

**Министерство путей сообщения Российской  
Федерации**

**Московский государственный университет путей сообщения  
(МИИТ)**

**Институт транспортной техники и организации производства**

---

Кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»

**Пояснительная записка**

**к курсовой работе**

**по дисциплине «Автоматические тормоза и безопасность  
движения»**

Выполнил ст. гр. ТВГ-411  
Бородин Е. В.  
Проверил преподаватель  
Юдин В. А.

Содержание	Стр
Введение.....	3
<u>1.Выбор тормозной системы подвижного состава.....</u>	<u>5</u>
1.1. Определение потребной тормозной силы по заданной длине тормозного пути.	
1.2 Расчет допускаемой тормозной силы из условия безюзного торможения подвижного состава.....	5
<u>2. Расчет пневматической части тормозной системы вагона</u>	
2.1. Выбор принципиальной схемы пневматической части тормозной системы вагона.....	8
2.2.Выбор типа воздухораспределителя.....	9
2.3. Требования к воздухораспределителям грузового подвижного состава.	9
2.4. Определение диаметра тормозного цилиндра.....	9
2.5 Выбор передаточного числа РП тормоза.....	13
2.6 Выбор объема запасного резервуара.....	14
<u>3 Расчет и проектирование механической части тормозной системы вагона.</u>	<u>15</u>
3.1 Выбор принципиальной схемы механической части тормозной системы вагона.	15
3.2 Качественные характеристики механической части тормозной системы вагона..	16
3.3 Определение передаточного числа рычажной передачи по заданной величине нажатия тормозных колодок .....	17
3.4 Вывод формулы геометрического передаточного числа рычажной передачи тормоза.....	18
3.5 Определение плеч рычагов и длин тяг рычажной передачи.....	19
3.6 Выбор сечений элементов рычажной передачи тормоза вагона.....	24
3.7 Расчет на прочность по допускаемым напряжениям затяжки горизонтальных рычагов.....	28
3.8.Вычисление величины деформации элементов рычажной передачи при торможение вагона.....	28
3.9 определение величины выхода штока тормозного цилиндра при торможении вагона.....	29
3.10.Приращение хода поршня Т. Ц. от сжатия возвратной пружины регулятора	34
<u>4. Проверка обеспеченности вагона тормозными средствами.....</u>	<u>36</u>
4.1 Определение расчетного коэффициента трения и расчетного тормозного нажатия колодок.....	36.
4.2.Определение расчётного коэффициента нажатия тормозных колодок для различной степени загрузки крытого вагона.....	38
4.3. Проверка максимальной силы нажатия тормозных колодок на отсутствие юза колёсных пар.....	40
<u>5. Обоснование эффективности разработанной и спроектированной тормозной системы вагона.....</u>	<u>43</u>
5.1. Вычисление полного тормозного пути на участке с заданным руководящим уклоном и начальной скоростью торможения.....	43

5.2. Определение величины замедления и времени полного торможения.....	45
5.3. Расчёт температуры нагрева элементов трущихся пар.....	45
<u>6. Определение технического содержания и приемка тормозного оборудования вагона.....</u>	<u>47</u>

## **Введение**

Целью курсового проекта является разработка и проектирование тормозной рычажной передачи 4 - х осного крытого вагона на тележках модели 18-100.

Крытый вагон служит для перевозки груза, требующего защиты от воздействия атмосферных явлений и сыпучих грузов. В военное время крытый вагон используется для военных перевозок личного состава.

Автотормозная техника представляет собой достаточно сложный комплекс устройств, создающих искусственно регулируемое сопротивление движению поезда при регулировании его скорости или остановки.

Автоматические тормоза железнодорожного подвижного состава являются одним из основных средств, обеспечивающих безопасность движения поездов и оказывающих непосредственное влияние на повышение пропускной и провозной способности железных дорог.

Все грузовые магистральные вагоны оборудованы воздухораспределителями № 483. На всех грузовых вагонах обычно использованы авторежимы № 265А, установленные сбоку хребтовой балки над тележкой. Под вагоном также расположены магистральная труба диаметром  $1\frac{1}{4}$ , концевые краны с междувагонными соединительными рукавами № 369А и пылеловка.

Автоматические тормоза подвижного состава железных дорог России отвечают современным требованиям и по техническому уровню имеют ряд преимуществ перед конструкциями зарубежных аналогов. Наиболее широко применяется пневматический колодочный тормоз, которым оборудуются как грузовые, так и пассажирские вагоны.

# **1.Выбор тормозной системы подвижного состава**

## ***1.1. Определение потребной тормозной силы по заданной длине тормозного пути.***

Исходные данные:

- максимальная скорость движения поезда  $V = 100$  км/ч;
- величина уклона  $0,006$ ;
- масса крытого вагона брутто  $93$  т;
- расчетное значение тормозного пути при ЭТ грузового поезда  $S_T = 1200$ м;

Среднее значение основного удельного сопротивления движению крытого вагона:

$$W_{oc} = a_1 + \frac{b_1}{2} V_H + \frac{c_1}{2} V_H^2;$$

где:  $V_H$  - скорость движения подвижного состава, км/ч;

$a_1, b_1, c_1$  - эмпирические коэффициенты, зависящие от типа подвижного состава и конструкции буксового узла колесных пар. Для крытого вагона с буксами на роликовых подшипниках соответственно равны:

$$a_1 = 7 + \frac{30}{q_o}; b_1 = \frac{1}{q_o}; c_1 = \frac{0,025}{q_o};$$

где:  $q_o$  - масса вагона, приходящаяся на одну ось, т;

$$q_o = \frac{Q_{op}}{4} = \frac{93}{4} = 23,25 \text{ т};$$

$$a_1 = 7 + \frac{30}{23,25} = 8,29; b_1 = \frac{1}{23,25} = 0,043; c_1 = \frac{0,025}{23,25} = 0,001;$$

$$W_{oc} = 8,29 + \frac{0,043}{2} \cdot 100 + \frac{0,001}{3} \cdot 100^2 = 13,77 \text{ Н/т};$$

Удельное ускоряющее усилие на грузовой поезд от уклона пути:  $i_c = 10 \cdot i$ .

где:  $i$  – уклон пути, принимают на подъеме со знаком  $\langle\langle + \rangle\rangle$ , а на спуске со знаком  $\langle\langle - \rangle\rangle$ ;

$$i_c = 10 \cdot (-6) = -60 \text{ Н/т}$$

### **1.1.1 Среднее значение удельной тормозной силы по расчетной длине пути:**

$$A = \frac{S_T \cdot \xi_1 (W_{oc} + i_c) - 0,278 \cdot \xi_1 \cdot V_H (d_1 \cdot W_{oc} + d_1 \cdot i_c - l_1 \cdot i_c) - 500 \cdot V_H^2}{\xi_1 (S_T - 0,278 \cdot V_H \cdot d_1)};$$

где:  $d_1$  - время подготовки тормоза к действию при торможении поезда на равнинном участке пути, с. Для грузового поезда с пневматическим тормозом  $d_1 = 7$ с;

$l_1$  - составляющая времени подготовки тормоза к действию при торможении поезда на уклоне, с. Для грузового поезда с пневматическим тормозом  $l_1 = 10$ с;

$\xi$  - замедление поезда под действием замедляющей силы  $1 \text{ Н/т}$ , принимаемое с учетом инерции вращающихся масс равным  $12$

грузовых и пассажирских поездов, км/ч<sup>2</sup>;

$$A = \frac{1200 \cdot 12(13,77 - 60) - 0,278 \cdot 12 \cdot 100(7 \cdot 13,77 - 7 \cdot 60 + 10 \cdot 60) - 500 \cdot 100^2}{12(1200 - 0,278 \cdot 100 \cdot 7)} = -477H / m$$

$$B = \frac{0,278 \cdot V_H \cdot l_1 \cdot i_c (W_{oc} + i_c)}{S_T - 0,278 \cdot V_H \cdot d_1}; B = \frac{0,278 \cdot 100 \cdot 10(-60) \cdot (13,77 - 60)}{1200 - 0,278 \cdot 100 \cdot 7} = 767H / m;$$

$$e_{mc} = -\frac{A}{2} \pm \sqrt{\frac{A^2}{4} - B}; e_{mc} = -\frac{-477}{2} \pm \sqrt{\frac{477^2}{4} - 767} = 475,4H / m.$$

### 1.1.2 Среднее значение удельной тормозной силы по величине замедления поезда:

по расчетному замедлению  $\alpha_T = 1,3 \text{ м/с}^2$

$$e_{mc} = \frac{500}{0,039 \cdot \xi_1} \alpha_T - W_{oc} - i_c; e_{mc} = \frac{500}{0,039 \cdot 12} 1,3 - 13,77 + 60 = 1435H / m.$$

по наибольшему допускаемому замедлению  $\alpha_T = 2 \text{ м/с}^2$

$$e_{mc} = \frac{500}{0,039 \cdot \xi_1} \alpha_T - W_{oc} - i_c; e_{mc} = \frac{500}{0,039 \cdot 12} 2 - 13,77 + 60 = 2183H / m.$$

### 1.1.3. Проверка потребной тормозной силы по допустимой величине замедления

$$d_T = 0,039 \frac{V_H}{S_\delta}$$

где:  $S_\delta$  - величина действительного тормозного пути.

$$S_\delta = \frac{500 \cdot V_H^2}{\xi_1 (e_{mc} + W_{oc} + i_c)}; S_\delta = \frac{500 \cdot 100^2}{12(475,4 + 13,77 - 60)} = 971m;$$

$$d_T = 0,039 \frac{100^2}{971} = 0,4;$$

$$e_{mc} = \frac{500}{0,039 \cdot \xi_1} \alpha_T - W_{oc} - i_c; e_{mc} = \frac{500}{0,039 \cdot 12} 0,4 - 13,77 + 60 = 474H / m.$$

Полученная тормозная сила обеспечивает замедление поезда в допустимых пределах и обеспечивает сохранность перевозимого груза.

## 1.2 Расчет допускаемой тормозной силы из условия безюзного торможения подвижного состава

Для тормозов, основанных на использовании сцепления колес с рельсами, реализуемая тормозная сила не должна превышать силу сцепления, так как возможно заклинивание колесных пар. Кроме того, при юзе возрастает тормозной путь.

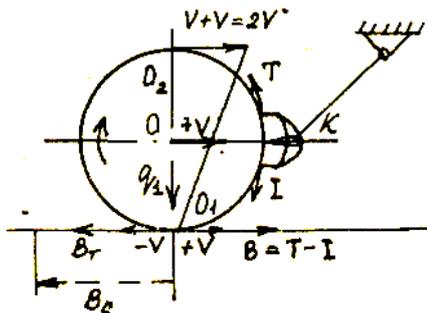


Рис.1.1. Силы, действующие на колесо при торможении подвижного состава.  
Условие безюзного торможения колесной пары:  
 $B_T \leq B_c = q\psi K_c$

где:  $B_T$ - реализуемая тормозная сила колесной пары, Н;

$B_c$ - предельное значение силы сцепления рельса с колесом или допускаемая тормозная сила по сцеплению, Н;  $B_c=[\epsilon_m]$ ;

$\psi$  - коэффициент сцепления колеса и рельса,

$q$  - статическая осевая нагрузка единицы подвижного состава, Н;

$K_c$  - расчетный коэффициент запаса по сцеплению.

Определим среднюю допускаемую удельную тормозную силу по сцеплению для крытого вагона.

Вес брутто 93 т., конструкционная скорость – 100 км/ч.

Расчетный коэффициент сцепления:

$$\psi_k = \left[ 0,17 - 0,00015 \left( \frac{930}{4} - 60 \right) \right] \cdot \psi (V) = 0,1441\psi (V).$$

Допускаемая тормозная сила:

$$[\epsilon_m] = 10^4 \cdot \psi_k \cdot K_c = 10^4 \cdot \psi_k \cdot 0,85 = 8500\psi_k.$$

Значения  $\psi_k(V)$  определяем из графика функции скорости.

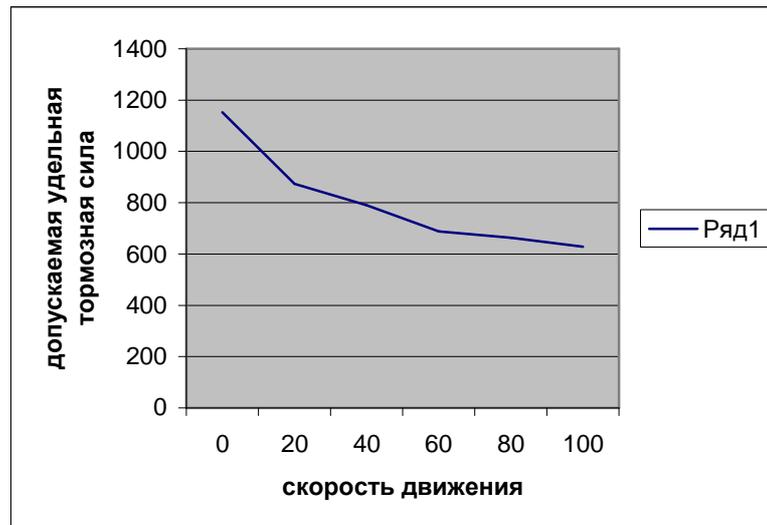
Результаты расчетов  $\psi_k$  и  $[\epsilon_m]$  соответствующие скоростям движения крытого вагона от 100 км/ч до полной остановки, сведем в таблицу № 1.

На основании полученных данных строим графическую зависимость удельной тормозной силы от скорости движения  $[\epsilon_m](V)$

#### Расчетные значения $\psi_k$ и $[\epsilon_m]$ для крытого вагона

V, км/ч	$\psi(V)$	$\psi_k$	$[\epsilon_m]$ , Н/т
100	0,52	0,074	629
80	0,55	0,078	663
60	0,57	0,081	688,5
40	0,65	0,093	790,5
20	0,72	0,1027	873
0	0,95	0,1355	1152

График зависимости допускаемой удельной тормозной силы от скорости движения вагона.



Скорость движения V-км/ч.

Определим среднее значение допускаемой удельной тормозной силы:

$$[\epsilon_{mc}] = \frac{\Delta V}{V_H} \left( \frac{\epsilon_{m0}}{2} + \epsilon_{m1} + \epsilon_{m2} + \dots + \frac{\epsilon_{mn}}{2} \right);$$

$$[\epsilon_{mc}] = \frac{20}{100} \left( \frac{1152}{2} + 873 + 790,5 + 688,5 + 663 + \frac{629}{2} \right) = 781,1 \text{ Н/т}.$$

### Вывод

1) Потребная тормозная сила ( $\epsilon_{mc} = 475 \text{ Н/т}$ ) меньше допускаемой по сцеплению ( $[\epsilon_{mc}] = 781,1 \text{ Н/т}$ ). В этом случае параметры тормозной системы следует выбирать из допускаемой тормозной силы. Целесообразно использование колодочного тормоза с пневматическим управлением.

2) При  $\epsilon_{mc}=475 \text{ Н/т}$  и замедление  $a_m=0,4 \text{ м/с}^2$  соблюдается необходимая безопасность движения крытого вагона в составе поезда и обеспечиваются условия сохранности груза.