

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине:

«Безопасность движения и тормозные системы»

*На тему: Разработка тормозного оборудования
четырёхосной цистерны модели 15 – 1443*

Выполнил: ст.гр. TV-509

Корнев Е. В.

Проверил: Соболева И. Ю

Содержание

Введение	3
1. Тормозное оборудование вагона	5
2. Определение допускаемого величин нажатия тормозных колодок	8
3. Расчет тормоза заданного типа вагона	10
4. Расчет тормозного пути	14
5. Технические требования на ремонт камер воздухораспределителей грузового типа	20
Вывод	21
Литература	22

						<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ВВЕДЕНИЕ

Тормоза железнодорожного подвижного состава являются одним из основных узлов железнодорожной техники, от уровня развития, конструкции, параметров и состояния которой в значительной степени зависит безопасность движения поездов, допускаемая и привозная способность железных дорог.

Тормозное оборудование вагонов работает в условиях сложных процессов, происходящих в движущемся поезде (сухое трение тормозных колодок фрикционного колодочного тормоза с преобразованием механической энергии в тепловую, газодинамические процессы в тормозной магистрали при зарядке, торможении, при отпуске тормозов; качения тормозящегося колеса по рельсам в условиях использования сил сцепления колеса с рельсами; взаимодействие вагонов в поезде между собой с возникновением значительных по величине продольных сил в условиях неустановившегося режима действия тормозной силы и др.).

Сочетание высокой надежности, безопасности действия тормозов с хорошей их управляемостью позволит повысить в ближайшей перспективе скорости движения пассажирских поездов до 200-250 км/ч, а грузовых поездов – до 140-160 км/ч при осевой нагрузке 18-20 т (высокоскоростные маршрутные поезда для контейнерных перевозок грузов), а вес грузовых поездов увеличить до 10-12 тыс. т с целью повышения производительности перевозок.

Предусмотрено также повышение надежности пневматической части тормоза и обеспечение временных характеристик тормозной системы для скоростных грузовых поездов за счет: создания принципиально новой конструктивной компоновки воздухораспределителя № 483М; модификации воздухораспределителя № 483М для скоростных короткооставных грузовых поездов; электропневматического тормозного оборудования вагонов со скоростями движения свыше 120 км/ч; безремонтной тормозной воздушной магистрали вагонов.

					КУРСОВАЯ РАБОТА					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись.	Дата						
Разработал.		Корнев Е. В			Разработка тормозного оборудования четырехосной цистерны модели 15-1443	Литер.	Лист	Листов		
Проверил.		Соболева И. Ю				-	У	-	3	22
Т.контр						ТашиИИТ TV-509				
Н.контр										
Утв.										

Программа включает решение проблемы повышения теплопроводности и стабильности характеристик тормозных колодок грузовых вагонов за счет применения принципиально новых высококачественных материалов для композиционных тормозных колодок; материалы по разработке и внедрению тормозных систем вагонов международного сообщения с учетом требований МСЖД (Международный союз железных дорог), совершенствованию тормозного оборудования с целью повышения удобства обслуживания, регулировки и контроля, адаптации тормозного оборудования к грузовым вагонам с осевыми нагрузками 250, 200 и 225 кН при скоростях движения соответственно 120, 160 и 120 км/ч.

Скоростные вагоны нового поколения будут оборудованы колодочными, дисковыми и электропневматическими тормозами, а международные вагоны – колодочными фрикционными тормозами.

Для успешного решения этих задач необходимо всемерно расширять и укреплять творческое сотрудничество инженерно-технических работников тормозостроительных заводов, линейных предприятий вагонного хозяйства, а также научных сотрудников, связанных с расчетом и проектированием тормозного оборудования, в частности пневматической и механической части тормозов вагонов.

						<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>4</i>

1. ТОРМОЗНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ВАГОНА

Тормозное оборудование каждой единицы подвижного состава представляет собой систему, состоящую из пневматической и механической частей.

1.1. Типовые схемы рычажных передач

Рычажные передачи грузовых вагонов выполняются с односторонним нажатием тормозных колодок (кроме шестиосных вагонов, у которых средняя ось в тележке имеет двустороннее нажатие) и одним тормозным цилиндром, закрепленным на раме вагона. Расположение цилиндра на раме обеспечивает наиболее надежную передачу тормозного усилия на тележку с помощью тяги, без применения гибких резиновых шлангов, нежелательных в условиях эксплуатации грузовых вагонов.

Тормозная рычажная передача грузовых вагонов приспособлена к использованию чугунных или композиционных колодок. Поскольку коэффициенты трения у этих колодок неодинаковые, при переходе с одного типа на другой требуется изменять передаточное число рычажной передачи. Эти изменения производят путем перестановки валиков затяжки горизонтальных рычагов (в близко расположенные к тормозному цилиндру отверстия при композиционных колодках и в более удаленные при чугунных).

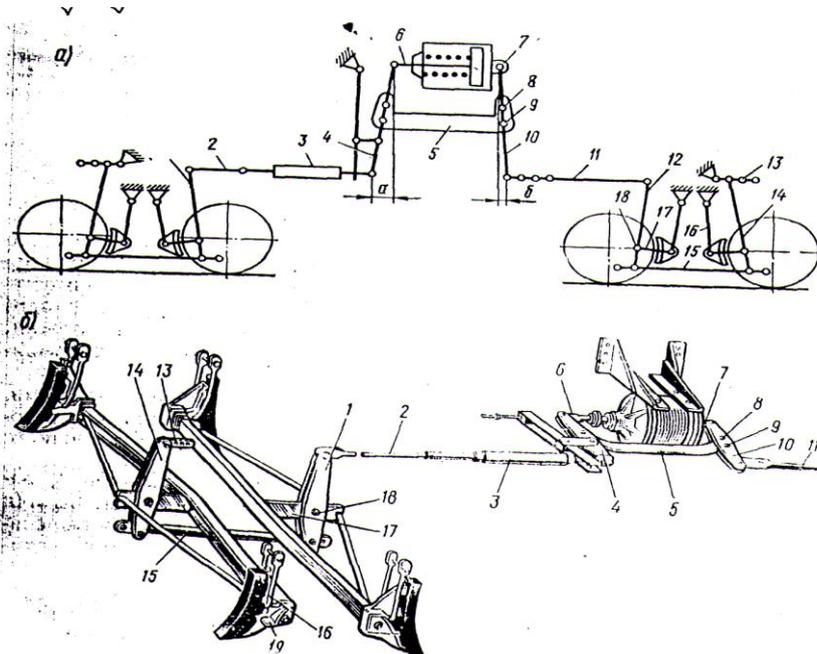


Рисунок.1.1. Схема (а) и конструкция (б) рычажной передачи четырехосного вагона.

					Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	5

В рычажной передаче четырехосного грузового вагона горизонтальные рычаги 4,10 шарнирно соединены одним концом со штоком 6 и кронштейном 7 на задней крышке цилиндра, а противоположным – с тягой 11 (со стороны задней крышки цилиндра) и авторегулятором 3 (со стороны передней крышки). Между собой горизонтальные тяги связаны затяжкой 5, отверстия 8 предназначены для установки валиков при композиционных колодках, а отверстия 9 – при чугунных.

Тяги 2, 11 соединяются с верхними концами вертикальных рычагов 1, 12 тележек. Верхние концы противоположных рычагов 14 соединены с серьгами 13. нижними отверстиями вертикальные рычаги связаны между собой распорками 15, а их промежуточные отверстия 18 шарнирно соединены с распорками 17 триангелей. На цапфах триангелей установлены башмаки с колодками. В отверстие каждого башмака проходит подвеска 16 триангеля, соединенная валиком с кронштейном тележки. Таким образом, подвески являются элементами шарнирно подвешивающихся деталей рычажной передачи тележек.

1.2. Расчет механической части тормоза

Используя схемы пневматического оборудования и рычажной передачи вагона, определим объём тормозной магистрали вагона с учетом объёмов тормозных приборов

$$V_{\text{тм}} = V_{\text{тр}} + V_{\text{зр}} + V_{\text{вр}} + V_{\text{тц}} \quad (1)$$

где $V_{\text{тр}}$ – объём тормозной магистрали – 11,1л

$V_{\text{зр}}$ – объём тормозного резервуара - 78 л

$V_{\text{вр}}$ – объём воздухораспределителя – 6л

$V_{\text{тц}}$ – объём тормозного цилиндра – 12,14л

$$V_{\text{тм}} = 12,14 + 78 + 6 + 11,1 = 107,24 \text{ л}$$

Передаточное отношение рычажной передачи геометрически определяется как произведение отношений размеров ведущих плеч рычагов к ведомым.

Для грузового четырехосного вагона.

$$i = \frac{a}{b} \cdot \frac{в + z}{z} \cdot 4 \quad (2)$$

где $a, б, в, z$ - ведущие и ведомые плечи рычажной передачи.

$$i = \frac{195}{465} \cdot \frac{400+160}{160} \cdot 4 = 5,866$$

Максимальное же значение передаточного отношения рычажной передачи

						Лист
						6
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

определяется условиями длительного торможения на крутых затяжных спусках. Износ чугунных тормозных колодок по толщине (мм) на затяжных спусках можно определить по формуле.

$$\Delta h = A \sum L \cdot i_c$$

$$\Delta h = 0,03 \cdot 200 = 6 \text{ мм} \quad (3)$$

где $\sum L i_c$ – сумма произведений длины всех участков пути спуска, по которым следует поезд, на величину спуска (для расчетов $\sum L i_c = 200 \text{ м}$);

A – коэффициент, равный: для грузовых вагонов 0,03.

Исходя из этого максимальное передаточное число тормозной рычажной передачи

$$i_{\max} = \frac{H_{\text{пр}} - H_{\text{мах}}}{A \sum L i_c};$$

$$i_{\max} = \frac{185 - 125}{6} = 10 \quad (4)$$

где $H_{\text{пр}}$, $H_{\text{мах}}$ – предельно допустимый и максимальный выход штока тормозного цилиндра, мм ($H_{\text{пр}} = 185 \text{ мм}$, $H_{\text{мах}} = 125 \text{ мм}$ для грузового вагона).

Вычисленное по соотношению плеч передаточное отношение не должно превышать определенного по формуле:

$$i = 5,866 \leq [i_{\max}] = 10 \quad (5)$$

величина к.п.д. тормозного цилиндра ($\eta_{\text{мц}} = 0,98$) и рычажной передачи (грузовые вагоны $\eta_{\text{мц}} = 0,95$).

						Лист
						7
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСКАЕМЫХ ВЕЛИЧИН НАЖАТИЯ ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК

Для обеспечения возможно большей эффективности действия тормозов при выполнении условий, исключающих возможность скольжения колес при торможении, сила нажатия тормозных колодок должна обеспечивать максимально допустимое использование силы сцепления колес с рельсами.

2.1. Определение допускаемых сил нажатия тормозных колодок. Для определения вышеупомянутых сил принято пользоваться коэффициентом силы нажатия тормозных колодок δ :

$$K = 0,9P \cdot \delta ; \quad (6)$$

где P – статическая нагрузка от колесной пары на рельс (по заданию);
 δ – коэффициент силы нажатия, 4-х осных $\delta^r=0,22$, $\delta^n=0,29$.

Для грузовых вагонов различают порожний P_p , δ_p и груженный. P_r , δ_r и определяют два значения K_p и K_r .

где Q – грузоподъемность, $Q=600$ кН (согласно заданию)

T – вес тары = 232 кН

m_0 – число осей вагона $m_0 = 4$.

$$P^z = \frac{T + Q}{4} \text{ кН};$$

$$P^n = \frac{T}{4} \text{ кН};$$

$$P^z = \frac{232 + 600}{4} = 208 \text{ кН}$$

$$P^n = \frac{232}{4} = 58 \text{ кН}$$

$$K^z = 0,9 \cdot 208 \cdot 0,22 = 41,2 \text{ кН}$$

$$K^n = 0,9 \cdot 58 \cdot 0,29 = 15,1 \text{ кН}$$

						Лист
						8
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

2.2. Определение нажатия тормозных колодок, исходя из допустимого уровня тепловой напряженности фрикционного узла

$$K = P \cdot F; \quad (7)$$

где P – удельное давление колодки на колесо (для композиционных колодок $P=6 \cdot 10$ кг/см² (0,6 кН/м²);

F - площадь давления (для одной(согласно заданию) композиционной колодки $F=32 \cdot 10^{-3}$ м²).

$$K = 6 \cdot 10^2 \cdot 32 \cdot 10^{-3} = 19,2 \text{ кН}$$

2.3. Сопоставление полученных значений допустимых сил нажатия тормозных колодок по условиям сцепления колеса с рельсами и по нагреву. Выбрать величину нажатия тормозной колодки и указать ограничивающий фактор(т.е наименьшее значение K).

$$K^n < K$$

$$K^2 > K$$

$$15,1 < 19,2 \text{ кН}$$

$$41,2 > 19,2 \text{ кН}$$

						Лист
						9
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

3. РАСЧЕТ ТОРМОЗА ЗАДАННОГО ТИПА ВАГОНА

Расчет тормоза проектируемого вагона выполняется по типовой методике. Для грузового вагона требуемые вычисления производятся для груженого и порожнего состояний.

3.1. Определение усилия (кг/см²) (кН) на штоке поршня тормозного цилиндра.

$$P_{ш} = [P_o \cdot F \cdot \eta_{тц} - (P_{тц.пр} + \ell_{ш} \mathcal{J}_{тц}) - P_1] \cdot \frac{1}{100} \quad (8)$$

$$P_{ш}^g = [4,0 \cdot 994 \cdot 0,98 - (159 + 10 \cdot 6,57) - 120,15] \cdot \frac{1}{100} = 35,5 \text{ кН}$$

$$P_{ш}^n = [1,6 \cdot 994 \cdot 0,98 - (159 + 10 \cdot 6,57) - 120,15] \cdot \frac{1}{100} = 12,13 \text{ кН}$$

где P_o , $\ell_{ш}$ – давление и расчетный выход штока тормозного цилиндра;
 $\mathcal{J}_{тц}$, $P_{тц.пр}$ – жесткость и усилие предварительного сжатия пружины тормозного цилиндра;

F – площадь поршня тормозного цилиндра, см²;

P_1 – усилие пружины бескулисного регулятора, приведенное к штоку тормозного цилиндра, определяется по формуле:

- для рычажного привода

$$P_1 = (P_{р.пр} + \mathcal{J}_p \cdot \ell_p) \left(\frac{b}{a} - \frac{c}{a} \cdot \frac{d+e}{d} \right); \quad (9)$$

$$P_1 = (200 + 15 \cdot 1,5) \left(\frac{46,5}{19,5} - \frac{23,5}{19,5} \cdot \frac{43+23}{43} \right) = 120,15$$

где $\ell_p \cdot \mathcal{J}_p \cdot P_{р.пр}$ – величина сжатия при торможении, жесткость и величина предварительного сжатия пружины регулятора;

a , b , c , d , e – размеры плеч горизонтального рычага и рычажного привода регулятора;

$a = 19,5 \text{ см}$	$\ell_p = 1,5 \text{ см}$	$P_o^g = 4,0 \text{ кН}$
$b = 46,5 \text{ см}$	$\mathcal{J}_p = 15 \text{ кН/м}$	$P_o^n = 1,6 \text{ кН}$
$c = 23,5 \text{ см}$	$P_{р.пр} = 200 \text{ кН}$	$\ell_{ш}^g = 10 \text{ см}$
$d = 43 \text{ см}$	$P_{тц.пр} = 159 \text{ кН}$	$\ell_{ш}^n = 10 \text{ см}$
$e = 23 \text{ см}$	$\eta_{тц} = 0,98$	$\mathcal{J}_{тц} = 6,57 \text{ кН/м}$
	$F = 994 \text{ см}^2$	

					Лист
					10
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

3.2. Вычисление величины действительного нажатия (кг/см²) (кН) на одну тормозную колодку

$$K_d = P_{ш} \cdot \frac{i}{m} \cdot \eta_{pn} \quad (10)$$

$$K_d^z = 35,5 \cdot \frac{5,86}{8} \cdot 0,95 = 24,7 \text{ кН}$$

$$K_d^n = 12,13 \cdot \frac{5,86}{8} \cdot 0,95 = 8,4 \text{ кН}$$

где m – число тормозных колодок, на которое действует усилие от одного тормозного цилиндра;

i – передаточное отношение рычажной передачи от одного тормозного цилиндра;

3.3. Нахождение величины расчетного нажатия на одну колодку в зависимости от ее материала.

Тормозная сила действующая на колесо, определяется произведением силы нажатия на коэффициент трения тормозных колодок. Трение является молекулярно-механическим процессом, зависящим от свойств материала трущихся пар, скорости скольжения, удельных давлений, площади пятен контакта колодки и колеса, температурного режима торможения, твердости, состояния трущихся поверхностей и другие.

- для композиционных колодок

$$K_p = 1,22 K_d \cdot \frac{K_d + 200}{4K_d + 200} \quad (11)$$

$$K_p^z = 1,22 \cdot 24,7 \cdot \frac{24,7 + 200}{4 \cdot 24,7 + 200} = 22,6 \text{ кН}$$

$$K_p^n = 1,22 \cdot 8,4 \cdot \frac{8,4 + 200}{4 \cdot 8,4 + 200} = 9 \text{ кН}$$

3.4. Определение расчетных коэффициентов силы нажатия и их оценка с точки зрения «Норм для расчета и проектирования новых и модернизированных вагонов железных дорог» более 1320 мм.

$$\delta_{г.п} = \frac{K_{г.п} \cdot m}{T + Q} \quad (12)$$

$$\delta_{п.п} = \frac{K_{п.п} \cdot m}{T} \quad (13)$$

$$\delta_{г.п} = \frac{22,6 \cdot 8}{232 + 600} = 0,21$$

$$\delta_{п.п} = \frac{9 \cdot 8}{232} = 0,31$$

						Лист
						11
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

3.5. Установление возможности заклинивания колесных пар по нижеописанной методике.

Возможность юза проверяется по формуле

$$\begin{aligned}\psi_{\kappa} &= \delta_{\text{п.р}} \cdot \varphi_{\text{к.р}} \\ \psi_{\kappa}^{20} &= 0,31 \cdot 0,32 = 0,02 < [0,09][\psi_{\kappa}^{20}] \text{ ,} \quad (14) \\ \psi_{\kappa}^{100} &= 0,31 \cdot 0,25 = 0,01 < [0,12][\psi_{\kappa}^{100}]\end{aligned}$$

где $\delta_{\text{пр}}$ – расчетный коэффициент силы нажатия, который определяется для условий заклинивания;

$\varphi_{\text{кр}}$ – расчетный коэффициент трения для грузовых вагонов, который определяется при скоростях 20 и 100 км/ч;

Ψ_{κ} – расчетный коэффициент сцепления колес с рельсами в случае отсутствия юза (заклинивания) должен быть не более:

- для грузовых вагонов [Ψ_{κ}] при $V = 20$ км/ч, [Ψ_{κ}]-0,09;

при $V = 100$ км/ч, [Ψ_{κ}]-0,12.

нахождение $\varphi_{\text{кр}}$ - расчетный коэффициент трения в данном интервале скоростей:

$$\varphi_{\text{кр}} = 0,36 \frac{V + 150}{2V + 150}; \quad (15)$$

- для композиционных колодок

$$\varphi_{\text{кр}}^{20} = 0,36 \frac{20 + 150}{2 \cdot 20 + 150} = 0,32$$

$$\varphi_{\text{кр}}^{100} = 0,36 \frac{100 + 150}{2 \cdot 100 + 150} = 0,25$$

3.6. Определение усилия (кг/см²) на штоке тормозного цилиндра вагона (для грузовых порожних)

$$P_{\text{ш.з}} = [P_{\text{о.з}} \cdot F \cdot \eta_{\text{тц}} - (P_{\text{тц.пр}} + \ell_{\text{ш}} \cdot \mathcal{J}_{\text{тц}}) - P_1] \cdot \frac{1}{100}; \quad (16)$$

$$P_{\text{ш.з}} = [1,8 \cdot 994 \cdot 0,98 - (159 + 10 \cdot 6,57) - 120,15] \cdot \frac{1}{100} = 14 \text{ кН}$$

Все составляющие правой части формулы, кроме $P_{\text{о.з}}$, найдены ранее в п.3.1. а давление в тормозном цилиндре $P_{\text{о.з}}$ для условий заклинивания имеет следующие значения; для грузовых вагонов 1,8 кг/см² (0,18 МПа).

						Лист
						12
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

3.7. Определение величины действительного нажатия на одну тормозную колодку $K_{дз}$ для условий заклинивания при подстановке в формуле п.3.2. значение $P_{шз}$.

$$K_{дз} = P_{шз} \cdot \frac{i}{m} \cdot \eta_{pn} \quad (17)$$

$$K_{дз} = 16,48 \cdot \frac{5,86}{8} \cdot 0,95 = 9,74 \text{кН}$$

Нахождение величины расчетного нажатия для условий заклинивания $K_{рз}$. при подстановке в формуле п. 3.2. значения $K_{рз}$.

$$K_{рз} = 1,22 K_{дз} \cdot \frac{K_{дз} + 200}{4K_{дз} + 200} \quad (18)$$

$$K_{рз} = 1,22 \cdot 9,74 \cdot \frac{9,74 + 200}{4 \cdot 9,74 + 200} = 10,4 \text{кН}$$

3.8. Определение расчетного коэффициента силы нажатия для условий заклинивания $\delta_{п.р}$ при подстановке в формулу п. 3.3. значения $K_{рз}$.

$$\delta_{п.р} = \frac{K_{рз} \cdot m}{T} \quad (19)$$

$$\delta_{п.р} = \frac{10,4 \cdot 8}{232} = 0,35$$

3.9. Определение Ψ_k и сравнение с допускаемым $[\Psi_k]$, вывод о возможности заклинивания.

$$\begin{aligned} \psi^{20\text{°}}_{\text{е}} &\leq [\psi^{20\text{°}}_{\text{е}}] \\ 0,02 &\leq [0,09] \\ \psi^{100\text{°}}_{\text{е}} &\leq [\psi^{100\text{°}}_{\text{е}}] \\ 0,01 &\leq [0,12] \end{aligned} \quad (20)$$

						Лист
						13
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

4. РАСЧЕТ ТОРМОЗНОГО ПУТИ

Расчет тормозного пути подвижного состава железных дорог можно производить методами: аналитическим, графическим и расчетным по номограммам.

4.1. Определение полного тормозного пути. В результате приближенного аналитического интегрирования уравнения движения поезда, при условии постоянства величины действующих сил в принятом интервале скоростей от V_n до V_{n-1} , получена формула для определения полного тормозного пути (м):

$$S_T = S_{\Pi} + S_D = \frac{V_0 \cdot t_n}{3,6} + \sum \frac{500(V_n^2 - V_{n+1}^2)}{\zeta(b_T + w_{ox} + i_c)} \quad (21)$$

где V_0 – скорость поезда в начальный момент торможения, км/ч (из задания);
 t_n – время подготовки к торможению для грузовых составов 200 осей и более

$$S_{\Pi} = V_0 \cdot t_n / 3,6 \quad (22)$$

$$t_n = 10 - \frac{15 i_c}{b_{\delta}} \quad (23)$$

$$b_T = 1000 \cdot V_p \cdot \varphi_{кр}$$

$$\varphi_{кр} = 0,36 \frac{V_0 + 150}{2 \cdot V_0 + 150}$$

$$V_p = \frac{K_p^n \cdot m \cdot n^n + K_p^2 \cdot m \cdot n^2 + F_{лок} \cdot n^n}{T \cdot n^n + (T + Q) \cdot n^2 + P_{лок}}$$

$$V_p = \frac{9 \cdot 8 \cdot 16 + 22,6 \cdot 8 \cdot 41 + 84 \cdot 6}{232 \cdot 16 + (232 + 600) \cdot 41 + 1360} = 0,231$$

$$\varphi_{кр} = 0,36 \frac{60 + 150}{2 \cdot 60 + 150} = 0,28$$

$$b_T = 1000 \cdot 0,231 \cdot 0,28 = 64,7$$

$$t_n = 10 - \frac{15 \cdot (-4)}{64,7} = 9$$

$$S_{\Pi} = 60 \cdot 9 / 3,6 = 150 \text{ м}$$

где V_n, V_{n+1} – конечная и начальная скорости поезда в принятом расчетном интервале скоростей, км/ч;

ζ – замедление поезда в км/ч² под действием замедляющей силы в 1 кГ/м ($\zeta = 120$ км/ч²);

					Лист
					14
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

i_c – приведенное значение уклона с учетом сопротивления в кривой, ‰ (из задания);

b_T – удельная тормозная сила при средней скорости в каждом интервале, равной $V_{cp} = \frac{V_n + V_{n+1/2}}{2}$, $b_T = 1000 v_p \cdot \varphi_{кр}$,

где $\varphi_{кр}$ – расчетный коэффициент трения в данном интервале скоростей (вместе V подставлять V_{cp} м/с, в п. 5.5.5);

V_p – расчетный тормозной коэффициент, определяемый по формуле

$$V_p = \frac{\sum k_p}{\sum P}, \quad (24)$$

где $\sum k_p$ – суммарная расчетная сила нажатия поезда (кг/см²) (кН):

$$\sum k_p = \sum k_{n.p} + \sum k_{г.р} + \sum k_{л.р} \cdot n, \quad (25)$$

где $K_{лр}$ – расчетная сила нажатия локомотива;

n – число осей локомотива;

$\sum P$ – вес поезда:

$$\sum P = \sum P_{п.б} + \sum P_{п.в} + P_{л}, \quad (26)$$

где $P_{л}$ – вес локомотива

для грузовых поездов

Скорость:

- 1) 60-50км/ч 2) 50-40км/ч 3) 40-30км/ч
4) 30-20км/ч 5) 20-10км/ч 6) 10-0км/ч

$$\begin{aligned} 1) \quad V_{cp} &= \frac{V_1 + V_2}{2} & V_{cp} &= \frac{60 + 50}{2} = 55 \text{ км/ч} \\ \varphi_{кр} &= 0,36 \frac{V_{cp} + 150}{2 \cdot V + 150} & \varphi_{кр} &= 0,36 \frac{55 + 150}{2 \cdot 55 + 150} = 0,283 \end{aligned}$$

$$b_T = 1000 \cdot V_p \cdot \varphi_{кр} \quad (27)$$

$$b_T = 1000 \cdot 0,231 \cdot 0,28 = 64,7$$

$$\omega_{ox} = 0,7 + \frac{30 + v + 0,025v^2}{q_o} \text{ н / кН} \quad (28)$$

$$\omega_{ox} = 0,7 + \frac{30 + 55 + 0,025 \cdot 3025}{166} = 1,66 \text{ н / кН}$$

					Лист
					15
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

$$q_o = \frac{(232 + 600) \cdot 41 + 232 \cdot 16}{57 \cdot 4} = 166$$

где ω_{ox} – основное удельное сопротивление движению поезда при средней скорости в каждом интервале;

q_o – средняя нагрузка от оси вагона на рельсы (кг/см^2) (кН) определяется по формуле

$$q_o = \frac{(T + Q)n_{cp} + T \cdot n_{nop}}{n_{cym} \cdot m_o} \quad (29)$$

где m_o – число осей вагона.

2)
$$V_{cp} = \frac{50 + 40}{2} = 45 \text{ км/ч}$$

$$\Phi_{кр} = 0,36 \frac{45 + 150}{2 \cdot 45 + 150} = 0,29$$

$$b_T = 1000 \cdot 0,231 \cdot 0,29 = 67$$

$$\omega_{ox} = 0,7 + \frac{30 + 45 + 0,025 \cdot 2025}{166} = 1,45 \text{ Н / кН}$$

3)
$$V_{cp} = \frac{40 + 30}{2} = 35 \text{ км/ч}$$

$$\Phi_{кр} = 0,36 \frac{35 + 150}{2 \cdot 35 + 150} = 0,3$$

$$b_T = 1000 \cdot 0,231 \cdot 0,3 = 69,3$$

$$\omega_{ox} = 0,7 + \frac{30 + 35 + 0,025 \cdot 1225}{166} = 1,27 \text{ Н / кН}$$

4)
$$V_{cp} = \frac{30 + 20}{2} = 25 \text{ км/ч}$$

$$\Phi_{кр} = 0,36 \frac{25 + 150}{2 \cdot 25 + 150} = 0,31$$

$$b_T = 1000 \cdot 0,231 \cdot 0,31 = 71,6$$

$$\omega_{ox} = 0,7 + \frac{30 + 25 + 0,025 \cdot 625}{166} = 1,12 \text{ Н / кН}$$

						Лист
						16
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

5)

$$V_{cp} = \frac{20+10}{2} = 15 \text{ км/ч}$$

$$\Phi_{кр} = 0,36 \frac{15+150}{2 \cdot 15+150} = 0,32$$

$$b_T = 1000 \cdot 0,231 \cdot 0,32 = 74$$

$$\omega_{ox} = 0,7 + \frac{30+15+0,025 \cdot 225}{166} = 1H / \kappa H$$

6)

$$V_{cp} = \frac{10+0}{2} = 5 \text{ км/ч}$$

$$\Phi_{кр} = 0,36 \frac{5+150}{2 \cdot 5+150} = 0,34$$

$$b_T = 1000 \cdot 0,231 \cdot 0,34 = 78,5$$

$$\omega_{ox} = 0,7 + \frac{30+5+0,025 \cdot 25}{166} = 0,91H / \kappa H$$

$$\xi = 120 \text{ км/ч}^2, i_c = -4$$

						<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>17</i>

$$S_D = \frac{500 \cdot (V_n^2 - V_{n+1}^2)}{120 \cdot (b_T + w_{ox} + i_c)}; \quad (31)$$

$$S_D = \frac{500 \cdot (60^2 - 50^2)}{120 \cdot (64,7 + 1,66 + (-4))} = 73,4 \text{ м}$$

$$S_D = \frac{500 \cdot (50^2 - 40^2)}{120 \cdot (67 + 1,45 + (-4))} = 58,1 \text{ м}$$

$$S_D = \frac{500 \cdot (40^2 - 30^2)}{120 \cdot (69,3 + 1,27 + (-4))} = 43,8 \text{ м}$$

$$S_D = \frac{500 \cdot (30^2 - 20^2)}{120 \cdot (71,6 + 1,12 + (-4))} = 30,3 \text{ м}$$

$$S_D = \frac{500 \cdot (20^2 - 10^2)}{120 \cdot (74 + 1 + (-4))} = 17,6 \text{ м}$$

$$S_D = \frac{500 \cdot (10^2 - 0^2)}{120 \cdot (78,5 + 0,91 + (-4))} = 5,52 \text{ м}$$

$$\sum S_D = 73,4 + 58,1 + 43,8 + 30,3 + 17,6 + 5,52 = 228,72 \text{ м}$$

$$S_T = S_{\Pi} + \sum S_D \quad (32)$$

$$S_T = 150 + 228,72 = 378,72 \text{ м}$$

						Лист
						18
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

После определения замедляющих сил и составных тормозного пути по интервалам скоростей необходимо дать табличное изложение, определить полный тормозной путь, построить графики зависимости

$$v = f(\varphi_{кр}) \text{ и } S = f(\varphi_{кр})$$

Показатели	Численные значения показателей при интервале скорости ($V_o=60$ км/ч)					
	60-50	50-40	40-30	30-20	20-10	10-0
V_{cp} км/ч	55	45	35	25	15	5
$\varphi_{кр}$	0,283	0,29	0,3	0,31	0,32	0,34
b_T	64,7	67	69,3	71,6	74	78,5
$w_{ох}$	1,66	1,45	1,27	1,12	1	0,91
$b_T + w_{ох} + i_c$	62,36	64,45	66,57	68,72	71	75,41
S_D	73,4	58,1	43,8	30,3	17,6	5,52

4.2. Определение величины замедления поезда (m/c^2)

$$W = 0,039 \frac{v_o^2}{S_T} - 9i_c, \quad (33)$$

где $V_o = 60$ км/ч,

i_c - в тысячных единицах ($i_c = -0,004$).

$$W = 0,039 \frac{60^2}{378,72} - 9 \cdot (-0,004) = 0,73 \text{ м/сек}^2$$

При вычислениях следует помнить, что доля сопротивления движения локомотива в общем сопротивлении поезда незначительна, поэтому первым при тормозных расчетах можно пренебречь.

						Лист
						19
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА РЕМОНТ ТОРМОЗНЫХ ЦИЛИНДРОВ

Поступившие в ремонт тормозные цилиндры должны быть снаружи очищены от пыли и других загрязнений, после чего их необходимо разобрать.

Ремонт тормозных цилиндров производится в соответствии с руководством по их ремонту.

При этом: у корпуса, тормозного цилиндра и его деталей не допускаются трещины, отколы и изломы, при этом при наличии трещин и отколов на фланцах корпуса и передней крышки допускается их ремонт в соответствии с требованиями инструкции по сварке и наплавке при ремонте вагонов;

на внутренней поверхности корпуса цилиндра не допускается наличие коррозии и рисок;

срыв резьбы не допускается;

при износе направляющего отверстия для штока в передней крышке до диаметра, более 73 мм допускается ремонт изношенной поверхности путем приварки втулки в соответствии с требованиями инструкции по сварке и наплавке при ремонте вагонов;

у пружины должны быть проконтролированы ее силовые параметры, допускается в исключительном случае производить контроль пружины по ее просадке в свободном состоянии;

у манжеты и резинового защитного уплотнения должны быть проверены срок годности и их состояние - расслоения, надрывы не допускаются;

смазочное войлочное кольцо должно быть очищено и смазано смазкой ЖТ-79Л, а при наличии дефектов заменено на новое, пропитанное смазкой, нагретой до 80°C;

фильтр в передней крышке цилиндра очистить, промыть и продуть сжатым воздухом;

прокладка должна быть ровной, без надрывов и признаков разбухания;

в процессе сборки манжета и все поверхности трения металлических деталей должны быть смазаны тонким слоем смазки ЯСГ-79Л.

«После сборки тормозной цилиндр необходимо испытать на плотность сжатым воздухом под давлением $(4,0 \pm 0,1)$ кгс/см² при выходе штока (100 ± 10) мм в течение 3 минут. При этом падение установившегося давления в испытываемом тормозном цилиндре допускается не более чем на 0,1 кгс/см за время проверки.

						Лист
						20
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

ВЫВОД

Подводя итог по курсовой работе мы выбрали и спроектировали тормозное оборудование вагона, в моём случае - четырехосной цистерны, рассчитали тормоза заданного типа вагона, тормозной путь, и по окончанию расчетов у нас были определены свои значения величины нажатия тормозных колодок и тормозного пути. Составили график зависимости коэффициента трения и тормозного пути от скорости. В итоге мои значения были близки к стандартными расчётам.

В данной курсовой работе мною разработан тормоз четырехосной цистерны модели 15-1443.

Был рассчитан объем тормозной магистрали вагона с учетом объемов тормозных приборов $V_{TM}=107\ 24$ л.

Передаточное отношение рычажной передачи составило $i=5,866$.

Была определена величина тормозных нажатий колодок $K^{\Gamma}=41,2$ кН и $K^{\Pi}=15,1$ кН.

Также было определено усилие на штоке поршня тормозного цилиндра $P_{Ш}^{\Pi}=12,13$ кН и $P_{Ш}^{\Gamma}=35,5$ кН, величина расчетного нажатия на одну колодку составило $K_{P}^{\Pi}=9$ кН, $K_{P}^{\Gamma}=22,6$ кН.

Расчетный коэффициент сцепления колес с рельсами при скорости 20 км/час $\varphi_{кр}^{20}=0,32$, а при скорости 100 км/час $\varphi_{кр}^{100}=0,25$.

В работе был рассчитан тормозной путь, который составил $S_T=378,72$ м, при начальной скорости $v_0=60$ км/час.

По результатам численных значений показателей составлены графики. $S_D=f(v)$ и $\varphi_{кр}=f(v)$.

В конце работы приводится список используемой литературы.

						Лист
						21
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

ЛИТЕРАТУРА

1. Иноземцев В.Г., Казаринов В.В. и др. Автоматические тормоза. – М.: Транспорт, 1981.
2. Справочник по тормозам. Крылов В.И. и др. М.: Транспорт, 1989.
3. Инструкция по ремонту тормозного оборудования вагонов. ЦВ-ЦЛ-945, 2003.
4. Безопасность движения и тормозные системы вагонов. Методическое указание для выполнения курсовой работы ТашИИТ, 2005.
5. Безопасность движения и тормозные системы. Вершков А. Б, Городецкий Ю. Г. 2012

						<i>Лист</i>
						22
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примеч.</i>
				<u>ОСНОВНЫЕ ДЕТАЛИ:</u>		
<i>A2</i>		<i>1</i>		<i>Вертикальный рычаг</i>	<i>4</i>	
		<i>2</i>		<i>Тяга</i>	<i>2</i>	
		<i>3</i>		<i>Авторегулятор</i>	<i>1</i>	<i>№ 574 Б</i>
		<i>4</i>		<i>Горизонтальный рычаг</i>	<i>2</i>	
		<i>5</i>		<i>Затяжка</i>	<i>1</i>	
		<i>6</i>		<i>Шток</i>	<i>1</i>	
		<i>7</i>		<i>Тормозной цилиндр</i>	<i>1</i>	<i>Ø365</i>
		<i>8</i>		<i>Кронштейн</i>	<i>1</i>	
		<i>9</i>		<i>Отверстие</i>	<i>2</i>	
		<i>10</i>		<i>Рычаг</i>	<i>4</i>	
		<i>11</i>		<i>Распорка</i>	<i>2</i>	
		<i>12</i>		<i>Тормозная колодка</i>	<i>8</i>	<i>КК</i>

--	--	--	--	--

					<i>КУРСОВАЯ РАБОТА</i>					
					<i>Разработка тормозного оборудования четырехосной цистерны модели 15-1443</i>		<i>Литер.</i>		<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
							<i>у</i>	<i>Лист 1</i>	<i>Листов 1</i>	
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Разработка тормоза 4-х осной цистерны модели 15-1443</i>					
<i>Разраб.</i>	<i>Корнев Е. В</i>	<i>Соболева И. Ю</i>	<i>Т.контр</i>	<i>Н.контр</i>						
<i>Пров.</i>	<i>Соболева И. Ю</i>	<i>Утв.</i>	<i>Утв.</i>	<i>Утв.</i>						
<i>Утв.</i>	<i>Утв.</i>	<i>Утв.</i>	<i>Утв.</i>	<i>Утв.</i>						
					<i>ТашиИИТ</i>					
					<i>TV-509</i>					