

**РОСЖЕЛДОР**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Ростовский государственный университет путей сообщения»**  
**(ФГБОУ ВО РГУПС)**

---

И.А. Яицков, Л.Ф. Риполь-Сарагоси, А.А. Назаретов

**ТОРМОЗНЫЕ СИСТЕМЫ ВАГОНОВ**  
**(ТЕОРИЯ, КОНСТРУКЦИЯ И РАСЧЕТ)**

Учебно-методическое пособие  
к лабораторным работам и практическим занятиям

Ростов-на-Дону

2017

УДК 625.28.656.221

Рецензент кандидат технических наук, доцент А.С. Шапшал

**Яицков, И.А.**

Тормозные системы вагонов (теория, конструкция и расчет): Учебно-методическое пособие к лабораторным работам и практическим занятиям/ И.А. Яицков, Л.Ф. Риполь-Сарагоси, А.А. Назаретов; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2017. – 49 с. – Библиогр.: с. 6.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов специальности «Подвижной состав железных дорог» специализации «Вагоны». Излагается методика выполнения лабораторной работы и практических занятий по тормозным системам вагонов (теория, конструкция и расчет).

Учебно-методическое пособие одобрено к изданию кафедрой «Вагоны и вагонное хозяйство».

© Яицков И.А., Риполь-Сарагоси Л.Ф., Назаретов А.А., 2017  
© ФГБОУ ВО РГУПС, 2017

# 1 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

## 1.1 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ ТОРМОЗНОЙ МАГИСТРАЛИ ПОЕЗДА. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОРМОЗНОЙ И ОТПУСКНОЙ ВОЛН

**Цель.** Изучение назначения, конструкции и работы тормозной магистрали поезда; определение скорости воздушной, тормозной и отпускной волн; исследование влияния этих параметров на процессы торможения.

**Содержание занятия.** Тормозная магистраль (ТМ) предназначена для питания сжатым воздухом пневматических тормозов поезда.

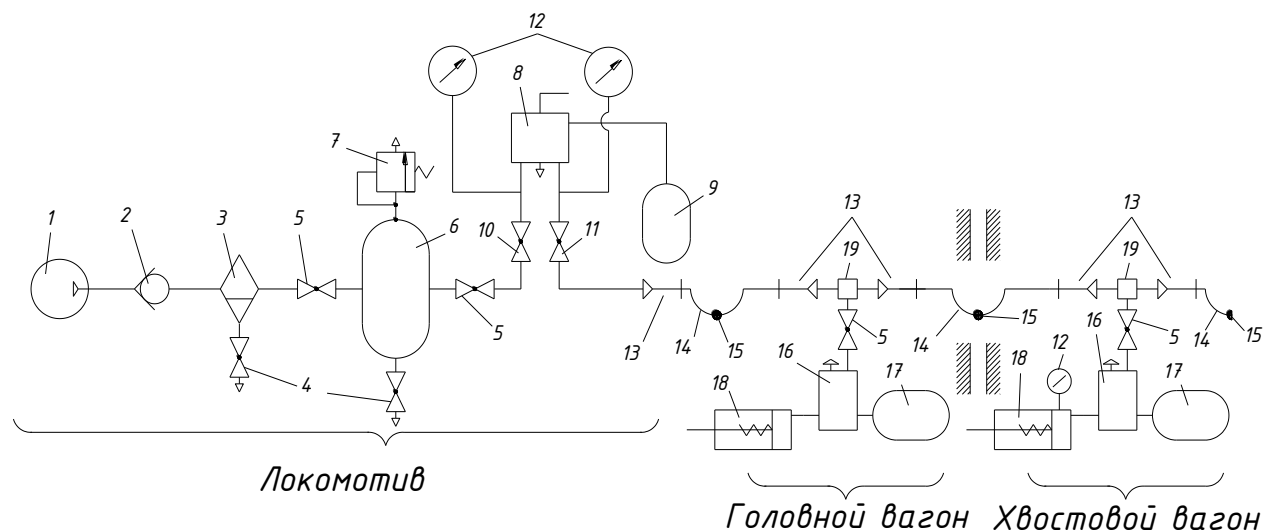


Рисунок 1 - Схема тормозной магистрали пассажирского поезда

1 – компрессор, 2 – обратный клапан, 3 – маслоотделитель, 4 – продувной кран, 5 – разобщительный кран, 6 – главный резервуар, 7 – предохранительный клапан, 8 – кран машиниста, 9 – уравнивающий резервуар, 10 – кран двойной тяги; 11 – комбинированный кран, 12 – манометр, 13 – концевой кран, 14 – соединительный рукав, 15 – соединительная головка, 16 – воздухораспределитель, 17 – запасный резервуар, 18 – тормозной цилиндр, 19 – тройник (пылеловка)

Одновременно ТМ служит каналом для передачи сигналов о проведении тормозов поезда в действие или об их отпуске.

ТМ состоит из тормозной магистрали отдельных вагонов и локомотива, соединенных в один общий провод с ответвлениями.

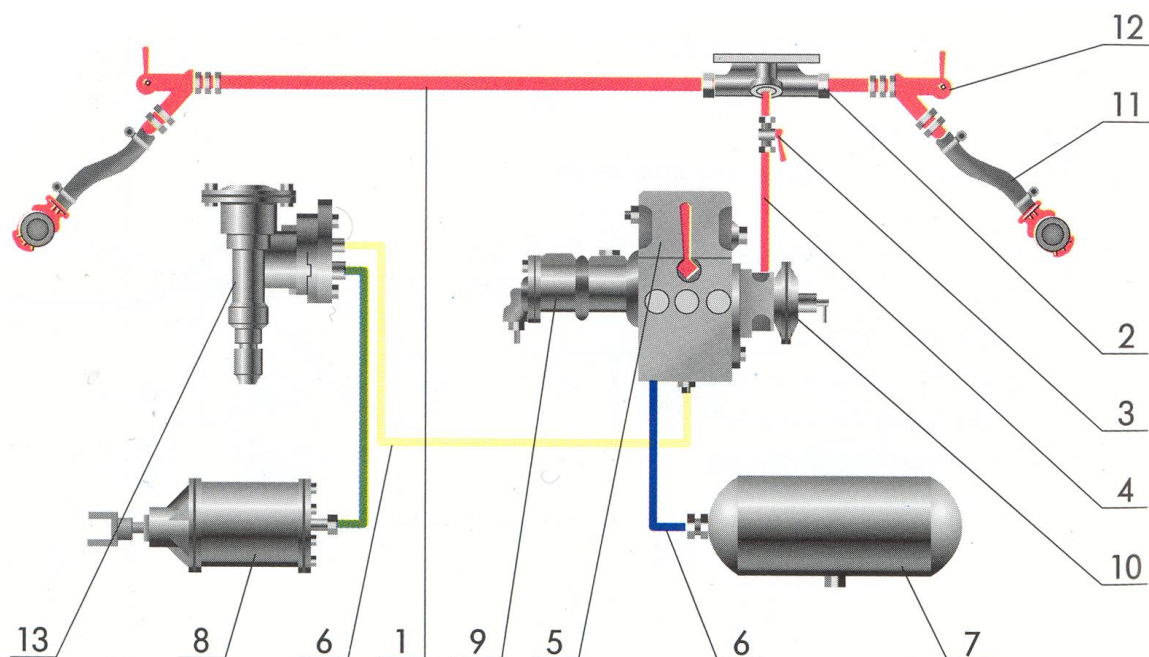


Рисунок 2 – Схема тормозного оборудования грузового вагона

1 – тормозная магистраль, 2 – тройник, 3 – разобщительный кран, 4 – подводящая труба;  
 5 – двухкамерный резервуар усл. № 295-001, 6 – отводы труб; 7 – запасный резервуар;  
 8 – тормозной цилиндр, 9 – главная часть, 10 – магистральная часть, 11 – соединительный  
 рукав, 12 – концевой кран, 13 – автоматический регулятор режимов усл. №265А-1

Подсоединяемый к ТМ воздухораспределитель связан с запасным резервуаром и тормозным цилиндром. Воздухораспределитель управляет процессами наполнения сжатым воздухом запасного резервуара от тормозной магистрали и тормозного цилиндра – от запасного резервуара. В отпускном или зарядных положениях воздухораспределитель соединяет тормозной цилиндр с атмосферой. Запасные резервуары различают по объему, а тормозные цилиндры – по величине внутреннего диаметра.

ТМ обеспечивает питание сжатым воздухом воздухораспределителей и запасных резервуаров и передачу сигналов управления от крана машиниста к воздухораспределителям путем снижения (при торможении) и повышении (при отпуске) давления воздуха на определенную величину и определенным темпом. Это осуществляется за счет зарядки ТМ через кран машиниста от главных воздушных резервуаров локомотива или разрядки ТМ через кран машиниста в атмосферу.

Поездное положение крана машиниста обеспечивает поддержание давления воздуха в ТМ на определенном уровне, называемом зарядным. От величины снижения или повышения давления воздуха в ТМ и от темпа этих изменений зависит характер торможения и отпуска. Торможение бывает ступенчатым, полным служебным и экстренным, отпуск – ступенчатым или полным.

К числу важнейших характеристик эффективности пневматических тормозов поезда относятся скорости распространения воздушной, тормозной и отпускной волн. Определение указанных характеристик и составляет экспериментальную часть лабораторной работы.

Практическая работа проводится на автотормозной станции лаборатории ОУПС, которая представляет собой трубопровод, имитирующий ТМ грузового поезда, состоящего из локомотива ВЛ 80<sup>С</sup> и 56 грузовых вагонов. Тормозной магистрали пассажирского поезда состоящего из локомотива ЧС4 и 24 пассажирских вагонов или грузопассажирский состоящий из 56 грузовых и 24 пассажирских вагонов и локомотива.

Управление автотормозами поезда связано с процессом изменения давления в его ТМ.

Процесс распространения изменения давления воздуха вдоль тормозной магистрали поезда называется воздушной волной.

Одним из параметров, характеризующим этот процесс, является скорость распространения воздушной волны  $V_{BB}$ , под которой понимается отношение длины тормозной магистрали к отрезку времени от момента поворота ручки крана машиниста в тормозное или отпускное положение до момента снижения или повышения давления воздуха в конце ТМ («хвостовом» вагоне):

$$V_{BB} = \frac{L_{TM}}{\Delta t_{BB}}, \text{ м/с,}$$

где  $L_{TM}$  – длина ТМ поезда, м,

$\Delta t_{BV}$  – время прохождения воздушной волны в тормозной магистрали поезда, с.

Время прохождения воздушной волны в тормозной магистрали поезда определяется по секундомеру. Начало отсчета времени от поворота ручки крана машиниста в тормозное положение, а конец отсчета в момент скачка стрелки манометра включенного в тормозную магистраль «хвостового» вагона. Измерение  $\Delta t_{BV}$  проводить не менее трех раз, затем определяют среднее арифметическое  $\Delta t_{BV}$ , которое используют для определения  $V_{BV}$ .

Теоретически установлено и экспериментально подтверждено, что:

$$V_{BV} = \frac{V_{ЗВ}}{\varphi}, \text{ м/с,}$$

где  $V_{ЗВ}$  – скорость звука в неподвижной среде при нормальных условиях  $V_{ЗВ} = 340$  м/с,

$$\varphi = \frac{V_{TM} + \sum V_{ПО}}{V_{TM}} - \text{коэффициент присоединенных объемов конкретной}$$

ТМ (для действующей  $\varphi=1,04$ );

$V_{TM}$  – объем тормозной магистрали без учета объемов отводов, м<sup>3</sup>;

$\sum V_{ПО}$  – суммарный объем присоединенных к ТМ отводов, м<sup>3</sup> (объемы от вводов, воздухораспределителям и объемы магистральных камер).

Очевидно, что в реальных условиях  $\varphi > 1$ . Следовательно  $V_{BV} < V_{ЗВ}$ . Таким образом, для повышения  $V_{BV}$  необходимо ускорить срабатывание воздухораспределителей вагона поезда и снижать величину присоединенный объемов.

**Тормозная волна.** Процесс торможения характеризуется тормозной волной, под которой понимается распространяющееся вдоль поезда

возникновение давления в тормозных цилиндрах поезда (локомотива, вагона).

Параметром, определяющим тормозную волну является её скорость  $V_{ТВ}$ , под которой понимается отношение длины поезда к отрезку времени между моментом поворота ручки крана машиниста в тормозное положение и началом повышения давления воздуха в тормозном цилиндре «хвостового» вагона:

$$V_{ТВ} = \frac{L_{П}}{\Delta t_{ТВ}}; \text{ м/с,}$$

где  $L_{П}$  – длина поезда определяется по формуле  $L_{П} = 0,95 L_{ТМ}$ , м;

$\Delta t_{ТВ}$  – время распространения тормозной волны, с, определяется по секундомеру.

Начало отсчета времени – момент поворота ручки крана машиниста в тормозное положение и конец – в момент скачка стрелки манометра, подключенного к тормозному цилиндру «хвостового» вагона. Значение  $\Delta t_{ТВ}$  принимается как среднеарифметический результат трех измерений.

При определении  $\Delta t_{ВВ}$  и  $\Delta t_{ТВ}$  зарядное давление в ТМ должно быть в пределах 0,53 – 0,55 МПа (5,3 – 5,5 кгс/см<sup>2</sup>) для грузовых поездов и при допустимой естественной утечки воздуха. Для пассажирских поездов зарядное давление ТМ в пределах 0,5 – 0,52 МПа (5,0- 5,2 кг/см<sup>2</sup>).

**Отпускная волна.** Процесс отпуска характеризуется отпускной волной. Отпускной волной называется распространяющийся вдоль поезда процесс начала снижения давления в тормозных цилиндрах. Скоростью отпускной волны  $V_{ОВ}$  называют отношение длины поезда к отрезку времени между моментом поворота ручки крана в отпускное положение и моментом начала снижения давления в тормозном цилиндре «хвостового» вагона:

$$V_{OB} = \frac{L_{\Pi}}{\Delta t_{OB}}; \text{ м/с,}$$

где  $L_{\Pi}$  – длина поезда, м;

$\Delta t_{OB}$  – время распространения отпускной волны в ТМ поезда, с

Начало отсчета времени – момент поворота ручки крана машиниста в отпускное положение (I) и конец отсчета – момент начала снижения давления по манометру, подключенному к тормозному цилиндру хвостового вагона. Производят не менее трех измерений. При определении  $V_{OB}$  принимается среднее арифметическая величина  $\Delta t_{OB}$ .

Расчеты  $V_{BB}$ ,  $V_{TB}$ , и  $V_{OB}$  занести в таблицу отчета, сравнить отношения  $V_{BB}/V_{TB}$ ,  $V_{BB}/V_{OB}$ ,  $V_{TB}/V_{OB}$  сделать выводы.

От величины  $V_{TB}$  и  $V_{OB}$  зависит управляемость и быстрота действия тормозов, величина тормозного пути, реакции в поезде, в конечном итоге, безопасность движения поездов. Чем выше скорости волн, тем лучше все отмеченные показатели. У лучших тормозных систем скорости тормозной и отпускной волн приближаются по значению к скорости воздушной волны.

При электропневматических тормозах  $V_{TB}$  и  $V_{OB}$  приближаются к скорости распространения электромагнитной волны.

### Отчет по практическому занятию

№ п/п	Наименование параметра	Замеры	Размерность	Тип поезда		Примечание
				Грузовой	Пассажир.	
1	Температура воздуха		$^{\circ}\text{C}$			
2	Скорость звука		м/с			
3	Теоретическая скорость воздушной волны		м/с			



	Действительная скорость воздушной волны		м/с			
4	Длина магистрали		м			
5	Длина поезда		м			
6	Определение времени распространения воздушной волны		с			
			с			
			с			
			с			
7	Определение времени распространения тормозной волны		с			
			с			
			с			
			с			
8	Скорость тормозной волны		м/с			
9	Определение времени распространения отпускной волны		с			
			с			
			с			
			с			
10	Скорость отпускной волны		м/с			

## 1.2 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ НАЗНАЧЕНИЯ, КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ КОМПРЕССОРА ЛОКОМОТИВА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ (ТЕОРЕТИЧЕСКИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО) ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОМПРЕССОРА И МОЩНОСТИ ПРИВОДА

**Цель.** Ознакомление с конструкцией, принципом действия и основными характеристиками локомотивных компрессоров КТ-6 и ПК-5,25

### **Содержание занятия.**

Компрессорная установка (КУ) локомотива предназначена для обеспечения сжатым воздухом тормозов локомотива и состава, а также вспомогательных устройств локомотива (звуковых сигналов, песочниц, различной электропневматической аппаратуры и пр.).

КУ включает компрессор с приводом, воздушные фильтры, влаго- и маслоотделители, обратные и предохранительные клапаны, регуляторы давления, разобщительные и спускные краны, воздухоохладители и главные резервуары.

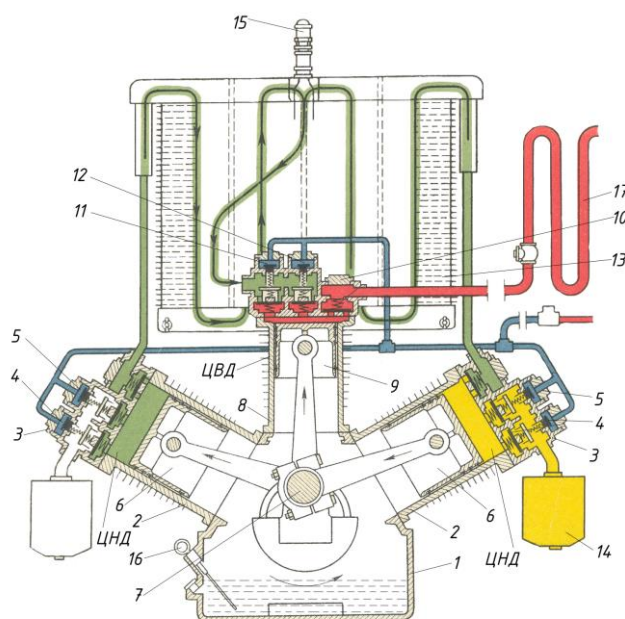


Рисунок 3 – Схема компрессора КТ6

- 1 – картер с поддоном и сапуном, 2 – цилиндр низкого давления (ЦНД),  
3 – крышки ЦНД, 4 – всасывающий клапан ЦНД, 5 – нагнетательный клапан ЦНД,  
6 – поршень с шатуном ЦНД, 7 – коленчатый вал, 8 – цилиндр высокого давления,  
9 – поршень с шатуном, 10 – крышка ЦВД, 11 – всасывающий клапан ЦВД,  
12 – нагнетательный клапан ЦВД, 13 – холодильник с вентилятором, 14 – фильтр всасывающий, 15 – предохранительный клапан, 16 – щуп, 17 – нагнетательная труба в главный резервуар

Компрессор включает в себя картер (с сапуном, смотровыми и подшипниковыми крышками и маслоизмерительным щупом), цилиндры низкого и высокого давления (с крышками, клапанами и разгрузочными устройствами), поршни (с компрессионными и маслосбрасывающими кольцами, шатунами и пальцами), коленчатый вал (с коренными и шатунными подшипниками), масляную систему (с масляным насосом, фильтрами и манометром).

Кроме того, компрессор может иметь холодильник, предохранительные клапаны, воздушные фильтры, маслоотделители, редуктор.

По принципу действия компрессоры подразделяются на одно- и многоступенчатые. В одноступенчатом компрессоре воздух сжимается только в цилиндрах первой ступени и подается непосредственно в главные резервуары. В многоступенчатых компрессорах воздух, сжимаясь в цилиндрах первой ступени, подается в цилиндры следующей ступени и далее, в зависимости от количества ступеней, поступает в цилиндры этих ступеней и затем в главные резервуары. Для повышения эффективного КПД воздух между ступенями сжатия охлаждается в холодильнике.

На локомотивах в основном применяются двухступенчатые компрессоры: цилиндры первой ступени, которые называют цилиндрами низкого давления (ЦНД) и цилиндры второй ступени – цилиндрами высокого давления (ЦВД).

В настоящее время основными компрессорами являются компрессоры КТ6, ПК-5,25 с их конструкцией необходимо ознакомиться по плакатам и учебникам.

Основными показателями, характеризующими работу компрессора являются:

- подача (производительность) компрессора ( $Q$ ). Различают теоретическую подачу ( $Q_T$ ) и действительную ( $Q_D$ ). В условиях эксплуатации подачу

компрессора определяют по времени нагнетания в главные резервуары объема воздуха пересчитанного на условия всасывания ( $Q_D$ ).

Теоретическая подача ( $\text{м}^3/\text{мин}$ ) определяется по формуле:

$$Q_T = V_{\text{ЦНД}} \cdot n \cdot z \cdot 10^{-9}, \text{ м}^3 / \text{мин}$$

где  $V_{\text{ЦНД}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{ЦНД}}^2}{4} \cdot \ell$  - рабочий объем ЦНД, л

$D_{\text{ЦНД}}$  – диаметр ЦНД, мм

$\ell$  - ход поршня, мм

$n$  – число оборотов коленчатого вала компрессора, об/мин

$z$  – число ЦНД.

Действительная подача (производительность) компрессора определяется по формуле:

$$Q_D = \frac{60V_{\text{ГР}} \cdot T_{\text{ВС}}}{\Delta\tau \cdot T_{\text{НАГ}}}, \text{ м}^3 / \text{мин}$$

$V_{\text{ГР}}$  – объем главных резервуаров,  $\text{м}^3$

$\Delta\tau$  – время повышения давления в главных резервуарах на одну атмосферу, с

$T_{\text{ВС}}$  – температура всасывающего воздуха, К

$T_{\text{НАГ}}$  – температура нагнетаемого воздуха в главные резервуары, К

- коэффициент подачи ( $\lambda$ ) определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{Q_D}{Q_T}.$$

Коэффициент подачи учитывает все потери – сопротивление всасывающих клапанов, неплотность поршневых колец и др. Для компрессора КТ6  $\lambda=0,7 - 0,85$ .

- мощность, необходимая для привода компрессора, определяется по формуле:

$$N = 3,84 \cdot 10^{-2} \frac{P_0 \cdot Q_D \cdot \lg \frac{P_K}{P_0}}{\eta_{ИЗ}}, \text{ кВт} / \text{ м}^3$$

где  $P_0, P_K$  – соответственно начальное и конечное давление в ГР при сжатии

$\eta_{ИЗ}$  - изотермические КПД (для компрессора КТ6  $\eta_{ИЗ} = 0,46$ , а для ПК-5,25  $\eta_{ИЗ} = 0,56$ )

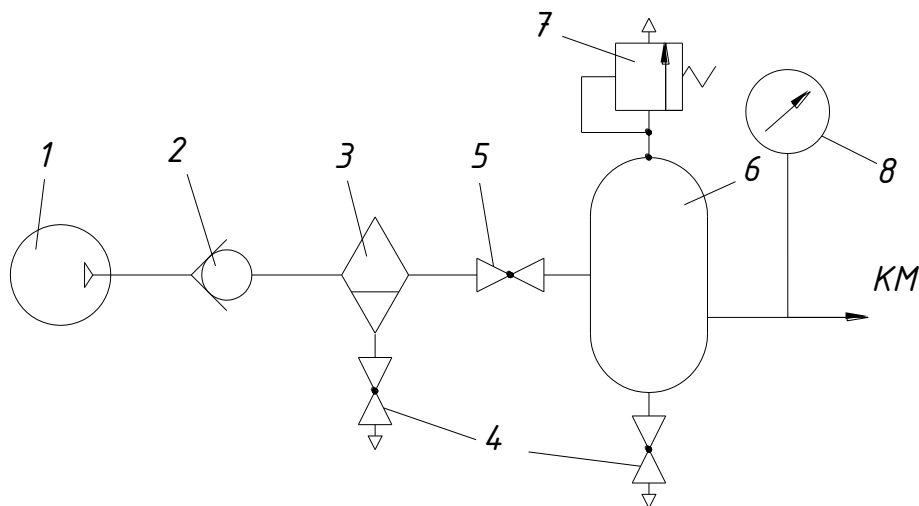


Рисунок 4 - Схема установки для испытания компрессора  
 1 – компрессор; 2 – обратный клапан; 3 – масловодоотделитель;  
 4 – продувные краны; 5 – разобщительный кран; 6 – главный резервуар;  
 7 – предохранительный клапан; 8 – манометр

Таблица 1 - Основные параметры компрессоров КТ6 и ПК-5,25

	Наименование параметров	Тип компрессора	
		КТ6	ПК-5,25
1	Диаметр ЦНД, мм/их количество	198/2	140/3
2	Диаметр ЦВД, мм/их количество	155/1	80/3
3	Ход поршня, мм	144	98
4	Частота вращения вала, об/мин	850	1450
5	Изотермический КПД	0,46	0,56
6	Объем главного резервуара, м <sup>3</sup>	1,6	1,6

В практической работе необходимо определить теоретическую и действительную производительность компрессора и его потребляемую мощность. Перед началом испытания проверить положение ручек разобщительного крана 5, который должен быть открыт, а продувочные 4 закрыты. Перед пуском компрессора измерить температуру и давление окружающего воздуха и записать. При атмосферном давлении воздуха в ГР запускается компрессор и начинается отсчет времени. При каждом повышении давления в ГР на 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>) регистрируется время и температура воздуха за компрессором. Все данные записываются в таблицу отчета и используется для определения  $Q_D$ ,  $N$ ,  $T_{НАГ}$  и  $\Delta\tau$ . Построить графики зависимости  $\Delta\tau = f(P_{ГР})$ ,  $Q_D = f(P_{ГР})$ ,  $N = f(P_{ГР})$ ,  $T = f(P_{ГР})$ . Сделать вывод.

### Отчет по практическому занятию

	Наименование	Величина							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тип компрессора								
2	Диаметр ЦНД, мм/их количество								
3	Диаметр ЦВД, мм/их количество								
4	Ход поршня, мм								
5	Частота вращения вала, об/мин								
6	Изотермический КПД								
7	Давление в главных резервуарах, кгс/см <sup>2</sup>								
8	Температура воздуха за ЦВД, °С								
9	Теоретическая производительность, м <sup>3</sup> /мин								
10	Действительная производительность м <sup>3</sup> /мин								
11	Потребная мощность, кВт/м <sup>3</sup> ·мин								
12	Время повышения давления $\tau$ , с								
13	Время давления на одну атмосферу $\Delta\tau$ , с								

### **1.3 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ КОНСТРУКЦИИ ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ ВАГОНОВ И ЛОКОМОТИВОВ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНОГО ЧИСЛА, УСИЛИЙ НА ШТОКЕ И ДИАМЕТРА ТОРМОЗНОГО ЦИЛИНДРА**

**Цель.** Изучение назначения конструкции и методов расчета рычажной тормозной передачи вагонов.

#### **Содержание занятия.**

Рычажная тормозная передача (РТП) предназначена для передачи усилия от тормозного цилиндра к колодкам, прижимаемым к поверхности качения колесных пар (либо к специальным дискам, засаженным на оси колесных пар), для создания тормозной силы.

РТП по назначению подразделяется на вагонную и локомотивную. Конструкция последних в большей степени определяется расположением тяговых двигателей и осевых редукторов между колесными парами. По принципу действия на поверхность качения колеса различаются одностороннее и двух стороннее подвешивание тормозных колодок. В первом случае РТП более проста по конструкции, однако требует более частой смены тормозных колодок в эксплуатации. Кроме того, недостатком является возникновение дополнительной силы, действующей на колодку, величина которой зависит от угла подвешивания.

РТП состоит из системы горизонтальных и вертикальных рычагов, тяг, затяжек, автоматического регулятора, триангелей, тормозных балок, подвесок, башмаков, тормозных колодок, шарнирных соединений, предохранительных и регулирующих устройств.

Работа рычажной тормозной передачи заключается в следующем. При перемещении штока поршня тормозного цилиндра под действием поступающего в него сжатого воздуха первоначально происходит выбор зазоров в шарнирных соединениях рычажной передачи между колодками и поверхностью катания колеса. Когда все зазоры будут выбраны, возрастает сила нажатия рычажной тормозной передачи (увеличивается длина тяг, уменьшается длина затяжек, изгибаются рычаги). Максимальная сила

нажатия, вызывающая максимальную тормозную силу, будет соответствовать максимальному давлению в тормозном цилиндре.

Перед выполнением лабораторной работы следует ознакомиться с конструкцией и работой РТП по плакатам и макетам.

Коэффициент нажатия тормозной колодки есть величина:

$$\delta = \frac{\sum K}{q},$$

$\sum K$  - сумма сил нажатия всех колодок вагона, кгс

$q$  – вес вагона, тс

Коэффициент  $\delta$  выбирается из условия ограничения по юзу и не должен превышать некоторой определенной величины. Исходя из эксплуатационной практики, рекомендуется принимать для расчетов определенные значения  $\delta$  :

1. для чугунных колодок:
  - а) грузовые вагоны с односторонним подвешиванием колодок  $\delta=0,6$ ;
  - б) пассажирские вагоны  $\delta=0,7-0,75$ ;
2. для композиционных колодок  $\delta=0,3$ ;

#### **Определение передаточного числа рычажной тормозной передачи (ПЧРТП).**

При определении передаточного числа используется расчетная схема передачи, находящаяся в состоянии равновесия, в которой после торможения все рычаги занимают перпендикулярное положение относительно тяг.

Передаточное число тормозной рычажной передачи (ПЧРТП) безмерная величина, определяется как отношение теоретической (без учета потерь на трение в шарнирах) суммы сил нажатия тормозных колодок, приводимых в действие от одного тормозного цилиндра, к усилию на его штоке.



ПЧРТП показывает, во сколько раз с помощью рычагов тормозной передачи увеличивается сила, развиваемая штоком поршня тормозного цилиндра. При выводе формулы ПЧРТП используется расчетная схема рычажной передачи, находящаяся в системе равновесия:

$$n = \frac{\sum k}{P_{ум} \cdot \eta_{пр}},$$

где  $\sum k$  – сумма сил нажатия всех колодок вагона, кгс

$P_{ум}$  – усилие, развиваемое штоком тормозного цилиндра, кгс

$\eta_{пр}$  – коэффициент силовых потерь на трение в рычажной передаче:

- для пассажирских вагонов – 0,9;
- для 4-х осных вагонов – 0,9;
- для 8-ми осных вагонов – 0,8;
- для 6-и осных: а) с односторонним нажатием – 0,8; б) с двусторонним нажатием – 0,9; в) для всего вагона – 0,85;

С другой стороны передаточное число рычажной тормозной передачи определяют как сумму передаточных чисел  $n_i$  к каждой колодке:

$$n = \sum_{i=1}^{i=m} n_i = m \cdot n_1,$$

где  $m$  – число колодок рычажной передачи, действующих от одного тормозного цилиндра

Передаточное число к каждой отдельной колодке будет определяться произведением передаточных чисел всех рычагов  $Пк$ , участвующих в передаче усилий от штока поршня к данной колодке и определяется по формуле:

$$n_i = \Pi n_k \cos \alpha,$$

где  $\alpha$  – угол наклона колодки, принимается для вагонов  $10^0$

### **Определение диаметра тормозного цилиндра.**

Усилие на штоке тормозного цилиндра  $P_{шт}$  определяется его размерами, избыточным давлением сжатого воздуха в нем при торможении  $\Delta P_{тц}$  и усилием отпускной пружины  $P_{пр}$ . Определяется по формуле:

$$P_{шт} = \eta_{тц} \cdot F \Delta P_{тц} - P_{пр}, \text{ кгс}$$

где  $F = \frac{\pi \cdot D_{тц}^2}{4}$  – площадь поршня тормозного цилиндра,  $\text{см}^2$

$\eta_{тц}$  – коэффициент полезного действия тормозного цилиндра, учитывающий потери на трение. Принимают  $\eta_{тц} = 0,98$ ;

Усилие пружины  $P_{пр}$  зависит от силы предварительного сжатия в тормозном цилиндре при отпущенном состоянии –  $P_{нс}$  её жесткости –  $\mathcal{J}$  и хода поршня  $h$  (берется допустимое значение, см. таблица 1). Определяется по формуле:

$$P_{пр} = P_{нс} + 0,1 \cdot \mathcal{J} \cdot h, \text{ кгс}$$

Данные этих величин для некоторых подвижных единиц приведены в таблице 2.

Таблица 2

Вагоны	Диаметр тормозного цилиндра	Выход штока поршня h, мм		P <sub>пс</sub> , кгс	Ж, кгс/см
		Нормальный, мм	Максимальный допустимый, мм		
Пассажирские ЦМВ	356	130	160	156	6,54
Четырехосные, грузовые: с чугунными колодками	356	75	120	156	6,54
С композиционными колодками	356	60	100	156	6,54
Шестиосные, грузовые: с чугунными колодками	400	130	190	156	6,54
С композиционными	400	60	130	156	6,54
Головной вагон					
ЭР1		100-125	150	154	6,29
ЭР2, ЭР9, ЭР9п, ЭР22, ЭР200		75-100	125	154	6,29
Прицепной вагон					
Моторный вагон					
ЭР1		75-100	130	180	6,54
Э2, ЭР9, ЭР9П		50-75	100	126	8,7
ЭР22, ЭР200		75-100	130	180	6,54

Получаем:

$$P_{шт} + P_{пр} = \eta_{тц} \cdot \frac{\pi \cdot D_{тц}^2}{4} \cdot \Delta P_{тц}, \text{ откуда}$$

$$D_{тц} = \sqrt{\frac{4(P_{шт} + P_{пр})}{\pi \cdot \eta_{тц} \cdot \Delta P_{тц}}}, \text{ см.}$$

Давление в тормозном цилиндре определяется величиной снижения давления в тормозной магистрали и конструкцией воздухораспределителя ( $P_{тц}$ ). Для расчета принимают  $\Delta P_{тц} = 3,8 - 4,3$  кгс/см<sup>2</sup> для воздухораспределителей грузовых и  $\Delta P_{тц} = 3,5 - 3,8$  кгс/см<sup>2</sup> – пассажирских вагонов (принимается среднearифметическое значение  $\Delta P_{тц}$ ).

Необходимо произвести расчет диаметра тормозного цилиндра для данной рычажной передачи. Для этого, задавшись коэффициентом нажатия, определяют силу нажатия на колодки. Затем определяют соответствующее передаточное отношение. Рассчитывается усилие пружины в сжатом состоянии, после чего определяется диаметр цилиндра в см, которые затем переводятся в дюймы, и подбирается ближайший типовой тормозной цилиндр. После этого сравнивается полученный диаметр с диаметром существующего тормозного цилиндра.

### Отчет по практическому занятию

№ п/п	Наименование	Обозначение	Формула	Размерность	Числовое значение
1	Тип подвижной единицы				
2	Вес вагона приходящийся на один ТЦ, тс	q			
3	Число колодок на ось				
4	Тип колодки				
5	Коэффициент нажатия	$\delta$			
6	Суммарное нажатие колодок	$\sum K$			
7	Величина угла $\alpha \approx 10^0$	$\cos \alpha$			
8	Передаточное отношение к первой колодке	$n_1$			
9	Передаточное отношение ко второй колодке	$n_2$			
10	Передаточное отношение к третьей колодке	$n_3$			
11	Передаточное отношение всей рычажной передачи	n			
12	КПД рычажной передачи	$\eta$			
13	Усилие на штоке поршня тормозного цилиндра, кгс	$P_{шт}$			
14	Усилие предварительного сжатия пружины, кгс	$P_{пс}$			
15	Жесткость пружины, кгс/см <sup>2</sup>	Ж			
16	Ход поршня, мм	h			

17	Усилие пружины, кгс	$P_{\text{ПР}}$			
18	Тип воздухораспределителя				
19	Давление в цилиндре, кгс/см <sup>2</sup>	$\Delta P_{\text{ТЦ}}$			
20	КПД поршня	$\eta_{\text{ТЦ}}$			
21	Диаметр цилиндра, см	$D_{\text{ТЦ}}$			
22	Диаметр выбранного цилиндра, см				
23	Усилие на штоке поршня выбранного ТЦ, кгс				

## 1.4 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ КРАНА МАШИНИСТА №394 И КРАНА ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ТОРМОЗА №254. ОПРЕДЕЛЕНИЕ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО) ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ КРАНОВ И ПРОВЕРКА СООТВЕТСТВИЯ ЭТИХ СВОЙСТВ ТРЕБОВАНИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ

**Цель.** Изучить конструкцию, принцип действия кранов, определить экспериментально основные свойства кранов и проверить соответствие этих свойств требованиям эксплуатации.

### **Содержание занятия.**

По плакатам и схемам ознакомиться с конструкцией и действием крана №394. Кран состоит из *верхней* (золотниковой), *средней* (зеркало золотника), *нижней* (уравнительной) частей, *стабилизатора*, *редуктора* и подсоединенного *уравнительного резервуара*. *Редуктор* предназначен для автоматического поддержания в магистрали заданного давления при поездном положении ручки крана. *Стабилизатор* служит для автоматической ликвидации сверхзарядки тормозной магистрали после перевода ручки крана из положения «зарядка-отпуск» в «поездное». Кран подключается к напорной и тормозной магистрали.

Перед выполнением практической работы необходимо детально изучить конструкцию крана.

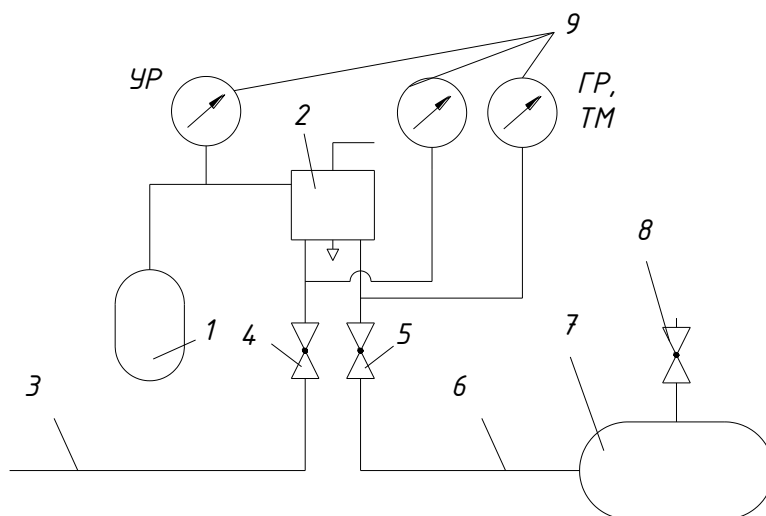


Рисунок 5 – Схема стенда для испытания крана машиниста усл. № 394:

1 – уравнительный резервуар объемом 20 л; 2 – кран машиниста; 3 – напорная магистраль; 4 – кран двойной тяги; 5 – комбинированный кран; 6 – тормозная магистраль; 7 – резервуар-имитатор тормозной магистрали поезда; 8 – выпускной кран с калиброванным отверстием диаметром 2 мм; 9 – манометр

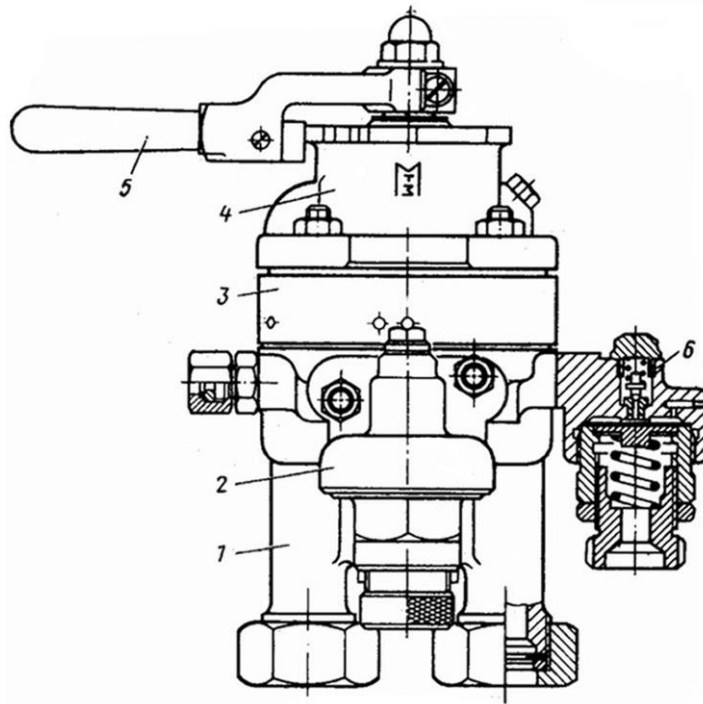


Рисунок 6 – Кран машиниста № 394

1 – корпус; 2 – редуктор; 3 – зеркало (средняя часть); 4 – крышка; 5 – ручка;  
6 – стабилизатор

### **Порядок выполнения испытания.**

Установить с помощью редуктора по показаниям манометра тормозной магистрали необходимое зарядное давление (для грузовых поездов – 5,3 – 5,5 кгс/см<sup>2</sup>, 0,53 – 0,55 МПа), после чего приступить к испытанию крана.

1. Проверить темп служебной разрядки тормозной магистрали путем перевода ручки крана в положение «служебное торможение». Включить электрический миллисекундомер при снижении давления по манометру уравнительного резервуара до 5,0 кгс/см<sup>2</sup> (0,5 МПа) и выключить электрический миллисекундомер при снижении давления до 4,0 кгс/см<sup>2</sup> (0,4 МПа). Темп служебной разрядки считается удовлетворительным, если снижение давления в этих пределах происходит в течении 4-6 с.

2. Проверить темп экстренной разрядки тормозной магистрали. Для этого перевести ручку крана (после полной зарядки резервуара имитатора до зарядного давления) в положение «экстренное торможение». Давление в

тормозной магистрали должно снизиться с 5 до 1 кгс/см<sup>2</sup> (0,5 до 0,1 МПа) не более чем за 3 с, а в уравнительном резервуаре – не более чем за 15 с.

3. Проверить время наполнения уравнительного резервуара. Для этого отключить кран машиниста усл. №394 от тормозной магистрали с помощью комбинированного крана и одновременно с переводом рукоятки крана крана машиниста из положения «экстренное торможение» (при атмосферном давлении в уравнительном резервуаре) в «поездное» положение включить секундомер. Уравнительный резервуар должен наполниться до давления 5 кгс/см<sup>2</sup> (0,5 МПа) за 30-40 с при условии давления в главных резервуарах не ниже 7 кгс/см<sup>2</sup> (0,7 МПа).

4. Проверить плотность уравнительного резервуара постановкой ручки крана в положение «перекрыша с питанием». По истечении 3 минут определить изменение давления в уравнительном резервуаре по манометру. Плотность считается удовлетворительной, если давление изменилось не более чем на 0,1 кгс/см<sup>2</sup> (0,01 МПа).

5. Проверить чувствительность уравнительного поршня крана машиниста путем снижения давления в уравнительном резервуаре на 0,2-0,3 кгс/см<sup>2</sup> (0,02-0,03 МПа) после чего перевести рукоятку крана в положение «перекрыша с питанием». Чувствительность уравнительного поршня считается удовлетворительной, если в резервуаре-имитаторе тормозной магистрали давление снижается на ту же величину, что и в уравнительном резервуаре.

6. Проверить работу крана машиниста при утечках воздуха в тормозной магистрали.

6.1 Проверка чувствительности питания. При II и IV положениях ручки крана создать утечку из резервуара-имитатора тормозной магистрали через отверстие диаметром 2 мм. Давление в резервуаре-имитаторе тормозной магистрали не должно снижаться более чем на 0,15 кгс/см<sup>2</sup> (0,015 МПа).



6.2 Перекрыша без питания. При постановки ручки крана в III положение и создании утечки воздуха из резервуара имитатора тормозной магистрали снижение давление в последнем с 5 до 4 кгс/см<sup>2</sup> (с 0,5 до 0,4 МПа) должно происходить за время не более 15 с.

7. Проверить темп ликвидации сверхзарядки тормозной магистрали. Завысить давление в резервуаре-имитаторе тормозной магистрали до величины 6,6 кгс/см<sup>2</sup> (0,66 МПа), для чего перевести ручку крана в I положение. После достижения указанного давления ручку крана перевести во II положение и включить секундомер. Снижение давления с 6,5 до 6,0 кгс/см<sup>2</sup> 5,8 кгс/см<sup>2</sup> (0,60-0,58 МПа) – за 70-100 с.

Результаты испытаний занести в отчет и сделать выводы.

Кран вспомогательного тормоза усл. №254 предназначен для обеспечения работы тормозов локомотива как совместно с тормозами поезда, так и независимо от последних.

Кран состоит: из верхней части (регулирующей) – *I*, содержащей ручку на винтовом стакане и обеспечивающей возможность независимого управления тормозами локомотива; средней части (повторителя) – *II*, содержащий верхний и нижний поршни, переключательный поршень и двухседельчатый клапан, обеспечивающий выпуск сжатого воздуха из тормозных цилиндров локомотива; нижней части *III* – плиты для подвода труб и крепления крана. К плите подводят трубы от главного резервуара (напорная магистраль); воздухораспределителя (импульсная магистраль); тормозных цилиндров (магистраль вспомогательного тормоза) и атмосферная. Рассматриваемый кран прямодействующего типа, так как тормозные цилиндры наполняются из главного резервуара. Если краном производится независимое торможение локомотива, то давление в тормозных цилиндрах последнего зависит от положения ручки крана. Если кран работает в режиме повторителя, то давление в тормозных цилиндрах

локомотива равно величине давления, создаваемого  
воздухораспределителем.

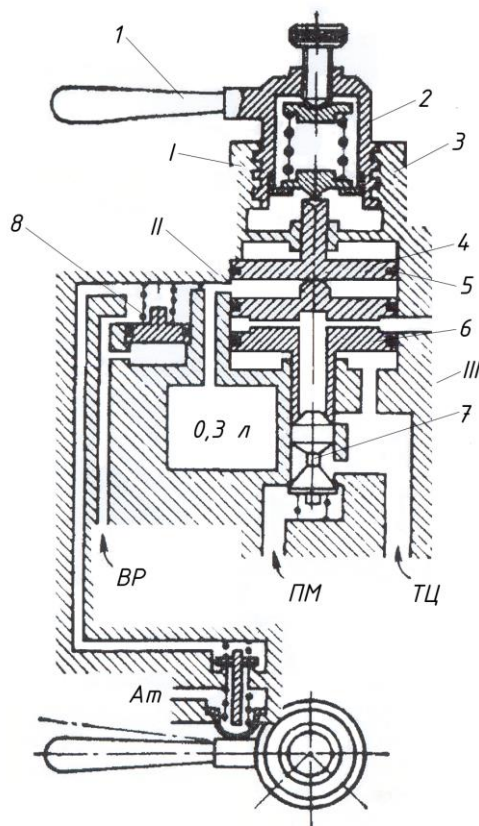


Рисунок 7 – Схема крана вспомогательного тормоза

1 – ручка; 2 – стакан; 3 – корпус; 4 – верхний поршень; 5 - манжеты; 6 – нижний поршень;  
7 – двуседельчатый клапан; 8 – переключательный поршень

### **Порядок выполнения испытания.**

Перед началом необходимо отрегулировать кран. Для этого ручку крана машиниста перевести в III положение (первое тормозное), ослабить затяжной винт хомута ручки и вращением стакана установить давление в тормозном цилиндре (ТЦ) равным  $1,0 - 1,3 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,10 - 0,13 \text{ МПа}$ ). Затем ручку крана перевести в VI положение, ослабить контргайку и вращением регулировочного винта установить давление в ТЦ  $3,8 - 4,0 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,38 - 0,4 \text{ МПа}$ ), после чего затянуть контргайку регулировочного винта.

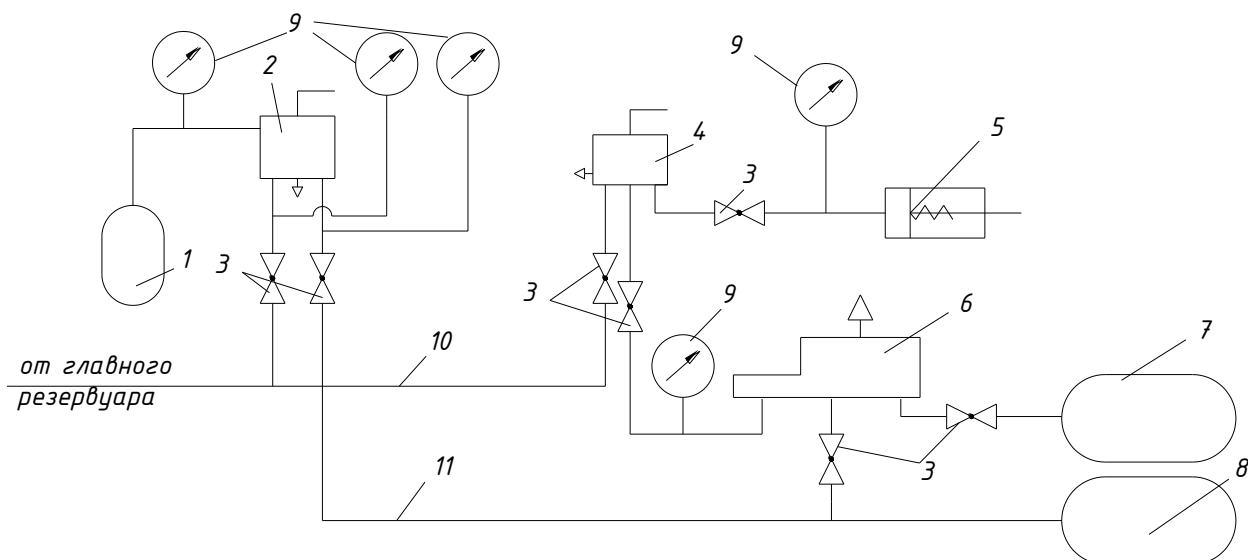


Рисунок 8 – Схема стенда для испытания КВТ

1 – уравнильный резервуар; 2 – кран машиниста усл. № 394; 3 – разобщительные краны; 4 – КВТ усл. №254; 5 – тормозной цилиндр; 6 – воздухораспределитель; 7 – запасной резервуар; 8 – имитатор ТМ; 9 – манометры; 10 – тормозная магистраль 11 – питательная магистраль

## 1. Работа крана как кран вспомогательного тормоза.

1.1 Проверка величины давления в ТЦ по тормозным грациям сектора крана.

1.2 Проверка времени наполнения и отпуска ТЦ. Для этого ручка крана переводится в крайнюю тормозную позицию и одновременно включается электрический миллисекундомер. Время наполнения ТЦ до давления  $3 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,3 \text{ МПа}$ ) должно быть не более 4 с. Время отпуска при переводе ручки крана в поездное положение, замеряемое включением электрического миллисекундомера,  $3,5 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,35 \text{ МПа}$ ) до  $0,5 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,05 \text{ МПа}$ ) не должно превышать 13 с.

## 2. Работа крана как повторителя.

2.1 При поездном положении ручки крана усл. № 254 краном машиниста усл. № 394 произвести снижение давления в резервуаре-имитаторе тормозной магистрали на  $0,5-0,6 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,05-0,06 \text{ МПа}$ ). При этом в ТЦ должно установиться давление не менее  $0,5 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,05 \text{ МПа}$ ). Затем краном машиниста усл. № 394 производят полное служебное торможение: давление в ТЦ должно быть при груженном режиме

воздухораспределителя усл. № 483М – 3,8-4,3 кгс/см<sup>2</sup> (0,38-0,43 МПа); при порожнем – 1,4-1,8 кгс/см<sup>2</sup> (0,14-0,18 МПа).

2.2 После полного служебного торможения краном усл. № 394 постановкой ручки крана усл. № 254 в крайнее отпускное положение на 2-3 с осуществляется ступень отпуска. Усилием пружины буферного устройства ручка крана усл. № 254 должна возвращаться в поездное положение. Давление в ТЦ при этих условиях не должно снижаться более чем на 0,6 кгс/см<sup>2</sup> (0,06 МПа).

2.3 При поездном положении ручки крана усл. № 254 с помощью крана усл. №394 осуществить полное служебное торможение, а затем полный отпуск. Время наполнения ТЦ локомотива при груженном режиме воздухораспределителя усл. № 483М до 3 кгс/см<sup>2</sup> (0,3 МПа) должно составлять 14-26 с, а время отпуска с 3,5 до 0,4 кгс/см<sup>2</sup> (0,35-0,04 МПа) – 14-55 с. Сравнить полученные значения с соответствующими значениями при работе крана усл. № 254 как крана вспомогательного тормоза. Сделать выводы.

2.4 При поездном положении ручки крана усл. № 254 с помощью крана усл. № 394 осуществить ступень торможения, понижая давление в резервуаре-имитаторе тормозной магистрали на 0,6-0,7 кгс/см<sup>2</sup> (0,06-0,07 МПа). Поворотом ручки крана усл. № 254 во 2-3 тормозную позицию крана довести давление в ТЦ до максимального. После этого произвести отпуск с помощью крана усл. № 394. записать результаты. Объяснить, почему тормоз локомотива не отпустил.

2.5 После торможения краном усл. № 394 повысить давление в ТЦ локомотива с помощью крана усл. № 254. Затем поставить ручку крана усл. № 254 в поездное положение. Записать результаты и объяснить, почему тормоз локомотива не отпустил.

### Отчет по крану машиниста усл.№ 394

№№ п/п	Вид испытания	Результаты испытаний	
		Нормативные	Фактические
1	Темп служебной разрядки уравнительного резервуара с 5 до 4 кгс/см <sup>2</sup>	4-6 с	
2	Темп экстренной разрядки магистрали с 5 до 1 кгс/см <sup>2</sup> в уравнительном резервуаре	Не более 15 с	
3	Наполнение уравнительного резервуара объемом 20 л и тормозной магистрали до давления 5 кгс/см <sup>2</sup> во II положении ручки крана машиниста	30-40с 4с	
4	Определение чувствительности уравнительного поршня	При снижении давления на 0,2-0,3 кгс/см <sup>2</sup> поршень поднимается	
5	Определение плотности уравнительного резервуара в IV положении ручки крана машиниста	Понижение или повышение давления за 180 с допускается не более 0,1 кгс/см <sup>2</sup>	
6 6.1 6.2	Работа крана машиниста при утечках воздуха из тормозной магистрали: а) чувствительность питания во II и IV положениях ручки крана машиниста; б) перекрыша без питания в III положении ручки крана машиниста	Давление в тормозной магистрали снижается не более, чем на 0,15 кгс/с <sup>2</sup> при утечке через отверстие 2 мм  Снижение давления в магистрали с 5 до 4 кгс/см <sup>2</sup> за время не более 15 с	
7	Ликвидация сверхзарядки в тормозной магистрали	С 6 до 5,8 кгс/см <sup>2</sup> 70 – 100 с	

## Отчет по крану вспомогательного тормоза усл.№ 254

№№ п/п	Вид испытаний	Результаты испытаний	
		Нормативные	Фактические
1	Работа крана усл. № 254 при управлении неавтоматическими тормозами и постановке ручки крана в III-VI положение и обратно	Ртц III=1...1,3 кгс/см <sup>2</sup> Ртц IV=3,8...4 кгс/см <sup>2</sup>	РтцIII= РтцIV= РтцV= РтцVI=
2	Время наполнения тормозного цилиндра и время отпуска	Время наполнения ТЦ до 3 кгс/см <sup>2</sup> – не более 4 с. Время отпуска с 3,5 до 0,5 кгс/см <sup>2</sup> – не более 13 с	
3	Работа крана при автоматическом управлении: а) краном машиниста дать ступень торможения; б) краном машиниста дать ПСТ; в) краном усл. № 254 произвести ступенчатый отпуск	I-я ступень Ртц=0,5 кгс/см <sup>2</sup> II-я ступень Ртц=3,8...4 кгс/см <sup>2</sup> Ртц снижается при каждой ступени отпуска на 0,6 кгс/см <sup>2</sup>	
4	Определение времени наполнения и отпуска при работе крана усл. № 254 в качестве повторителя (II положение ручки). Сравнить с такими же операциями при работе крана усл. № 254	Время наполнения ТЦ при ПСТ 14-26 с. Время отпуска до 0,4 кгс/см <sup>2</sup> 14-55 с	
5	Произвести краном усл. № 394 ступень торможения. Краном усл. № 254 довести двумя-тремя ступенями давление в ТЦ до полного. Произвести отпуск краном усл. № 394	Ртц=0,6...0,7 кгс/см <sup>2</sup> Ртц=3,8...4,0 кгс/см <sup>2</sup>	
6	Произвести поездным краном усл. № 394 ступень торможения. Краном усл. № 254 увеличить давление. Затем поставить рукоятку крана № 254 во II положение. Записать давления в ТЦ		

## **1.5 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ 2-Х И 5-ТИ ПРОВОДНОГО ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТОРМОЗА. СХЕМА И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ УСЛ. №305-001 НА РАЗНЫХ РЕЖИМАХ ТОРМОЖЕНИЯ И ОТПУСКА**

**Цель:** Изучение назначения конструкции и принципа действия воздухораспределителя усл. № 305.

### **Содержание занятия.**

Предназначен электровоздухораспределитель для регулирования давления в тормозном цилиндре в зависимости от времени выдержки ручки крана №395 в тормозном или отпускном положении.

Воздухораспределитель № 305 является электропневматическим и используется на пассажирском подвижном составе в качестве основного. Когда ВР – 305 осуществляет торможение, то в тормозной магистрали давление остается на уровне зарядного.

Конструкция ВР-305 состоит из четырех основных частей:

- Пневмореле;
- Электрическая часть;
- Переключательный клапан;
- Рабочая камера.

Пневмореле состоит из:

- Атмосферный клапан;
- Питающий клапан;
- Диафрагма.

У диафрагмы три положения:

- 1) Диафрагма прогнута вниз – атмосферный клапан закрыт, питающий клапан открыт;
- 2) Среднее положения диафрагмы – атмосферный и питающий клапаны закрыты;
- 3) Диафрагма прогнута вверх – атмосферный клапан открыт, питающий клапан закрыт.

В электрическую часть входят:

- Отпускной вентиль (ОВ);
- Тормозной вентиль (ТВ);
- Диод.

Для ОВ нормальное состояние – открытое, когда как для ТВ нормальное состояние является закрытым.

Переключательный клапан служит для исключения попадания воздуха из ВР – 305 в ВР – 292 и наоборот в режиме торможения, исключая самопроизвольный отпуск.

Конструкция воздухораспределителя усл. № 305 представлена на рисунке 9.

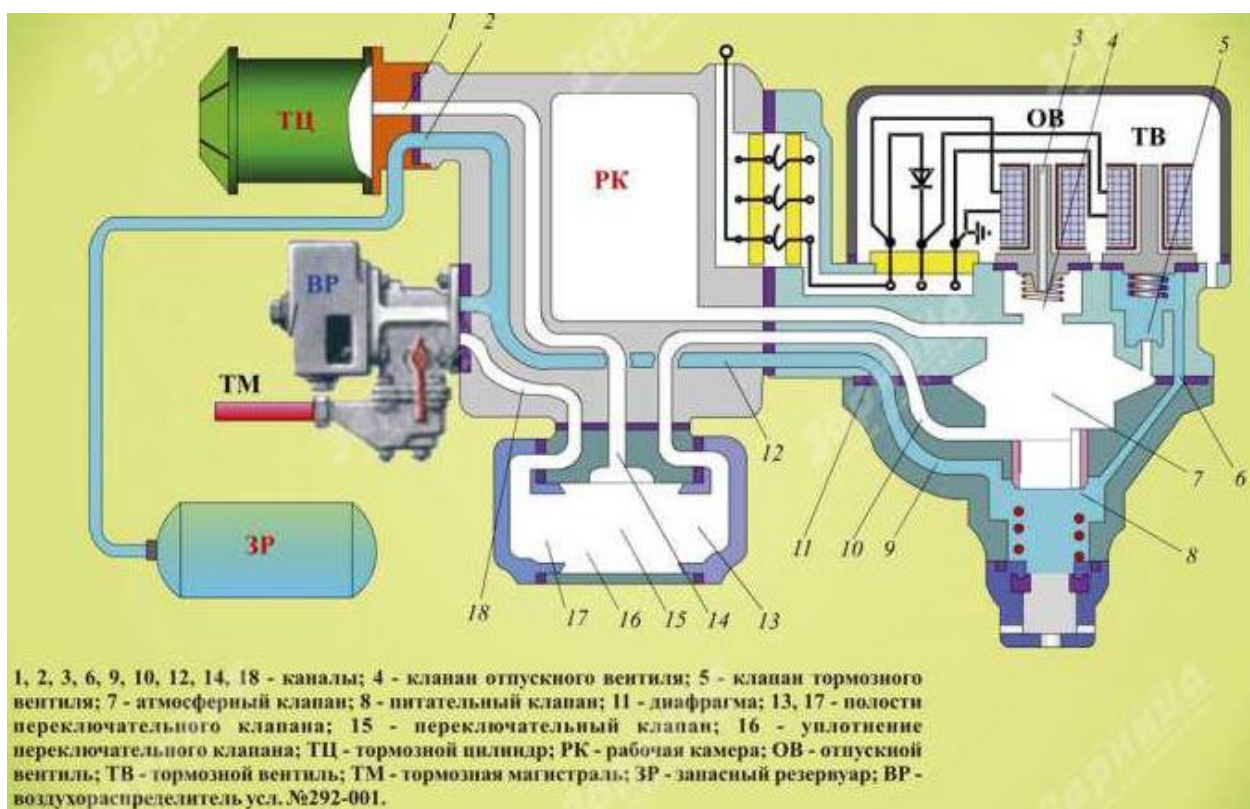


Рисунок 9 – Устройство воздухораспределителя усл. № 305

Режимы ВР – 305:

Зарядка (рисунок 10).



Постоянный ток на зажимы электровоздухораспределителя не подается. Катушки электромагнитных вентилях отпускного 6 и тормозного 8 обесточены, их якоря отжаты пружинами от сердечников в нижнее положение. При этом клапан 7 отпускного вентиля открыт, а клапан 9 тормозного вентиля закрыт. Рабочая камера 4 и полость над резиновой диафрагмой 15 через клапан 7 по каналу 5 сообщаются с атмосферой. Сжатый воздух из магистрали 24 через воздухораспределитель 25 по каналу 3 поступает в запасный резервуар 23, а по каналам 13 и 10 заполняет пространство над питательным клапаном 12 и полость под тормозным вентилем 8. Положение зарядки соответствует отпущенному состоянию тормоза, при котором тормозной цилиндр 1 сообщается с атмосферой.

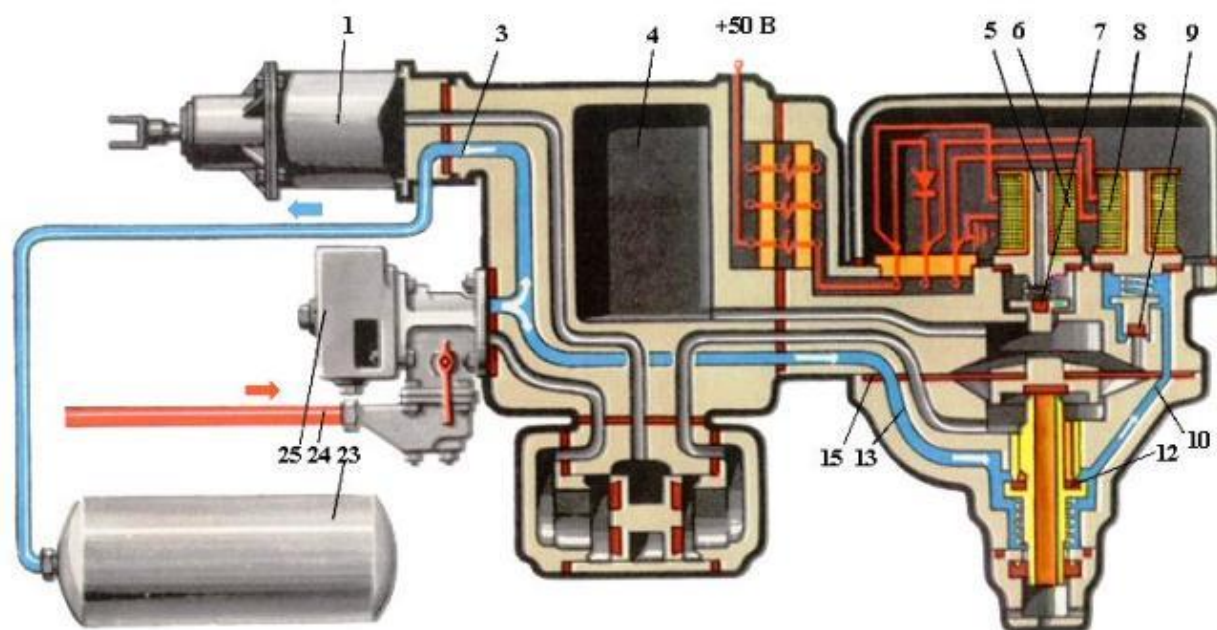


Рисунок 10 – Зарядка ВР - 305

При зарядке работает только воздухораспределитель № 292 - через него и идет наполнение запасного резервуара из тормозной магистрали. В ВР - 305 воздух входит, но доходит только до закрытого клапана 9 тормозного вентиля и останавливается.

Торможение (рисунок 11).

К электровоздухораспределителю подведен постоянный ток напряжением 50 В (“+” в рабочий провод; “—” на корпус). Катушки вентилей отпускного 6 и тормозного 8 **возбуждаются**, их якоря притягиваются к сердечникам. При этом **клапан 7 закрывается**, разобщая полость рабочей камеры 4 с атмосферным каналом 5, а **клапан 9 открывается**. Тогда сжатый воздух из запасного резервуара 23 по каналам 3, 13, 10 и через калиброванное отверстие в седле клапана 9 проходит в полость над диафрагмой 15 и в камеру 4. Под давлением воздуха **диафрагма прогибается вниз**, закрывает атмосферный клапан 11 и открывает питательный клапан 12 пневматического реле.

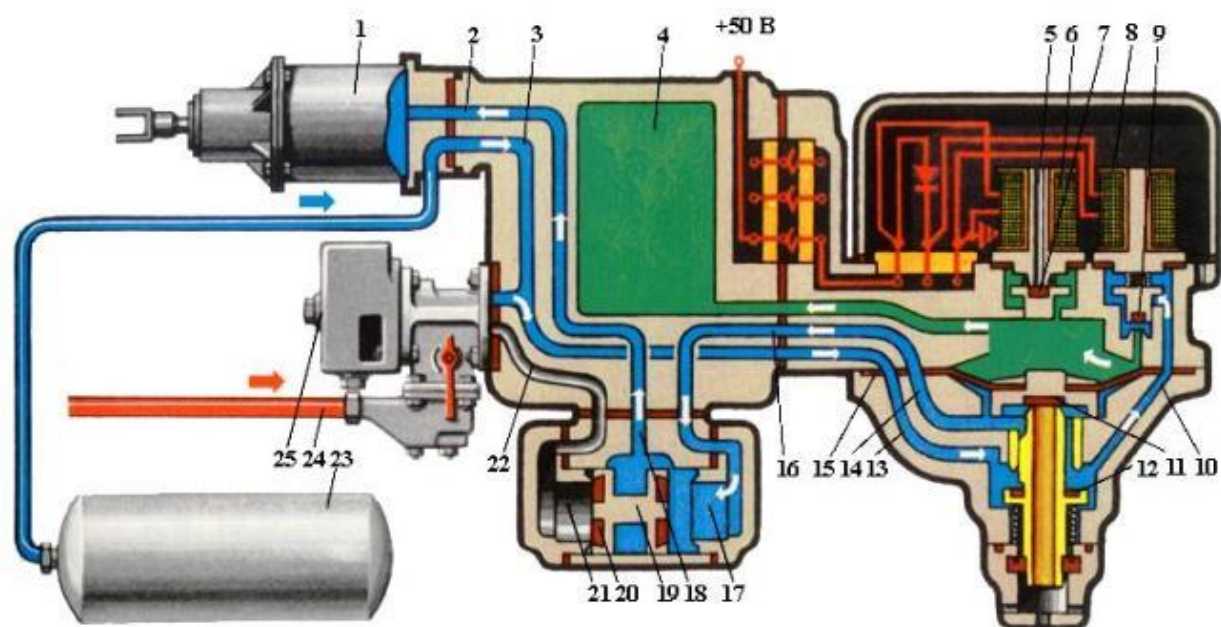


Рисунок 11 – Схема торможения ВР - 305

Теперь воздух из запасного резервуара по каналам 3 и 13, через полость, под диафрагмой 15, по каналам 14 и 16, через полость 17 поступает к переключающему клапану 19, перемещает его влево до упора уплотнения 20 в седло и направляется по каналам 18, 2 в тормозной цилиндр 1. Одновременно клапан 19 разобщает полость 21 и канал 22 со стороны воздухораспределителя 25 от тормозного цилиндра.

Перекрыша (рисунок 13).

По достижении в рабочей камере 4 и в тормозном цилиндре 1 требуемого давления изменяют полярность постоянного тока, подаваемого на зажимы электровоздухораспределителя: “—” подключается на рабочий провод, “+” на корпус. При такой полярности **ток не проходит в катушку тормозного вентиля 8**, этому препятствует включенный последовательно с ней селеновый выпрямительный клапан 26. В результате якорь вентиля 8 отпадает, **клапан 9 закрывается** и разобщает камеру 4, а также полость над диафрагмой 15 с запасным резервуаром 23. Катушка же отпускного вентиля 6, в цепи которой выпрямителя нет, возбуждена, якорь ее притянут и **атмосферный канал 5 закрыт клапаном 7**.

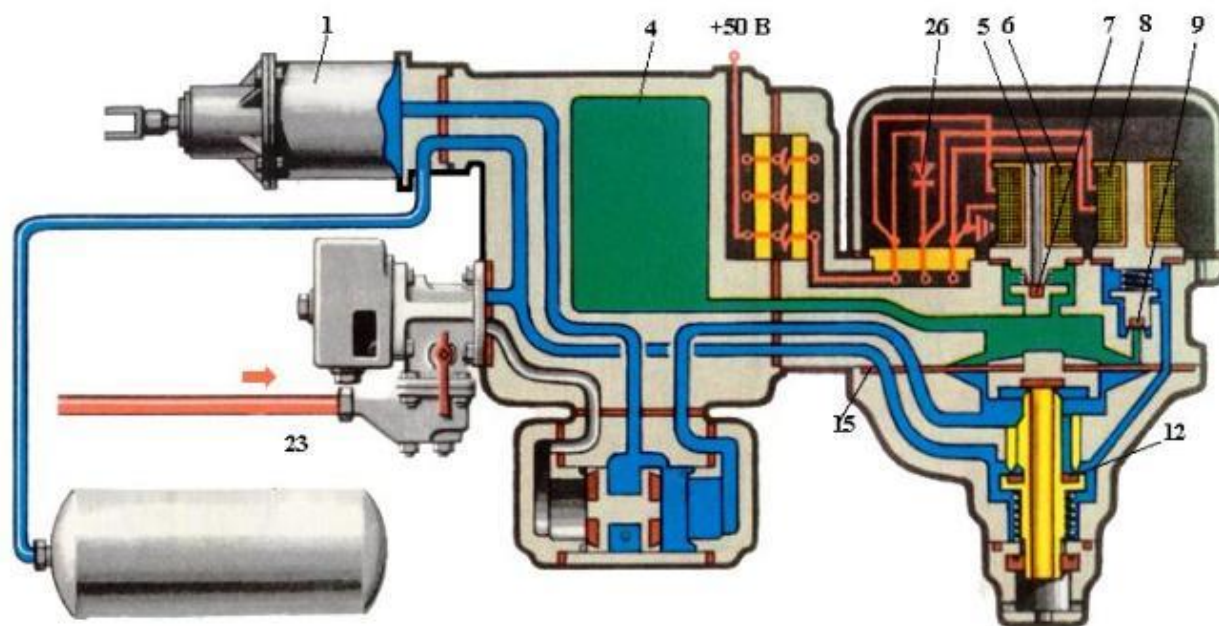


Рисунок 13 – Перекрыша ВР – 305

Благодаря этому в камере 4 устанавливается постоянное давление. Давление же в тормозном цилиндре 1 продолжает повышаться, так как питательный клапан 12 открыт. Как только давление в полости под диафрагмой 15, а следовательно, и в тормозном цилиндре 1 сравняется с давлением в камере 4, диафрагма 15, **выпрямляясь, переходит в среднее**

**положение.** Питательный клапан 12 под действием пружины закрывается и прекращает дальнейшее поступление воздуха из запасного резервуара 23 в тормозной цилиндр 1. Таким образом устанавливается положение перекрыши.

Отпуск (рисунок 13).

Катушки обоих электромагнитных вентилях **не питаются постоянным током** и их якоря находятся в нижнем положении. При этом клапан 9 тормозного вентиля 8 закрыт, а клапан 7 отпускного вентиля 6 открыт. Полость над диафрагмой 15 и рабочая камера 4 сообщаются с атмосферой через канал 5 в сердечнике вентиля 6.

Давление воздуха над диафрагмой снижается и она под избыточным давлением воздуха со стороны тормозного цилиндра 1 прогибается вверх, открывая клапан 11.

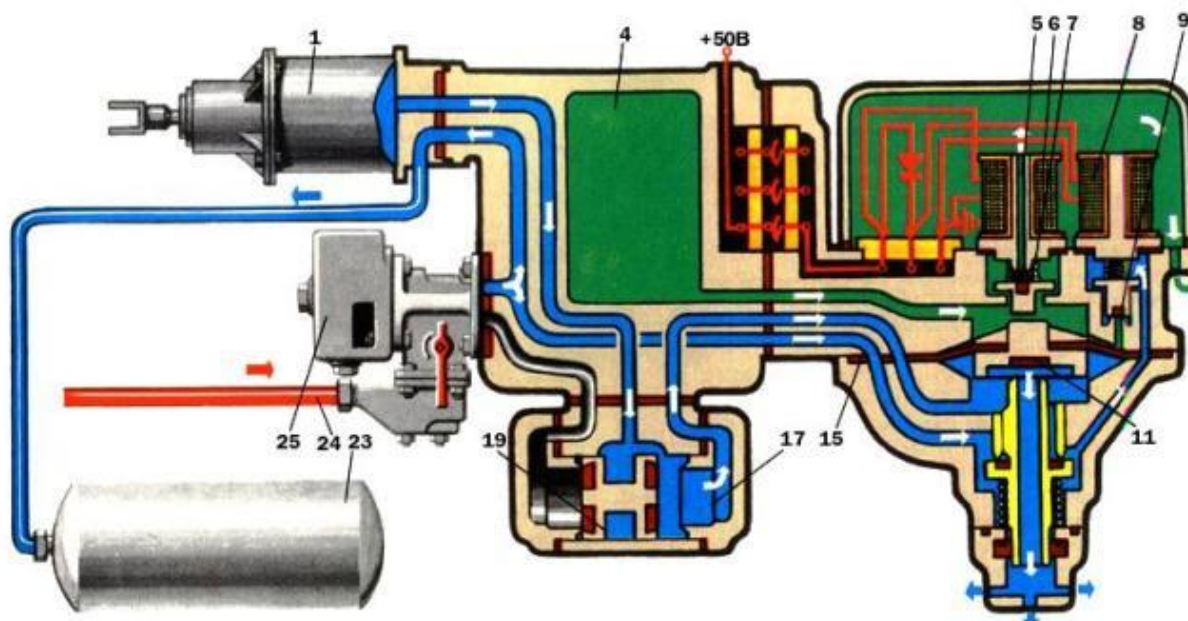


Рисунок 13 – Схема отпуща ВР – 305

Сжатый воздух из тормозного цилиндра поступает в полость 17 переключающего клапана 19 и затем через открытый под диафрагмой клапан 11 выходит в атмосферу. В результате этого происходит отпущ

тормоза. Одновременно осуществляется зарядка через воздухораспределитель 25 усл. № 292-001, то есть наполнение сжатым воздухом запасного резервуара 23 из тормозной магистрали 24. Время полного отпуска определяется объемом рабочей камеры (1,5 л) и размером калиброванного отверстия в седле клапана 7. При диаметре отверстия 1,3 мм время отпуска с давления 3,5 до 0,4 кгс/см<sup>2</sup> составляет 8—10 с независимо от диаметра тормозного цилиндра и выхода его штока. Если для регулирования скорости движения поезда требуется произвести не полный, а ступенчатый отпуск тормозов, то вначале катушки обоих вентилях 6 и 8 должны быть обесточены, а затем подается ток в катушку вентиля 6. При этом выход воздуха в атмосферу из рабочей камеры 4 прекращается, так как якорь вентиля 6 притянется и своим клапаном 7 закроет атмосферный канал 5.

## 2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### 2.1 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ПО ИЗУЧЕНИЮ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ УСЛ. № 292 И УСЛ. №483 МЕТОДОМ ИСПЫТАНИЯ И ПРОВЕРКИ РАБОТЫ ПРИБОРОВ НА СТЕНДЕ

**Цель.** Изучить конструкцию и работу воздухораспределителей. Определить характер работы воздухораспределителей при различных режимах торможения и отпуска.

#### **Содержание занятия.**

По плакатам и макетам изучить конструкцию и работу воздухораспределителя усл. № 292 и его отдельных узлов. Воздухораспределители являются основной частью автоматического пневматического тормоза и обеспечивают зарядку запасного резервуара и специальных камер из тормозной магистрали, наполнение тормозных цилиндров из запасного резервуара при понижении давления в тормозной магистрали и выпуск воздуха из тормозных цилиндров в атмосферу при повышении давления в тормозной магистрали.

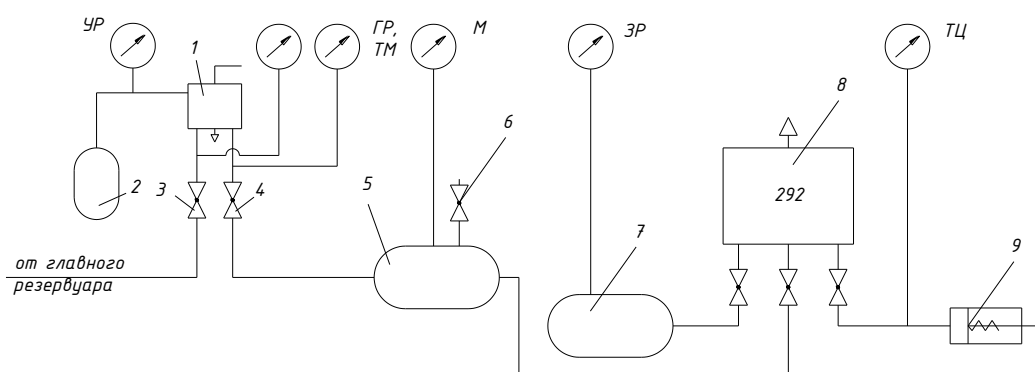


Рисунок 9 - Схема испытательного стенда:

- 1 – кран машиниста, 2 – уравнивательный резервуар, 3 – кран двойной тяги,  
4 – комбинированный кран, 5 – резервуар-имитатор тормозной магистрали, 6 – кран для  
создания искусственной утечки из магистрали, 7 – запасной резервуар,  
8 – воздухораспределитель, 9 – тормозной цилиндр

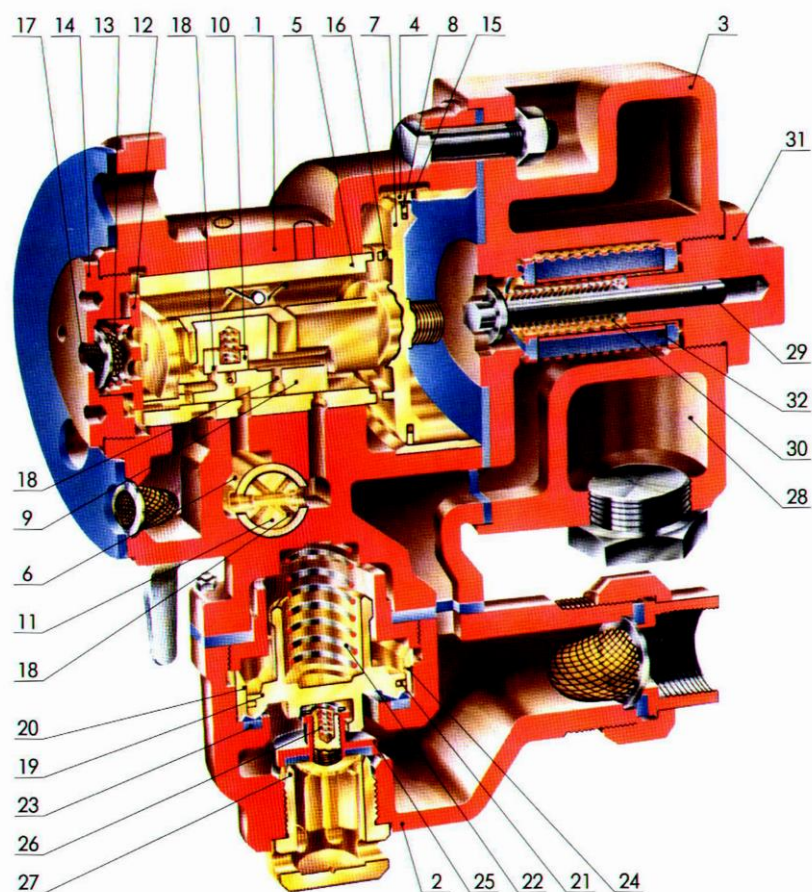


Рисунок 10 – Воздухораспределитель пассажирского типа усл. № 292-001

1 - корпус магистральной части, 2 - ускорительная часть, 3 – крышка, 4 - поршневая втулка, 5 - золотниковая втулка, 6 - втулка переключательной пробки, 7 - магистральный поршень, 8 - уплотнительное кольцо, 9 - главный золотник, 10 - отсекающий золотник, 11 - переключательная пробка, 12 - буферный стакан, 13 – пружина, 14 – заглушка, 15,16, 17, 24 – отверстия, 18 - каналы выемки, 19 - ускорительный поршень, 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

1. Воздухораспределитель испытывается на стенде в следующем порядке.

1.1 Определение времени зарядки запасного резервуара (ЗР) производится при поездном положении ручки крана машиниста. Время повышения давления до  $1,2 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,12 \text{ МПа}$ ) должно быть в пределах 18-25 с; до давления  $4,8 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,48 \text{ МПа}$ ) – 93-107 с.

1.2 Определение чувствительности на торможение: воздухораспределитель должен прийти в действие при снижении давления на  $0,3 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,03 \text{ МПа}$ ) темпом служебного торможения.

1.3 Определение чувствительности на отпуск: после ступени торможения при повышении давления на  $0,2 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,02 \text{ МПа}$ ) воздухораспределитель должен сработать на отпуск.

1.4 Испытание мягкости воздухораспределителя осуществляется путем снижения давления в магистрали с  $5,0$  до  $4,5 \text{ кгс/см}^2$  (от  $0,5$  до  $0,45 \text{ МПа}$ ) за  $75$  с через отверстие в кране **6** диаметром  $0,9$  мм; воздухораспределитель не должен приходить в действие.

2. Определение влияния хода поршня на время наполнения и опорожнения ТЦ. Время наполнения ТЦ определяется от момента поворота ручки крана машиниста до момента повышения давления в ТЦ до  $3,5 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,35 \text{ МПа}$ ). Время отпуска определяется от момента поворота крана машиниста до момента снижения давления в ТЦ до  $0,4 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,04 \text{ МПа}$ ). Опыты провести при ходе поршня  $100$ ,  $150$  и  $200$  мм.

3. Определение влияния положения переключательной пробки воздухораспределителя на время наполнения ТЦ при экстренном торможении и время отпуска после экстренного торможения при постоянном ходе поршня ТЦ. В поезде нормальной длины время наполнения должно быть  $5-7$  с, и время отпуска –  $9-12$  с; при выключенном ускорителе или длинносоставном поезде, соответственно –  $12-16$  и  $19-24$  с.

4. Определение давления в ТЦ при полном служебном торможении и постоянном ходе поршня при зарядных давлениях:  $5,0$ ;  $5,5$  и  $6,0 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,5$ ;  $0,55$ ; и  $0,6 \text{ МПа}$ ).

5. Построение графиков полученных зависимостей  $P_{ТЦ}=f(h)$ ;  $t_H=f(h)$ ;  $t_0=f(h)$ ;  $P_{ТЦ}=f(P_{ЗАР})$ .



Воздухораспределители (ВР) усл. № 483М являются основными типами грузовых воздухораспределителей, используемых на сети железных дорог. ВР предназначены для изменения давления в тормозных цилиндрах подвижного состава в зависимости от изменения давления в ТМ, а также для зарядки из последней запасных резервуаров.

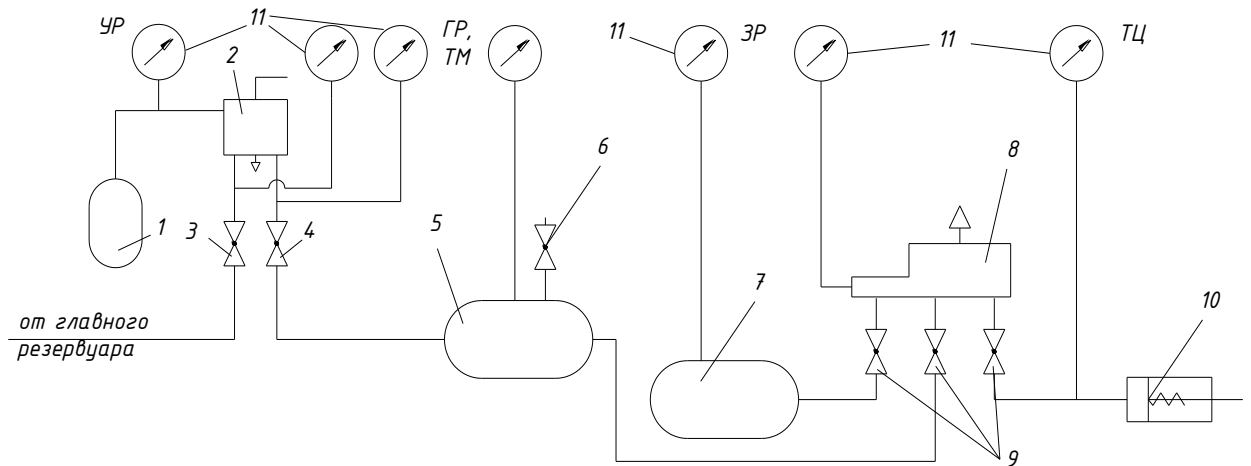


Рисунок 11 – Схема испытательного стенда

- 1 – уравнительный резервуар, 2 – кран машиниста, 3 – кран двойной тяги,  
 4 – комбинированный кран, 5 – резервуар-имитатор тормозной магистрали, 6 – кран для  
 создания искусственной утечки из магистрали, 7 – запасной резервуар,  
 8 – воздухораспределитель усл. № 483М, 9 – разобщительные краны, 10 – тормозной  
 цилиндр, 11 - манометры

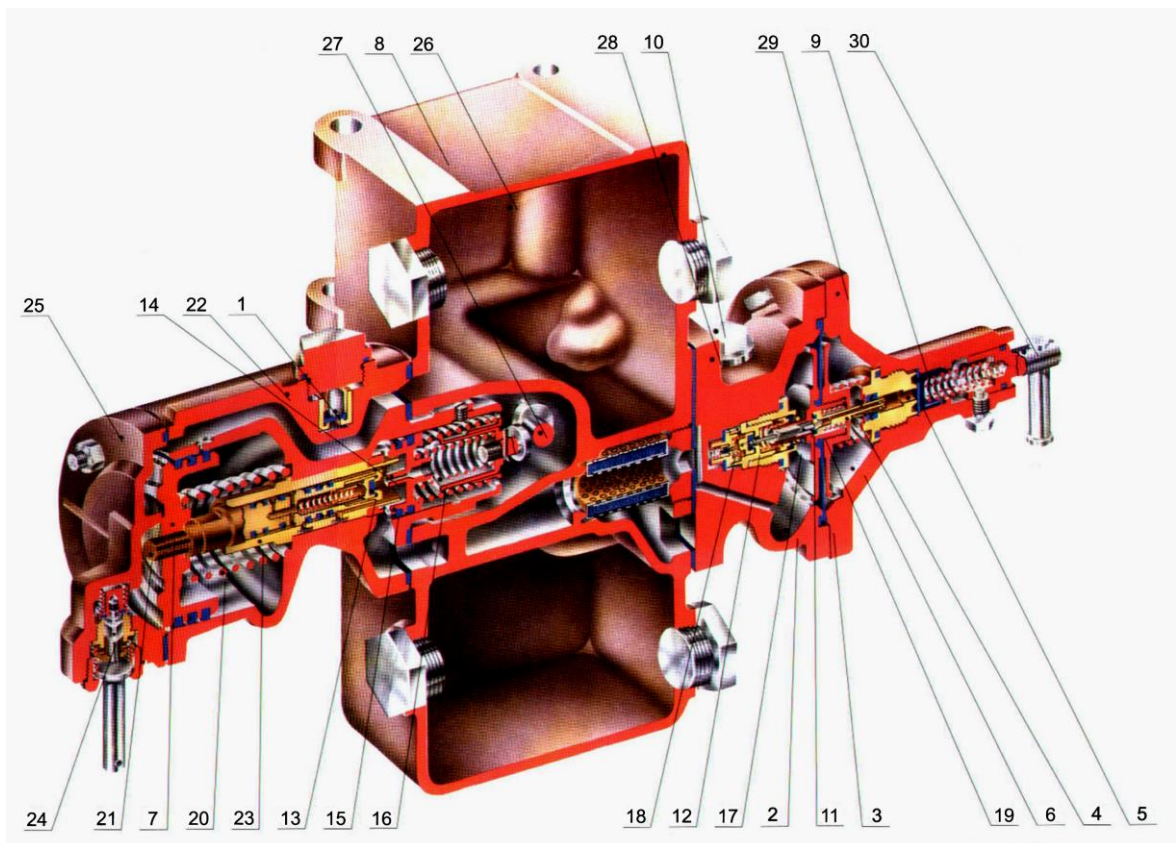


Рисунок 12 – Воздухораспределитель грузового типа условный № 483 М

- 1 – обратный клапан, 2 – магистральная камера, 3, 9 – диафрагма, 4 – плунжер, 5 – полость переключателя, 6 – золотниковая камера, 7 – главный поршень, 8 – рабочая камера, 10 – клапан мягкости, 11 – толкатель, 12 – клапан дополнительной разрядки, 13 – тормозной клапан, 14 – седло, 15 – уравнильный поршень, 16, 20 – пружина, 17 – манжета с клапанной частью, 18, 19 – клапан, 21 – шток, 22, 28 – корпус, 23 – втулка, 24 – выпускной клапан, 25, 29 – крышка, 26 – двухкамерный резервуар, 27 – эксцентриковый механизм, 30 – переключатель режимов

Конструкция воздухораспределителя изучается по плакатам и макетам. В отчете необходимо привести эскиз одного из узлов воздухораспределителя.

Работа воздухораспределителя изучается по плакатам, схемам и пособиям. Перед выполнением лабораторной работы проводится контроль знания конструкции и работы воздухораспределителя.

Испытание воздухораспределителя одной модификации производится на стенде, схему которого необходимо привести в отчете.

1. Определение времени зарядки запасного резервуара и рабочей камеры. Перед испытанием в указанных объемах должно быть атмосферное давление, а в резервуаре-имитаторе магистрали – зарядное давление. В момент открытия крана между резервуаром-имитатором магистрали и

воздухораспределителем включаются секундомеры. Наполнение запасного резервуара до давления 1,2 кгс/см<sup>2</sup> (0,12 МПа) должно происходить за 32-42 с, а рабочей камеры до давления 4,6 кгс/см<sup>2</sup> (0,46 МПа) – за 130-200 с.

2. Испытание воздухораспределителя на мягкость. Перед каждым испытанием должна быть осуществлена полная зарядка запасного резервуара и рабочей камеры. Резервуар-имитатор магистрали отключается от крана машиниста и сообщается с атмосферой через отверстие диаметром 0,9 мм. При темпе снижения давления до 0,2 кгс/см<sup>2</sup>/мин (0,02 МПа/мин) воздухораспределитель не должен срабатывать на торможение.

В момент начала испытания пускается секундомер. По величине падения давления в резервуаре-имитаторе магистрали  $\Delta P$  определяется фактический темп изменения давления:

$$\eta = \frac{\Delta P}{\Delta t}.$$

3. Испытание воздухораспределителя на чувствительность на равнинном режиме. После полной зарядки запасного резервуара и рабочей камеры краном машиниста осуществляется ступень торможения на величину 0,5 кгс/см<sup>2</sup> (0,05 МПа); воздухораспределитель должен сработать на торможение. Если затем осуществить ступень отпуска вторым положением ручки крана на величину 0,3 кгс/см<sup>2</sup> (0,03 МПа), воздухораспределитель должен отпустить.

4. Определение давления в тормозном цилиндре для различных положений переключателя грузовых режимов при полном служебном торможении. Переключатель грузовых режимов устанавливается в одно из положений. Краном машиниста осуществляется полное служебное торможение – понижение давления а один прием на величину 1,5 – 1,7 кгс/см<sup>2</sup> (0,15 – 0,17 МПа) от установленного зарядного давления и по

манометру определяется давление в ТЦ, которое должно быть при ходе поршня 150 мм:

- в порожнем режиме 1,4 – 1,8 кгс/см<sup>2</sup> (0,14-0,18 МПа),
- в груженом режиме 3,8 – 4,3 кгс/см<sup>2</sup> (0,38 – 0,43 МПа).

5. Определение времени наполнения и отпуска ТЦ для равнинного, горного, груженого и порожнего режимов при полном служебном торможении. Время наполнения фиксируется от момента поворота ручки крана машиниста в V положение до давления 3,5 кгс/см<sup>2</sup> (0,35 МПа) в ТЦ при груженом режиме и до давления 1,2 кгс/см<sup>2</sup> (0,12 МПа) в ТЦ при порожнем режиме. Время отпуска фиксируется от момента поворота ручки крана машиниста в I положение до давления в ТЦ 0,4 кгс/см<sup>2</sup> (0,04 МПа).

6. Определение времени наполнения и отпуска ТЦ и давления в нем при груженом, равнинном режиме воздухораспределителя и различных ходах поршня ТЦ: 100, 150 и 200 мм. Испытание проводится также как в п. 5.

7. Построение графиков полученных зависимостей  $P_{ТЦ}=f(h)$ ,  $t_H=f(h)$ ,  $t_O=f(h)$  при различных режимах работы воздухораспределителя.

Результаты испытаний занести в таблицу отчета.

### Отчет по воздухораспределителю усл. №292

№№ п/п	Виды испытаний	Результаты испытаний			
		Нормативные		Фактические	
1	Определение времени зарядки запасного резервуара емкостью 55 л до давления: 1,2 кгс/см <sup>2</sup> , 4,8 кгс/см <sup>2</sup>	18-25 с			
		93-107 с			
2	Определение мягкости (нечувствительности) и чувствительности магистрального поршня	Не должен приходить в действие при падении с 5 до 4,5 кгс/см <sup>2</sup> за 75 с через отверстие Ø=0,9 мм. При снижении давления в магистрали на 0,3 кгс/см <sup>2</sup> через отверстие d=2 мм приходит в действие. При повышении давления на 0,2 кгс/см <sup>2</sup> - отпускает			
3	Определение времени наполнения до давления 3,5 кгс/см <sup>2</sup> , отпуска – до давления 0,4 кгс/см <sup>2</sup> и конечного давления в	Ход поршня, h, мм	Время наполнения ТЦ, t <sub>н</sub> , с	Конечное давление в ТЦ, P <sub>тц</sub> , кгс/см <sup>2</sup>	Время отпуска, t <sub>о</sub> , с

	тормозном цилиндре при разных ходах поршня: полном служебном торможении и длинносоставном режиме	100			
		150			
		200			
4	Определение времени наполнения ТЦ до давления 3,5 кгс/см <sup>2</sup> при экстренном торможении на двух режимах: а) поезда нормальной длины; б) длиносоставного; в) с выключенным ускорителем;	$t_H=5-7$ с $t_H=12-16$ с $t_H=12-16$ с			
5	Определение времени отпуска после экстренного торможения от начала выпуска воздуха из ТЦ до давления 0.4 кгс/см <sup>2</sup> : а) поезда нормальной длины; б) длиносоставного; в) с выключенным ускорителем;	9-12 с 19-24 с 19-24 с			
6	Определение давления в ТЦ при ПСТ в разных зарядных давлениях, в магистрали	Зарядное давление в магистрали	Конечное давление в ТЦ		
		$P_1=5$ кгс/см <sup>2</sup> $P_2= 5,5$ кгс/см <sup>2</sup> $P_3=6$ кгс/см <sup>2</sup>			

### Отчет по воздухораспределителю усл. №483

п/п	Виды испытаний	Результаты испытаний	
		Нормативные	Фактические
1	Определение зарядки запасного резервуара до давления 1,2 кгс/см <sup>2</sup> Время зарядки рабочей камеры до давления 4,6 кгс/см <sup>2</sup> (5 кгс/см <sup>2</sup> )	32-42 с 130-200 с	
2	Испытание воздухораспределителя на мягкость При разрядке магистрали через отверстие диаметром 0,9 мм темпом $\eta = 0,3$ кгс/см <sup>2</sup> /мин При разрядке магистрали через отверстие диаметром 2 мм с темпом более $\eta = 1$ кгс/см <sup>2</sup> /мин	Не срабатывает  Срабатывает	

3	Испытание воздухораспределителя на чувствительность на равнине: при снижении давления в магистрали на 0,5 кгс/см <sup>2</sup> ; при повышении давления в магистрали на 0,3 кгс/см <sup>2</sup>	Тормозит			
		Отпускает			
4	Определение давления в тормозных цилиндрах при полном служебном торможении: груженный режим, порожний режим	3,8-4,3 кгс/см <sup>2</sup>			
		1,4-1,8 кгс/см <sup>2</sup>			
5	Определение времени наполнения, отпуска и давления в тормозном цилиндре при полном служебном торможении: время наполнения, с давление, кгс/с <sup>2</sup> время отпуска, с	Равнинный режим		Горный режим	
		Гружен. режим	Порож. режим	Гружен. режим	Порож. режим
6	Определение времени наполнения, отпуска и давления в тормозных цилиндрах при разных выходах штока при полном служебном торможении на равнинном груженом режиме	Ход поршня, мм	t <sub>н</sub> , с	P <sub>тц</sub> , кгс/см <sup>2</sup>	t <sub>о</sub> , с
		100			
		150			
		200			

# СОДЕРЖАНИЕ

## 1 Практические занятия

- 1.1 Практическое занятие по изучению конструкции и принципа действия тормозной магистрали поезда. Теоретическое и экспериментальное определение тормозной и отпускной волн 3
- 1.2 Практическое занятие по изучению назначения, конструкции и принципа действия компрессора локомотива. Определение (теоретически и экспериментально) производительности компрессора и мощности привода 10
- 1.3 Практическое занятие по изучению конструкции тормозной рычажной передачи вагонов и локомотивов. Определение передаточного числа, усилий на штоке и диаметра тормозного цилиндра 15
- 1.4 Практическое занятие по изучению конструкции и принципа действия крана машиниста №394 и крана вспомогательного тормоза №254. Определение (экспериментально) основных свойств кранов и проверка соответствия этих свойств требованиям эксплуатации 22
- 1.5 Практическое занятие по изучению электрической схемы 2-х и 5-ти проводного электропневматического пассажирского тормоза. Схема и принцип действия электровоздухораспределителя усл. №305-001 на разных режимах торможения и отпуска. Преимущества и недостатки ЭПТ перед пневматическим тормозом 31

## 2. Лабораторная работа

- 2.1 Лабораторная работа по изучению конструкции и принципа действия воздухораспределителей усл. № 292 и усл. №483 методом испытания и проверки работы приборов на стенде.....38
- Содержание 47
- БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 48

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крылов В.И., Крылов В.В. Автоматические тормоза подвижного состава. Изд. 4-е перераб. и доп. Учебник для техникумов ж.-д. транспорта. М., «Транспорт», 1984.
2. Балон, Л.В. Ходовые части, ударно-тяговые приборы и тормозное оборудование пассажирских вагонов : учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / Л.В. Балон, А.В. Челохьян, О.А. Ворон [и др.] ; под ред. В.Ф. Криворудченко. - Ростов н/Д : РГУПС. 2011.
3. Иноземцев В.Г., Абашкин И.В. Тормозное и пневматическое оборудования подвижного состава. Учебник для ПТУ. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. Транспорт, 1984. – 342с.
4. Асадченко В.Р. Расчет пневматических тормозов железнодорожного состава: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта. – Маршрут, 2004. – 120 с.
5. Асадченко В.Р. Автоматические тормоза подвижного состава: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта. – М.: Маршрут, 2006 – 392 с.
6. Асадченко В.Р. Автоматические тормоза подвижного состава: Учебное иллюстрированное пособие для вузов, техникумов колледжей и учащихся образовательных учреждений железнодорожного транспорта, осуществляющих начальную профессиональную подготовку. М.: УМК МПС России, 2002. – 128 с.



