

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Вагони»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання курсового проекту
з дисципліни**

“АВТОМАТИЧНІ ГАЛЬМА ТА БЕЗПЕКА РУХУ”

Харків 2012

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку
на засіданні кафедри «Вагони» 14 вересня 2009 р., протокол № 2.

Методичні вказівки призначено для студентів спеціальності “Вагони” заочної форми навчання.

Укладачі:

старш. викл. В.Г. Равлюк,
асист. Я.В. Дерев’янчук

Рецензент

доц. І.Е. Мартинов

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту
з дисципліни

“АВТОМАТИЧНІ ГАЛЬМА ТА БЕЗПЕКА РУХУ”

Відповідальний за випуск Равлюк В.Г.

Редактор Еткало О.О.

Підписано до друку 07.10.09 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,75. Тираж 150. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.
Свідцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.
61050, Харків - 50, пл. Фейербаха, 7

**МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ**

Кафедра “Вагони”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсового проекту
з дисципліни “АВТОМАТИЧНІ ГАЛЬМА ТА БЕЗПЕКА
РУХУ”

Харків 2012

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Вагони» 14 вересня 2009 р., протокол № 2.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності “Вагони” заочної форми навчання.

Укладачі:

старш. викл. В.Г. Равлюк,
асист. Я.В. Дерев'янчук

Рецензент

доц. І.Е. Мартинов

ЗМІСТ

	Вступ	4
1	Загальні рекомендації до виконання курсового проекту ..	5
1.1	Зміст курсового проекту	5
1.2	Вихідні дані	6
2	Методичні вказівки до виконання курсового проекту	6
2.1	Загальні вимоги	6
2.2	Розрахунок фрикційного колодкового гальма	9
3	Оцінка ефективності гальмівної системи	23
3.1	Розрахунок забезпеченості вагона і поїзда гальмівними засобами	23
3.2	Визначення довжини гальмівного шляху поїзда	26
3.3	Розрахунок сповільнення та часу гальмування поїзда	30
	Список літератури	31
	Додаток А	33
	Додаток Б	34
	Додаток В	35
	Додаток Г	36

ВСТУП

Залізничний транспорт України є складовою частиною всієї транспортної системи. Серед інших видів транспорту йому належить головне місце в забезпеченні перевезень пасажирів і вантажів. Перевезення залізничним транспортом виконується цілодобово, незалежно від пори року та кліматичних умов. Для забезпечення своєчасних перевезень рухомий склад, нарівні з іншими технічними засобами, повинен працювати безвідмовно і гарантувати безпеку руху.

Автоматичні гальма є однією з основних складових частин устаткування сучасного рухомого складу, від рівня досконалості конструкції, ефективності, надійності й безвідмовності роботи якої в значній мірі залежить безпека руху поїздів, пропускна та перевізна спроможність залізниць.

Метою виконання курсового проекту є закріплення теоретичних знань з дисципліни “Автоматичні гальма та безпека руху поїздів”, які студенти отримали під час вивчення курсу, виконання лабораторних робіт та в процесі обслуговування та ремонту рухомого складу на вагоноремонтних підприємствах залізничного транспорту. Виконання проекту забезпечить студентам можливість глибше вникнути в будову та робочі процеси окремих вузлів гальмівної системи та їх взаємодію, отримати навички у виконанні гальмових розрахунків і виконати оцінку ефективності гальмівної системи сучасних поїздів.

Креслення, специфікація до них і пояснювальна записка виконуються відповідно до вимог діючих стандартів (ЄСКД).

1 ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

1.1 Зміст курсового проекту

У курсовому проекті студент повинен:

1.1.1 Розрахувати колодкове фрикційне гальмо:

- визначити допустиме натиснення гальмової колодки на колесо з перевіркою отриманої величини відповідно до допустимого питомого тиску;

- навести схему гальмової важільної передачі вагона (в пояснювальній записці) із поясненням усіх деталей, які на ній подані, а також навести на схемі передачу зусиль, починаючи від штока гальмового циліндра до кожного колеса;

- виконати виведення формули для визначення передаточного числа даної важільної передачі й визначити його для вагона в цілому;

- визначити діаметр гальмового циліндра та підібрати його тип;

- підібрати тип повітророзподільника, запасний резервуар і відповідно до закону Бойля-Маріотта визначити тиск у гальмовому циліндрі.

1.1.2 Перевірити забезпеченість вагона і поїзда гальмівними засобами:

- визначити дійсну і розрахункову сили натиснення гальмових колодок на колеса;

- визначити коефіцієнт сили натиснення гальмових колодок вагона;

- визначити розрахунковий гальмівний коефіцієнт поїзда.

1.1.3 Оцінити ефективність гальмівної системи поїзда:

-визначити гальмівний шлях поїзда і побудувати графічну залежність його довжини від швидкості руху;

-розрахувати сповільнення та час гальмування і побудувати їх графіки в залежності від швидкості руху поїзда, з якої починається гальмування.

1.2 Вихідні дані

Вихідні дані для пунктів 1.1.1–1.1.3 курсового проекту вибираються із таблиці 1 відповідно за останньою цифрою навчального шифру студента.

2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

2.1 Загальні вимоги

До початку виконання курсового проекту необхідно ознайомитися з останніми наказами і вказівками Укрзалізниці відносно питань ремонту та експлуатації гальмівного устаткування. Під час виконання курсового проекту у розрахунках повинні використовуватися тільки останні нормативні дані щодо автоматичних гальм.

Курсовий проект складається із пояснювальної записки та графічної частини.

Текст пояснювальної записки оформляється чорнилом (пастою) синього або чорного кольору, а також може бути набраний за допомогою ЕОМ (при цьому обов'язково записується на диск CD-R або CD-RW) на аркушах формату А4 (297 x 210 мм) відповідно до діючих нормативів.

У записці повинні бути наведені необхідні розрахунки, таблиці,

ілюстрації (ескізи, схеми). Таблиці повинні мати номери зліва над таблицею (Таблиця 1.1 -) і назву зверху. Рисунки повинні мати номери під рисунком (Рисунок 1.1 -) і назву. Якщо рисунок має пояснювальні дані, то номер рисунка і його назва повинні розташовуватися нижче пояснювального тексту.

Розрахунки повинні мати відповідні пояснення, а отримані числові значення - розмірності. У тексті необхідно наводити посилання на літературні джерела (..... [1, 5]), із яких використані формули, нормативні дані та ін.

Ескізи та схеми в пояснювальній записці виконуються графічно на аркушах або міліметровому папері й розташовуються у відповідних місцях. Не допускається вклеювання ілюстрацій, які вирізані з книг, альбомів, інструкцій та виконано їх ксерокопіювання.

Графічна частина курсового проекту складається із двох аркушів:

Аркуш 1 - Розташування гальмівного обладнання на вагоні, що проектується, на форматі А2 х 3.

Аркуш 2 - Схема гальмової важільної передачі (із поясненням усіх деталей, які на ній подані, а також навести на схемі передачу зусиль, починаючи від штока гальмового циліндра до кожного колеса), рисунки Г1 - Г5, відповідно до варіанта на форматі А1.

Вихідні дані до виконання курсового проекту наведено в таблиці 1.

Найменування даних	Варіант (остання цифра шифру)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Склад вантажного поїзда: восьмивісні піввагони (маса брутто 168 т)	3	-	7	5	-	9	4	-	5	10
чотиривісні піввагони (маса брутто 88 т)	63	-	50	57	-	50	71	-	65	55
чотиривісні криті (маса брутто 88 т)	15	-	21	23	-	17	14	-	15	17
чотиривісні рефрижераторні (маса брутто 84 т)	8	-	7	-	-	4	4	-	-	8
чотиривісні хопери (маса брутто 87 т)	-	-	-	12	-	-	-	-	12	-
Склад пасажирського поїзда: купейні (маса тари більша 53 т)	-	16	-	-	14	-	-	10	-	-
м'які (маса тари більша 53 т)	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-
Плацкартні (маса тари більша 53 т)	-	4	-	-	4	-	-	10	-	-
Міжобласні (маса тари більша 48-52 т)	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Поштово-багажні (маса тари 42 – 47 т)	-	2	-	-	2	-	-	1	-	-
Швидкість поїзда, з якої починається гальмування, км/год	75	115	90	65	130	85	60	120	70	80
Ухил колії, ‰	+5	+7	-5	+3	+4	+6	-7	-8	+3	+7
Гальмові колодки	К	Ч	К	Ч	К	Ч	К	К	Ч	К
Схеми гальмової важільної передачі (номер рисунку додатку Г)	Г2	Г4	Г1	Г3	Г5	Г2	Г1	Г4	Г3	Г1
Види гальмування	ЕГ	ПС	АС	ЕГ	ЕГ	АС	ПС	АС	ПС	ЕГ
<p>1) ПСГ - повне службове гальмування; АС- автостопне гальмування; ЕГ- екстрене гальмування.</p> <p>2) Ч- чавунні; К- композиційні.</p>										

2.2 Розрахунок фрикційного колодкового гальма

Колодкове гальмо може виконуватися з одностороннім натисненням колодок на колеса або двостороннім. Кожне з них має позитивні якості й недоліки.

Гальмо з одностороннім натисненням колодок доцільно застосовувати при швидкостях руху до 33,33 м/с (120 км/год), а з двостороннім - при більшій швидкості (до 44,44 м/с (160 км/год)) [1]. При швидкостях руху, більших 44,44 м/с (160 км/год), колодкове гальмо застосовується сумісно з дисковим або барабанним гальмом.

2.2.1 Визначення допустимого натиснення гальмових колодок

Для створення ефективної гальмівної системи необхідно, щоб сила натиснення гальмових колодок на колеса забезпечувала реалізацію максимальної сили зчеплення коліс з рейками. При цьому не повинно відбуватися заклинювання коліс гальмовими колодками під час гальмування, тобто не повинен виникати “юз”. Такі умови в колодковому гальмі забезпечуються при граничних умовах, які відповідають сухим і чистим рейкам і можуть бути подані рівнянням [5]:

$$K \varphi_K = 0,85 \psi P_K, \quad (1)$$

де K - допустима сила натиснення колодки на колесо, кН;

φ_K - коефіцієнт тертя гальмової колодки;

0,85 - коефіцієнт, який враховує розвантаження задньої за напрямком руху колісної пари під час гальмування;

ψ - коефіцієнт зчеплення колеса з рейкою під час гальмування;

P_K - статичне навантаження на колесо, яке віднесене до однієї гальмової колодки, кН.

Для дискового гальма рівняння (1) буде мати вид:

$$K \cdot \varphi_K \cdot r = 0,85 \cdot \psi \cdot P_K \cdot R, \quad (2)$$

де K - допустиме натиснення накладки на гальмовий диск, кН;
 r - розрахунковий радіус гальмового диска ($r = 0,24$ м), м;
 P_K - статичне навантаження на колесо, яке віднесене до однієї гальмової накладки, кН;
 R - радіус колеса, м ($R = 0,475$ м).

Статичне навантаження P_K визначається залежністю

$$P_K = \frac{(T + Q) \cdot g}{2 \cdot z \cdot m_K}, \quad (3)$$

де T - маса тари вагона, кг;
 Q - маса вантажу, який можна перевозити, кг;
 z - кількість колісних пар;
 m_K - кількість пар гальмових колодок, їх секцій або накладок, які притискуються до коліс від одного гальмового циліндра.

Значення $T + Q = Q_{бр}$, z , m_K приймаються з таблиці 1 і заданої важільної передачі; для пасажирського вагона можна прийняти $T + Q = 60000$ кг.

Після підстановки у формулу (1) аналітичних залежностей коефіцієнтів тертя [3] отримаємо рівняння:

- для стандартних чавунних колодок

$$K \left(0,6 \frac{1,6 \cdot K - 100}{8 \cdot K + 100} \cdot \frac{V + 100}{5 \cdot V + 100} \right) = 0,85 \psi \cdot P_K ; \quad (4)$$

- для композиційних колодок:

$$K \left(0,44 \frac{K + 200}{4K + 200} \cdot \frac{V \cdot 150}{2 \cdot V + 150} \right) = 0,85 \psi \cdot P_K , \quad (5)$$

де V - розрахункова швидкість руху, для якої коефіцієнти зчеплення забезпечують гальмування без "юз" (таблиця 2), км/год.

Після перетворення рівняння мають вигляд:

$$0,016 \cdot (V+100) \cdot K^2 + [V+100 - 0,57 \cdot (V+20) \cdot \psi \cdot P_K] \cdot K - 7,08(V+20) \cdot \psi \cdot P_K = 0, \quad (6)$$

$$0,0055 \cdot (V+150) \cdot K^2 + [1,1V+165-0,085(V+75)\psi \cdot P_K] \cdot K - 4,25(V+75) \cdot \psi \cdot P_K = 0. \quad (7)$$

Для дискового гальма з урахуванням числових значень r і R рівняння (2) має вид:

$$0,0013 \cdot (0,51 \cdot V + 150) \cdot K^2 + [0,264 \cdot (0,51 \cdot V + 150) - 0,04 \cdot 0,51 \cdot V + 75] \times \\ \times \psi \cdot P_K] \cdot K - 2,019 \cdot (0,51 \cdot V + 75) \cdot \psi \cdot P_K = 0. \quad (8)$$

Із отриманих квадратних рівнянь (6) - (8) визначають допустиме натиснення колодок, підставляючи розрахункові значення коефіцієнтів зчеплення (таблиця 2) в залежності від швидкості і навантаження, яке передається від колісної пари, кН :

$$g_0 = \frac{(T + Q) \cdot g}{Z}. \quad (9)$$

Таблиця 2 - Розрахункові значення коефіцієнтів зчеплення

Тип рухомого складу	Розрахункова швидкість, м/с (км/год)	Коефіцієнт зчеплення ψ при навантаженні колісної пари на рейки q_0 , кН				
		60	100	150	200	250
Вантажні вагони	5,55 (20)	0,131	0,125	0,121	0,116	0,109
	27,78 (100)	0,097	0,094	0,90	0,086	0,081
Пасажи́рські та ізотермічні вагони	11,11 (40)	-	0,133	0,127	0,121	-
	33,33 (120)	-	0,107	0,102	0,097	-
	44,44 (160)	-	0,097	0,094	0,090	-

Примітка - Розрахункову швидкість V , при якій забезпечується без'юзове гальмування, в рівняннях (6) і (7) приймають: 20 і 40 км/год для чавунних колодок, 100 км/год і більше для композиційних колодок

Отриману із рівнянь (6) і (7) силу натиснення гальмових колодок перевіряють, виходячи із вимог теплового режиму

тертьових пар:

$$\frac{K}{F_K} \leq [\Delta p_n], \quad (10)$$

де F_K – номінальна площа тертя гальмової колодки, см² (таблиця 3);
 Δp_n – допустимий питомий тиск на гальмову колодку, Н/см² (таблиця 4).

Таблиця 3 - Характеристика типових гальмових колодок

Матеріал або тип колодки	Розміри колодки, мм			Номінальна площа тертя, см ²	Застосування на рухомому складі
	Ширина	довжина	висота		
Чавунні	380	80	60	305	Вагони, моторвагонни
Композиційні	400	80	39	290	Вагони
Чавунні (фосфористі)	380	80	60	305	Моторвагонний рухомий склад
Чавунні секційні безгребневі	234	88	50	205	Вагони пасажирські, електровози серії ЧС

Таблиця 4 - Допустимий питомий тиск Δp_n на гальмову колодку
 У ньютонах на квадратний сантиметр

Матеріали колодки	Швидкість руху, м/с (км/год)		
	до 33,33 (120)	від 33,33 до 44,44 (від 121 до 160)	від 44,44 до 69,44 (від 161 до 250)
Чавун (ГОСТ 6921-74)	130	90	60
Чавун з підвищеним вмістом фосфору	100	70	-
Композиційні	90	60	40

Якщо умови рівняння (10) виконуються, то отримане значення K приймають за допустиме натиснення, а в протилежному випадку допустиме натиснення визначають за формулою

$$K_{\text{доп}} = [\Delta p_n] \cdot F_K. \quad (11)$$

Величина допустимого питомого тиску на гальмову колодку вибирається в залежності від матеріалу (таблиця 4) і заданої швидкості руху поїзда на початку гальмування (таблиця 1).

2.2.2 Виведення формули передаточного числа гальмової важільної передачі

Передаточне число гальмової важільної передачі показує, у скільки разів збільшується сила, яка передається від штока гальмового циліндра до всіх колодок, що приєднані до нього.

Необхідно накреслити схему гальмової важільної передачі в масштабі 1 : 5 відповідно до завдання. Нанести на схему сили, вектори яких прикладені в шарнірних вузлах. Буквами зазначити розміри плечей важелів. Числові розміри плечей важелів для різних схем наведені в таблиці 5.

При виведенні формули передаточного числа приймають розрахункову схему важільної передачі, яка знаходиться в стані рівноваги, а важелі під час гальмування розташовані перпендикулярно тягам і розпіркам.

Починаючи від штока гальмового циліндра, розглядаються послідовно важелі в стані рівноваги, до яких прикладені моменти сил. На підставі рівнянь статички сума моментів сил для будь-якого важеля дорівнює нулю $\sum_{M(i)}=0$ відносно прийнятої нерухомої точки (шарніра). Із умов рівноваги моментів визначають невідому силу.

Наприклад, на рисунку Г.2 для важеля, з'єднаного зі штоком

$$\sum_{M(i)}=0; \quad P_{\text{шт.}a} - P_T \cdot b=0; \quad P_T=P_{\text{шт.}} \cdot \frac{a}{b}.$$

Таблиця 5 - Характеристика гальмових важільних передач вагонів

Схеми (рисунок Г) додажок Г)	Тип та вісність вагона	Розміри плечей важелів при колодках, мм				Постійні розміри, мм	
		чавунних		КОМПОЗИЦІЙНИХ		В	Г
		а	б	а	б		
1	Восьмивісний піввагон (маса брутто 168 т)	280	220	220	280	300	160 160
2	Чотиривісний піввагон (маса брутто 88 т)	195	305	145	355	400	
2	Чотиривісна платформа, критий і цистерна (маса брутто 88 т)	260	400	195	465	400	160
4	Чотиривісний рефрижераторний вантажний вагон (маса брутто 71 т)	365	295	260	400	230	230
2	Чотиривісний критий вагон і цистерна (маса брутто 75 т)	250	400	190	460	400	160
4	Чотиривісний ізотермічний СМВ (маса брутто 65 т)	270	480	240	510	400	160
3	Чотиривісний хопер для цементу *(маса брутто 87 т)	195	480	125	660	400	160
4	Пасажи́рський СМВ (маса тари 53 т і більше)	390	260	260	390	230	230
4	Пасажи́рський СМВ (маса тари 48 - 52 т)	350	300	230	420	230	230
4	Пасажи́рський СМВ (маса тари 42 - 47 т)	330	320	200	450	230	230
5	Пасажи́рський СМВ (маса тари 46 т)	-	-	195	105	113	127
* Розміри плечей важеля, з'єданого зі штоком гальмового циліндра: а ₁ =290 мм, б ₁ =370 мм							

Для вертикального важеля спочатку розглядаємо умови

рівноваги відносно нижнього шарніра.

$$\sum M_{(3)} = 0; \quad -P_T \cdot (\vartheta + \varepsilon) + P_I \cdot \varepsilon = 0; \quad P_I = P_T \frac{\vartheta + \varepsilon}{\varepsilon};$$

або

$$P_I = P_{ум} \frac{\dot{a}}{\dot{a}} \cdot \frac{\hat{a} + \tilde{a}}{\tilde{a}},$$

де P_m - зусилля, яке передається від поздовжньої тяги на вертикальні важелі, кН;

P_I - зусилля, яке передається на триангель горизонтально, кН.

Сила натиснення на дві колодки становить

$$2K = P_I \cdot \cos \alpha = P_{ум} \cdot \frac{\dot{a}}{\dot{a}} \cdot \frac{\hat{a} + \tilde{a}}{\tilde{a}} \cdot \cos \alpha, \quad (12)$$

де α - кут між горизонтальною віссю, що проходить через центр колеса, і радіусом, який проведено через центр колеса і середину колодки ($\alpha \approx 10^\circ$ для вагонів).

Подібні рівняння можна скласти для кожної пари гальмових колодок, розглядаючи послідовно рівновагу важелів відносно нерухомих точок (шарнірів), які розташовані між штоком і відповідною парою колодок. Так як для недопущення “юз” натиснення колодок на кожну колісну пару повинні бути однаковими, то натиснення на всі гальмові колодки вагона буде

$$\sum K = P_{ум} \cdot \frac{\dot{a}}{\dot{a}} \cdot \frac{\hat{a} + \tilde{a}}{\tilde{a}} \cdot m_K \cdot \cos \alpha. \quad (13)$$

У той же час

$$\sum K = P_{ум} \cdot n \cdot \eta_{вп}, \quad (14)$$

де $\eta_{вп}$ – коефіцієнт корисної дії важільної передачі.

Тому
$$P_{ум} \cdot n \cdot \eta_{ен} = \frac{\dot{a}}{\acute{a}} \cdot \frac{\hat{a} + \tilde{a}}{\tilde{a}} \cdot m_K \cdot \cos \alpha . \quad (15)$$

Із рівняння (15) можемо записати передаточне число для важільної передачі без урахування втрат сили на тертя в шарнірних вузлах

$$n = \frac{\dot{a}}{\acute{a}} \cdot \frac{\hat{a} + \tilde{a}}{\tilde{a}} \cdot m_K \cdot \cos \alpha . \quad (16)$$

Для пасажирського вагона передаточне число визначається:

$$n = \frac{a}{\acute{a}} \cdot \frac{\hat{a}}{\tilde{a}} \cdot m_K \cdot \cos \alpha , \quad (17)$$

де $a, b + c$ - величини в чисельнику, які дорівнюють розмірам ведучих плечей важелів, розташованих між штоком і першою парою гальмових колодок, найближчою до нього, мм;

b, c - розміри ведених плечей тих же важелів, мм;

m_K - кількість пар гальмових колодок, їх секцій або накладок, які притискуються до коліс від одного гальмового циліндра.

2.2.3 Визначення діаметра гальмового циліндра

Діаметр гальмового циліндра вагона визначають із залежності [2]

$$P_{ум} = p_u \cdot \frac{\pi d^2}{4} \eta_{\delta} - (D_0 + f \cdot c - P_D) , \quad (18)$$

звідки

$$d_u = 1,12 \cdot \sqrt{\frac{P_{\sigma\delta} + D_0 + f \cdot c + P_D}{\delta_{\delta}}} , \quad (19)$$

де d - внутрішній діаметр циліндра, мм;

P_{um} - зусилля, яке виникає на штоку поршня гальмового циліндра під час гальмування, Н,

$P_{\text{ц}}$ - тиск повітря в гальмовому циліндрі, МПа;

P_o - зусилля попереднього стиснення відпускної пружини гальмового циліндра (таблиця 6), Н;

f - максимально допустимий хід поршня гальмового циліндра;

c - жорсткість відпускної пружини, Н/мм (таблиця 6);

$\eta_{\text{ц}} = 0,98$ - коефіцієнт корисної дії;

P_p - зусилля пружини автоматичного регулятора важільної передачі, яке приведене до штока гальмового циліндра, Н.

Таблиця 6 - Характеристика пружин гальмових циліндрів

Тип рухомого складу	Жорсткість відпускної пружини, Н/мм	Зусилля пружини при попущеному гальмі, Н
Чотиривісні пасажирські вагони СМВ з дисковим гальмом	3,62	770
Пасажирські СМВ з колодковим гальмом	6,29	1540
Чотиривісні вантажні вагони	6,29	1540
Восьмивісні вантажні вагони	6,29	1540

Зусилля на штоку гальмового циліндра

$$P_{o0} = \frac{\hat{E}_{\text{аіі}} \cdot m}{n \cdot \eta_{\text{аіі}}}, \quad (20)$$

де K_{oon} - допустиме натиснення на гальмову колодку, яке визначено за формулами (6) - (8) або (11), кН;

m - кількість гальмових колодок у важільній передачі.

Коефіцієнт корисної дії η_{en} пропонується приймати:

- для чотиривісних вантажних вагонів з одностороннім натисненням гальмових колодок і симетричною важільною передачею - 0,95;
- для пасажирських вагонів - 0,90;
- для восьмивісних вагонів і хоперів з несиметричною важільною передачею - 0,80.

При визначенні діаметра гальмового циліндра максимально допустимий хід поршня f пропонується приймати:

- для вантажних вагонів на порожньому режимі - 150 мм;
- на навантаженому режимі - 180 мм;
- для пасажирських вагонів - 160 мм.

Тиск повітря в гальмовому циліндрі приймається як середнє значення із максимально можливих. Наприклад, для повітродозподільника вантажного типу № 483:

- на навантаженому режимі $P_u = 0,4$ МПа (при чавунних колодках);
- на середньому режимі $P_u = 0,28$ МПа (приймається при композиційних колодках);
- на порожньому режимі $P_u = 0,16$ МПа.

На вантажних вагонах, обладнаних композиційними колодками, при навантаженні на вісь до 60 кН включно необхідно застосовувати порожній режим, а при навантаженні більше 60 кН на вісь, середній режим.

Включення повітродозподільників на відповідний режим роботи необхідно виконувати відповідно до вимог інструкції [14].

Тиск повітря в гальмових циліндрах пасажирських вагонів приймати 0,38 МПа; для пасажирських вагонів міжнародного сполучення зі швидкісними регуляторами натиснень колодок на швидкісному режимі - 0,36 МПа; на пасажирському - 0,17 МПа.

Приведена сила від дії пружини авторегулятора важільної передачі визначається в залежності від типу приводу авторегулятора. Для вантажних вагонів з важільним приводом авторегулятора:

$$D_D = (D_{iD} + \tilde{n} \cdot l_i) \cdot \left(\frac{a}{\dot{a}} - \frac{\zeta}{\dot{a}} \cdot \frac{\ddot{a} + \dot{a}}{\ddot{a}} \right), \quad (21)$$

де P_{PP} - зусилля попереднього стиснення пружини авторегулятора, Н ($P_{PP}=1690$ Н) [13];

c - жорсткість пружини авторегулятора, Н/мм ($c=23,1$ Н/мм);

l_{II} - величина стиснення пружини авторегулятора при гальмуванні, мм;

a, b, z - розміри плечей горизонтального важеля важільної передачі (таблиці 5 і 7), мм;

e, d - розміри плечей важеля приводу авторегулятора (рисунок 1, таблиця 7), мм.

Таблиця 7 - Розміри важелів приводу авторегулятора важільної передачі

Тип вагона	Розміри плечей важеля, мм		
	z	d	c
Чотиривісні піввагони і вагони для перевезення цементу	140*/195	340*/340	160*/160
Чотиривісні платформи, криті та цистерни	140*/205	400*/400	260*/260
Восьмивісні піввагони	60*/120	340*/340	160*/160
Восьмивісні цистерни	13*/205	50*/50	25*/25

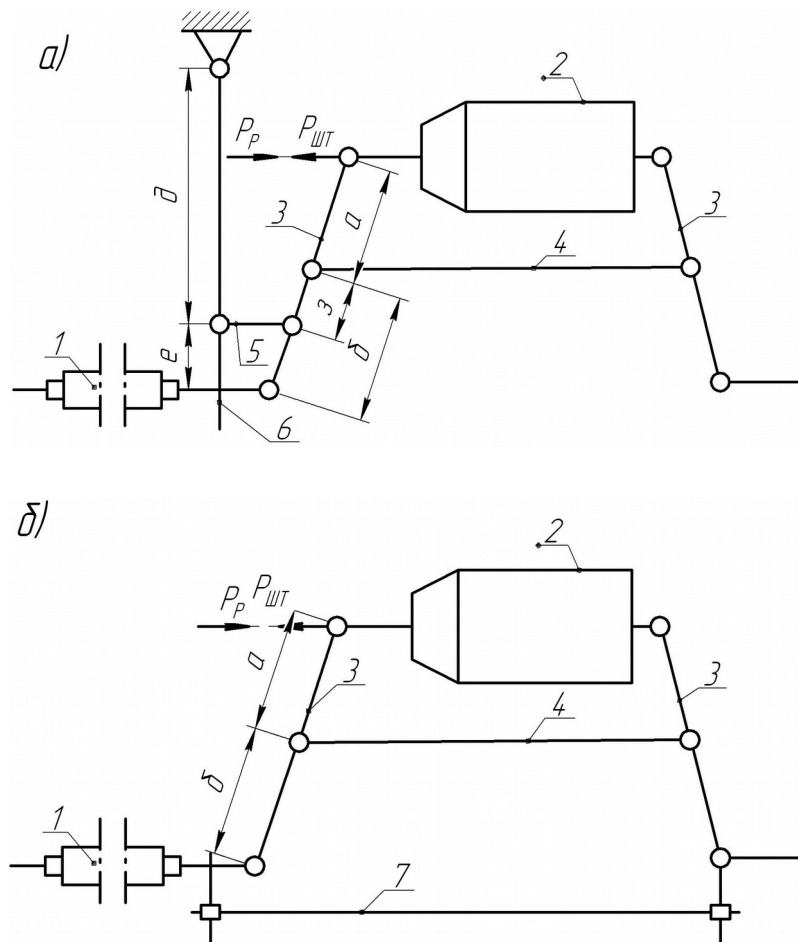
Примітка - Величина стиснення пружини авторегулятора під час гальмування для всіх типів вагонів при композиційних гальмових колодках приймається 15 мм; при чавунних колодках - 30 мм, для восьмивісних піввагонів і суцільнометалевих пасажирських вагонів - 40 мм.

* в чисельнику для чавунних колодок, а в знаменнику для композиційних колодок

Для пасажирських вагонів зі стержневим приводом авторегулятора приведені зусилля пружини дорівнює

$$P_p = (P_{PP} + c \cdot l_n) \cdot \frac{a}{b}. \quad (22)$$

На підставі отриманого розміру вибирають типовий циліндр з внутрішнім діаметром: 203, 356, 400 мм.



а - важільний; б - стержневий

1 - авторегулятор; 2 - гальмовий циліндр; 3 - горизонтальні важелі;
4 - затяжка горизонтальних важелів; 5 - розпірка важелів привода;
6 - важіль привода; 7 - стержень привода

Рисунок 1 - Схеми приводів автоматичних регуляторів важільних передач

2.2.4 Вибір повітряної частини гальмівної системи

У повітряну частину пневматичних автоматичних гальм входять: повітророзподільник, запасний резервуар, повітропровід з арматурою та ін.

На рухомому складі залізниць України застосовуються:

- на локомотивах і вагонах пасажирського типу повітророзподільники № 292 і електроповітророзподільники № 305;
 - на локомотивах і вагонах вантажного типу повітророзподільники № 483, 270 та ін. Вони відрізняються особливістю робочих процесів та часом наповнення гальмових циліндрів стисненим повітрям під час гальмування.

У залежності від прийнятого діаметра гальмового циліндра визначають об'єм запасного резервуара. Мінімальний об'єм запасного резервуара, м³, визначають за формулою

$$V_{зр} = 0,78 \cdot F_n, \quad (23)$$

де F_n - площа поршня гальмового циліндра, м².

Відповідно до визначеного об'єму приймають найближчий стандартний об'єм запасного резервуара із такого ряду: 0,024; 0,055; 0,078; 0,100; 0,110; 0,135; 0,170 м³.

Запас стисненого повітря в запасному резервуарі, який створюється під час заряджання гальм, повинен забезпечити в гальмовому циліндрі тиск не нижчий 0,38 МПа під час повного службового або екстреного гальмування і виходу штока 180 мм.

На підставі схеми роботи автоматичного гальма (рисунки 2) і закону Бойля-Маріотта тиск у гальмовому циліндрі визначається із залежності

$$p_{зр(абс)} \cdot V_{зр} + p_{атм} \cdot V_0 = p_{гц(абс)} \cdot \left(V_{гц} + V_0 + \frac{\pi d^2}{4} \cdot f \right), \quad (24)$$

де $p_{зр(абс)}$ - зарядний тиск абсолютний у запасному резервуарі, МПа;

$V_{зр}$ - об'єм запасного резервуара, м³;

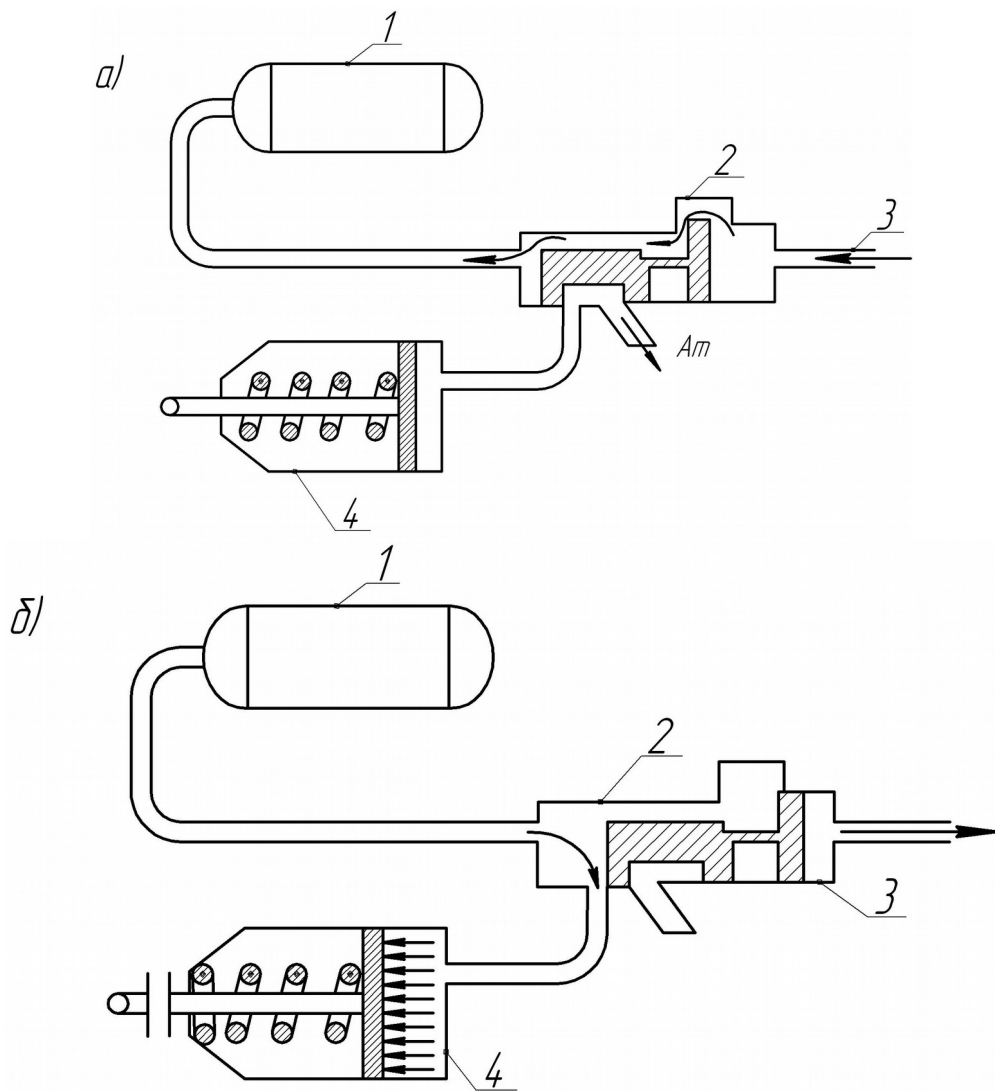
$p_{атм}$ - атмосферний тиск повітря в гальмовому циліндрі до гальмування, 0,1 МПа;

V_0 - об'єм шкідливого простору в гальмовому циліндрі до гальмування, м³;

$p_{гц(абс)}$ - абсолютний тиск повітря в гальмовому циліндрі під час гальмування, МПа;

d - внутрішній діаметр гальмового циліндра, мм;

f - вихід штока гальмового циліндра під час гальмування, мм.



а - під час заряджання гальма; б - під час гальмування

1 - запасний резервуар; 2 повітророзподільник; 3 - магістраль;
4 - гальмовий циліндр

Рисунок 2 - Схема роботи автоматичного гальма:

Надлишковий тиск повітря в гальмовому циліндрі, який вимірюється манометром, дорівнює

$$p_{\text{гц}} = p_{\text{гц(вбс)}} - p_{\text{атм}}, \quad (25)$$

3 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Розрахунок забезпеченості вагона і поїзда гальмівними засобами

Для виконання гальмових розрахунків використовуються розрахункові значення сил натиснення колодок, коефіцієнтів тертя та інше замість їх дійсних значень. Це дозволяє спростити процес виконання розрахунків.

Дійсна сила натиснення на гальмову колодку вагона

$$\hat{E}_{\text{А}} = \frac{D_{\text{о}} \cdot n \cdot \eta_{\text{д}} \cdot \lambda}{m}, \quad (26)$$

де $P_{\text{шт}}$ - визначається за формулою (18), кН;

λ - число важільних передач (відповідає кількості гальмових циліндрів на вагоні, що проектується), для вагонів з колодковим гальмом $\lambda=1$.

Розрахункова сила натиснення колодок визначається із умов рівності дійсної і розрахункової сил тертя

$$K_{\text{д}} \cdot \varphi_{\text{к}} = K_{\text{р}} \cdot \varphi_{\text{кр}}, \quad (27)$$

де $K_{\text{д}} \cdot \varphi_{\text{к}}$ - дійсна гальмівна сила, яка реалізується між колесом і рейкою, Н;

$K_{\text{р}} \cdot \varphi_{\text{кр}}$ - розрахункова гальмівна сила, кН;

$K_{\text{р}}$ - розрахункове натиснення гальмової колодки, кН;

$\varphi_{\text{кр}}$ - розрахунковий коефіцієнт тертя гальмової колодки.

Для отримання розрахункових коефіцієнтів тертя в емпіричні формули для їх визначення підставляють умовні величини сил натиснення колодок: чавунних $K_{\text{д}}=26,5$ кН, композиційних $K_{\text{д}}=15,7$ кН.

Після перетворень формули для визначення розрахункових коефіцієнтів тертя мають вид:

- для стандартних чавунних колодок

$$\varphi_{\text{кр}} = 0,27 \frac{V + 100}{5V + 100}, \quad (28)$$

- для композиційних колодок

$$\varphi_{\text{кр}} = 0,36 \frac{V + 150}{2V + 150}. \quad (29)$$

Після підставлення у формулу (27) значень $\varphi_{\text{к}}$, $\varphi_{\text{кр}}$ і $K_{\text{д}}$ отримуємо величини розрахункових сил натиснення, кН:

- для стандартних чавунних колодок

$$\hat{E}_{\text{д}} = 2,22 \cdot \hat{E}_{\text{а}} \cdot \frac{1,6 \cdot \hat{E}_{\text{а}} + 100}{8 \cdot \hat{E}_{\text{а}} + 100}. \quad (30)$$

- для композиційних колодок

$$\hat{E}_{\text{д}} = 1,22 \cdot \hat{E}_{\text{а}} \cdot \frac{0,1 \cdot \hat{E}_{\text{а}} + 20}{0,4 \cdot \hat{E}_{\text{а}} + 20}. \quad (31)$$

Розрахунковий коефіцієнт сили натиснення гальмових колодок вагона визначається за формулою

$$\delta_{\delta} = \frac{\hat{E}_{\text{д}} \cdot m}{(\dot{O} + Q) \cdot g}. \quad (32)$$

Отриману величину коефіцієнта сили натиснення перевірити порівнянням з наведеною в таблиці 8 [9].

Сумарне розрахункове натиснення гальмових колодок поїзда (з урахуванням локомотива) підраховується за формулою

$$\Sigma K_p = z_1 \cdot K_1 \cdot x_1 + z_2 \cdot K_2 \cdot x_2 + \dots + z_i \cdot K_i \cdot x_i, \quad (33)$$

де z_1 z_2 z_i - кількість гальмових осей у вагоні (локомотиві) даного

типу;

x_1, x_2, x_i - кількість вагонів (локомотивів) у поїзді за типами та вісністю;

K_1, K_2, K_i - розрахункове натиснення на одну вісь вагона (локомотива) з урахуванням завантаження [14], кН.

Таблиця 8 - Значення розрахункового коефіцієнта сили натиснення

Тип вагона		Розрахунковий коефіцієнт сили натиснення гальмових колодок δ_p	
		чавунних	композиційних
Вантажні	Режими роботи повітророзподільників: навантажений	0,33	0,20
	порожній	0,55	0,24
Пасажирські	Швидкість V , км/год до 120	0,60	0,22
	120-140	0,78	0,27
	140-160	0,80	0,28

Тип і серію локомотива студент вибирає самостійно (маса локомотива і кількість гальмових осей у ньому вибирається з таблиці А.1, склад поїзда наведено в таблиці 1).

Розрахунковий гальмівний коефіцієнт поїзда характеризує міру забезпеченості поїзда гальмівними засобами. Відношення розрахункового натиснення гальмових колодок до маси поїзда називають розрахунковим гальмівним коефіцієнтом поїзда

$$g_p = \frac{\sum \hat{e}_p}{(\dot{I}_{\tilde{N}} + \dot{I}_{\tilde{\epsilon}}) \cdot g}, \quad (34)$$

де M_d - маса локомотива, т,

M_c - маса состава, т.

На практиці забезпеченість поїзда гальмівними засобами оцінюють гальмівним натисненням, яке припадає на 100 т маси поїзда для вантажних поїздів повинно бути не менше 330 кН, для пасажирських - 600 кН.

3.2 Визначення довжини гальмівного шляху поїзда

Зовнішньою характеристикою ефективності гальмівної системи є довжина гальмівного шляху S_{Γ} та величина середніх сповільнень і часу гальмування, які забезпечуються під час гальмування.

Гальмівним шляхом називається відстань, яку проходить поїзд за час від моменту переведення ручки крана машиніста в положення гальмування до повної зупинки поїзда.

Довжина гальмівного шляху може бути розрахована за формулою яка складена на підставі інтегрування рівняння руху поїзда, що загальмував (сила тяги дорівнює нулю) [1, 2].

Гальмівний шлях поїзда умовно рахують складеним із двох частин: шляху підготовки гальм до роботи S_{Π} і дійсного шляху гальмування S_{Δ} [1-3]:

$$S_{\Gamma} = S_{\Pi} + S_{\Delta} = 0,278 \cdot V_0 \cdot t_{\Pi} + \sum \frac{500(V_i^2 - V_e^2)}{\zeta (\hat{a}_A + w_{ox} + i_c)}, \quad (35)$$

де V_0 - швидкість поїзда в момент початку гальмування, км/год;

t_{Π} - час підготовки гальм до дії, с;

V_{Π}, V_K - відповідно швидкості руху поїзда, км/год, на початку та в кінці розрахункового інтервалу. Розрахункові інтервали швидкості пропонується приймати не більшими 10 км/год.;

ζ - сповільнення поїзда, км/год², від дії одиночної сповільнюючої сили, км · Н/(год² · Н) (приймається для вантажних і пасажирських поїздів 120) [8];

w_c - питома гальмова сила, Н/кН;

w_{ox} - основний питомий опір рухові поїзда в гальмівному режимі в розрахункових інтервалах при середній швидкості руху, Н/кН;

i_c - питомий опір від випрямленого профілю колії (на ухилах приймається зі знаком "мінус", на підйомах зі знаком "плюс").

Кожна 1 ‰ ухилу створює опір $i \cdot g$, Н/кН.

Умовно вважають, що під час підготовки гальм до дії стиснене повітря в гальмовий циліндр не надходить і тому швидкість руху поїзда за час підготовки гальм не змінюється. Дійсне гальмування відбувається з моменту досягнення максимальної гальмівної сили в поїзді до моменту його зупинки.

Час підготовки гальм до дії в секундах визначається при

екстреному і повному службовому гальмуванні за такими формулами [3]:

- для вантажних поїздів довжиною 200 осей і менше

$$t_i = 7 - \frac{10 \cdot 3 \cdot g}{\hat{a}_a}; \quad (36)$$

- для вантажних поїздів довжиною більше 200 осей (до 300 осей)

$$t_i = 10 - \frac{15 \cdot 3 \cdot g}{\hat{a}_a}; \quad (37)$$

- для вантажних поїздів довжиною більше 300 осей

$$t_i = 12 - \frac{18 \cdot i \cdot g}{\hat{a}_a}; \quad (38)$$

- для пасажирських поїздів на пневматичних гальмах

$$t_i = 4 - \frac{5 \cdot i \cdot g}{\hat{a}_a}; \quad (39)$$

- для електропоїздів і пасажирських поїздів на електропневматичних гальмах

$$t_i = 2 - \frac{3 \cdot i \cdot g}{\hat{a}_a}. \quad (40)$$

При автостопному гальмуванні

$$t'_i = t_i + 12. \quad (41)$$

Питома гальмівна сила поїзда

$$v_z = 1000 \cdot \mathcal{G}_P \cdot \varphi_{кр}, \quad (42)$$

де \mathcal{G}_P - розрахунковий гальмівний коефіцієнт поїзда (при екстреному гальмуванні дорівнює 100 %, який отримано при розрахунку, а при повному службовому гальмуванні він зменшується на 20 % (для свого варіанта студент дивиться рядок «Види гальмування» таблицю 1 і визначає, яке в нього гальмування, тобто потрібно зменшувати \mathcal{G}_P чи ні);

$\varphi_{кр}$ - розрахунковий коефіцієнт тертя гальмових колодок. Для розрахунку часу підготовки гальм коефіцієнт тертя визначається для швидкості, з якої починається гальмування.

Якщо в розрахунках значень v_r коефіцієнт тертя приймається для композиційних колодок, розрахунковий гальмівний коефіцієнт \mathcal{G}_P необхідно приймати у два рази меншим.

Основний питомий опір рухові поїзда визначається в нижчеподаній послідовності.

Основний питомий опір рухові поїзда, Н/кН:

$$w_{i\delta} = \frac{w_i'' \cdot Q_{\tilde{n}} + w_{\delta} \cdot Q_{\tilde{e}}}{Q_{\tilde{n}} + Q_{\tilde{e}}}, \quad (43)$$

де Q_C – вага состава, кН (таблиця 1);

Q_l – вага локомотива, кН (таблиця А.1).

Додатковий питомий опір від впливу ухилу

$$i_c = i \cdot g = i \cdot 9,81, \quad (44)$$

де i - величина ухилу (таблиця 1).

Питомий опір локомотива, Н/кН, при холостому ході (без струму) на ланковій колії:

$$w_X = 2,4 + 0,011 \cdot V_c + 0,00035 \cdot V_c^2, \quad (45)$$

де V_c - середня швидкість поїзда в розрахункових інтервалах, км/год.

Основний питомий опір состава вантажного поїзда, Н/кН, визначається за формулою [8]

$$w''_0 = \alpha \cdot w''_{04} + \gamma \cdot w''_{08}, \quad (46)$$

де α , γ - відповідно частки (не відсоткові) чотиривісних і восьмивісних вагонів у составі поїзда за масою (таблиця 1);

w''_{04} - основний питомий опір чотиривісних вантажних вагонів і вагонів рефрижераторних поїздів, які обладнані роликівими підшипниками на ланковій колії ($q_0 > 6$ т):

$$w''_{04} = 0,7 + \frac{3 + 0,1 V_c + 0,0025 V_c^2}{0,1 g_{04}}, \quad (47)$$

w''_{08} - основний питомий опір восьмивісних вагонів визначається за формулою

$$w''_{08} = 0,7 + \frac{6 + 0,038 V_c + 0,0021 V_c^2}{0,1 g_{08}}, \quad (48)$$

Основний питомий опір рухові суцільнометалевих пасажирських вагонів, Н/кН.

$$w''_0 = 0,7 + \frac{8 + 0,18 V_c + 0,003 V_c^2}{0,1 g_i}, \quad (49)$$

У наведених формулах q_{04} , q_{08} , $q_{п}$ - вага, що припадає на одну вісь, кН відповідно чотиривісних, восьмивісних та пасажирських вагонів.

Результати розрахунків довжини гальмівного шляху студент повинен повністю розрахувати для кожного розрахункового інтервалу за вищенаведеними формулами, а також звести в додатки у вигляді підсумкової таблиці (таблиця Б.1).

На підставі даних таблиці побудувати графік залежності гальмівного шляху від швидкості $S_{Г}=f(v)$ (будувати графік потрібно на міліметровому папері або за допомогою ЕОМ, але при цьому на графіку обов'язково вказати розрахункові величини). Для побудови такого графіка необхідно визначити довжину підготовчого шляху для кожного розрахункового інтервалу. Підрахована за формулою довжина гальмівного шляху повинна перевірятися порівнянням її з довжиною гальмівного шляху, яка встановлюється Укрзалізницею.

3.3 Розрахунок сповільнення та часу гальмування поїзда

Для оцінки ефективності дії гальм використовується величина середнього сповільнення ε_s , що реалізується під час гальмування. Вона визначається із рівняння збереження енергії поїзда, який рухається в загальмованому стані, для розрахункового інтервалу [12]:

$$\varepsilon_s = \frac{V_I^2 - V_E^2}{2 \cdot 3,6^2 \cdot \Delta S_{\bar{A}}} \quad (50)$$

Таким чином, величина середнього сповільнення є питома кінетична енергія (яка припадає на одиницю маси) поїзда, що гаситься його гальмівною системою на одиниці довжини гальмівного шляху.

Час гальмування поїзда являє собою суму відрізків часу підготовки гальм до роботи і дійсного часу гальмування:

$$t_{\bar{A}} = t_r + \sum t_i = t_r + \sum \frac{v_I - v_E}{3,6 \cdot \varepsilon_s}, \quad (51)$$

де $t_{п}$ - час підготовки гальм до роботи, с;

t_i - відрізки часу гальмування в кожному розрахунковому інтервалі, с.

Після виконання для кожного розрахункового інтервалу розрахунку ε_i і t_r (починаючи з максимальної швидкості) всі

результати звести у таблицю (таблиця В). За даними таблиці будуються графічні залежності зазначених величин від швидкості руху поїзда (будувати графічні залежності потрібно на міліметровому папері або за допомогою ЕОМ, але при цьому на графіку обов'язково вказати розрахункові величини).

Визначена величина середнього сповільнення при гальмуванні на високих швидкостях не повинна перевищувати 2 м/с^2 ($2g$), а для вантажних поїздів на низьких швидкостях під час гальмувань для зупинки - $0,49 \text{ м/с}^2$ ($0,5g$) [9].

Після виконання розрахунків, студент повинен виконати порівняння результатів з нормативними величинами.

Час гальмування вантажного поїзда в залежності від його довжини і виду гальмування дорівнює: при повному службовому гальмуванні (ПСГ) - 65 с, при екстремому гальмуванні (ЕГ) - 55 с.

Час гальмування пасажирського поїзда - 60 с [13].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Иноземцев В.Г., Казаринов В.М., Ясенцев В.Ф. Автоматические тормоза. - М.: Транспорт, 1981. - 464 с.
- 2 Казаринов В.М., Иноземцев В.Г., Ясенцев В.Ф. Теоретические основы проектирования и эксплуатации тормозов. - М.: Транспорт, 1968 - 400 с.
- 3 Правила тяговых расчетов для поездной работы МПС СССР. - М.: Транспорт, 1985. - 286 с.
- 4 Бабичков А.М, Гурский П.А., Новиков А.П. Тяга поездов и тяговые расчеты. - М.: Транспорт, 1971. - 280 с.
- 5 Казаринов В.М., Карвацкий Б.Л. Расчет и исследование автотормозов. - М: Транспорт, 1961. - 231 с.
- 6 Деев В.В., Ильин Г.А., Афонин Г.С. Тяга поездов: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.В. Деева. - М.: Транспорт, 1987. - 264 с.
- 7 Тормозное оборудование железнодорожного подвижного состава. Справочник / В.И. Крылов, В.Н. Ефремов. - М.: Транспорт, 1989. - 487 с.

8 Асадченко В.Р. Автоматические тормоза подвижного состава: Учебное пособие для вузов ж.-д. трансп. – М.: Маршрут, 2006. - 392 с.

9 Нормы для расчета и проектирования новых и модернизированных вагонов железных дорог СССР колеи 1520 мм. – М.: Транспорт, 1983. - 260 с.

10 Справочник по тяговым расчетам / П.Н. Астахов, П.Т. Гребенюк, А.И. Скворцов. – М.: Транспорт, 1973. - 256 с.

11 Иноземцев В.Г., Гребенюк П.Т. Нормы и методы расчета автотормозов. – М.: Транспорт, 1971. - 57 с.

12 Крылов В.И., Крылов В.В. Автоматические тормоза подвижного состава. - М.: Транспорт, 1983. - 360 с.

13 Иноземцев В.Г. Тормоза железнодорожного подвижного состава. - М.: Транспорт, 1983. - 424 с.

14 Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015: Затв. нак. Уз. від 07.06.01. №312-Ц - К.: Транспорт України, 2002. - 145 с.

15 Смагин Б.В. Автоматические тормоза и безопасность движения поездов. Задание на курсовой проект с методическими указаниями. - М., 1992. - 32 с.

16 Коренивский Н.В., Нечволода С.И. Методические указания по составлению уравнений передаточного числа тормозных рычажных передач. - Харьков, 1988. - 13 с.

17 Коренівський М.В. Пневматичне устаткування автоматичних гальм. – Харків, 2006. – 122 с.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

Таблиця А.1 - Розрахункова маса локомотива і кількість гальмових осей

Серія локомотива	Кількість гальмових осей	Розрахункова маса, т
ЕЛЕКТРОВОЗИ		
ВЛ 23, ВЛ 60 всіх індексів	6	138
ВЛ 8, ВЛ10, ВЛ11, ВЛ80, ВЛ80К	8	184
ВЛ82, ВЛ80Т, ВЛ80Р, ВЛ 80с	8	192
ЧС3	4	84
ЧС2	6	120
ЧС4, ЧС4Т	6	126
ЧС6	8	164
ЧС7	8	172
ТЕПЛОВОЗИ		
ТЕМ2	6	121
ТЕП70	6	131
2ТЕ10Л,2ТЕ10	12	260
2ТЕ10В,2ТЕ10М 2ТЕ116,2ТЕ10УТ	12	276
ТЕП 60 (одна секція)	6	128
ЧМЕЗ, ЧМЕЗТ, ЧМЕЗЕ	6	123
2М62	12	240
М62	6	120
ТЕМ7, ТЕМ7А	8	180

ДОДАТОК В
(обов'язковий)

Таблиця В.1 - Розрахунок сповільнень і часу гальмування

$V_{cp}, \text{ км/год}$	$\frac{V_I^2 - V_{\hat{E}}^2}{2 \cdot 3,6^2}, \text{ м}^2/\text{с}^2$	$\Delta S_D, \text{ м}$	$\xi_i, \text{ м/с}^2$	$\frac{V_I - V_{\hat{E}}}{3,6}, \text{ м/с}$	$t_i, \text{ с}$	$\Sigma t_T, \text{ с}$
135	104,17			2,78		
125	96,45			2,78		
115	88,73			2,78		
105	81,02			2,78		
95	73,30			2,78		
85	65,59			2,78		
75	57,87			2,78		
65	50,15			2,78		
55	42,44			2,78		
45	34,72			2,78		
35	27,00			2,78		
25	19,30			2,78		
15	11,57			2,78		
5	3,86			2,78		

Примітка - При визначенні Σt_T підсумовування t_i виконується знизу доверху.

ДОДАТОК Б (обов'язковий)

Таблиця Б.1 - Розрахунок довжини гальмівного шляху

$V,$ км/год	$\varphi_{кр}$	$\frac{e_{\Sigma}}{H/}$ кН	$t_{п.}$ с	$S_{п.}$ м	$V_{с.}$ км/год	$\varphi_{кр}$	$\frac{e_{\Sigma}}{H/к}$ Н	$W''_{0.}$ Н/кН	$\frac{W_{\Sigma}}{H/к}$ Н	$W_{ох.}$ Н/ кН	$W_{ох+} + \frac{e_{\Gamma \pm} i_{с.}}$ Н/кН	$V_n \rightarrow V_k$	$41,7(V_n^2 - V_k^2)$	$\Delta S_{д.}$ м	$S_{д.}$ м	$S_{Г.}$ м
140					135							140...130	112590			
130					125							130...120	104250			
120					115							120...110	95910			
110					105							110...100	87570			
100					95							100...90	79230			
90					85							90...80	70890			
80					75							80...70	62550			
70					65							70...60	54210			
60					55							60...50	45870			
50					45							50...40	37530			
40					35							40...30	29190			
30					25							30...20	20850			
20					15							20...10	12510			
10					5							10...0	4170			

Примітки

1 Для вантажних і пасажирських поїздів $\zeta=120$ км · Н/(год² · Н), для електропоїздів $\zeta = 119$ км · Н/(год² · Н), тепловозів 114 км · Н/(год² · Н), електровозів 107 км · Н/(год² · Н).

2 При визначенні $S_{д.}$ підсумування $\Delta S_{д.}$ виконується знизу доверху і записується у стовпчику $S_{д.}$ навпроти початкових швидкостей.

3 Для побудови графіка залежності гальмівного шляху від швидкості $S_{Г.} = f(v)$ визначається шлях підготовки гальм $S_{п.}$ для початкової швидкості в кожному інтервалі. Гальмівний шлях при гальмуванні з початкових

швидкостей інтервалів буде $S_T = S_H + S_D$.

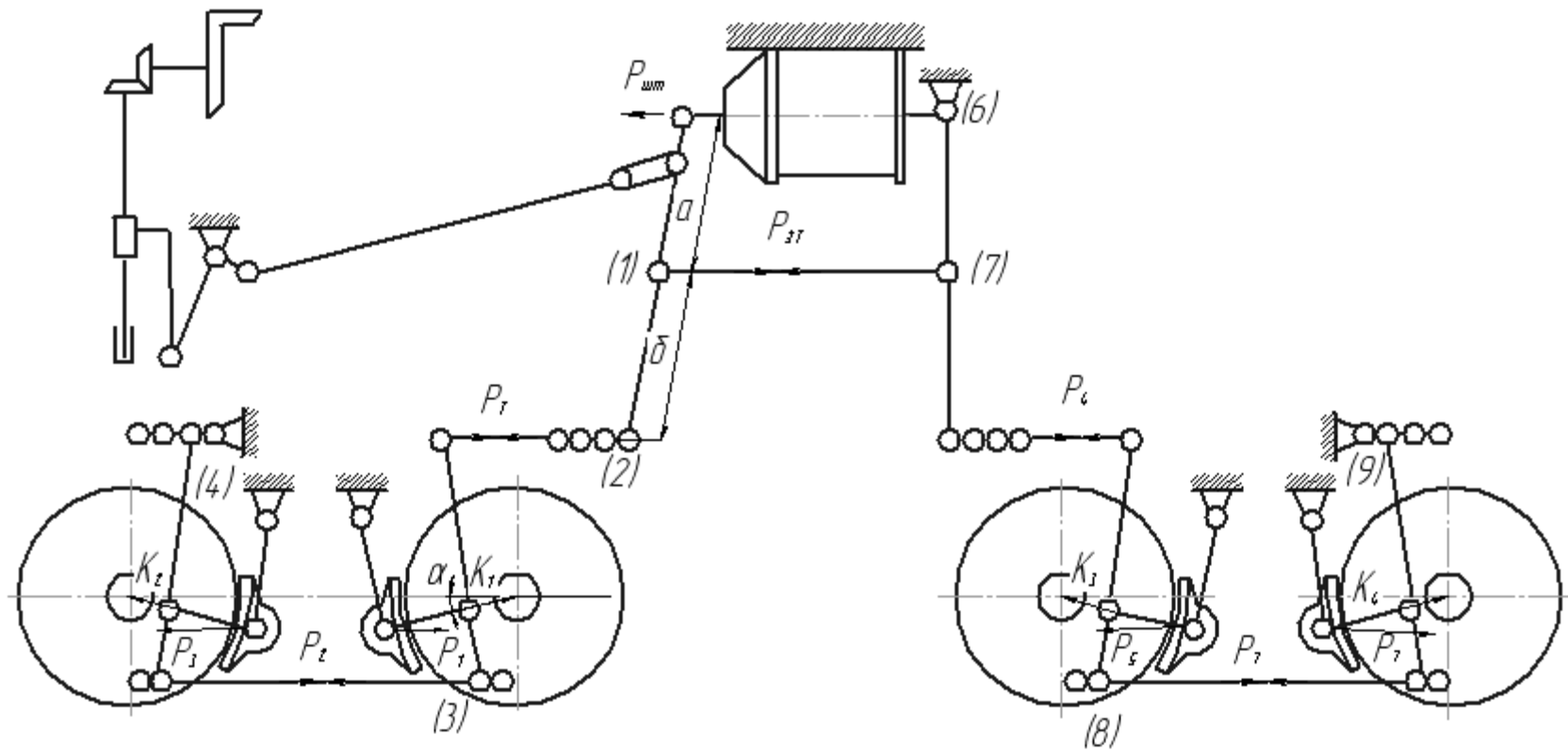


Рисунок Г2 - Схема гальмової важільної передачі вантажного чотиривісного вагона

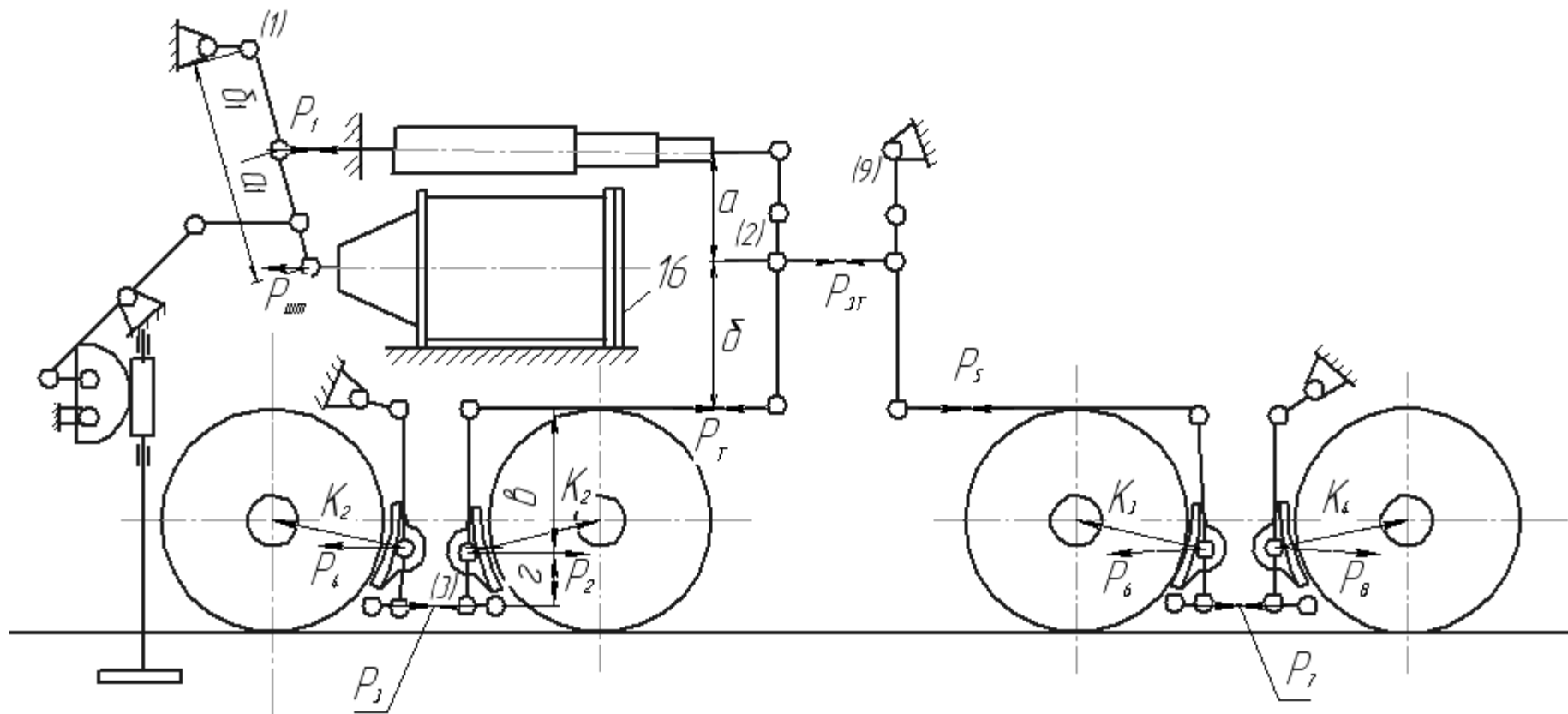


Рисунок ГЗ - Схема гальмової важільної передачі чотиривісного хопера

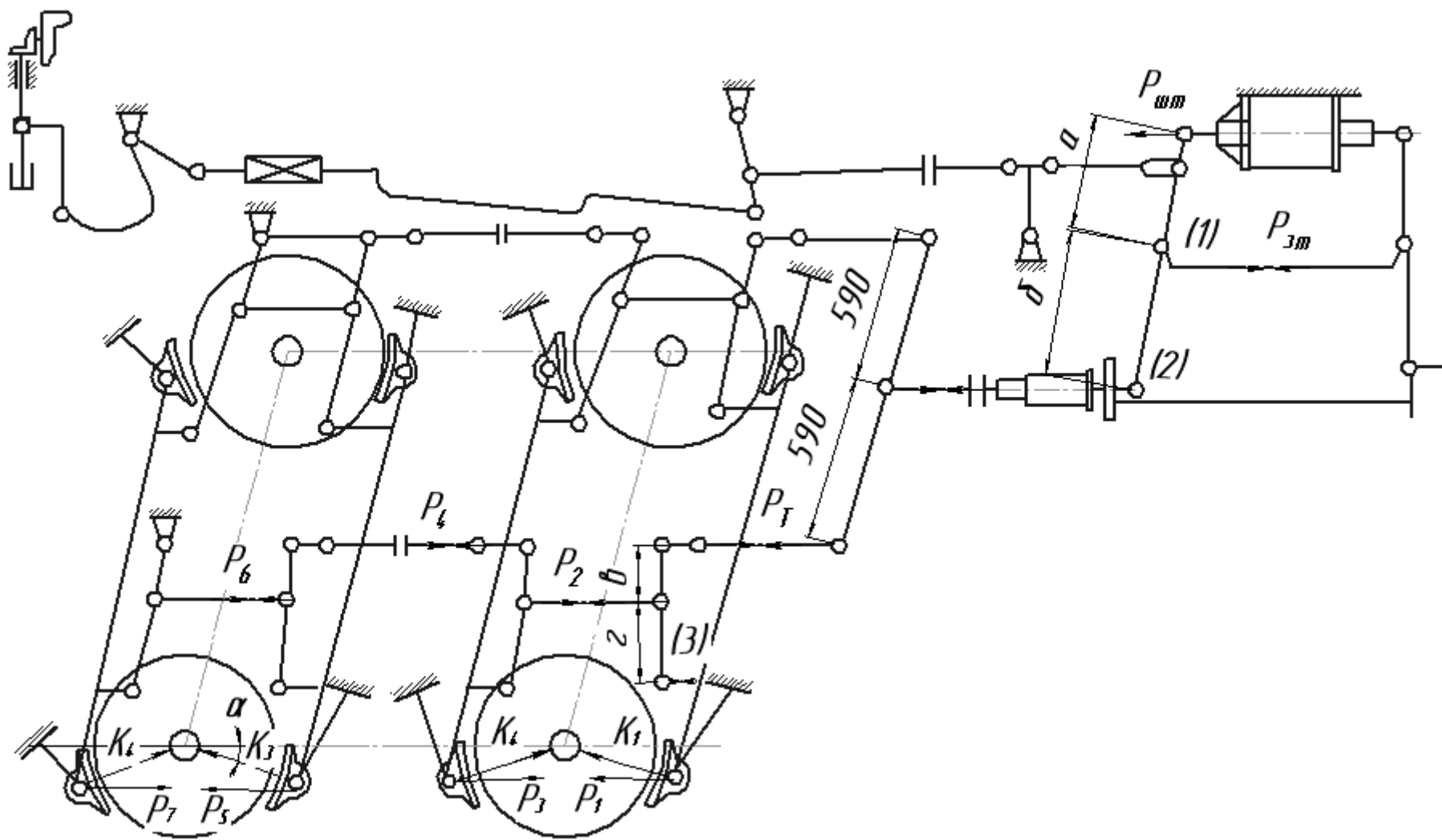


Рисунок Г4 - Схема гальмової важільної передачі пасажирського СМВ

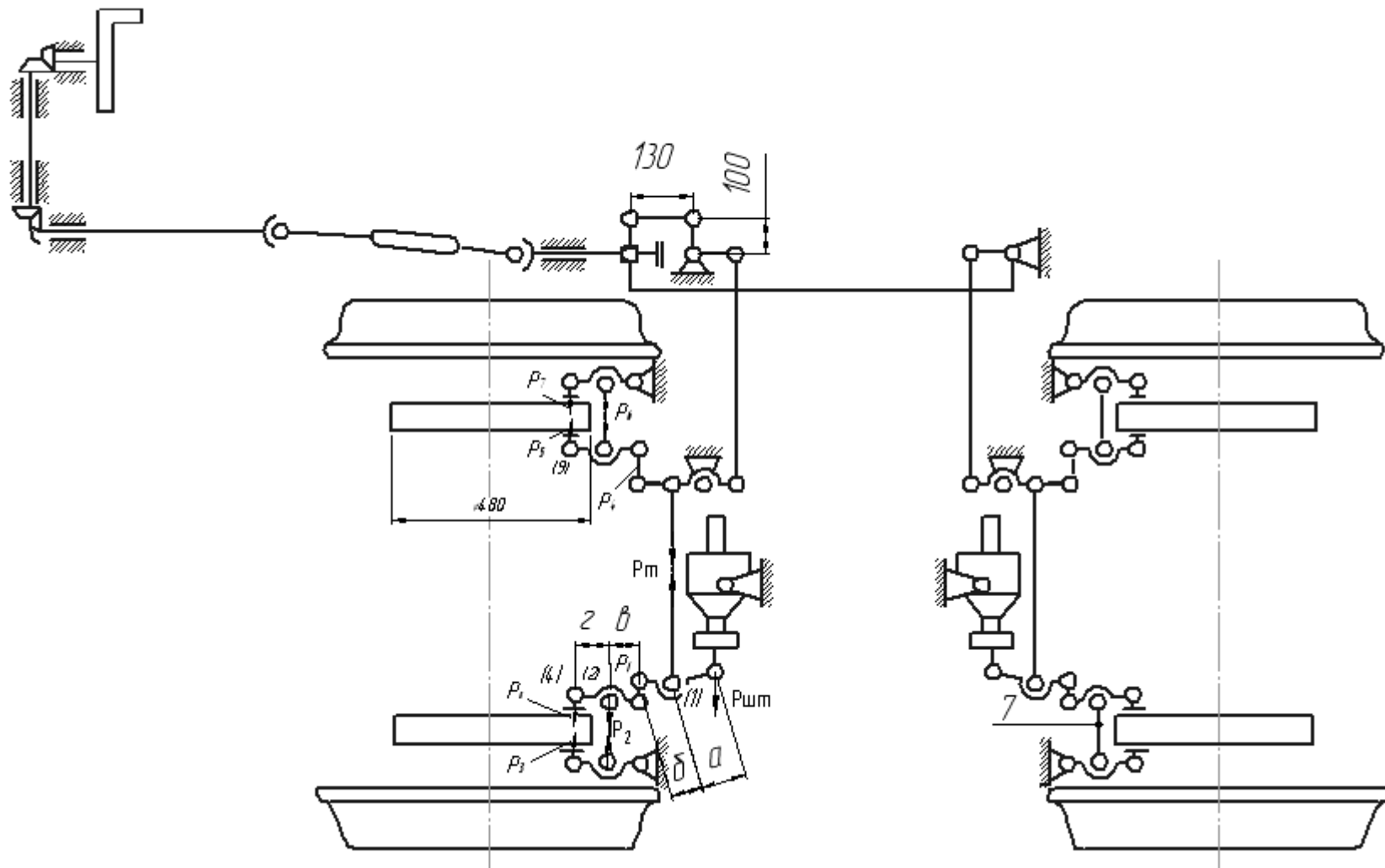


Рисунок Г5 - Схема важільної передачі дискового гальма пасажирського СМВ

