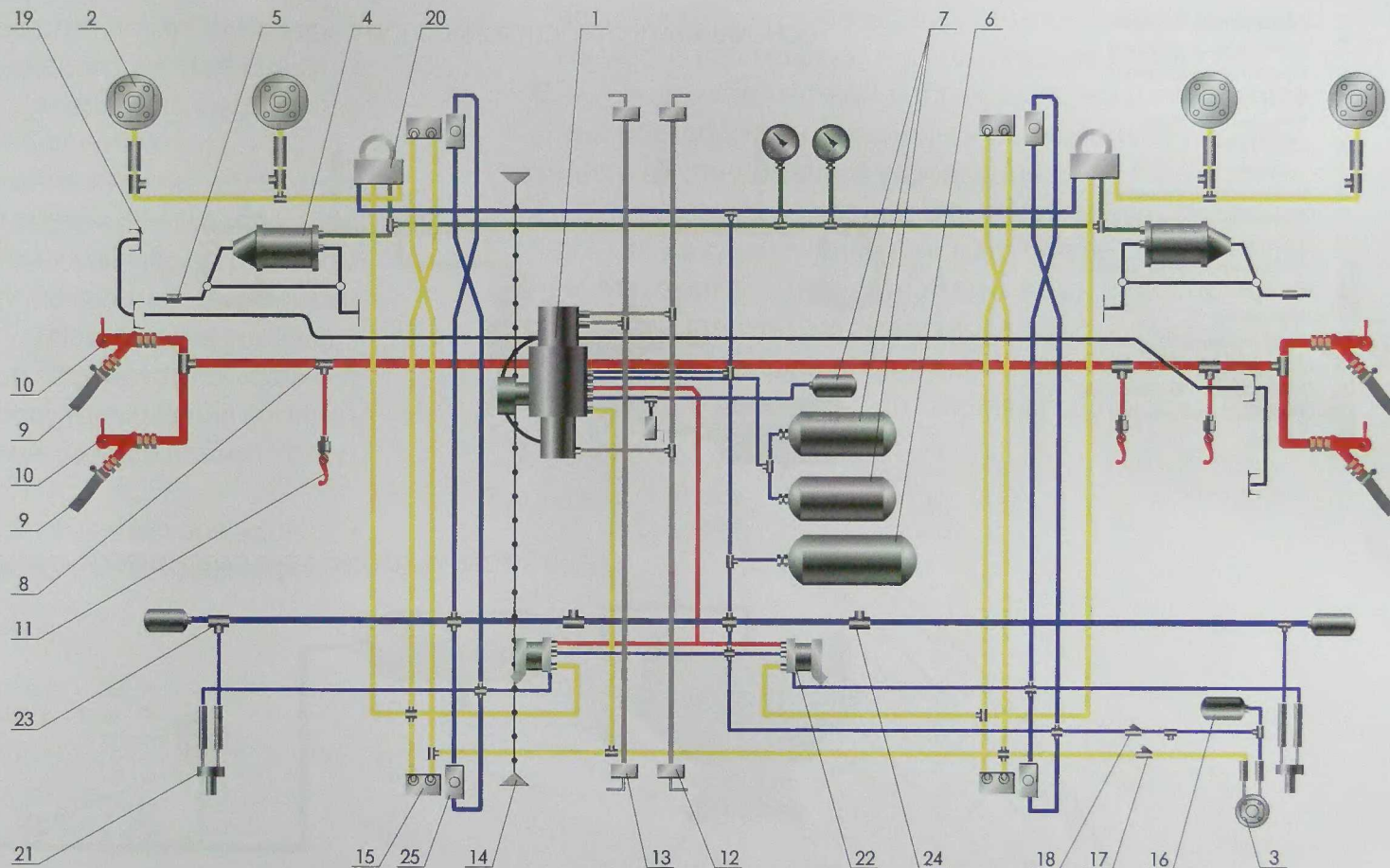
При работе ЭПТ путем подачи постоянного тока соответствующей полярности в рабочий и контрольный провода включается ЭВР, сообщая ЗР с ТЦ при торможении и ТЦ с атмосферой при отпуске. Наполнение ТЦ при этом до 0,3 МПа происходит за $3 \pm 0,5$ с, а выпуск воздуха из него за $4,5 \pm 1$ с.

Основными неисправностями тормозного оборудования пассажирских вагонов являются: ослабление крепления деталей к раме и кузову, расслоение, трещины или пористости соединительных рукавов, повышенные утечки воздуха в местах резьбовых соединений, головках соединительных рукавов, запасных резервуарах и тормозных цилиндрах, неправильное подключение линейных проводов электрических цепей управления, пониженное сопротивление их изоляции, а также нарушение электрического контакта в междувагонных соединениях и др.

СХЕМА ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ВАГОНА МЕЖДУНАРОДНОГО СООБЩЕНИЯ РИЦ

Б16

1. Воздухораспределитель
2. Осевой датчик
3. Скоростной регулятор
4. Тормозной цилиндр
5. Авторегулятор
6. Основной запасный резервуар
7. Дополнительный запасный резервуар
8. Тормозная магистраль
9. Соединительный рукав
10. Концевой кран
11. Стоп-кран
12. Привод
13. Рукоятка
14. Поводок
15. Клапаны
- 16, 23. Дополнительные резервуары
17. Фильтр
18. Дроссель
19. Предохранительный клапан
20. Выпускной клапан
21. Датчик
22. Реле давления
24. Вентили
25. Кнопка



Вагоны международного сообщения оборудованы тормозом Knorr KE-GPR с воздухораспределителем 1 KEs, противоюзным устройством с осевыми датчиками 2 и скоростным регулятором 3. Рычажная передача каждой тележки приводится в действие отдельным цилиндром 4 диаметром 18" через авторегулятор 5.

К воздухораспределителю подключены основные 6 и дополнительные 7 запасные резервуары и тормозная магистраль 8 с соединительными рукавами 9, концевыми 10 и стоп-кранами 11. Переключение воздухораспределителя на любой из трех режимов Т — грузовой, П — пассажирский и ПС — скоростной осуществляется с помощью привода 12, выведенного на обе стороны вагона.

Здесь же имеются рукоятка 13 для включения тормоза, поводок 14 для его отпуска и кнопочные клапаны 15 с манометрами для проверки действия скоростного регулятора 3 на станциях. Последний на скоростном режиме ПС при скорости 90—100 км/ч обеспечивает в тормозных цилиндрах давление 0,36—0,40 МПа, а при меньшей 0,16—0,23 МПа. К трубопроводу от осевого регулятора 3 подключен дополнительный резервуар 16 с воздушным фильтром 17 и дросселями 18 с отверстием 2 мм.

Осевые датчики противоюзного устройства установлены в буксовых узлах каждой колесной пары и соединены предохранительными клапанами 19, подключенными к выпускным клапанам 20, которые связаны с тормозными цилиндрами 4 и воздухораспределителем 1.

На почтовых вагонах дополнительно установлен автоматический регулятор силы нажатия тормозных колодок в зависимости от загрузки вагона (авторегим), имеющий два датчика 21, два реле давления 22, два дополнительных резервуара 23 с вентиллями 24 и кнопкой 25 для проверки работоспособности устройства.

ПРОВЕРКА ПЛОТНОСТИ И ДЕЙСТВИЯ ТОРМОЗА НА ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНАХ

1. Соединительный рукав
2. Резьбовое соединение
3. Привалочный фланец
4. Концевой кран
5. Выпускной клапан
6. Стоп-кран
7. Тройник
8. Воздухораспределитель
9. Запасный резервуар
10. Тормозной цилиндр
11. Комбинированный кран
12. Компрессор
13. Манометр
14. Кран машиниста
15. Уравнительный резервуар
16. Магистральный резервуар
17. Разобшительный кран
18. Шланг

ОСНОВНЫЕ НЕПЛОТНОСТИ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ

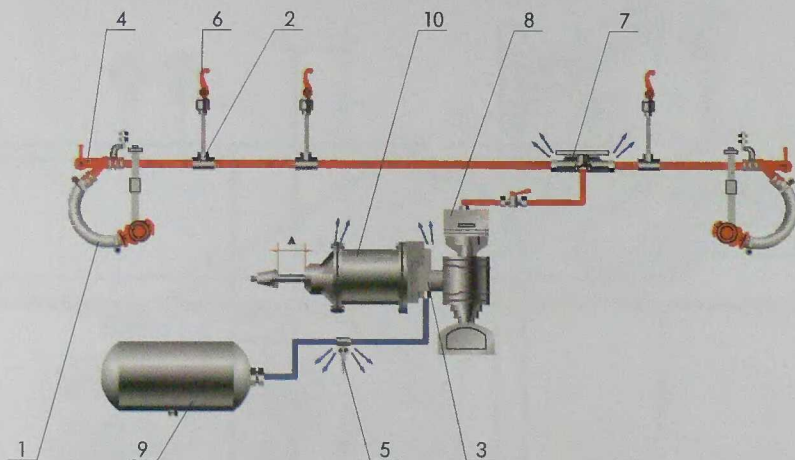
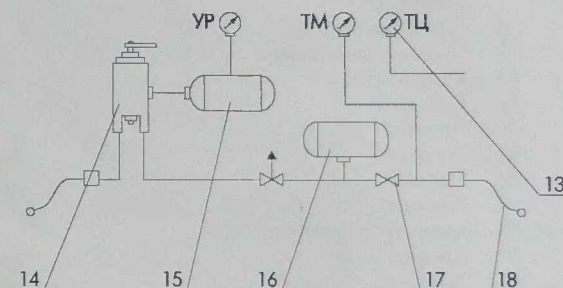
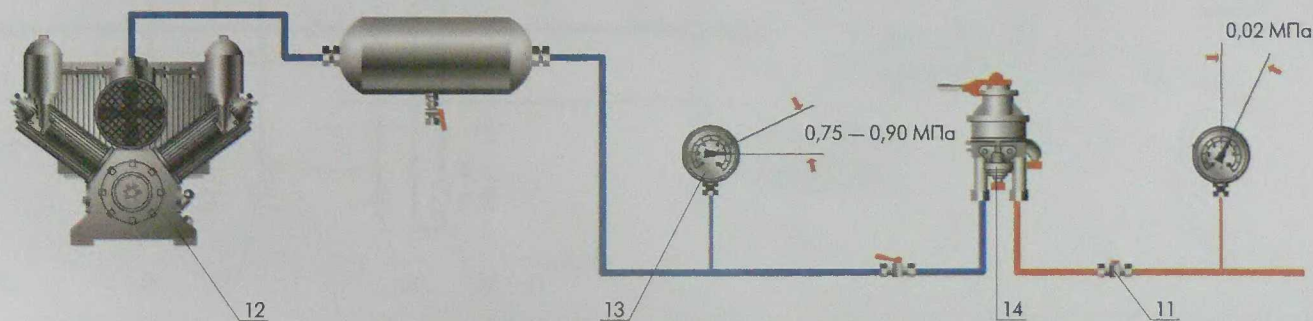


СХЕМА УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТОРМОЗА НА ВАГОНЕ



ПРОВЕРКА ПЛОТНОСТИ В ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДАХ



Плотность тормозной сети существенно влияет на управляемость тормозами, их эффективность и неистощимость, режим работы компрессоров и зависит от величины утечек тормозных систем каждого вагона в поезде. Характерными местами повышенных утечек в пассажирских вагонах являются головки соединительных рукавов 1, резьбовые соединения труб 2 и привалочных фланцев 3, концевые 4, выпускные 5 и стоп-краны 6, тройники 7, воздухораспределители 8, запасные резервуары 9 и тормозные цилиндры 10. С понижением температуры в зимний период времени плотность тормозных систем падает в основном из-за потери эластичности резиновых уплотнений.

Количественную оценку плотности пневматической системы можно сделать с помощью расходомеров. Более простым и удобным для условий эксплуатации пассажирского подвижного состава способом является проверка плотности по темпу падения давления в тормозной магистрали при ее отключении от источника сжатого воздуха.

Для этого перекрывается комбинированный кран 11, или кран двойной тяги, и по истечении 20 с замеряется падение давления в тормозной магистрали (ТМ), которое при нормальной плотности должно происходить в течение одной минуты не более чем на 0,02 МПа, или за 2,5 мин не более чем на 0,05 МПа. При объеме тормозной сети пассажирского вагона около 100 л эта утечка соответствует расходу сжатого воздуха (приведенного к давлению 0,1 МПа в 20 л за 1 мин).

Проверку плотности и действия тормоза вновь оборудованных и выходящих после ремонта пассажирских вагонов выполняют с помощью установки, схема которой приведена на плакате. При этом определяют плотность воздухопровода с выключенным воздухораспределителем (допускается падение давления с 0,52 до 0,51 МПа не менее чем за 5 мин) и действие тормоза от ступени и экстренного торможения с выдержкой в заторможенном состоянии и последующим отпуском.

При эксплуатации подвижного состава места утечек определяют по характерному шуму, темным масляным пятнам, иному в зимний период времени и путем обмыливания мест соединения трубопроводов, привалочных фланцев, тормозных приборов и арматуры. Устранение утечек производят заменой неисправной аппаратуры, подтягиванием накидных гаек, или заменой резиновых прокладок, заменой подмотки, а также прочным креплением труб на раме вагона, не допуская их вибрации.

Указанные работы по устранению утечек должны выполняться только после выпуска воздуха из воздухопроводов, кофев и резервуаров.

5. ПРИБОРЫ УПРАВЛЕНИЯ ТОРМОЗАМИ

Поездные краны машиниста предназначены для управления тормозами поезда путем изменения давления в тормозной магистрали или полярности тока в электрической линии при электропневматическом торможении. Они должны удовлетворять следующим основным перспективным требованиям:

- обеспечивать интенсивное питание тормозной магистрали для ускоренной зарядки и отпуска тормозов;
- осуществлять автоматический переход темпом мягкости от сверхзарядного к поездному давлению и поддерживать последнее на установленном уровне;
- создавать возможность ступенчатого, полного служебного, а также экстренного торможения соответствующими темпами и ступенчатого или полного отпуска после них;
- иметь две перекрыши: с питанием при хорошей питательной способности и стабильным давлением и без питания;

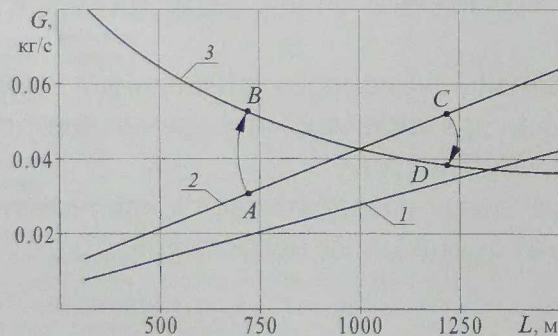


Рис. 5.1. Зависимость расхода воздуха в тормозной магистрали

— при наличии ЭПТ управлять согласованно с пневматическим тормозом тремя режимами: отпуском, торможением и перекрышей путем подачи соответствующих электрических сигналов и возможностью быстрого перехода на пневматическое управление;

— для совместной работы с системами автоведения поездов кран машиниста должен иметь возможность дистанционного управления;

— все манипуляции по управлению тормозами поезда должны занимать у машиниста доли секунды, не отвлекая его от поездной ситуации, и быть в максимальной степени автоматизированы.

Одним из важнейших параметров крана машиниста (КМ) является его питающая способность, влияю-

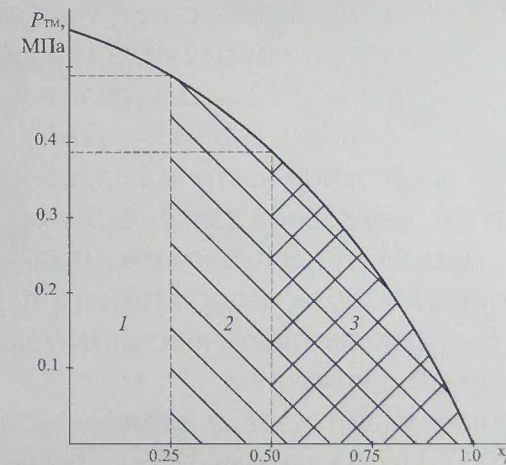


Рис. 5.2. Изменение давления в тормозной магистрали головной части обрвавшегося поезда: 1 — отсутствие тормозного эффекта; 2 — частичное торможение; 3 — полное торможение

5. Приборы управления тормозами

щая на свойство автоматичности тормозов. На рис. 5.1 показаны зависимости расхода воздуха через питающее отверстие КМ в поездном положении (1), при перекрыше с питанием (2) и при обрыве поезда (3) [7].

При паровой тяге длина поездов не превышала 600–700 м и в кране машиниста Казанцева или № 334 для эффективного отпуска и питания тормозов в перекрыше использовалось питающее отверстие диаметром 7 мм. В случае обрыва тормозной магистрали расход воздуха резко возрастал (точки А и В на графике) и давление в головной и хвостовой частях оборвавшегося поезда падало, что обеспечивало их автоматическое затормаживание.

С переходом на тепловую и электрическую тягу длина поездов возросла до 1000 м и более. Для управления тормозами в этом случае, особенно для отпуска, пришлось расширить питающее отверстие КМ до диаметра 13 мм (№ 222, 394). При обрыве поезда в хвостовой части в этом случае (рис. 5.1) расход воздуха даже несколько снижается (точки С и D на графике).

Таким образом, в головной части оборвавшегося поезда происходит распределение давления, показанное на рис. 5.2 [7]. Поскольку часть вагонов, близких к локомотиву, не тормозит из-за недостаточного падения давления, то свойство автоматичности нарушается, снижая безопасность движения.

Для его соблюдения на грузовых воздухораспределителях № 270-002, выпускаемых с 1959 г., были установлены ускорители экстренного торможения, кото-

рые срабатывали при обрыве поезда и разряжали ТМ, несмотря на ее питание через КМ. Из-за нестабильной работы этих ускорителей, особенно при маневровых передвижениях, их конструктивно выключили, а в следующих модификациях ВР № 270-005, 483 исключили. Чтобы известить машиниста о возможном обрыве поезда или сильной утечке воздуха из ТМ, разработан сигнализатор обрыва тормозной магистрали с датчиком № 418 (плакат Г7), который, однако, свойство автоматичности тормозов не обеспечивает.

Наряду с высокой надежностью и конструктивной простотой существующих поездных кранов машиниста им свойственны следующие основные недостатки:

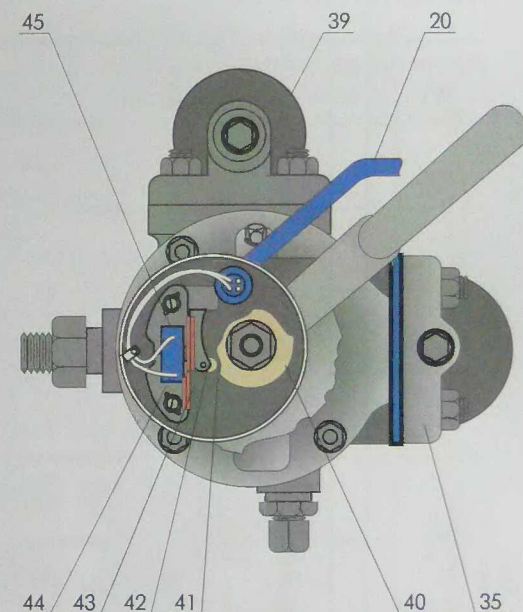
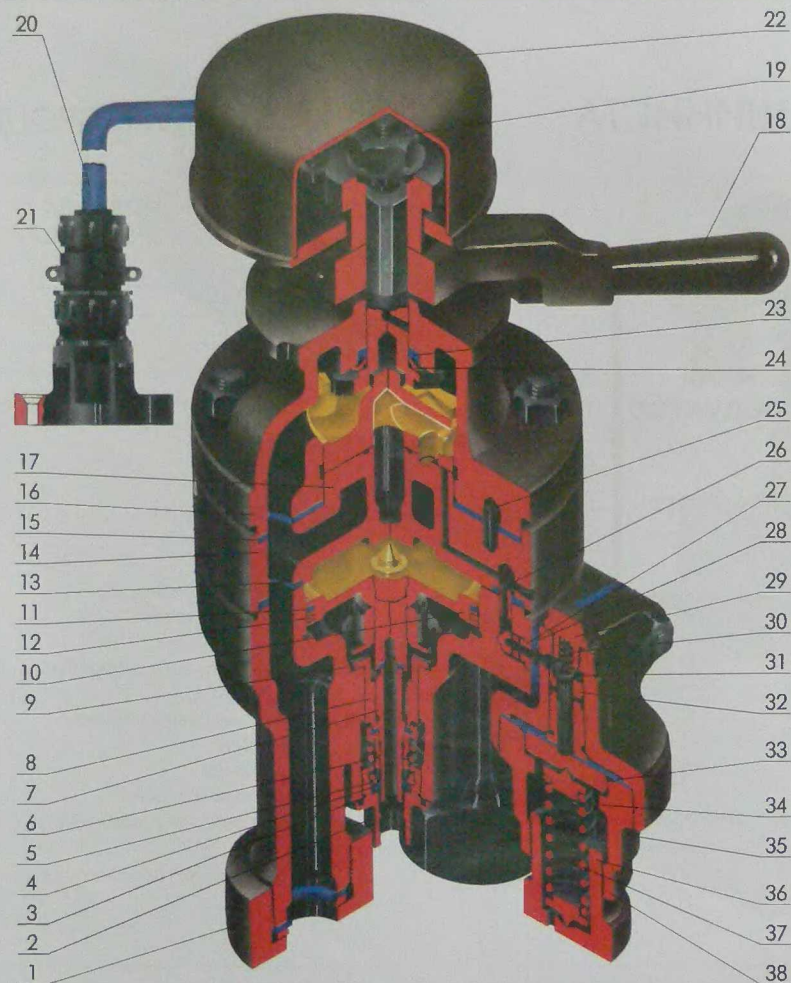
- наличие золотника, требующего периодического ухода;
- возможный пропуск возбуждательного клапана редуктора из-за его кольцевой выработки и вероятность неконтролируемого завышения давления в уравнительном резервуаре (УР) и ТМ;
- завышение давления в УР и ТМ после их глубокой разрядки из-за термодинамических процессов и, как следствие, возможный отпуск части тормозов в поезде;
- отсутствие дистанционного управления и сложность использования в системах автоведения поездов (автомашинист, САУТ и т.д.).

В настоящее время разрабатывается кран машиниста, свободный от указанных недостатков.

КРАН МАШИНИСТА № 395-3 (конструкция)

В1
лист 1

1. Гайка
2. Цоколь
3. Прокладка цоколя
4. Манжета цоколя
5. Шайба
6. Пружина впускного клапана
7. Впускной клапан
8. Седло впускного клапана
9. Корпус
10. Уравнительный поршень
11. Манжета уравнительного поршня
12. Поршневое кольцо
13. Прокладка средней части
14. Средняя часть
15. Прокладка крышки
16. Крышка
17. Золотник
18. Ручка крана
19. Гайка
20. Кабель
21. Штепсельный разъем
22. Крышка контроллера
23. Манжета крышки
24. Пружинная шайба
25. Штифт
26. Ниппель
27. Фильтр
28. Прокладка редуктора
29. Заглушка
30. Пружина питательного клапана
31. Питательный клапан
32. Седло
33. Диафрагма
34. Упорка
35. Корпус клапана
36. Регулируемый стакан редуктора
37. Пружина редуктора
38. Корпус редуктора
39. Стабилизатор
40. Кулачок
41. Шарикоподшипник
42. Ось
43. Пружина
44. Панель
45. Микропереключатель



С установкой на кран машиниста (КМ) № 394 в 1966 г. контроллера с микропереключателями ему присвоен № 395. В зависимости от количества микропереключателей и схемы их включения различают следующие модификации КМ: № 395 и № 395-4 соответственно с двумя и тремя микропереключателями для пассажирских локомотивов и одновременного управления пневматическим и электропневматическим (ЭПТ) тормозами; № 395-3 с одним микропереключателем для грузовых локомотивов, включающим подачу песка и выключающим режим тяги в VI положении; № 395-5 с двумя микропереключателями для электро- и дизель-поездов.

Основными частями крана являются: верхняя (золотниковая), средняя (промежуточная), нижняя (уравнительная), редуктор (питательный клапан) и стабилизатор (драсселирующий клапан разрядки уравнительного резервуара (УР)). Кран машиниста имеет семь режимов работы с соответствующими положениями ручки: I — зарядка и отпуск; II — поездное; III — перекрыша без питания; IV — перекрыша с питанием; Va — служебное торможение медленным темпом; V — служебное торможение; VI — экстренное торможение. Схема соединений пневматических частей крана в этих режимах работы с помощью золотника приведена на плакате.

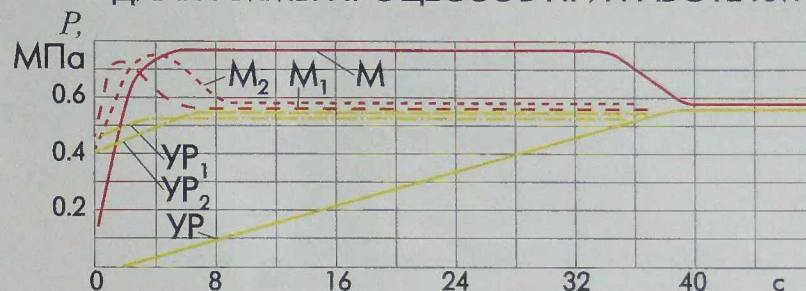
В первом положении, двумя путями, через редуктор, канал УК₁, УК₂ и калиброванное отверстие К₁, идет зарядка УР. Также, двумя путями, через золотник и питательный клапан уравнительного поршня от главного резервуара (ГР) заряжается тормозная магистраль (ТМ) до установленного машинистом давления. При переводе ручки во второе положение из первого в режиме ликвидации сверхзарядного давления до поездного редуктор закрыт, а давление в УР снижается стабильным темпом мягкости, на который отрегулирован стабилизатор. Таким же темпом снижается давление и в ТМ через клапанный распределитель в хвостовике уравнительного поршня (УП). После достижения поездного

КРАН МАШИНИСТА № 395-3 (принцип действия)

СХЕМА ДЕЙСТВИЯ КРАНА МАШИНИСТА



ДИАГРАММЫ ПРОЦЕССОВ ПРИ РАБОТЕ КМ



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ОК — обратный клапан
 ГР — канал главного резервуара
 ТМ — тормозная магистраль
 Ат — атмосферные каналы
 УР — канал уравнильного резервуара
 С — канал стабилизатора
 УК — каналы уравнильной камеры
 Р — канал редуктора
 Д — канал диафрагмы
 УП — уравнильный поршень
 К₁ — Ø 1,6 мм для зарядки уравнильного резервуара
 К₂ — Ø 2,3 мм для разрядки уравнильного резервуара

К₃ — Ø 0,75 мм для замедленной разрядки уравнильного резервуара
 К₄ — Ø 0,45 мм стабилизатора
 М и УР — изменение давления в тормозной магистрали и уравнильном резервуаре при зарядке II положением
 М₁ и УР₁ — то же при отпуске II положением после ступени торможения
 М₂ и УР₂ — то же при отпуске II положением после полного служебного торможения

го давления утечки воздуха через стабилизатор компенсируются открывшимся редуктором и заданный уровень давления поддерживается в УР и ТМ.

При отпуске вторым положением за счет калиброванного отверстия К₁ в коротких поездах в полости над уравнильным поршнем и в тормозной магистрали создается повышенное давление, которое существует до тех пор, пока в УР не будет достигнуто поездовое давление, как показано на диаграмме.

В третьем положении ручки КМ уравнильный резервуар разряжается в ТМ через обратный клапан (ОК) темпом естественных уте-

чек в последней. Обратный клапан не пропускает волну повышенного давления из хвостовой части ТМ в УР после ее разрядки для исключения отпуска тормозов части головных вагонов в поезде.

В четвертом положении происходит поддержание давления в ТМ на уровне установившегося в УР (допускается разрядка УР из-за неплотности темпом не более 0,01 МПа за 3 мин). В Va и V положениях УР разряжается через калиброванные отверстия К₃ или К₂, обеспечивая два темпа разрядки ТМ при служебном торможении. В VI положении УР разряжается темпом экстренного торможения, а ТМ, кроме

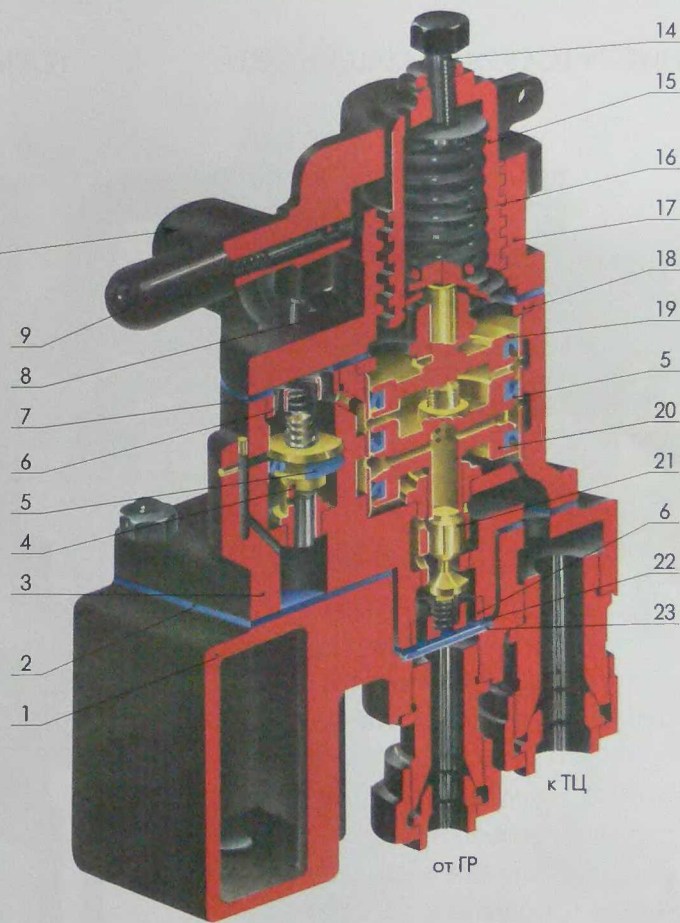
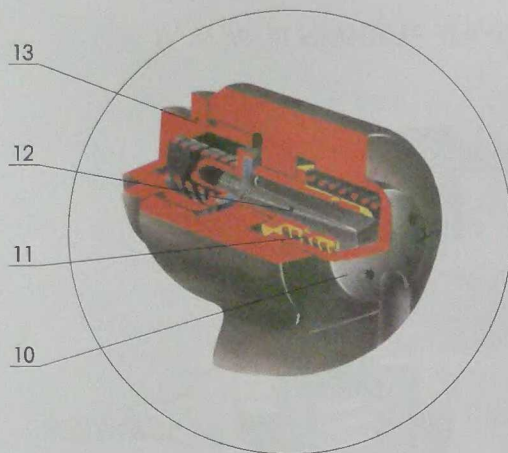
разрядки через атмосферный клапан, дополнительно сообщается с атмосферой через золотник.

В последнее время выпускается кран машиниста № 395М, в котором питательный и атмосферный клапаны выполнены с мягкой посадкой, резиновая манжета и латунное кольцо, уплотняющие уравнильный поршень, поменяны местами, а также изменена конструкция втулки, как показано на плакате.

КРАН ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ТОРМОЗА № 254 (конструкция)

B2
лист 1

1. Плита
2. Нижняя прокладка
3. Корпус
4. Переключательный поршень
5. Манжета
6. Упорная шайба
7. Верхняя прокладка
8. Штырь
9. Ручка
10. Упор
11. Пружина
12. Выпускной клапан
13. Пробка
14. Регулировочный болт
15. Головка
16. Регулировочная пружина
17. Крышка
18. Диск
19. Верхний поршень
20. Нижний поршень
21. Клапан
22. Войлочная шайба
23. Фильтр



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- ВР — воздухораспределитель
 ГР — главный резервуар
 ТЦ — тормозной цилиндр
 АТ — атмосфера

Для управления тормозами локомотивов отдельно от автоматических тормозов составов применяются краны вспомогательного тормоза (КВТ) № 254 и № 48К. Последний, трехходовый, золотниковый с неавтоматическими перекрышами кран устанавливался на локомотивах до 1957 г. Впоследствии, на локомотивах более поздней постройки и до настоящего времени применяется кран № 254 с автоматическими перекрышами и реле давления.

Он состоит из трех частей, верхней — регулировочной, средней — повторителя и нижней — привалочной плиты. Кран имеет два режима работы: независимое управление тормозами локомотива и в качестве повторителя воздухораспределителя (ВР). Шесть положений ручки крана обеспечивают следующие режимы его работы: I — отпущен автоматического тормоза локомотива; II — поездное; III, IV, V, VI — тормозные.

При повороте ручки КВТ в одно из тормозных положений сжимается пружина, перемещая верхний и нижний поршни вниз и отжимая двухседельчатый клапан, сообщаящий главный резервуар (ГР) с тормозным цилиндром (ТЦ). По мере наполнения ТЦ

давление под нижним поршнем возрастает и перемещает его вверх, что вызывает закрытие клапана и положение автоматической перекрыши. Утечки из ТЦ вызывают перемещение обоих поршней вниз, открытие двухседельчатого клапана и поддержание давления на заданном уровне.

В тормозных положениях создается следующее давление воздуха в ТЦ: III — 0,10—0,13 МПа; IV — 0,17—0,20 МПа; V — 0,27—0,30 МПа; VI — 0,38—0,40 МПа. Время наполнения ТЦ до 0,3 МПа при полном торможении не более 4 с.

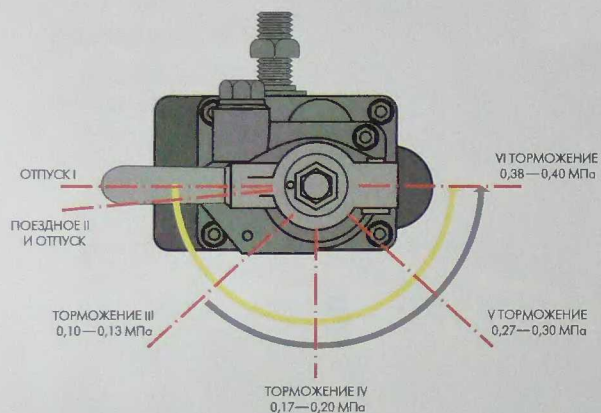
При повороте ручки по ходу часовой стрелки из тормозных положений, усилие сжатия пружины снижается и за счет избыточного давления сжатого воздуха, действующего со стороны ТЦ на нижний поршень, он перемещается вместе с верхним поршнем вверх, открывая своим хвостовиком выпускной клапан. Воздух из ТЦ через осевое и радиальные отверстия выходит в атмосферу до тех пор, пока усилия, действующие на систему из двух поршней, практически не выровняются. После этого хвостовиком нижнего поршня закрывается выпускное отверстие

В поездном положении, если машинист привел в действие автоматические тормоза, сжатый воздух поступает от ВР локомотива между верхним и нижним поршнями. Последний, перемещаясь вниз, как показано ранее, создает в ТЦ практически такое же давление, как и на входе, обеспечивая режим повторителя ВР. При необходимости машинист может усилить тормозной эффект, переведя ручку в требуемое положение, что вызовет добавку давления до соответствующего положения ручки КВТ.

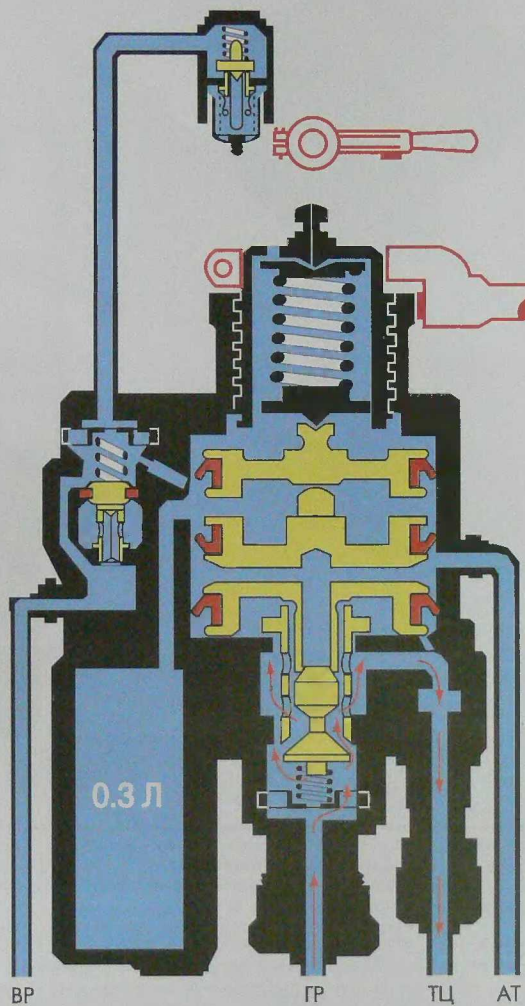
Для снижения тормозного нажатия локомотива по отношению к составу, ручку крана перемещают кратковременно из второго в первое подпружиненное положение — сжатый воздух из полости между поршнями и камеры 0,3 л выходит через калиброванное отверстие 0,8 мм и выпускной клапан, что вызывает соответствующий сброс давления в ТЦ. Полный отпуск тормоза (до 0,05 МПа в ТЦ) происходит не более чем за 13 с.

КРАН ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ТОРМОЗА № 254 (принцип действия)

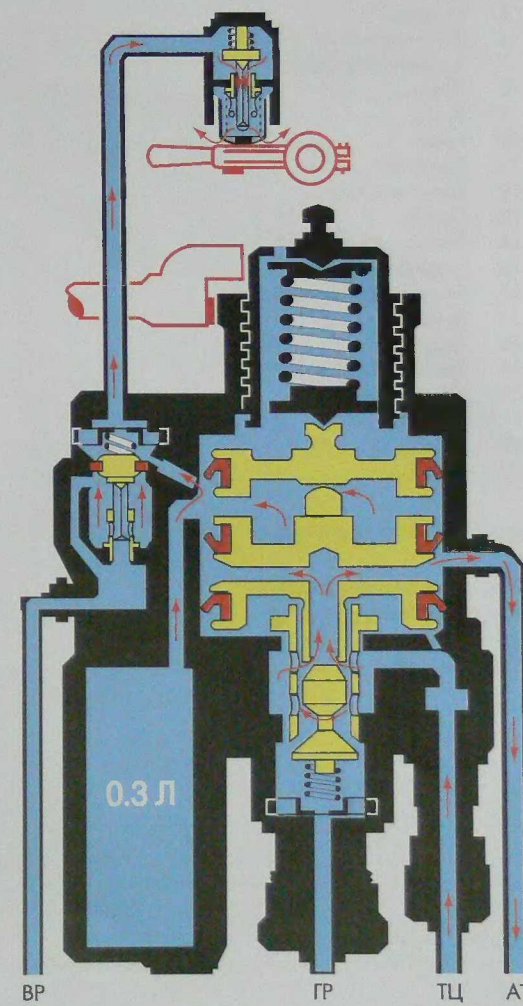
ПОЛОЖЕНИЯ РУЧКИ КРАНА МАШИНИСТА



ТОРМОЗНЫЕ РЕЖИМЫ III, IV, V, VI



РЕЖИМ ОТПУСКА I



Резкое понижение давления в полости над переключающим поршнем вызывает его перемещение в верхнее положение и отключение ВР от КВТ. После этого машинист берет управление тормозами локомотива на себя, по крайней мере до выравнивания давления от ВР и оставшегося в полости между поршнями и восстановления режима повторителя.

К достоинствам крана № 254 можно отнести отсутствие золотника, наличие двух режимов работы, прямодействие и неистоцимость, ступенчатый или полный отпуск тормоза локомотива отдельно от тормозов состава.

КРАН МАШИНИСТА № 334 (конструкция)

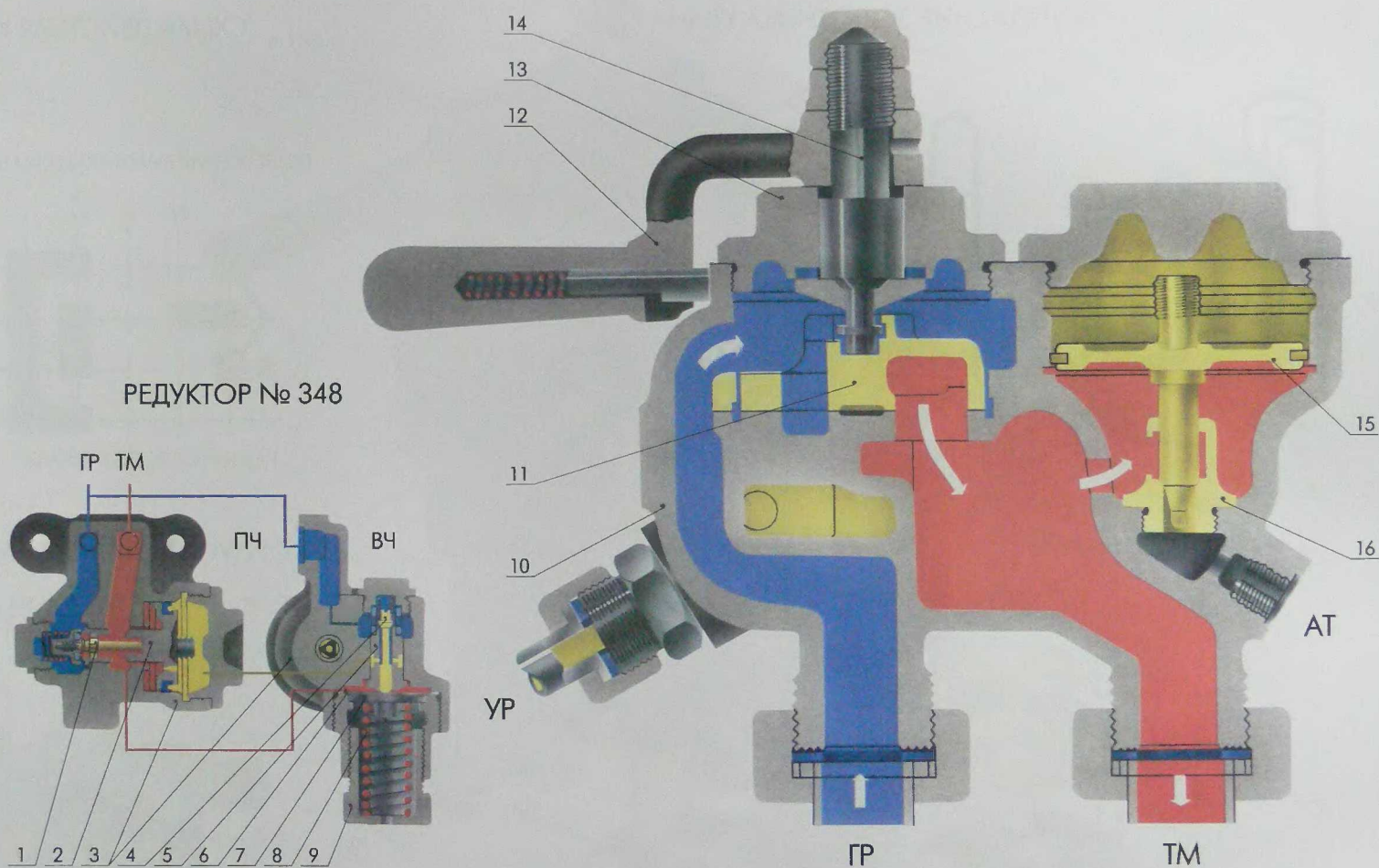
ВЗ
лист 1

1. Питательный клапан
2. Поршень
3. Корпус питательного клапана
4. Возбудительный клапан
5. Седло возбудительного клапана
6. Диафрагма
7. Стержень диафрагмы
8. Регулировочная пружина
9. Регулировочный стакан
10. Корпус крана
11. Золотник
12. Ручка
13. Верхняя крышка
14. Стержень
15. Уравнительный поршень
16. Седло

РЕДУКТОР № 348

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- ГР — главный резервуар
 ПК — питательный клапан
 РД — редуктор
 ТМ — тормозная магистраль
 УР — уравнительный резервуар
 ПЧ — питательная часть
 ВЧ — возбудительная часть
 ПМ — питательная магистраль
 УП — уравнительный поршень
 ТЦ — тормозной цилиндр
 АТ — атмосфера



Один из старейших кранов машиниста (КМ) № 334 с золотниковым клапаном № 350 устанавливался на пассажирских локомотивах всех серий с 1904 по 1957 г, а на вагонах метро с 1935 г. После замены золотникового питательного клапана на более совершенный редуктор № 348 и установки контроллера № ЕК-8АР в 1956 г. он стал применяться под № 334Э на моторвагонном подвижном составе и дизель-поездах для управления пневматическими и электропневматическими тормозами (ЭПТ). По своим характеристикам кран относится к золотниковым непрямодействующим с неавтоматическими перекрышами без питания тормозной магистрали (ТМ) в положении перекрыши.

Основными частями крана (см. схему действия КМ) являются золотник (3), уравнительный поршень (УП), редуктор (РД) и уравнительный резервуар (УР). Редуктор

(см. схему редуктора) состоит из возбудительной (ВЧ) и питательной (ПЧ) частей. Первая поддерживает заданное (путем соответствующей затяжки регулировочной пружины) давление на выходе, а вторая, являясь пневматическим усилителем мощности, устанавливает практически такое же давление в ТМ.

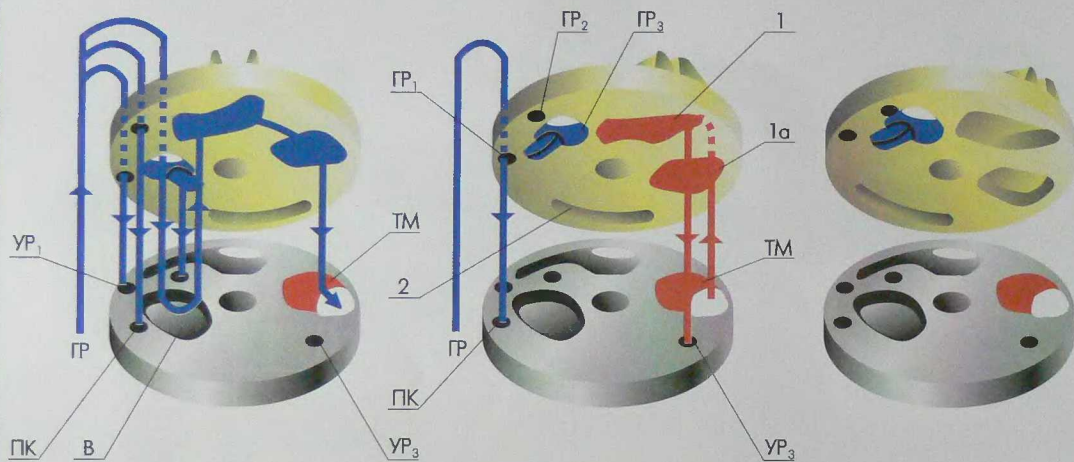
Кран имеет пять положений: I — отпуск и зарядка; IIА и II — поездные; III — перекрыша; IV — служебное торможение и V — экстренное торможение. В первом положении, как показано на схеме действия КМ, все четыре канала, подходящие к золотнику, сообщены между собой, а значит с главным резервуаром (ГР), что позволяет установить в ТМ необходимое при зарядке и отпуске давление. Во втором положении давление в УР и ТМ выравнивается и поддерживается на заданном редуктором уровне. В третьем положении все каналы разобщены.

В четвертом положении происходит разрядка УР через калиброванное отверстие (с 0,5 до 0,4 МПа за 3—4 с), и таким же темпом служебного торможения разряжается ТМ коротких поездов через хвостовик УП, переместившегося вверх. В пятом положении темпом 0,8 МПа/с в головной части поезда воздух выпускается из ТМ. Разрядка УР происходит таким же образом, как и при служебном торможении.

С помощью контроллера (показан в схеме пятипроводного ЭПТ) во IIА, II и IV положениях ручки, все четыре канала ЭПТ обеспечиваются соответственно поездное состояние, перекрыша с питанием ТМ и служебное торможение ЭПТ без разрядки ТМ.

КРАН МАШИНИСТА № 334 (принцип действия)

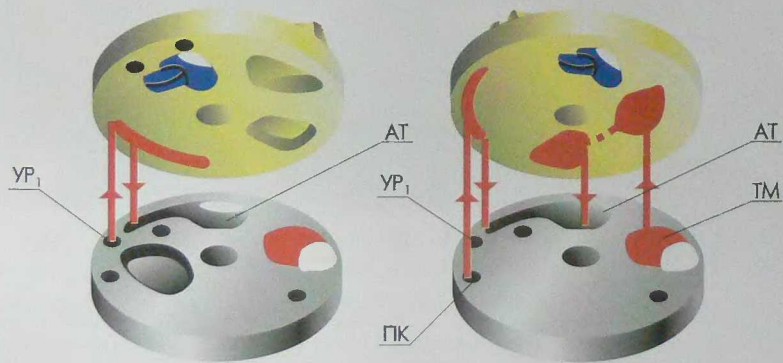
ПОЛОЖЕНИЕ ЗОЛОТНИКА КРАНА



I — ЗАРЯДКА И ОТПУСК

II — ПОЕЗДНОЕ

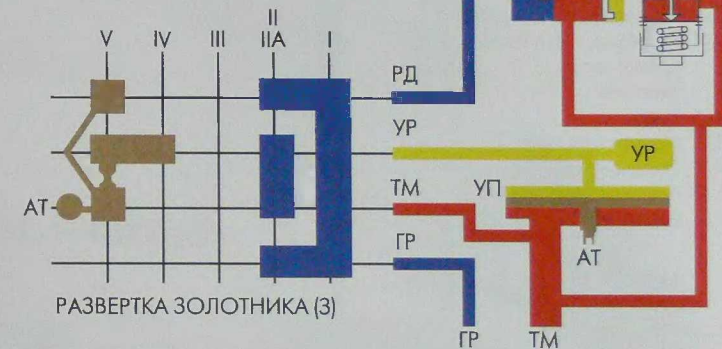
III — ПЕРЕКРЫША



IV — СЛУЖЕБНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ V — ЭКСТРЕННОЕ ТОРМОЖЕНИЕ

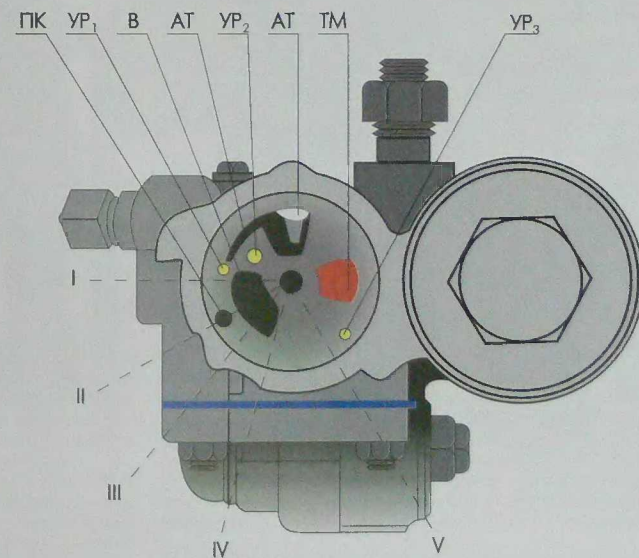
СХЕМА ДЕЙСТВИЯ КРАНА МАШИНИСТА

ПОЛОЖЕНИЯ РУЧКИ КРАНА МАШИНИСТА



РАЗВЕРТКА ЗОЛОТНИКА (3)

КОРПУС КРАНА СО СНЯТЫМ ЗОЛОТНИКОМ



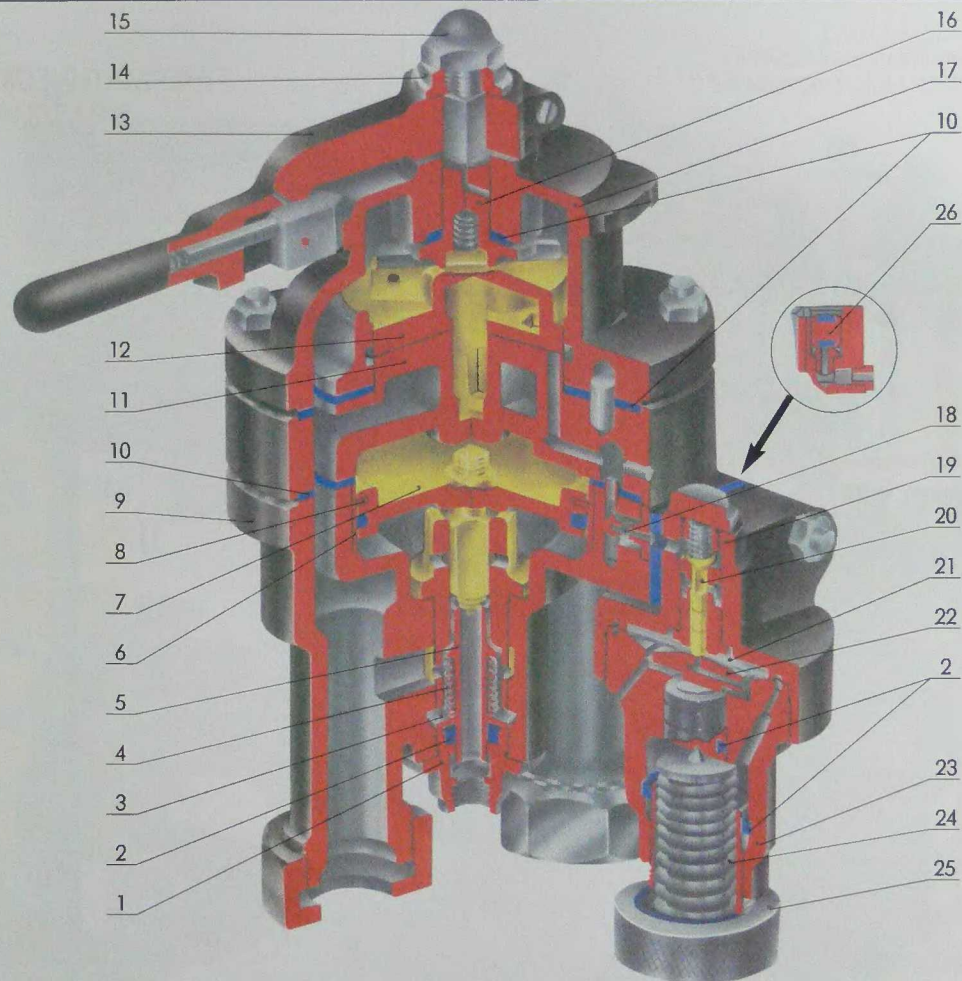
КРАН МАШИНИСТА № 222 (конструкция)

B4
лист 1

1. Гайка манжеты
2. Манжета
3. Шайба
4. Пружина нижнего клапана
5. Нижний клапан
6. Бронзовая втулка
7. Уравнительный поршень
8. Кольцо
9. Корпус
10. Прокладка
11. Зеркало золотника
12. Золотник
13. Ручьяка
14. Гайка
15. Контргайка
16. Стержень
17. Крышка
18. Фильтр
19. Корпус питательного клапана
20. Питательный клапан
21. Диафрагма
22. Поршень редуктора
23. Корпус редуктора
24. Пружина редуктора
25. Регулировочный винт
26. Обратный клапан

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- ГР — главный резервуар
 АТ — атмосфера
 ТМ — тормозная магистраль
 УР — уравнительный резервуар
 РВ — резервуар времени
 ОК — обратный клапан
 К₁...К₇ — калиброванные отверстия



Кран машиниста (КМ) № 222 выпускался с 1957 по 1967 г. и отличается от КМ № 394 тем, что в нем отсутствует стабилизатор, применен более сложный редуктор двухстороннего действия, имеется резервуар времени (РВ) объемом 20 л и меньшего объема уравнительный резервуар (УР) 8,2 л, установлен второй обратный клапан (ОК) и сделано другое расположение каналов и выемок в золотнике и зеркале.

КМ имеет шесть положений ручки, соответствующих следующим режимам его работы: I — зарядка и отпуск; II — поездное; III — перекрыша без питания; IV — перекрыша с питанием; V — служебное торможение; VI — экстренное торможение. Схема соединений пневматических частей крана в этих режимах работы с помощью золотника приведена ниже.

В первом положении двумя путями через редуктор и золотник, полость над уравнительным поршнем (УП) и калиброванное отверстие К₁ от главного резервуара (ГР) заряжается УР. Одновременно через золотник и питательный клапан УП также двумя путями,

происходит зарядка тормозной магистрали (ТМ). При этом через золотник и калиброванное отверстие К₂ также заряжается РВ.

При переводе ручки КМ из первого во второе положение происходит разрядка РВ определенным темпом через калиброванные отверстия К₃, К₄, что вызывает снижение усилия, действующего снизу на диафрагму редуктора. Последняя, прогибаясь вниз, через хвостовик возбужденного клапана редуктора обеспечивает выпуск воздуха из УР в атмосферу постепенно снижающимся темпом мягкости. Аналогично, через клапанный распределитель УП происходит снижение давления в ТМ со сверхзарядного до поездного. При полной разрядке РВ происходит переход на поездное давление и его поддержание в УР и ТМ на уровне, определяемом затяжкой регулировочной пружины редуктора. При отпуске вторым положением за счет калиброванного отверстия К₅ обеспечивается пик сверхзарядного давления в ТМ, пока в УР не будет достигнуто поездное давление. После чего этот пик автоматически исчезает за счет выравнивания давлений в полости над УП и в УР при

закрытом редукторе. Воздухораспределители на этот спад давления до поездного не реагируют, так как их золотниковые камеры не успевают перезарядиться за время действия пика давления, но отпуск тормозов ускоряется.

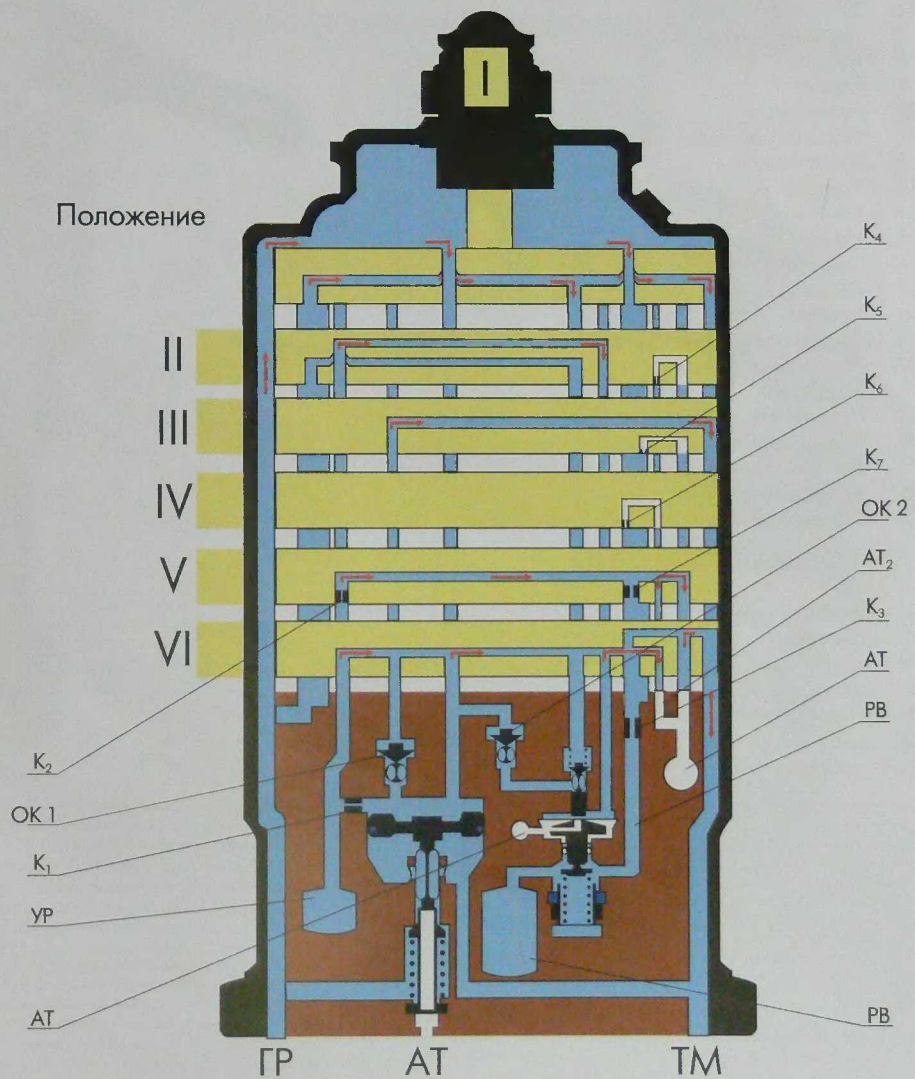
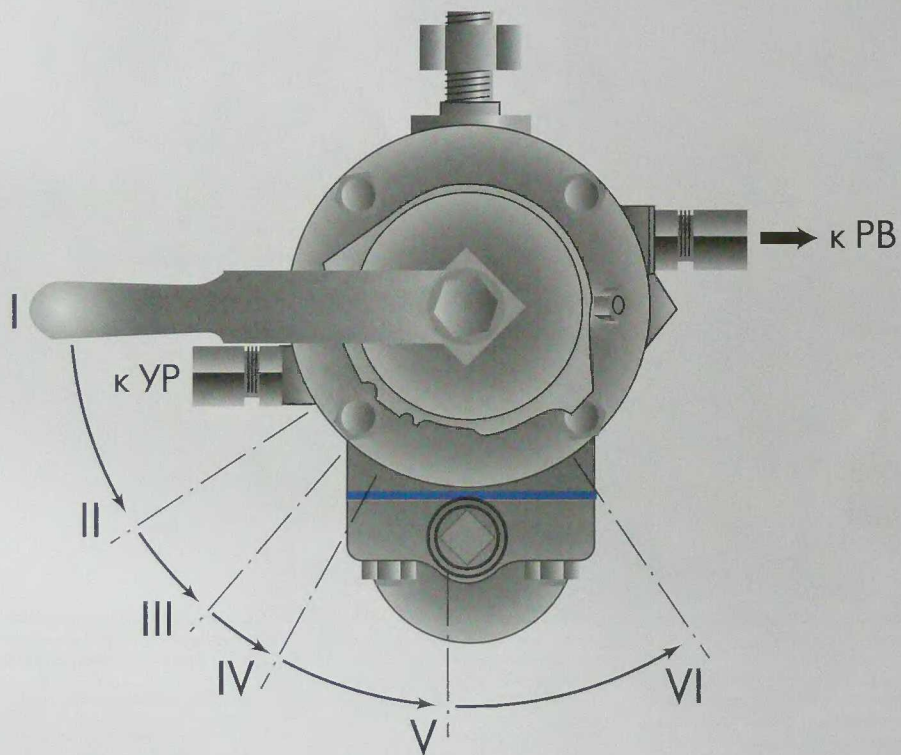
В третьем положении УР разряжается в ТМ через ОК темпом естественных утечек последней. ОК не пропускает волну повышенного давления из хвостовой части ТМ в УР, после ее разрядки, для исключения возможного оттока части тормозов головных вагонов в поезде. В четвертом положении ручки КМ происходит поддержание давления в ТМ на уровне, достигнутом в УР (допускается разрядка УР из-за неплотности темпом не более 0,01 МПа за 3 мин).

В пятом положении УР разряжается через калиброванное отверстие К₆ в атмосферу, создавая темп служебной разрядки ТМ через хвостовик УП. В шестом положении УР разряжается в атмосферу темпом экстренного торможения, а ТМ, дополнительно к разрядке через хвостовик УП, сообщается через золотник с атмосферой.

КРАН МАШИНИСТА № 222 (принцип действия)

СХЕМА СОЕДИНЕНИЙ
ПНЕВМАТИЧЕСКИХ КАНАЛОВ КРАНА МАШИНИСТА
В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ЕГО РАБОТЫ

ПОЛОЖЕНИЯ РУЧКИ КРАНА МАШИНИСТА



БЛОКИРОВОЧНОЕ УСТРОЙСТВО № 367М

В5

1. Поршень с хвостовиком
2. Эксцентриковый вал
3. Рукоятка
- 4, 5, 6. Клапаны
7. Электрический контакт
8. Сигнализатор расхода воздуха
9. Комбинированный кран
10. Поездный кран
11. Кран вспомогательного тормоза
12. Питательная магистраль
13. Тормозная магистраль
14. Магистраль вспомогательного тормоза
15. Магистраль тормозных цилиндров

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ТЦ — тормозной цилиндр
 ГР — главный резервуар
 ПМ — питательная магистраль
 ТМ — тормозная магистраль

ПОЛОЖЕНИЯ РУЧКИ БЛОКИРОВКИ

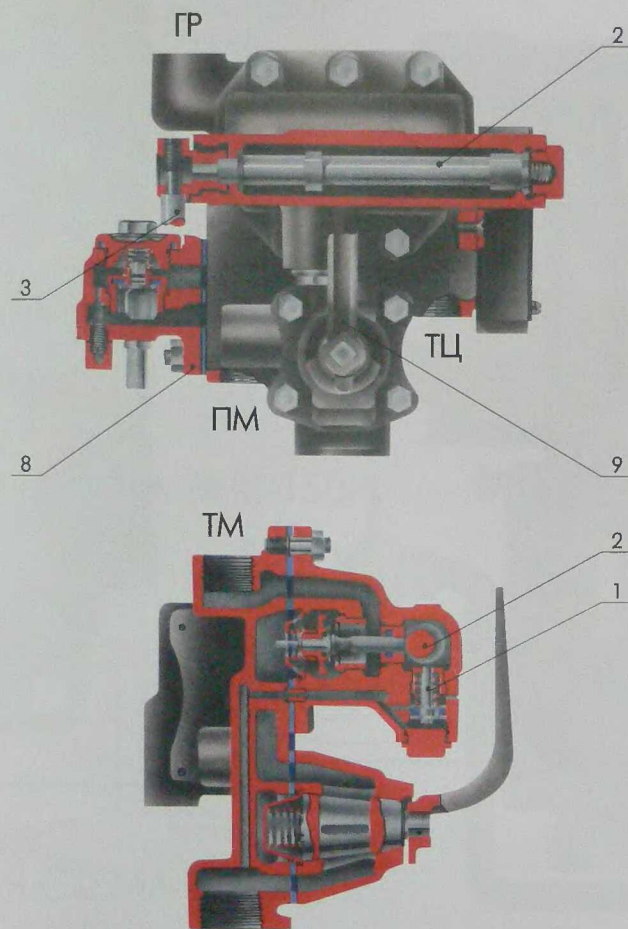
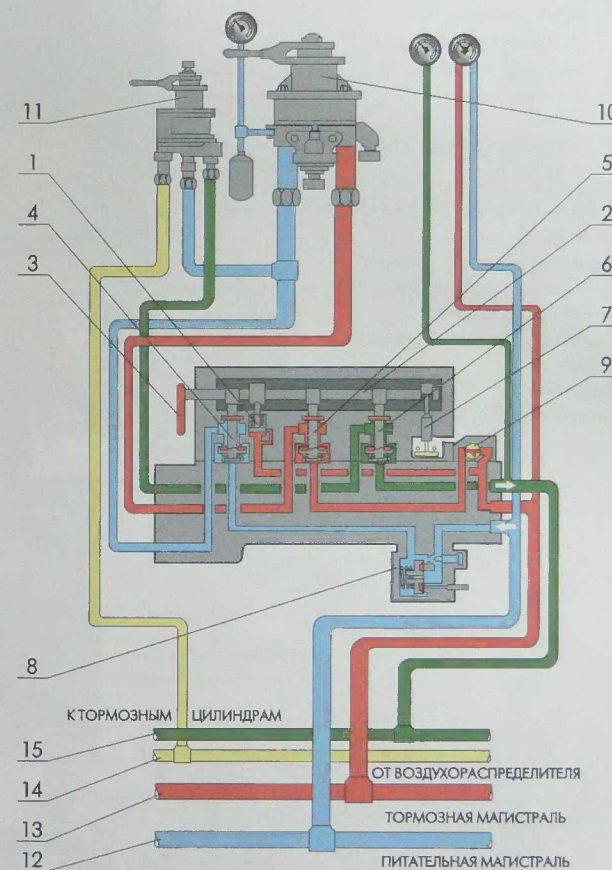


СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ ПРИБОРОВ УПРАВЛЕНИЯ ТОРМОЗАМИ С БЛОКИРОВОЧНЫМ УСТРОЙСТВОМ № 367М



Блокировочное устройство (БУ) № 367М предназначено для соблюдения определенного порядка смены приборов управления тормозами двухкабинных локомотивов при изменении направления их движения. Через одинаковые БУ к поездным (№№ 395, 394) и вспомогательным (№ 254) кранам машиниста (КМ) в обеих кабинах подводятся питательная, тормозная магистрали и магистраль тормозных цилиндров.

При смене кабины управления необходимо затормозить локомотив краном вспомогательного тормоза (КВТ) до предельного давления в тормозных цилиндрах (ТЦ) и разрядить тормозную магистраль (ТМ) поездным краном постановкой его ручки в 6-е положение. Вследствие этого пневматические

замки 1 первого и второго БУ в рабочей и нерабочей кабинах выйдут из пазов эксцентриковых валов 2 и разблокируют их.

Поворотом рукоятки 3 (дается одна на локомотив) БУ на 180° из нижнего в верхнее положение, за счет эксцентрикового вала 2 обеспечивается отключение клапанами 4, 5, 6 кранов машиниста от магистралей и выключение электрического контакта 7, исключающего управление тягой из оставляемой кабины. После этого рукоятка 3 снимается с квадрата вала 2 первого БУ и переносится в другую кабину, где с ее помощью в обратном порядке второе БУ приводится в рабочее положение. Его клапаны 4, 5, 6 сообщают краны машиниста с магистралями и замыкается контакт 7, позволяющий управлять тягой

из второй рабочей кабины. После этого поездным краном машиниста дается отпуск тормозов и повышающимся давлением в ТМ пневматические замки 1 БУ в обеих кабинах блокируют эксцентриковые валы 2. Если воздух с шумом выходит из БУ в рабочей кабине, то необходимо довести его вал 2 рукояткой до упора и замыкания пневматического замка 1.

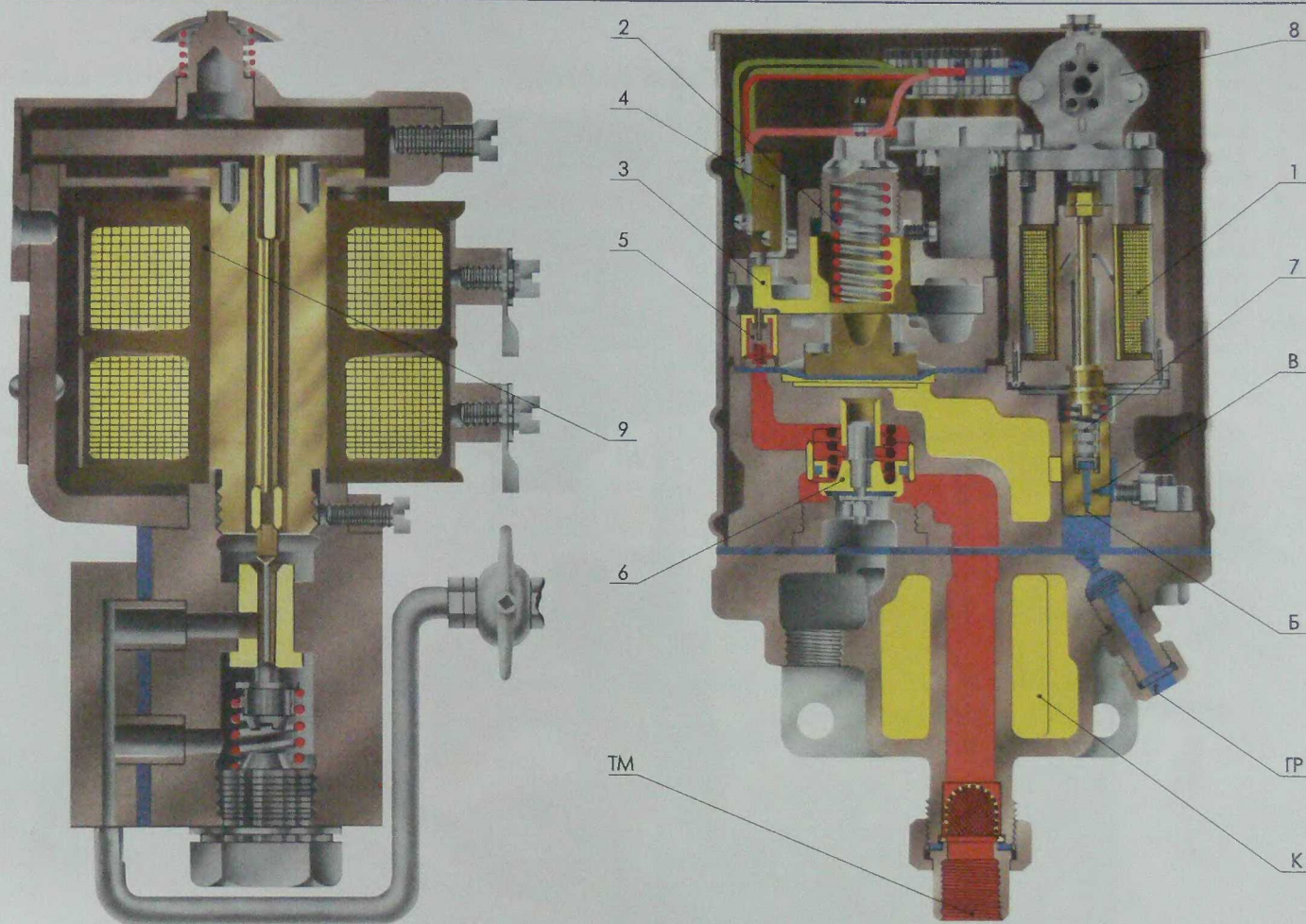
Комбинированный кран БУ аналогичен крану № 114 и обеспечивает при расположенной вдоль оси рукоятке связь КМ с ТМ, в правом положении рукоятки сообщает ТМ с атмосферой, создавая экстренное торможение, а в левом — разобщает КМ с ТМ.

ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИЙ КЛАПАН АВТОСТОПА № 150И (конструкция)

1. Электромагнит
2. Пружина
3. Рычаг
4. Выключатель
5. Возбудительный клапан
6. Срывной поршень
7. Клапан
8. Замок
9. Электропневматический вентиль

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- К — камера выдержки времени
 ТМ — тормозная магистраль
 ГР — главный резервуар
 Б, В — калиброванные отверстия
 С — свисток
 Д — диафрагма
 Ат — атмосфера



Электропневматический клапан автостопа (ЭПК) предназначен для разрядки тормозной магистрали (ТМ) темпом экстренного торможения (ЭТ) в том случае, если машинист своевременно не подтвердит нажатием рукоятки бдительности (РБ), что он контролирует поездную ситуацию: превышение допустимой скорости движения, смену показаний локомотивного светофора, движение по некодированной участку и т.д. Он устанавливается на локомотивах с 1948 г. (ЭПК-150Е), а после замены в 1969 г. металлической мембраны электромагнита на пружину и контактов с концевым переключателем на специальные контактные группы стал обозначаться ЭПК-150И, будучи взаимозаменяем с предыдущим.

В исходном состоянии [см. схемы действия ЭПК] электромагнит 1 возбужден и камера (К) выдержки времени объемом 1 л заряжена из главного резервуара (ГР). Диафрагма Д прогибается вверх, сжимая пружину 2, и рычаг 3 замыкает контакты 4 выключателя. Возбудительный клапан 5 закрыт и срывной поршень 6 находится в нижнем положении, разобщая тормозную магистраль с атмосферой (Ат).

При наступлении режима контроля за бдительностью машиниста периодически, через 15–20 с от устройств автоматической локомотивной сигнализации (АЛС) исчезает напряжение с электромагнита 1, который обесточившись, сообщает К с атмосферой через калиброванное отверстие диаметром 1 мм и свисток (С). Если в течение 6–7 с действия свистка машинист не жмет РБ, то электрическое питание электромагнита 1 восстановится, его клапан 7 прекратит действие свистка и камера выдержки времени дозарядится до давления ГР.

Если РБ своевременно не будет нажато, то через 6–7 с давление в К упадет с 0,80 до 0,15 МПа диафрагма под действием пружины 2 прогнется в нижнее положение и разомкнет рычагом 3 контакт 4 выключателя, после чего остановить начавшееся автостопное торможение нажатием РБ невозможно. Рычагом 3 открывается возбудительный клапан 5 и быстро разряжает полость над срывным поршнем 6, который поднимается вверх и сообщает ТМ с Ат, обеспечивая экстренное торможение.

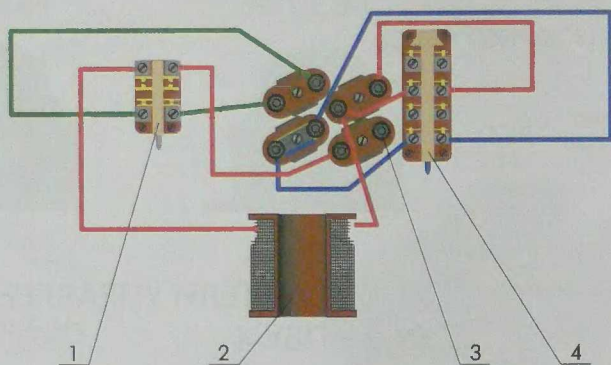
Для приведения автостопа в исходное положение необходимо повернуть ключ в замке 8 на 90° вправо и принудительно закрыть клапан 7, прекратив действие свистка. После зарядки К через калиброванное отверстие диаметром 1 мм диафрагма прогнется вверх и рычагом 3 замкнет контакты 4 выключателя. Возбудительный клапан 5 закроется, что позволяет зарядить ТМ и отпустить тормоза. После этого ключ необходимо повернуть в левое положение до упора и нажать РБ, что обеспечит подачу напряжения 45–55 В на катушку электромагнита 1 и рабочее положение автостопа.

На электро- и дизель-поездах ЭПК автостопа приходит в действие также при возникновении неисправностей в цепях электропневматического или электрического тормозов. Для этого в боковом приливе корпуса ЭПК сверлится отверстие, соединяющее полость над срывным клапаном (камеры выдержки времени) с электропневматическим вентилем 9 ВВ (ЭПК 150 И-1, 2).

ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИЙ КЛАПАН АВТОСТОПА № 150И

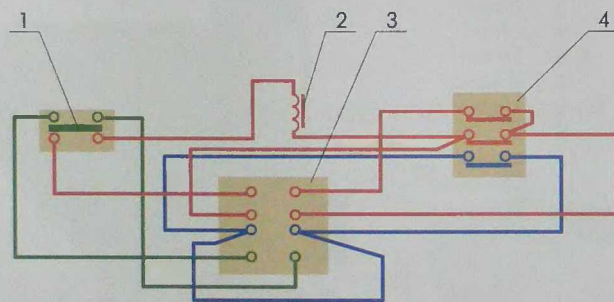
B6
ЛИСТ 2

МОНТАЖНАЯ СХЕМА ЭПК-150И



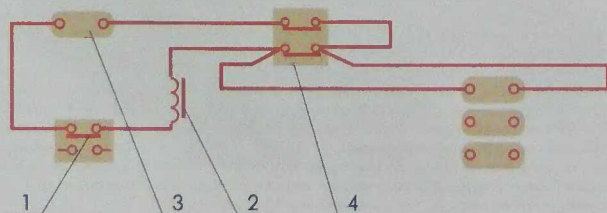
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ЭПК-150И

1. Концевой выключатель
2. Катушка электромагнитного вентиля
3. Двухштырный зажим
4. Контактный выключатель



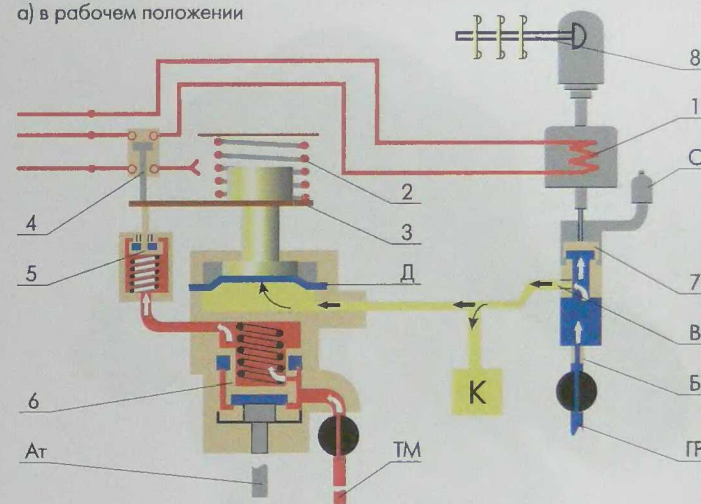
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ЭПК-150Е

1. Концевой переключатель
2. Электромагнитный вентиль
3. Двухштырный зажим
4. Контактная группа

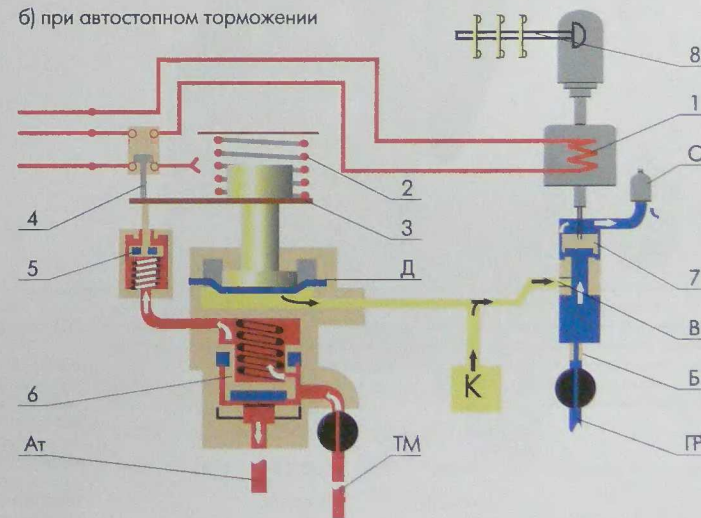


СХЕМЫ ДЕЙСТВИЯ ЭПК

а) в рабочем положении

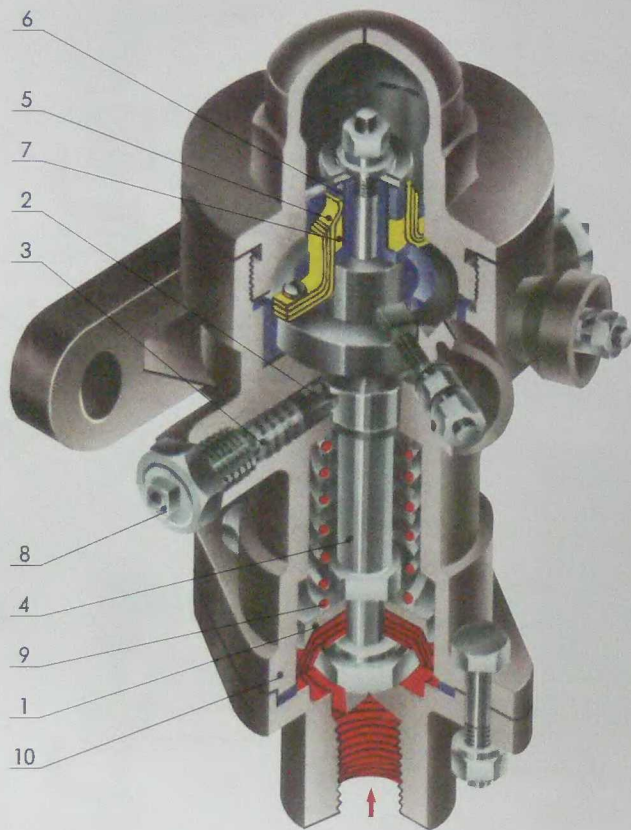


б) при автостопном торможении



АВУ, ПВУ, ЭБК, РЕЛЕ ДАВЛЕНИЯ

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ



1. Поршень
2. Конический стопор
3. Пружина
4. Стержень
5. Упругий контакт
6. Изоляционное кольцо
7. Металлическое кольцо
8. Винт
9. Пружина
10. Корпус

№ Э-119В

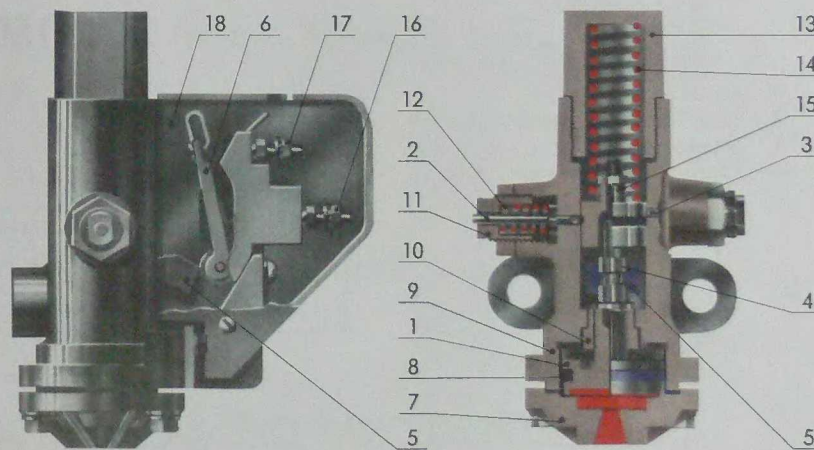


№ Э-119Б



ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПВУ-2 и ПВУ-4

1. Поршень
2. Толкатель
3. Шарик
4. Шток
- 5, 6. Рычаги
7. Крышка
8. Манжета
9. Корпус
10. Втулка
11. Колпачок
- 12, 14. Пружина
13. Пробка
15. Гильза
- 16, 17. Зажимы
18. Кожух



Автоматические (АВУ) №№ Э-119Б, Э-119В и пневматические (ПВУ-2,4,7) выключатели управления предназначены для отключения цепей управления при понижении давления в тормозной магистрали (ТМ) поезда ниже установленного уровня, а также при торможении краном вспомогательного тормоза локомотива.

Уровни давлений, при которых происходит срабатывание указанных выключателей, приведены ниже:

Выключатели	№ Э-119Б	№ Э-119В	ПВУ-2	ПВУ-4	ПВУ-7
Давление для включения, МПа	0,45-0,48	0,04	0,45-0,48	0,04	0,05
	(0,40-0,42)		(0,40-0,42)		
Давление для выключения, МПа	0,27-0,29		0,27-0,29	0,18-0,2	0,13-0,15

Выключатели типа № Э-119 рассчитаны на рабочее напряжение 50 В, а типа ПВУ на напряжение 110 В постоянного тока.

В обоих типах устройств подведенное давление перемещает подпружиненные поршни 1, регулировка усилий переключения которых из включенного в выключенное состояние обеспечивается за счет конических стопоров 2 с пружинами 3 (Э-119), или толкателей 2 с шариками 3 (ПВУ). В выключателях Э-119 на стержне 4 смонтирован коммутатор с упругими контактами 5 и изоляционным кольцом 6. В выключателях ПВУ штоком 4 поворачивается рычаг 5, воздействующий на рычаг 6 кулачкового контактора, перебрасывающего контакты в замкнутое или разомкнутое положение.

Электроблокировочный клапан № КЭ-44 (Э-104Б) предназначен для исключения одновременного действия пневматического и электрического тормозов на локомотиве путем перекрытия доступа сжатого воздуха в тормозные цилиндры (ТЦ) и сообщения их с атмосферой (Ат). Для этого на катушку 1 электромагнита подается напряжение 50 В и

воздух из тормозной магистрали (ТМ) перемещает поршень 2 вместе с золотником влево. При падении давления в тормозной магистрали ниже 0,25 МПа результирующее усилие на поршни 2 и 4 переместит их с золотником 3 вправо и сообщит тормозной цилиндр с воздухораспределителем, или краном вспомогательного тормоза для пневматического торможения. Если катушка 1 электромагнита не возбуждена (рис. б) воздух от воздухораспределителя поступает в золотниковую камеру (ЗК) и за счет разницы площадей поршней 2 и 4 перемещает их вправо, обеспечивая работу пневматического тормоза.

Реле давления № 304-002 предназначено для повторения пневматического сигнала, поступающего в возбуждательную камеру (В) над диафрагмой 7. Последняя управляет работой двухседельчатого клапана 2 и сообщает тормозную камеру (ТК) при ее наполнении (рис. а), с питательной (П), или с атмосферой при разрядке (рис. б).

АВУ, ПВУ, ЭБК, РЕЛЕ ДАВЛЕНИЯ

ЭБК

1. Катушка
2. Большой поршень
3. Золотник
4. Малый поршень
5. Стержень
6. Зеркало втулки
7. Якорь
8. Сердечник
9. Толкатель
10. Седло
11. Клапан
12. Пружина

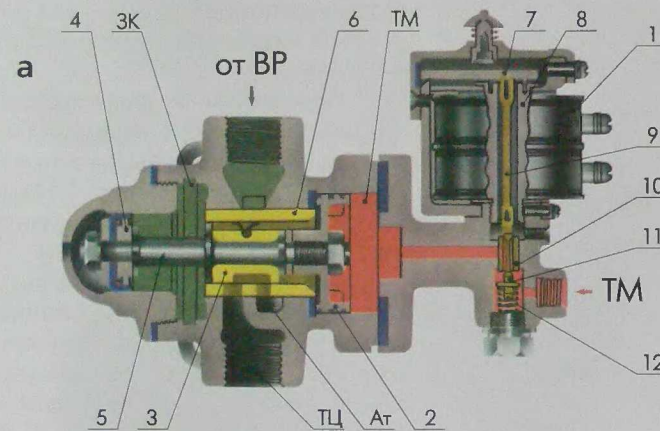
РЕЛЕ ДАВЛЕНИЯ

1. Диафрагма
2. Питательный клапан
3. Атмосферный клапан

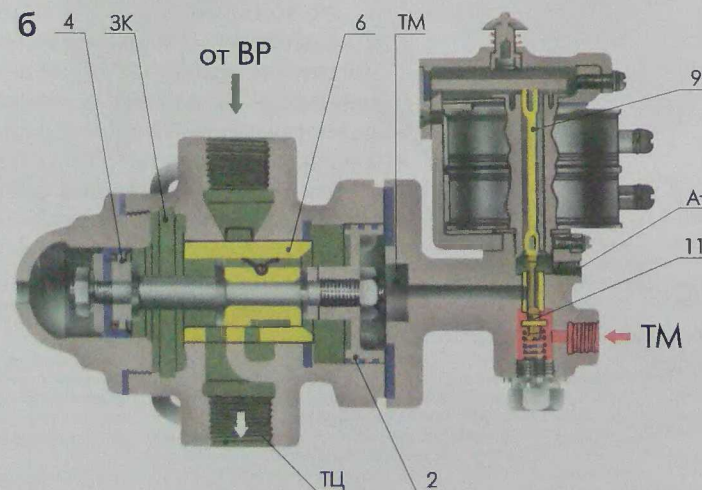
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

В, П, ТК — возбуждательная, питательная и тормозная камеры
 ЗК — золотниковая камера
 ТМ — тормозная магистраль
 ТЦ — тормозной цилиндр
 Ат — атмосфера
 ВР — воздушораспределитель

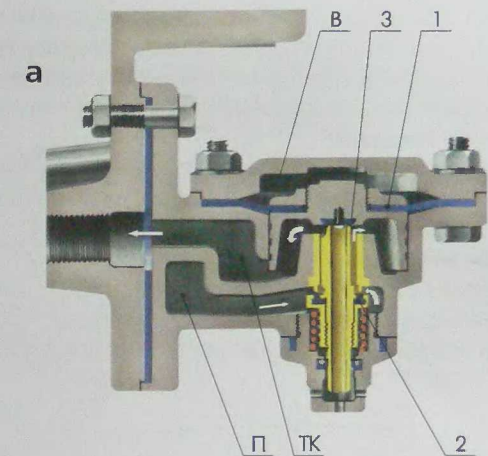
ЭЛЕКТРОБЛОКИРОВОЧНЫЙ КЛАПАН № КЭ-44 (Э-104Б) (электрическое торможение)



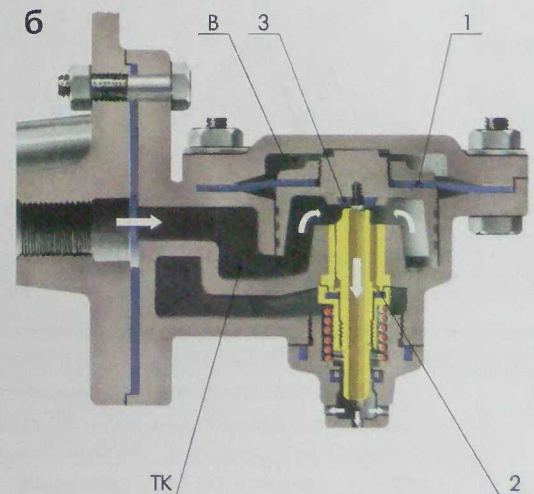
(пневматическое торможение)



РЕЛЕ ДАВЛЕНИЯ № 304-002 (торможение)



(отпуск)



6. ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ И АВТОРЕЖИМЫ

Воздухораспределители в зависимости от темпа и глубины разрядки тормозной магистрали должны сообщать запасные резервуары с тормозными цилиндрами при торможении, удерживать в последних давление при перекрыше и обеспечивать выпуск воздуха из них в атмосферу при отпуске, а также осуществлять зарядку запасных резервуаров из тормозной магистрали.

Из большого количества требований, предъявляемых к воздухораспределителям, можно выделить несколько основных:

— не реагировать на медленный темп изменения давления до 0,03 МПа/мин (темпл мягкости) (за исключением ВР жесткого типа);

— ускорять и поддерживать незатухающую тормозную волну путем дополнительной разрядки тормозной магистрали в начальной фазе торможения;

— обеспечивать стандартность действия по темпу и давлению в тормозных цилиндрах (одинаковые диаграммы наполнения ТЦ и уровни давлений в них по длине поезда);

— в положении перекрыши с питанием устойчиво удерживать ее состояние при небольших колебаниях давления в ТМ и осуществлять подзарядку запасных резервуаров и тормозных цилиндров, компенсируя возможные утечки в них (кроме пассажирских ВР);

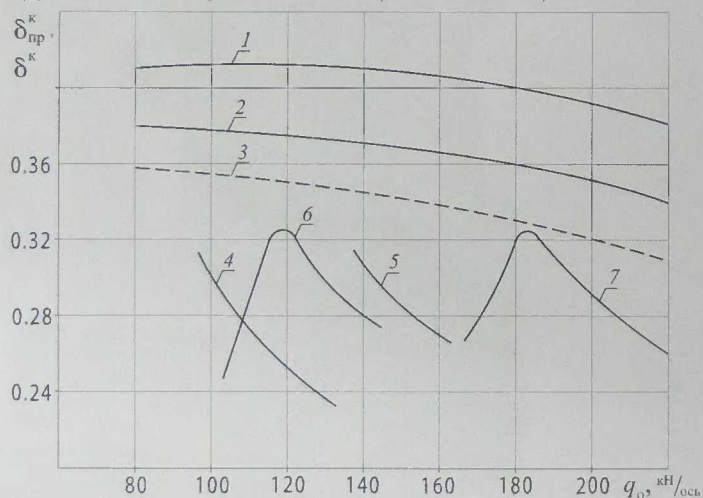


Рис. 6.1. Расчетные зависимости предельно-возможных реализуемых $\delta_{пр}^k$ коэффициентов действительных сил нажатия композиционных колодок: 1, 2 — $\delta_{пр}^k$ соответственно для скоростей движения 40 и 140 км/ч; 3 — δ^k оптимальный для авторежимов; 4, 5 — $\delta_{пр}^k$ прицепного и моторного вагонов ЭР2 без авторежимов; 6, 7 — δ^k прицепного и моторного вагонов ЭР22 с авторежимами

— иметь различные режимы торможения и отпуска в зависимости от условий эксплуатации транспортного средства;

— обладать легкой и быстро воспринимающей перепад давления в тормозной магистрали частью для высокой скорости тормозной волны;

— использовать взаимозаменяемые унифицированные детали, не требующие притирки и подгонки.

В значительной степени указанным требованиям соответствует грузовой воздухораспределитель № 483.

Авторежимы должны корректировать давление, подаваемое от воздухораспределителей в тормозные цилиндры вагонов в зависимости от их загрузки. Это повышает уровень реализуемого сцепления колес с рельсами.

Перспективные характеристики регулирования тормозного нажатия в зависимости от загрузки и скорости движения транспортных средств находятся по выражениям (2.12), (3.1) и для композиционных колодок приведены на рис. 6.1. Здесь же показаны графики изменения действительного коэффициента нажатия тормозных колодок эксплуатируемых авторежимов [8].

При отсутствии противоюзных устройств и скоростных регуляторов тормозного нажатия за оптимальную целесообразно принять зависимость, параллельную полученной по расчету для максимальной скорости движения грузовых поездов и с пониженным на 15—20 % действительным коэффициентом силы нажатия δ для исключения возможного юза (зависимость 3). Как видно из графиков на рис. 6.1, реальные характеристики регулирования тормозного нажатия авторежимами № 265 не соответствуют рекомендуемой в основном по темпу изменения δ и диапазону.

Это возникает из-за недостаточного рабочего хода демпферного узла авторежима и несоответствия гибкости рессорного подвешивания вагонов разных категорий регулировочной характеристике воздушного реле. Кроме того, основным недостатком таких устройств является повышенный износ их трущихся частей и недостаточная эксплуатационная надежность.

Тем не менее установка авторежимов на подвижном составе позволяет снизить длину тормозного пути на 15—20 %, уменьшить продольно-динамические реакции в поездах и случаи заклинивания колесных пар, а также исключить ручной труд по переключению грузовых режимов ВР.

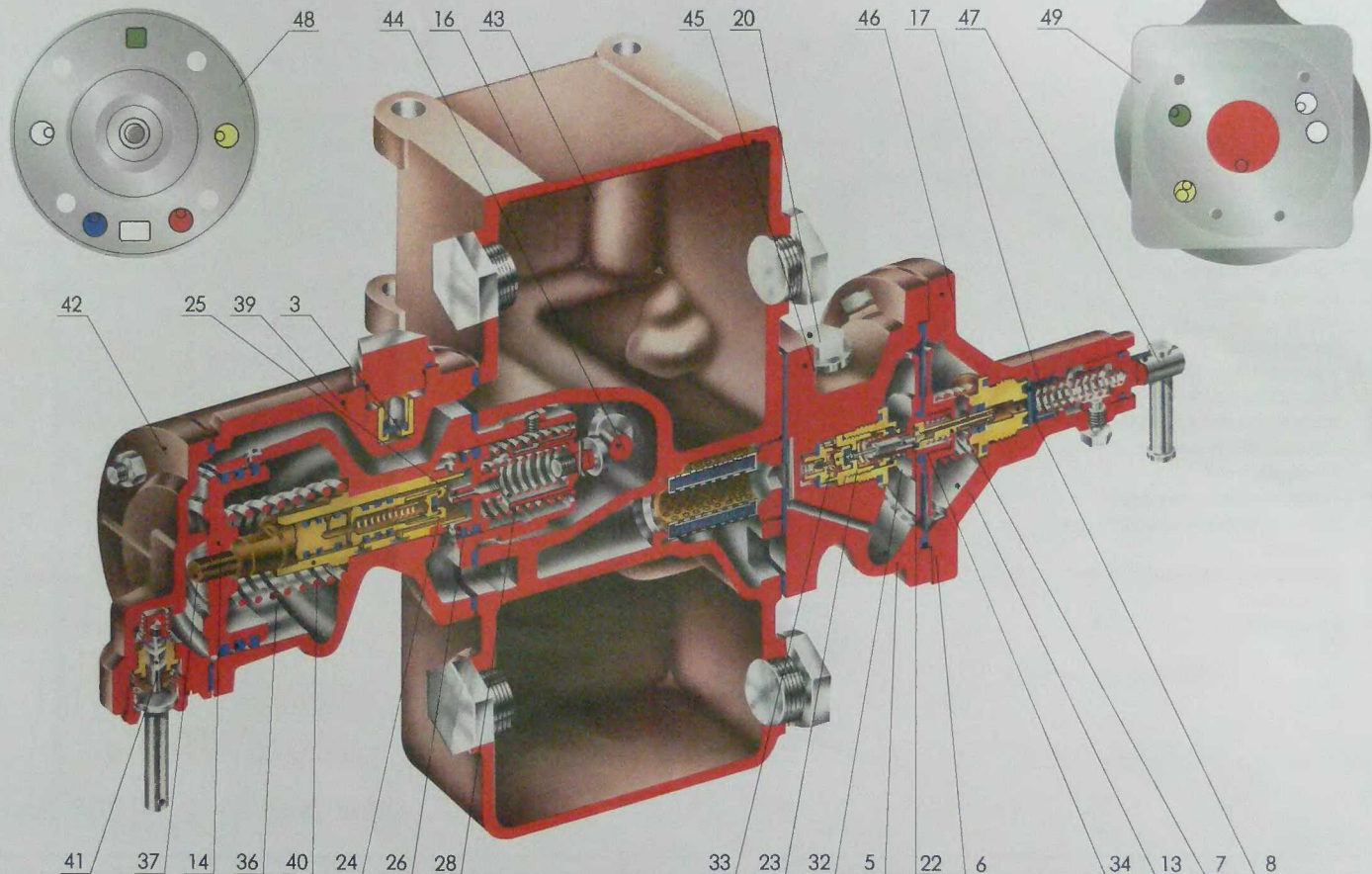
ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ № 483М (конструкция)

Г1

ФЛАНЕЦ ГЛАВНОЙ ЧАСТИ

ФЛАНЕЦ
МАГИСТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ

3. Обратный клапан
5. Магистральная камера
- 6, 17. Диафрагма
7. Плунжер
8. Полость переключателя
13. Золотниковая камера
14. Главный поршень
16. Рабочая камера
20. Клапан мягкости
22. Толкатель
23. Клапан дополнительной разрядки
24. Тормозной клапан
25. Седло
26. Уравнительный поршень
- 28, 36. Пружина
32. Манжета с клапанной частью
- 33, 34. Клапан
37. Шток
- 39, 45. Корпус
40. Втулка
41. Выпускной клапан
- 42, 46. Крышка
43. Двухкамерный резервуар
44. Эксцентриковый привод
47. Переключатель режимов
48. Привалочный фланец ГЧ
49. Привалочный фланец МЧ



Воздухораспределители (ВР) предназначены для изменения давления в тормозных цилиндрах (ТЦ) транспортных средств в зависимости от изменения давления в тормозной магистрали (ТМ), а также для зарядки из последней запасных резервуаров (ЗР). При этом уровень давления в ТЦ соответствует глубине разрядки ТМ и грузовому режиму торможения на ВР.

С 1977 г. грузовой подвижной состав оснащается воздухораспределителями № 483 (впоследствии № 483М) и в настоящее время оборудован практически только этими приборами. Они являются дальнейшим развитием воздухораспределителей типажного ряда № 270, начатого в 1959 г. с прибора № 270-002 золотниково-поршневой конструкции и продолженного в 1968 г. ВР № 270-005-1 с диафрагменно-клапанной магистральной частью (МЧ).

Типажный ряд ВР № 270 характеризуется наличием различных главных (ГЧ) (слева) и магистральных (МЧ) (справа) частей соответственно с однокорпусными привалочными

фланцами, устанавливаемых на двухкамерном рабочем резервуаре № 295-001 (№ 295М-001), не претерпевшем каких-либо существенных изменений. Это обеспечивает требуемые для различных видов грузового подвижного состава параметры воздухораспределителей применительно к особенностям его эксплуатации.

Главная часть № 270-023 состоит из корпуса 39, главного поршня 14 с пружиной 36 и штоком 37, уплотненным шестью манжетами и расположенном во втулке 40 уравнительного поршня 26 с седлом 25 и режимными пружинами 28, обратного З (для зарядки ЗР) и выпускного 41, для ручного отпуска тормоза, клапанов с крышкой 42.

Двухкамерный резервуар 43 № 295-001 (295М-001) с рабочей камерой 5,5 л и золотниковой 4,5 л имеет эксцентриковый привод 44 для переключения грузовых режимов торможения и устанавливается на раме вагона с помощью четырех болтов. В резервуаре № 295М-001 увеличен размер валика, что вызывает повышение уровня давления в тормозном цилиндре на среднем и грузном режимах работы воздухораспределителя

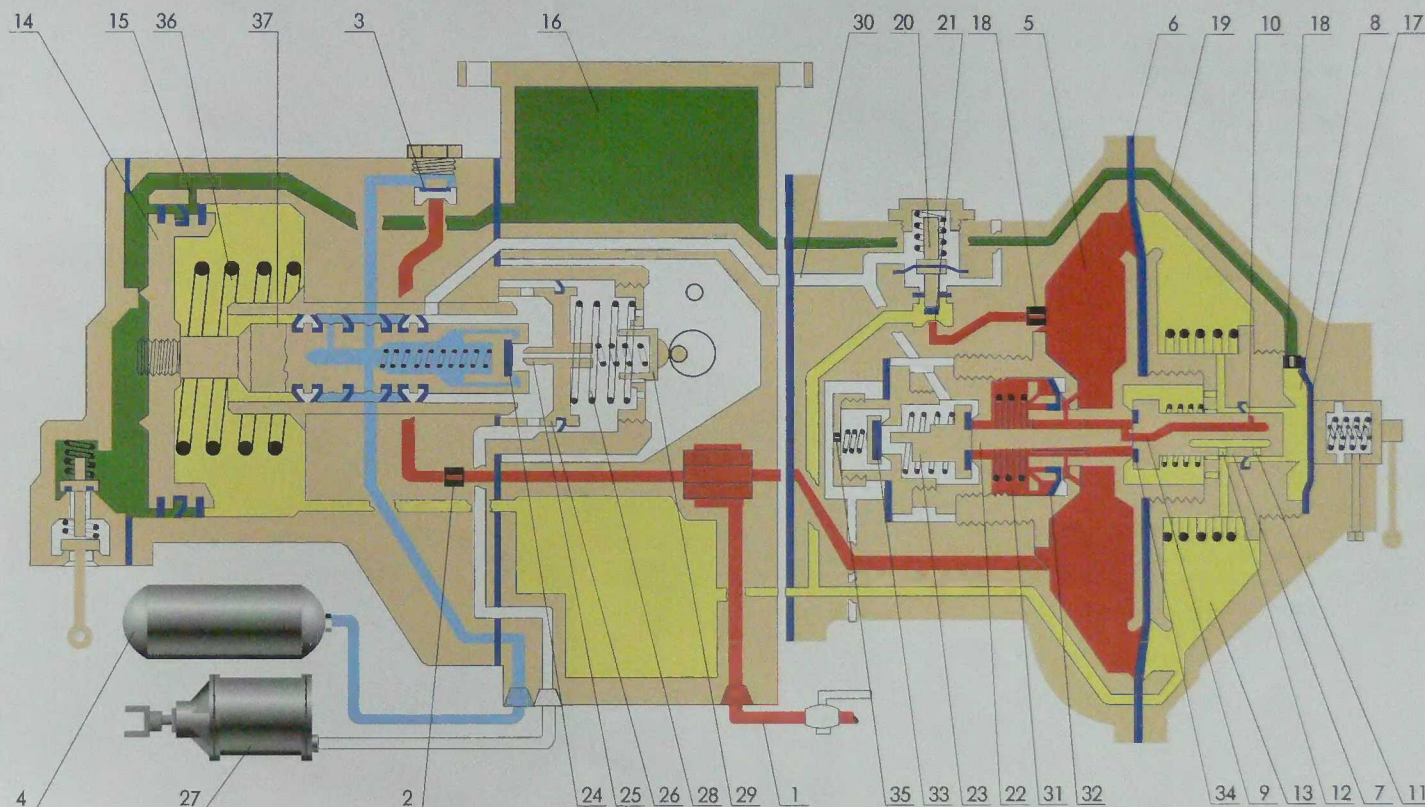
Магистральная часть № 483М-010 выполнена из корпуса 45 и крышки 46 с установленной между ними диафрагмой 6, разделяющей магистральную 5 и золотниковую 13 камеры, имеет плунжер 7, толкатель 22, три клапана 23, 33, 34, переключатель режимов 47 "равнинный-горный" и клапан мягкости 20.

Конструкция воздухораспределителя № 483М позволяет поддерживать при торможении минимальный темп разрядки ТМ в хвостовой части длинносоставного поезда через свои каналы, что ускоряет процесс наполнения ТЦ этих вагонов и сокращает тормозной путь. За счет высокой скорости тормозной волны 290—300 м/с, повышенных свойств мягкости (до 0,1 МПа/мин), стандартности действия (независимым от различных факторов и уменьшенным временем наполнения ТЦ) и ряда других положительных особенностей, ВР № 483М обеспечивает возможность вождения поездов весом до 80 тыс. кН.

ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ № 483М (зарядка, отпуск и поездное положение)

ЗАРЯДКА И ОТПУСК

1. Тормозная магистраль
- 2, 15, 18. Калиброванные отверстия
3. Обратный клапан
4. Запасный резервуар
5. Магистральная камера
- 6, 17. Диафрагма
7. Плунжер
8. Пустота переключателя
- 9, 10, 11,
- 12, 19. Каналы
13. Золотниковая камера
14. Главный поршень
16. Рабочая камера
20. Клапан мягкости
- 21, 25. Седло
22. Толкатель
23. Клапан дополнительной разрядки
24. Тормозной клапан
26. Уравнительный поршень
27. Тормозной цилиндр
- 28, 36. Пружина
29. Переключатель режимов
30. Канал дополнительной разрядки
31. Пустота
32. Манжета с клапанной частью
- 33, 34. Клапаны
35. Отверстие
37. Шток



При зарядке сжатый воздух из тормозной магистрали (ТМ) 1 проходит через калиброванное отверстие К1 ($\varnothing = 1,3$ мм) 2, обратный клапан (ОК) 3 и поступает в запасный резервуар (ЗР) 4. При этом время зарядки ЗР объемом 0,078 м³ до давления 0,48 МПа составляет около 4, 5 мин. Одновременно повышающимся давлением в магистральной камере (МК) 5 диафрагма 6 прогибается вправо, перемещая плунжер 7 внутрь полости 8 режимного переключателя "равнинный-горный". По отверстиям и каналам 9, 10, 11, 12 происходит зарядка золотниковой камеры (ЗК) 13 из магистральной 5.

В главной части (ГЧ) главный поршень (ГП) 14 при зарядке находится в крайнем левом положении и через калиброванное отверстие К2 ($\varnothing = 0,5$ мм) 15 заряжается рабочая камера (РК) 16. На горном режиме переключателя этот путь зарядки РК единственный и обеспечивает повышение давления в ней до 0,46 МПа за 4 мин. На равнинном режиме при давлении в РК 0,20—0,35 МПа диафрагма 17 прогибается вправо и открывается второй путь ее зарядки: из полости 8 режимного переключателя через калиброванное отверстие К3 ($\varnothing = 0,6$ мм) 18 и канал 19, который сокращает указанное выше время роста давления в РК до 3 мин.

После того как давление в ЗК достигает 0,42—0,48 МПа, открывается клапан мягкости (КМ) 20 и сообщает камеры МК и ЗК через калиброванное отверстие в седле К4 ($\varnothing = 0,9$ мм) 21, ускоряя дозарядку последней. Когда давление во всех камерах РР достигает поездного уровня (поездное положение) диафрагма 6 переместится в среднее положение до упора через толкатель 22 в клапан дополнительной разрядки 23. После этого сообщение камере МК и ЗК осуществляется только через клапан мягкости.

При отпуске давление в камере РК выше, чем в камере МК и ЗК и на горном режиме происходит дозарядка последней, как показано выше. На равнинном режиме отпуск отличается тем, что в полости 8 режимного переключателя из магистральной камеры через отверстия плунжера 7 создается высокий уровень давления, который не дает рабочей камере разряжаться в золотниковую, а зарядка последней осуществляется только из тормозной магистрали.

В хвостовой части поезда в полости режимного переключателя 8 высокого уровня давления при этом не создается, рабочая камера разряжается в золотниковую и давление в них выравнивается. Таким образом, отпуск в головной части поезда протекает медленнее (за

35—40 с в поезде средней длины), чем в хвостовой (за 20—25 с), но начинается раньше. Этим выравнивается его завершение по длине состава и выход тормозов на режим готовности к новому торможению с дозарядкой ЗР и высокой тормозной эффективностью.

В главной части РР при повышении давления в ЗК главный поршень 14 перемещается влево, тормозным клапаном 24 открывает седло К5 ($\varnothing = 2,8$ мм) 25 уравнительного поршня (УП) 26 и сообщают тормозной цилиндр (ТЦ) 27 с атмосферой. При выпуске воздуха из последнего, УП за счет избыточного усилия со стороны пружин 28 переключателя грузовых режимов 29, также перемещается влево, следуя за тормозным клапаном в штоке ГП, но не закрывая его на равнинном режиме и обеспечивая легкий бесступенчатый отпуск до полной разрядки ТЦ.

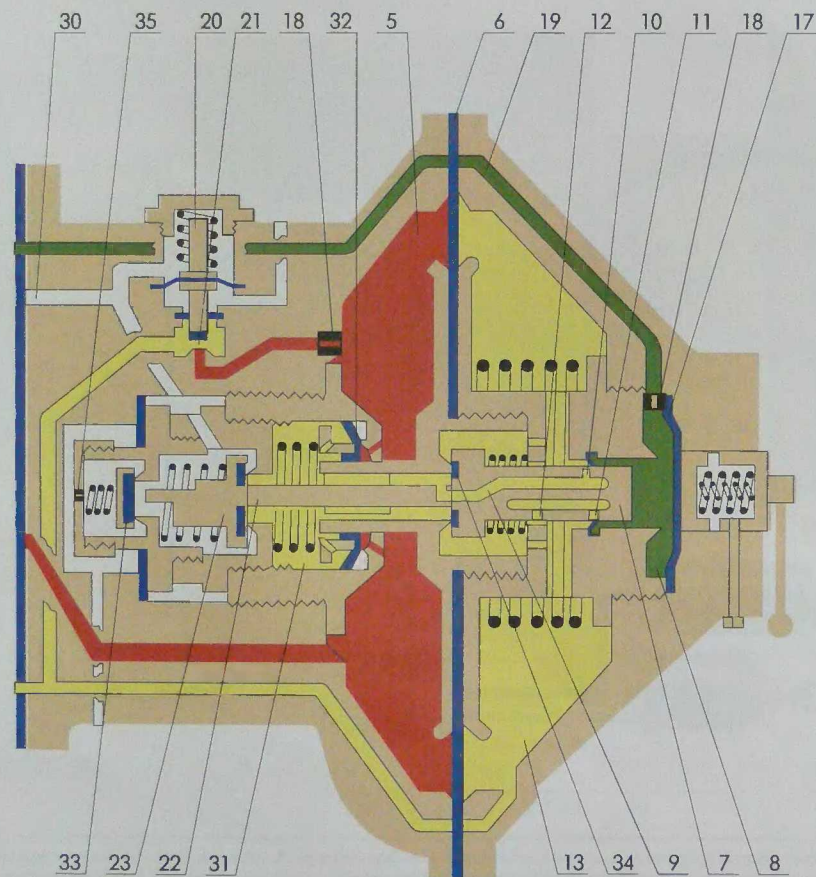
На горном режиме при ступени отпуска давление в ТМ, МК и ЗК прекращает повышаться и ГП останавливается. УП, достигая седлом 25 тормозного клапана 24, прерывает разрядку ТЦ в атмосферу и в нем остается давление, соответствующее величине недозарядки тормозной магистрали.

ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ № 483М (зарядка, отпуск и поездное положение)

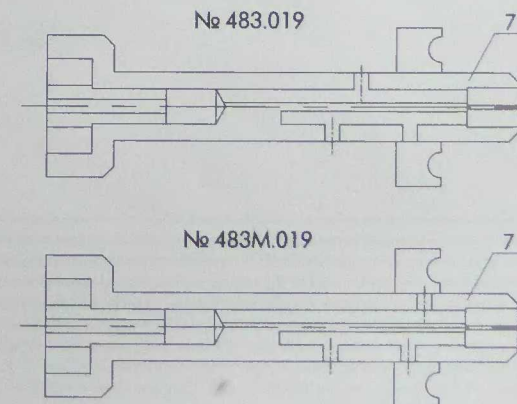
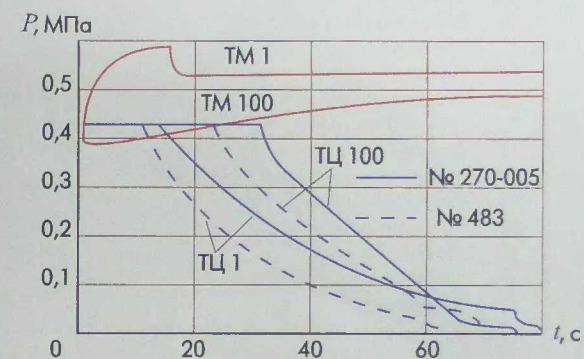
Г2
ЛИСТ 2

ПОЕЗДНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ МЧ

- 5. Магистральная камера
- 6, 17. Диафрагма
- 7. Плунжер
- 8. Полость переключателя
- 9, 10, 11, 12, 19. Каналы
- 13. Золотниковая камера
- 18. Калиброванные отверстия
- 20. Клапан мягкости
- 21. Седло
- 22. Толкатель
- 23. Клапан дополнительной разрядки
- 30. Канал дополнительной разрядки
- 31. Полость
- 32. Манжета с клапанной частью
- 33, 34. Клапаны
- 35. Отверстие



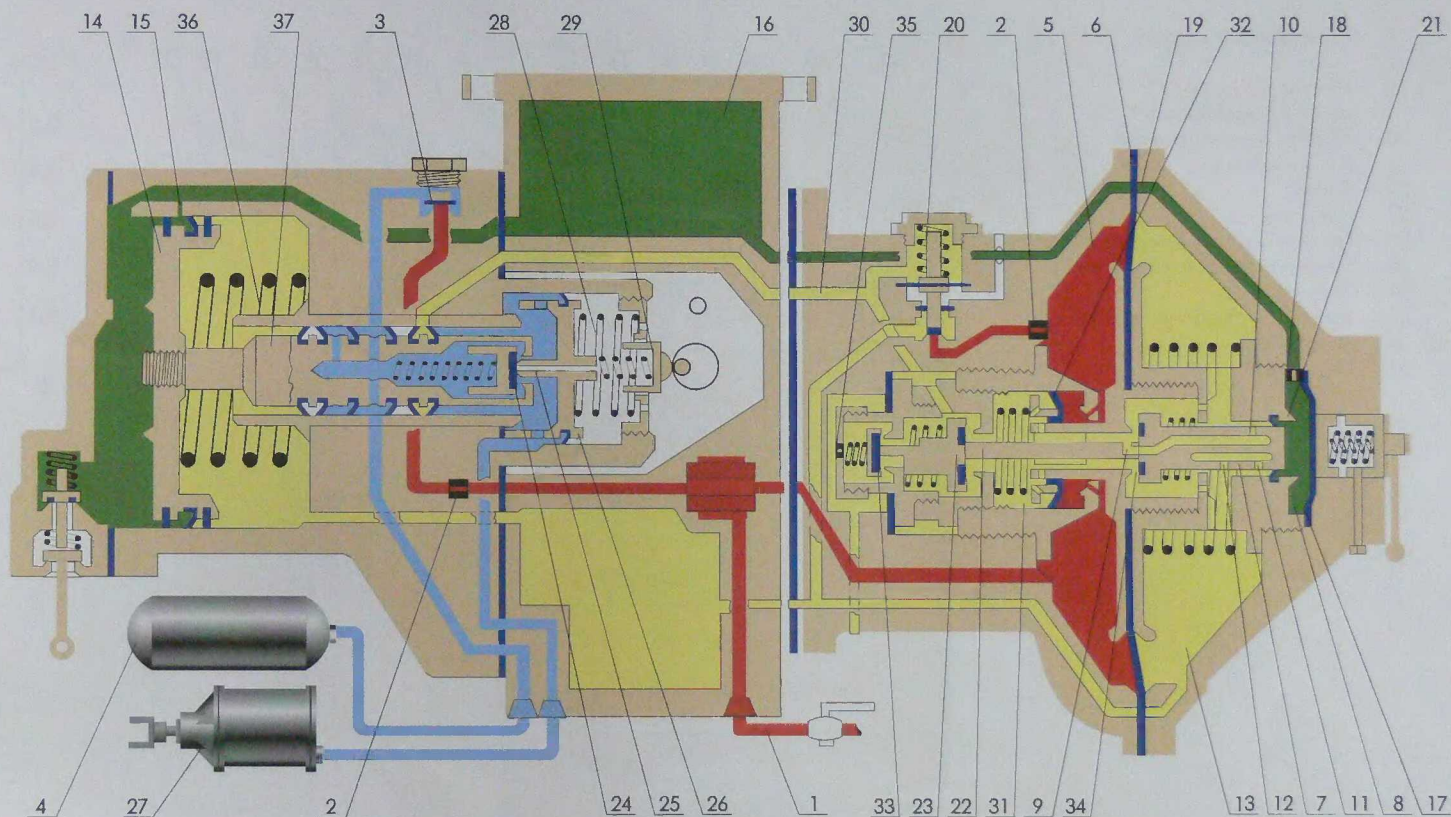
ОТПУСК



ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ № 483М (торможение и перекрыша)

ТОРМОЖЕНИЕ

1. Тормозная магистраль
- 2, 15, 18. Калиброванные отверстия
3. Обратный клапан
4. Запасный резервуар
5. Магистральная камера
- 6, 17. Диафрагма
7. Плунжер
8. Полость переключателя
- 9, 10, 11, 12, 19. Каналы
13. Золотниковая камера
14. Главный поршень
16. Рабочая камера
20. Клапан мягкости
- 21, 25. Седло
22. Толкатель
23. Клапан дополнительной разрядки
24. Тормозной клапан
26. Уравнительный поршень
27. Тормозной цилиндр
- 28, 36. Пружина
29. Переключатель режимов
30. Канал дополнительной разрядки
31. Полость
32. Манжета с клапанной частью
- 33, 34. Клапаны
35. Отверстие
37. Шток



При разрядке тормозной магистрали (ТМ) 1 и магистральной камеры (МК) 5 темпом мягкости (до 0,03 МПа/мин) воздух успевает перетекать из золотниковой (ЗК) 13 и рабочей (РК) 16 камер в МК через клапан мягкости (КМ) 20 ($\varnothing = 0,9$ мм) без смещения подвижных узлов воздухораспределителя (ВР). Повышение темпа разрядки вплоть до 0,1 МПа/мин вызывает смещение диафрагмы влево и приоткрывание толкателем 22 клапана дополнительной разрядки 23, через который ЗК сообщается с каналом дополнительной разрядки (КДР) 30, связанным через главную часть (ГЧ) ВР и седло 25 уравнительного поршня (УП) 26 с атмосферой (Ат) и пустым тормозным цилиндром (ТЦ) 27. Этим обеспечиваются повышенные свойства мягкости магистральной части (МЧ) прибора.

Когда темп разрядки тормозной магистрали превысит 0,1 МПа/мин, перепад давлений между магистральной камерой 5 и полостью 31 перед клапаном

дополнительной разрядки 23, действующий на клапанную часть манжеты 32 открывает ее и происходит переход ВР от режима мягкости к дополнительной разрядке ТМ и далее к торможению. При этом ТМ и МК сообщаются через КДР с атмосферой, поддерживая высокую скорость тормозной волны, диафрагма 6, прогибаясь далее влево, последовательно полностью открывает клапаны 23, 33, а затем клапан 34 плунжера 7 и появляется еще один путь разрядки камер МК и ЗК в атмосферу через калиброванное отверстие 35 КВ ($\varnothing = 0,9$ мм) в колпачке.

В главной части после снижения давления в ЗК на 0,015 МПа главный поршень (ГП) 14, преодолевая усилие пружины 36 начинает перемещаться вправо и манжетой закрывает связь ЗК и РК через отверстие 15. При падении давления в ЗК на 0,05 МПа ГП крайней правой манжетой штока 37, переключает КДР и дополнительная разрядка ТМ прекращается. Давление в КДР возрастает, что

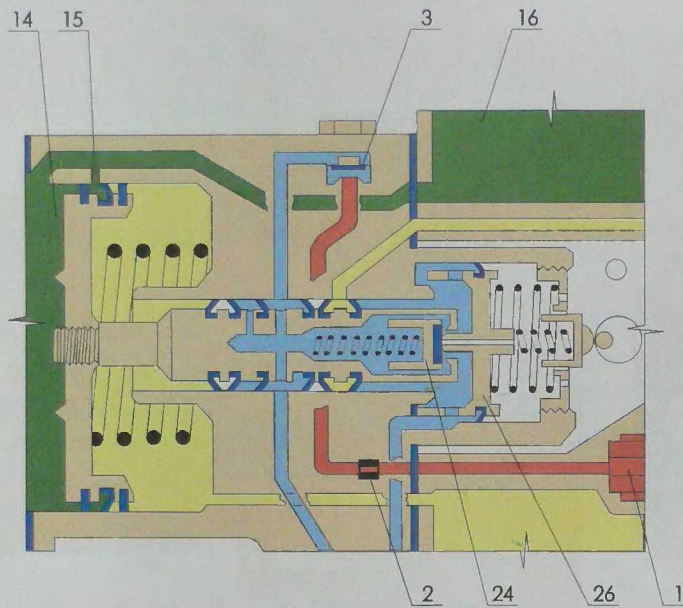
вызывает закрытие клапана мягкости 20 и клапанной части манжеты 32. Дальнейшее снижение давления в ЗК происходит только через отверстие 35 в колпачке, что обеспечивает одинаковый темп разрядки ЗК всех ВР в поезде.

Главный поршень, перемещаясь далее вправо тормозным клапаном 24 в штоке 37, закрывает седло 25 УП, а затем, открывая этот клапан, сообщает запасный резервуар (ЗР) 4 с тормозным цилиндром (ТЦ) 27. За счет предварительного сжатия пружин 28 переключателя грузовых режимов 29 УП в начальный период торможения стоит на месте, чем создается скачок давления в ТЦ, необходимый для преодоления сил трения в рычажной передаче, прижатия тормозных колодок к колесам и четкого перехода к торможению. Затем повышающимся давлением в ТЦ уравнительный поршень начинает перемещаться вправо, сжимая режимные пружины и двигаясь одновременно с главным поршнем.

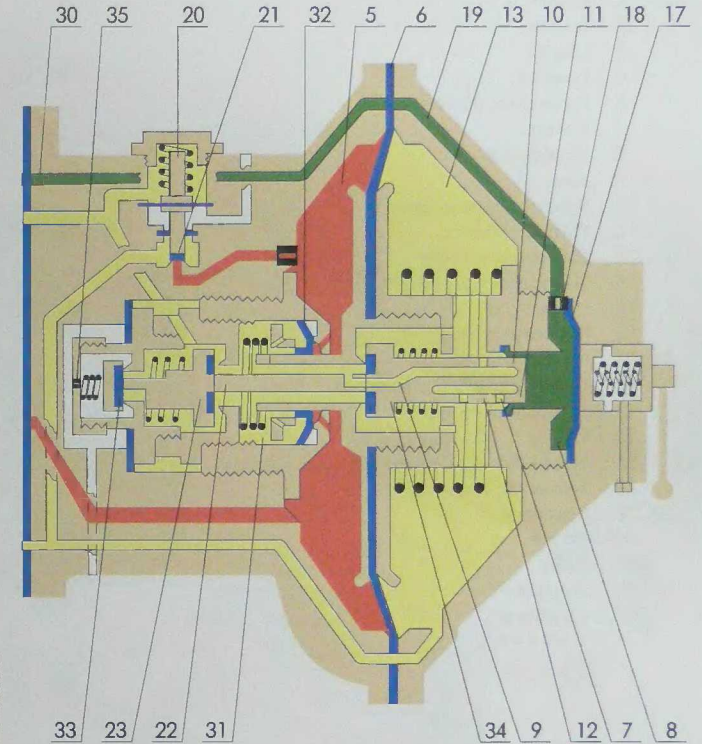
ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ № 483М (торможение и перекрыша)

ГЗ
лист 2

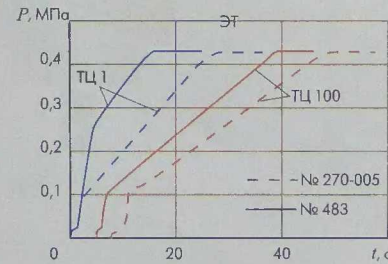
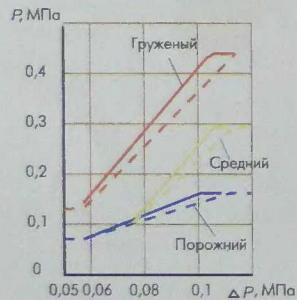
ПЕРЕКРЫША ГЧ



ПЕРЕКРЫША МЧ



1. Тормозная магистраль
- 2, 15, 18. Калиброванные отверстия
3. Обратный клапан
5. Магистральная камера
- 6, 17. Диафрагма
7. Плунжер
8. Полость переключателя
- 9, 10, 11, 12, 19. Каналы
13. Золотниковая камера
14. Главный поршень
16. Рабочая камера
20. Клапан мягкости
21. Седло
22. Толкатель
23. Клапан дополнительной разрядки
24. Тормозной клапан
26. Уравнительный поршень
30. Канал дополнительной разрядки
31. Полость
32. Манжета с клапанной частью
- 33, 34. Клапаны
35. Отверстие



Третьей от главного поршня манжетой на штоке процесс наполнения ТЦ от ЗР разделяется на два: вначале через четыре отверстия диаметром по 3 мм каждое, а затем через одно отверстие диаметром 1,7 мм. Этим обеспечивается выравнивание темпов наполнения ТЦ по длине поезда.

В хвостовой части длинносоставного поезда, там где темп разрядки ТМ становится меньше темпа разрядки ЗК, диафрагма 6 из крайнего левого положения начинает смещаться вправо, уменьшая проходное сечение между клапаном 34 плунжера и седлом. За счет этого в полости 31 давление снижается быстрее, чем в МК и срабатывает клапанная часть манжеты 32, ускоряя разрядку ТМ в атмосферу через отверстие КВ в колпачке и перемещая диафрагму 6 опять в крайнее левое положение.

При этом темп разрядки ЗК восстанавливается, перепад давления, действующий на клапанную часть манжеты снижается, и она закрывается. Этот про-

цесс в воздухораспределителях хвостовой части поезда периодически повторяется, поддерживая минимальный темп разрядки ТМ, и выравнивается время наполнения ТЦ всех вагонов, которое при полном служебном торможении до 90 % максимального давления составляет 18—22 с.

При перекрыше давление в ТМ и МК прекращает падать, продолжающаяся разрядка ЗК приводит к перемещению диафрагмы 6 вправо и последовательному закрытию клапанов 34 и 33. Клапан 23 при плотном канале дополнительной разрядки остается открытым. Если через КДР происходит "дутье", то давление в ЗК еще понижается, диафрагма 6 сместится дальше вправо, и клапан 23 закроется, прекратив влияние неисправного воздухораспределителя на соседние приборы, которые в таких случаях могут переходить в режим отпуска.

Устойчивость положения перекрыши к медленному повышению давления в ТМ на равнинном режиме обеспечивается за счет сообщения РК и ЗК через

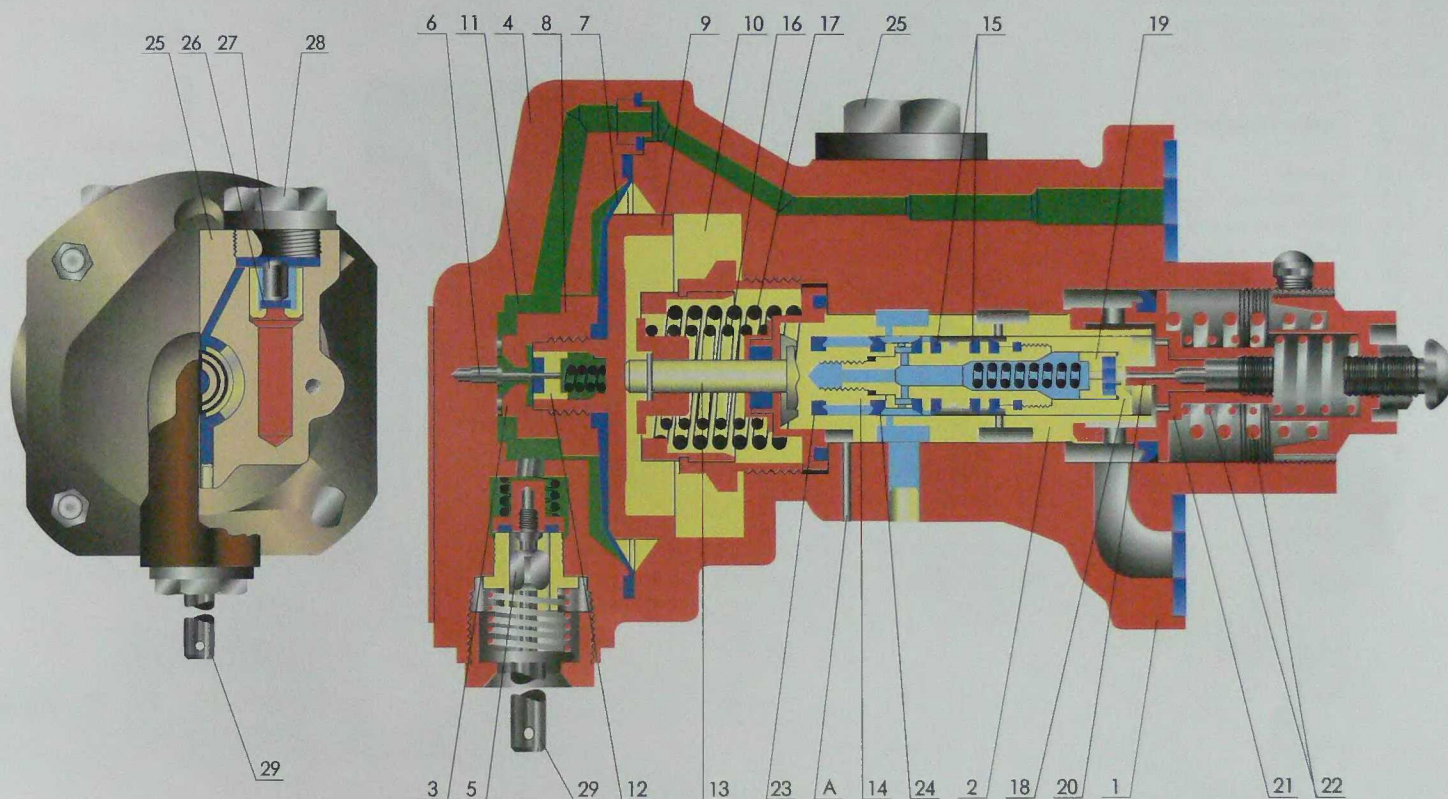
нижнее отверстие плунжера 7, повышения давления в последней при этом и возврата диафрагмы 6 в среднее положение перекрыши.

В главной части ВР при переходе от торможения к перекрыше главный поршень останавливается, а уравнительный, за счет продолжающегося роста давления в ТЦ, перемещаясь вправо, закрывает тормозной клапан 24 в штоке и прекращает наполнение ТЦ. Снижение давления в последнем из-за возможной неплотности приводит к перемещению УП влево, открытию тормозного клапана 24 и пополнению утечки в ТЦ из ЗР, который заряжается из ТМ через обратный клапан 3. Этим обеспечивается свойство прямодействия тормозов грузовых поездов.

Давление воздуха в ТЦ на порожнем, среднем и груженом режимах составляет соответственно: 0,14—0,18 МПа; 0,28—0,33 МПа; 0,39—0,45 МПа.

ГЛАВНАЯ ЧАСТЬ № 466 (конструкция)

1. Корпус
2. Втулка
3. Седло
4. Крышка
5. Выпускной клапан
6. Буфер
7. Диафрагма
- 8, 9. Диск
10. Золотниковая камера
11. Рабочая камера
- 12, 25. Обратный клапан
13. Направляющая штока
14. Шток
15. Манжеты штока
- 16, 17. Пружина
18. Седло тормозного клапана
19. Тормозной клапан
20. Седло
21. Уравнительный поршень
22. Режимные пружины
- 23, 24. Манжеты
26. Пластина
27. Упор
28. Заглушка
29. Стержень



С конца 60-х годов в отечественном тормозостроении возникла тенденция перехода от золотниково-поршневых к современным клапанно-диафрагменным конструкциям тормозных приборов. Последние обладают рядом положительных свойств и придают устройству такие качества, как высокая чувствительность и быстрдействие, отсутствие притираемых частей, взаимозаменяемость и стабильность характеристик.

Для улучшения характеристик грузовых воздухораспределителей (ВР) типа ряда № 270 взамен главной части (ГЧ) № 270-023 выпущена новая, клапанно-диафрагменная № 466, с установкой которой воздухораспределитель присвоен номер 483М-01. Принцип действия главной части № 466 остался таким же, как и предшествующей, но конструктивно она выполнена по другому, в основном, в связи с заменой поршня на резиновую диафрагму.

Главная часть № 466 состоит из двух основных узлов: корпуса 1 с втулкой 2 и седлом 3 и крышки 4 с выпускным клапаном 5 и буфером 6. Между этими узлами расположена диафрагма 7, закрепленная в двух направляющих дисках 8, 9 и разделяющая ГЧ на золотниковую (ЗК) 10 и рабочую (РК) 11 камеры. Обратный клапан 12 с отверстием диаметром 0,5 мм для зарядки РК в отпущенном положении расположен в диске 9, который упирается направляющая 13 штока 14, уплотненного манжетами 15 и перемещаемого в отпущенное положение вместе с диафрагмой 7, пружинами 16 и 17, последняя из которых, за счет предварительного сжатия определяет величину дополнительной разрядки тормозной магистрали (ТМ) и начального скачка давления в тормозном цилиндре (ПЦ).

В седле 18 штока установлен тормозной клапан 19, взаимодействующий при торможении и отпуске с седлом 20 уравнительного поршня 21, нагру-

женного режимными пружинами 22. Чтобы разгрузить шток от давления, создаваемого в золотниковой камере, полость между манжетами 23, 24 сообщена каналом А с атмосферой.

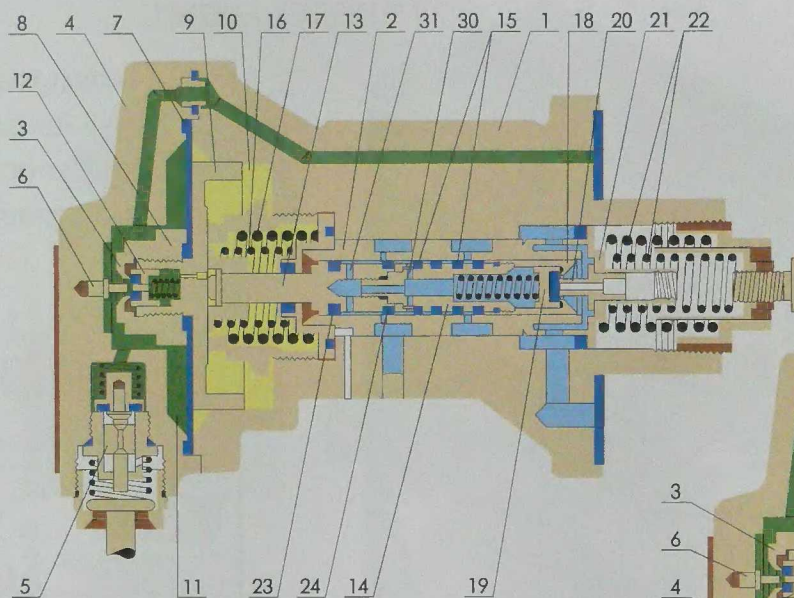
В верхней части корпуса установлен обратный клапан 25, состоящий из пластинки 26 и упора 27, уплотненной заглушкой 28. Выпускной клапан 5 разряжает камеру при ручном отпуске тормоза после отклонения стержня 29 в любую сторону.

ГЛАВНАЯ ЧАСТЬ № 466 (перекрыша и торможение)

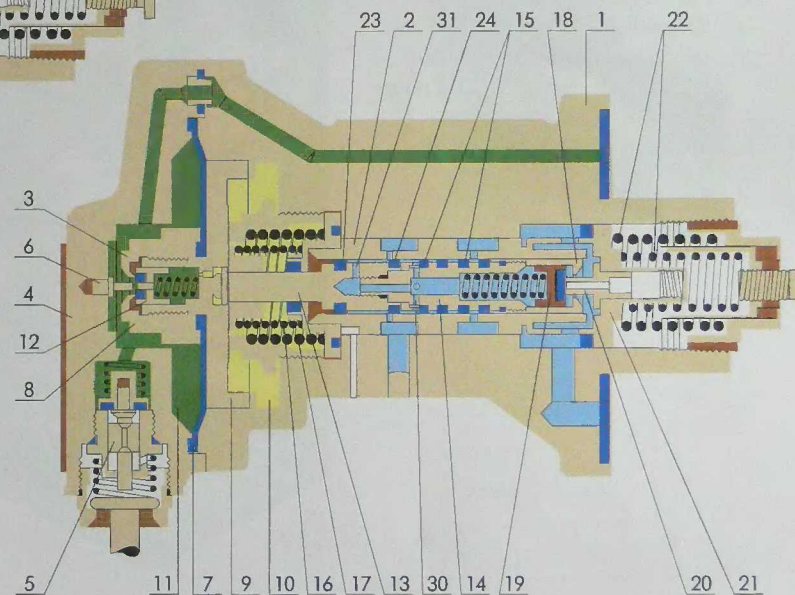
Г5

ПЕРЕКРЫША

1. Корпус
2. Втулка
3. Седло
4. Крышка
5. Выпускной клапан
6. Буфер
7. Диафрагма
- 8, 9. Диск
10. Золотниковая камера
11. Рабочая камера
- 12, 25. Обратный клапан
13. Направляющая штока
14. Шток
15. Манжеты штока
- 16, 17. Пружины
18. Седло тормозного клапана
19. Тормозной клапан
20. Седло
21. Уравнительный поршень
22. Режимные пружины
- 23, 24. Манжеты
26. Пластинка
27. Упор
28. Заглушка
29. Стержень
30. Отверстия



ТОРМОЖЕНИЕ



При торможении, когда давление в золотниковой камере (ЗК) снижается на 0,04 МПа, диафрагма 7, преодолевая усилия пружин 16, 17, прогибается вправо, перемещая шток 14, и закрывая обратный клапан 12, изолирующий рабочую камеру (РК) от золотниковой. После этого правой крайней манжетой 15 штока 14 закрывается канал дополнительной зарядки (КДР) и прекращается разрядка тормозной магистрали (ТМ) в атмосферу на установленную глубину, обеспечивая четкий переход к торможению.

При дальнейшем движении диафрагмы вправо тормозной клапан 19 в штоке 14 упирается в седло 20 уравнительного поршня 21 и отходит от седла 18. Вследствие этого вначале прерывается связь тормозного цилиндра (ТЦ) с атмосферой, а затем он сообщается с запасным резервуаром (ЗР). За счет предвари-

тельно сжатых режимных пружин 22, действующих на уравнительный поршень (УП), в ТЦ возникает начальный скачок давления, необходимый для преодоления сил трения в рычажной передаче и подвода тормозных колодок к поверхности колес.

Давлением в ТЦ уравнительный поршень начинает смещаться вправо, как и диафрагма 7, при открытом клапане 19, обеспечивающем режим торможения (на схеме показано положение диафрагмы после полного служебного или экстренного торможений). Из-за третьей слева манжеты штока 14 наполнение ТЦ вначале происходит через четыре отверстия 30 диаметром 3 мм каждое, а затем через одно 31 диаметром 1,7 мм. Этим выравнивается процесс роста тормозного нажатия по поезду при различном темпе разрядки ТМ в его головной и хвостовой частях.

При перекрыши давление в ЗК стабилизируется, диафрагма 7 прекращает прогибаться вправо, а через некоторое время повышающимся давлением в ТЦ уравнительный поршень, переместившись вправо, закрывает тормозной клапан 19, упирающийся в седло 18 (на схеме показано положение диафрагмы после ступени разрядки ТМ). Если возникает утечка воздуха из ТЦ, то уравнительный поршень смещается режимными пружинами 22 влево, приоткрывает тормозной клапан и поддерживает давление в ТЦ на установленном уровне, сообщая его с ЗР. Последний пополняется из тормозной магистрали через обратный клапан 25, обеспечивая свойство неистощимости тормоза.

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

1, 8, 9, 11,
12, 13, 15,
17, 19, 25.

2, 6, 14, Разобцительные краны

21, 22, 23,
24.

3. Манометры 1,0 МПа класса 0,6

4. Фильтр

Редуктор для поддержания давления

5. 0,6 МПа

Кран машиниста или устройство,

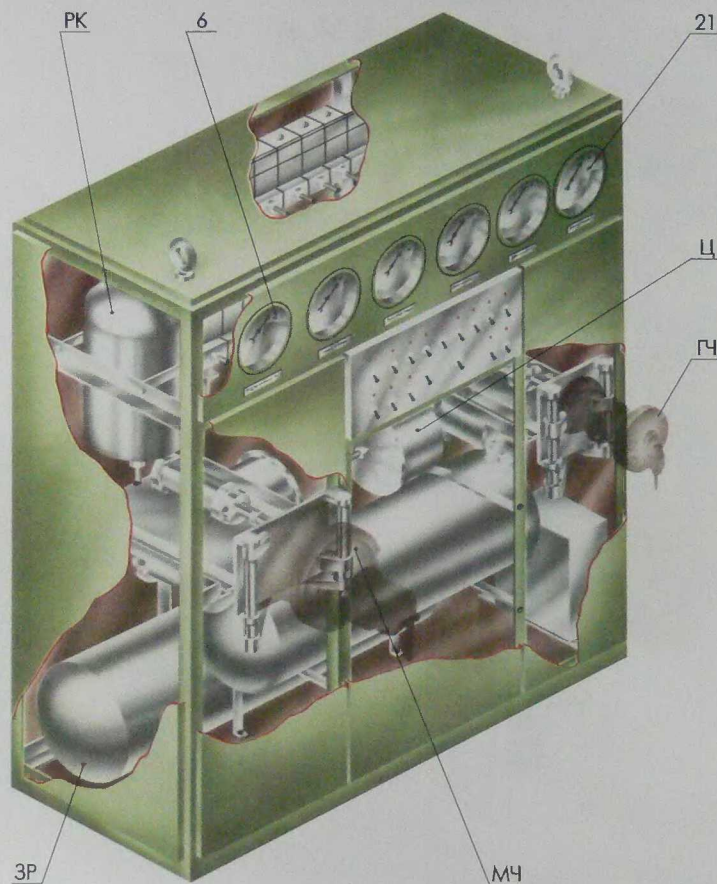
7, 18. заменяющее его

10. Водоспускные краны

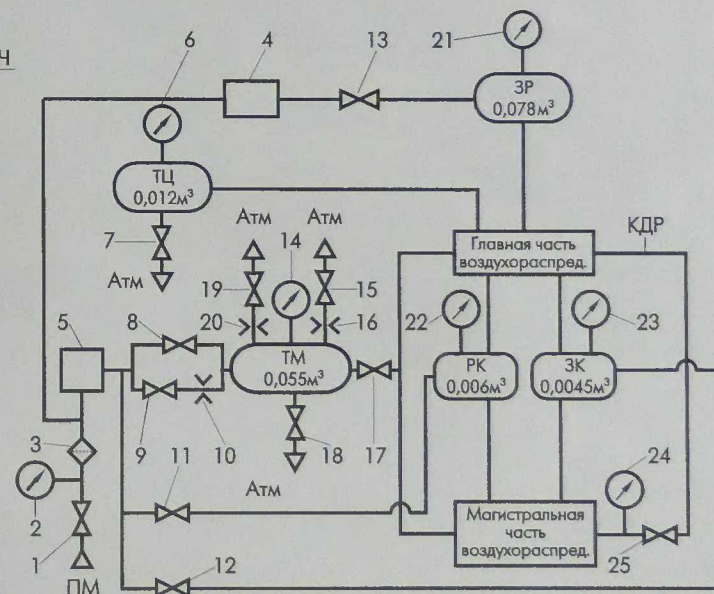
16. Дроссельное отверстие \varnothing 0,65 мм

20. Дроссельное отверстие \varnothing 0,7 мм

Дроссельное отверстие \varnothing 0,2 мм для проверки чувствительности на поддержание установившегося давления в ТМ



Пневматическая схема станда унифицированной конструкции для послеремонтного испытания воздухораспределителей грузовых вагонов



Стенд унифицированной конструкции для испытания воздухораспределителей (ВР) грузовых вагонов предназначен для оценки характеристик этих устройств в соответствии с требованиями Инструкции ЦВ-ЦЛ-292. Он выполнен в виде прямоугольного каркаса сварной конструкции с габаритными размерами 1500x500x1650 мм и весом 405 кгс, в котором компактно расположены и сообщены между собой пневматические и электрические узлы, управление и контроль за которыми осуществляется с помощью 14 тумблеров, 6 манометров для точных измерений и 15 светодиодов на панели управления.

На передней части станда имеются два пневматических прижимных механизма с захватами и привлочными фланцами для закрепления главной и магистральной частей ВР. К станду подведены переменное напряжение 220 В частотой

50 Гц и сжатый воздух давлением не менее 0,65 МПа. Пневматическая схема станда, приведенная на плакате, соответствует установленной Инструкцией ЦВ-ЦЛ-292, в которой функции блока крана машиниста выполняют несколько электропневматических вентилях, управляемых тумблерами.

Перед пуском изделия в эксплуатацию проверяют плотность трубопроводов, резервуаров и пневмомеханизмов путем выдержки заряженного до 0,63 МПа станда в отключенном состоянии не менее 3 мин. Допускаемый темп снижения давления с 0,6 МПа не должен превышать 0,002 МПа в одну минуту. Кроме этого, проверяется плотность рабочей камеры, темпы мягкости и медленного отпуща.

На станде выполняют раздельное испытание магистральной и главной частей ВР с отремонтированными и проверенными соответственно главной и ма-

гистральной частями. При этом магистральную часть проверяют на время зарядки золотниковой камеры, мягкость действия, ступень и полное служебное торможение. Главную часть испытывают на время зарядки запасного резервуара, действие обратного клапана и ступень торможения, давление в тормозном цилиндре и действие выпускного клапана. Метрологическую аттестацию станда выполняют раз в 3 месяца и оформляют аттестатом и протоколом.

Представленный стенд Т1068.00 серийно выпускается на заводе ПКБ ЦВ и с необходимой документацией высылается на заказавшие его предприятия, эксплуатирующие грузовой подвижной состав.

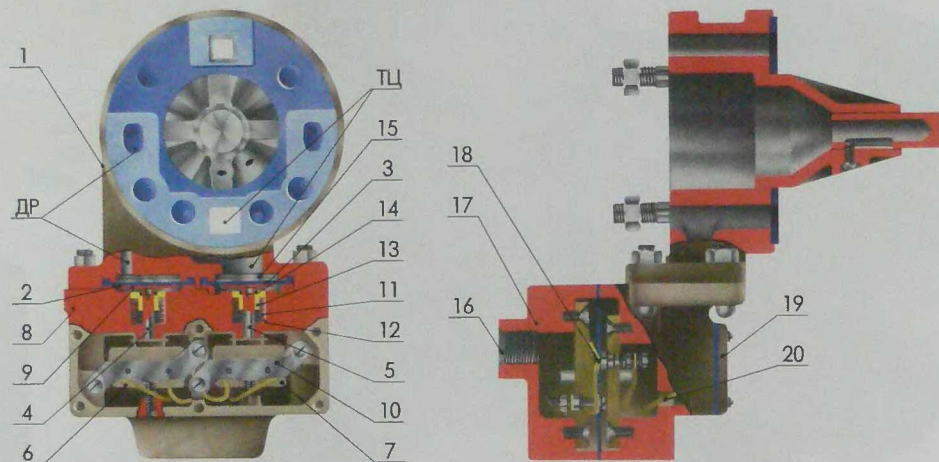
СИГНАЛИЗАТОР ОБРЫВА ТОРМОЗНОЙ МАГИСТРАЛИ С ПНЕВМОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ДАТЧИКОМ № 418

Г7

КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ПНЕВМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА

ПНЕВМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК (общий вид)

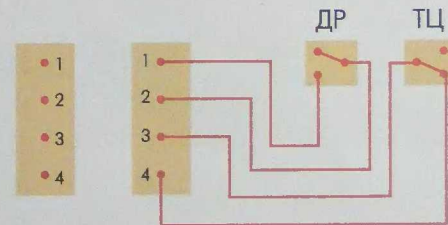
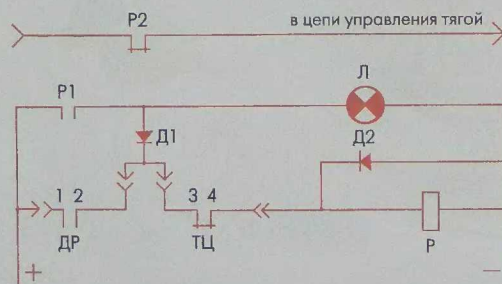
1. Пневмоэлектрический датчик
- 2, 3. Диафрагма
- 4, 5. Толкатель
- 6, 7. Микровыключатель
8. Корпус
9. Шайба
10. Планка
11. Пружина
- 12, 15. Полость
13. Втулка
14. Пружинные кольца
16. Штуцер
17. Разъем
18. Контакты
19. Крышка
20. Электрический вывод



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ДР — канал дополнительной разрядки тормозной магистрали
ТЦ — канал тормозного цилиндра

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ДАТЧИКА



В настоящее время широкое применение нашел сигнализатор обрыва тормозной магистрали ТМ, принцип действия которого основан на нарушении нормальной последовательности появления определенного давления в каналах дополнительной разрядки (КДР) и тормозного цилиндра (ТЦ) грузового воздухораспределителя локомотива. Он состоит из пневмоэлектрического датчика № 418, устанавливаемого между двухкамерным резервуаром и главной частью ВР № 483 или № 270. Каналы дополнительной разрядки ДР и тормозного цилиндра ТЦ выведены в датчике на резиновые диафрагмы 2 и 3 соответственно, которые через стержни-толкатели 4 и 5 воздействуют на микровыключатели 6 и 7. Контакты последних включены в электрическую схему сигнализатора.

При торможении поездным краном, когда давление в КДР станет выше 0,07 МПа, замыкается контакт ДР и возбуждается реле Р, вставая на самоблокировку через контакт Р1, диод Д1 и контакт ТЦ и загорается лампа Л. Размыкающимся контактом Р2 выключается тя-

говый режим на локомотиве. Через несколько секунд, когда в канале ТЦ появляется давление более 0,09—0,13 МПа размыкается контакт ТЦ, обесточивая реле Р и выключая лампу Л.

При обрыве ТМ импульс дополнительной разрядки достигает локомотива и производит указанные выше переключения в электрической схеме сигнализатора за исключением того, что контакт ТЦ не размыкается и лампа Л горит постоянно. Это происходит из-за интенсивной подпитки ТМ от крана машиниста (КМ), находящегося в поездном положении. Машинист, почувствовав замедление поезда после сброса тяги и получив сигнал о разрыве ТМ по длительно горящей лампе Л, должен перевести ручку КМ в перекрышу без питания на 5—7 с, а затем произвести ступенчатое торможение.

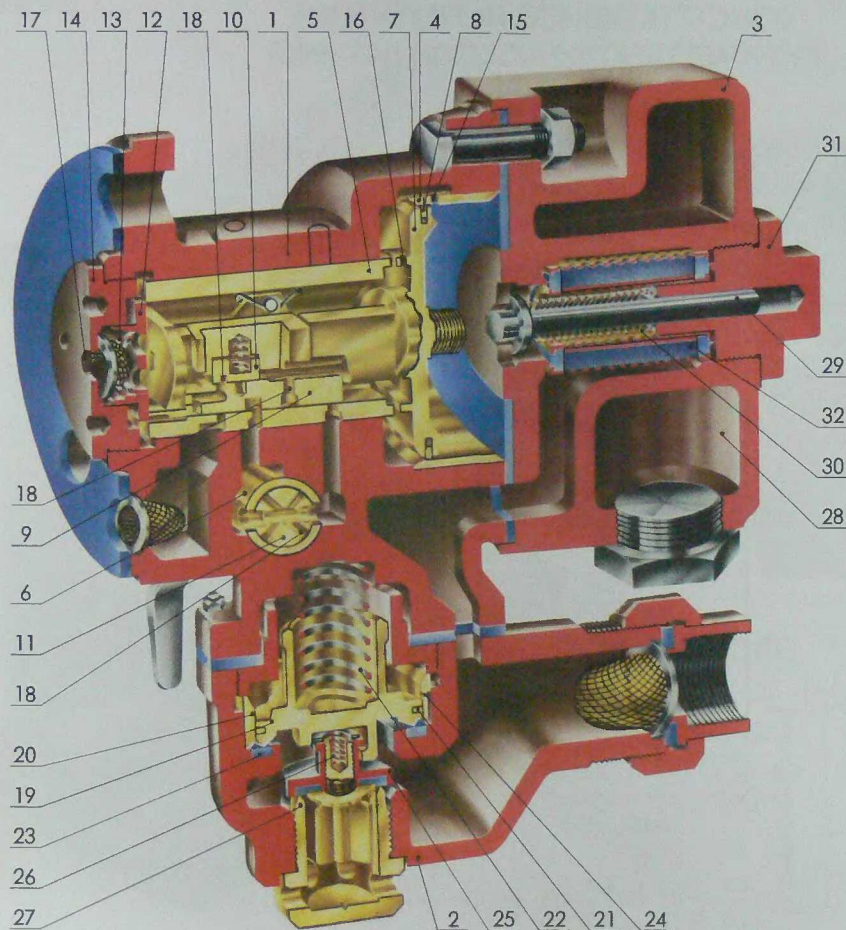
Если разрыв ТМ происходит не далее 20—25 вагонов от локомотива, то ТЦ наполняется до давления при котором происходит выключение сигнализатора контактом ТЦ. Однако при отключении тяги и снижении давления в ТМ машинист замечает разрыв поез-

да, что не требует длительного включения светового сигнала. Таким образом, при нормальном действии тормозов в поезде от КМ происходит кратковременное загорание лампы Л, а при самопроизвольном возникновении импульса дополнительной разрядки в ТМ она включается длительно. Если сигнализатор срабатывает в процессе перехода с повышенного на зарядное давление, то необходимо отрегулировать стабилизатор КМ на нормативный темп ликвидации сверхзарядного давления.

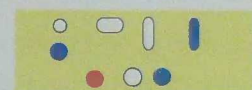
Дроссель сигнализатора препятствует резкому росту давления в канале ТЦ в период дополнительной разрядки ТМ, которое без него может достигать 0,15—0,20 МПа, нарушая работу устройства. Диоды Д1 и Д2 устраняют влияние экстрастоков размыкания на контакты микропереключателей.

ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ № 292-001 (конструкция)

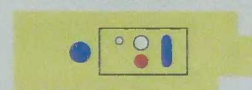
1. Корпус магистральной части
2. Ускорительная часть
3. Крышка
4. Поршневая втулка
5. Золотниковая втулка
6. Втулка переключающей пробки
7. Магистральный поршень
8. Уплотнительное кольцо
9. Главный золотник
10. Отсекательный золотник
11. Переключающая пробка
12. Буферный стакан
13. Пружина
14. Заглушка
- 15, 16. Отверстия
- 17, 24. Каналы выемки
18. Каналы выемки
19. Ускорительный паршень
20. Втулка
21. Манжета
- 22, 26, 30. Пружина
23. Резиновое кольцо
25. Клапан
27. Седло
28. Камера дополнительной разрядки
29. Буферный стержень
31. Заглушка
32. Фильтр



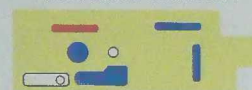
ЗЕРКАЛО ЗОЛТНИКОВОЙ ВТУЛКИ



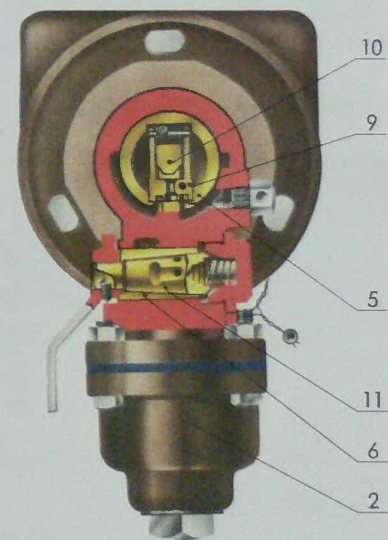
ВЕРХ ГЛАВНОГО ЗОЛТНИКА



НИЗ ГЛАВНОГО ЗОЛТНИКА



НИЗ ОТСЕКАТЕЛЬНОГО ЗОЛТНИКА



Воздухораспределители (ВР) предназначены для изменения давления в тормозных цилиндрах (ТЦ) транспортных средств в зависимости от изменения давления в тормозной магистрали (ТМ), а также для зарядки из последней запасных резервуаров (ЗР). При этом уровень давления в ТЦ соответствует глубине разрядки ТМ.

Воздухораспределитель № 292-001 представляет собой модернизированный вариант тройных скоростедействующих клапанов № 218, 219, в котором реализован процесс дополнительной разрядки ТМ в специальную камеру и имеется переключатель режимов торможения, что существенно улучшило эксплуатационные характеристики прибора. Он устанавливается на всех видах пассажирского подвижного состава и состоит из трех основных частей: магистральной 1, ускорительной 2 и крышки 3.

В корпусе 1 магистральной части запрессованы три бронзовые втулки: поршневая 4, золотниковая 5 и переключающей пробки 6. В них установлены магистральный

поршень 7 с уплотнительным кольцом 8, главный 9 и отсекающий 10 золотники, а также переключающая пробка 11. С левой стороны хвостовой части магистрального паршня установлен буферный стакан 12 с пружиной 13, опирающейся на заглушку 14. Во втулке магистрального паршня слева просверлены три отверстия 15 диаметром 1,25 мм каждое, а в притирочном пояске паршня — одно 16 диаметром 2 мм. Магистральный поршень образует две камеры: магистральную (М) справа от него и золотниковую (З) слева, сообщенную с запасным резервуаром отверстием 17 диаметром 9 мм. Каналы и выемки 18, сообщающиеся главным, отсекающим золотниками и переключающей пробкой обеспечивают перетекание воздуха при различных режимах работы воздухораспределителя.

Ускорительная часть ВР содержит ускорительный паршень 19 в чугунной или пластмассовой втулке 20, уплотненный манжетой 21 и прижатый пружиной 22 к резиновому кольцу 23. Для пропускания воздуха в полость над паршнем служит калиброванное от-

верстие 24. Полукольцевой паз паршня 19 охватывает бурт верхней части клапана 25, прижатого пружиной 26 к седлу 27. В крышке ВР расположена камера дополнительной разрядки (КДР) 28 объемом около 1 л и буферный стержень 29 с пружиной 30, а также направляющая заглушка 31 и фильтр 32.

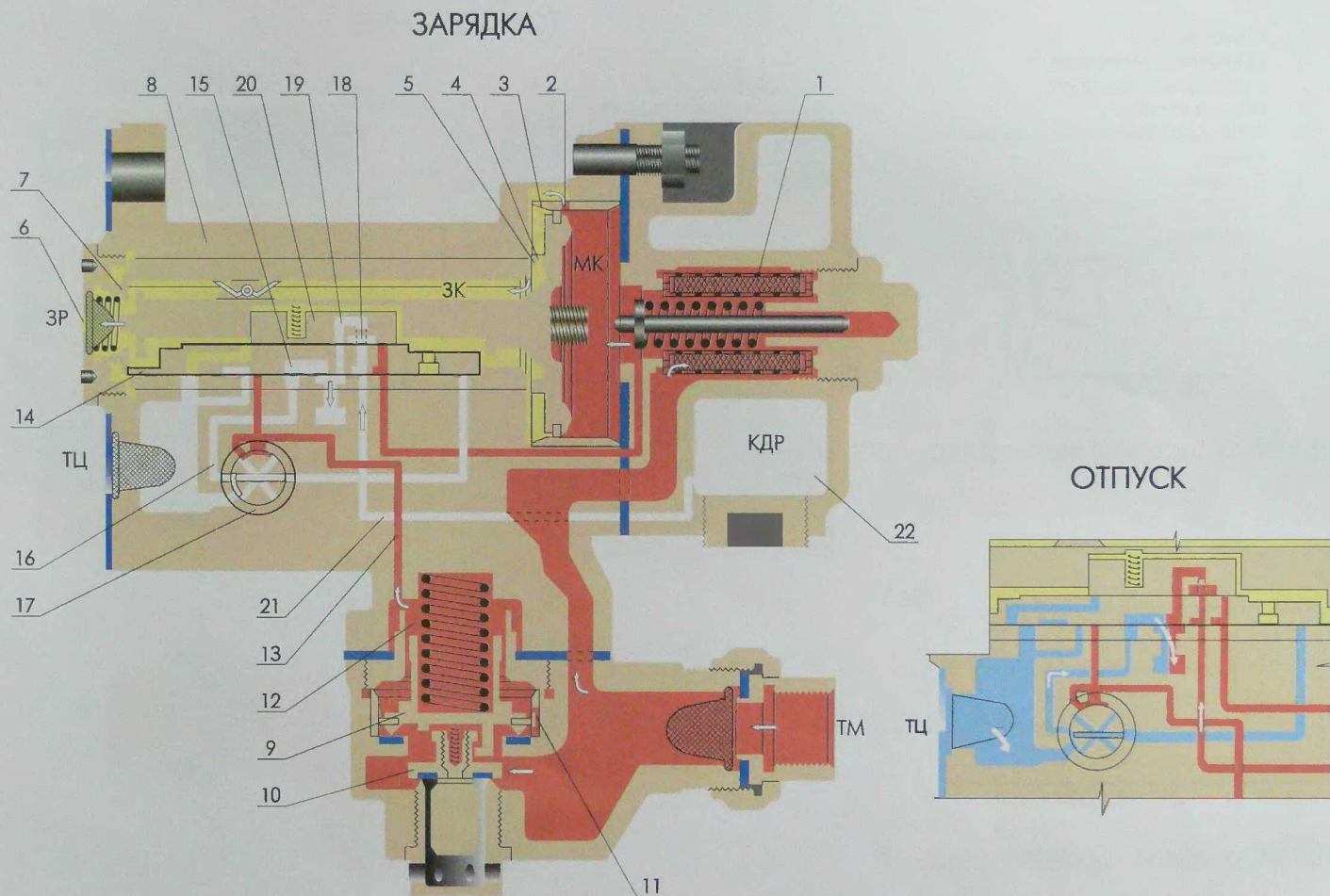
Воздухораспределитель № 292-001 обеспечивает скорость тормозной волны при служебном торможении 120 м/с, при экстренном 190 м/с, выравнивание зарядки запасных резервуаров по длине поезда, плавность торможения в поездах различной длины, а также возможность включения пассажирских вагонов в грузовые поезда.

В настоящее время ВР № 292-001 выполняет функции резервного на пассажирском подвижном составе, оборудованном электропневматическим тормозом, обеспечивая свойства автоматичности, которыми последний не обладает.

ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ № 292-001 (зарядка и отпуск)

Г9

1. Фильтр
- 2, 4, 6, 18.
19. Отверстия
3. Магистральный поршень
5. Притирочный паясок
7. Буферное устройство
8. Золотниковая втулка
9. Поршень
10. Срывной клапан
11. Дроссельное отверстие
12. Камера
- 13, 16, 21. Канал
14. Главный золотник
15. Выемка
17. Переключательная пробка
20. Отсекательный золотник
22. Камера дополнительной разрядки



При зарядке сжатый воздух из тормозной магистрали (ТМ) через фильтр 1 проходит в магистральную камеру (М), откуда через три отверстия 2 во втулке магистрального поршня 3 и одно отверстие 4 в его притирочном паяске 5 поступает в золотниковую камеру (ЗК) и далее через отверстие 6 в запасный резервуар (ЗР). При этом за счет большого перепада в головной части поезда магистральный поршень сжимает левое буферное устройство 7 и притирочным паяском 5 прижимается к торцу золотниковой втулки 8, что обеспечивает зарядку ЗР через одно отверстие 4 диаметром 2 мм в этом паяске. В хвостовой части поезда такого перепада давления на магистральном поршне не создается и он лишь доходит до левого буферного устройства, не сжимая его. Темп зарядки ЗР при этом определяют площади проходных сечений трех отверстий диаметром по 1,25 мм. Таким образом, уровень давления в ЗР вы-

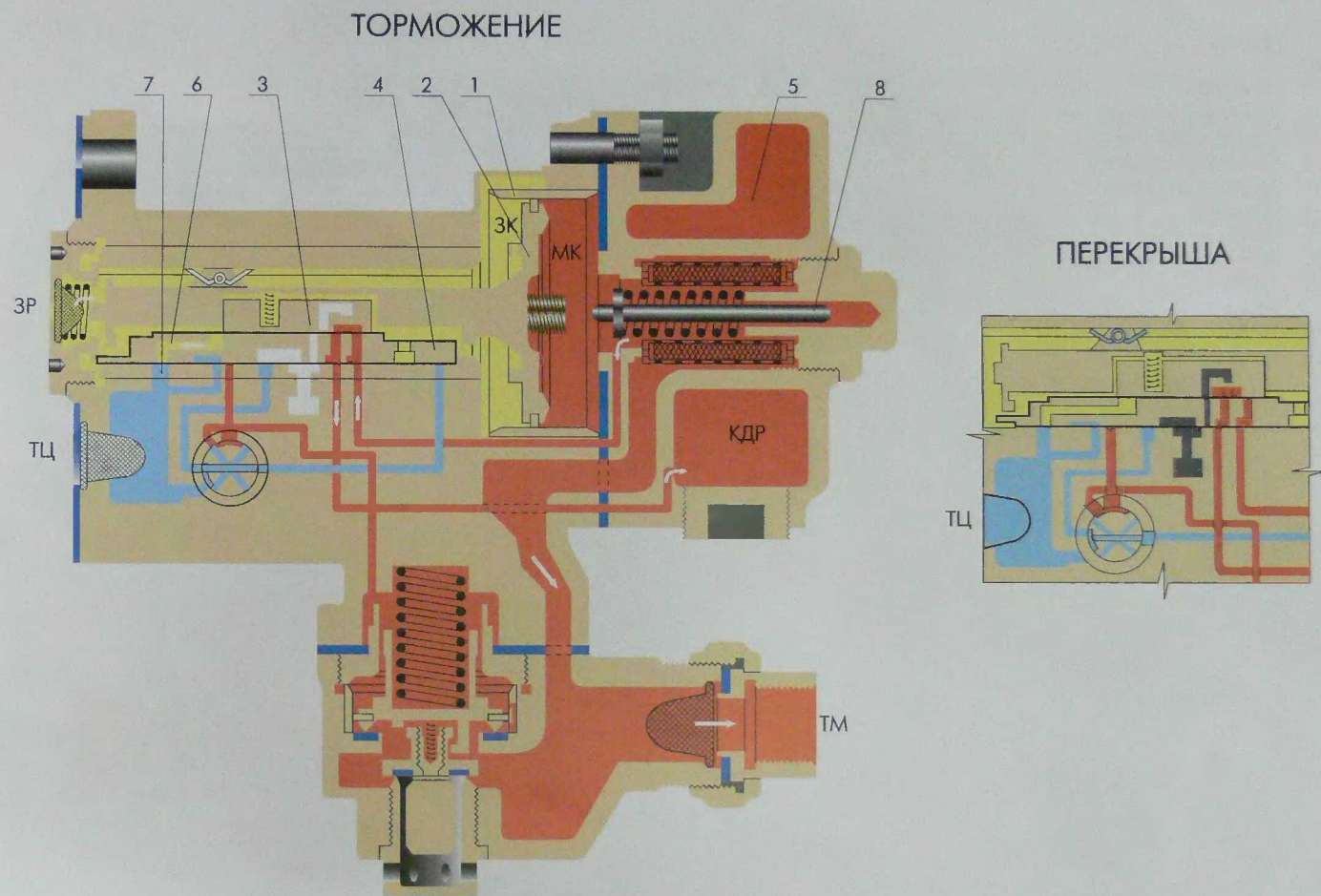
равнивается по длине поезда при зарядке или в процессе отпуска, что обеспечивает одинаковый тормозной эффект вагонов при очередном торможении.

В процессе зарядки сжатый воздух из ТМ поступает также под поршень 9 срывного клапана 10 и приподнимает его до конца зарядки на величину свободного хода 3,5 мм, проходя далее через дроссельное отверстие 11 диаметром 0,8 мм в камеру 12 над поршнем и по каналу 13 под главный золотник 14. При этом через его выемку 15 канал 16 и переключательную пробку 17 тормозной цилиндры (ТЦ) сообщаются с атмосферой. Отверстиями 18 и 19 в главном 14 и отсекающем золотниках 20 и каналам 21 камера дополнительной разрядки 22 (КДР) связана с атмосферой. Процесс зарядки заканчивается, когда давление в ЗР достигает уровня поезда ТМ за 150—200 с.

При повышении давления в ТМ после торможения на 0,01—0,02 МПа больше чем в ЗР происходит легкий отпуск. При отпуске процессы изменения давления в воздухораспределителе, запасном резервуаре и тормозном цилиндре протекают в основном так, как описано выше. Отличие заключается в том, что при отпуске происходит дозарядка ЗР, а из КДР и ТЦ воздух выпускается в атмосферу. Темп разрядки последнего зависит от положения переключательной пробки и на режиме нормальной длины К полный отпуск наступает за 9—12 с, а в положении длиннооставный Д за 19—24 с.

ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ № 292-001 (торможение и перекрыша)

1. Отверстие
2. Магистральный поршень
3. Отсекательный золотник
4. Главный золотник
5. Камера дополнительной разрядки
- 6, 7. Каналы
8. Стержень



При снижении давления в тормозной магистрали (ТМ) темпом служебного торможения сжатый воздух из запасного резервуара (ЗР) и золотниковой камеры (ЗК) не успеет перетекать в магистральную камеру (МК) через три отверстия во втулке поршня. За счет возникающего при этом перепада давления магистральный поршень 2 вместе с отсекающим золотником 3 перемещается вправо до упора в главный золотник 4. Вследствие этого тормозная магистраль разобщается с золотниковой камерой и запасным резервуаром, но соединяется с камерой дополнительной разрядки 5 (КДР) объемом 1,0 л. Происходит дополнительная разрядка ТМ на величину 0,020—0,025 МПа, которая обеспечивает высокую скорость тормозной волны и надежное срабатывание тормозов в поезде.

Возросшим перепадом давления магистральный поршень вместе с главным золотником 4 перемещается дальше вправо до сообщения запасного резервуара и тормозного цилиндра через каналы 6 и 7. Давление в ЗР снижается темпом, соответствующим

темпу разрядки ТМ и магистральный поршень останавливается, не дойдя до стержня 8 правого буферного устройства или только коснувшись его. При полном служебном торможении (ПСТ) давление в ЗР и ТЦ выравниваются и могут быть определены по следующему выражению:

$$P_{\text{ЗР}} = \frac{P_{\text{ТМ}} V_{\text{ЗР}} - P_{\text{ат}} V_{\text{ТЦ}}}{V_{\text{ЗР}} + V_{\text{ТЦ}} + V_{\text{в}}}$$

где $P_{\text{ТМ}}$, $P_{\text{ЗР}}$, $P_{\text{ат}}$ — давление в тормозном цилиндре, зарядное давление в ТМ и атмосферное давление ($P_{\text{ат}} \approx 0,1$ МПа) соответственно, МПа;

$V_{\text{ЗР}}$, $V_{\text{ТЦ}}$, $V_{\text{в}}$ — объемы запасного резервуара, тормозного цилиндра и вредного пространства ТЦ ($V_{\text{в}} \approx 2$ л), л.

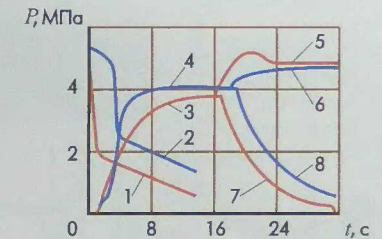
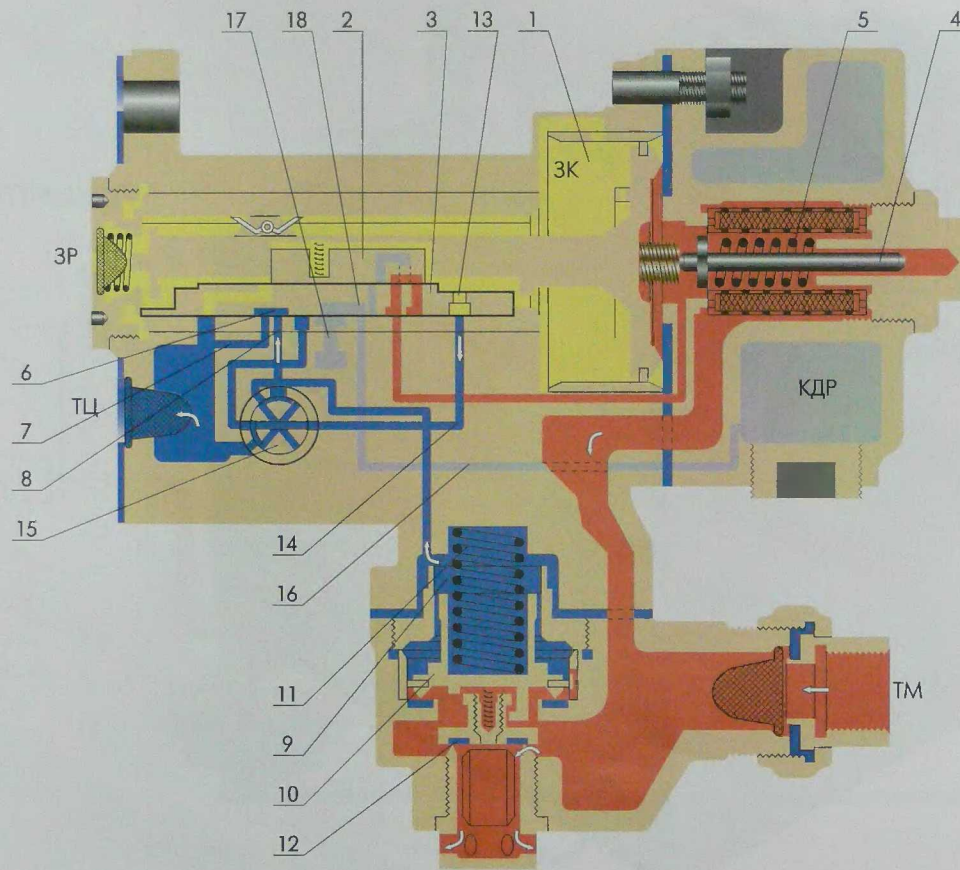
Темп наполнения тормозного цилиндра при служебном торможении не зависит от положения переключающей пробки и определяется в основном скоростью разрядки тормозной магистрали.

При ступени торможения, когда давление в ЗР станет меньше чем в ТМ на 0,01 МПа, магистральный поршень переместится влево до закрытия кромкой отсекающего золотника 3 канала 6 в главном золотнике. Наполнение тормозного цилиндра после этого прекращается и наступает перекрыша. Пополнение утечек в ТЦ не происходит, так как давление в ТЦ не контролируется чувствительным органом.

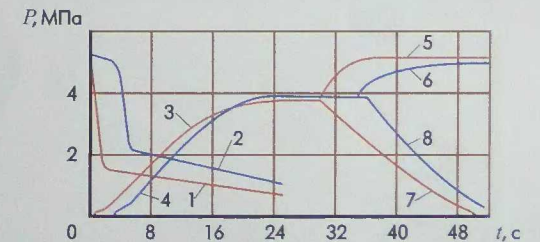
ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ № 292-001 (экстренное торможение)

Г11

1. Магистральный поршень
2. Отсекательный золотник
3. Главный золотник
4. Стержень
- 5, 11. Пружина
- 6, 18. Выемка
- 7, 8, 14, 16, 17. Каналы
9. Полость
10. Поршень
12. Срывной клапан
13. Отверстие
15. Переключательная пробка



а — для режима К поезда из 16 ЦМВ



б — для режима Д поезда из 32 ЦМВ

При экстренном торможении давление в тормозной магистрали (ТМ) падает темпом 0,08 МПа и более за 1 с и магистральный поршень 1 с отсекальным 2 и главным 3 золотниками перемещается вправо на величину полного хода, сжимая через стержень 4 пружину 5 правого буферного устройства. Передвигаясь с поршнем золотники кратковременно реализуют все процессы, которые имеют место при служебном торможении. Когда выемка 6 главного золотника соединит каналы 7 и 8, полость 9 над поршнем 10 срывного клапана быстро разрядится в пустой тормозной цилиндр (ТЦ). За счет перепада давления поршень 10 поднимется вверх, пре-

одолевая усилие пружины 11, и откроет срывной клапан 12. Последний соединяет ТМ с атмосферой, ускоряя ее разрядку. Интенсивная дополнительная разрядка ТМ, создаваемая ускорителем экстренного торможения одного прибора, передается к следующему и вызывает в нем аналогичный процесс, который распространяется далее до конца поезда со скоростью 190 м/с.

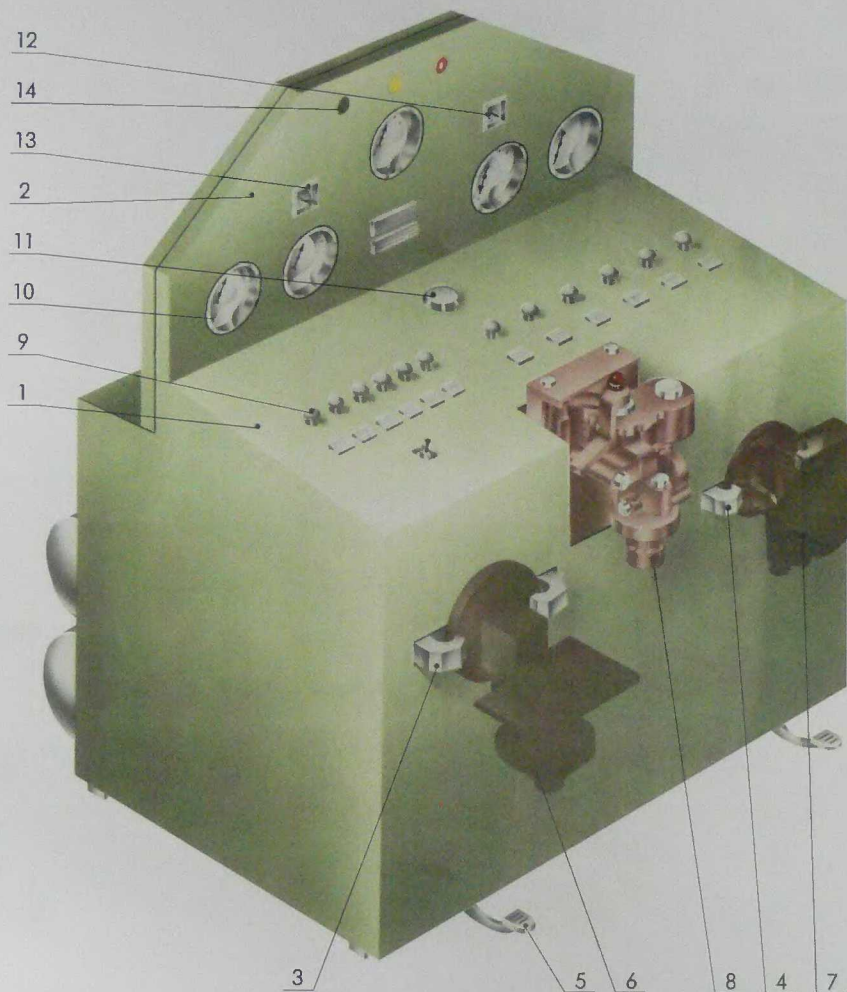
Одновременно с экстренной разрядкой ТМ запасный резервуар (ЗР) через отверстие 13 в главном золотнике и канал 14 через переключательную пробку 15 сообщается с ТЦ и давления в них выравниваются. На

режиме торможения К — нормальной длины, наполнение ТЦ происходит за 5—7 с (график а), а на режиме Д — длиннооставный и УВ — ускоритель выключен за 12—16 с (график б). При экстренном торможении камера дополнительной разрядки КДР сообщается каналами 16, 17 и выемкой 18 с атмосферой.

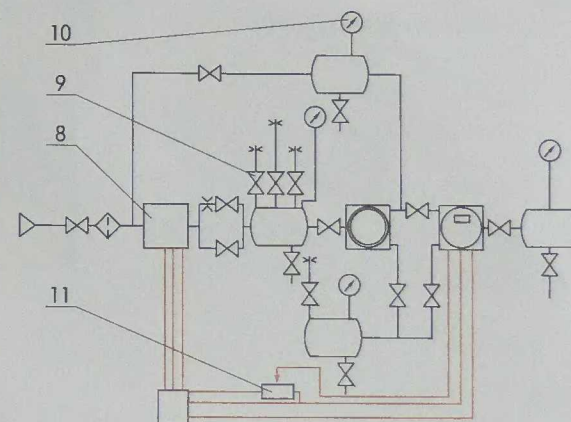
На графиках изображено изменение давления в тормозной магистрали при торможении 1, 2 и отпуске 5, 6 соответственно в головной и хвостовой частях поезда, а также наполнение 3, 4 и опорожнение 7, 8 при этом тормозных цилиндров.

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ВР И ЭВР ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

1. Верхний лист стола
2. Лицевая панель
- 3, 4. Прижим
5. Педаль
6. Электровоздухораспределитель
7. Воздухораспределитель
8. Кран машиниста
9. Клапаны
10. Манометр
11. Автотрансформатор
12. Амперметр
13. Вольтметр
14. Лампы сигнализатора



ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СТЕНДА



Универсальный стенд для испытания воздухораспределителей (ВР) и электровоздухораспределителей (ЭВР) пассажирских вагонов выпускается ПКБ ЦВ и выполнен в виде пульта сварной конструкции, имеющего верхний лист стола 1, лицевую панель 2 и оборудованного двумя пневматическими прижимами 3, 4, управляемыми педалями 5. С их помощью осуществляется подключение к стенду соответственно ЭВР 6 № 305 и ВР 7 № 292 для проверки их основных характеристик. Изменение режимов работы этих приборов производится краном 8 № 334 Э (или заменяющим его устройством) и клапанами 9 на верхнем листе стола. Контроль за давлением в резервуарах осуществляется с помощью манометров 10 на лицевой панели. Электрические

параметры электропневматического тормоза (ЭПТ) изменяются автотрансформатором 11, оцениваются по показаниям амперметра 12 и вольтметра 13, а его состояние определяется включением соответствующих ламп 14 — О, П и Т.

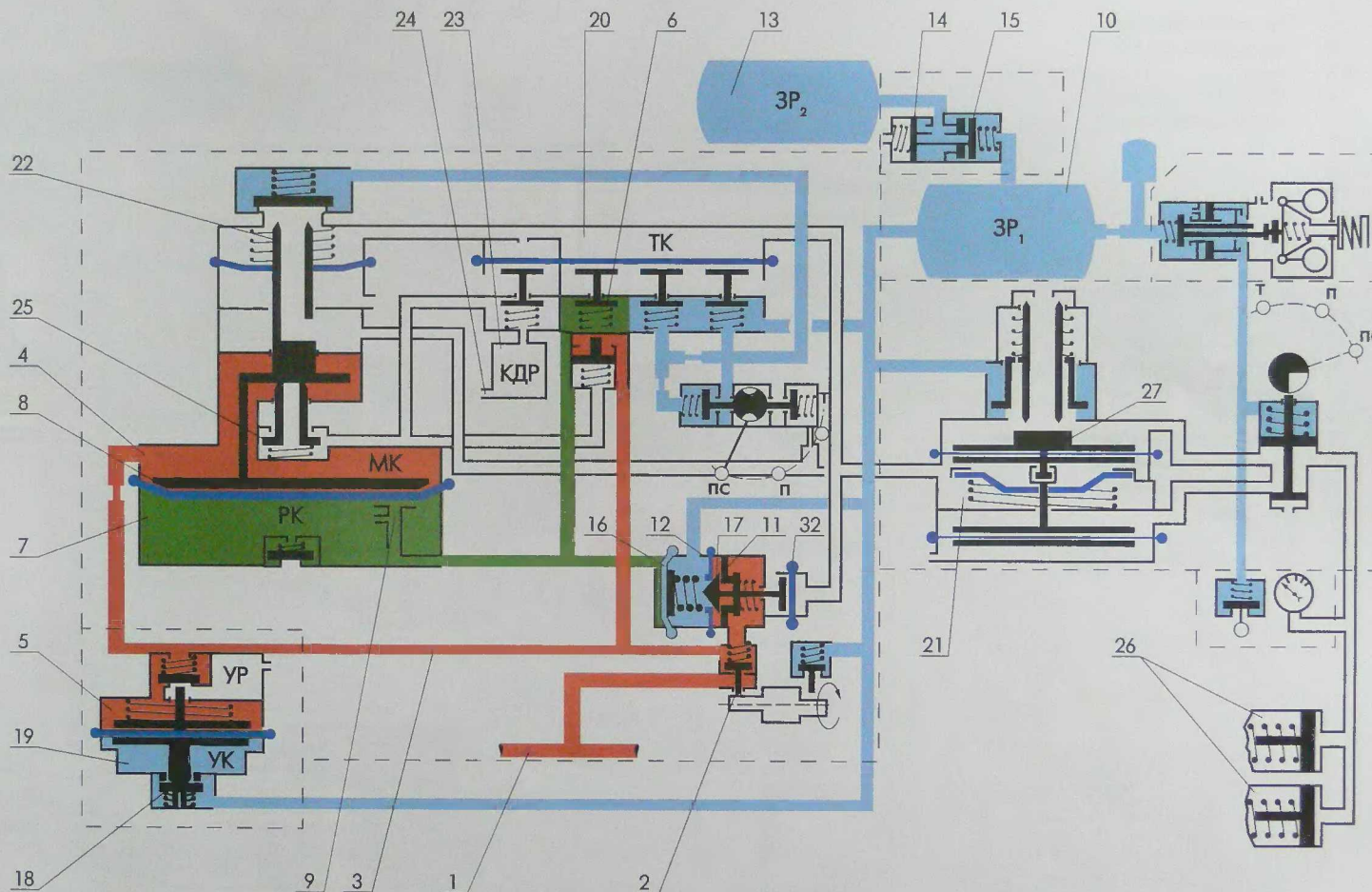
Пневматическая схема стенда представлена на плакате и соответствует требованиям Инструкции по ремонту тормозного оборудования вагонов № 292. Электрическая схема аналогична двухпроводной схеме ЭПТ пассажирских вагонов с той разницей, что уровень постоянного выпрямленного напряжения легко меняется с помощью автотрансформатора. Стенд подключается к напорной магистрали с давлением сжатого воздуха не ниже 0,6 МПа и электросети с напряжением 220 В и частотой тока 50 Гц.

Осмотр и профилактический ремонт стенда производится через каждые три месяца с записью результатов в журнал формы ВУ-47. Текущую проверку стенда выполняет мастер или бригадир АКП в соответствии с требованиями Инструкции № 292, которой определяется также и порядок испытания воздухораспределителей № 292-001 и № 292 М и электровоздухораспределителей № 305-000.

ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ КЕс (зарядка и отпуск)

Г13

1. Тормозная магистраль
2. Разобщительный кран
- 3, 9. Канал
4. Магистральная камера
5. Ускорительная камера
- 6, 14, 17, 18, 25, 27. Клапан
7. Рабочая камера
- 8, 12, 16. Диафрагма
- 10, 13. Запасный резервуар
- 11, 15. Отверстия
19. Полость ускорителя ЭТ
20. Тормозная камера
21. Камера реле давления
22. Стержень
23. Камера дополнительной разрядки
24. Дроссельное отверстие
26. Тормозные цилиндры



Воздухораспределители КЕс установлены на скоростных пассажирских вагонах прямого международного сообщения и обладают высокой скоростью тормозной волны (280 м/с) и неустойчивостью, стандартностью действия, а также обеспечивают ступенчатый отпуск. Они имеют пассажирский, скоростной и грузовой режимы. Последний замедляет время наполнения тормозных цилиндров (ТЦ), а скоростной режим обеспечивает два уровня давления в них при низкой и высокой скоростях движения. Воздухораспределители КЕс конструктивно выполнены из диафрагм, клапанов и манжет и не имеют поршней и золотников.

При зарядке воздух из тормозной магистрали 1 через разобщительный кран 2 по каналу 3 поступает в магистральную (МК) 4 и ускорительную (УК) 5 камеры, а через открытый клапан 6 в рабочую камеру (РК) 7. Прогнбывая вниз, диафрагма 8 закрыва-

ет канал 9, что снижает темп зарядки рабочей камеры. Первый запасный резервуар (ЗР₁) 10 заряжается через отверстие 11 и отжатую диафрагму 12, а второй (ЗР₂) 13 из первого ЗР₁, через клапан 14 до 0,40–0,42 МПа. Затем, после закрытия клапана 14, он продолжает заряжаться через дроссельное отверстие 15. При ускоренной по отношению к запасному резервуару 10 зарядке рабочей камеры 7 диафрагма 16 прогибается, открывая клапан 17, что выравнивает темпы наполнения этих объемов.

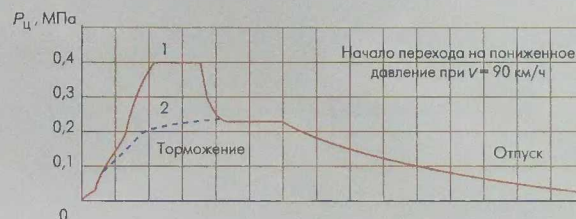
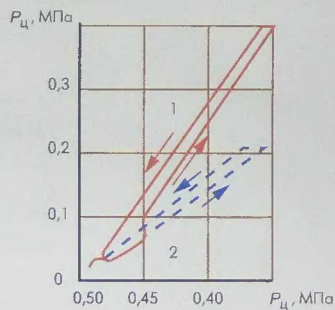
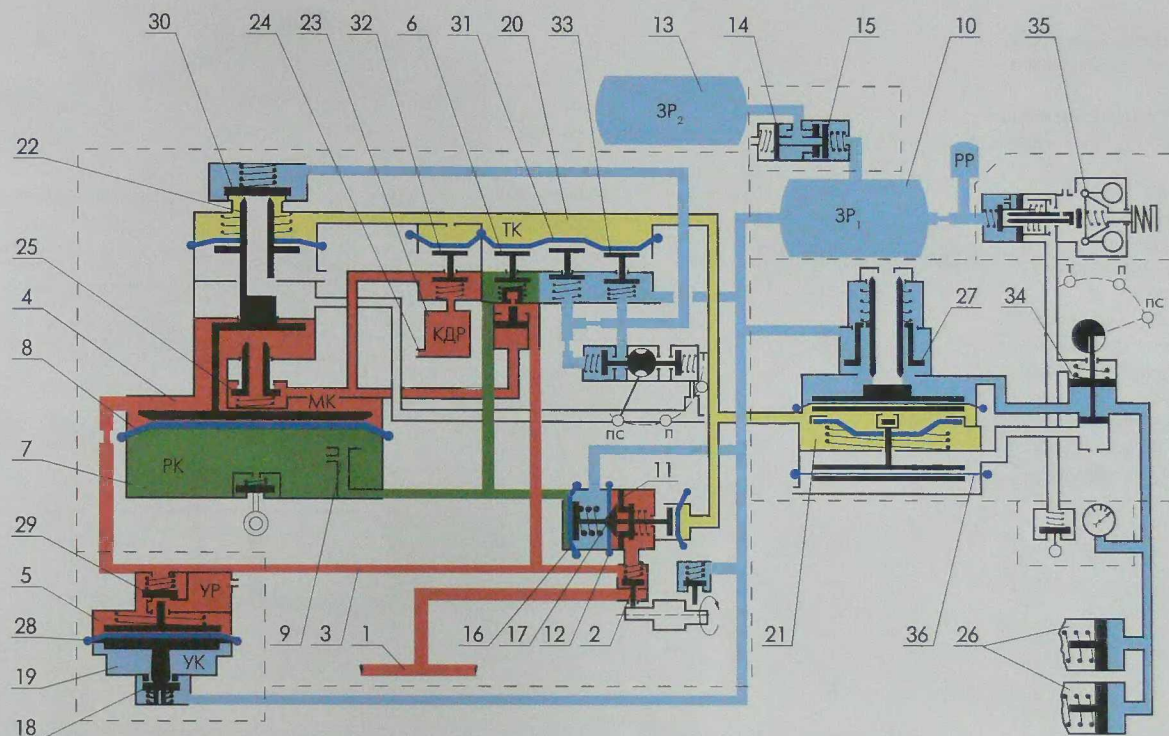
Одновременно с зарядкой запасных резервуаров наполняется через клапан 18 полость 19 ускорителя экстренного торможения (ЭТ). Тормозная камера (ТК) 20 вместе с камерой 21 реле давления сообщаются с атмосферой через осевое отверстие стержня 22. Камера дополнительной разрядки КДР 23 также сообщена с атмосферой

через дроссельное отверстие 24 и открытый клапан 25, а тормозные цилиндры (ТЦ) 26 связаны с ней через клапан 27 реле.

При отпуске повышается давление в магистральной камере 4 и диафрагма 8 протгибается вниз, сообщая клапаном 22 камеру ТК и полость 21 с атмосферой. Тормозные цилиндры 26 при этом также разряжаются через клапан 27 реле на глубину, соответствующую величине повышения давления в ТК, чем обеспечивается ступенчатый отпуск. Полный отпуск наступает при давлении в магистрали на 0,015–0,017 МПа ниже зарядного. Время отпуска с максимального давления до 0,04 МПа на пассажирском и скоростном режимах составляет 15–20 с, а на грузовом 45–60 с.

ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ КЕс (служебное и экстренное торможения)

- 1. Тормозная магистраль
- 2. Разобщительный кран
- 3, 9. Канал
- 4. Магистральная камера
- 5. Ускорительная камера
- 6, 14, 17, 18, 25, 27, 29, 30, 32, 33. Клапан
- 7. Рабочая камера
- 8, 12, 16. Диафрагма
- 10, 13. Запасный резервуар
- 11, 15. Отверстие
- 19. Полость ускорителя ЭТ
- 20. Тормозная камера
- 21. Камера реле давления
- 22. Стержень
- 23. Камера дополнительной разрядки
- 24. Дроссельное отверстие
- 26. Тормозные цилиндры
- 28, 31, 36. Диафрагма
- 34. Поршень
- 35. Центробежный регулятор



1 — скорость более 110 км/ч
2 — скорость менее 110 км/ч
и на пассажирском режиме

При снижении давления в тормозной магистрали 1 (ТМ) темпом служебного торможения диафрагма 28 ускорителя экстренного торможения прогибается вверх, клапаном 18 прерывая сообщение полости 19 с запасным резервуаром 10 (ЗР₁) и разряжая ее в атмосферу таким образом, что клапан 29 не открывается. Если темп падения давления в ТМ соответствует экстремному торможению, то диафрагма 28, прогибаясь далее вверх, открывает клапан 29 ускорителя экстренного торможения, и тормозная магистраль через резервуар УР быстро разряжается в атмосферу до 0,3 МПа. К этому моменту полость 19 также разрядится до 0,3 МПа, что приводит к перемещению диафрагмы 28 вниз, закрытию клапана 29 и разобщению ТМ с УР, который разряжается в атмосферу. Таким образом, срабатывание ускорителя экстренного торможения распространяется по всему поезду, обеспечивая быстрое снижение давления в ТМ до 0,3 МПа.

При разрядке ТМ и магистральной камеры (МК) 4 темпом служебного или экстремного торможения диафрагма 8 прогибается, перемещаясь вверх вместе со стержнем 22. Последний, вначале закрыв клапан 25, открывает его осевое отверстие, сообщаяе камеру МК с камерой дополнительной разрядки (КДР) и клапан 30, через который воздух из запасного резервуара 10 ЗР₁ поступает в тормозную камеру 20 (ТК) и камеру 21 реле давления. Возрастающим давлением в ТК диафрагма 31 прогибается вниз и последовательно закрывает клапаны 32 — зарядки рабочей камеры (при 0,020—0,025 МПа) и 6 — отсеки дополнительной разрядки, а также 33 — скачка давления при 0,04—0,05 МПа. Кроме этого, клапаном 27 реле давления запасный резервуар ЗР₁ сообщается с тормозным цилиндром 26 (ПЦ), которые при экстремном торможении наполняются до 0,17—0,18 МПа за 3—5 с на пассажирском режиме и за 18—30 с на грузовом.

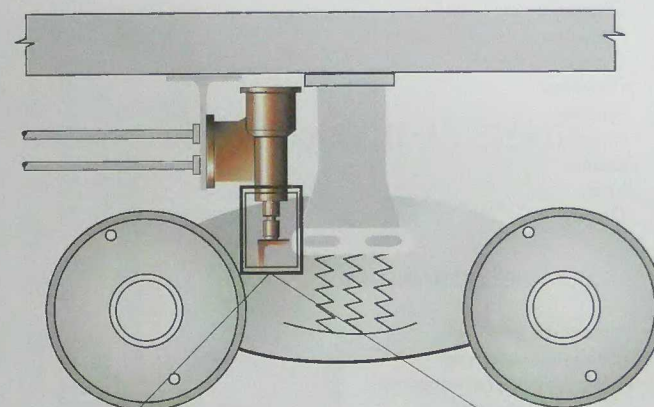
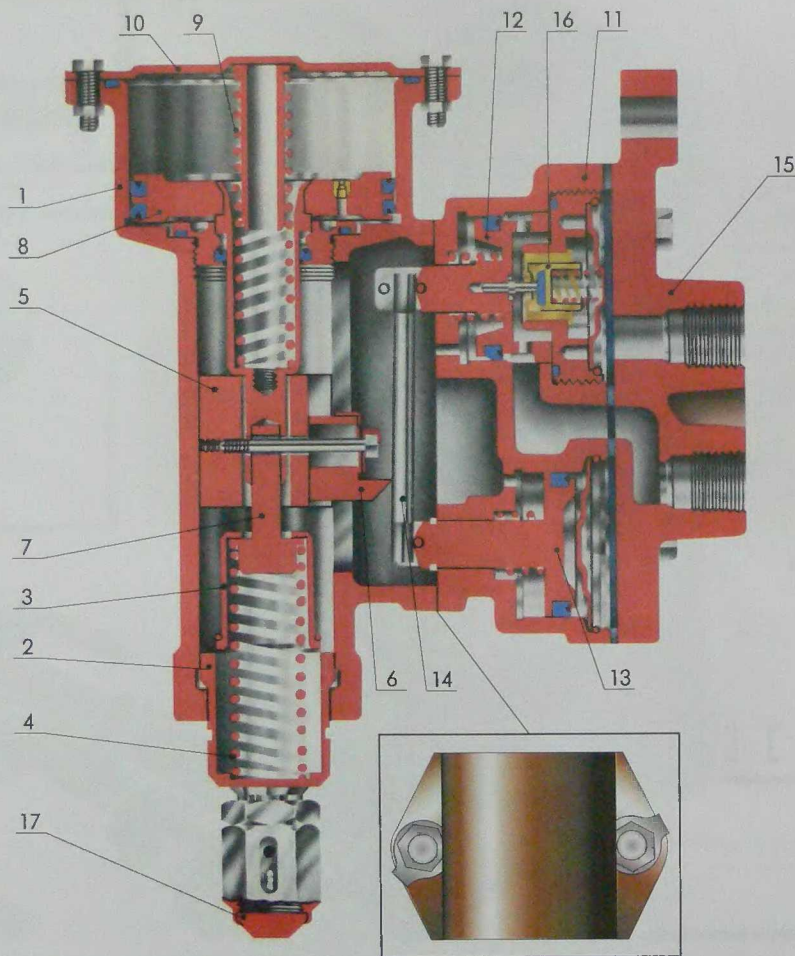
Если воздухораспределитель включен на скоростной режим, а скорость поезда составляет более 90—110 км/ч, то полость над поршнем 34 через осевой центробежный регулятор 35 сообщается с атмосферой. При повышении давления в ПЦ до 0,06 МПа поршень 34 перемещается вверх и также сообщает полость над диафрагмой 36 с атмосферой, чем обеспечивается вдвое большее давление в тормозных цилиндрах на высокой скорости.

Если при торможении периодически срабатывает противоаварное устройство и давление в запасном резервуаре ЗР₁ падает, то в него через обратный клапан 14 поступает воздух из второго запасного резервуара ЗР₂. При пониженном давлении в обоих запасных резервуарах диафрагма 16 прогибается и открывает клапан 17 их ускоренной зарядки.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР РЕЖИМОВ ТОРМОЖЕНИЯ № 265А-1 (конструкция и установка на вагоне)

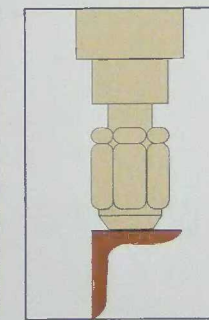
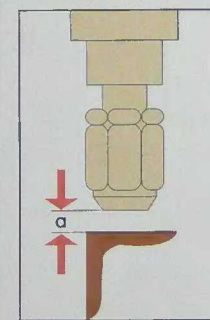
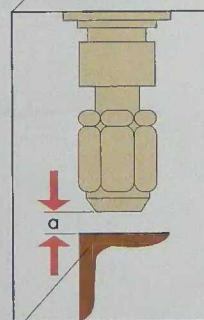
Г15

- 1, 11. Корпус
- 2. Вилка
- 3. Стакан
- 4, 9. Пружина
- 5. Ползун
- 6. Сухарь
- 7. Грибок
- 8, 12, 13. Поршень
- 10, 15. Крышка
- 14. Рычаг
- 16. Клапан
- 17. Упор
- 18. Плита



ВЫТОЧКА ВИДНА

ВЫТОЧКА НЕ ВИДНА



18 ПРАВИЛЬНО

НЕПРАВИЛЬНО

ПРАВИЛЬНО

Автоматический регулятор режимов торможения (авторегим) предназначен для регулирования давления в тормозном цилиндре (ТЦ) в зависимости от загрузки вагона. Он устанавливается на хребтовой балке над одной из тележек, оборудованной опорной балочкой, для измерения прогиба рессорного подвешивания и сообщается с воздухохораспределителем (ВР) и тормозным цилиндром для коррекции давления, подаваемого в последний.

Авторегим № 265А-1 для грузовых вагонов состоит из двух основных частей: демпферной (измерительной) и реле давления (регулирующей) с кронштейном для соединения с трубами от ВР и ТЦ. Демпферная часть предназначена для уменьшения влияния вертикальных колебаний вагона на процесс регулирования давления в ТЦ и выполнена из корпуса 1, в котором установлены вилка 2, стакан 3 с пружиной 4, ползун 5 с сухарем 6 и грибок 7, соединенным с поршнем 8 и нагруженным пружиной 9, которая вторым концом упирается в крышку 10.

Полный ход демпферного поршня, соответствующий максимальному измеряемому статическому прогибу рессорного подвешивания составляет 40 мм. Перемещение этого поршня от усилия пружин из одного крайнего положения в другое должно происходить замедленно из-за компрессии воздуха через калиброванное отверстие диаметром 0,4 мм за 20—40 с.

Реле давления обеспечивает регулирование давления в ТЦ и имеет корпус 11, в котором размещены два поршня 12 и 13, опирающиеся на концы рычага 14 и закрытые крышкой 15. При этом верхний поршень воздействует на двухседельчатый клапан 16, предназначенный для регулирования давления в тормозном цилиндре.

Когда на грузовой вагон, оборудованный чугунными тормозными колодками, устанавливается авторегим, то переключатель грузовых режимов воздухохораспределителя

переводится в положение "Груженный", а при композиционных колодках, в "средний" режим торможения и закрепляется, а его рукоятка снимается.

При правильной установке авторегима на порожнем грузовом вагоне зазор a между упором 17 и плитой 18 не должен превышать 5 мм, а на груженом вагоне его не должно быть.

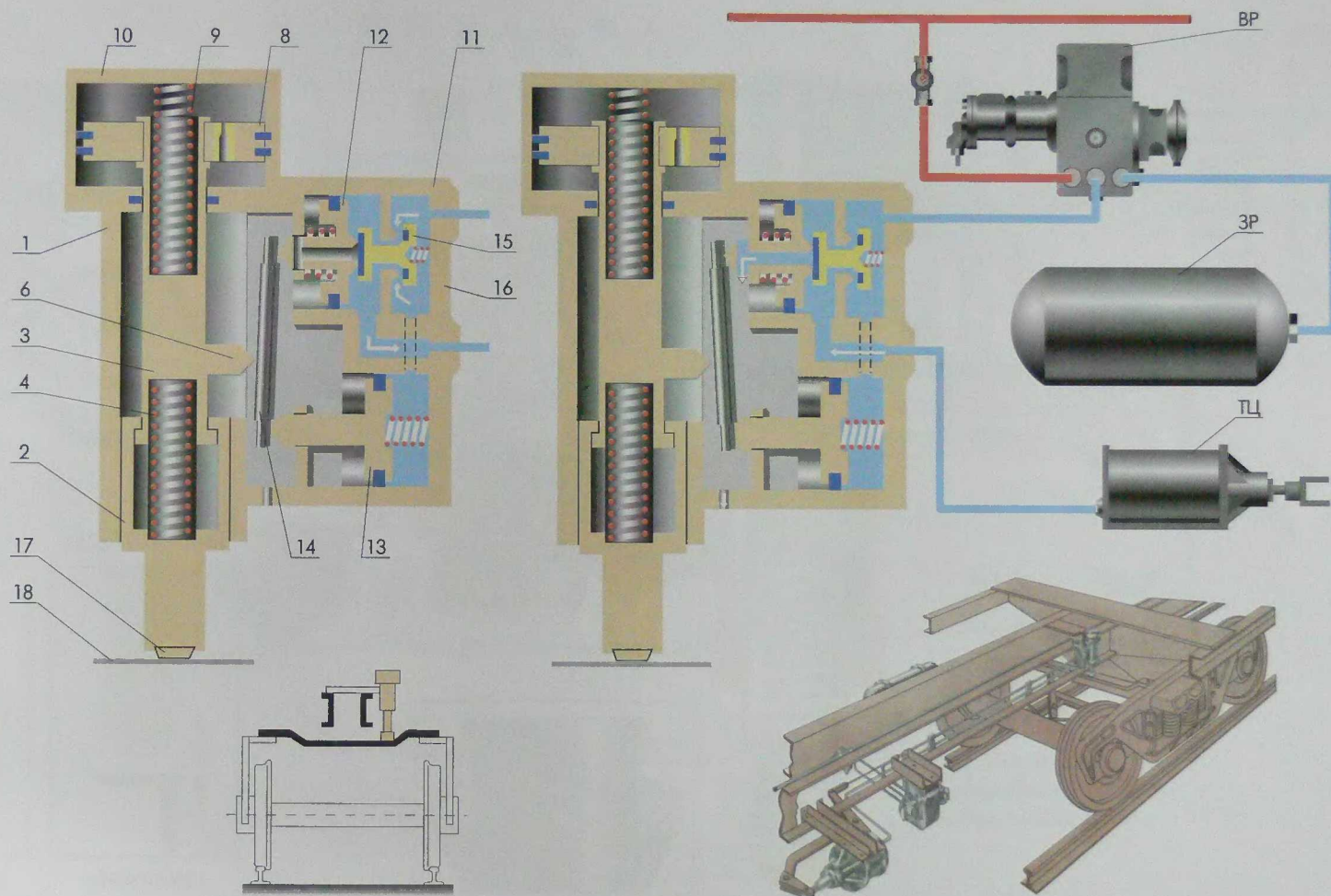
Использование авторегимов на подвижном составе повышает его тормозную эффективность, снижает уровень продольно динамических усилий в поездах, исключает ручной труд при переключении грузовых режимов на воздухохораспределителе и случаи заклинивания колес из-за их неправильного включения.

АВТОРЕЖИМ № 265А-1 (торможение, перекрыша и отпуск)

- 1, 11. Корпус
2. Вилка
3. Стакан
4, 9. Пружина
6. Сухарь
8, 12, 13. Поршень
10, 15. Крышка
14. Рычаг
16. Клапан
17. Упор
18. Плита

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- ТЦ — тормозной цилиндр
ЗР — запасный резервуар
ВР — воздухораспределитель



При увеличении загрузки вагона растет прогиб его рессорного подвешивания и плитой 18 упор 17 перемещается вместе с сухарем 6 и поршнем 8 вверх по отношению к реле давления, изменяя соотношение плеч рычага 14. Колебания кузова вагона при движении вызывают перемещения вилки 2 в корпусе 1 и изменение усилий пружин 4, 9, которые передаются на поршень 8. Последний демпфирует указанные колебания путем перепуска воздуха через калиброванное отверстие 19 диаметром 0,4 мм из верхней полости в нижнюю и наоборот. Это обеспечивает практически неизменное положение сухаря 6 на рычаге 14 в режиме отпуска с перемещениями не более ± 1 мм при амплитуде колебаний кузова 15—20 мм. В заторможенном положении сухарь 6 прижимается усилием рычага 14, и его перемещения исключаются. У порожнего вагона, когда канавка на вилке 2 авторежима выходит из корпуса 1 демпферной части, между упором 17 и плитой 18 допускается зазор до 5 мм.

При торможении сжатый воздух из запасного резервуара (ЗР) через воздухораспределитель (ВР) поступает к нижнему поршню 13 реле давления авторежима и перемещает его влево. Через рычаг 14 пропорционально его плечам, определяемым положением сухаря 6, усилие передается на верхний поршень 12, который, перемещаясь вправо, открывает двухседельчатый клапан 16, и происходит наполнение тормозного цилиндра (ТЦ).

Возрастающее давление в последнем действует на верхний поршень 12 и он, преодолевая усилие на рычаге 14 от нижнего поршня 13, перемещается влево, закрывая клапан 16 и прекращая наполнение ТЦ. Таким образом, давление в ТЦ зависит от загрузки вагона, ступени торможения и предварительного подъема опорной плиты, определяющего необходимое давление в ТЦ порожнего вагона.

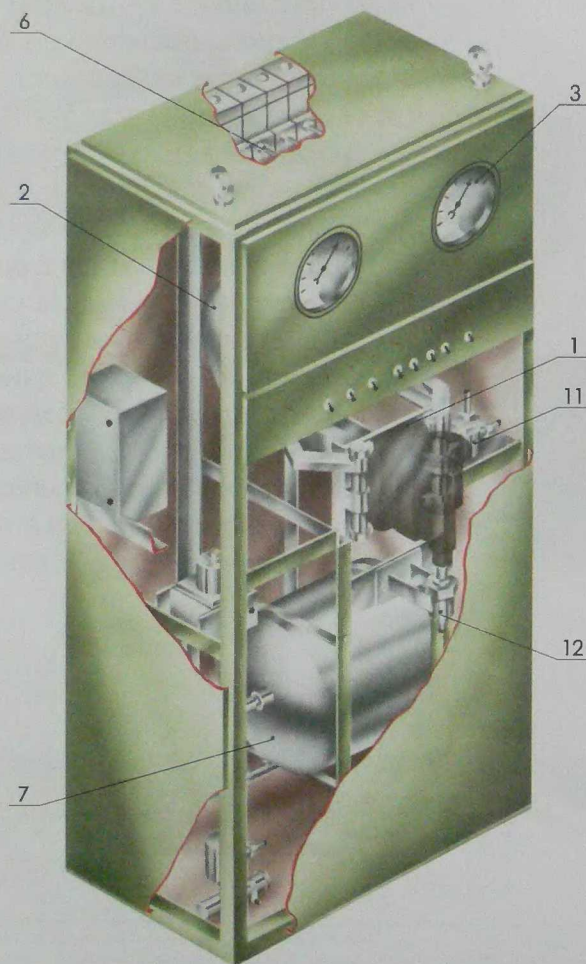
Если при перекрыше из-за возможных утечек давление в ТЦ начнет падать, то за счет избыточного усилия, передаваемого через рычаг 14, со стороны нижнего поршня 13 на верхний 12 последний, перемещаясь вправо, открывает клапан 16 и обеспечивает восполнение утечек.

При отпуске давление воздуха, подаваемое от ВР к авторежиму, снижается, и повышенным усилием на верхний поршень 12 он перемещается влево, поворачивая рычаг 14 и открывая клапан 16 для снижения давления в ТЦ. Если воздухораспределителем на горном режиме торможения создается ступенчатый отпуск, то авторежимом при этом также обрабатываются ступени снижения давления, пропорциональные нагрузке вагона.

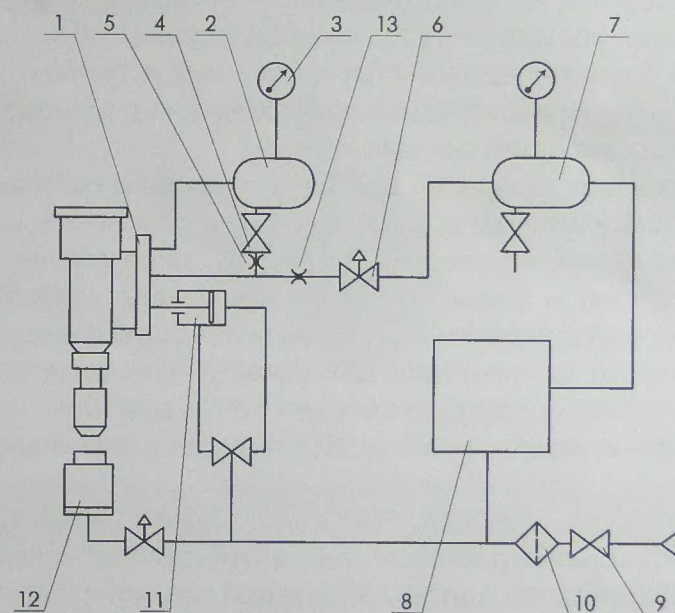
СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ АВТОРЕЖИМОВ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

Г17

1. Привалочный фланец
2. Тормозной резервуар
3. Манометр
4. Водоспускной кран
5. Дроссельное отв. \varnothing 1 мм
6. Трехходовой кран с атм. отв. \varnothing 8 мм
7. Резервуар задатчика давления
8. Задатчик давления
9. Разобшительный кран
10. Фильтр
11. Пневматический прижим
12. Механизм изменения режима загрузки
13. Дроссель \varnothing 3 мм



ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА СТЕНДА



Стенд унифицированной конструкции для автоматических регуляторов режимов торможения (авторежимов) грузовых вагонов предназначен для оценки характеристик этих устройств после ремонта в соответствии с требованиями Инструкции ЦВ-ЦЛ-292. Он выполнен в виде металлического шкафа сварной конструкции, в котором расположено пневматическое и электрическое оборудование, сообщенное между собой так, чтобы реализовать действие пневматической схемы, представленной на плакате.

Передняя часть стенда имеет привалочный фланец и пневмомеханический прижим с захватами для установки испытываемого авторежима. На панели управления расположены тумблеры для включения электропневматических

вентилей и два манометра для контроля за давлением воздуха в резервуаре, имитирующем тормозной цилиндр и резервуаре задатчика давления.

К стенду подведено давление воздуха не менее 0,55 МПа и переменное напряжение 220 В частотой 50 Гц. Перед пуском изделия в эксплуатацию проверяют плотность трубопроводов, резервуаров и пневмомеханизмов путем выдержки зарядного давления 0,55 МПа при отключенном стенде в течение не менее 3 мин. Допускаемый темп снижения давления не должен превышать 0,002 МПа в одну минуту.

При испытании авторежима проверяют выход кольцевой выточки, зазор между упором и опорой цилиндра переключения режимов загрузки, имитируют действие устройства на порожнем и груженом режимах работы воздухо-

распределителя с композиционными и чугунными тормозными колодками, а также осуществляют контроль за действием демпферного узла.

Метрологическую аттестацию стенда выполняют один раз в три месяца и оформляют ее аттестатом и протоколом.

7. ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ТОРМОЗА

Электропневматические тормоза — это комплекс устройств, обеспечивающих управление тормозными процессами в поезде по электрической линии путем подачи соответствующих электрических сигналов.

Чем меньше расформирований претерпевает подвижной состав, тем большее количество проводов для управления ЭПТ на нем можно допустить. Поэтому на пассажирских поездах с локомотивной тягой используют двухпроводную, на электропоездах — пятипроводную, а на грузовых поездах — однопроводную схемы ЭПТ. Последний прошел стадию эксплуатационных испытаний и может найти первоочередное применение на длинносоставных пассажирских поездах.

Поскольку по одному или двум проводам постоянным напряжением одного уровня трудно обеспечить управление тремя процессами (отпуском, перекрышей и торможением) и оценить исправность канала управления, применяют переменный ток, выполняющий функции контрольного по проверке целостности электрической линии. Частота последнего выбрана 625 Гц для того, чтобы снизить влияние на работу ЭПТ тягового и сигнального тока в рельсовых цепях.

С аналогичной целью, чтобы мешающее влияние постоянного обратного тягового тока в рельсах, составляющее на длине пассажирских и грузовых поездов соответственно около 30 В и 130 В, не нарушало действия ЭПТ, уровень рабочего и контрольного напряжения в них повышен до 50 В и 220 В.

Если в пассажирских и электропоездах работу электропневматических тормозов обеспечивают специальные приборы — электровоздухораспределители № 305, то в грузовых она осуществляется через ВР № 483. Последний может управляться двумя путями: как обычно от тормоз-

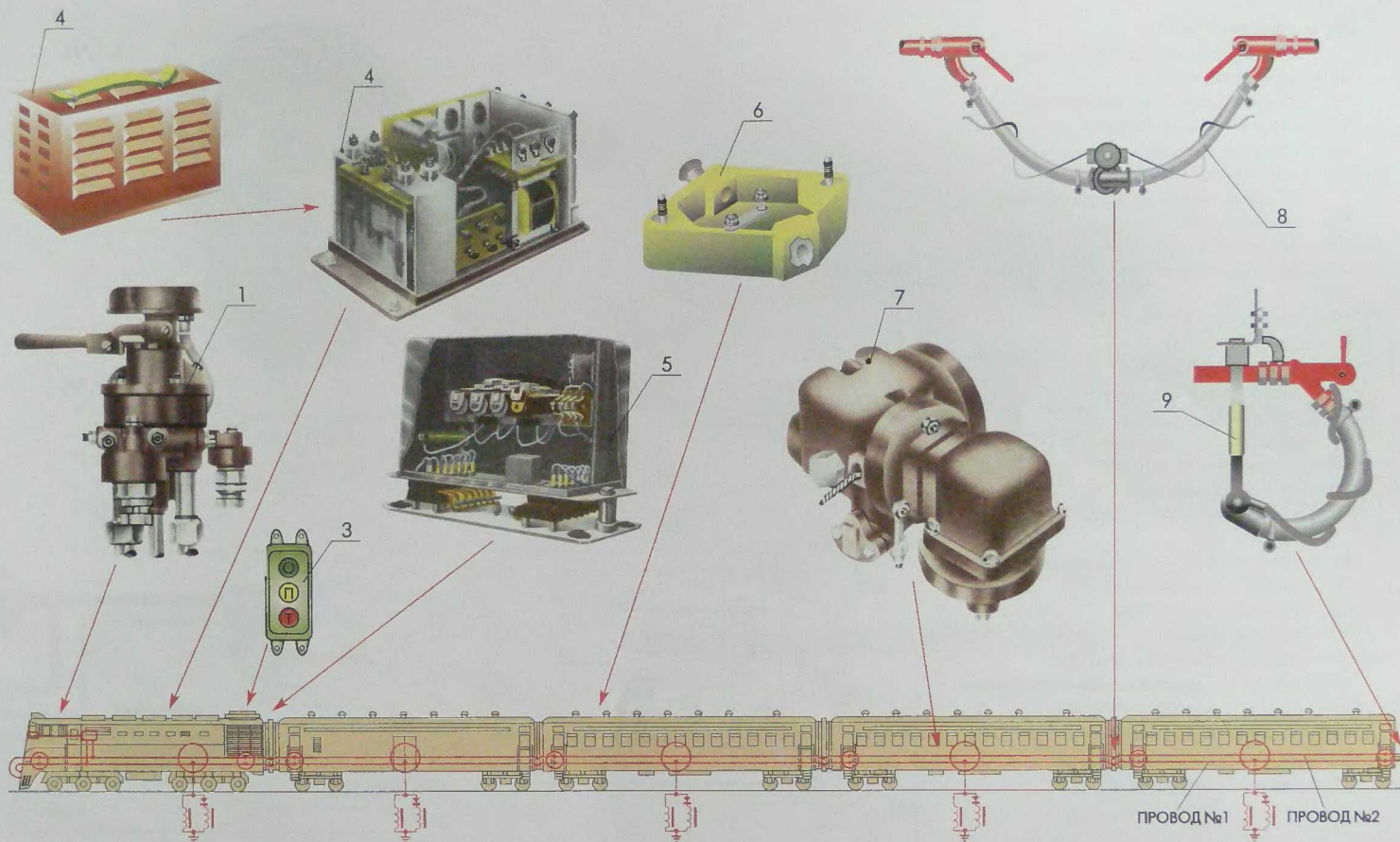
ной магистрали или, при ЭПТ, через электропневматическую приставку с вентилями торможения и перекрыши, изменяющими давление в золотниковой камере ВР. При этом все процессы по наполнению и опорожнению тормозных цилиндров ускоряются в 3—4 раза по отношению к пневматическому управлению. Существенно улучшается стандартность действия воздухораспределителей по теплу, так как диаграммы изменения давления в ТЦ по поезду во времени сливаются в одну.

Последнее важное достоинство свойственно всем видам ЭПТ и позволяет существенно снизить продольно-динамические реакции, длину тормозного пути, повысить неистощимость, управляемость тормозов в поездах и снять ограничения на их длину. Кроме того, электропневматический тормоз легко встраивается в системы автоведения поездов и является перспективным для автоматизации многих процессов на подвижном составе.

УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗА ДЛЯ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ И ЕГО СХЕМА (отпуск)

Д1
ЛИСТ 1

1. Кран машиниста
2. Контроллер
3. Световой сигнализатор
4. Статический преобразователь
5. Блок управления
6. Клеммные коробки
7. Электровоздухораспределитель
8. Соединительный рукав с электроконтактом
9. Изолированная подвеска



Двухпроводный электропневматический тормоз (ЭПТ) представляет собой комплекс устройств, обеспечивающих управление пневматическими процессами в тормозных системах посредством электрических сигналов. Этот тормоз устанавливается дополнительно к существующему пневматическому и состоит из следующих показанных на платке основных узлов: крана машиниста 1, контроллера 2, светового сигнализатора 3, статического преобразователя 4, блока управления 5, клеммных коробок 6, электровоздухораспределителей 7, соединительных рукавов с электроконтактом 8 и изолированной подвески 9. Для контроля за состоянием цепей и управлением работой тормоза используются два рода тока: переменный (ГК) частотой 625 Гц и постоянный (ГУ) напряжением 50 В, вырабатываемые статическим преобразователем 4. Подключение напряжения, переключение рода тока и полярности в проводах обеспечивается контактами силовоточного К, тормозного ТР и отпусчного ОР реле, а контроль за целостностью электрической линии осуществляет реле КР, находящиеся в блоке управления 5.

В I и II положениях ручки крана машиниста через его контроллер ККМ отсутствуют цепи для возбуждения реле К, ОР и ТР. Kontakтами последних создается цепь для про-

текания переменного тока через диодный мост ВК и возбуждения реле КР. Его контактами включается лампа О светового сигнализатора (СС), показывающая об исправности цепей управления и контроля. За счет высокой индуктивности электромагнитных вентилях ОВ и ТВ переменный ток через них практически не протекает, и оба вентиля обесточены.

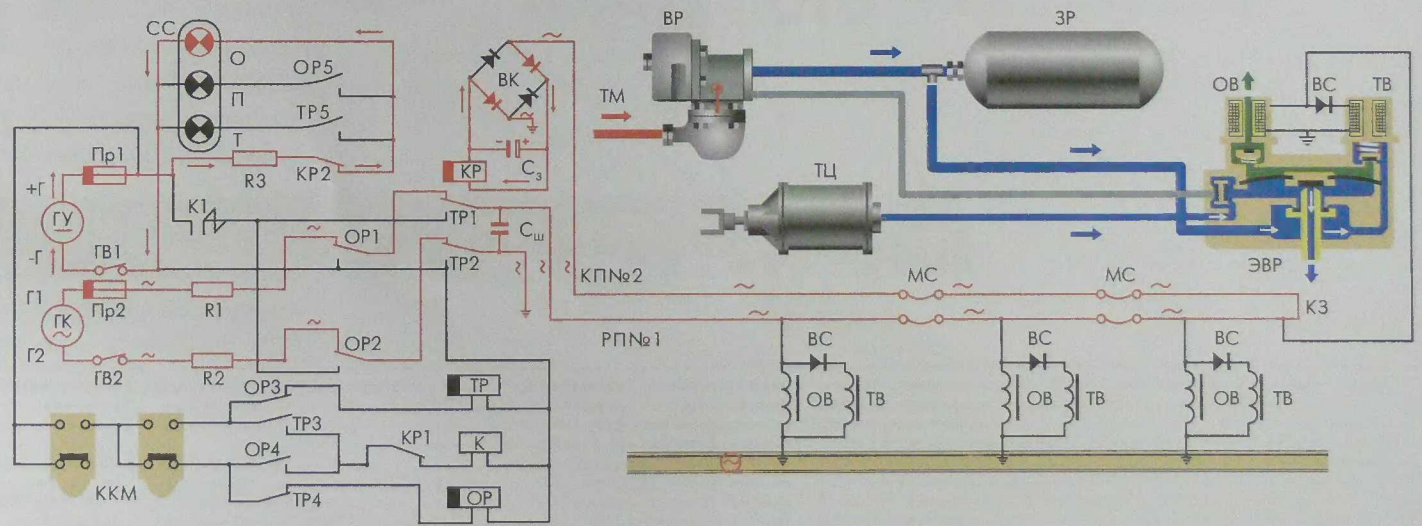
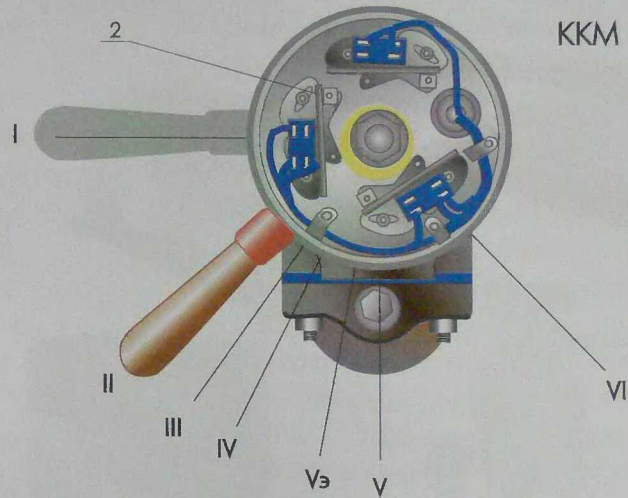
В электровоздухораспределителе (ЭВР) полости над и под диафрагмой сообщены с атмосферой и давление в тормозном цилиндре (ТЦ) отсутствует или при отпуске падает до нуля. Воздухораспределитель (ВР) при исправно действующем электропневматическом тормозе отключен от ТЦ переключающим клапаном ЗПК. Находясь в положении отпуска, он сообщает тормозную магистраль (ТМ) с запасным резервуаром (ЗР), обеспечивая его подзарядку.

Основные технические характеристики ЭПТ определяются параметрами его статического преобразователя, модернизированного в последнее время для управления большим количеством ЭВР в длинносоставных пассажирских поездах.

1. Источник питания	аккумуляторная батарея локомотива	
2. Напряжение питания на входе, В		52
3. Постоянное выпрямленное напряжение на выходе, не менее, В		45
	при токе нагрузки, А	8
4. Переменное напряжение, не менее, В		52
	при токе нагрузки, А	0,6
5. Частота переменного тока, Гц		625+15
6. Так потребления не более, А		10
	при токе нагрузки, А	8
7. Температура окружающей среды, °С		от -40 до +50
8. Постоянное напряжение на выходе (в импульсе), В		
	при токе нагрузки 2А	72
	при токе нагрузки 8А	57

УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗА ДЛЯ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ И ЕГО СХЕМА (отпуск)

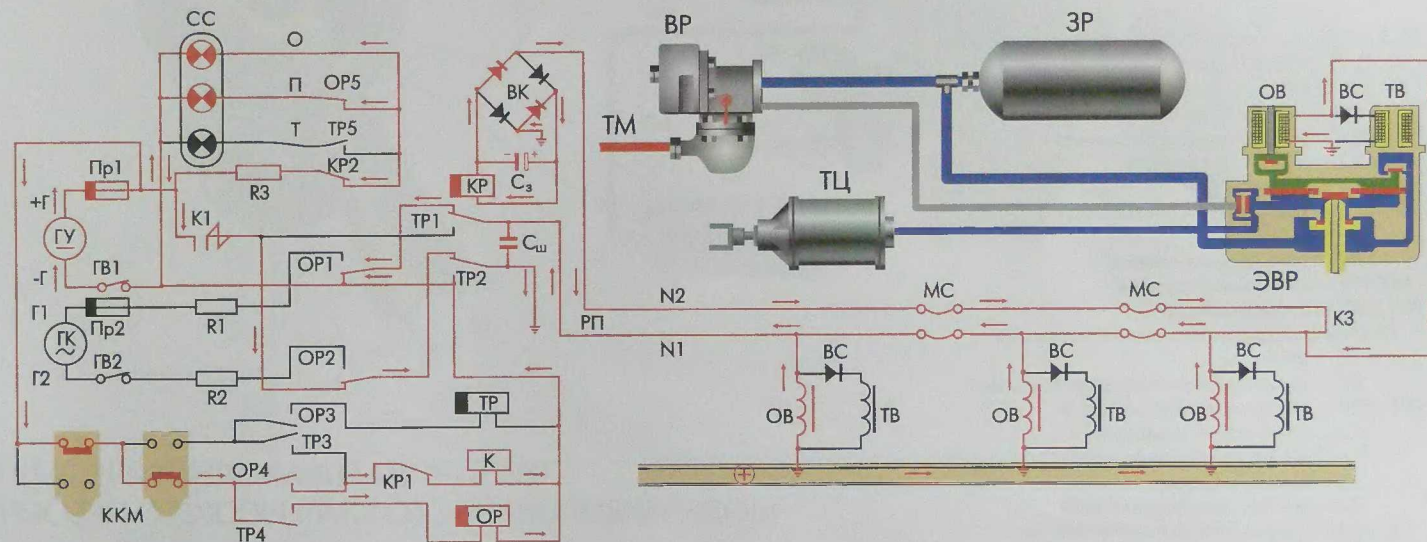
- ОВ — отпускной вентиль
- электровоздухораспределителя
- ТВ — тормозной вентиль
- электровоздухораспределителя
- ВС — выпрямительный элемент
- КЗ — концевая заделка
- О, П, Т — лампы сигнализатора
- (отпуска, перекрыши, торможения)
- ГК — генератор контроля
- ККМ — контроллер крана машиниста
- +Г, -Г, Г1, Г2 — клеммы генераторов
- ОР1—ОР5,
- ТР1-ТР5 — контакты реле ОР и ТР
- РП №1 — рабочий провод
- КП №2 — контрольный провод
- СС — световой сигнализатор
- ЗР — запасный резервуар
- ВР — воздухораспределитель № 292
- ТМ — тормозная магистраль
- ТЦ — тормозной цилиндр
- ЭВР — электровоздухораспределитель
- № 305
- ВК — выпрямитель контрольного реле
- ГУ — генератор управления
- ГВ1, ГВ2 — главный выключатель
- ПР1, ПР2 — предохранители
- ТР, ОР — реле торможения и отпуска
- КР — контрольное реле исправности линии
- КР1, КР2 — контакты контрольного реле
- С_з — конденсатор замедления
- С_ш — шунтирующий конденсатор
- К — сильноточное реле



СХЕМЫ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗА (перекрыша) ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ И ЕГО ОСНОВНЫХ БЛОКОВ

Д2
лист 1

- СС — световой сигнализатор
 ККМ — контроллер крана машиниста
 ЗР — запасный резервуар
 ВР — воздухораспределитель № 292
 ТМ — тормозная магистраль
 РП — рабочий провод № 1
 ТЦ — тормозной цилиндр
 ЭВР — электровоздухораспределитель № 305
- №2 (КП) — контрольный провод
 О, П, Т — лампы сигнализатора (соответственно отпуска, перекрыши и торможения)
 ГК — генератор контроля
 ККМ — контроллер крана машиниста
 +Г, -Г, Г1, Г2 — клеммы генераторов
 ОР1—ОР5, ТР1—ТР5 — контакты реле соответственно ОР и ТР
 ГУ — генератор управления
 ГВ1, ГВ2 — главный выключатель
 ПР1, ПР2 — предохранители
 ТР, ОР — соответственно реле торможения и отпуска
 КР — контрольное реле исправности линии
 КР1—КР2 — контакты контрольного реле
 Сз — конденсатор замедления
 Сш — шунтирующий конденсатор
 К — сильноточное реле
 К1 — контакт сильноточного реле
 R1—R3 — ограничительные сопротивления
 ВК — выпрямитель контрольного реле
 ОВ — вентиль отпуска электровоздухораспределителя
 ТВ — тормозной вентиль электровоздухораспределителя
 ВС — выпрямительный элемент
 МС — междувагонное соединение
 КЗ — концевая заделка



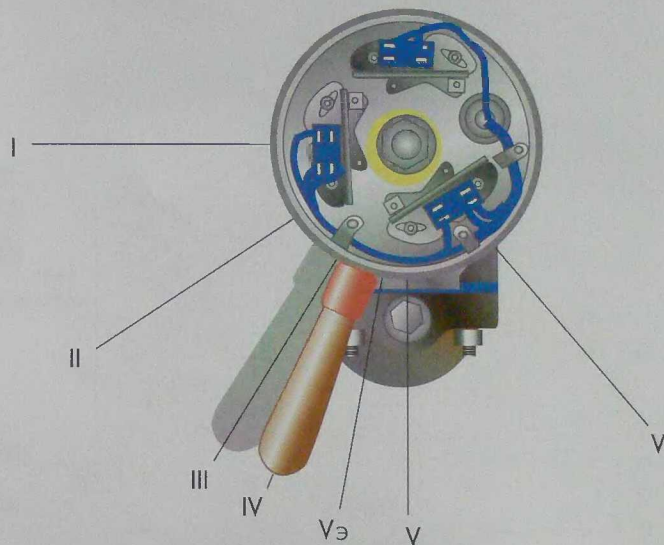
При перекрыши в третьем или четвертом положениях ручки крана машиниста (КМ) через его контроллер ККМ образуется электрическая цепь для последовательного возбуждения ОР, а затем — К. Через их контакты в рабочий провод подается минус, а на землю — плюс, чем создается цепь для продолжения питания реле КР. На моменты переключения контактов в схеме (и перехода с переменного на постоянный ток) реле КР остается в возбужденном состоянии за счет собственного замедления на отпуске якоря и конденсатора С_з. Дополнительно к лампе "О" на световом сигнализаторе загорается лампа "Т", а на электровоздухораспределителях (ЭВР) включаются электромагнитные вентили отпуска (ОВ). Они разобщают полость под диафрагмой, связанную с плотной рабочей камерой (РК) объемом 1,5 л от атмосферы.

Давление воздуха в тормозном цилиндре (ТЦ (под диафрагмой) будет поддерживаться таким же, как и в РК. Так как обычно при торможении тормозная магистраль (ТМ) не разряжается, то запасный резервуар (ЗР) имеет возможность постоянно пополняться из нее через воздухораспределитель (ВР) № 292, находящийся в положении отпуска. Этим обеспечивается свойство прямодействия тормоза и его неистощимость. Двухпроводный электропневматический тормоз (ЭПТ) не обладает свойством автоматичности (при обрыве цепи сработает на отпуск), однако безопасность движения обеспечивается в этом случае резервным пневматическим автоматическим тормозом. Электрическим питанием ЭПТ обеспечивает статический преобразователь ПТ-ЭПТ-П, в схему которого в последнее время внесены некоторые изменения для возможности вождения длинносоставных, соединенных и сдвоенных пассажирских поездов. Мо-

дернизация преобразователя заключается в установке конденсатора С₅, резистора R10, реле К, диодов Д11, Д12 и повышении емкости конденсатора С₄ (6 мкф). На вторичную обмотку ТР3 добавляется еще две — 12 и 6 — 11. В режиме торможения клемма "минус" соединяется с землей через блок управления и происходит зарядка конденсатора С₅, при которой кратковременно возбуждается реле К. Его контактом дополнительные обмотки ТР3 подключаются к клемме "плюс", создавая повышенное напряжение на выходе. Это позволяет надежно включить электромагнитные вентили в хвостовой части поезда. Чтобы заглубить защиту блока на время импульса используется дополнительно намотанная и встречно включенная через контакт реле К обмотка реле Р2. Этим обеспечивается увеличение порога срабатывания защиты до 22—25 А при импульсе.

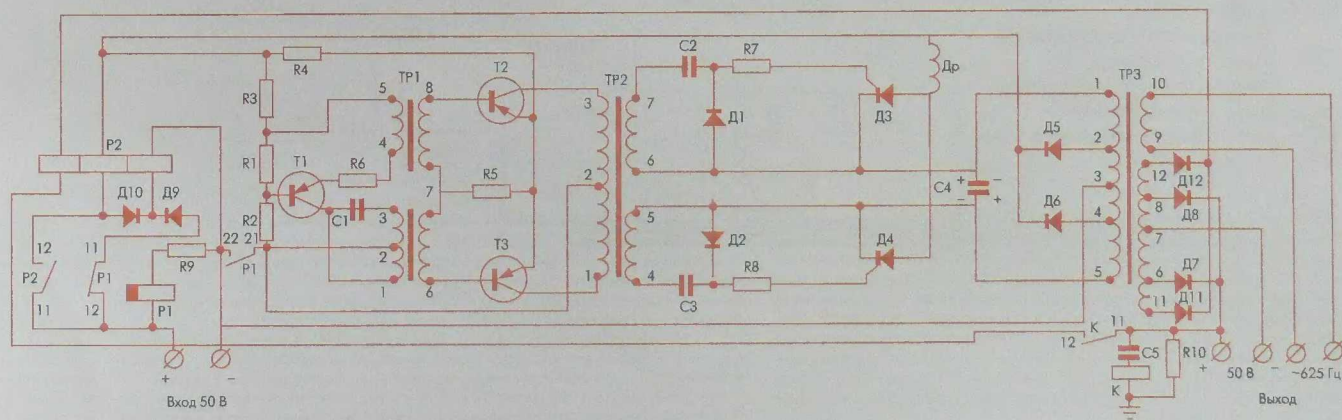
СХЕМЫ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗА ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ И ЕГО ОСНОВНЫХ БЛОКОВ

ПОЛОЖЕНИЯ РУЧКИ КРАНА МАШИНИСТА



ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА

МОДЕРНИЗИРОВАННОГО СТАТИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПТ-ЭПТ-П



- СС — световой сигнализатор
- ККМ — контроллер крана машиниста
- ЗР — запасный резервуар
- ВР — воздухораспределитель № 292
- ТМ — тормозная магистраль
- РП — рабочий провод № 1
- ТЦ — тормозной цилиндр
- ЭВР — электровоздухораспределитель № 305
- № 2 (КП) — контрольный провод
- О, П, Т — лампы сигнализатора (соответственно отпуска, перекрыши и торможения)
- ГК — генератор контроля
- ККМ — контроллер крана машиниста
- + Г, - Г, Г1, Г2 — клеммы генераторов
- ОР1—ОР5, ТР1—ТР5 — контакты реле соответственно ОР и ТР
- ГУ — генератор управления
- ГВ1, ГВ2 — главный выключатель
- ПР1, ПР2 — предохранители
- ТР, ОР — соответственно реле торможения и отпуска
- КР — контрольное реле исправности линии
- КР1—КР2 — контакты контрольного реле
- Сз — конденсатор замедления
- Сш — шунтирующий конденсатор
- К — сильноточное реле
- К1 — контакт сильноточного реле
- Р1—Р3 — ограничительные сопротивления
- ВК — выпрямитель контрольного реле
- ОВ — вентиль отпуска электровоздухораспределителя
- ТВ — тормозной вентиль электровоздухораспределителя
- ВС — выпрямительный элемент
- МС — междвагонное соединение
- КЗ — концевая заделка

СХЕМЫ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗА (торможение) ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ И ЕГО ОСНОВНЫХ БЛОКОВ

ДЗ
ЛИСТ 1

ККМ — контроллер крана машиниста
ЗР — запасный резервуар
ВР — воздухораспределитель № 292
ТМ — тормозная магистраль
РП — рабочий провод № 1
ТЦ — тормозной цилиндр
ЭВР — электровоздухораспределитель
№ 305

ПР1, ПР2 — предохранители
ТР, ОР — соответственно реле торможения и
отпуска

КР — контрольное реле исправности линии
КР1—КР2 — контакты контрольного реле
С_з — конденсатор замедления
С_ш — шунтирующий конденсатор
К — сильноточное реле

К1 — контакт сильноточного реле
R1—R3 — ограничительные сопротивления
ГУ — генератор управления

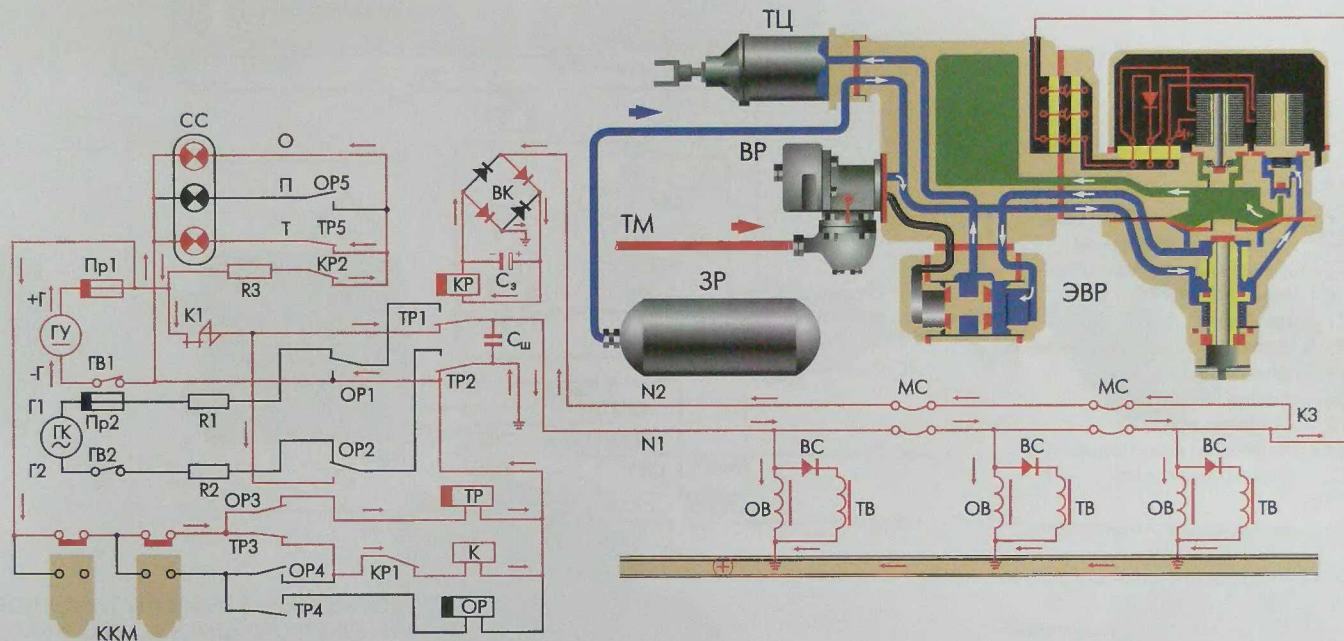
ГВ1, ГВ2 — главный выключатель
ГК — генератор контроля
ККМ — контроллер крана машиниста
+Г, -Г, Г1, Г2 — клеммы генераторов

ОР1—ОР5,
ТР1—ТР5 — контакты реле соответственно
ОР и ТР

СС — световой сигнализатор
№ 2 (КП) — контрольный провод
ВК — выпрямитель контрольного реле
ОВ — вентиль отпуска
электровоздухораспределителя

ТВ — тормозной вентиль
электровоздухораспределителя
ВС — выпрямительный элемент
МС — междвагонное соединение
КЗ — концевая заделка

О, П, Т — лампы сигнализатора (соответственно
отпуска, перекрыши и торможения)



В положениях ручки крана машиниста (КМ) V, V₃ и VI через его контроллер (ККМ) последовательно возбуждаются реле ТР и К, через контакты которых дополнительно к лампе "О" загорается лампа "Т" и плюс источника электрического питания подается в рабочий провод, а минус — на рельсы. В электровоздухораспределителе (ЭВР) возбуждаются оба электромагнитных вентиля ОВ и ТВ, что обеспечивает наполнение рабочих камер, прогиб диафрагм в нижнее положение и сообщение запасных резервуаров (ЗР) с тормозными цилиндрами ТЦ.

При повреждении или нарушении электрической цепи питания контрольного реле КР оно обесточивается и размыкает свои контакты КР1 и КР2. При этом обесточивается сильноточное реле К и отключается питание рабочего провода, что приводит к отпуску ЭПТ. На световом сигнализаторе (СС) гаснут все лампы, что требует перехода на пневматическое торможение (согласно инструкции).

Для повышения надежности действия ЭПТ используется дублированное питание, обеспечиваемое установкой перемычки между рабочим 1 и контрольным 2 проводами на выходе блока управления. При этом однократный обрыв или потеря контакта в рабочем проводе не приводит к отказу тормоза, так как ЭВР за обрывом получает питание через контрольный провод. Обрыв поездной цепи может быть обнаружен по амперметру в соответствии с номограммой, представленной на плакате. Контролируется также короткое замыкание в поезде и состояние ЭПТ на локомотиве.

При дублированном питании с перемычкой, как указано выше, обязательно разрядка уравнительного резервуара (УР) при торможении на скоростях до 120 км/ч. Для больших скоростей применяется блок управления БУ-ЭПТ-Д, в котором замыкание рабочего и контрольного проводов происходит автоматически только в режимах

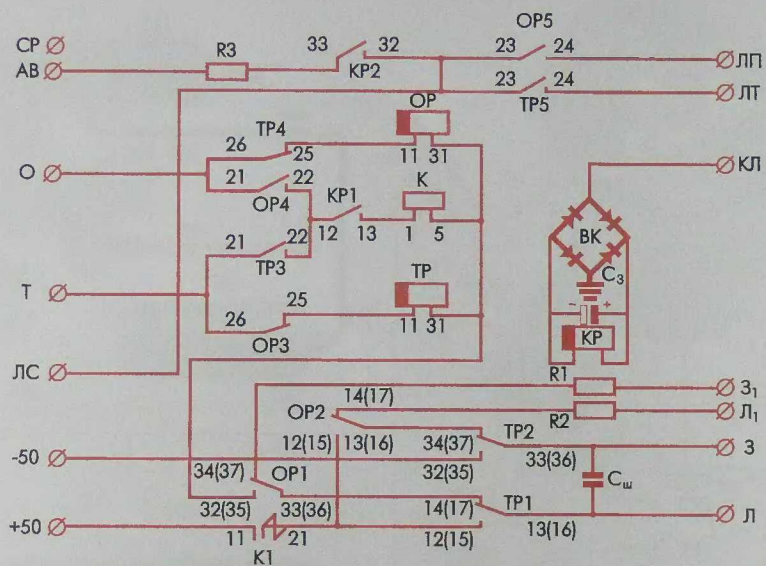
торможения и перекрыши, а при отпуске контролируется исправность электрической линии переменным током.

Применение ЭПТ на подвижном составе позволяет повысить тормозную эффективность, плавность и управляемость тормоза за счет одновременности его действия и сокращения времени наполнения тормозных цилиндров.

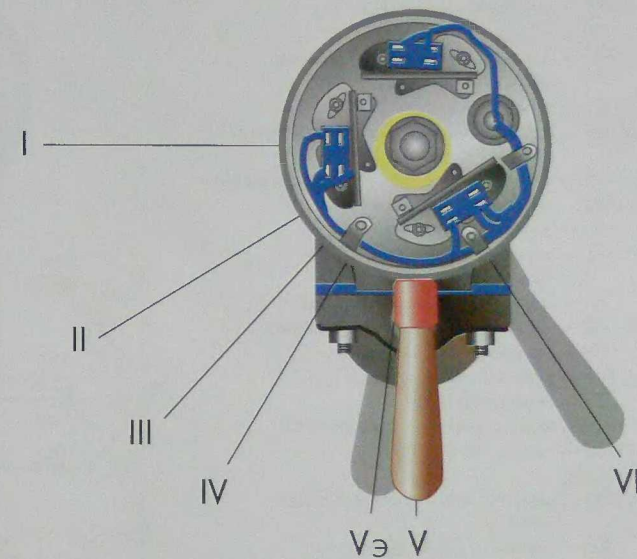
В блоке управления, представленном на нижней схеме, сосредоточена вся релейно-контактная часть ЭПТ. С помощью специального крепежа он легко устанавливается и снимается с амортизационной панели, обеспечивающей электрическое подключение его цепей с ЭПТ подвижного состава.

СХЕМЫ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗА ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ И ЕГО ОСНОВНЫХ БЛОКОВ

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ



ПОЛОЖЕНИЯ РУЧКИ КРАНА МАШИНИСТА



- ККМ — контроллер крана машиниста
- ЗР — запасный резервуар
- ВР — воздухораспределитель № 292
- ТМ — тормозная магистраль
- РП — рабочий провод № 1
- ТЦ — тормозной цилиндр
- ЭВР — электровоздухораспределитель № 305
- ПР1, ПР2 — предохранители
- ТР, ОР — соответственно реле торможения и отпуска
- КР — контрольное реле исправности линии
- КР1—КР2 — контакты контрольного реле
- С_з — конденсатор замедления
- С_ш — шунтирующий конденсатор
- К — сильноточное реле
- К1 — контакт сильноточного реле
- Р1—Р3 — ограничительные сопротивления
- ГУ — генератор управления
- ГВ1, ГВ2 — главный выключатель
- ГК — генератор контроля
- ККМ — контроллер крана машиниста
- +Г, -Г, Г1, Г2 — клеммы генераторов
- ОР1—ОР5, ТР1—ТР5 — контакты реле соответственно ОР и ТР
- СС — световой сигнализатор
- № 2 (КП) — контрольный провод
- ВК — выпрямитель контрольного реле
- ОВ — вентиль отпуска электровоздухораспределителя
- ТВ — тормозной вентиль электровоздухораспределителя
- ВС — выпрямительный элемент
- МС — междувагонное соединение
- КЗ — концевая заделка
- О, П, Т — лампы сигнализатора (соответственно отпуска, перекрыши и торможения)

НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ТОКА И КОЛИЧЕСТВА ВКЛЮЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОВВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ

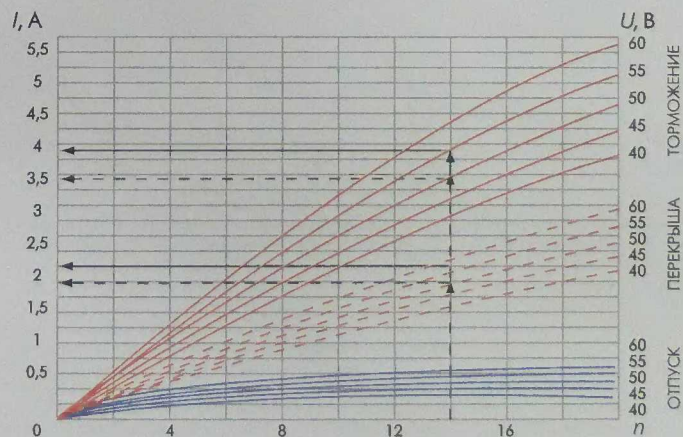
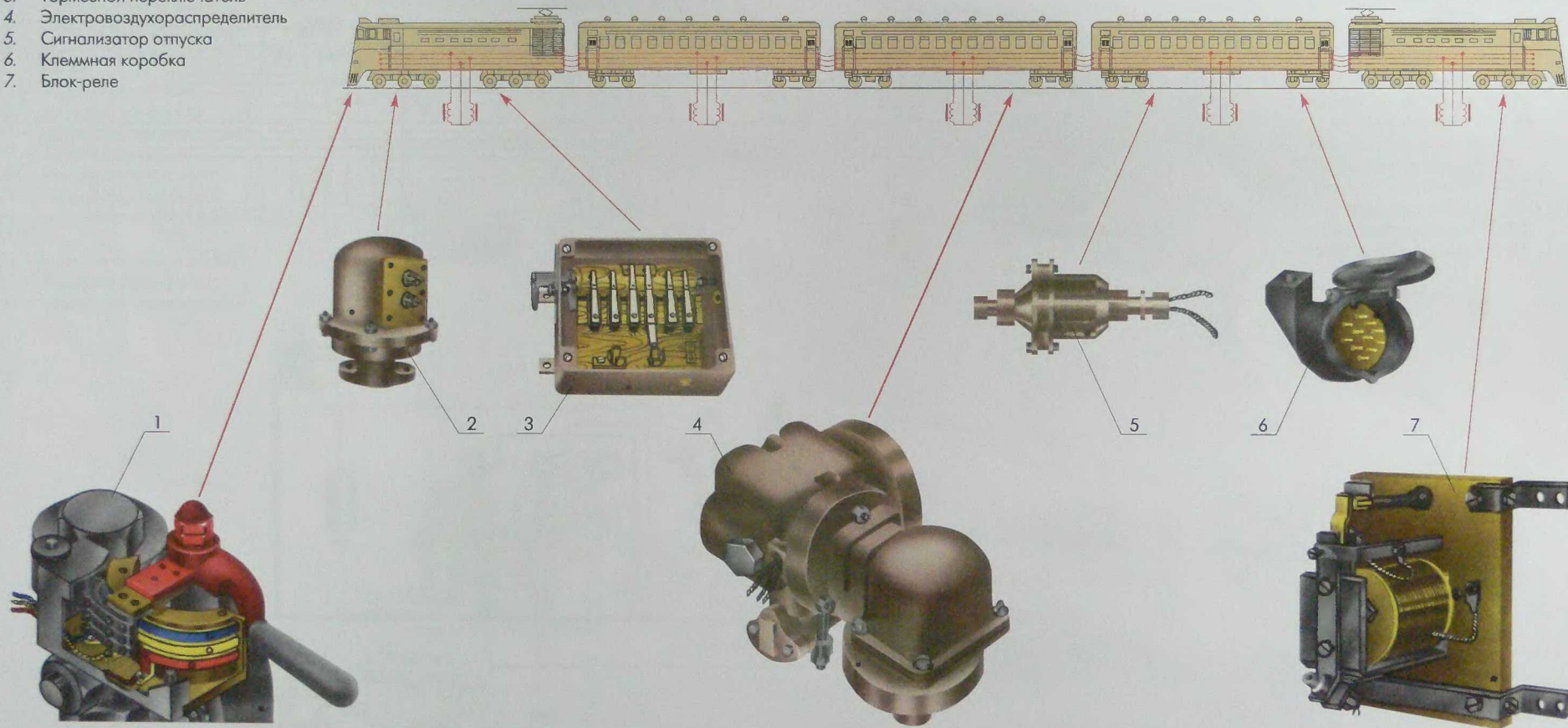


СХЕМА ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗА (отпуск) ЭЛЕКТРО- И ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДОВ И ЕГО УСТРОЙСТВО

Д4
ЛИСТ 1

1. Кран машиниста
2. Вентиль перекрыши
3. Тормозной переключатель
4. Электровоздухораспределитель
5. Сигнализатор отпуска
6. Клеммная коробка
7. Блок-реле



На электропоездах серий ЭР1, ЭР2 (до номера 1028), ЭР9П (до № 345) применяется пятипроводная схема электропневматического тормоза (ЭПТ) с краном машиниста 1 (КМ) № 334Э, вентилями перекрыши 2 ВП-47, тормозными переключателями 3, электровоздухораспределителями 4 (ЭВР) № 305-001, сигнализаторами отпуска 5 № 352А, и блок-реле 7. Питание электрических цепей тормоза обеспечивается от аккумуляторных батарей напряжением 50 В, а его подача в поезда проводом осуществляется через контроллер КМ. Каждый поезда провод состоит из двух отдельных жил с одинаковым

сечением по 2,5 мм². Тормозные переключатели устанавливаются в I, II и III положения соответственно в головном, промежуточных и хвостовом вагонах.

В отпускных положениях ручки КМ существует только одна цепь (показана на схеме), по которой включена лампа К, сигнализирующая о правильном включении ЭПТ и целостности обратного провода. В пневматической части краном машиниста через золотник и редуктор № 348 осуществляется зарядка тормозной магистрали (ТМ) и поддержание давления на поездам уровне. Через воз-

духораспределители (ВР) № 292 происходит зарядка запасных резервуаров, а давление в тормозных цилиндрах (ТЦ) равно нулю.

Если в отпускные положения ручки КМ поставлена после торможения, то в ЭВР происходит разрядка рабочих камер через вентили отпуска (ОВ) диаметром 2,0 мм. При этом через центральное отверстие двухседельчатого клапана ЭВР происходит выпуск воздуха из ТЦ.

СХЕМА ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗА (отпуск) ЭЛЕКТРО- И ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДОВ И ЕГО УСТРОЙСТВО

- КМ — кран машиниста № 334Э
- ВР — воздухораспределитель № 292
- ЭВР — электровоздухораспределитель № 305
- ТЦ — тормозной цилиндр
- ЗР — запасный резервуар
- ТМ — тормозная магистраль
- УР — уравнительный резервуар
- ВП — вентиль перекрыши
- ОВ — отпускной вентиль ЭВР
- ТВ — тормозной вентиль ЭВР
- СОР — сигнализатор отпуска тормозов
- К, П, Т, СОТ — лампы сигнализатора ЭПТ
- БР — блокировочное реле
- ТП — тормозной переключатель

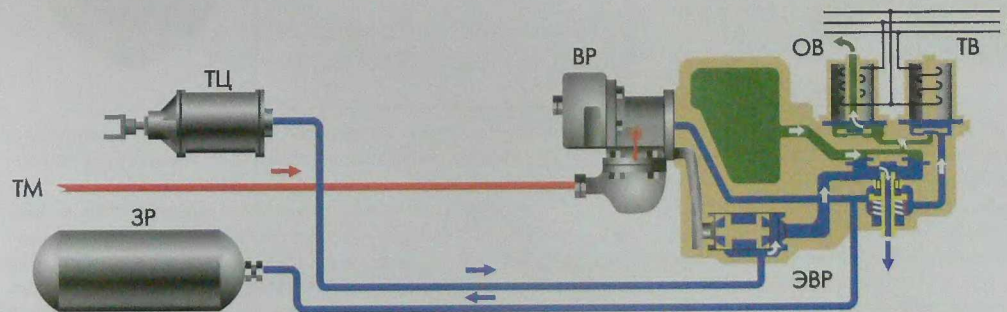
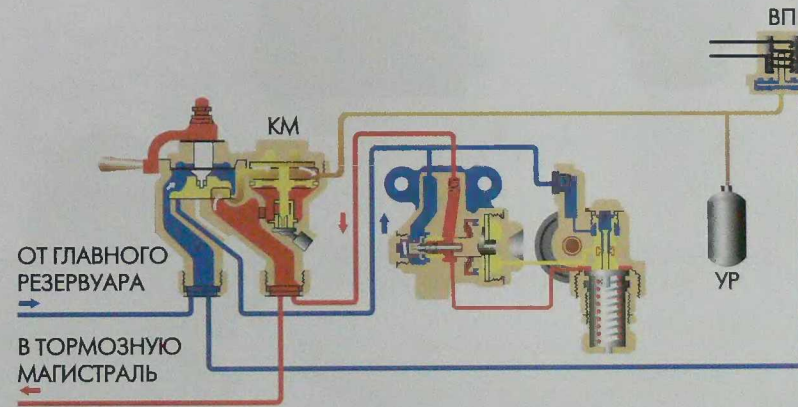
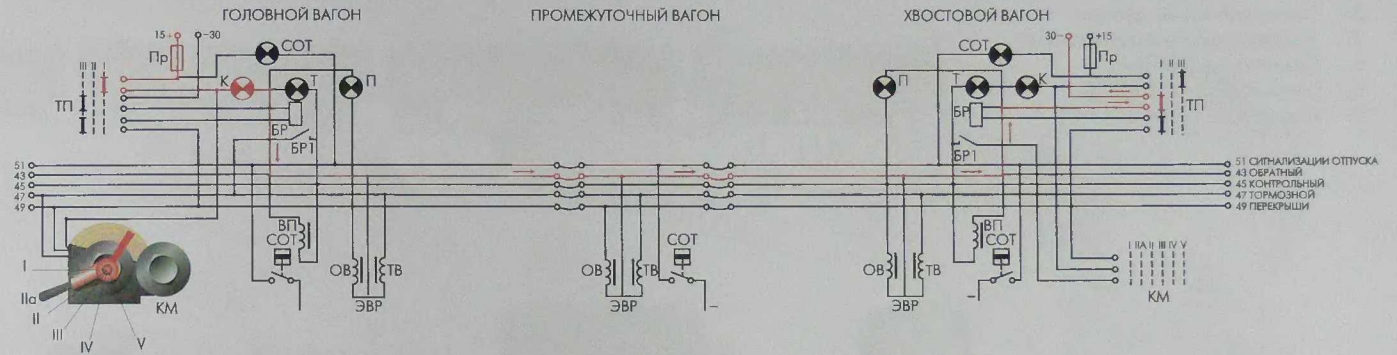
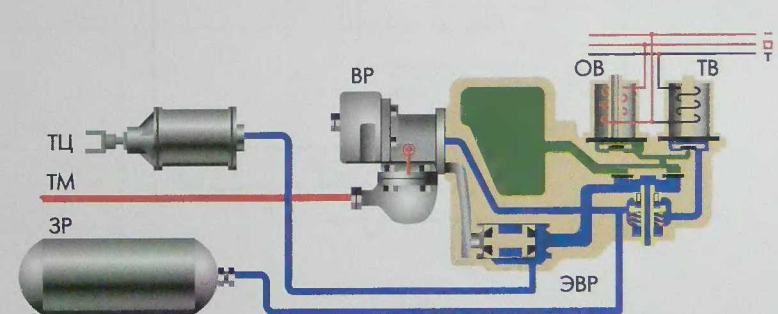
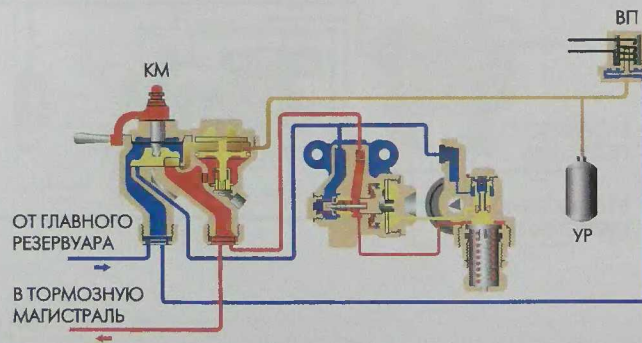
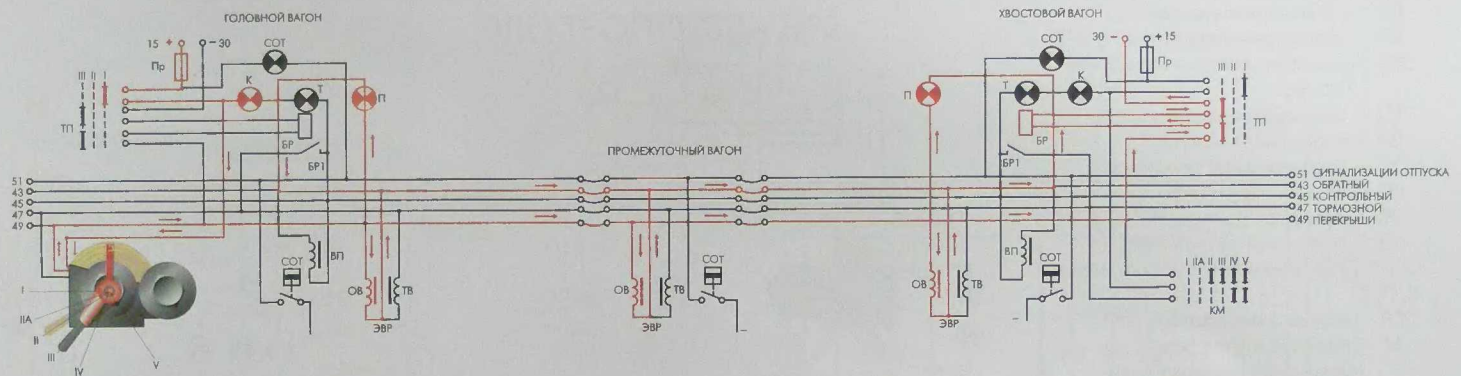


СХЕМА ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗА ЭЛЕКТРО- И ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДОВ (перекрыша и торможение)

Д5
ЛИСТ 1

СХЕМА I

- КМ — кран машиниста № 334Э с контроллером
- ТМ — тормозная магистраль
- ВР — воздухораспределитель № 292
- ЭВР — электровоздухораспределитель № 305
- ТЦ — тормозной цилиндр
- ЗР — запасный резервуар
- УР — уравнительный резервуар
- ВП — вентиль перекрыши
- ОВ — отпускной вентиль ЭВР
- ТВ — тормозной вентиль ЭВР
- СОТ — сигнализатор отпуска тормозов
- К, П, Т, — лампы сигнализатора ЭПТ
- БР — блокировочное реле
- ТП — тормозной переключатель



При постановке ручки крана машиниста (КМ) в положение перекрыши для электропневматического тормоза (ЭПТ) (схема I), через контроллер КМ создаются цепи для возбуждения отпускных вентилях (ОВ) в электровоздухораспределителях (ЭВР), загорания ламп "П" в головном и хвостовом вагонах, а также срабатывания блокировочного реле (БР) в последнем. Горение ламп "П" не контролирует целостности провода перекрыши 49, а сигнализирует лишь о наличии напряжения на нем. Давление в тормозной магистрали (ТМ) поддерживается редуктором № 348.

При торможении (схема II) дополнительно к имеющимся электрическим цепям через контроллер КМ возбуждаются электропневматические тормозные вентили (ТВ) в ЭВР, вентили перекрыши (ВП) и загораются лам-

пы "Т" в головном и хвостовом вагонах. Через вентили ТВ в ЭВР из запасных резервуаров (ЗР) заряжаются РК, вызывая сообщение ЗР с ТЦ. При наполнении ТЦ срабатывают сигнализаторы отпуска (СОТ) и своими контактами включают соответствующие лампы на пультах контроля ЭПТ.

Возбужденный вентиль перекрыши ВП сообщает питательную магистраль с уравнительным резервуаром (УР) через отверстие диаметром 2,5 мм, что не дает КМ при служебном торможении разряжать ТМ и вызывать срабатывание воздухораспределителей (ВР). При экстренном торможении ВП не успевает пополнить выпуск воздуха через золотник КМ и происходит разрядка ТМ.

Если при торможении происходит отказ ЭПТ, то за счет обесточивания ВП возникает разрядка ТМ, что обеспечивает автоматический переход на пневматическое торможение. При неисправности электрических цепей переходят на пневматическое управление тормозами.

Ступенчатое торможение достигается кратковременным переводом ручки КМ из поездного положения в тормозное и перекрышу.

СХЕМА ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗА ЭЛЕКТРО- И ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДОВ (перекрыша и торможение)

СХЕМА II

- КМ — кран машиниста № 334Э с контроллером
- ТМ — тормозная магистраль
- ВР — воздухораспределитель № 292
- ЭВР — электровоздухораспределитель № 305
- ТЦ — тормозной цилиндр
- ЗР — запасный резервуар
- УР — уравнительный резервуар
- ВП — вентиль перекрыши
- ОВ — отпускной вентиль ЭВР
- ТВ — тормозной вентиль ЭВР
- СОТ — сигнализатор отпуска тормозов
- К, П, Т, — лампы сигнализатора ЭПТ
- БР — блокировочное реле
- ТП — тормозной переключатель

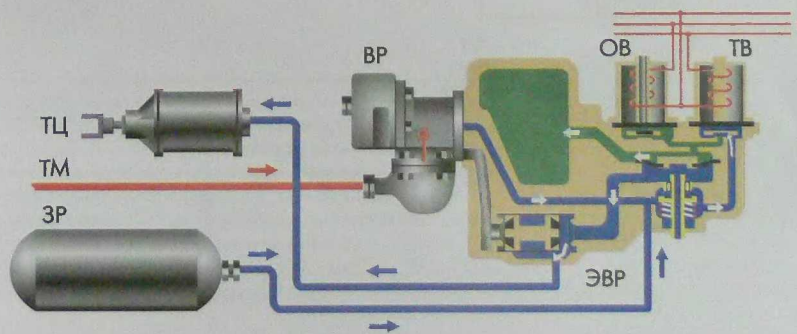
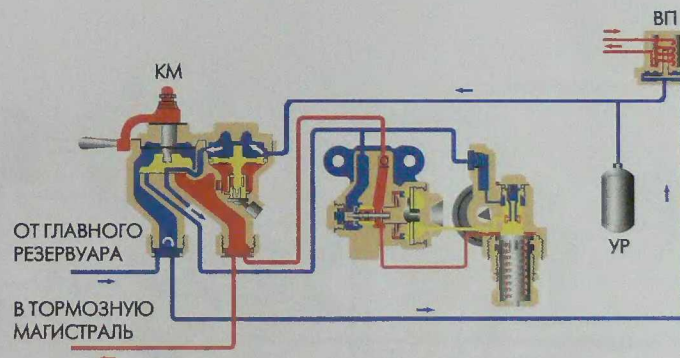
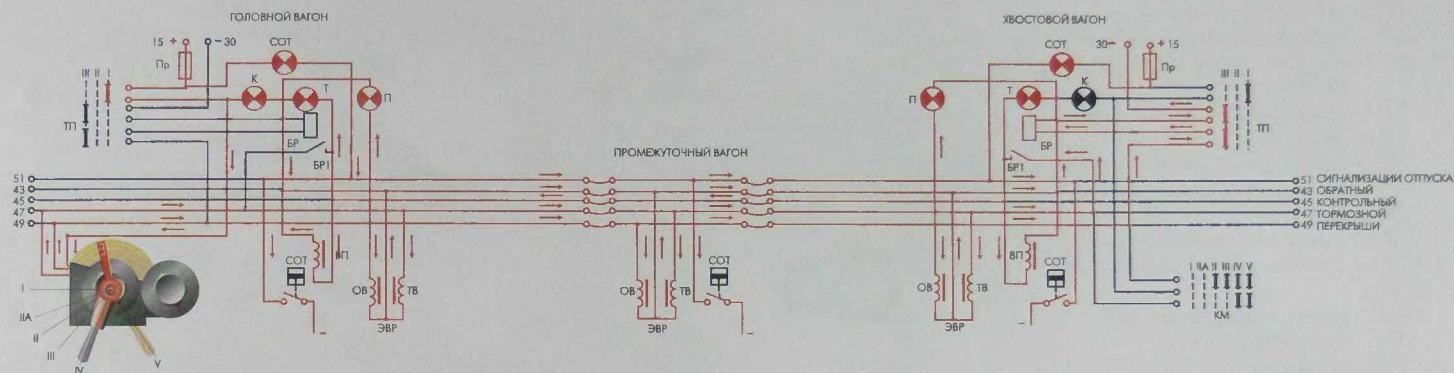
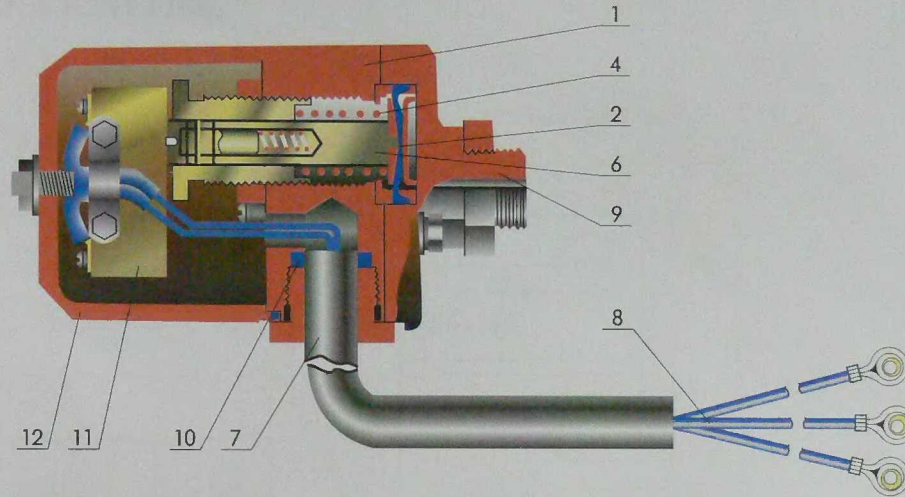


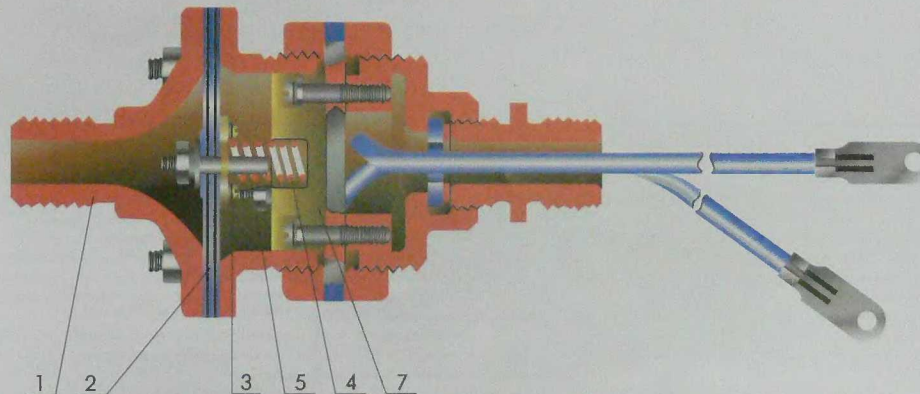
СХЕМА ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗА ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ С КРАНОМ МАШИНИСТА № 395-000-5

1. Корпус
2. Диафрагма
3. Подвижные контакты
4. Пружина
5. Неподвижные контакты
6. Стержень
7. Изолятор
8. Электрические провода
9. Штуцер
10. Прокладка
11. Микропереключатель
12. Крышка

СИГНАЛИЗАТОР ОТПУСКА № 115А



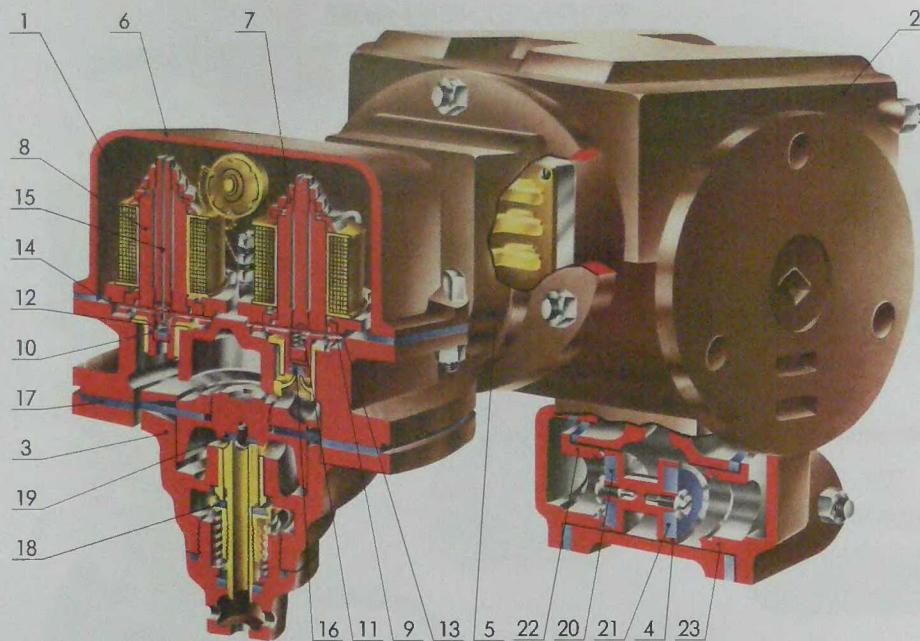
СИГНАЛИЗАТОР ОТПУСКА № 352



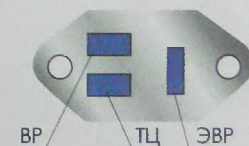
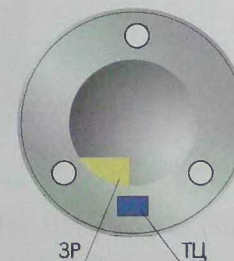
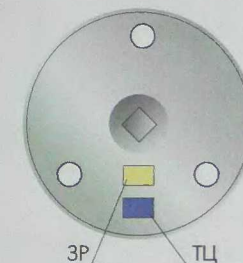
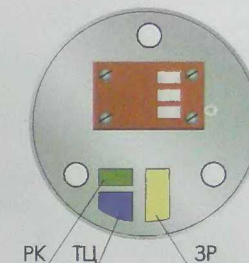
ЭЛЕКТРОВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ № 305-000 (конструкция)

Д7

1. Электрическая часть
2. Рабочая камера
3. Пневматическое реле
4. Переключательный клапан
5. Корпус
6. Крышка
7. Тормозной вентиль
8. Отпускной вентиль
- 9, 10. Якорь
- 11, 12. Пружина
- 13, 14. Металлические диафрагмы
15. Атмосферный канал
16. Тормозной клапан
17. Резиновая диафрагма
18. Питательный клапан
19. Выпускной клапан
- 20, 21. Резиновое уплотнение
- 22, 23. Седло



ПРИВАЛОЧНЫЕ ФЛАНЦЫ РАБОЧЕЙ КАМЕРЫ ЭВР



Электровоздухораспределитель (ЭВР) состоит из четырех основных частей: электрической части 1, рабочей камеры 2, пневматического реле 3 и переключательного клапана 4.

Электрическая часть имеет корпус 5, на фланце которого установлены закрытые крышкой 6 два электропневматических вентиля: тормозной 7 и отпускной 8. При выключенных катушках этих электромагнитов их якоря 9, 10 удерживаются в нижнем положении пружинами 11, 12, упирающимися в металлические диафрагмы 13, 14. В этом положении рабочая камера сообщена с атмосферой через осевой канал 15 отпускного вентиля и разобщена с запасным резервуаром (ЗР) закрытым тормозным клапаном 16 тормозного вентиля.

Рабочая камера объемом 1,5 л образует четыре фланца, к которым крепятся: переключательный клапан 4, электрическая часть с пневматическим реле, воздухораспределитель № 292-001 и сам электровоздухораспределитель.

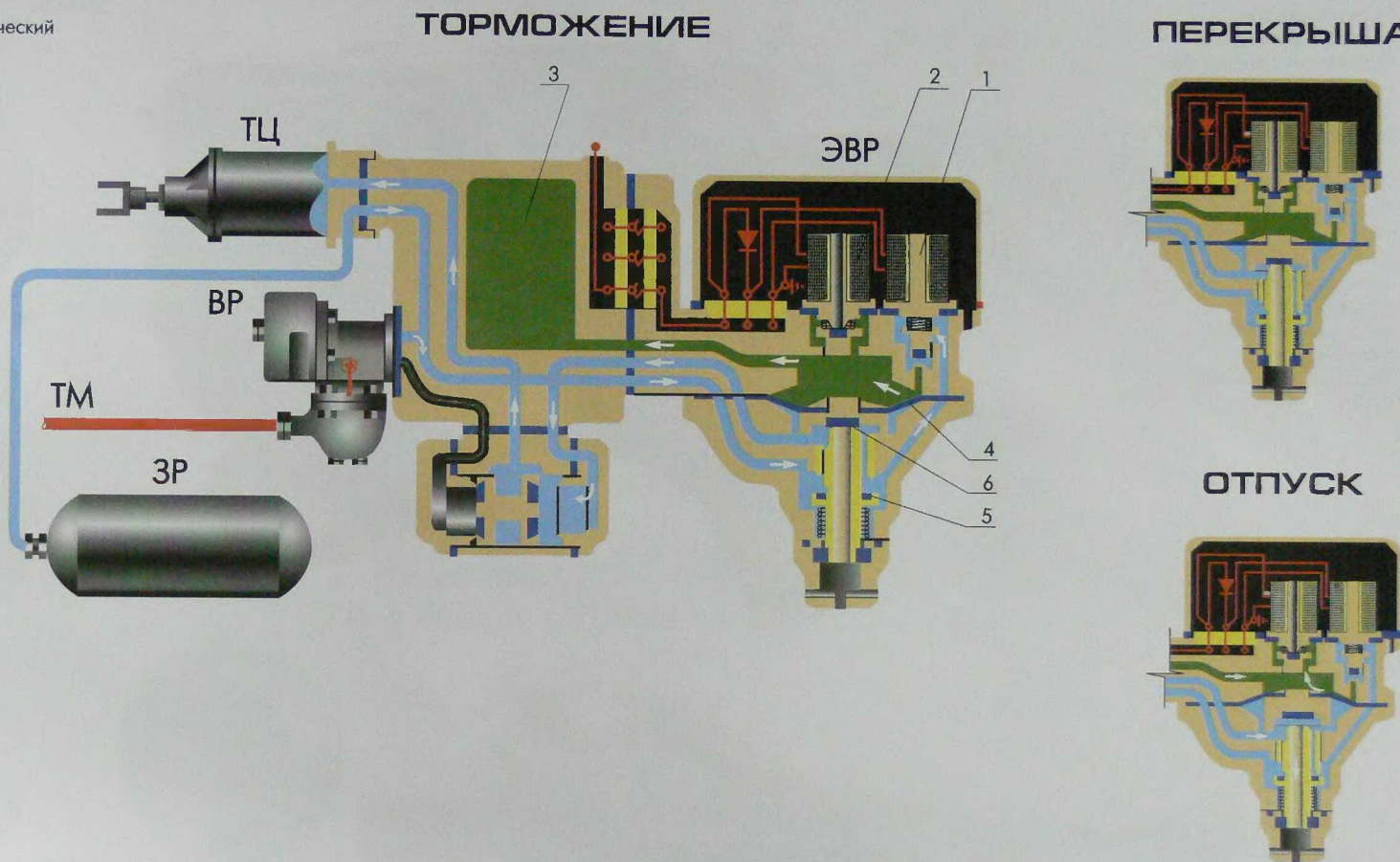
Пневматическое реле 3 имеет корпус, в котором установлено клапанно-диафрагменное устройство, обеспечивающее создание такого же уровня давления в тормозном цилиндре (ТЦ), как и в рабочей камере. По существу пневматическое реле выполняет функции повторителя с большими проходными сечениями для реализации высоких темпов изменения давления в ТЦ, соответствующих задаваемым в рабочей камере. Чувствительным элементом реле является резиновая диафрагма 17, которая, прогибаясь вверх или вниз, из-за разности действующих

на нее давлений со стороны рабочей камеры и тормозного цилиндра, открывает питательный 18 или выпускной клапан 19 для изменения давления в последнем.

Переключательный клапан 4 имеет два резиновых уплотнения 20 и 21, упирающихся в седла 22 и 23 в его крайних положениях. В одном из них ТЦ сообщается с запасным резервуаром через электровоздухораспределитель, а в другом через воздухораспределитель № 292-001, обеспечивая соответственно работу электропневматического или автоматического тормоза.

ЭЛЕКТРОВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ № 305-000 (торможение, перекрыша, отпуск)

1. Тормозной электропневматический вентиль
2. Отпускной электропневматический вентиль
3. Рабочая камера
4. Диафрагма
5. Питательный клапан
6. Выпускной клапан



При торможении возбуждаются электропневматические тормозной 1 (ТВ) и отпускной 2 (ОВ) вентили. Первый сообщает запасный резервуар (ЗР) с рабочей камерой 3 (РК), а второй отключает ее от атмосферы. Давление в рабочей камере возрастает и диафрагма 4 перемещается вниз, открывая питательный клапан 5, сообщающий ЗР с тормозным цилиндром (ТЦ). Благодаря большому проходному сечению питательного клапана наполнение тормозного цилиндра до максимального давления осуществляется практически за такое же время, как и рабочей камеры, — 2,5—3,5 с. Кратковременное включение электропневматического вентиля ТВ при постоянно возбужденном вентиле ОВ позволяет легко устанавливать в рабочей камере, а значит

и в тормозном цилиндре, необходимые уровни давления для регулирования скорости поезда или его остановки.

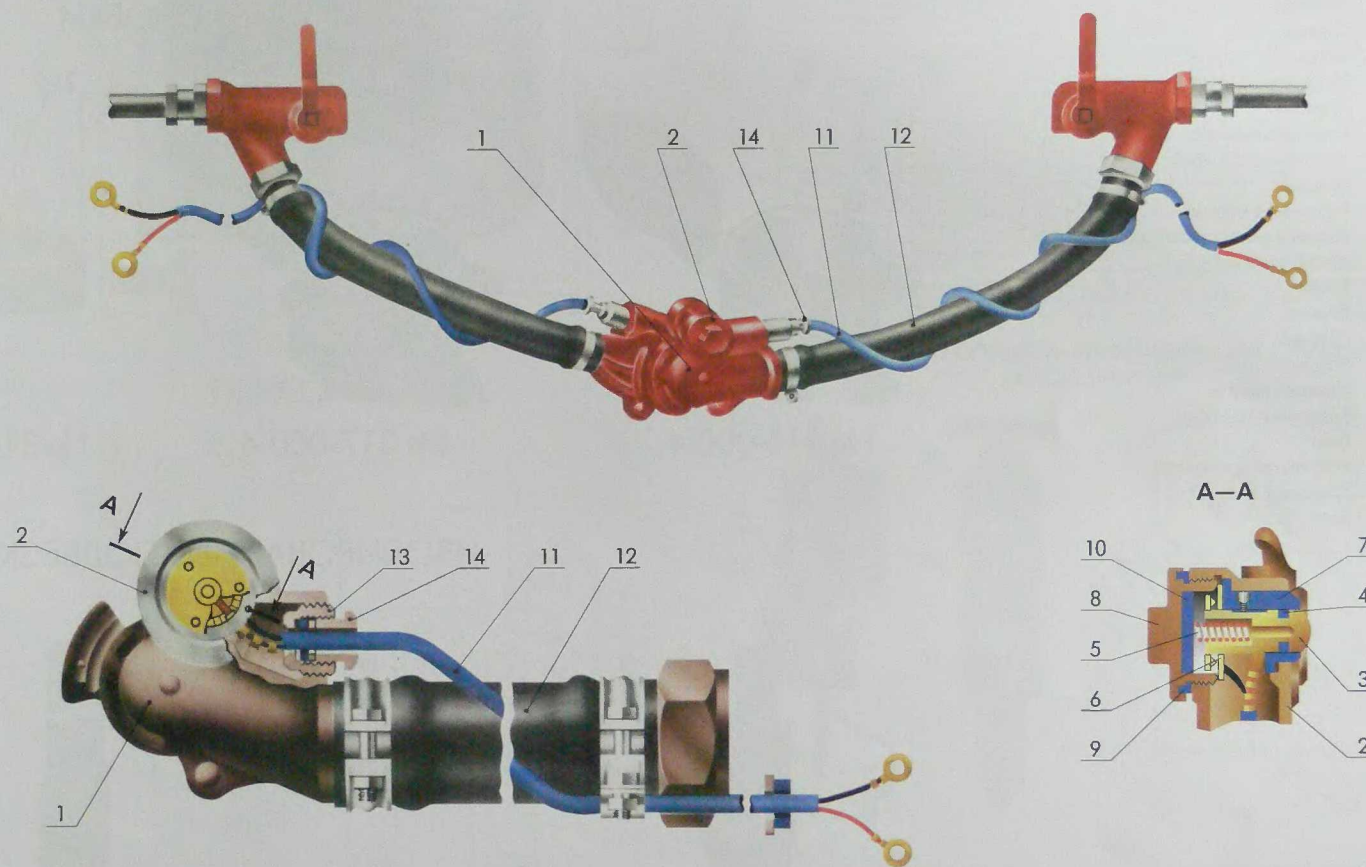
При перекрыше вентиль ТВ обесточивается, прерывая наполнение РК. Через доли секунды давление в ТЦ, нарастая, переместит диафрагму из нижнего в среднее положение и питательный клапан закроется. Наполнение ТЦ прекратится и наступит перекрыша. При утечках воздуха из ТЦ нарушается равенство сил, действующих на диафрагму сверху от РК и снизу от ТЦ, и она, прогибаясь вниз, будет кратковременно открывать питательный клапан, поддерживая в ТЦ такое же давление, как и в РК.

Для отпуска оба вентили электровоздухораспределителя ЭВР обесточиваются и РК сообщается через ОВ с атмосферой. Диафрагма прогибается вверх, открывая отверстие выпускного клапана 6, через которое ТЦ разряжается в атмосферу. Кратковременное включение такого режима позволяет осуществлять ступенчатый отпуск. Полный отпуск с максимального давления при постоянном выключенном положении обоих вентилях ОВ и ТВ происходит за 3,5—4,5 с.

ДЕТАЛИ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗА

Д9
ЛИСТ 1

1. Головка
2. Прилив
3. Палец
4. Манжета
5. Пружина
6. Контактное кольцо
7. Изоляционная втулка
8. Крышка
9. Резиновое кольцо
10. Изоляционная прокладка
11. Шланговый кабель
12. Трубка
13. Втулка
14. Штуцер
- 15, 16. Вставка
- 17, 18. Нижняя планка
- 19, 20. Клеммные коробки
21. Винт
22. Изоляционная панель
23. Крышка
24. Болт



СОЕДИНИТЕЛЬНЫЙ РУКАВ № 369 А

Для обеспечения одновременного соединения тормозных магистралей вагонов и электрических линий электропневматического тормоза ЭПТ используются соединительные рукава с электроконтактом № 369А. В головке 1 такого рукава сделан прилив 2 для подвижного контакта из пальца 3, уплотненного манжетой 4, пружинной 5 к контактному кольцу 6 и перемещающегося в изоляционной втулке 7. Крышка 8 с резьбой уплотнена резиновым кольцом 9 и имеет изоляционную прокладку 10.

Двухжильный шланговый кабель 11, обвитый вокруг резиноканавчатой трубки 12, закреплен в корпусе головки втулкой 13 с уплотнениями и штуцером 14. В расцепленном положении головок соединительных рукавов контакты рабочего и контрольного проводов ЭПТ замкнуты между собой. При соединении рукавов

рабочие провода замыкаются через контактные пальцы, а контрольные через корпус головки и их гребни.

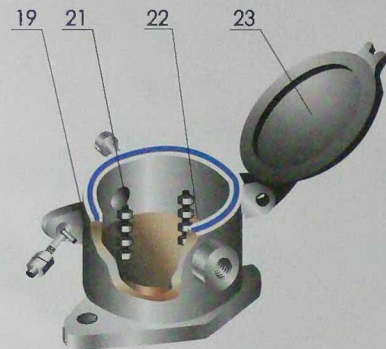
Для изоляции соединительных рукавов с электроконтактом от металлических частей подвижного состава применяются изолированные подвески с вставками из резины 15, или пластмассы 16. Нижние планки 17, 18 обоих типов подвесок покрываются электроизоляционной эмалью для предохранения обслуживающего персонала от поражения электотоком. При закреплении на хвостовом вагоне головки соединительного рукава с помощью изолированной подвески подвижный контакт в головке находится в выдвинутом положении, что обеспечивает замыкание рабочего и контрольного проводов и их концевую заделку.

Подключение шланговых проводов междувагонных соединений с контактными трубами, а также ввод линейного провода от последних к электровоздухораспределителям обеспечиваются с помощью клеммных коробок соответственно двух- 19 и трехтрубных 20. Они изготавливаются из чугуна № 316-4, № 317-4, или пластмассы № 316-5, № 317-5, имеют соответственно два или три прилива с резьбовыми отверстиями и один или два винта 21, установленных на изоляционной панели 22. Корпус чугунной коробки уплотнен резиновой прокладкой и закрывается откидной крышкой 23, а пластмассовой — съемной, закрепляемой болтами 24.

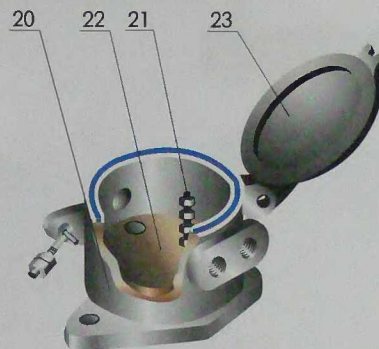
ДЕТАЛИ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗА

1. Головка
2. Прилив
3. Палец
4. Манжета
5. Пружина
6. Контактное кольцо
7. Изоляционная втулка
8. Крышка
9. Резиновое кольцо
10. Изоляционная прокладка
11. Шланговый кабель
12. Трубка
13. Втулка
14. Штуцер
- 15, 16. Вставка
- 17, 18. Нижняя планка
- 19, 20. Клеммные коробки
21. Винт
22. Изоляционная панель
23. Крышка
24. Болт

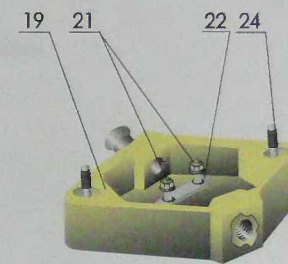
КЛЕММНЫЕ КОРОБКИ



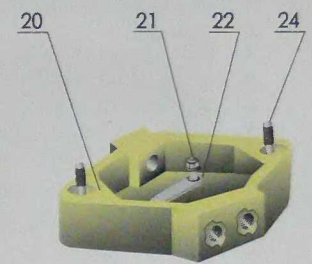
№ 316-000-4



№ 317-000-4

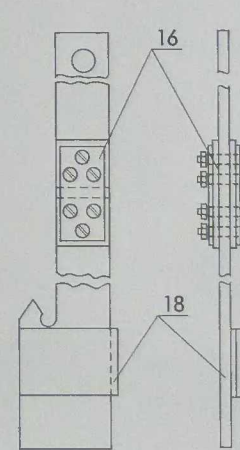
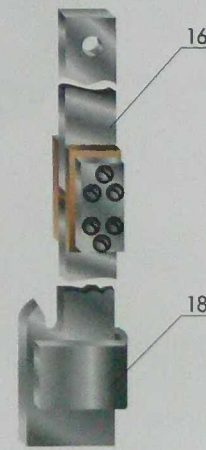
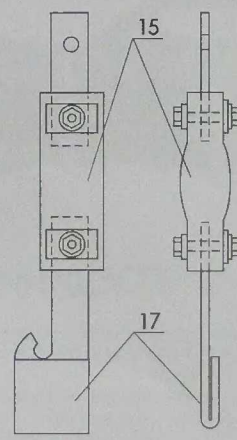
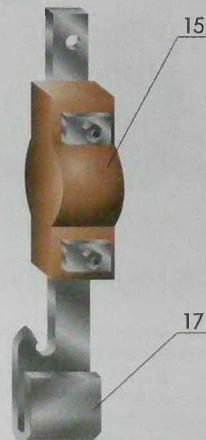


№ 316-000-5



№ 317-000-5

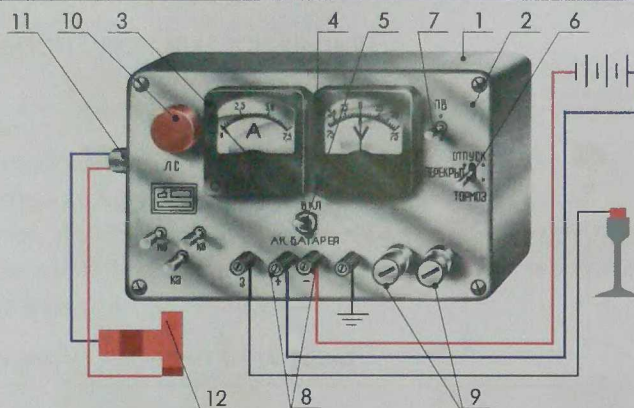
ИЗОЛИРОВАННЫЕ ПОДВЕСКИ



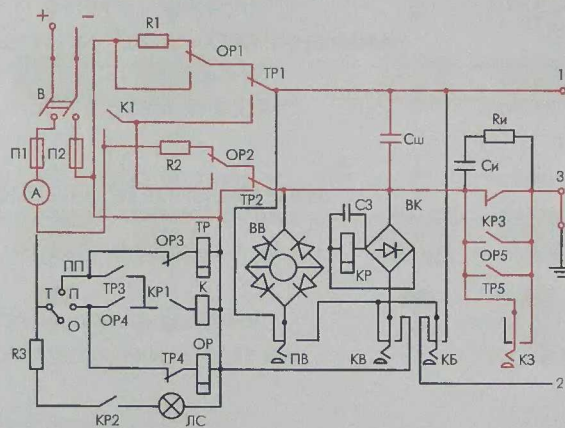
ПРИБОРЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗА

Д10

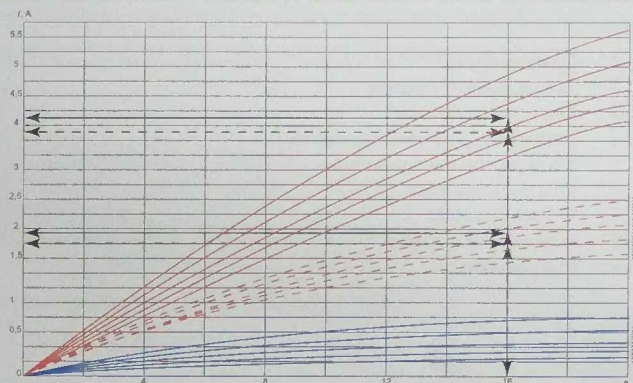
1. Корпус
2. Лицевая панель
3. Амперметр
- 4, 19. Вольтметр
5. Тумблер
6. Переключатель положений
7. Кнопка
8. Клемма
9. Предохранитель
- 10, 20. Сигнальная лампа
11. Штепсельный разъем
12. Контактная скоба
13. Нижняя крышка
14. Верхняя крышка
15. Основание
16. Хвостовик
17. Магнит
18. Заземляющий провод



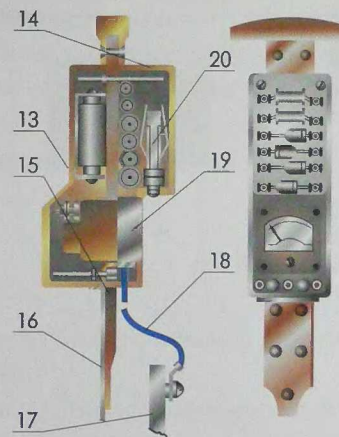
ПРИБОР П-ЭПТ



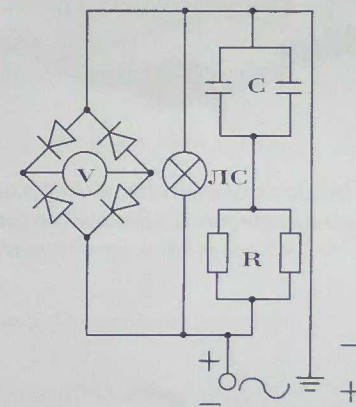
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА П-ЭПТ



НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ТОКА И КОЛИЧЕСТВА
ВКЛЮЧЕННЫХ ЭВР



УНИВЕРСАЛЬНЫЙ
РАЗМЫКАТЕЛЬ



ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА
УНИВЕРСАЛЬНОГО РАЗМЫКАТЕЛЯ

Для проверки работоспособности двухпроводного электропневматического тормоза (ЭПТ) пассажирских поездов используют специальные приборы, такие как П-ЭПТ, универсальный размыкатель и др. Переносной прибор П-ЭПТ имеет металлический корпус 1, на лицевой панели 2 которого расположены амперметр 3, вольтметр 4, тумблер 5, переключатель положений 6, кнопки 7, клеммы 8, предохранители 9, сигнальная лампа 10.

При проверке ЭПТ к прибору подключают, как показано на плате, аккумуляторную батарею вагона АБ с отсоединенным заземлением, линейные провода № 1 и № 2 с помощью штепсельного разъема 11 через контактную скобу 12, соединяемую с головкой электродукава № 369А (или через зажимы в клеммной коробке вагона), а также заземляют клемму 3.

Когда переключатель ПП находится в положении отпуска О реле ТР, ОР и К не возбуждены. Через выключатель В и контакты первого и второго реле при этом "плюс" источника питания подается на выпрямительный мост ВК, реле КР, кнопки КВ, КБ и к клемме 2.

"Минус" источника поступает к клемме 1 прибора, и если линейные провода ЭПТ подключены для проверки и находятся в исправном состоянии, то возбуждается контрольное реле КР и загорается лампа ЛС. Амперметр и вольтметр прибора показывают при этом силу тока и напряжения, подаваемые в линию ЭПТ.

При переключении последовательно возбуждаются реле ОР и К и на клеммы 1 и 3 подаются соответственно "минус" и "плюс". В режиме торможения возбуждаются реле ТР и К и полярность подаваемого на клеммы 1 и 3 напряжения меняется на обратную. С помощью реле КР и лампы ЛС осуществляется непрерывный контроль за состоянием линейных цепей ЭПТ при любых положениях переключателя ПП.

По известным значениям тока (I , А) и напряжения (U , В) в различных режимах работы ЭПТ с помощью приведенных на плате номограмм можно определить количество N включенных электровоздухораспределителей (ЭВР). Номограммы позволяют решить и прямую задачу: по известным значениям напряжения аккумуляторной батареи и количеству

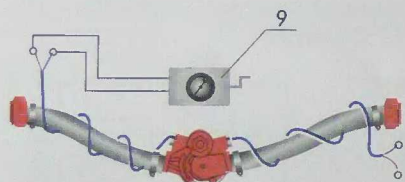
ЭВР найти величину потребляемого тока. На плате показаны графические решения этих задач для напряжений 45 и 50 В при 16-ти подключенных ЭВР.

Для определения величины напряжения постоянного или переменного тока в цепях ЭПТ, мест замыкания или обрыва проводов № 1 и № 2 в составе, а также правильность их подключения с электрическими контактами соединительных рукавов без их разъединения используют специальный прибор — универсальный размыкатель. Он состоит из нижней 13 и верхней 14 металлических крышек, основания 15 из изоляционного материала, токопроводящего хвостовика 16, постоянного магнита 17 и заземляющего провода 18, вольтметра 19 и лампы 20.

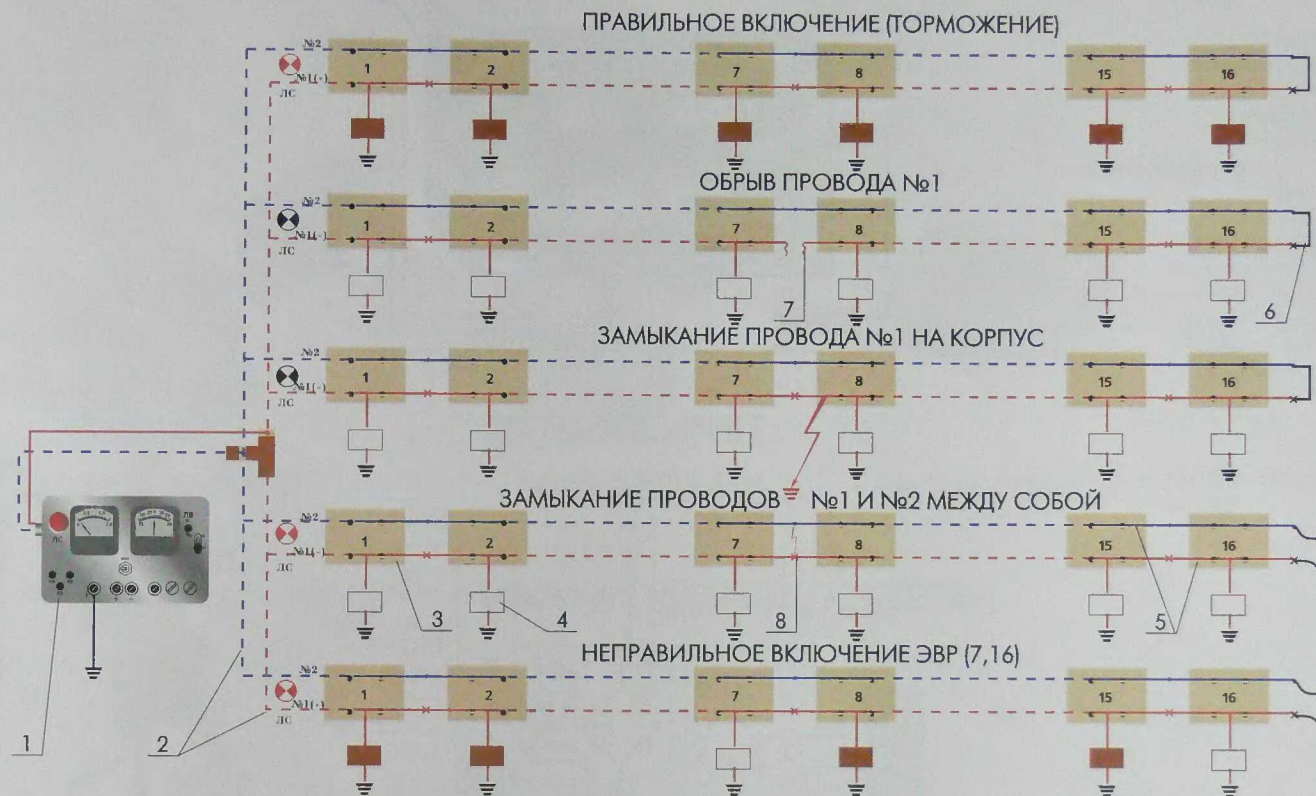
Размыкатель вставляют между контактами головок электродукавов без их разъединения, а постоянный магнит 17 кладут на рельс. При наличии тока в цепях ЭПТ лампа 20 загорается, а вольтметр 19 показывает величину напряжения в них.

ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗА В ПАССАЖИРСКИХ СОСТАВАХ

1. Прибор П-ЭПТ
2. Электрический провод
3. Клеммная коробка
4. Электровоздухораспределитель
5. Междувагонное соединение
6. Концевая заделка
7. Обрыв провода
8. Короткое замыкание
9. Мегаомметр



При расцепленных головках рукавов междувагонных соединений провода № 1 и № 2 должны быть замкнуты



Проверку исправности и действия электропневматических тормозов (ЭПТ) производят с помощью переносного прибора П-ЭПТ, подключая его к ЭПТ на вагоне так, как показано на предыдущем плакате. Затем, включив выключатель В прибора кратковременным нажатием кнопок КВ и КЗ, проверяют целостность электрических проводов № 1 и № 2, а также их возможное замыкание на землю. При исправной электрической линии лампа ЛС будет гореть, а при ее обрыве, как показано на плакате, не загорится. Если на одном из вагонов, например на восьмом, замыкает на корпус какой-либо провод, то лампа ЛС погаснет после нажатия кнопки КЗ.

Проверка работоспособности тормоза осуществляется путем последовательного переключения ПП в положение перекрыши П, затем на 1,5–2 с, в режим торможения Т и обратно в положение П. При этом амперметр вначале покажет величину тока, потребляемого вентилем отпуска, а затем общую, совместно с вентилем торможения. После перевода ПП из тормозного в положение перекрыши электровоздухораспределители ЭВР не должны самопроизвольно отпускать тормоза.

Затем выполняют полное служебное торможение с выдержкой переключателя ПП в положении Т в течение 2,5–3,5 с и возвращают его в положение П. Проверку тормозов на отпуск осуществляют кратковременным переводом ПП в положение О из положения П и обратно. При этом всякий раз должна происходить ступень отпуска. Полный отпуск вместо ступени является признаком неисправной работы ЭВР. Переводом переключателя ПП на 8–10 с в положение О добиваются полного отпуска тормоза. В течение всей проверки действия ЭПТ лампа ЛС должна гореть непрерывно, что свидетельствует о его исправности.

Чтобы выявить замыкание проводов № 1 и № 2 между собой, исключая возможность контроля целостности электрической линии в последующих вагонах, необходимо раз замкнуть контакты в головке электрорукава № 369А по следнего вагона. При погасании лампы ЛС соединения проводов нет. Если она продолжает гореть — значит провода замкнуты.

Неправильное подключение ЭВР вместо рабочего к контрольному проводу можно выявить прибором П-ЭПТ, включив ПП на режим торможения с разомкнутыми проводами № 1 и № 2 на последнем вагоне. Подключенные неправильно ЭВР при этом не работают (вагоны 7, 16), так как провод № 2 будет обесточен.

Сопротивление изоляции проводов № 1 и № 2 между собой и по отношению к корпусу головок должно быть не менее 10 МОм. Оно измеряется мегаомметром при напряжении 1000 В.

После устранения всех неисправностей отключают прибор П-ЭПТ и подвешивают рукава в головной и хвостовой частях поезда на изолированные подвески.

8. КОМПРЕССОРЫ И РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ

Компрессоры предназначены для создания сжатого воздуха, а регуляторы давления для управления ими, с целью поддержания определенного уровня давления в главных резервуарах локомотива.

Компрессоры вместе с главными резервуарами должны удовлетворять следующим основным требованиям:

— полностью обеспечивать потребность в сжатом воздухе в поездах при его наибольшем допустимом расходе;

— обладать необходимой производительностью и создавать требуемое давление в главных резервуарах за установленное время;

— обеспечивать температуру подаваемого сжатого воздуха в тормозную магистраль не более чем на 2 °С выше температуры окружающей среды, а его относительную влажность не более 85 %;

— исключать попадание конденсата и масла в тормозную магистраль и воздухораспределители;

— осуществлять полный отпуск тормозов при неработающем компрессоре после ПСТ или ЭТ только за счет запаса сжатого воздуха в главных резервуарах;

— обладать высокой надежностью (0,003 отказа на 1 тыс. ч работы), низким удельным энергопотреблением (8 кВт на сжатие 1 м³/мин) и удельной массой не более 70 кг (без двигателя) на 1 м³/мин подачи компрессора.

Компрессоры классифицируют по следующим признакам:

— типу привода (электро-, дизель компрессоры и паровоздушные насосы);

— числу ступеней сжатия (одно- и двухступенчатые);

— количеству цилиндров (одно-, двух- и трехцилиндровые);

— расположению цилиндров (горизонтального, вертикального, V- и W-образного).

Для определения необходимой производительности компрессорных установок и объемов главных резервуаров вначале находят общий часовой расход сжатого воздуха в поезде $Q_{\text{общ}}$:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{тор}} + Q_{\text{ут}} + Q_{\text{ут}}^r + Q_{\text{др}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (8.1)$$

где $Q_{\text{тор}}$, $Q_{\text{ут}}$, $Q_{\text{ут}}^r$ и $Q_{\text{др}}$ — расход воздуха соответственно на торможение, утечки из тормозной сети, утечки из главных резервуаров и собственные нужды, м³/ч.

Последние два расхода зависят от типа локомотива и как среднесетевые известны. Расход воздуха на торможение определяют по выражению

$$Q_{\text{тор}} = 10 \Delta p_{\text{м}} V_{\text{тс}} n, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (8.2)$$

где $\Delta p_{\text{м}}$ — глубина разрядки ТМ при регулировочных торможениях, МПа;

$V_{\text{тс}}$ — объем тормозной сети поезда, м³;

n — число торможений за один час.

$$V_{\text{тс}} = V_{\text{м}} + V_{\text{зр}} + V_{\text{рк}} + V_{\text{зк}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (8.3)$$

где $V_{\text{м}}$ — объем магистрального воздухопровода, м³ [9];

$V_{\text{зр}}$ — объем запасных резервуаров в поезде, м³;

$V_{\text{рк}}$, $V_{\text{зк}}$ — объем рабочих и золотниковых камер воздухораспределителей в поезде, м³.

Расход воздуха на утечки из тормозной системы поезда находят по формуле:

$$Q_{\text{ут}} = 600 \Delta P_{\text{ут}} V_{\text{тс}}, \text{ м}^3, \quad (8.4)$$

где $\Delta P_{\text{ут}}$ — допустимое снижение давления в ТМ за одну минуту (0,02 МПа/мин).

Требуемая производительность компрессора рассчитывается следующим образом

$$Q_{\text{ком}} = \mu \frac{Q_{\text{общ}}}{60}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (8.5)$$

где μ — коэффициент, которым учитываются остановки компрессора для охлаждения ($\mu = 1,3-1,5$).

По справочным данным [9] подбираются компрессорные установки с суммарной производительностью, превышающей полученную по формуле (8.5).

8. Компрессоры и регуляторы давления

Ориентировочно объем ГР ($V_{гр}$) выбирается из условия возможного восстановления нормального зарядного давления в ТМ поезда (без зарядки ЗР и ВР) за счет использования перепада давления в ГР при неработающем компрессоре

$$V_{гр} = \frac{\Delta P_m V_m}{\Delta P_{гр}}, \text{ м}^3, \quad (8.6)$$

где ΔP_m — глубина разрядки ТМ при ПСТ (0,15—0,17 МПа);

$\Delta P_{гр}$ — допустимый перепад давления воздуха в ГР электровазов (0,15 МПа).

Для улучшения условий охлаждения сжатого компрессором воздуха и размещения ГР на локомотиве его расчетный объем набирают из нескольких меньших резервуаров, включенных последовательно и выпускаемых промышленностью [9]. Правильность подбора объема ГР проверяется по неравенству (8.7), исходя из условия подачи воздуха без заметной пульсации, которая может при неблагоприятных условиях вызвать отпуск тормозов головных вагонов в поезде

$$V_{гр} \geq 120lV_{цвс}, \quad (8.7)$$

где $l, V_{цвс}$ — число цилиндров второй ступени сжатия и их объем, м³.

Чтобы гарантировать отпуск и зарядку тормозов с учетом наполнения запасных резервуаров за 4 мин после полного служебного и за 5 мин после экстренного торможения для длиннооставных поездов (400 осей), дважды для этих случаев выполняют следующий расчет:

$$Q_{ком} = \frac{\Delta P_m V_m + \Delta P_{рк} V_{рк} + \Delta P_{зк} V_{зк} + \Delta P_{yt} V_{тс} t_{от} + V_{зр}(P_{зр} - P'_{зр}) - \Delta P_{гр} V_{гр}}{0,1t_{от}}, \quad (8.8)$$

где ΔP_m — глубина разрядки ТМ при ПСТ и ЭТ соответственно 0,15—0,17 МПа и 0,53—0,55 МПа;

$\Delta P_{рк}$ — снижение давления в рабочих камерах ВР (0,05—0,06 МПа);

$\Delta P_{зк}$ — снижение давления в золотниковых камерах ВР (при ПСТ 0,15—0,17 МПа, при ЭТ 0,53—0,55 МПа);

$P_{зр}$ — давление в запасном резервуаре (0,53—0,55 МПа);

$P'_{зр}$ — минимальное давление в ЗР при торможении (0,4 МПа);

$\Delta P_{гр}$ — допускаемый перепад давления в ГР (после ПСТ — 0,12 МПа, после ЭТ — 0,35 МПа);

$t_{от}$ — время отпуска после ПСТ — 4 мин, после ЭТ — 5 мин.

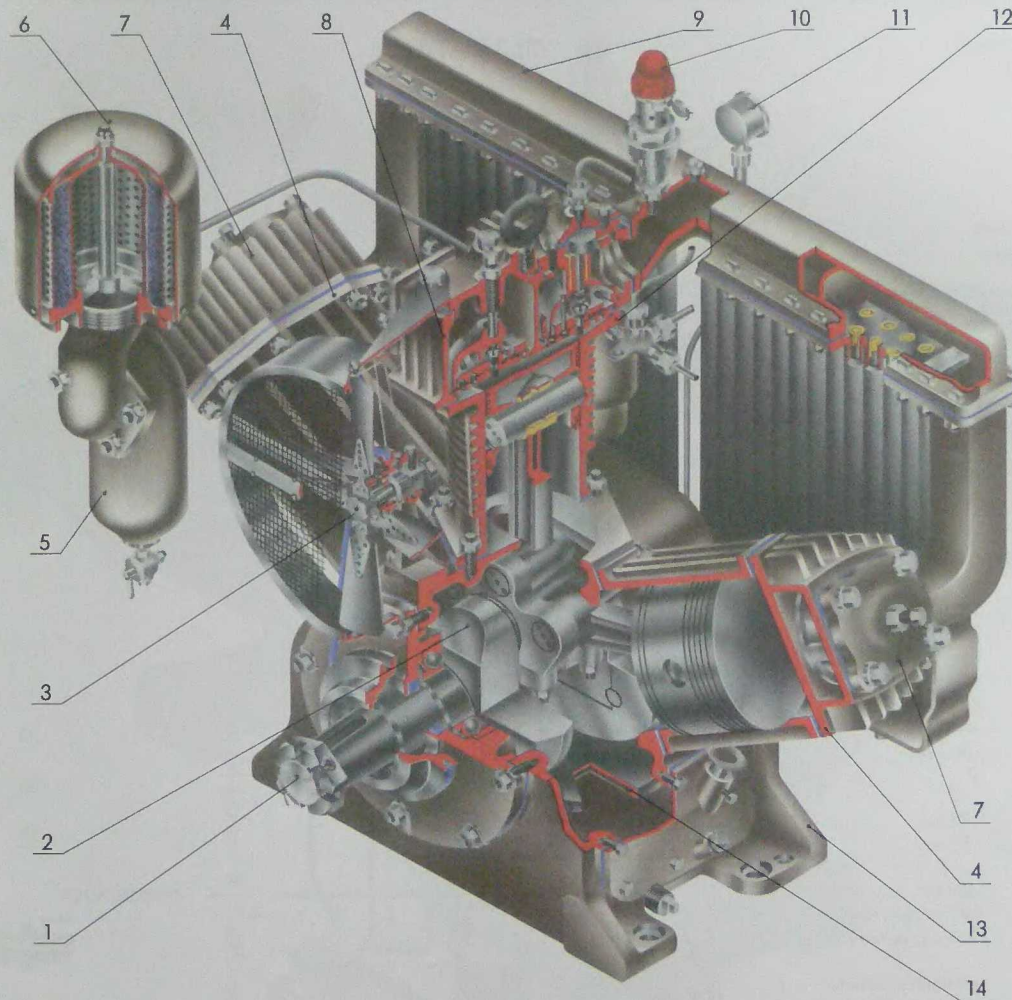
Оба расчета по выражению (8.8) должны дать результат, меньший суммарной производительности выбранных компрессорных установок. В противном случае увеличивают их производительность количеством или типом выбираемых компрессоров и вновь производят приведенные выше расчеты.

Используемые в настоящее время на отечественном подвижном составе поршневые компрессоры по ряду показателей не соответствуют предъявляемым к ним требованиям и морально устарели. Перспективными в этом плане являются широко применяемые за рубежом винтовые компрессоры, разработка которых для условий эксплуатации отечественного подвижного состава ведется в настоящее время.

КОМПРЕССОР КТ6 (конструкция)

E1
ЛИСТ 1

1. Коленчатый вал
2. Узел шатунов
3. Вентилятор с приводом и кожухом
4. Цилиндр низкого давления с поршнем
5. Сборник
6. Всасывающий фильтр
7. Клапанная коробка низкого давления
8. Клапанная коробка высокого давления
9. Холодильник
10. Предохранительный клапан
11. Манометр масляного насоса
12. Цилиндр высокого давления с поршнем
13. Корпус компрессора
14. Масляный фильтр
15. Нагнетательный клапан
16. Всасывающий клапан с разгрузочным устройством
17. Пружина возврата упора
18. Упор
19. Пружина стержня
20. Стержень с диском
21. Диафрагма
22. Опорный болт
23. Лопасти
24. Клапан редуктора
25. Стопорная шайба
26. Пружина
27. Штуцер
28. Фланец
29. Втулка
30. Приводной валик
31. Корпус
32. Крышка



Компрессор является поршневой трехцилиндровой машиной с двухступенчатым сжатием, W-образным расположением цилиндров. Дизель-компрессоры КТ-6 и КТ-7 с приводом от вала дизеля через муфту, отличаются только направлением вращения коленчатого вала, вентилятора и масляного насоса. Для перехода на холостой режим при достижении максимального давления, регулятором давления ЗРД подается сжатый воздух в клапанные коробки к разгрузочным устройствам и компрессор прекращает нагнетать воздух. КТ-6Эл-мотор-компрессор с приводом от электродвигателя имеет меньшую скорость вращения вала и производи-

тельность. Регулятором давления АК-11Б через магнитный пускатель обеспечивается включение и выключение двигателя компрессора для поддержания давления в главных резервуарах в установленных пределах. Оптимальный рабочий режим по продолжительности включения компрессора в цикле составляет ПВ = 15–25 %, а максимальный ПВ = 50 %. Длительность цикла не более 10 мин.

Разделение процесса сжатия воздуха на две ступени в компрессорах вызвано тем, что при повышении давления до 0,5 МПа его температура значительно повышается, что затрудняет нормальную смазку цилиндр-

ов. Нагрев масла приводит к его окислению и возникновению нагара на стенках цилиндров. Кроме того, нагрев сжимаемого воздуха вызывает повышение расхода энергии на работу компрессора и снижение его кпд. Поэтому давление воздуха после первой ступени сжатия обычно составляет 0,2–0,4 МПа, и он направляется в холодильник для промежуточного охлаждения. Вторая ступень сжатия компрессоров обеспечивает повышение давления до конечного 0,75–0,9 МПа, необходимого для главных резервуаров локомотивов по условиям работы автотормозов.

КОМПРЕССОР КТ6 (принцип действия)

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ К СХЕМЕ ДЕЙСТВИЯ КОМПРЕССОРА

- А, Г — трубопроводы
- Б — холодильник
- В — камера
- Д — фильтр
- ЦВД — цилиндр высокого давления
- ЦНД — цилиндр низкого давления

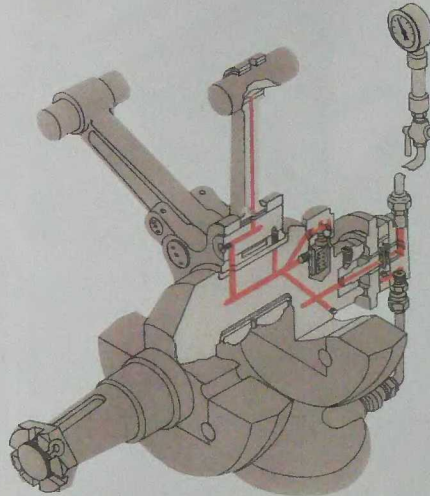
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ К МАСЛЯНОМУ НАСОСУ

- А — всасывающая полость
- Б — нагнетающая полость
- В — канал выхода масла
- Г — канал входа масла
- Д — диск приводного валика

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Производительность КТ-6, 7	5,3 м ³ /мин
КТ-6Эл	2,75 м ³ /мин
Число оборотов вала КТ-6, 7	850 об/мин
КТ-6Эл	440 об/мин
Давление нагнетания	0,9 МПа
Потребляемая мощность КТ-6, 7	44 кВт
КТ-6Эл	24,2 кВт
Число ступеней сжатия	2
Диаметры цилиндров	
первой ступени	198 мм
второй ступени	155 мм
Вес компрессора КТ-6, 7	630 кгс
КТ-6Эл	122 кгс/(м ³ /мин)
Удельная металлоемкость КТ-6, 7	295 кгс/(м ³ /мин)
КТ-6Эл	
Смазка:	комбинированная
компрессора	от масляного насоса
шатунных подшипников	разбрызгиванием
цилиндров и поршней	50—70 г/ч
Расход масла	
Габаритные размеры	760x1320x1105 мм

УЗЕЛ ШАТУНОВ



КЛАПАННАЯ КОРОБКА

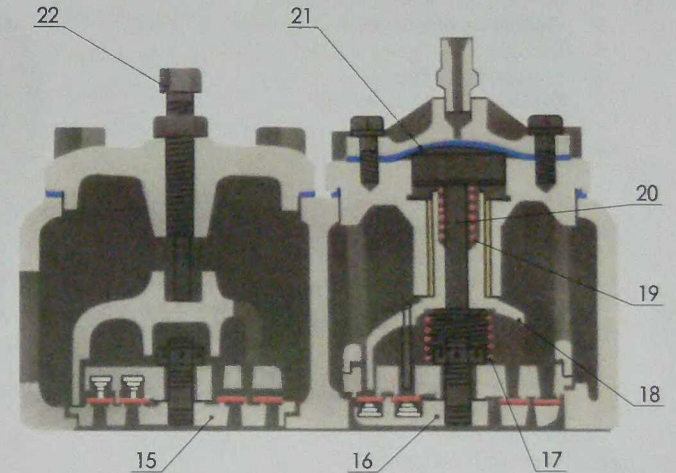
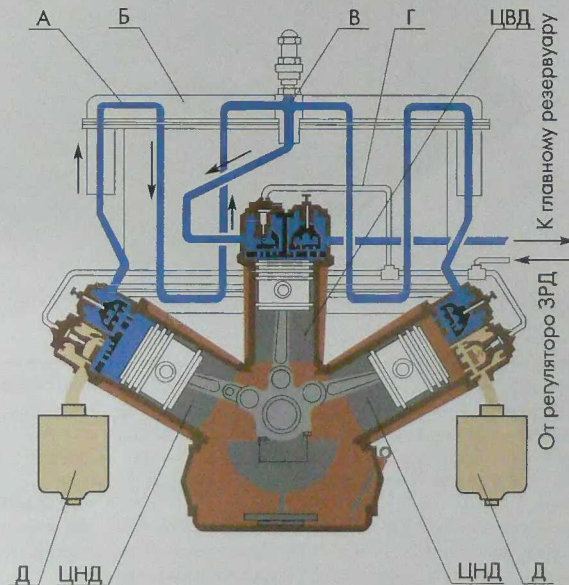
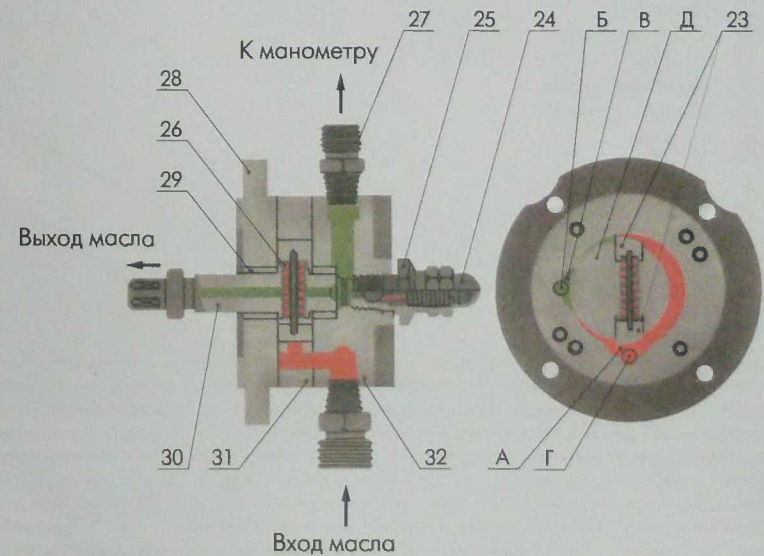


СХЕМА ДЕЙСТВИЯ КОМПРЕССОРА



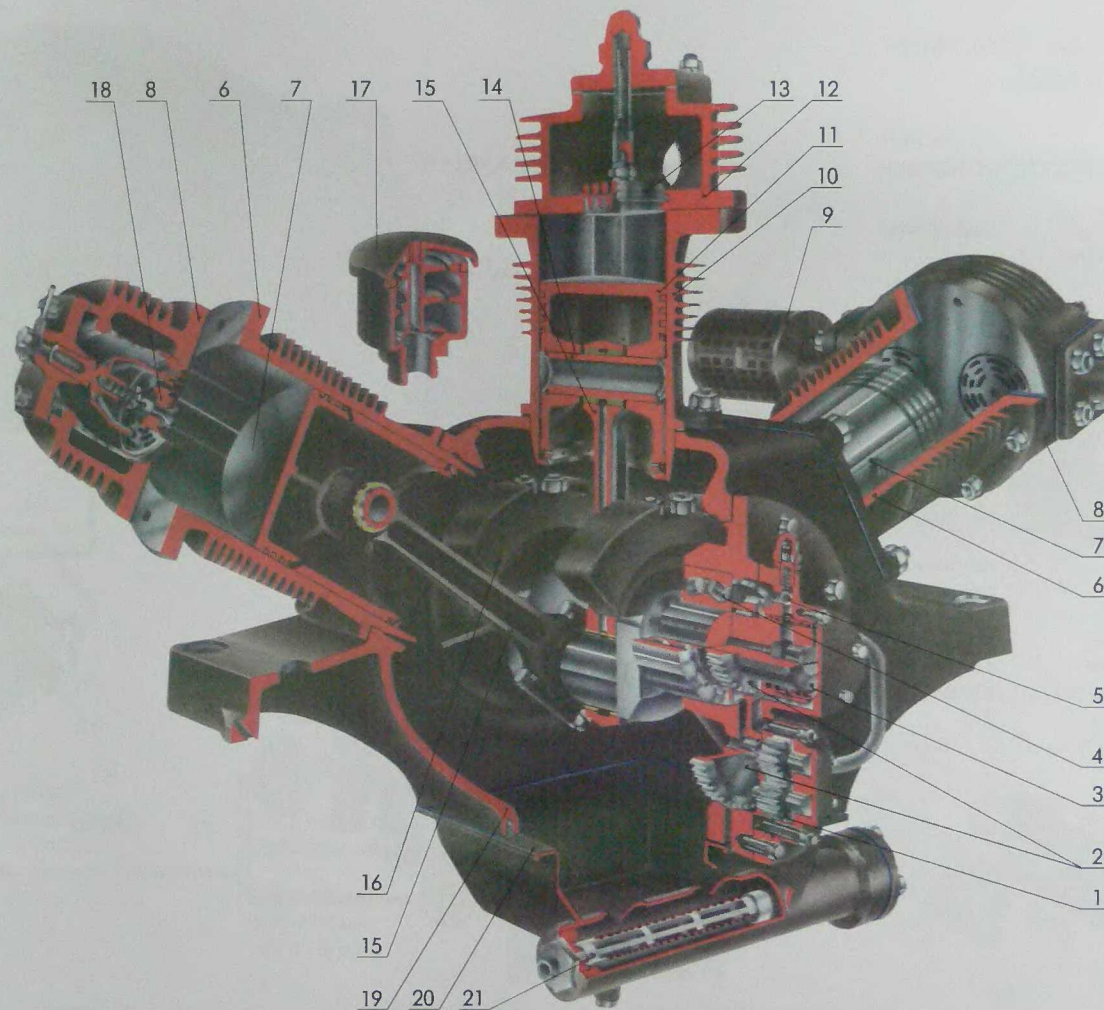
МАСЛЯНЫЙ НАСОС



КОМПРЕССОР К2 (конструкция)

E2
ЛИСТ 1

1. Масляный насос
2. Шестерни привода масляного насоса
3. Коленчатый вал
4. Подшипник коленчатого вала
5. Клапан системы масляного давления
6. Цилиндр первой ступени
7. Поршень первой ступени
8. Головка первой ступени
9. Воздушный фильтр
10. Цилиндр второй ступени
11. Поршень второй ступени
12. Головка второй ступени
13. Нагнетательный клапан
14. Шатунные пальцы
15. Шатуны
16. Противовес
17. Сапун
18. Всасывающий клапан
19. Корпус
20. Поддон
21. Масляный фильтр



Компрессор К2 является поршневой трехцилиндровой машиной с двумя степенями сжатия, W-образным расположением цилиндров. Привод компрессора осуществляется от дизеля (на тепловозах ЧМЭ2 и ЧМЭ3) или от электродвигателя (на электровозах серии ЧС). Охлаждение воздушное, естественное. Управление работой дизель-компрессора производится

регулятором ЗРД, который при достижении максимального давления подает сжатый воздух в клапанные коробки к разгрузочным устройствам для перехода на холостой ход. Мотор-компрессор управляется регулятором давления ТSP-2В (ТSP-11). В зимнее время масло в поддоне подогревается тепловым электрическим элементом от аккумуляторной батареи. При повы-

шении давления масла величины 0,25—0,35 МПа его избыток сбрасывается через клапан в картер. Давление в системе смазки контролируется по манометру.

КОМПРЕССОР К2 (принцип действия)

Технические характеристики

Производительность	2,63 м ³ /мин
Номинальное число оборотов коленчатого вала	720 об/мин
Давление нагнетания	0,9 МПа
Потребляемая мощность	19 кВт
Число ступеней сжатия	2
Вес компрессора	360 кгс
Диаметры цилиндров:	
первой ступени	155 мм
второй ступени	125 мм
Ход поршней	120 мм
Удельная металлоемкость	137 кгс/(м ³ /мин)
Смазка:	
компрессора	комбинированная
шатунных подшипников	от масляного насоса
цилиндров и поршней	разбрызгиванием
Давление в системе смазки	0,25—0,35 МПа
Количество масла в картере	4,5 литра
Габаритные размеры	1043x867x911 мм

СИСТЕМА СМАЗКИ КОМПРЕССОРА

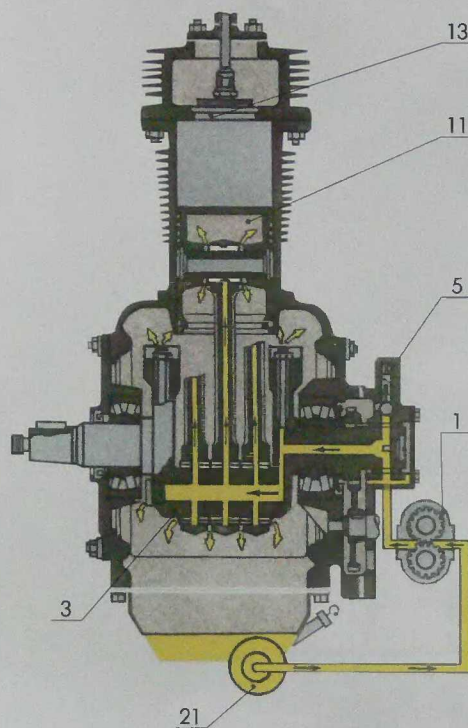
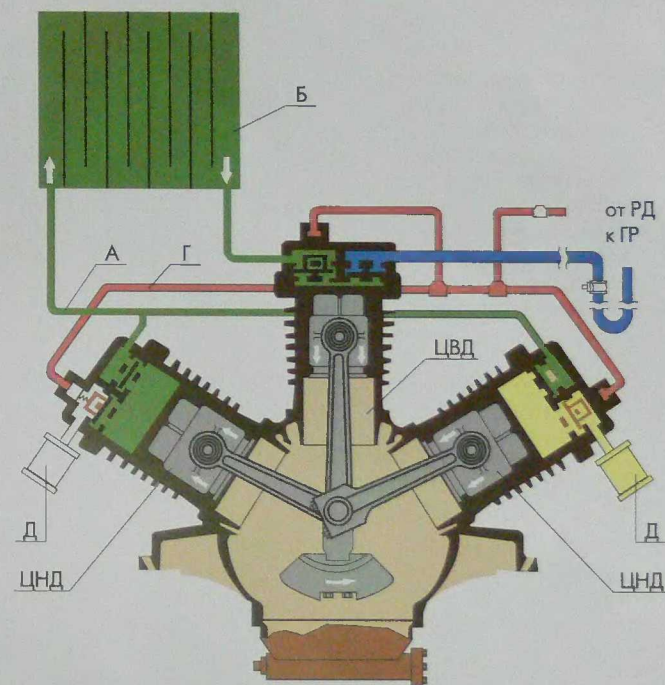


СХЕМА РАБОТЫ КОМПРЕССОРА



ЭЛЕКТРОКОМПРЕССОР ЭК-7Б, В

ЕЗ

1. Корпус компрессора
2. Шестеренчатый редуктор
3. Эксцентриковая ось
4. Коленчатый вал
5. Шатунный болт
6. Крышка шатуна
7. Шатун
8. Маслоразбрызгиватель
9. Шарикоподшипник
10. Крышка шарикоподшипника
11. Поршневые маслосъемные кольца
12. Поршневые уплотнительные кольца
13. Блок цилиндров
14. Плиты клапанов
15. Всасывающая полость
16. Нагнетательная полость
17. Крышка клапанов
18. Прокладка
19. Клапанные пластины
20. Поршневой палец
21. Поршни
22. Маслоотбойная шайба
23. Вал электродвигателя
24. Электродвигатель

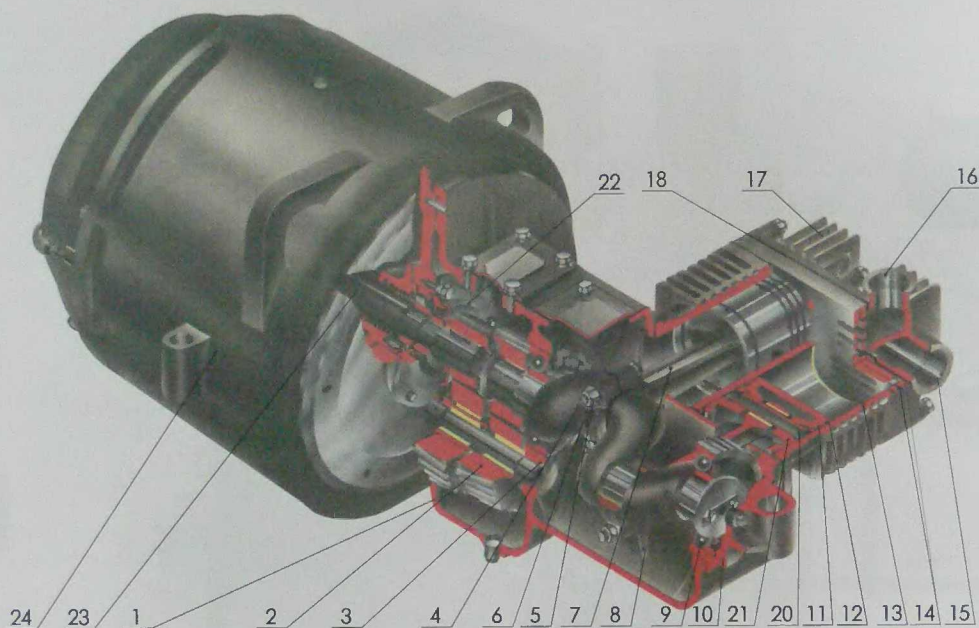
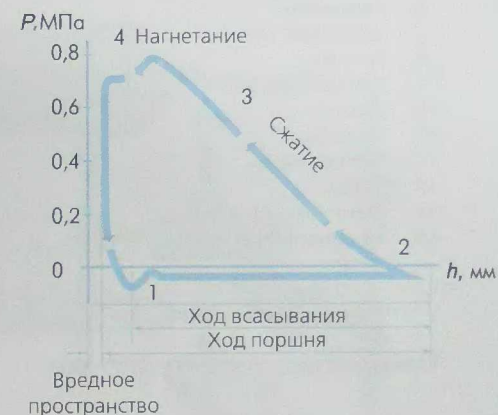
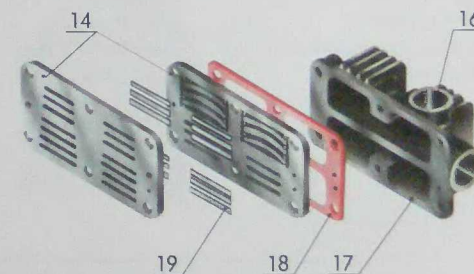
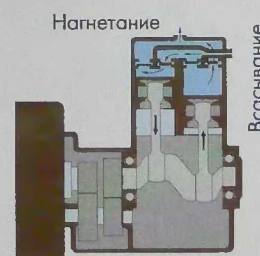


СХЕМА РАБОТЫ КОМПРЕССОРА

ИНДИКАТОРНАЯ ДИАГРАММА РАБОТЫ КОМПРЕССОРА



ДЕТАЛИ КЛАПАННОЙ КОРОБКИ



Технические характеристики ЭК-7В

Производительность	0,58 м ³ /мин	Диаметр цилиндров	112 мм
Номинальное число оборотов коленчатого вала	540 об/мин	Удельная металлоемкость	203,4 кгс/(м ³ /мин)
Давление нагнетания	0,8 МПа	Смазка компрессора	барботажная
Потребляемая мощность	4,7 кВт	Габаритные размеры (с двигателем)	
Число ступеней сжатия	1	длина	520 (940) мм
Вес компрессора	118 (428) кгс	ширина	604 (702) мм
		высота	440 (510) мм

В связи со сравнительно слабым охлаждением компрессоров, применяемых на железнодорожном транспорте, они используются в режимах повторно-кратковременного включения с продолжительностью включенного состояния (ПВ) не более 50 % в цикле до 10 мин. Непрерывная работа одноступенчатого и двухступенчатого компрессоров может происходить в течение соответственно не более 15 и 45 мин, но не чаще одного раза в течение двух часов. Температура воздуха на расстоянии 0,8 до 1,0 м от цилиндра высокого давления в нагнетательной трубе не должна превышать 200 °С при ПВ = 50 %. Температура масла в картере компрессоров при этом не должна быть более 85 °С. Теоретическую производительность компрессоров Q_t , определяют по выражению:

$$Q_t = F \cdot h \cdot n \cdot i, \text{ м}^3/\text{мин},$$

где F — площадь поршня цилиндра низкого давления (ЦНД), м²;
 h — ход поршня, м;
 n — число ходов в одну минуту;
 i — число ЦНД.

Оценку производительности компрессоров на практике выполняют по времени наполнения главных резервуаров с 0,7 до 0,8 МПа (при номинальном напряжении на электроподвижном составе, или работе дизеля на нулевой позиции контроллера), сравнивая его с табличным для конкретной серии локомотива, электропоезда или дизель-поезда.

Компрессор ЭК-7В и аналогичный ему ЭК-7Б, отличающиеся только типом электродвигателя, применяют на электропоездах соответственно переменного и по-

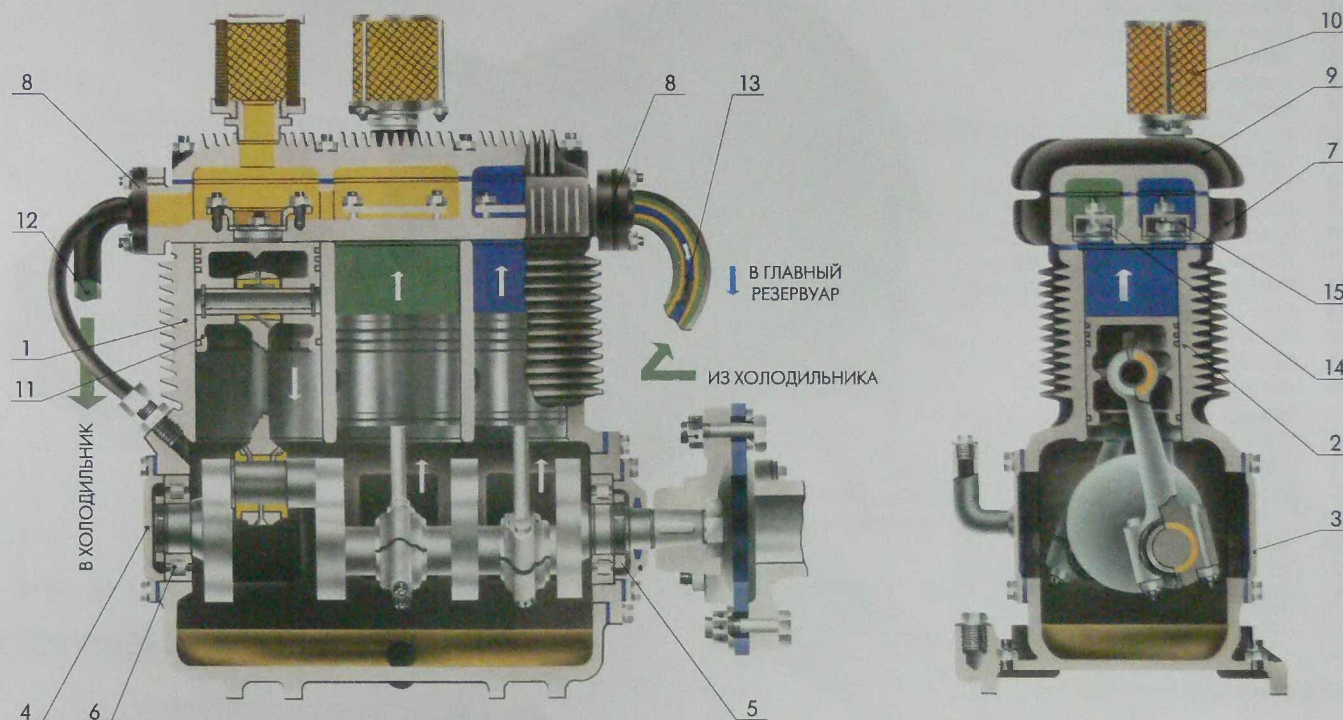
стоянного тока. Эти компрессоры являются поршневыми двухцилиндровыми, горизонтальными, одноступенчатыми машинами низкого давления и малой производительности. Охлаждение этих агрегатов воздушное, естественное. Управление работой мотор-компрессоров осуществляется регулятором давления АК-11Б. Смазка трущихся узлов обеспечивается за счет шестерен редуктора, частично погруженных в масло, и маслоразбрызгивателей. Возникающий при их вращении масляный туман оседает на трущихся деталях и смазывает их, однако уровень масла при этом должен поддерживаться не ниже допустимого.

КОМПРЕССОР МК-135 (принцип действия)

1. Цилиндр низкого давления
2. Цилиндр высокого давления
3. Боковые крышки
- 4, 5. Крышки
6. Подшипник
7. Клапанная коробка
8. Фланец
9. Крышка верхняя
10. Фильтр
11. Поршень
12. Трубопровод
13. Труба
14. Всасывающий клапан
15. Нагнетательный клапан

Технические характеристики

Производительность	1,5 м ³ /мин
Число оборотов вала	720 об/мин
Давление нагнетания	0,9 МПа
Потребляемая мощность	12,5 кВт
Число ступеней сжатия	2
Вес компрессор	160 кгс
Диаметры цилиндров:	
первой ступени	135 мм
второй ступени	105 мм
Удельная металлоемкость	106 кгс/(м ³ /мин)
Габаритные размеры	750x380x585 мм



Компрессор МК-135 применяется на дизель-поездах серий Д, Д1 и тепловозах ВМЭ венгерской постройки. Он представляет собой поршневую трехцилиндровую машину двухступенчатого сжатия с вертикальным расположением двух цилиндров низкого 1 и одного цилиндра 2 высокого давления. На картере расположены шесть боковых крышек 3 и две крышки 4, 5 для подшипников 6. Клапанная коробка 7 имеет два боковых фланца 8 и верхнюю крышку 9 с двумя всасываю-

щими фильтрами 10. Внутренние перегородки разделяют всасывающие и нагнетательные полости, в которых помещено по три всасывающих и нагнетательных клапана пластинчатого (кольцевого) типа, как у компрессора К-2.

Сапун обеспечивает в картере атмосферное давление и препятствует выбрасыванию масла. Воздух в цилиндры первой ступени сжатия поступает через фильтры 10 и всасывающие клапаны при движении поршней 11 вниз. При обратном

ходе каждого из них сжатый воздух через нагнетательный клапан и трубопровод 12 подается в холодильник радиаторного типа, откуда по трубе 13 через всасывающий клапан 14 проходит в цилиндр второй ступени сжатия и выпускается через нагнетательный клапан 15 в главные резервуары.

КОМПРЕССОР ВВ-1.5/9 (принцип действия)

E5

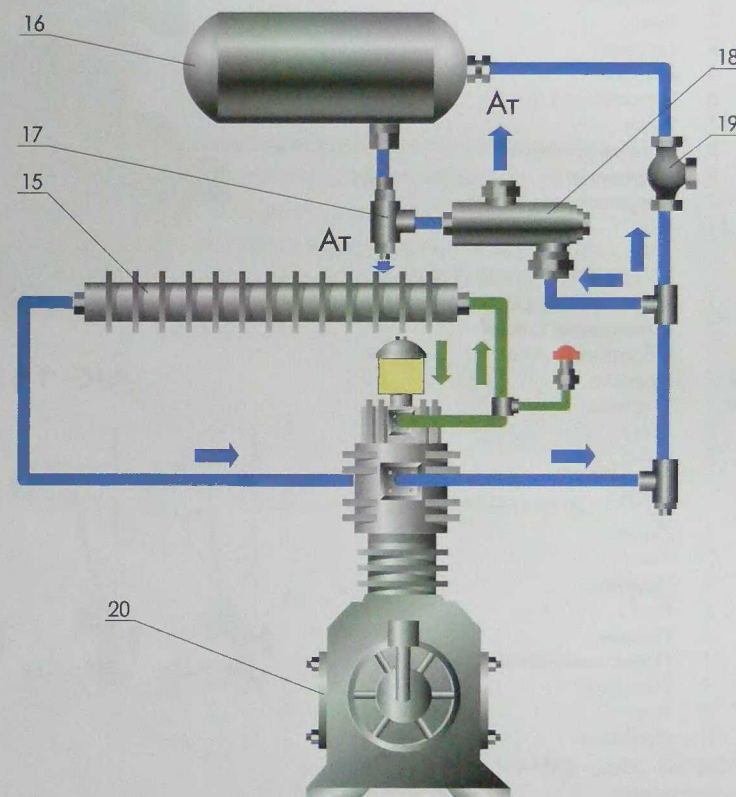
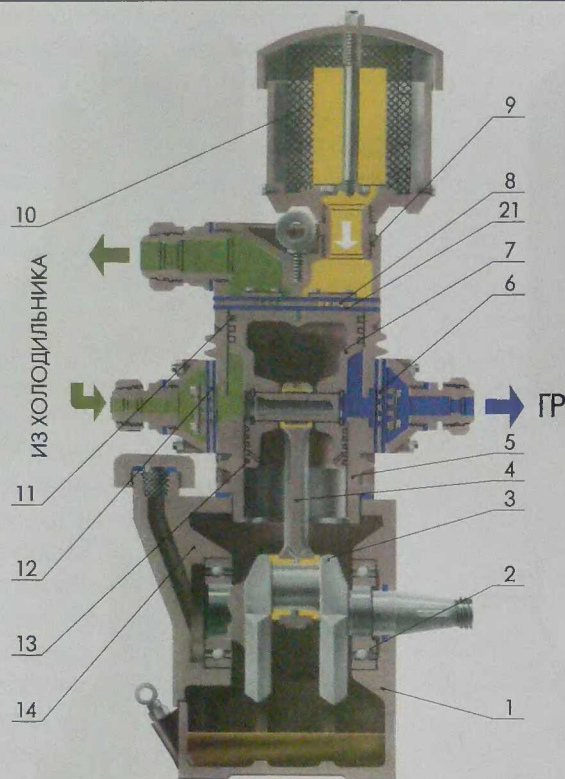
1. Корпус
2. Подшипник
3. Коленчатый вал
4. Шатун
5. Цилиндр
6. Клапан
7. Поршень
8. Клапан
9. Крышка
10. Фильтр
11. Компрессионное кольцо
12. Клапан
13. Кольцо
14. Задняя крышка
15. Холодильник
16. Главный резервуар
17. Регулировочный клапан
18. Клапан холостого хода
19. Обратный клапан
20. Крышка
21. Прокладка

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ГР — главный резервуар
Ат — атмосфера

Технические характеристики

Производительность	1,75 м ³ /мин	Ход поршней:	
Число оборотов вала	1100 об/мин	первой ступени	80 мм
Давление нагнетания	0,9 МПа	второй ступени	80 мм
Потребляемая мощность	13,3 кВт	Удельная металлоемкость	151,4 кгс/(м ³ /мин)
Число ступеней сжатия	2	Габаритные размеры	506x445x1070 мм
Вес компрессора	265 кгс		
Диаметры цилиндров:			
первой ступени	185 мм		
второй ступени	152 мм		



Компрессор является поршневой двухцилиндровой машиной с двухступенчатым сжатием, вертикальным расположением цилиндров и промежуточным охлаждением воздуха в холодильнике. Компрессор состоит из следующих основных узлов: корпуса 1 с крышками 20 и 14, коленчатого вала 3, шатуна 4 с поршнем 7, цилиндра 5, фильтра 10, холодильника 15, клапанов 8 первой ступени сжатия и 6, 12 второй ступени.

Клапаны первой ступени сжатия выполнены ленточными в одном блоке и состоят из десяти всасывающих и восьми нагнета-

тельных пластин. Клапаны второй ступени также ленточные, но они расположены раздельно на противоположных сторонах цилиндра. Каждый клапан состоит из трех прямоугольных пластин.

Смазка поршневых колец цилиндра первой ступени осуществляется эжекционно через вентиляционную трубку, по которой пары масла поступают из корпуса во всасывающую полость крышки. Всасывание воздуха происходит при движении поршня вниз. Сжатие воздуха осуществляется в цилиндре первой ступени при движении поршня вверх. Затем воздух поступает в холодильник

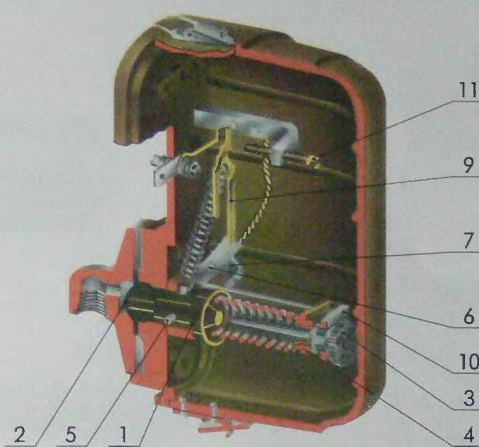
и через всасывающий клапан 12 выталкивается в полость второй ступени.

Через клапаны 6 воздух нагнетается по каналу ГР в главный резервуар 16. Автоматическое управление работой компрессора осуществляется клапанами холостого хода 18, регулировочным 17 и обратным 19. При холостом ходе воздух выходит в атмосферу (Ат) через клапаны 17 и 18.

РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ АК-11Б, ЗРД, ТSP-2В(11)

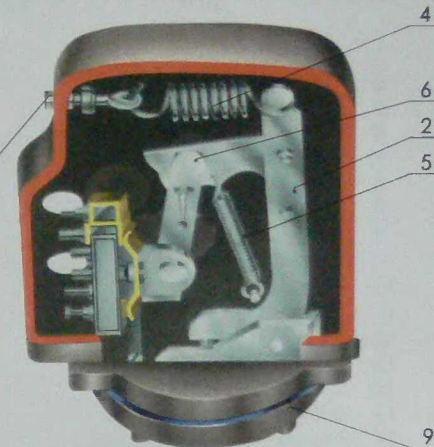
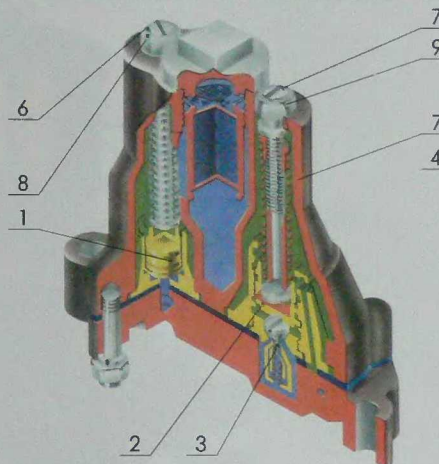
РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ АК-11Б

1. Шток
2. Диафрагма
3. Винт
4. Пружина
5. Подвижная ось
6. Неподвижная ось
7. Рычаг
8. Подвижный контакт
9. Пружина
10. Металлическая планка
11. Винт

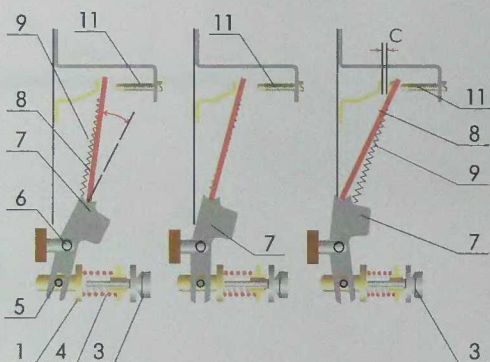


РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ ЗРД

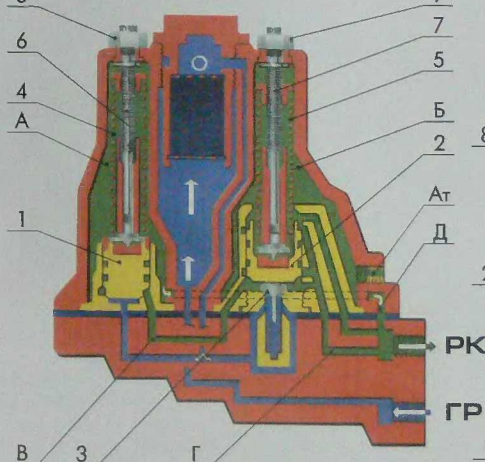
1. Выключающий клапан
2. Включающий клапан
3. Обратный клапан
- 4, 5. Пружина
- 6, 7. Стержень
8. Гайка
9. Гайка



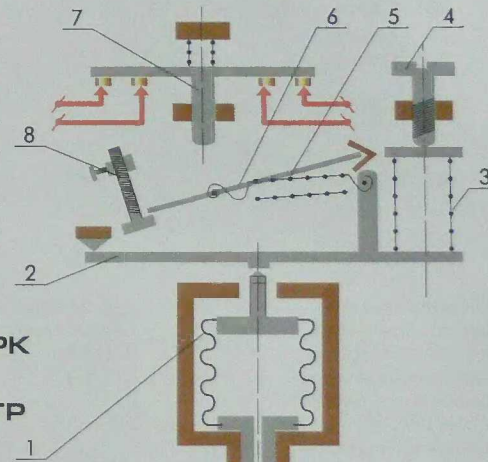
АК-11Б



ЗРД

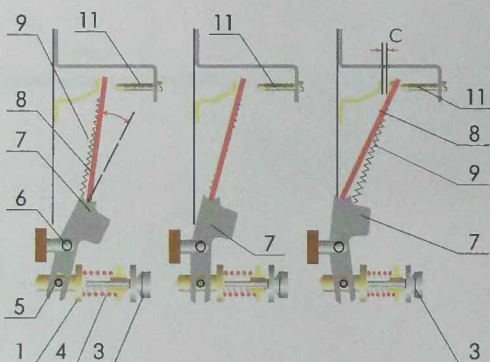


TSP-2B (11)



РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ TSP-11

1. Сильфон
2. Рычаг
3. Пружина
4. Винт
5. Пружина
6. Подвижный контакт
7. Толкатель
8. Винт
9. Прокладка



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Ат — атмосфера
 РК — разгрузочные клапаны
 ГР — главные резервуары
- А, Б — полости
 В, Г, Д — каналы

Для автоматического поддержания давления сжатого воздуха в главных резервуарах (ГР) в установленном диапазоне и управления работой мотор-компрессоров на отечественных электровозах и моторвагонном подвижном составе используют регуляторы давления АК-11Б, но электровозах серий ЧС — регуляторы ТSP-2В(11), а на тепловозах, для управления дизель-компрессорами, регуляторы ЗРД.

Принцип действия первых двух регуляторов давления основан на скачкообразном переходе электрического подвижного контакта из одного устойчивого состояния равновесия в другое. В регуляторе АК-11Б это обеспечивается за счет перемещения штока 1 под воздействием с одной стороны давления в ГР на диафрагму 2, а с другой — усилия предварительно натянутой винтом 3 пружины 4. Штоком 1 через подвижную ось 5 на неподвижной оси 6 поворачивается рычаг 7 и нижний конец подвижного контакта 8 меняет свое положение относительно пружины 9. Пройдя положение неустойчивого равновесия (схема б) подвижный контакт 8 скачкообразно переключается в одно из двух устойчивых состояний при включении (схема а) и при выключении (схема в) компрессора. Винтом 3, за-

крепленным в металлической планке 10, регулируется давление замыкания контакта от 0,3 до 0,9 МПа, а винтом 11 давление, при котором происходит включение компрессора и которое может быть установлено на 0,14–0,20 МПа ниже верхнего.

В регуляторе ТSP-2В(11) давление от ГР действует на сильфон 1 изменяя положение рычага 2, погруженного пружинной 3, усилие которой регулируется винтом 4. Под действием пружины 5 подвижный контакт 6 скачкообразно переключается из одного устойчивого состояния в другое, что обеспечивает замыкание или размыкание контактов толкателем 7. Диапазон поддержания давления в ГР составляет от 0,75±0,02 МПа до 0,9±0,02 МПа и регулируется винтами 8 и 4.

В регуляторе давления ЗРД при нагнетании сжатого воздуха компрессором в ГР выключающий клапан 1, включающий клапан 2 и обратный клапан 3 находятся в нижних положениях под действием пружин 4 и 5. Полости А и Б над клапанами 1 и 2 и разгрузочные клапаны (РК) компрессора сообщены с атмосферой.

Когда давление в ГР достигнет верхнего уровня, на который отрегулирован выключающий клапан 1, он скачкообразно (за счет увеличения площади по мере поднятия) перемещается вверх, пропуская сжатый воздух по каналу В под включающий клапан 2. Последний поднимается (так как его пружина отрегулирована на давление 0,75 МПа), открывая обратный клапан 3, через который сжатый воздух по каналу Г поступает к разгрузочным клапанам, а по каналу Д в полость А. Выключающий клапан 1 за счет выравнивания давлений закрывается. Компрессор переходит в режим холостой прокатки воздуха до тех пор, пока давление в ГР не достигнет 0,75 МПа. При этом клапаны 2 и 3 опускаются, сообщив РК и полость А с атмосферой, что вызывает переход компрессора в режим нагнетания воздуха. После чего указанный цикл повторяется. Верхний и нижний уровни давлений регулятора устанавливаются вращением стержней 6 и 7, которые фиксируются гайками 8 и 9.

9. ВОЗДУХОПРОВОД, АРМАТУРА, ТОРМОЗНЫЕ ЦИЛИНДРЫ И РЕЗЕРВУАРЫ

Воздухопровод представляет собой металлическую трубу с ответвлениями для подключения тормозных приборов и арматуры, и соединительными резиново-тканевыми рукавами с обеих сторон каждого транспортного средства, перекрывааемых концевыми кранами. До 1948 г. диаметр воздухопроводов составлял один дюйм (25,4 мм) и даже в сравнительно коротких по современным представлениям поездах ограничивал темпы протекающих в тормозных магистралях процессов. После увеличения этого диаметра до 1,25 дюйма (34,3 мм) возросла скорость отпускной волны, уменьшился перепад давления между головной и хвостовой частями поезда, улучшились процессы зарядки, отпуска и торможения и появилась возможность удлинения составов.

Основным направлением в совершенствовании воздухопроводов является уменьшение количества резьбовых соединений, заужений, провисаний, вибраций при движении поезда, а также повышение коррозионной стойкости, особенно внутренних стенок труб. С этой целью в последнее время применяют газопрессовую сварку пневматических магистралей, накатывают на них резьбу вместо нарезания, устанавливают концевые краны под углом 60° к горизонтальной оси трубопровода для улучшения прохода кривых участков пути и сохранности головок рукавов на сортировочных горках, а также выполняют ряд других мероприятий по повышению параметров этого важнейшего пневматического канала дистанционного управления тормозами.

Тормозные цилиндры являются пневмомеханическими силовыми органами, преобразующими энергию сжатого воздуха в соответствующее усилие на штоке. Это преобразование необходимо производить с минимальными силовыми потерями и утечками сжатого воздуха. Выход штока ТЦ должен находиться в установленном диапазоне, так как его уменьшение вызывает преждевременный износ тормозных колодок и дополнительное сопротивление движению, а увеличение приводит к завалу рычагов, снижению КПД рычажной передачи и повышенному расходу сжатого воздуха.

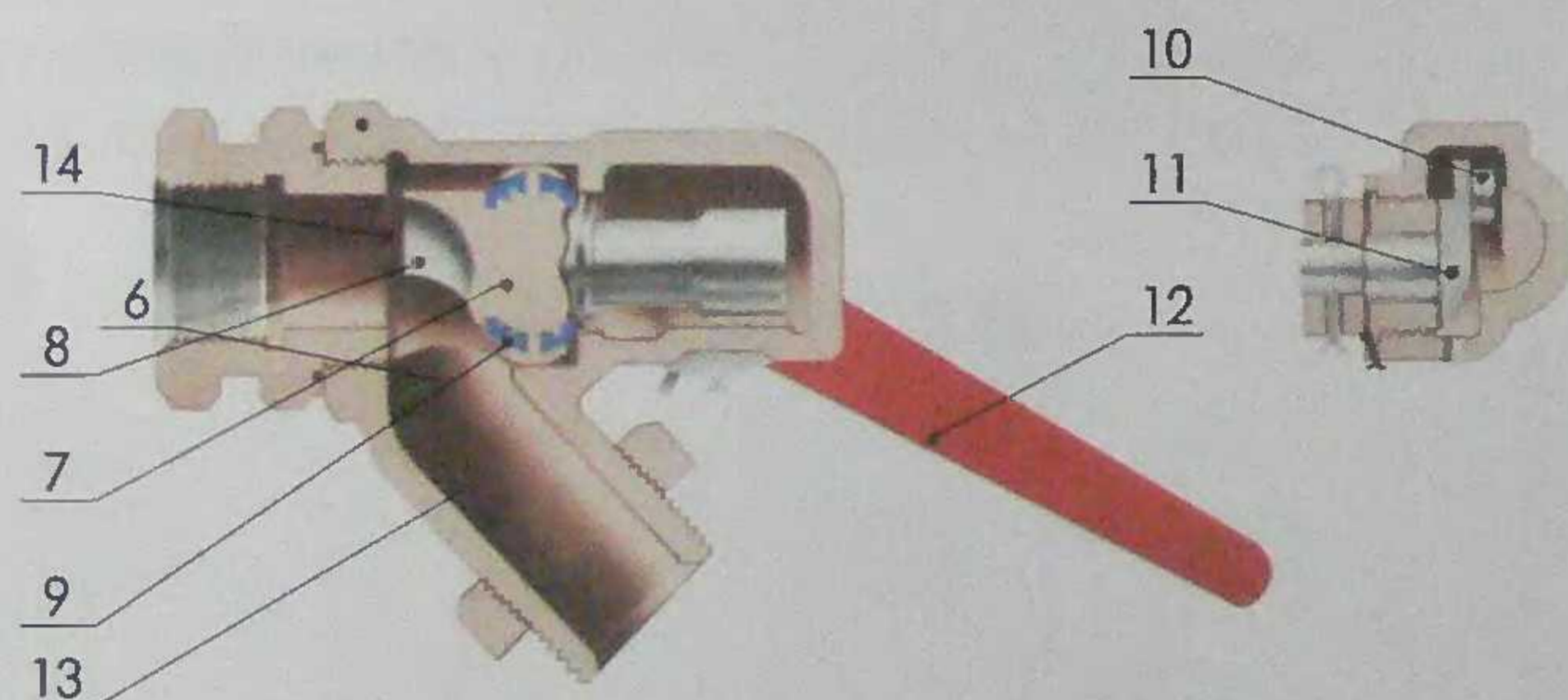
Запасные резервуары являются накопителями сжатого воздуха и за счет его энергии должны позволять выполнять полную остановку транспортного средства. В этой связи важными параметрами запасных резервуаров являются их объем $V_{зр}$ и плотность. Первый зависит от площади поршня тормозного цилиндра $F_{ц}$ (м²) и должен быть не менее полученного по выражению

$$V_{зр} = 0,78F_{ц}, \text{ м}^3. \quad (9.1)$$

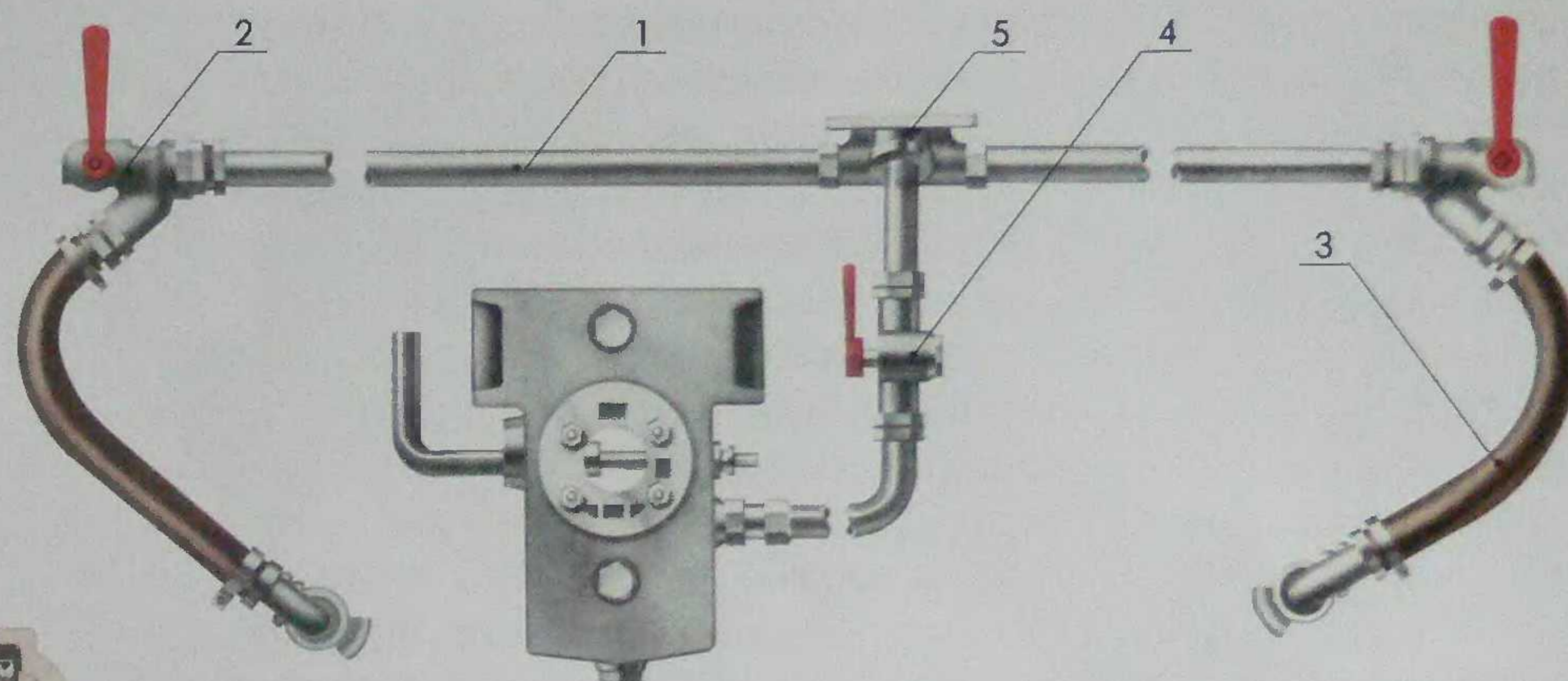
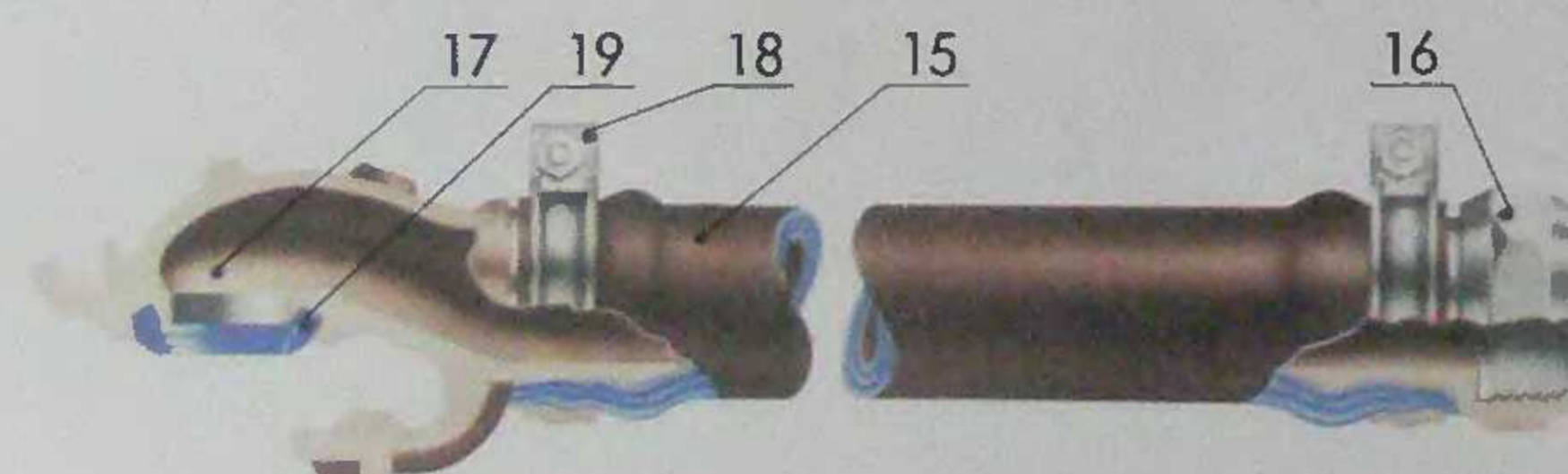
Утечка сжатого воздуха из запасных резервуаров и тормозных цилиндров увеличивает перепад давления между головной и хвостовой частями поезда, который ухудшает управление тормозами и может привести к неотпуску воздухораспределителей. Поэтому в них допускается снижение давления не более 0,01 МПа за 2 мин, в 4—5 раз меньшее темпа мягкости.

1. Труба
2. Концевой кран
3. Соединительный рукав
4. Разобщительный кран
5. Тройник
6. Корпус
7. Клапан
8. Отражатель
9. Резиновое кольцо
10. Эксцентриковый кулачек
11. Гайка
12. Ручка
13. Отросток
14. Седло штуцера
15. Резино-тканевая трубка
16. Наконечник
17. Головка
18. Хомут
19. Кольцо

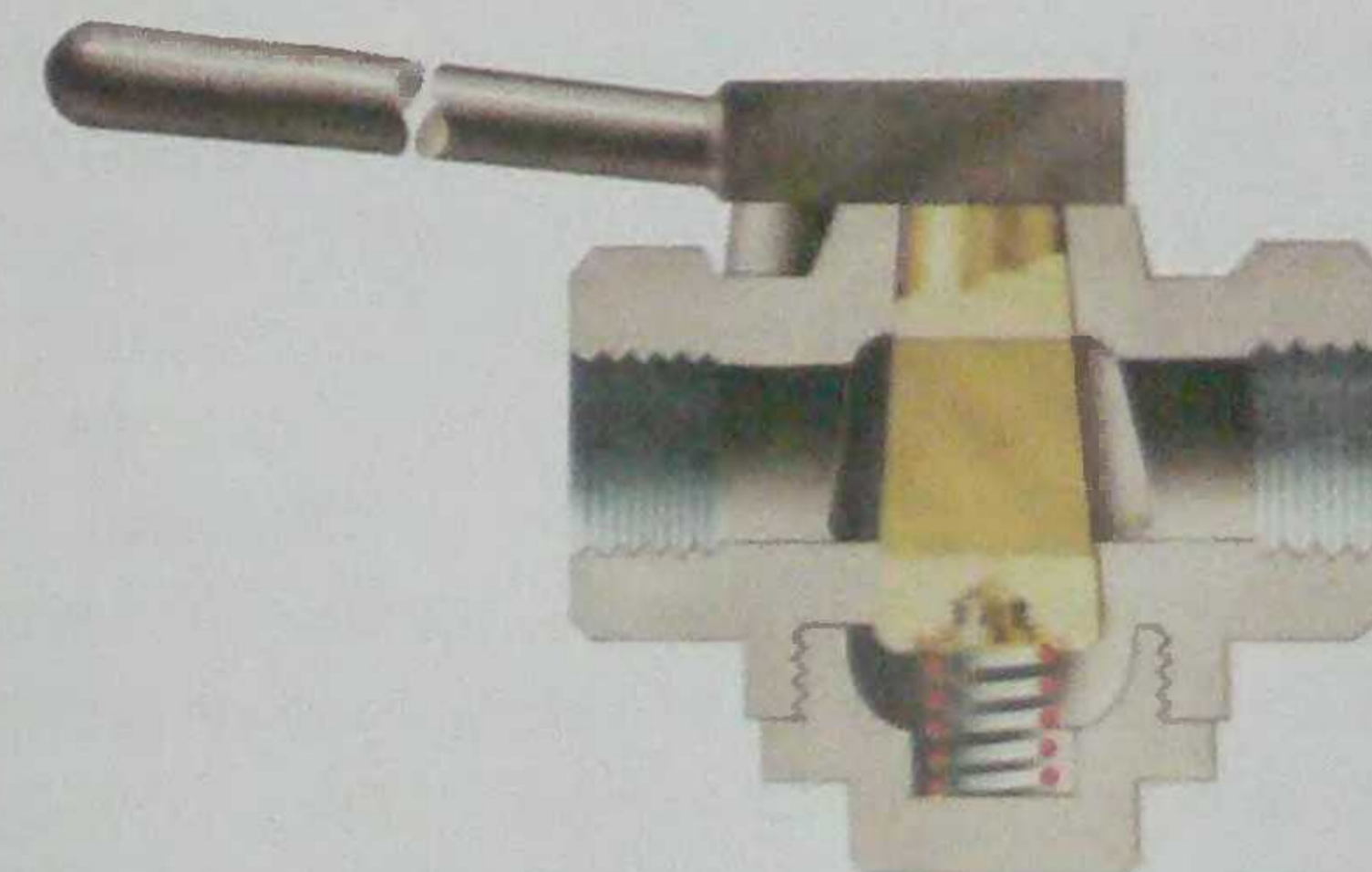
КОНЦЕВОЙ КРАН №190



СОЕДИНИТЕЛЬНЫЙ РУКАВ Р17



ТРОЙНИК № 573

РАЗОБЩИТЕЛЬНЫЙ КРАН № 372
(ТИП 1-4)

Воздухопровод и арматура предназначены для пропуска воздуха по тормозной магистрали (ТМ), сообщения с ней воздухораспределителя (ВР), а также для связи с последним авторежима (АР), запасного резервуара (ЗР) и тормозного цилиндра (ТЦ). Тормозная магистраль состоит из металлической трубы 1 с внутренним диаметром 1 1/4", концевых кранов 2 № 190 (или № 4304) и соединительных рукавов 3 Р17. Разобщительные краны 4 № 372 позволяют сообщать или разъединять ВР с тормозной магистралью через тройник 5 № 573. В последнее время на грузовых палубах это соединение вместо металлической трубы может выполняться посредством рукава Р35 (Р36).

Разобщительный кран № 372 тип 1-4 имеет два положения ручки: вдоль трубы — кран открыт (ВР подключен ТМ), поперек трубы — кран закрыт и воздухораспределитель сообщен с атмосферой через отверстие диаметром 4 мм. Последнее предупреждает самоторможение ВР от медленного снижения давления

при возможном пропуске воздуха разобщительным краном, вызывая срабатывание тормоза вагона от перевода крана в закрытое положение. После этого необходимо выпустить весь воздух из камер воздухораспределителя и запасного резервуара.

Концевой кран № 190 предназначен для сообщения тормозной магистрали с соединительным рукавом при расположенной вдоль отростка ручке и их разъединения при ее вертикальном положении. В этом случае соединительный рукав связан с атмосферой через отверстие А диаметром 6 мм. В корпусе 6 крана расположены клапан 7 с отражателем 8 на конце для направления потока воздуха, уплотненный двумя резиновыми кольцами 9 клапанного типа, эксцентриковый кулачок 10, гайка 11 и ручка 12, укрепленная шплинтом на квадрате кулачка. При повороте ручки клапан 7 перемещается в одно из крайних положений.

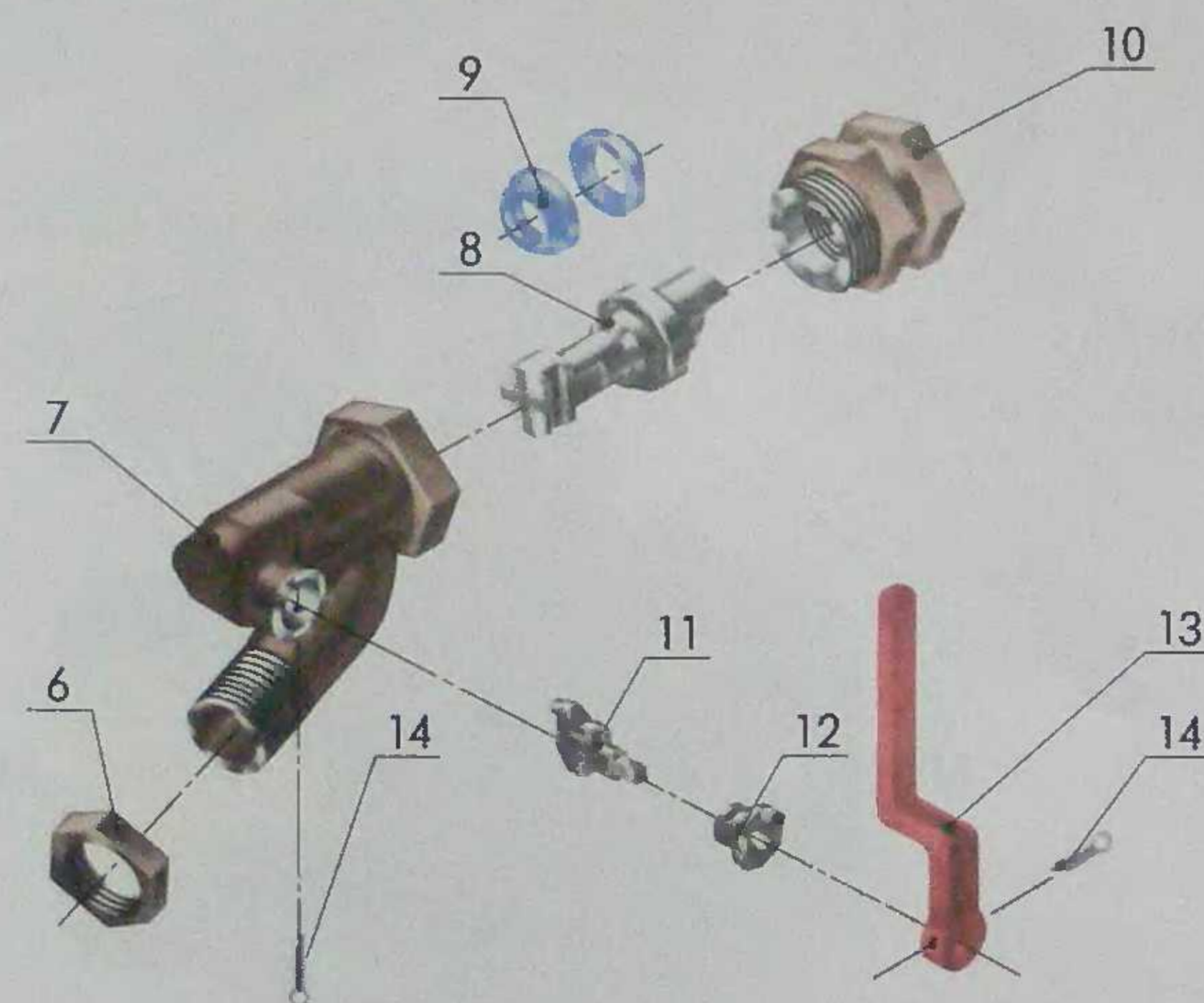
Тройник № 573 с 1969 г. выпускают вместо пылеловки № 321-003. Он одновременно служит кронштейном для крепления магистрального трубопровода к раме вагона.

Соединительный разъемный рукав Р17 предназначен для сообщения магистрального воздухопровода между вагонами, а также для их подключения к локомотивам. Он состоит из резино-тканевой трубки 15, которая насаживается одним концом на наконечник 16, а другим на головку 17 и закрепляется хомутами 18. Головка рукава уплотнена прокладочным кольцом 19 клапанного типа. При случайном разъединении вагонов их рукава саморасцепляются.

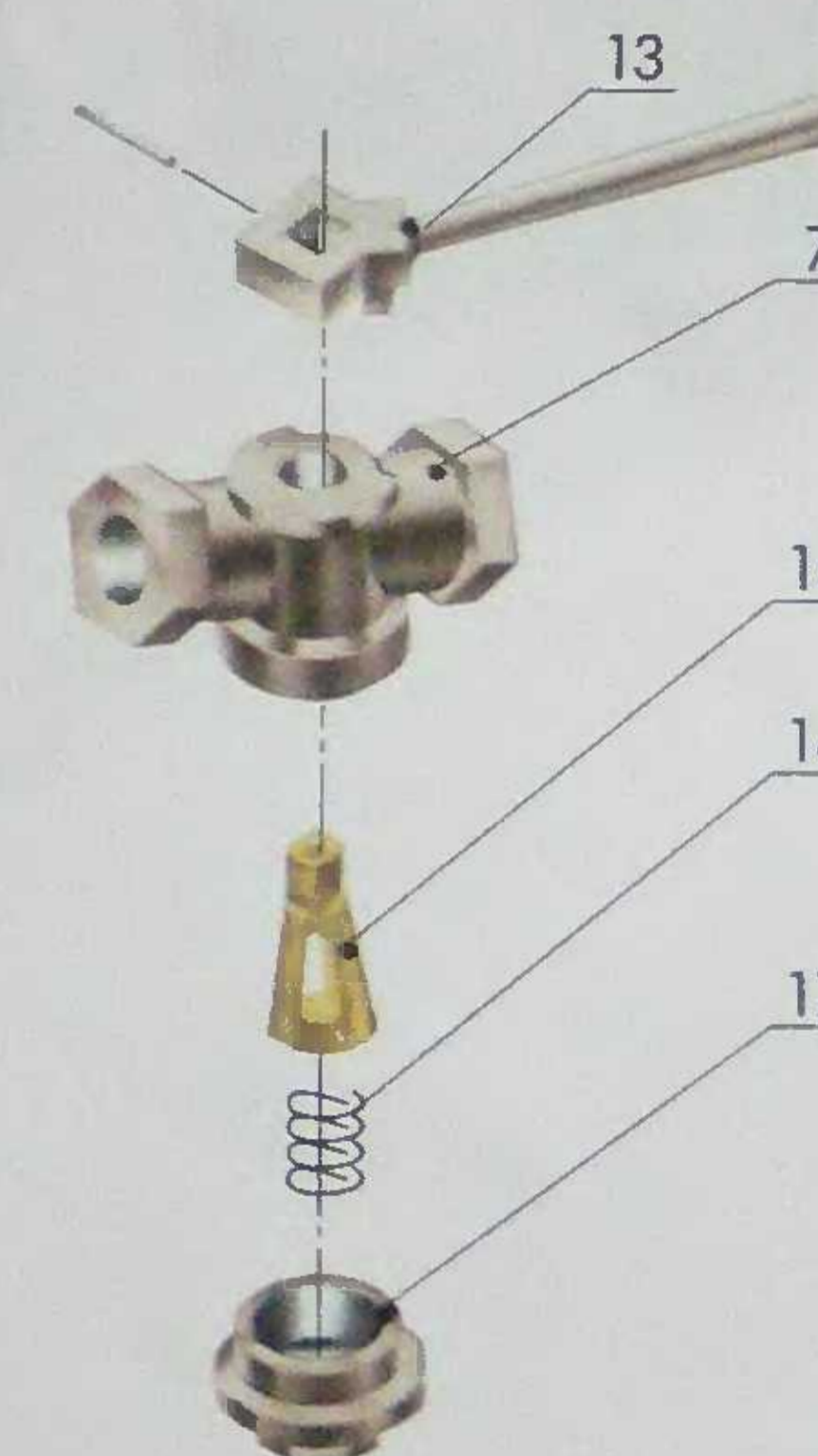
1. Тройник
2. Разобщительный кран
3. Соединительный рукав Р-35
4. Двухкамерный резервуар
5. Магистральная часть воздухораспределителя
6. Контргайка
7. Корпус
8. Клапан
9. Резиновое кольцо
10. Штуцер
11. Кривошип
12. Втулка
13. Ручка
14. Шплинт
15. Пробка
16. Пружина
17. Крышка



ДЕТАЛИРОВКА КАНЦЕВОГО КРАНА № 4304



ДЕТАЛИРОВКА КРАНА № 372



Воздухопровод и арматура должны иметь минимальное пневматическое сопротивление, которое достигается при определенном диаметре труб отсутствием сужений и изгибов, изменяющих скорость и направление движения потока воздуха, а также провисаний, в которых может накапливаться влага. Кроме того, пневматическая сеть должна быть максимально плотной, что обеспечивается минимальным числом резьбовых соединений и высокой плотностью мест подключения труб к тормозным приборам, разобщительным и концевым кранам.

Для соединения тормозной магистрали (ТМ) с двухкамерным рабочим резервуаром № 295-001 или № 295М-001 грузовых вагонов взамен вышедшей из строя металлической подводящей трубы при всех видах планового ремонта устанавливается резинокортекстильный рукав Р-35. Он должен монтироваться без изломов в месте изгиба и через ниппель сообщаться с разобщительным краном 1-4 (№ 372). Последний устанавливается на ниппеле с резьбой 3/4", ввернутом в тройник № 573. При открытом кране его рукоятка должна располагаться вдоль рукава, а при закрытом — поперек.

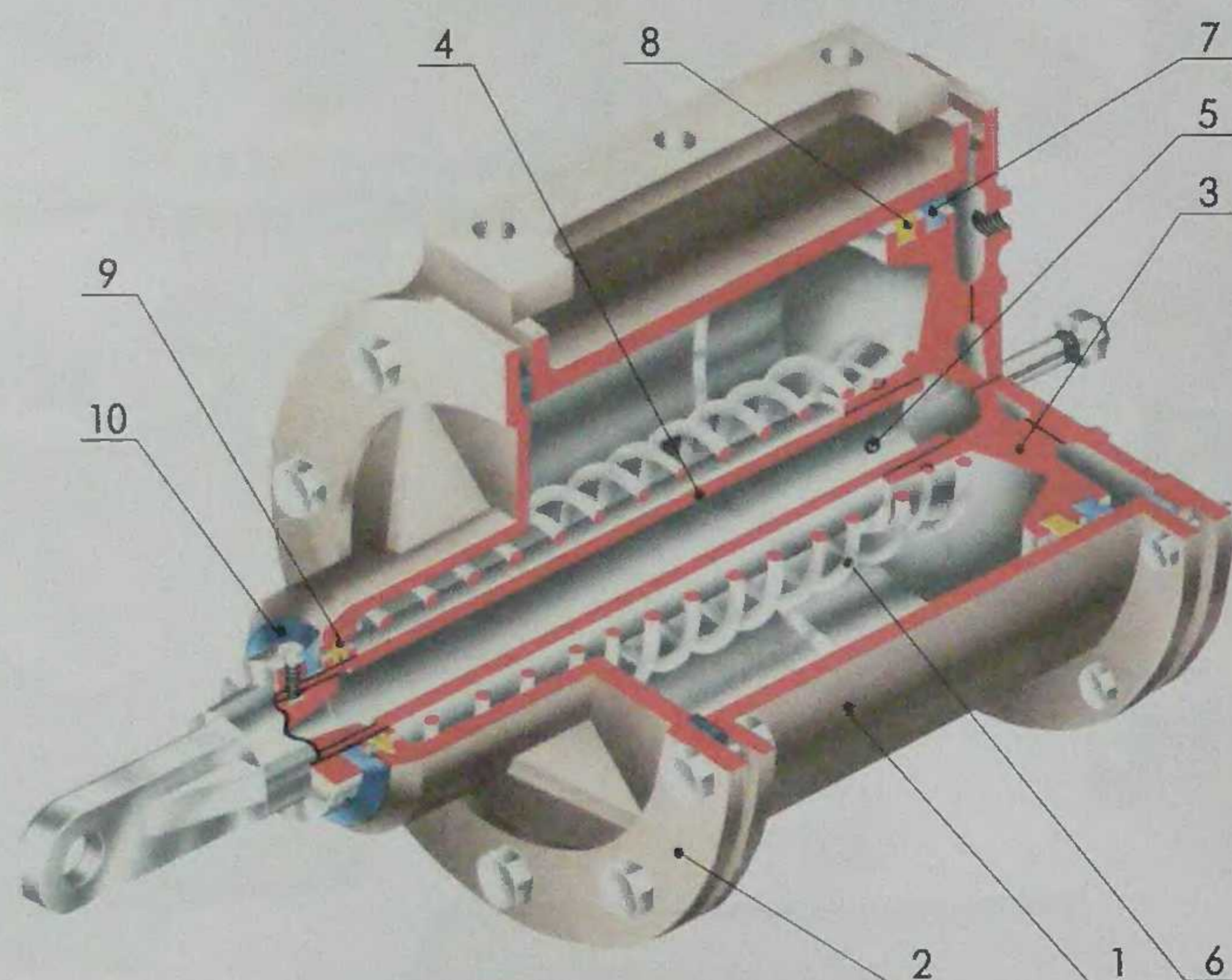
Для перекрытия тормозной магистрали на подвижном составе применяются новые концевые краны № 4304. В клапане этого крана высверлены два отверстия, которые препятствуют выворачиванию левого кольца при резком открывании крана. Деталировка кранов № 4304 и № 372 приведена на плакате.

ТОРМОЗНЫЕ ЦИЛИНДРЫ

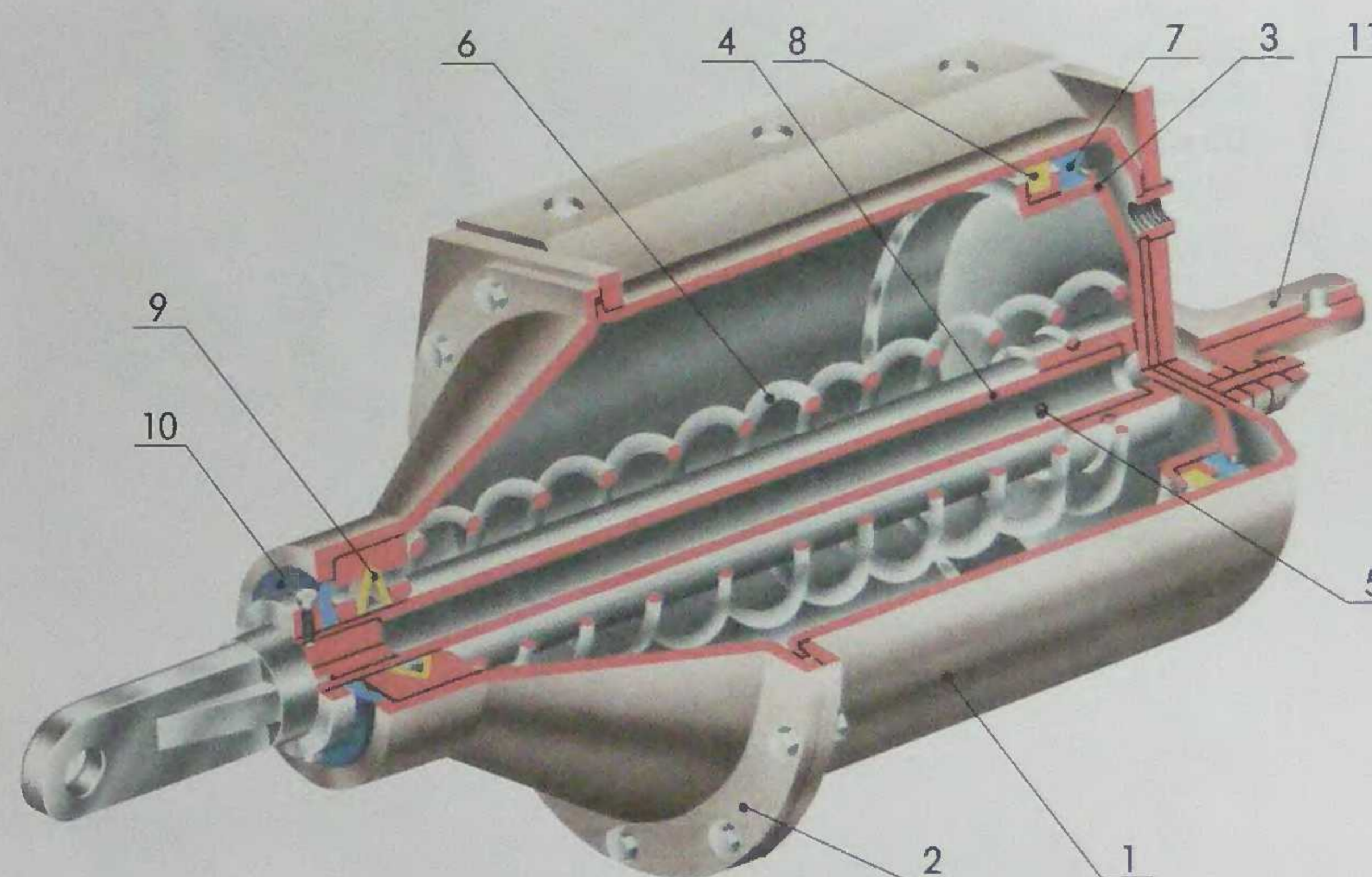
Ж4

1. Корпус
2. Крышка
3. Поршень
4. Шток
5. Палец
6. Пружина
7. Резиновая манжета
8. Смазочное кольцо
9. Фильтр
10. Пылезащитная шайба
11. Кронштейн мертвой точки

ТЦ № 188Б



ТЦ № 002



Тормозные цилиндры (ТЦ) предназначены для преобразования потенциальной энергии сжатого воздуха в механическое усилие на штоке, которым через систему тяг и рычагов тормозные колодки прижимаются к колесам. На грузовых вагонах применяются тормозные цилиндры с жесткой связью поршня со штоком посредством пальца. Корпуса 1 и крышки 2 этих цилиндров выполняются из чугуна (№ 188Б) или из стали (№ 002) путем штамповки и сварки из листа толщиной 6 мм.

В корпусе тормозных цилиндров расположены поршень 3, шток 4, связывающий их палец 5, отпускная пружина 6, резиновая манжета 7, смазочное войлочное кольцо 8, сетчатый фильтр 9 и резиновая пылезащитная

шайба 10, расположенные в горловине передней крышки. К задней крышке 2 тормозных цилиндров шпильками крепится кронштейн мертвой точки 11, применяемый в симметричных рычажных передачах. В этой же крышке расположены два гнезда с резьбой для подключения к воздухораспределителю ($\varnothing = 3/4"$) и установки манометра ($\varnothing = 1/2"$). В передней крышке тормозных цилиндров имеется отверстие для слива конденсата.

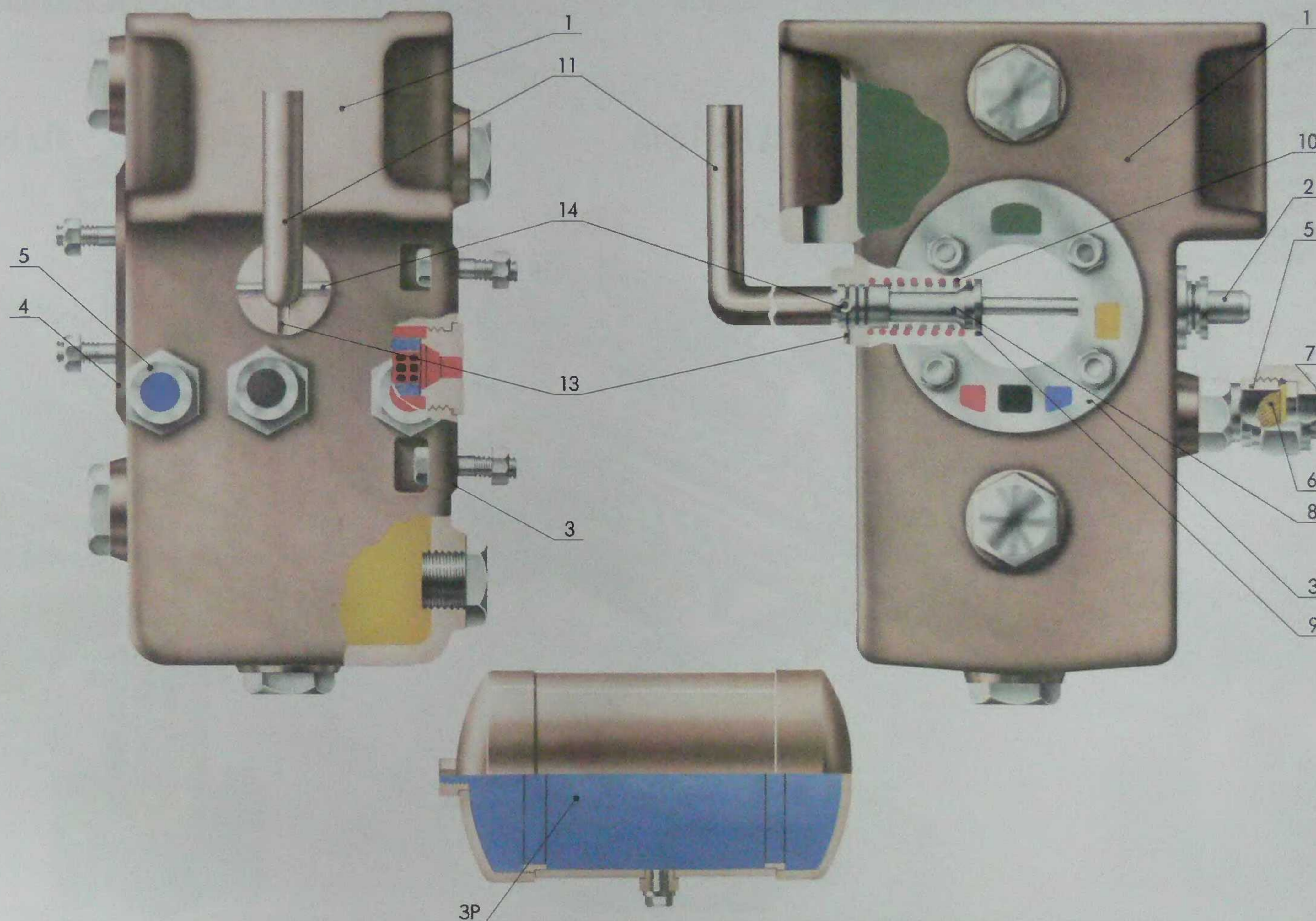
Тормозные цилиндры рассчитываются на рабочее расчетное давление 0,6 МПа. Усилие, развиваемое на штоке ТЦ $F_{шт}$ (кН) можно определить по следующему выражению:

$$F_{шт} = 250 D d_c^2 P_u \eta_u - F_1$$

где d_c — диаметр тормозного цилиндра, м;
 P_u — давление в ТЦ, МПа;
 η_u — КПД ТЦ (0,98);
 F_1 — усилие отпускной пружины, кН.

1. Двухкамерный резервуар
2. Переключатель грузовых режимов
- 3, 4. Привалочные фланцы
5. Штуцер
6. Колпачок
7. Накладная гайка
8. Режимный валик
9. Эксцентрик
10. Пружина
11. Рукоятка
13. Выемка
14. Штифт

ЗР — запасный резервуар



Двухкамерный рабочий резервуар 1 № 295-001 (в последнее время № 295М-001) является составной частью грузовых воздухораспределителей (ВР) и содержит рабочую объемом 6 л и золотниковую объемом 4,5 л камеры, а также переключатель 2 грузовых режимов торможения. Он крепится четырьмя болтами к раме вагона и имеет два привалочных фланца 3, 4 для установки магистральной и главной частей ВР. В корпус резервуара для подвода труб от тормозной магистрали (ТМ), тормозного цилиндра (ТЦ) и запасного резервуара (ЗР) ввернуты штуцера 5, имеющие сетчатые колпачки 6 и накладные гайки 7.

Режимный валик 8 с эксцентриком 9 и пружиной 10 связан шплинтом с рукояткой 11, выведенными на наружные боковые балки рамы вагона через планки 12

с обозначением трех режимов: П — порожний, С — средний и Г — груженный. На бобышке корпуса имеются три выемки 13, в которых пружиной 10 фиксируется штифт 14 в конце режимного валика при установке соответствующего грузового режима. Диаметр эксцентрика в резервуарах № 295М-001 увеличен таким образом, что давление воздуха в ТЦ на среднем и груженом режимах торможения увеличивается соответственно до 0,30—0,34 МПа и 0,4—0,45 МПа, а на порожнем остается прежним 0,14—0,18 МПа. При этом расстояние от привалочной поверхности фланца главной части ВР до рабочей поверхности кривошипа валика переключателя режимов на стенде должно быть: для груженого режима 80,5±0,5 мм, для среднего режима 87,5±0,5 мм.

Запасные резервуары предназначены для накопления сжатого воздуха на транспортном средстве, необходимого для его остановки при торможении. В днище резервуаров имеется штуцер с резьбой 1/2", 3/4" для подключения ВР грузовых вагонов и 1" для пассажирских. Второй штуцер с резьбой 1/2" на цилиндрической части предназначен для установки отпускового клапана на пассажирском ВР или водоспускной заглушки.

Из серийно выпускаемых запасных резервуаров, рассчитанных на максимальное давление 0,7 МПа, на подвижном составе наиболее распространены: Р7-78, Р7-100, Р7-135, объемом соответственно 0,078, 0,100 и 0,135 м³.

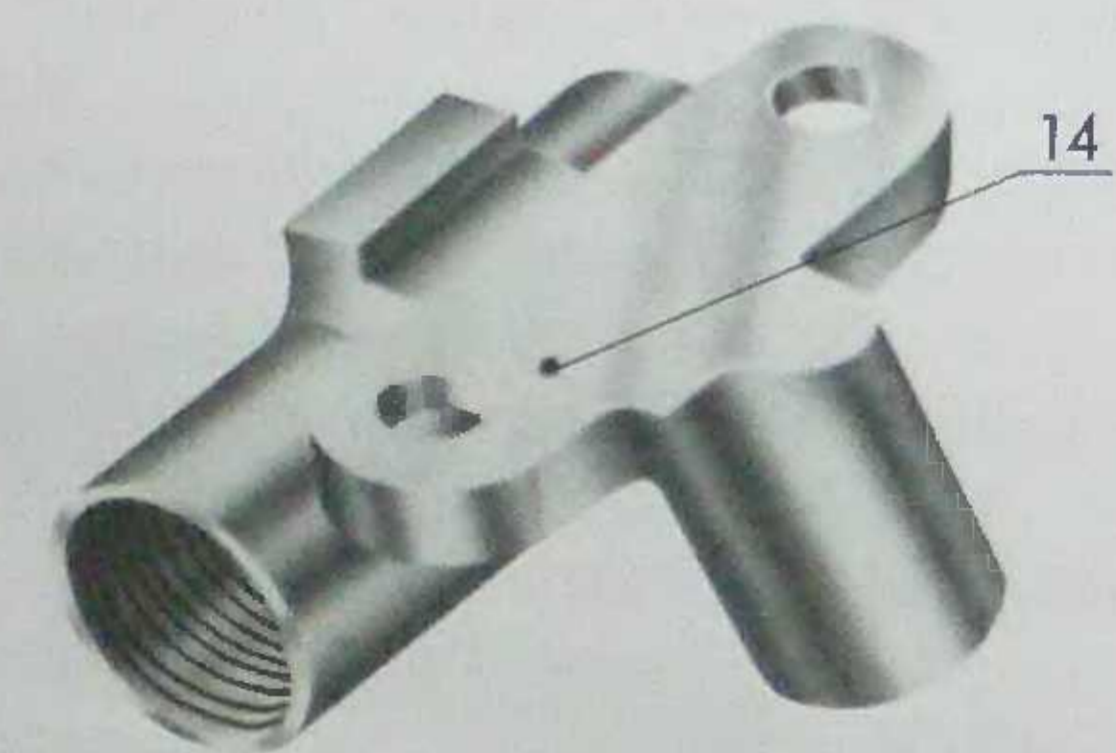
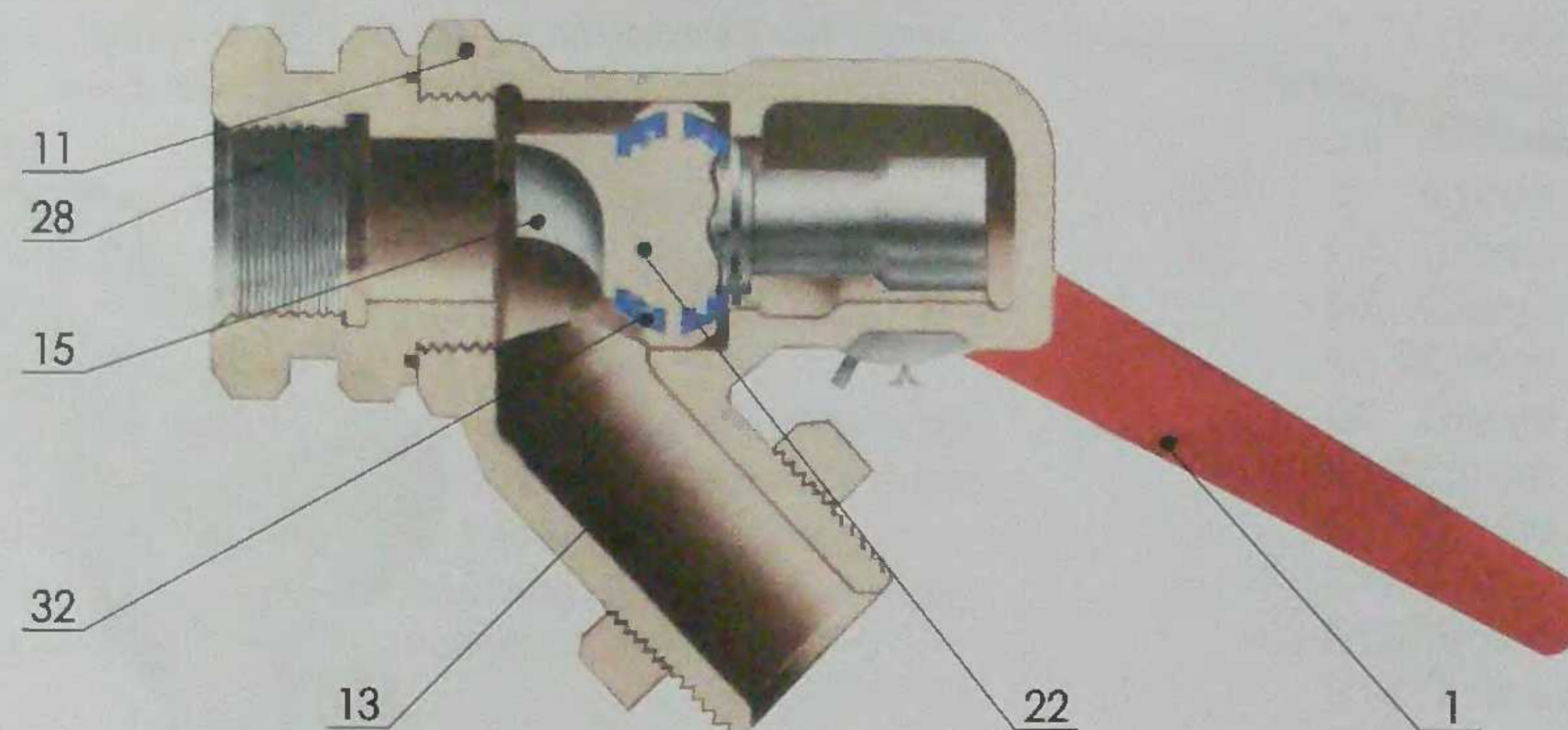
ТОРМОЗНЫЕ ЦИЛИНДРЫ, ВОЗДУХОПРОВОД И АРМАТУРА ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Ж6

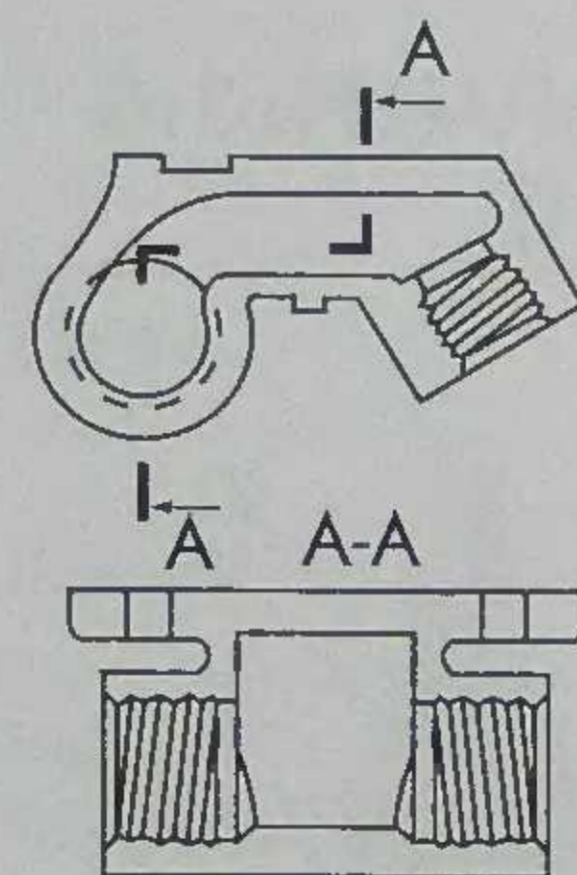
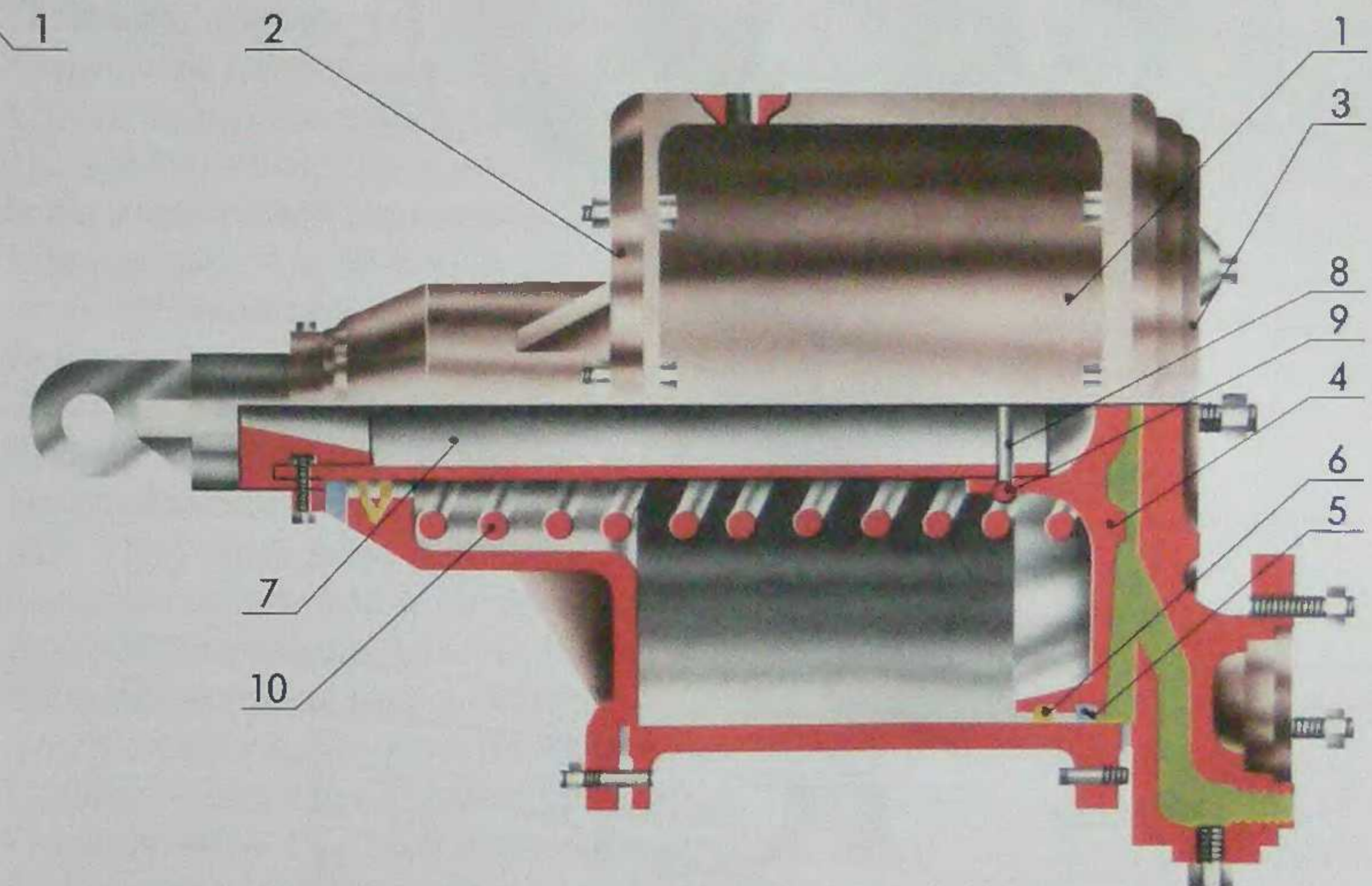
ЛИСТ 1

УСТРОЙСТВО КОНЦЕВОГО КРАНА № 190

КРОНШТЕЙН (ПЫЛЕЛОВКА) № 573



ТЦ № 188 Б



- 1, 11, 16, 21, 29. Корпус
- 2, 3. Крышка
- 4. Поршень
- 5. Манжета
- 6. Войлочное кольцо
- 7. Шток
- 8. Палец
- 9. Кольцо
- 10, 18, 33. Пружина
- 28, 30. Штуцер
- 22, 31. Клапан
- 12, 20, 26, 35. Рукоятка
- 13. Отросток
- 14. Кронштейн
- 15. Отражатель
- 17. Пробка
- 19. Заглушка
- 23. Прокладка
- 24. Стержень
- 25. Эксцентрик
- 27. Отверстие
- 32. Уплотнение
- 34. Толкатель
- 36. Шпилька

Тормозные цилиндры (ТЦ) предназначены для преобразования давления сжатого воздуха в соответствующее усилие на штоке, обеспечивающее через рычажную тормозную передачу прижатие тормозных колодок к колесам и создание тормозных сил. Они состоят из корпуса 1 передней 2 и задней 3 крышек, отлитых из чугуна. При этом на задней крышке ТЦ №№ 501Б, 505Б, применяемых на пассажирских вагонах, предусмотрен фланец для крепления воздухораспределителя (ВР). Поршень ТЦ 4, уплотненный манжетой 5 и имеющий войлочное смазывающее кольцо 6, связан жестко со штоком 7 с помощью пальца 8, закрепленного пружинным кольцом 9. Для возвращения поршня и рычажной тормозной передачи после торможения в исходное состояние служит пружина 10. Тормозные цилиндры рассчитаны на рабочее давление 6,0 МПа.

Концевой кран № 190 предназначен для сообщения тормозных магистралей вагонов между собой и с локомотивами. Он состоит из корпуса 11, в котором размещена переключающая часть, приводимая в действие рукояткой 12. Когда она занимает вертикальное положение — кран закрыт, а его отросток 13, связанный с соединительным рукавом,

сообщен с атмосферой через отверстие А диаметром 10 мм. При расположенной вдоль отростка ручке кран открыт, а соединительный рукав изолирован от атмосферного отверстия.

Кронштейн (тройник) 14 № 573 с отверстиями для труб предназначен для крепления тормозной магистрали к раме вагона и используется вместо пылеловки № 321-003. Кран двойной тяги № 377 (тип 1-6) используется для подключения воздухораспределителя № 292 к тормозной магистрали на пассажирских вагонах, а также кранов машиниста на локомотивах к питательной и тормозной магистралям.

Кран № 377 состоит из корпуса 16, конической пробки 17, пружины 18 и заглушки 19. При расположении ручки 20 вдоль трубы кран пропускает сжатый воздух, поперек трубы не пропускает. В корпусе крана имеется отверстие А диаметром 1/4" для подсоединения манометра.

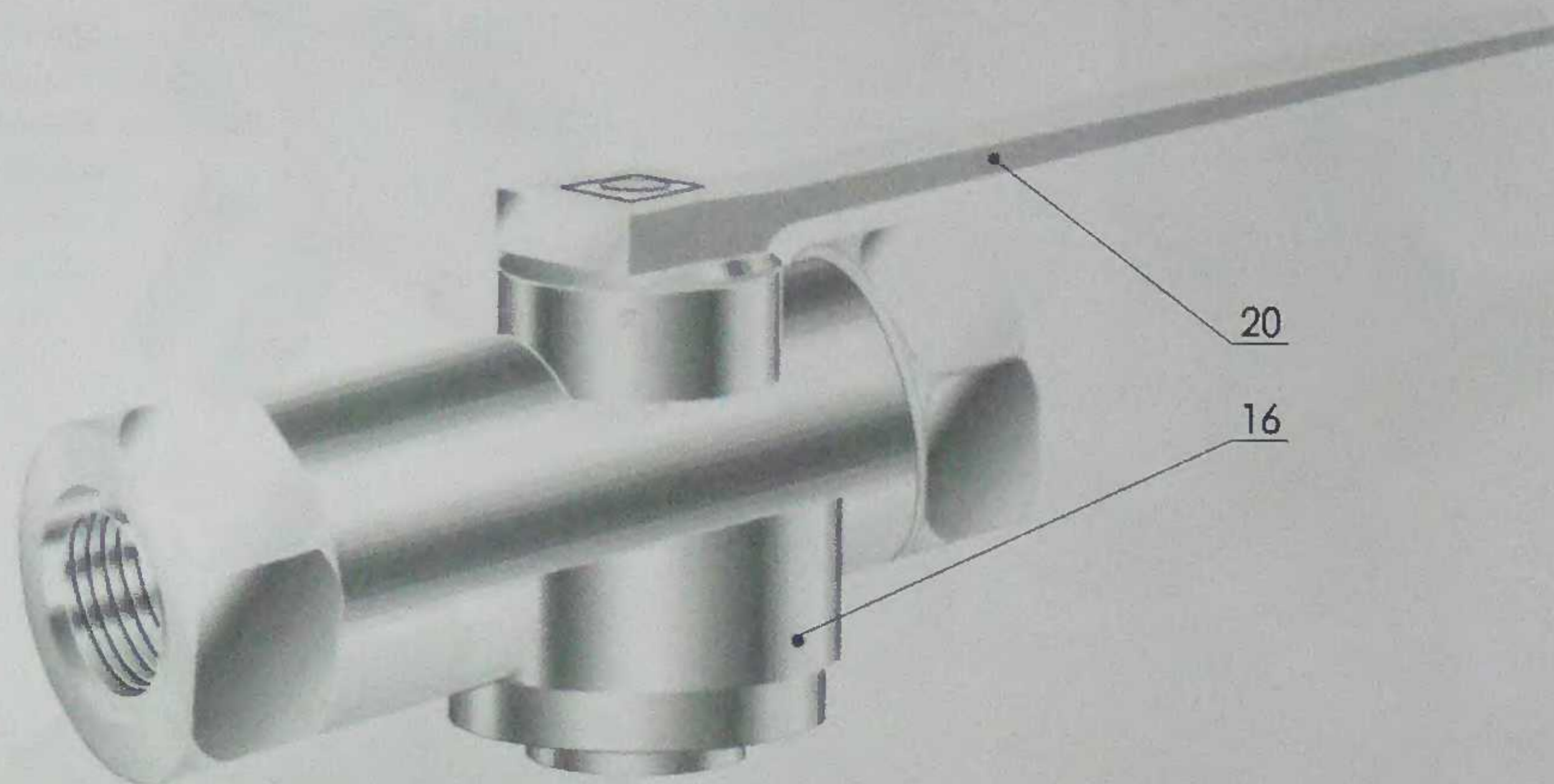
Стоп-кран № 163 предназначен для сообщения тормозной магистрали с атмосферой из вагона при необходимости немедленной остановки поезда экстренным торможением. Он имеет корпус 21, клапан 22 и стержень 24 с резиновой прокладкой 23. Стержень

взаимодействует с эксцентриком 25, на квадратный хвостовик которого одета рукоятка 26. Корпус крана имеет несколько отверстий 27 для выпуска воздуха в атмосферу и штуцер 28 диаметром 3/4" для соединения с отводом от тормозной магистрали. В положении ручки вдоль оси трубы кран закрыт, поперек — открыт и сообщает тормозную магистраль с атмосферой.

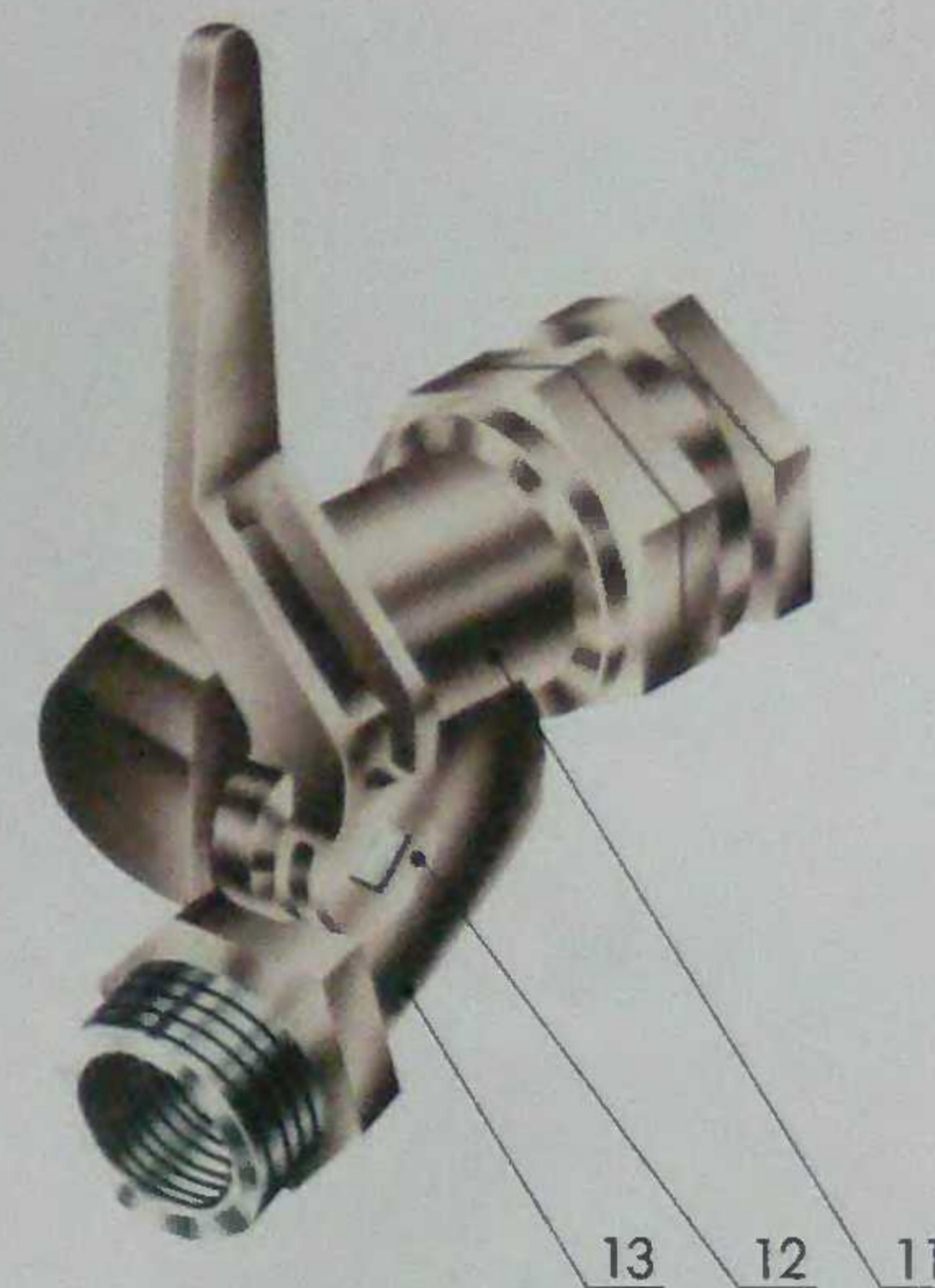
Выпускной одинарный клапан № 31Б предназначен для выпуска воздуха из запасного резервуара, а также для отпуска тормоза вручную. Он имеет корпус 29, в который ввернут штуцер 30, клапан 31 с резиновым уплотнением 32, прижатый пружиной 33 к седлу и толкатель 34, на который действует рукоятка 35, опирающаяся на шпильки 36. При повороте рукоятки в ту или другую сторону толкатель открывает клапан и сообщает полость над ним с атмосферой. На пассажирских вагонах клапан № 31 устанавливается на запасном резервуаре или трубопроводе, связывающем его с воздухораспределителем.

ТОРМОЗНЫЕ ЦИЛИНДРЫ, ВОЗДУХОПРОВОД И АРМАТУРА ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

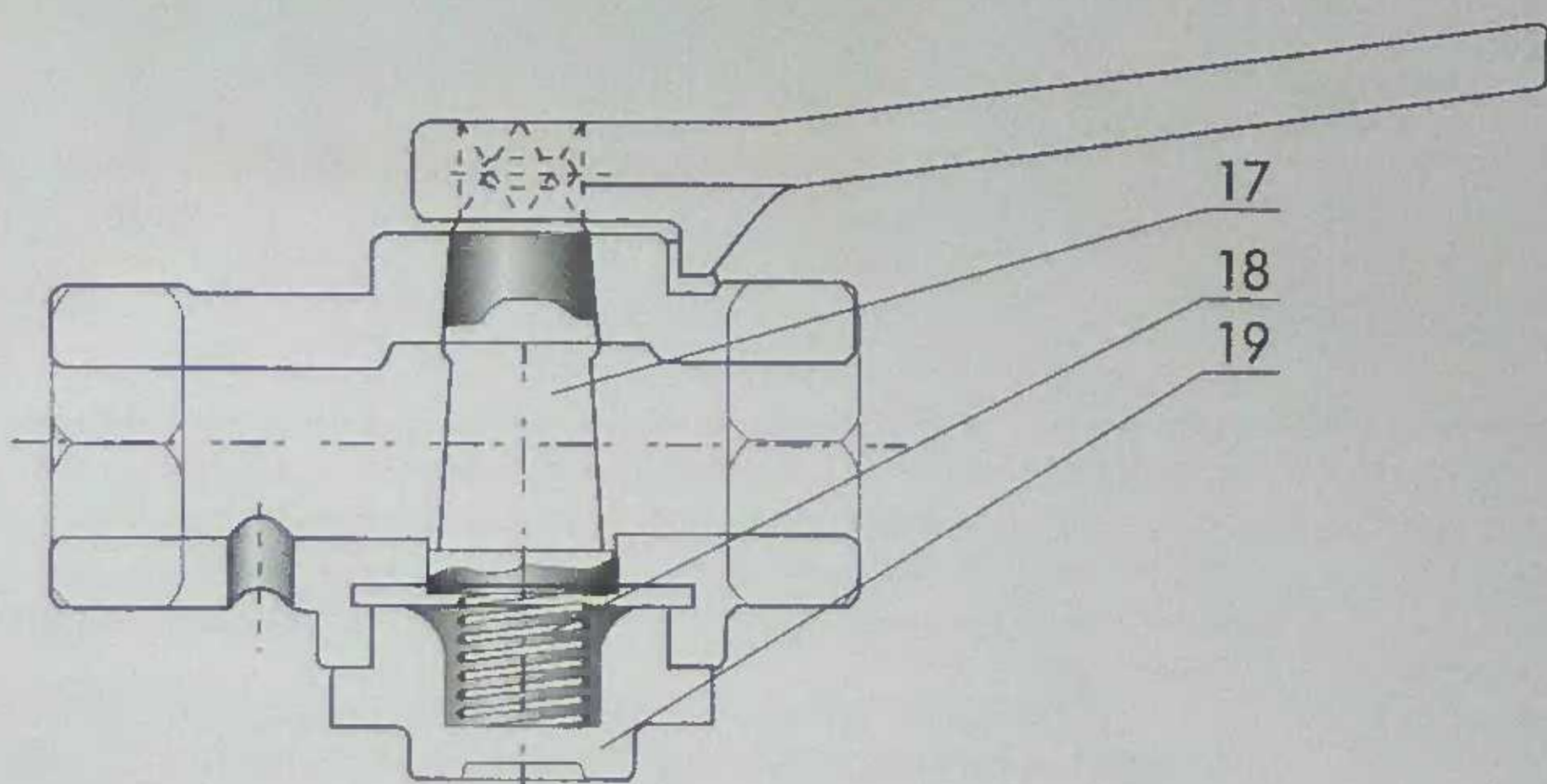
РАЗОБЩИТЕЛЬНЫЙ КРАН № 377
(ТИП 1-6)



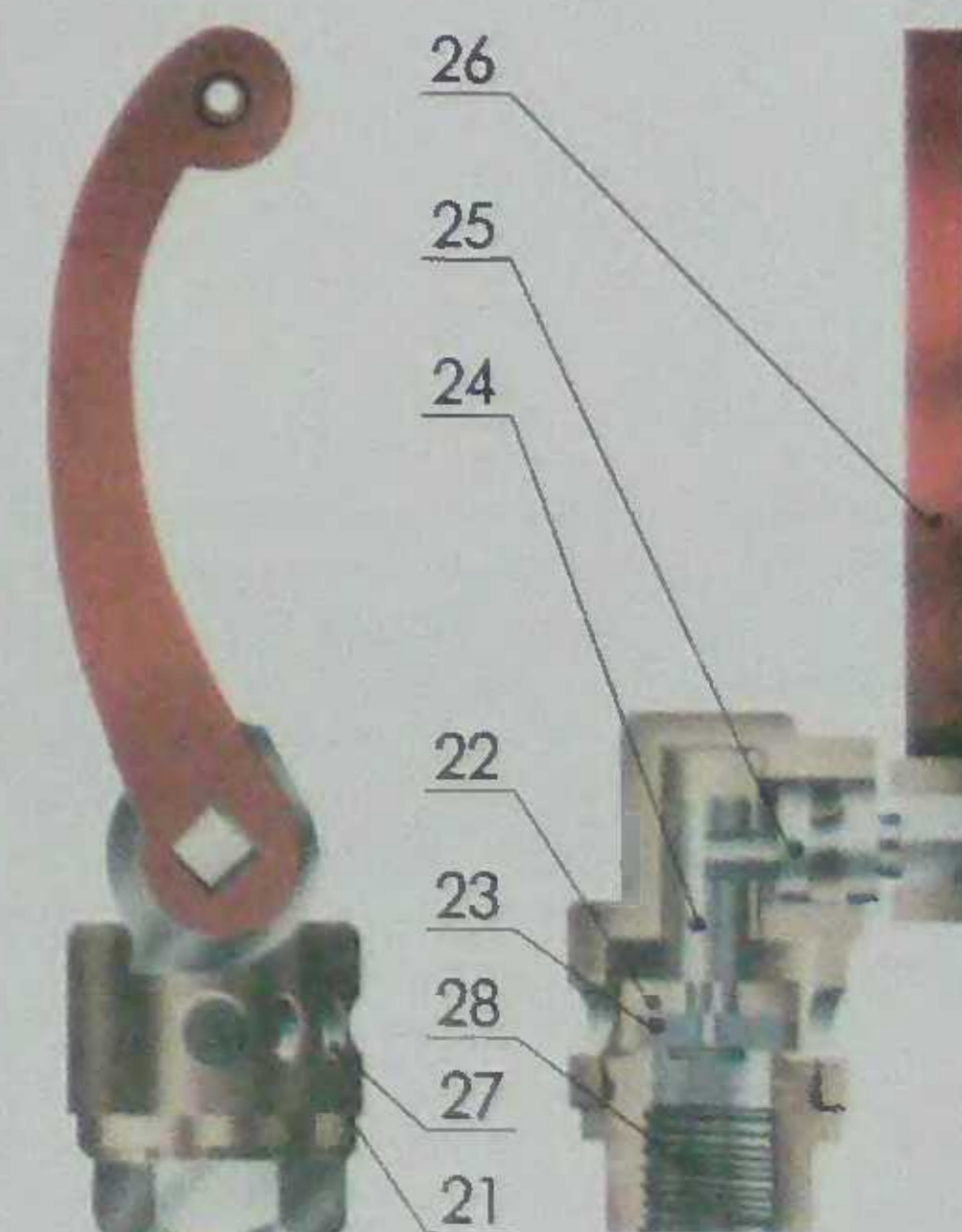
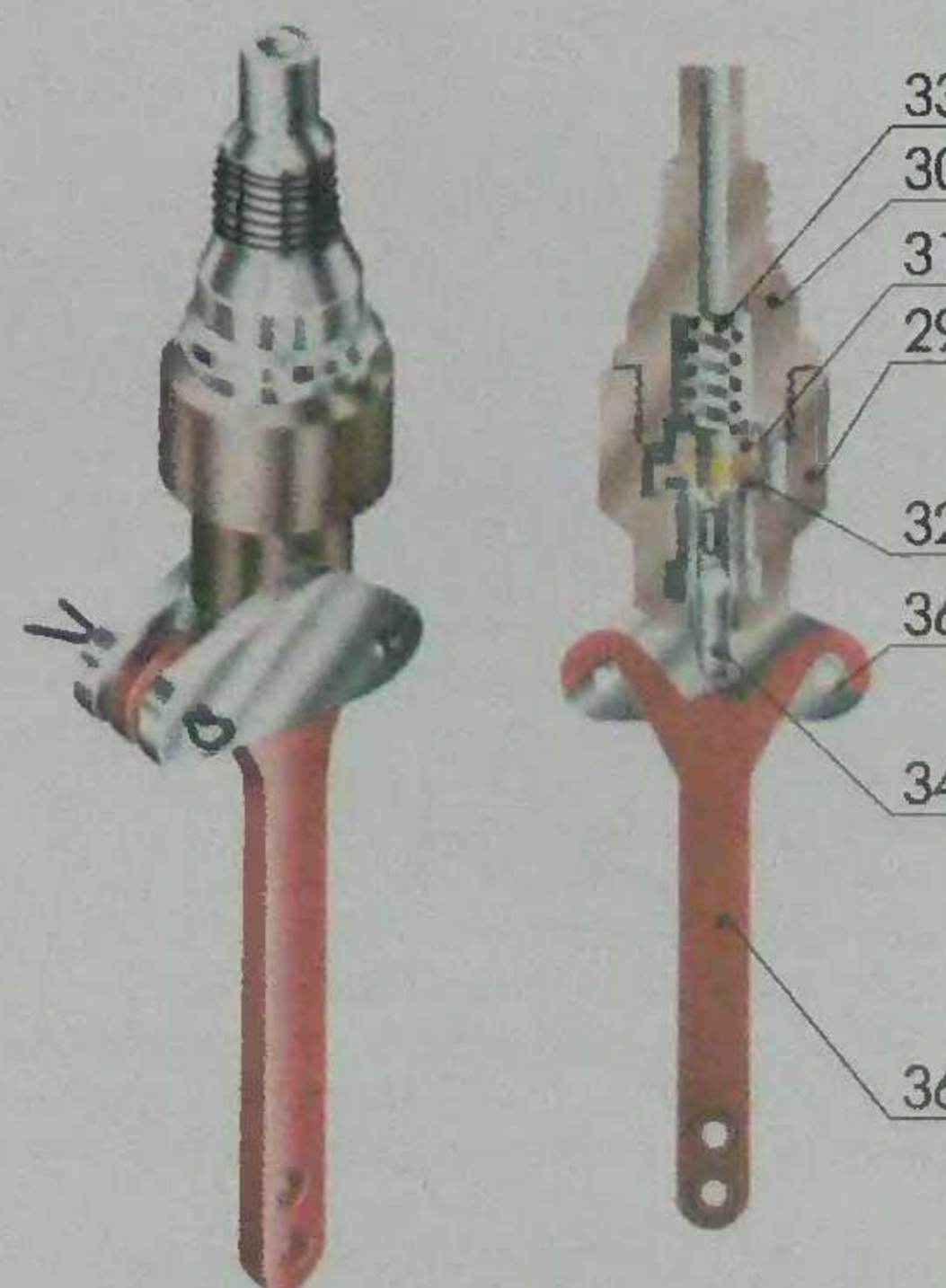
КОНЦЕВОЙ КРАН № 190



ВЫПУСКНОЙ КЛАПАН № 315
(ТИП 4-1)



КРАН ЭКСТРЕННОГО ТОРМОЖЕНИЯ
№ 163 (СТОП-КРАН)



Список литературы

1. Асадченко В.Р. Исследование характеристики сцепления колес с рельсами при торможении // Вестник ВНИИЖТ, 1987, № 5, с. 32—34.
2. Асадченко В.Р. Реализация свойств сцепления колес с рельсами при избыточном скольжении в режиме торможения // Труды ВНИИЖТ, 1989, с. 47—52.
3. Гребенюк П.Т., Долганов А.Н., Скворцова А.И. Тяговые расчеты: Справочник. М.: Транспорт, 1987. — 272 с.
4. Патент 1009843 МКИ В60Т8/00. Способ автоматического управления тормозами / Асадченко В.Р., Пестерев В.Ф. БИ № 13, 1983.
5. А.С. 1772022 СССР. МКИ В60Т8/00. Способ адаптивного управления колесными тормозами по условиям сцепления/ Иноземцев В.Г., Асадченко В.Р., Пестерев В.Ф. и др. БИ № 40, 1992.
6. Патент 2031025 МКИ В60Т 13/24, 15/18. Воздухораспределитель тормоза железнодорожного карьерного транспорта/ Асадченко В.Р. и др. БИ № 8, 1995.
7. Иноземцев В.Г., Казаринов В.М., Ясенцев В.Ф. Автоматические тормоза. М.: Транспорт, 1981. — 464 с.
8. Асадченко В.Р. Повышение безопасности движения поездов регулированием тормозного нажатия // Совершенствование эксплуатации и технического содержания электроподвижного состава. Труды УЭМИИТ, Вып. 71. Свердловск. 1984, с. 129—134.
9. Тормозное оборудование железнодорожного подвижного состава: Справочник/ Крылов В.И., Крылов В.В., Ефремов В.Н., Демушкин П.Т. М.: Транспорт, 1989. — 487 с.

Содержание

1. Краткий обзор развития тормозной техники.....	3
2. Общая научно-техническая информация.....	4
2.1. Тормозная сила. Условия ее возникновения и реализации.....	4
2.2. Характеристика сцепления колес с рельсами при торможении.....	6
2.3. Основные схемы и процессы, протекающие в тормозном оборудовании поездов.....	7
2.4. Классификация тормозов подвижного состава.....	10
2.5. Расчетная система нажатий и обеспеченность поездов тормозными средствами.....	11
2.6. Продольно-динамические усилия в поездах.....	12
2.7. Длина тормозного пути поезда и ее расчет. Номограммы тормозных путей поездов.....	13
2.8. Тормоза для высокоскоростного подвижного состава.....	15
2.9. Перспективы совершенствования тормозных устройств.....	17
3. Механическая часть тормоза.....	20
А1 Рычажная тормозная передача электровозов ВЛ10, ВЛ11, ВЛ80, ВЛ82.....	21
А2 Рычажная тормозная передача электровоза ВЛ60.....	22
А3 Рычажная тормозная передача электровоза ЧС7.....	23
А4 Рычажная тормозная передача моторных вагонов с авторегулятором.....	24
А5 Рычажная тормозная передача тепловоза 2ТЭ116.....	25
А6 Рычажная тормозная передача тепловоза ТЭП60.....	26
А7 Рычажная тормозная передача тепловоза ЧМЭЗ.....	27
А8 Рычажная тормозная передача 4-осных грузовых вагонов.....	28

А9 Рычажная тормозная передача 8-осных грузовых вагонов.....	29
А10 Автоматический регулятор тормозной рычажной передачи № 574Б.....	30
А11 Автоматический регулятор тормозной рычажной передачи № РТПР-675.....	31
А12 Стенд для испытания автоматических регуляторов тормозной рычажной передачи.....	32
А13 Рычажная тормозная передача пассажирских вагонов.....	33
А14 Детали тормозных рычажных передач пассажирских вагонов.....	34
4. Схемы тормозного оборудования.....	35
Б1 Схема тормозного оборудования электровоза ВЛ10 (одной секции).....	38
Б2 Унифицированная схема тормозного оборудования электровозов ВЛ11 и тепловозов 2ТЭ121, 3ТЭ10БМ.....	39
Б3 Схема тормозного оборудования электровоза ВЛ80Т, Р (одной секции).....	40
Б4 Схема тормозного оборудования электровоза ВЛ85 (одной секции).....	41
Б5 Схема тормозного оборудования электровоза ВЛ60К.....	42
Б6 Схема тормозного оборудования тепловоза 2ТЭ116 (одной секции).....	43
Б7 Схема тормозного оборудования электровозов ЧС2, ЧС4.....	44
Б8 Схема тормозного оборудования электровоза ЧС7, ЧС8 (одной секции).....	45
Б9 Схема тормозного оборудования тепловоза ЧМЭЗ.....	46
Б10 Схема тормозного оборудования электропоездов ЭР2 и ЭР9П.....	47
Б11 Схема тормозного оборудования электропоезда ЭР 22.....	48
Б12 Схема тормозного оборудования дизель-поездов ДР1П.....	49
Б13 Тормозное оборудование грузовых вагонов.....	50
Б14 Проверка плотности и действия тормоза на грузовых вагонах.....	51
Б15 Тормозное оборудование пассажирских вагонов.....	52
Б16 Схема тормозного оборудования вагона международного сообщения РИЦ.....	53
Б17 Проверка плотности и действия тормоза на пассажирских вагонах.....	54
5. Приборы управления тормозами.....	55
В1 Кран машиниста № 395-3.....	57
В2 Кран вспомогательного тормоза № 254.....	59
В3 Кран машиниста № 334.....	61
В4 Кран машиниста № 222.....	63
В5 Блокировочное устройство № 367М.....	65
В6 Электропневматический клапан автостопа № 150И.....	66
В7 АВУ, ПВУ, ЭБК, реле давления.....	68
6. Воздухораспределители и авторежимы.....	70
Г1 Воздухораспределитель № 483М (конструкция).....	71
Г2 Воздухораспределитель №483М (зарядка, отпуск и поездное положение).....	72
Г3 Воздухораспределитель № 483М (торможение и перекрыша).....	74
Г4 Главная часть № 466 (конструкция).....	76
Г5 Главная часть № 466 (перекрыша и торможение).....	77
Г6 Стенд для испытания воздухораспределителей грузовых вагонов.....	78
Г7 Сигнализатор обрыва тормозной магистрали с пневмоэлектрическим датчиком № 418.....	79
Г8 Воздухораспределитель № 292-001 (конструкция).....	80
Г9 Воздухораспределитель № 292-001 (зарядка и отпуск).....	81
Г10 Воздухораспределитель № 292-001 (торможение и перекрыша).....	82
Г11 Воздухораспределитель № 292-001 (экстренное торможение).....	83
Г12 Стенд для испытания ВР и ЭВР пассажирских вагонов.....	84
Г13 Воздухораспределитель КЕс (зарядка и отпуск).....	85
Г14 Воздухораспределитель КЕс (служебное и экстренное торможения).....	86

Г15 Автоматический регулятор режимов (авторежим) торможения № 265А-1 (конструкция и установка на вагоне).....	87
Г16 Авторежим № 265А-1 (торможение, перекрыша и отпуск).....	88
Г17 Стенд для испытания авторежимов грузовых вагонов.....	89
7. Электropневматические тормоза.....	90
Д1 Устройство электропневматического тормоза для пассажирских поездов и его схема (отпуск).....	91
Д2 Схемы электропневматического тормоза (перекрыша) пассажирских поездов и его основных блоков.....	93
Д3 Схемы электропневматического тормоза (торможение) пассажирских поездов и его основных блоков.....	95
Д4 Схема электропневматического тормоза (отпуск) электро- и дизель- поездов и его устройство.....	97
Д5 Схема электропневматического тормоза электро- и дизель-поездов (перекрыша и торможение).....	99
Д6 Схема электропневматического тормоза электропоездов с краном машиниста № 395-000-5.....	101
Д7 Электровоздухораспределитель № 305-000 (конструкция).....	103
Д8 Электровоздухораспределитель № 305-000 (торможение, перекрыша, отпуск).....	104
Д9 Детали электропневматического тормоза.....	105
Д10 Приборы для проверки электропневматического тормоза.....	107
Д11 Проверка электропневматического тормоза в пассажирских составах.....	108
8. Компрессоры и регуляторы давления.....	109
Е1 Компрессор КТ6.....	111
Е2 Компрессор К2.....	113
Е3 Электрокомпрессор ЭК-7Б, В.....	115
Е4 Компрессор МК-135.....	116
Е5 Компрессор ВВ-1.5/9.....	117
Е6 Регуляторы давления АК-11Б, ЗРД, ТSP-2DB(11).....	118
9. Воздухопровод, арматура, тормозные цилиндры и резервуары.....	119
Ж1 Воздухопровод и арматура.....	120
Ж2 Воздухопровод и арматура.....	121
Ж3 Комбинированный кран № 114 и клапаны №№ ЗМД, ЗПК, Э175, 155А.....	122
Ж4 Тормозные цилиндры.....	123
Ж5 Резервуары.....	124
Ж6 Тормозные цилиндры, воздухопровод и арматура пассажирских вагонов.....	125
Список литературы.....	127

Учебное издание

**Доктор технических наук,
профессор Виталий Романович Асадченко**

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ТОРМОЗА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Учебное иллюстрированное пособие
для студентов вузов, техникумов, колледжей
и учащихся образовательных учреждений
железнодорожного транспорта, осуществляющих
начальную профессиональную подготовку

Ответственный за выпуск И.Н. Артамонова

Редактор И.Ф. Солодкова

Корректор Г.В. Голубева

Компьютерная верстка В.В. Симинский

Изд. лиц. ИД № 04598 от 24.04.2001 г.

Подписано в печать 29.05.2002. Формат 60x84/4

Усл. печ. л. 32. Дополнительный тираж 3 000 экз.

УМК МПС России

107078, Москва, Басманный пер., д. 6

Отпечатано в ООО "К-М",

г. Москва, 4-я ул. Восьмого Марта, д. 3.