

Пневматическая система тепловоза ТЭП70

Система воздухопровода тормоза тепловоза и другие вспомогательные системы обеспечиваются сжатым воздухом от компрессора ПК-5,25 (КМ1) производительностью $3,5 \text{ м}^3/\text{мин}$ с электроприводом. Компрессор двухступенчатый поршневой с V-образным расположением цилиндров (3 цилиндра низкого давления и 3 цилиндра высокого) и воздушным охлаждением лопастным вентилятором.

Для подачи сигнала на включение и выключение компрессора в пневматической системе последовательно установлены два прибора: пневматический регулятор давления ЗРД (РЕГД1) и пневмоэлектрический датчик ДЕМ102-1-02—2 (РДК). Регулятор давления ЗРД, необходимый также для работы системы подготовки сжатого воздуха, производит включение и выключение электродвигателя компрессора через датчик реле давления РДК соответственно при снижении давления в главных резервуарах до $7,5 \pm 0,2 \text{ кг/см}^2$ и при повышении его до $9 \pm 0,2 \text{ кг/см}^2$.

Компрессор через систему подготовки сжатого воздуха и два обратных клапана (К07 и К08) нагнетает сжатый воздух в два главных резервуара (РС1 и РС2 общим объемом 1000 л (2X500 л), расположенных в нишах, топливного бака, и в питательную магистраль.

На воздухопроводе от компрессора к главным резервуарам установлены три предохранительных клапана Э216 (КП1, КП2 и КП3), предохраняющие от завышения давления в главных резервуарах при отказе системы отключения компрессора или других случаях. Клапаны отрегулированы на срывное давление $10 \pm 0,2 \text{ кг/см}^2$. Главные резервуары снабжены кранами № 379 (КН16 КН17) для выпуска конденсата.

Комплектуемое оборудование пневматической системы приведено в табл. 1.

ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА

Тепловоз имеет следующие тормозные устройств. фрикционный тормоз с пневматическим (ПТ) и электропневматическим управлением (ЭПТ), электрический (реостатный) тормоз (ЭТ), фрикционный вспомогательный тормоз локомотива с пневматическим управлением, фрикционный стояночный тормоз с ручным приводом. Трубопровод ПТ, ЭПТ, ЭТ и вспомогательного тормоза показан на рис. 1.

Для управления автоматическими тормозами в кабинах машиниста установлены краны машиниста № 395.4 (КН3 и КН33), краны вспомогательного тормоза № 254.00 (КН34 и КН35), устройство блокировки тормозов 367.000 (УБТ), электропневматический клапан автостопа 1501 (ЭПКА).

Система подготовки сжатого воздуха.

Воздух из дизельного помещения через фильтры засасывается компрессором ПК-5,25 и сжимается.

Сжатый воздух от компрессора ПК-5,25 поступает в главные резервуары по цепи: компрессор ПК-5,25, трубопровод, сепаратор - осушитель СО, обратный клапан КО7, обратный клапан КО8, трубопровод, главный резервуар объемом 500 л РС1, трубопровод, кран КН27, трубопровод, главный резервуар объемом 500 л РС2.

Главные резервуары предназначены для хранения сжатого воздуха давлением от $7,5 \pm 0,2 \text{ кг/см}^2$ до $9 \pm 0,2 \text{ кг/см}^2$.

Сжатый воздух из главных резервуаров РС1 и РС2 поступает в питательную магистраль тепловоза.

Из питательной магистрали сжатый воздух поступает через блокировочное устройство усл. № 367 к крану машиниста усл. № 395 и к крану вспомогательного тормоза усл. № 254.

Через кран машиниста усл. № 395 воздух поступает через блокировочное устройство усл. № 367 в тормозную магистраль и далее через кран КН28 к воздухораспределителю ВР1 и через ВР1 в запасной резервуар объемом 78 литров РС5, предназначенный для создания давления в управляющих полостях реле РД1 и РД2 при срабатывании воздухораспределителя ВР1 и после срабатывания электровоздухораспределителя ВЭ1.

Из питательной магистрали воздух поступает к запасному резервуару РС3 (предназначен для наполнения тормозных цилиндров тележки №2) по цепи: питательная магистраль, кран

КН19, реле РЕД1, воздушный фильтр Ф5, обратный клапан КО2, запасной резервуар РС3 объемом 78 литров.

Из питательной магистрали воздух поступает к запасному резервуару РС4 (предназначен для наполнения тормозных цилиндров тележки №1) по цепи: питательная магистраль, кран КН20, реле РЕД2, воздушный фильтр Ф6, обратный клапан КО4, запасной резервуар РС4 объемом 78 литров.

Если машинист производит торможение краном машиниста усл. № 254 при этом происходит следующее: воздух из питательной магистрали через кран машиниста усл. № 254 поступает в магистраль локомотивного тормоза, переключательный клапан К5, управляющие полости реле РД1 и РД2. После срабатывания реле РД1 и РД2 воздух поступает в тормозные цилиндры. Тормозные цилиндры первой тележки наполняются по цепи: запасной резервуар РС4 объемом 78 литров, реле РД2, разобщительный кран КН22, тормозные цилиндры тележки №1. Тормозные цилиндры второй тележки наполняются по цепи: запасной резервуар РС3 объемом 78 литров, реле РД1, разобщительный кран КН21, тормозные цилиндры тележки №2.

Если машинист производит торможение краном машиниста усл. № 395 (пневматика) при этом происходит следующее: снижается давление в ТМ через кран машиниста усл. № 395, срабатывает ВР1, воздух из запасного резервуара РС5 объемом 78 литров, поступает к переключательному клапану К4, далее через ВТ1, кран КН22, переключательный клапан К5, воздух поступает в управляющие полости реле РД1 и РД2, тормозные цилиндры первой тележки наполняются по цепи: запасной резервуар РС4 объемом 78 литров, реле РД2, разобщительный кран КН22, тормозные цилиндры тележки №1, тормозные цилиндры второй тележки наполняются по цепи: запасной резервуар РС3 объемом 78 литров, реле РД1, разобщительный кран КН21, тормозные цилиндры тележки №2.

Если машинист производит торможение краном машиниста усл. № 395 (ЭПТ)

при этом происходит следующее: от электрической головки крана машиниста усл. № 395 поступает электрический сигнал на вентили электровоздухораспределителя ВЭ1, срабатывает ВЭ1, воздух из запасного резервуара РС5 объемом 78 литров, поступает к переключательному клапану К4, далее через ВТ1, кран КН22, переключательный клапан К5, воздух поступает в управляющие полости реле РД1 и РД2, тормозные цилиндры первой тележки наполняются по цепи: запасной резервуар РС4 объемом 78 литров, реле РД2, разобщительный кран КН22, тормозные цилиндры тележки №1, тормозные цилиндры второй тележки наполняются по цепи: запасной резервуар РС3 объемом 78 литров, реле РД1, разобщительный кран КН21, тормозные цилиндры тележки №2.

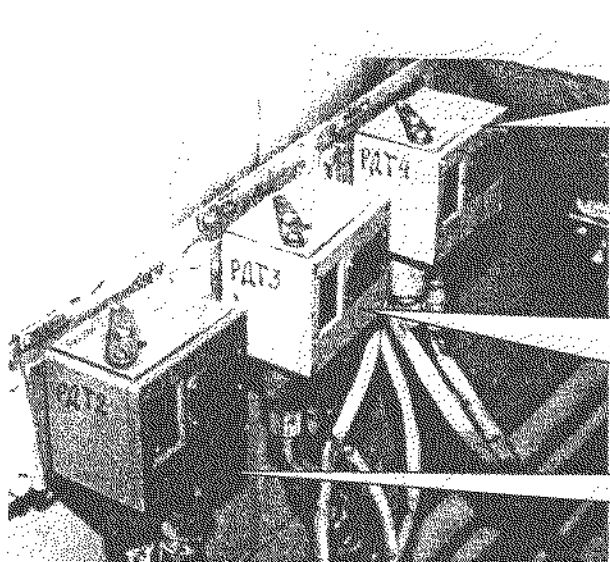
Взаимодействие электрического и электропневматического тормозов.

При служебном торможении поездным краном машиниста ЭТ включается автоматически при скорости 15-30 км/час с помощью сигнализатора ВТ1 под воздействием минимального давления торможения $0,3 - 0,4 \text{ кг/см}^2$, возникающее после ВЭ1 или ВР1. При включении ЭТ одновременно отключается ЭПТ с помощью электроблокировочного вентиля ВТ1, который перекрывает подачу воздуха от воздухораспределителя к реле давления РД1 и РД2.

При экстренном торможении ЭТ автоматически включается с полной эффективностью регулятором давления РДТ3 с одновременным выключением ЭПТ с помощью вентиля ВТ1.

В случае торможения краном вспомогательного тормоза при действующем ЭТ возможно совместное действие ЭТ и ЭПТ в пределах давления в магистрали вспомогательного тормоза от 0 до $2,2-2,5 \text{ кг/см}^2$. При более высоком давлении происходит автоматическое выключение ЭТ с помощью реле РДТ2.

При отключении ЭТ, в связи с падением скорости до 30-15 км/час или при его неисправности, электропневматический вентиль ВТ2 подает воздух к реле РД1 и РД2 давлением $1,8-2 \text{ кг/см}^2$.



РДТ4 – подает питание на вентиль ВТЗ при падении давления в ТМ до 3 кг/см^2 и отключает ВТЗ при давлении в ТМ 4 кг/см^2

РДТ3 - При экстренном торможении автоматически включает ЭТ с полной эффективностью. В тяге – снимает нагрузку с генератора при давлении в ТМ 3 кг/см^2 и восстанавливает нагрузку при давлении в ТМ 5 кг/см^2 .

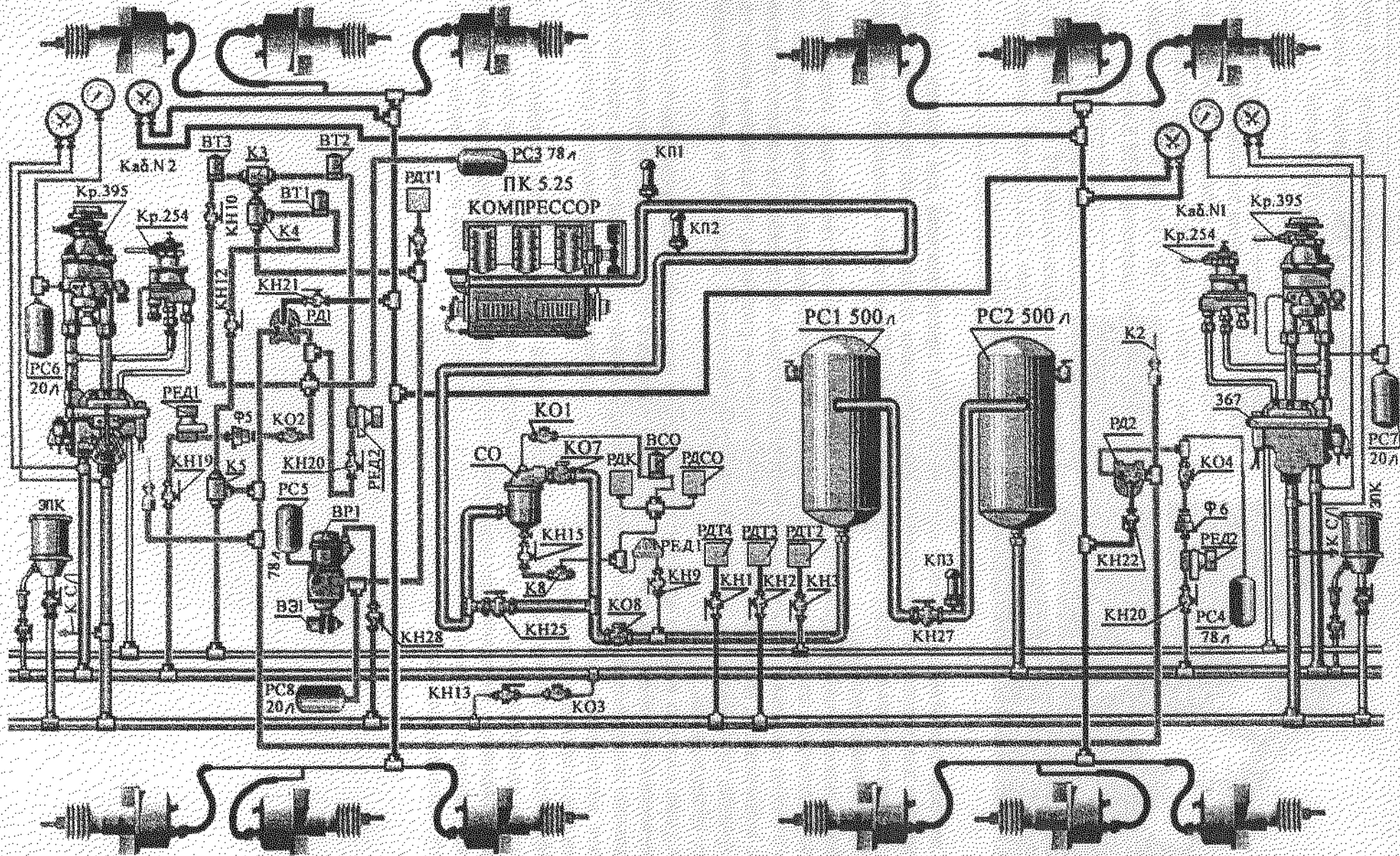
РДТ2 - при действующем ЭТ и появлении в ТЦ давления более $2.2-2.5 \text{ кг/см}^2$ автоматически отключает ЭТ

Система подготовки сжатого воздуха (СПСВ) предназначена для осушки воздуха, используемого для управления автоматическими тормозами поезда, а также пневмоэлектрическими и пневматическими приборами и механизмами. СПСВ является составной частью пневматической системы тепловоза.

Нормальное функционирование пневмосистемы в большинстве случаев определяется качеством подготовки сжатого воздуха, основными характеристиками которого является степень его очистки и осушки. Наличие влаги в пневмосистемах, выделенной из сжатого воздуха в процессе конденсации, вызывает интенсивное образование ржавчины, а в холодное время года — промерзание трубопроводов, главных резервуаров, тормозных цилиндров и другого пневматического оборудования.

Осушка сжатого воздуха на подвижном составе осуществляется преимущественно термодинамическим способом, т. е. путем охлаждения воздуха в трубопроводе, после компрессора в специальных воздухоохладителях или в главных резервуарах с последующим улавливанием конденсата влагоотделителями и маслоотделителями, удалением его с помощью специальных устройств или открытием кранов вручную.

Эффективность данного способа по удалению влаги в лучшем случае составляет 50—60 % от общего количества влаги, поступающей в систему воздухопровода. Кроме того, эффективность применяемых механических маслоотделителей любой конструкции характеризует степень улавливания капельной влаги только в местах их размещения и не позволяет улавливать влагу, находящуюся в сжатом воздухе в виде тумана.



Система осушки воздуха тепловоза ТЭП70.

На тепловозе ТЭП70 установлена автоматическая короткоцикловая одноадсорберная установка с безнагревным циклом регенерации, которая характеризуется следующими показателями:

исключает выпадение влаги, в элементах пневмосистем при рабочем давлении воздуха в диапазоне температур окружающего воздуха от $+50$ до -50 °С;

применяемый адсорбент — силикагель марки КСКГ ГОСТ 3956—76 — имеет вид стекловидных прозрачных или матовых зерен размером 3—7 мм, овальной, сферической или неправильной формы;

осушка воздуха происходит в процессе нагнетания его компрессором;

регенерация адсорбента происходит при неработающем компрессоре, когда бывает перепад давления в главных резервуарах с 8 до $7,5$ кг/см², т. е. до момента включения компрессора на нагнетание воздуха;

расход воздуха на регенерацию составляет 8—10 % от общего объема осушенного воздуха. Схематическое изображение СПСВ показано на рис. 1, выделенное а отдельный блок.

Принцип действия СПСВ заключается в следующем. Нагнетаемый компрессором КМ1 сжатый воздух проходит через трубопровод охлаждения длиной около 12 м и поступает к сепаратору-осушителю С01.

Конструктивно сепаратор-осушитель (рис. 3) состоит из сварного корпуса 1, патрона 2, установленного в корпус и уплотненного резиновым кольцом 3, фильтра 4, крышки 5, поджимающей через пружину 6 и рамку 7 содержимое патрона. В патроне нижняя часть заполняется трубками, выполняющими функцию маслоотделителя, а остальной объем — силикагелем. В верхней и нижней части объем силикагеля разделяется сеткой 8 с ячейкой 0,5 мм, состоящей из трех слоев. В рамке 7 установлен фильтр 4 из пенополиуретановой губки.

В сепараторе-осушителе сжатый воздух частично очищается от сконденсированных взвешенных частиц воды и масла (за счет закручивания потока воздуха при входе в сепаратор-осушитель по касательной). Дальнейшее осушение воздуха происходит на слое адсорбента.

Из сепаратора-осушителя осушенный воздух через два обратных клапана К07 и К08 поступает в главные резервуары и далее к потребителям. При достижении нагнетаемого компрессором воздуха давления (9 кг/см²) срабатывает регулятор давления ЗРД (РЕГД1) на выключение и пропускает воздух к пневмоэлектрическому реле ДЕМ102-1-02-22 (РДК), которое срабатывает и подает электрический сигнал на отключение компрессора.

Одновременно воздух от РЕГД1 поступает под поршень клапана К8 (рис. 4). В пневматическое реле ДЕМ102-1-02-3 (РДСО), настроенное на включение при давлении ($8,8$ кг/см²) и выключение (8 кг/см²) и к вентилю ВСО. Клапан К8 открывается и воздух (сконденсированная влага и масло) из сепаратора-осушителя и трубопровода охлаждения через открытый разобщительный кран КН15, дроссель ДР2 диаметром 8 мм залпом удаляется в атмосферу. Дроссель установлен с целью снижения шума выхлопа.

В то же время реле РДСО подает электрический сигнал на включение электропневматического вентиля ВСО (на катушку вентиля подается напряжение), который закрывает проход воздуха.

Регенерация адсорбента за счет продувки через него осушенного воздуха из главных резервуаров начнется после того, как давление воздуха в питательной магистрали снизится до $8 \pm 0,2$ кг/см². При этом давлении срабатывает на включение РДСО, вентиль ВСО открывается и воздух из главных резервуаров через регулятор РЕГД1, вентиль ВСО, обратный клапан К01, дроссель ДР1 диаметром 1,4 мм поступает в сепаратор-осушитель С01.

Дроссель ДР1 диаметром 1,4 мм был выбран при стендовых испытаниях СПСВ, так как при этом обеспечивается качество осушки воздуха с минимальным расходом сжатого воздуха.

Проходя через сепаратор-осушитель, воздух регенерирует адсорбент (отбирает влагу) и далее через открытый клапан К8 удаляется в атмосферу. При неработающем компрессоре клапан К8 остается постоянно открытым. Регенерация продолжается до момента включения компрессора, т. е. в течение времени падения давления с (8 до $7,5$ кг/см²).

Продолжительность времени цикла регенерации при необходимости может быть изменена за счет соответствующей настройки реле РДСО. При снижении давления воздуха в питательной магистрали ниже установленного предела ($7,5 \pm 0,2$ кг/см²) регулятор давления РЕГД1 сообщает с атмосферой свой выходной канал и трубопровод, на линии которого установлены РДК, РДСО и К8. Вследствие этого клапан К8 закрывается, разобщая сепаратор-осушитель с атмосферой, а также срабатывает на включение реле РДК, подающее электрический сигнал на включение компрессора. Затем цикл повторяется.

Трубопровод СПСВ предусматривает пропуск воздуха от компрессора а главные резервуары одновременно через сепаратор-осушитель и по обводной магистрали с разобщительным краном КН25. Кран КН25 открывается в особых случаях, о чем будет сказано ниже. При нормальной работе СПСВ кран КН15 открыт, а кран КН25 закрыт. Продолжительная работа СПСВ с закрытым краном КН15 без периодической продувки сепаратора-осушителя С01 ведет к накоплению воды в сепараторе-осушителе, что влечет за собой разрушение адсорбента и потерю осушающей способности СПСВ.

Для нормальной работы СПСВ необходимо обеспечить параметры настройки пневматических и пневмоэлектрических приборов, а именно:

включение и выключение компрессора, закрытие и открытие продувочного клапана К8 определяется настройкой регулятора РЕГД1 (регулятор ЗРД) соответственно $7,5 \pm 0,2$ кг/см² и $9 \pm 0,2$ кг/см²;

реле РДСО настраивается на размыкание контактов при давлении $8 \pm 0,2$ кг/см² и замыкание контактов при $8,8 \pm 0,2$ кг/см², причем эта величина настройки ($9 \pm 0,2$ кг/см²) регулятора РЕГД1;

реле РДК настраивается на размыкание контактов при ($8 \pm 0,2$ кг/см²) и замыкание контактов при ($5,5 \pm 0,2$ кг/см²), т. е. на параметры ниже, чем настроен РЕГД1, что гарантирует отключение и включение компрессора при срабатывании РЕГД1.

Возможные неисправности в работе СПСВ, причины и способы их устранения приведены в табл. 2. В процессе доработки конструкции СПСВ произведен ряд изменений в схеме и в устройстве сепаратора-осушителя.

Неисправности системы подготовки сжатого воздуха.

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
Нет выхлопа из сепаратора осушителя в момент остановки компрессора	Закрыт разобщительный кран КН15. Не открывается продувочный клапан К8.	Открыть кран. Разобрать клапан, устранить причину.
Быстрое падение давления воздуха в питательной магистрали во время стоянки компрессора.	Нарушено уплотнение одновременно двух обратных клапанов К07 и К08	Разобрать клапаны, устранить причину, при необходимости притереть посадочные поверхности корпуса и запорного органа клапанов или заменить клапаны. При обнаружении силикагеля в клапанах произвести ревизию сепаратора осушителя С01.
Более продолжительная, по сравнению с нормальной, или безостановочная работа компрессора	Не закрывается продувочный клапан К8 (при закрытом кране КН15 время работы компрессора приходит в норму)	Разобрать клапан, устранить причину. До устранения неисправности кран КН15 закрыть, кран КН25 открыть
При работе компрессора происходит утечка воздуха через атмосферное отверстие регулятора РЕГД1.	Негерметичен клапан К01	Разобрать клапан, устранить причину, при необходимости притереть посадочные поверхности корпуса и запорного органа клапана или заменить клапан.

		Отрегулировать РЕГД1 или РДК
Компрессор не включается при давлении воздуха в питающей и магистрали менее $7,5 \text{ кг/см}^2$.	Разрегулированы РЕГД1 или РДК.	Отрегулировать или заменить РДК.
Срабатывают предохранительные клапаны КП1—КП3 при работе компрессора.	Нарушена регулировка клапанов КП1—КП3	Осмотреть клапаны. Отрегулировать клапаны.
Наличие большого количества воды молочного цвета или водомасляной эмульсии в главных резервуарах.	Компрессор отключается при повышенном давлении в питающей магистрали из-за разрегулировки или неисправности РЕГД1.	Отрегулировать или заменить РЕГД1
	Разрегулировано или неисправно РДК.	При обнаружении силикагеля в клапанах произвести ревизию сепаратора-осушителя С01.
	Нет прохода воздуха через клапаны К07 и К08.	Произвести ревизию сепаратора-осушителя С01, при необходимости заменить адсорбент.
	Ненормальная работа системы подготовки сжатого воздуха	Проверить параметры настройки приборов СПСВ.

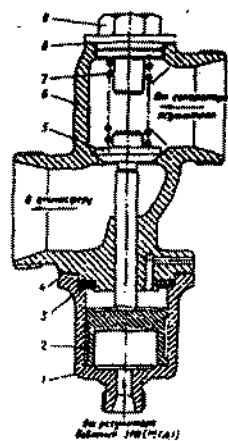


Рис. 3. Сепаратор-осушитель:

- 1 — корпус, 2 — патрон.
- 3 — кольцо, 4 — фильтр.
- 5 — крышка, 6 — пружина.
- 7 — рамка, 8 — сетка.
- 9 — силикагель, 10 — трубки

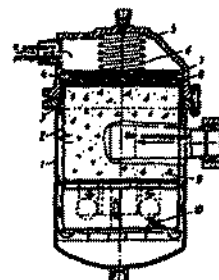
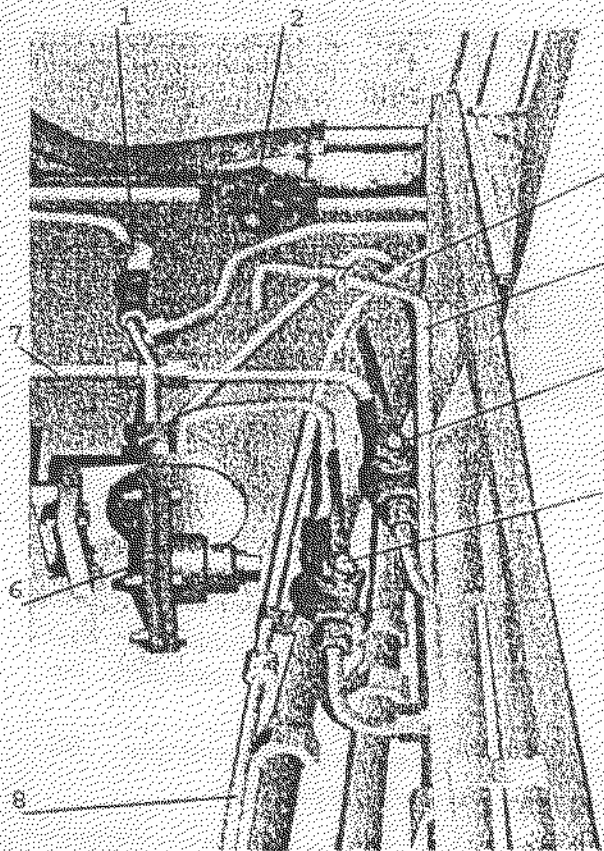


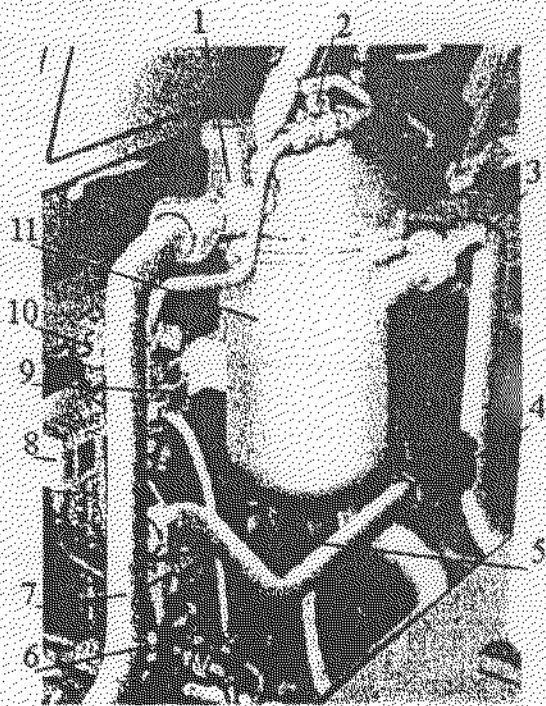
Рис. 4. Клапан системы осушки воздуха:

- 1 — цилиндр, 2 — поршень,
- 3 — уплотнение, 4 — фильтр,
- 8 — прокладка, 5 — клапан.

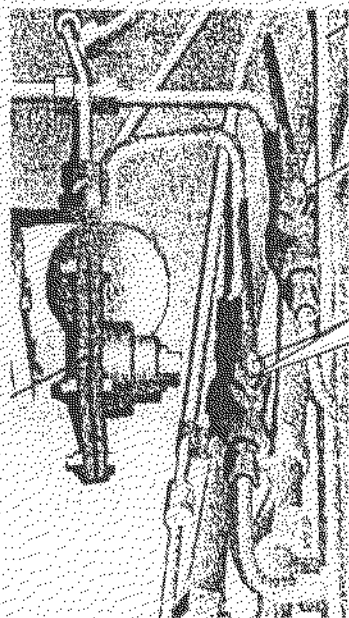
- 6 — корпус, 7 — пружина,
- 9 — заглушка.



Расположение пневматического оборудования под полами в тамбуре №1: 1-клапан обратный КО4; 2- кран на РЕД2; 3-труба подающая воздух от запасного резервуара РС4 объемом 78 литров, установленного под малой ВВК в тамбуре №1, через реле РД2 к тормозным цилиндрам тележки №1; 4- кран подающий воздух к поездным контакторам в ВВК; 5- кран подающий воздух от запасного резервуара РС4 через реле РД2 к тормозным цилиндрам; 6 – реле РД2; 7- труба подающая воздух от запасного резервуара РС4 к реле РД2

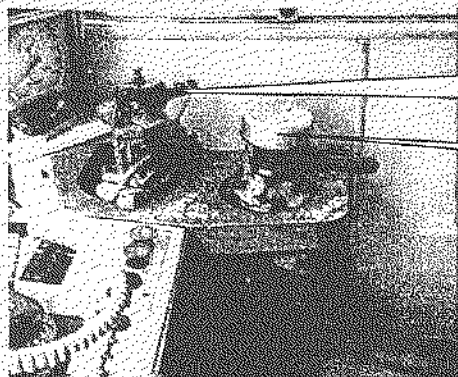


Расположение пневматического оборудования системы осушки воздуха: 1 – клапан обратный КО7; 2 – клапан обратный КО1; 3 – труба подающая воздух от компрессора к сепаратору – осушителю СО; 4 – кран КН25; 5 – кран КН15; 6- реле РЕД1; 7- труба подающая воздух от сепаратора – осушителя СО к главному резервуару РС1; 8- реле РДК; 9- реле РДСО; 10 – вентиль ВСО; 11 – сепаратор – осушитель СО;



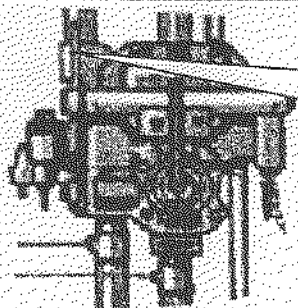
Для отключения тормозных цилиндров тележки №1 необходимо перекрыть этот кран, находящийся под полами в тамбуре №1.

Для перевода тормозного оборудования для следования в холодном состоянии с неработающим дизелем необходимо:

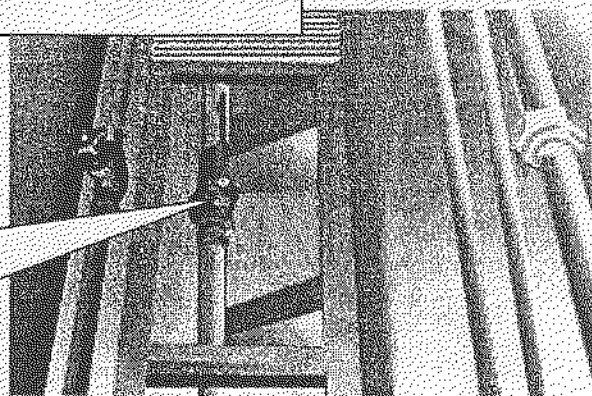


В кабине №1 и №2 ручку крана №254 поставить в 6-е положение.

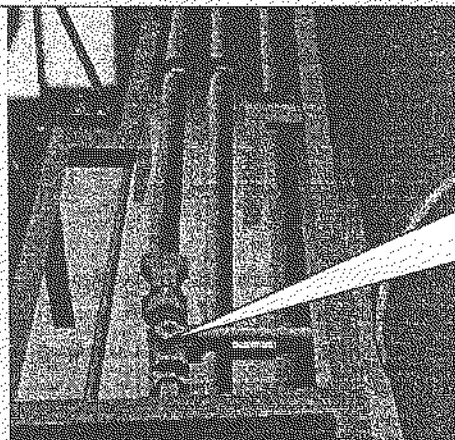
В кабине №1 и №2 ручку крана №395 поставить в 6-е положение.



Ручку комбинированного крана блокировки № 367 поставить в верхнее положение (закрытое).

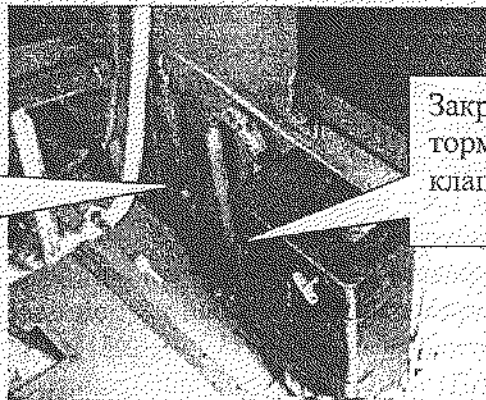


Перекрыть разобщительный кран между главными резервуарами РС1 и РС2, находящийся под полами справа походу тепловоза в районе теплообменника. Нормальное положение крана открытое.



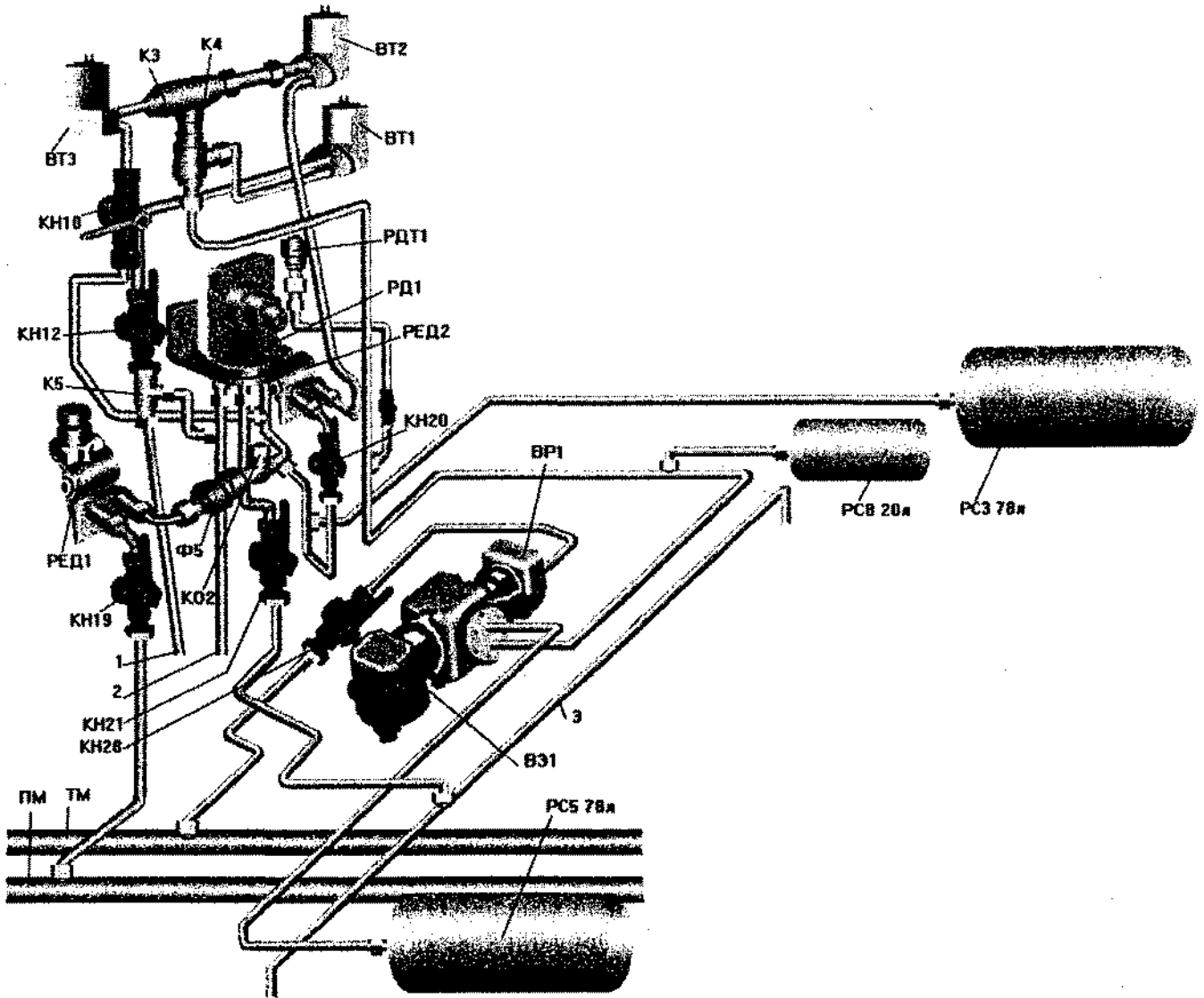
Открыть разобщительный кран, сообщающий тормозную магистраль с питательной магистралью через обратный клапан КОЗ, находящийся под полами в шахте холодильника между компрессором и противопожарным резервуаром. Нормальное положение крана закрытое.

Закрывать кран на трубе от питательной магистрали к клапану ЭПК150.



Закрывать кран на трубе от тормозной магистрали к клапану ЭПК150.

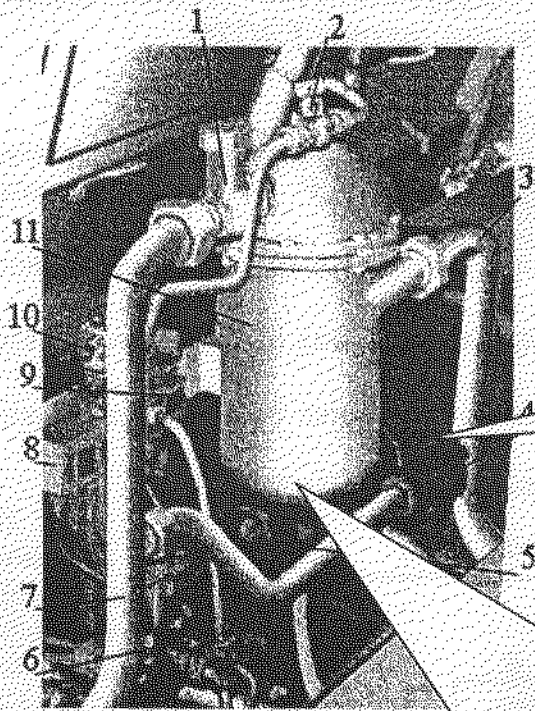
Пневматическое оборудование в тамбуре №2.



1- труба в магистраль вспомогательного тормоза; 2 – труба к отпускному клапану в кабину машиниста; 3 – труба, подающая воздух в тормозные цилиндры тележки №2; Ф5 – воздушный фильтр; КО2 – клапан обратный; ВР1 – воздухораспределитель усл. № 292; ВЭ1- электровоздухораспределитель усл. №305; РЕД1 – реле с помощью которого регулируется давление в запасном резервуаре РС3; РЕД2 - реле с помощью которого регулируется давление (1,8 – 2,2 кг/см²) при отключении ЭТ, в связи с падением скорости до 30-15 км/час или при его неисправности; ВТ1- электроблокировочный вентиль; ВТ2 - электропневматический вентиль подает воздух к реле РД1 и РД2 давлением 1,8 – 2,2 кг/см² при отключении ЭТ, в связи с падением скорости до 30-15 км/час или при его неисправности; ВТ3 - электроблокировочный вентиль; К3 - переключающий клапан; К4 - переключающий клапан подводит воздух к управляющим полостям реле давления РД1; К5 - переключающий клапан перепускает воздух из магистрали вспомогательного тормоза на вентиль ВТ1; КН10 - ; КН12 – отключает ; КН19 – кран через который подается воздух к реле РЕД1 от питательной магистрали; РС8 20 л - ; РС3 78 л – запасной резервуар, предназначен для наполнения воздухом тормозных цилиндров тележки №2 через РД1 (реле давления); КН28 – кран через который подается воздух из тормозной магистрали к воздухораспределителю ВР1, с помощью данного крана можно выключить из работы ВР1 (в исключительном случае); РС5 78 л – запасной резервуар объемом 78 л предназначен для создания давления в управляющих полостях реле РД1 и РД2 во время торможения ВР1 или ВЭ1; КН21 - служит для выключения тормоза задней тележки в исключительных случаях; РД1 - реле давле-

ния наполняет воздухом тормозные цилиндры тележки №2. РДГ1 – сигнализатор, с помощью которого под воздействием минимального давления (торможения $0,3 - 0,4 \text{ кг/см}^2$) возникающего после воздухораспределителя ВЭ1 или ВР1 при служебном торможении поездным краном машиниста включается автоматически ЭТ при скорости $15...30 \text{ км/ч}$.

Если вышла из строя система осушки воздуха.



Если система осушки воздуха не работает необходимо данный кран КН25 открыть (поставить его в положение параллельно трубе).

Если система осушки воздуха не работает необходимо данный кран КН15 закрыть (поставить его в положение поперек трубы). Необходимо открывать его не реже одного раза в час, для продувки системы.