



РАЗРАБОТКИ СКБТ ОАО МТЗ ТРАНСМАШ

ТОРМОЗНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОРОТКОСОСТАВНЫХ ПАССАЖИРСКИХ И ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ (ДО 300 КМ/Ч) ПЕЗДОВ, ВАГОНОВ МЕТРОПОЛИТЕНА

Работы, связанные с созданием тормозных систем для скоростных поездов, сначала в СССР, затем в России ведутся уже более 40 лет. За это время разработаны, изготовлены и прошли испытания скоростные поезда РТ-200, ЭР200, «Сокол», «Невский экспресс», локомотив с реактивной тягой. Приведенный подвижной состав имеет всю необходимую атрибутику обеспечения безопасности движения; единый контроллер «Тяга-Торможение», быстродействующий электропневматический, рекуперативно-реостатный,

магнито-рельсовый и дисковый тормоза, противоюзную защиту, систему пневмоподвешивания и др.

Тормозная электропневматическая система электропоезда «Сокол» прошла испытания при скорости до 250 км/ч. Микропроцессорные системы управления автотормозами и диагностики работы приборов эксплуатируются уже более 10 лет на вагонах метрополитена и на рельсовом автобусе РА1. Аналогичные системы могут также использоваться на высокоскоростных поездах.



Рельсовый автобус РА1: пульт управления машиниста и общий вид автобуса

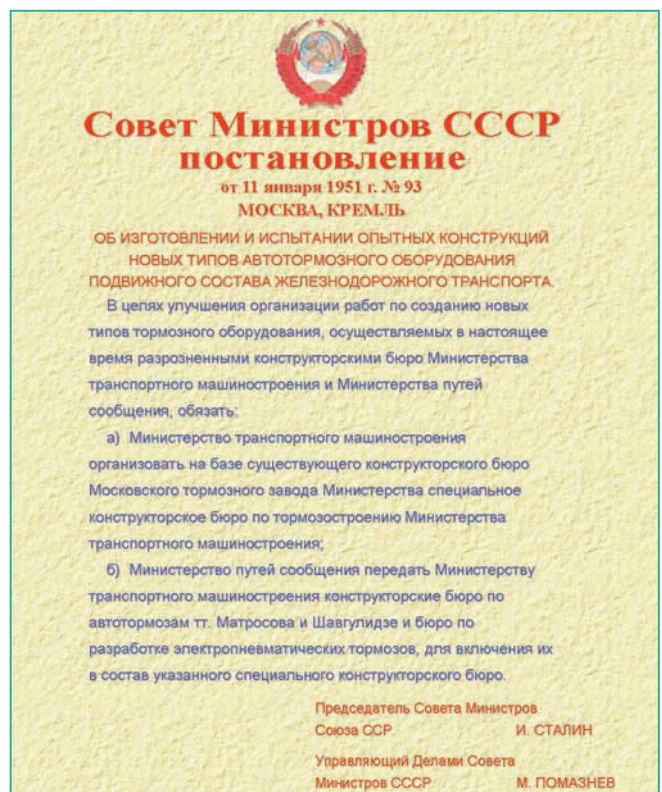


В.Н. СМЕЛОВ,
заместитель
технического директора —
генеральный конструктор
ОАО МТЗ ТРАНСМАШ

Специальное конструкторское бюро по тормозостроению (СКБТ) было основано постановлением Совета Министров СССР 11 января 1951 г. в целях улучшения организации работ, связанных с созданием новых типов тормозного оборудования.

В последние годы необходимость создания новых приборов и тормозных систем диктуется возрастающими требованиями к безопасности движения, надежности работы и управляемости поездом, сокращению ремонтно-эксплуатационных расходов. Для реализации этих задач специалисты СКБТ изменили традиционную схему тормозного оборудования. Применяемые при этом микропроцессорная техника, средства диагностики и контроля, оригинальные конструктивные разработки позволяют получить единые тормозные системы для современного подвижного состава, особенность которого — постоянное формирование, работающее как единое целое.

Функциональные системы, осуществляющие тормозные процессы, следующие. Основной рабочий тормоз — электродинамический, управляемый от единого контроллера «Тяга-Торможение». При этом тормозная система обеспечивает автоматическое дотормаживание поезда в случае истощения элект-



Сравнительные тормозные характеристики нового подвижного состава

Параметры движения и торможения	Электропоезд (ПТ)	Электропоезд «Сокол» (ПТ)	«Невский экспресс»		Рельсовый автобус (ПТ)	Метропоезд (с «петлей безопасности»)
			(ЭПТ)	(ПТ)		
Скорость, км/ч		90		200		90
Тормозной путь, м	590	431	380	2000	370	295
Замедление, м/с ²	0,535	0,733	0,82	0,77	0,85	1,34



Метропоезд «Яруз»: на линии и в кабине

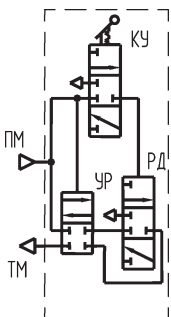
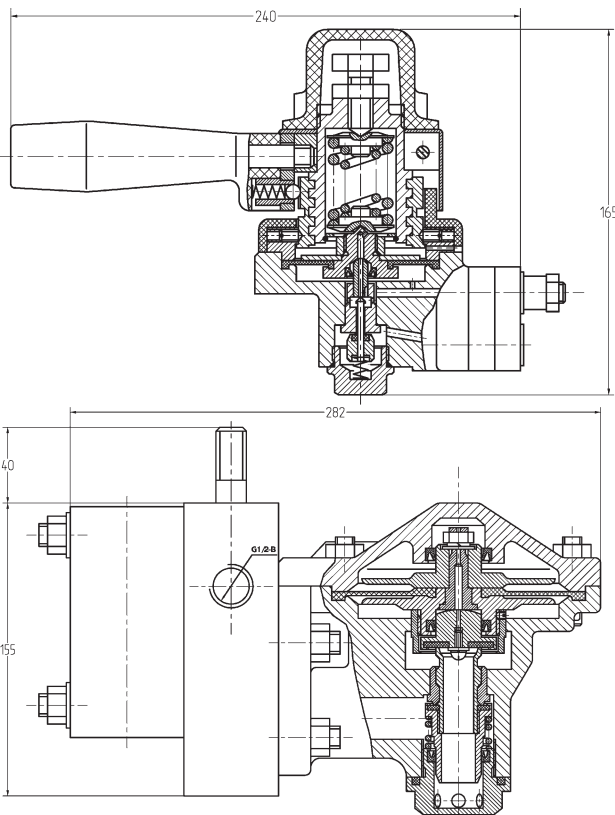


Рис. 1. Кран машиниста № 013А и его принципиальная пневматическая схема:

КУ — кран управления; УР — разобщительное устройство; РД — реле давления; ПМ — питательная магистраль; ТМ — тормозная магистраль

рического тормоза на малых скоростях, а также заданную тормозную эффективность за счет создания дополнительного тормозного усилия на немоторных вагонах. Кроме того, высокоскоростные составы оснащают электропневматическим тормозом (резервным 1-го порядка) и автоматическим пневматическим (резервным 2-го порядка).

Предусмотрены также экстренный тормоз, имеющий ручное управление (пневматический стоп-кран, тумблер для разрыва цепи «петли безопасности»), автоматический (по командам систем безопасности клапаном автостопа, а для метро — срывным клапаном). Дополнительно высокоскоростные поезда оснащают устройством для его остановки по внешним радиокomандам вне зависимости от действий машиниста, магнитно-рельсовым тормозом, системой противоюзной защиты с применением трехпозиционных сбрасывающих клапанов.

Первый опыт создания систем для торможения составов высокоскоростного движения приобрели в начале 70-х годов прошедшего столетия на электропоезде ЭР200, эксплуатируемом до настоящего времени. В последние годы разработаны принципиально новые тормозные системы, в частности, для вагонов метро и электропоезда «Сокол». Здесь использованы специализированные микропроцессорные устройства, которые позволяют автоматически управлять компрессорами, устройствами очистки и осушки воздуха, магниторельсовыми и стояночными тормозами, реализовывать функции автоведения.

Аппаратные и программные средства управления тормозной системой высокоскоростного поезда предназначены для оперативной ее диагностики, а также информирования машиниста в масштабе реального времени о техническом состоянии тормозной системы и ее элементов. При этом устройства диагностики могут накапливать в «памяти» все отказы и сбои тормозной системы в процессе ее эксплуатации.

В систему управления тормозами высокоскоростных поездов, в том числе высокоскоростных, заложены следующие функции:

- ✦ действие электропневматического тормоза на всех вагонах при отсутствии электрического торможения, а также только на немоторных вагонах при электрическом торможении на моторных;
- ✦ совместное действие с полной тормозной силой электрического тормоза на моторных вагонах и электропневматического на немоторных при полном служебном торможении;
- ✦ замещение электрического тормоза при его отказе на любом моторном вагоне электропневматическим тормозом при регулировочном и полном служебном торможении;
- ✦ действие пневматического тормоза с полной тормозной силой при разрыве «петли безопасности» в случае экстренного и аварийного торможений на немоторных вагонах;



Рис. 2. Кран вспомогательного тормоза № 172

- ✦ автоматическое и дистанционное управление аппаратами подачи и отключения питания катушек магнито-рельсового тормоза, а также блоком его управления;
- ✦ автоматическое управление основными компрессорами и электропневматическими клапанами, контроль блоков осушки;
- ✦ управление стоп-кранами;
- ✦ контроль за давлением в тормозной и питательной магистралях;
- ✦ исполнение команд безопасности от комплекса бортовой системы управления (КБСУ);
- ✦ формирование и выдача сигналов для записи в защищенный регистратор («черный ящик»);
- ✦ формирование и выдача информации о состоянии системы управления фрикционными тормозами, ЭПТ и его систем в КБСУ;
- ✦ управление автоматическими стояночными тормозами.

Данные системы прошли соответствующие испытания и показали высокую эффективность работы на высокоскоростном подвижном составе (см. таблицу). Как видно из таблицы, применение «петли безопасности» позволяет в 5 раз сократить время подготовки тормозов к действию, благодаря чему сокращаются подготовительный тормозной путь и фактический.

Подобное пневматическое и электропневматическое оборудование поезда включает в себя: кран машиниста № 013А, кран вспомогательного тормоза № 172 (№ 215 при локомотивной тяге), блоки управления пневматическим тормозом (БУПТ) № 155А (№ 248) и стояночным тормозом (БУСТ) № 192, пневматический авторежим № 159, клапаны экстренного торможения № 130.030 и автостопа (ЭПК) № 153, выключатель цепей управления № 267.050, сбрасывающий клапан № 182 противозонного устройства, пневматические приборы системы пневмоподвешивания № 109,108,398, 003М и 131, другое оборудование.

Кран машиниста № 013А предназначен для управления пневматическим тормозом поезда и содержит (рис. 1): кран управления № 013А.010, разобщительное устройство № 013А.200, реле давления № 033.010. Данный кран — дискретный, прямодействующий с автоматическими перекрышами, имеет семь фиксированных положений ручки управления, при которых устанавливаются давления: I — сверхзарядка (не менее $6,0 \text{ кгс/см}^2$); II — поездное ($5,2 \pm 0,1 \text{ кгс/см}^2$); III — тормозное ($4,4 \pm 0,2 \text{ кгс/см}^2$); IV — тормозное ($4,1 \pm 0,2 \text{ кгс/см}^2$); V — тормозное ($3,8 \pm 0,2 \text{ кгс/см}^2$); VI — полное служебное торможение ($3,1 \pm 0,2 \text{ кгс/см}^2$); VII — экстренное торможение (0 кгс/см^2).

Кран вспомогательного тормоза № 172, общий вид которого приведен на рис. 2, предназначен для управления пневматическим тормозом при отказе контроллера или при отсутствии питания электропневматических вентилях. Рукоятка крана перемещается в вертикальной плоскости и имеет три положения: отпуск, перекрыша и торможение. В



Рис. 3. Кран управления № 215

положении торможения тормозная магистраль разряжается служебным темпом.

Кран управления № 215, представленный на рис. 3, служит для управления тормозами локомотива. Область применения: тяговый или специальный самоходный подвижной состав, в котором тормозные цилиндры наполняются через реле давления. Кран располагается в кабине машиниста, обеспечивает автоматическое поддержание давления в тормозных цилиндрах на ступенях торможения.

Технические характеристики крана управления № 215

Диапазон давления сжатого воздуха в питательной магистрали, МПа (кгс/см^2) 0,7 — 1 (7 — 10)
Номинальное давление сжатого воздуха в тормозном цилиндре при последующих положениях ручки крана, МПа (кгс/см^2):

I — поездное	0
II — тормозное	0,1 — 0,13 (1 — 1,3)
III — тормозное	0,17 — 0,2 (1,7 — 2)
IV — тормозное	0,27 — 0,3 (2,7 — 3)
V — тормозное	0,37 — 0,4 (3,7 — 4)

Диаметр условного прохода, мм 8
Габаритные размеры, мм 240×98×212
Масса, кг 3,5

Блок управления пневматическим тормозом (БУПТ) № 155А предназначен для управления процессами наполнения и выпуска сжатого воздуха в тормозных цилиндрах при пневматическом и электропневматическом торможениях (последнее относится к режимам замещения гидродинамического тормоза при его отказе или ослаблении на малых скоростях движения). Конструктивно представляет собой плиту-кранштейн 1 (рис. 4), жестко закрепленную на раме рельсового автобуса РА1, на которой также расположены навесные пневматические и электропневматические приборы.

Блок БУПТ содержит воздухораспределитель 2, орган дополнительной разрядки 3, электропневматические вентили 4 и 5, делитель давления 6, переключательный клапан 7, реле давления 8, кронштейн для установки манометра 9 и защитный кожух 10. Воздухораспределитель — жесткого типа, диафрагменно-клапанной конструкции, имеет пружинный комплект, выполняющий функцию рабочей камеры, предназначен для обеспечения процессов пневматического торможения и отпуска в зависимости от изменения величины давления сжатого воздуха в тормозной магистрали. Он может осуществлять ступенчатые отпуск и торможение.

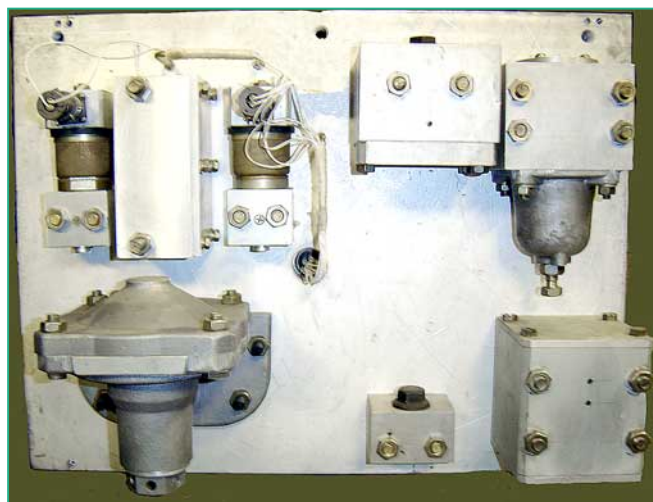
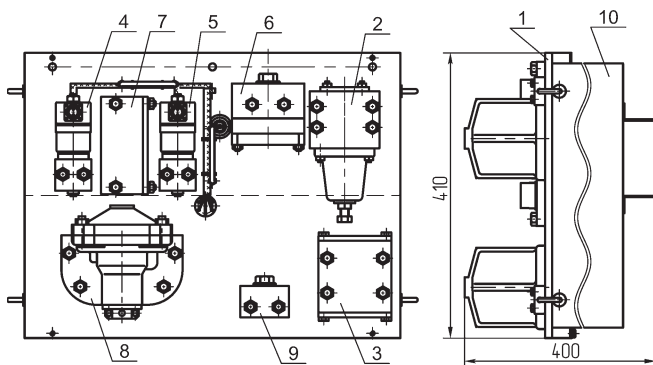


Рис. 4. Блок управления пневматическим тормозом №155А:
 1 — плита-кронштейн; 2 — воздухораспределитель; 3 — орган дополнительной разрядки; 4 и 5 — электропневматические вентили; 6 — делитель давления; 7 — переключательный клапан; 8 — реле давления; 9 — кронштейн для установки манометра; 10 — защитный кожух

Технические характеристики блока управления пневматическим тормозом № 155А

Величина зарядного давления в ТМ, МПа (кгс/см ²)	0,51 ± 0,01 (5,1 ± 0,1)
Номинальное напряжение вентилей В1 и В2 постоянного тока, В ...	24
Время наполнения ТЦ при экстренном торможении на порожнем и груженом режимах в различных условиях работы, с, не более:	
при торможении краном машиниста	3
действия вентилей В2	2
действия вентилей В1	2

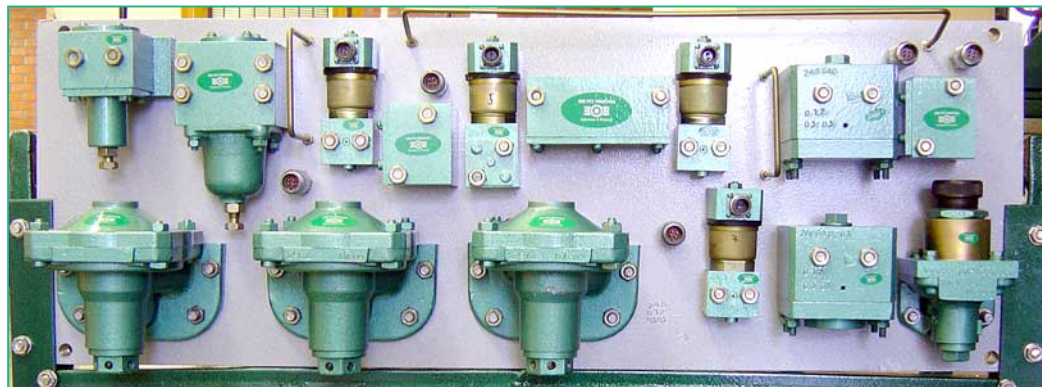


Рис. 5. Блок электропневматических приборов № 248

Величина давления сжатого воздуха в ТЦ, МПа (кгс/см²):
 при экстренном и полном служебном торможениях и действии вентилей В2 (обеспечивается АР):

порожний режим	0,27 ± 0,01 (2,7 ± 0,1)
груженный режим	0,33 ± 0,02 (3,3 ± 0,2)
при действии вентилей В1:	
порожний режим	0,11 ± 0,02 (1,1 ± 0,2)
груженный режим	0,15 ± 0,02 (1,5 ± 0,2)

Блок электропневматических приборов (БЭПП) № 248

управляет процессами наполнения и выпуска сжатого воздуха в тормозных цилиндрах в зависимости от комбинации управляющих электрических сигналов, изменения давления в тормозной магистрали, а также от загрузки вагона при всех режимах торможения. При этом предусмотрена возможность диагностирования работы тормозной системы вагона.

Блок представляет собой плиту-кронштейн (рис. 5), помещенную в контейнер-кожух, который жестко закреплен на раме вагона, где также расположены навесные пневматические и электропневматические приборы. Плита-кронштейн состоит из двух частей, внутри которых выполнены каналы, чтобы создать сообщения между элементами блока. Обе его части склеены специальным составом и стянуты резьбовыми соединениями.

Блок БЭПП состоит из делителей давления, воздухораспределителя, электропневматических вентилей, переключателей, датчиков давления, вентилей тормоза безопасности, а также переключательного клапана, редуктора, пневматического авторежима и реле давления.

Воздухораспределитель — жесткого типа, диафрагменно-клапанной конструкции. Он содержит пружинный комплект, выполняющий функцию рабочей камеры, предназначен для обеспечения процессов пневматического торможения и отпуска в зависимости от изменения величины давления сжатого воздуха в тормозной магистрали. Может осуществлять ступенчатый отпуск и торможение.

Вентиль тормоза безопасности обеспечивает аварийное включение экстренного тормоза при разрыве «петли безопасности» (в случае отсутствия напряжения на вентиле ВТБ), а также третью уставку торможения при резервном торможении.

Пневматический авторежим обеспечивает изменение величины максимального давления сжатого воздуха в тормозных цилиндрах в зависимости от загрузки вагона. Реле давления является его повторителем. Получив управляющее давление от электропневматических вентилей В1, В2 и В3 или воздухораспределителя, непосредственно наполняет сжатым воздухом тормозной цилиндр или опорожняет его через большие проходные сечения. Данное реле взаимозаменяемо с реле давления крана машиниста № 013А.

Пневматический авторежим № 159 работает совместно с БУПТ и служит для преобразования величины давления сжатого воздуха центрального пневмоподвешивания в соответствующую величину давления сжатого воздуха на своем выходе, регулируя таким образом максимальное давление в тормозном цилиндре как функцию загрузки. Прибор содержит (рис. 6): пневматический авторежим 1 (№ 100.050-1РМ), переключатель с плитой-кронштейном 2 и защитный кожух 3.

Принципиальная пневматическая схема блока БУПТ и пневматического авторежима показана на рис. 7.

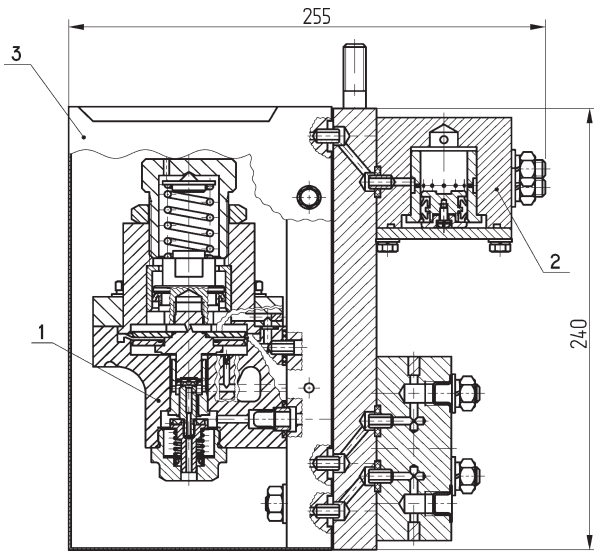


Рис. 6. Схема пневматического авторежима № 159:
1 — авторежим; 2 — переключатель с плитой-кронштейном; 3 — защитный кожух

**Технические характеристики
пневматического авторежима № 159**

Диапазон рабочего давления сжатого воздуха в питательной магистрали МПа (кгс/см²) (определяется системой воздухообеспечения) 0,63 — 0,92 (6,3 — 9,2)
 Величина давления сжатого воздуха в ТЦ при управляющем давлении 0,32 МПа (3,2 кгс/см²) на порожнем режиме МПа (кгс/см²) 0,27 ± 0,01 (2,7 ± 0,1)
 Приращение величины давления сжатого воздуха в ТЦ по отношению к величине давления порожнего режима при управляющем давлении 0,44 МПа (4,4 кгс/см²) на груженом режиме МПа (кгс/см²) 0,09 ± 0,02 (0,9±0,2)

Блок управления стояночным тормозом № 192 предназначен для дистанционного управления процессами наполнения и выпуска сжатого воздуха из пневмопружинных тормозных цилиндров. Блок, общий вид которого приведен на рис. 8, содержит пневмораспределитель, электропневматические вентили и кронштейн. Электропневматические вентили аналогичны вентилям, которые установлены в БУПТ.

Клапан аварийного экстренного торможения № 130.030 обеспечивает выполнение экстренного торможения при аварийной ситуации. Кнопка (рис. 9) клапана аварийного экстренного торможения имеет два фиксированных по-



Рис. 8. Блок управления стояночным тормозом № 192



Рис. 9. Клапан аварийного экстренного торможения № 130.030

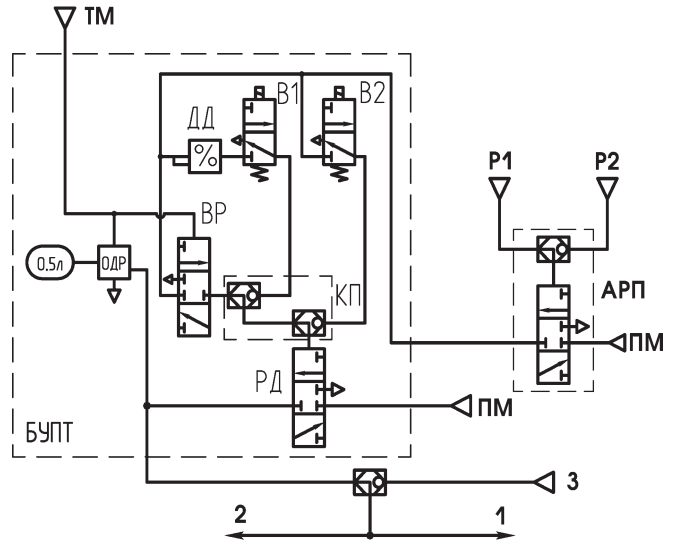


Рис. 7. Принципиальная пневматическая схема блока управления пневматическим тормозом № 155А и пневматическо-го авторежима № 159:

1 — к тормозному цилиндру 1-й тележки; 2 — к тормозному цилиндру 2-й тележки; 3 — от крана вспомогательного тормоза локомотива № 172; АРП — пневматический авторежим № 159; БУПТ — блок управления пневматическим тормозом № 155А; В1, В2 — электропневматические вентили № 120-0,5-24 АДР; ДД — делитель давления № 155.040; ВР — воздухораспределитель № 155.010; КР — переключающий клапан № 155.030; РД — реле давления № 033.010; ОДР — орган дополнительной разрядки № 155.020; ПК — переключательный клапан № 169; ПМ — питательная магистраль; П1 — пневморессора первой тележки; П2 — пневморессора второй тележки; ТМ — тормозная магистраль (от крана машиниста № 013А)

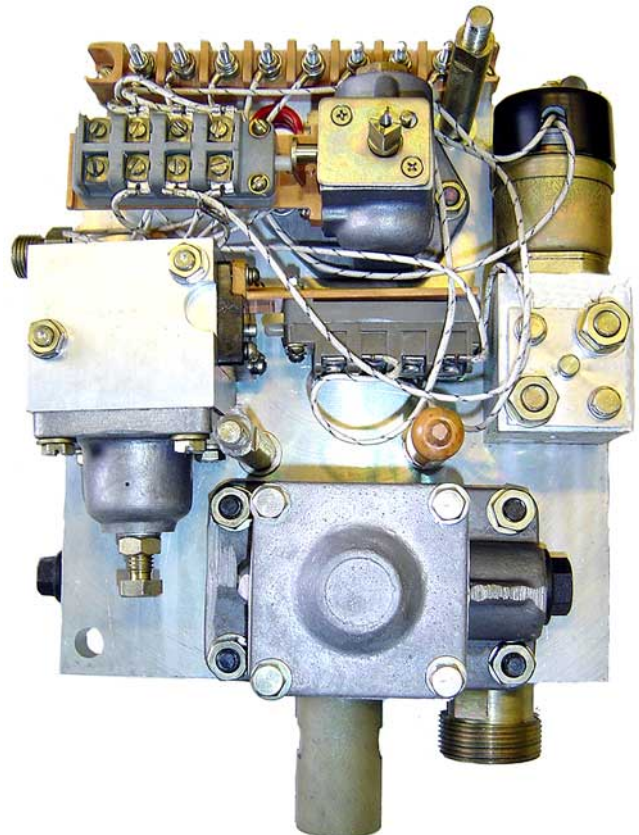


Рис. 10. Электропневматический клапан автостопа № 153

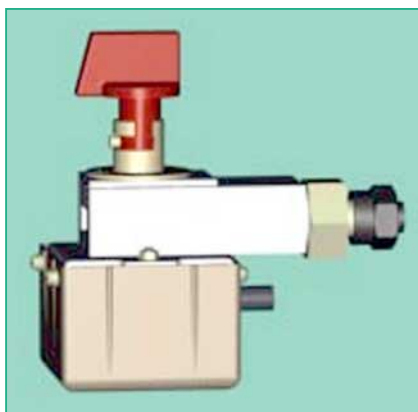


Рис. 11. Выключатель цепей управления № 267.050



Рис. 12. Трехпозиционный сбрасывающий клапан № 182

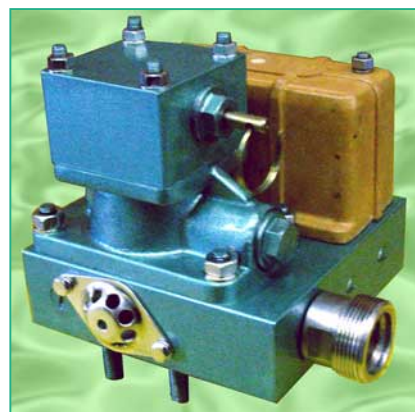


Рис. 13. Электропневматический клапан экстренного торможения для дистанционного управления № 266

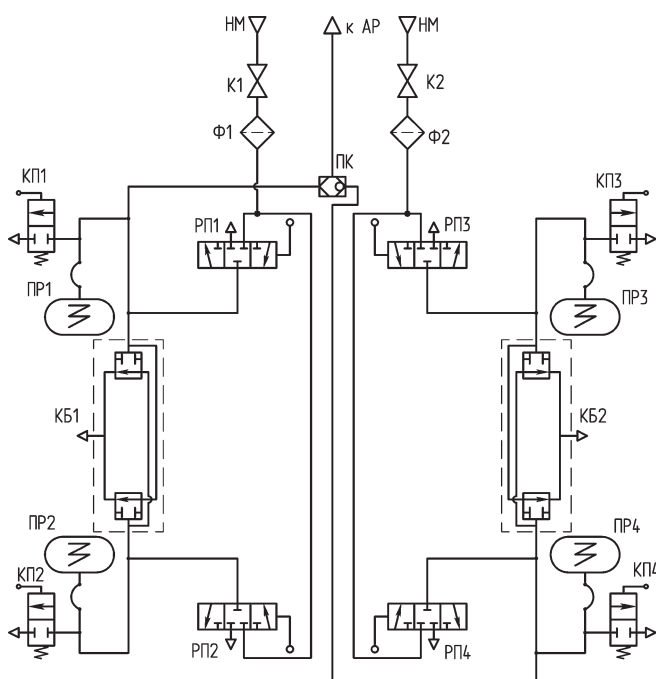


Рис. 14. Схема пневмодвешивания:

РП — регулятор положения кузова № 003М; Ф — фильтр воздуховода; КП — отпусной клапан № 131; КБ — быстродействующий клапан № 398; ПР — пневморессоры № 720.31.35.020; ПК — переключательный клапан № 100.050.030; К — кран 1-15-3 ТУ 24.05.10.105.94 (121-02); НМ — напорная магистраль; АР — магистраль к пневматическому авторежиму



Рис. 15. Схема сигнализатора давления № 115А



Рис. 16. Клапан 5-2 ОСТ 24.290.15-86 (№ 169)

ложения. При нажатии на кнопку клапана происходит прямое сообщение тормозной магистрали с атмосферой. Одновременно отключается тяга и включаются песочницы.

Электропневматический клапан автостопа (ЭПК) № 153 работает в системе КЛУБ и предназначен для подачи предупредительного звукового сигнала и экстренной разрядки тормозной магистрали при проезде запрещающего сигнала. Общий вид ЭПК-153 представлен на рис. 10.

Выключатель цепей управления № 267.050 (рис. 11), служит для управления устройством блокировки тормозов.

Трехпозиционный сбрасывающий клапан № 182, который показан на рис. 12, предназначен для сброса давления сжатого воздуха из тормозных цилиндров по командам противоюзной защиты. При этом предоставляется возможность зафиксировать величину промежуточного давления, а также последующего наполнения.

Электропневматический клапан экстренного торможения для дистанционного управления № 266 (рис. 13) обеспечивает разрядку тормозной магистрали темпом экстренного торможения по внешним командам (диспетчера, независимо от действий машиниста).

Пневматические приборы системы пневмоподвешивания предназначены для управления процессами наполнения и выпуска сжатого воздуха в пневморессорах. Приборы системы (рис. 14): регулятор положения кузова № 003М, быстродействующий клапан № 398, клапан 4-2 ОСТ 24.290.15-86 (№ 131).

Регулятор положения кузова РПК № 003М автоматически изменяет давление сжатого воздуха в пневморессоре, чтобы поддерживался заданный уровень высоты подъема кузова в зависимости от величины нагрузки на пневморессору.

Быстродействующий клапан № 398 автоматически сбрасывает давление воздуха в одной пневморессоре при повреждении другой на той же тележке. Перепад давлений, на который срабатывает клапан, составляет $0,14 \pm 0,02$ ($1,4 \pm 0,2$) МПа (кгс/см²).

Среди прочего оборудования — сигнализатор давления № 115А и клапан № 169.

Сигнализатор давления № 115А, схема которого приведена на рис. 15, выдает информацию о наличии определенного давления сжатого воздуха в каком-либо объеме пневматической системы подвижного состава.

Клапан 5-2 ОСТ 24.290.15-86 (рис. 16) автоматически переключает воздухопроводы в зависимости от направления потока сжатого воздуха.



Открытое акционерное общество
МТЗ ТРАНСМАШ

125190, Россия, г. Москва,
ул. Лесная, д.28
тел.: (095) 978-3553
факс: (095) 978-7109
info@mtztransmash.ru
www.mtz-transmash.ru