

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра автоматизованих систем електричного транспорту

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни

«ГАЛЬМОВІ СИСТЕМИ ЕРС»

Харків - 2014

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри автоматизованих систем електричного транспорту 17 квітня 2012 р. протокол № 7.

Рекомендуються для студентів спеціальності 6.092202 «Електричний транспорт» денної та заочної форм навчання.

Укладачі:

доц. В.С. Нікулін
старш. викл. М.М. Одегов

Рецензент

проф. І.Д. Борзілов

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни

«ГАЛЬМОВІ СИСТЕМИ ЕРС»

Відповідальний за випуск Одегов М.М.

Редактор Решетилова В.В.

Підписано до друку 26.04.12 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,0. Тираж 50. Замовлення №

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

Зміст

Вступ.....	4
Правила оформлення звітів з лабораторних робіт.....	5
Лабораторна робота 1 «Дослідження важільної передачі електровоза з різними типами колодок».....	7
Лабораторна робота 2 «Дослідження важільної передачі пасажирського (вантажного) чотиривісного вагона при різних режимах завантаження».....	8
Лабораторна робота 3 «Дослідження повного гальмового шляху вантажного потяга з електричним рухомим складом при різних швидкостях початку гальмування та різних колодках».....	9
Лабораторна робота 4 «Дослідження температурного навантаження поверхонь тертя колодкової системи гальмування для різних типів колодок».....	10
Лабораторна робота 5 «Дослідження ефективності гальм рухомого складу».....	11
Лабораторна робота 6 «Дослідження зміни температурного стану бандажа колеса під час гальмування при різних діаметрах колісних пар рухомого складу».....	12
Список літератури.....	14
Додаток А.....	15
Додаток Б.....	22
Додаток В.....	23
Додаток Г.....	27
Додаток Д.....	29
Додаток Е.....	38

Вступ

Метою лабораторних робіт з дисципліни «Гальмові системи ЕРС» є опанування навичок аналізу гальмівних систем рухомого складу, поглиблення теоретичних та практичних знань з дисципліни, а також визначення меж безпечної експлуатації рухомого складу та його складових. Визначення ефективних рішень гальмових систем.

Гальмові системи рухомого складу є важливою складовою, що відповідає за безпеку руху та сприяє збільшенню швидкості.

Досконалість гальмових пристроїв повинна відповідати найбільш вибагливим вимогам, які визначаються експлуатацією. Саме питання аналізу важільних гальмових передач та стану колеса-колодки і поверхні кочення колеса є найбільш актуальними питаннями.

В лабораторних роботах викладені матеріали останніх теоретичних досягнень галузі і методики аналізу та розрахунку.

Правила оформлення звітів з лабораторних робіт

Текст друкується комп'ютерним способом або виконується від руки чорним чорнилом або пастою на стандартних аркушах формату А4 (210x297 мм).

Висота букв і цифр в тексті та формулах повинна бути не меншою за 2,5 мм. Відстань від верхньої і нижньої ліній рамки до межі тексту повинна бути не менше 10 мм, від лівої і правої ліній – не менше 3 мм.

Текст, що виконується комп'ютерним способом, має мати міжрядковий інтервал 1,5, а розмір шрифту - 14 кегль. Для текста, що виконується від руки, міжрядковий інтервал - не менше 8 мм.

Помилкові записи та графічні неточності, які виявлено в процесі виконання тексту, дозволяється виправляти підчищенням або за допомогою коректурних засобів з нанесенням на тому ж місці правильного тексту або графічного зображення.

Креслення, що розміщені у тексті, повинні відповідати вимогам стандартів ЄСКД.

Ілюстрації (рисунок, графіки, схеми, діаграми, фотознімки) слід розміщувати у тексті симетрично до ширини рядка безпосередньо після того, як вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації у тексті мають бути посилання.

Кожна ілюстрація повинна позначатися словом «Рисунок», яке розташовують з абзацу під нею.

Якщо рисунок, крім назви, має пояснення, то порядок запису такий. З інтервалом в один рядок під рисунком розміщують пояснення. Ще нижче після слова «Рисунок» поряд з ним ставиться його номер і далі через тире з великої літери пишеться його назва без крапки у кінці.

Ілюстрації слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу. Номер ілюстрації складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, відокремлених між собою крапкою. Якщо рисунок в тексті один, то він позначається "Рисунок 1".

Якщо ілюстрація не вміщується на одному аркуші, її можна переносити на інші аркуші, розташовуючи назву ілюстрації на

першому аркуші, а на інших аркушах на місці назви вказують: «Рисунок _____, аркуш _____».

Графіки та діаграми дозволяється виконувати з нанесенням шкал значень величин або без них. Шкали на координатні осі можуть бути нанесені у вигляді координатної сітки, розподільчих штрихів або їх сполучень.

Лабораторна робота 1

Тема «Дослідження важільної передачі електровоза з різними типами колодок»

Мета: опанувати навички розрахунку гальмової важільної передачі.

Порядок виконання лабораторної роботи:

- 1 Зробити опис гальмової важільної передачі;
 - 2 Скласти розрахункову схему з нанесеними силами та накреслити кінематичну схему за масштабом;
 - 3 Визначити зусилля, що розвивається поршнем гальмового циліндра;
 - 4 Скласти формулу передавального числа важільної передачі гальмової системи для кожної колодки окремо;
 - 5 Визначити сумарне натискання гальмових колодок в одній важільній передачі;
 - 6 Визначити дійсну силу натиснення гальмових колодок локомотива та коефіцієнт сили натиснення гальмових колодок.
- Приклад розрахунку наведено у додатку А.

Питання до лабораторної роботи

- 1 Класифікація гальм електрорухомого складу.
- 2 Як складається формула передавального числа?
- 3 Як впливає на ККД важільної передачі кількість гальмових колодок?
- 4 Як регулюється гальмова важільна передача при зношуванні гальмових колодок?
- 5 Як регулюється гальмова важільна передача при зміні типу колодок (чавунні на композиційні або навпаки)?
- 6 Як визначається сумарне натискання гальмових колодок?

Лабораторна робота 2

Тема «Дослідження важільної передачі пасажирського (вантажного) чотиривісного вагона при різних режимах завантаження»

Мета: опанувати навички побудови кінематичної схеми важільної передачі та розрахунку гальмової важільної передачі.

Порядок виконання лабораторної роботи:

- 1 Зробити опис гальмової важільної передачі;
- 2 Скласти розрахункову схему з нанесеними силами та накреслити кінематичну схему за масштабом;
- 3 Визначити зусилля, що розвивається поршнем гальмового циліндра;
- 4 Скласти формулу передавального числа важільної передачі гальмової системи для кожної колодки окремо;
- 5 Визначити сумарне натискання гальмових колодок в одній важільній передачі;
- 6 Визначити силу натиснення гальмових колодок вагона при різних режимах завантаження та коефіцієнт сили натиснення гальмових колодок.

Приклад розрахунку наведено у додатку Б.

Питання до лабораторної роботи

- 1 Як складається формула передавального числа?
- 2 Як впливає на ККД важільної передачі кількість гальмових колодок?
- 3 Як регулюється гальмова важільна передача при зношуванні гальмових колодок?
- 4 Як регулюється гальмова важільна передача при зміні типу колодок (чавунні на композиційні або навпаки)?
- 5 Як визначається сумарне натискання гальмових колодок?
- 6 Як впливає авторежим на роботу гальмової передачі?

Лабораторна робота 3

Тема «Дослідження повного гальмового шляху вантажного рухомого складу при різних швидкостях початку гальмування та різних типах колодок»

Мета: опанування навичок складання алгоритму розрахунку гальмового шляху та виконання аналізу впливу швидкості початку гальмування та типу колодок на довжину шляху.

Порядок виконання лабораторної роботи:

1 Отримати вихідні дані до розрахунку повного гальмового шляху вантажного рухомого складу (варіант згідно з МВ № 1255) [9];

2 Скласти алгоритм розрахунку та накреслити його з дотриманням вимог ЄСКД. За розробленим алгоритмом виконати програмування поставленої задачі з використанням навичок отриманих на дисципліні «ОТ»;

3 Розрахувати довжину гальмового шляху при зміні початкової швидкості гальмування, розрахунок виконати для композиційних, чавунних стандартних та чавунних з підвищеним складом фосфору;

4 Побудувати залежність довжини гальмового шляху від початкової швидкості та провести аналіз гальмових систем;

5 Зробити висновки.

Довідкові дані наведені у додатку В.

Питання до лабораторної роботи:

1 Яке зусилля натискання на чавунні та композиційні гальмові колодки?

2 Чому гальмовий шлях при композиційних колодках коротший, ніж при чавунних?

3 Де не застосовують композиційні колодки?

4 Які колодки кращі: чавунні чи композиційні?

5 Чому в Україні не існує уніфікованої гальмової колодки?

Лабораторна робота 4

Тема «Дослідження температурного навантаження поверхонь тертя колодкової системи гальмування для різних типів колодок»

Мета: опанування навичок складання алгоритму розрахунку температурного навантаження поверхонь тертя колодкової гальмової системи та виконання аналізу впливу швидкості початку гальмування та типу колодок на температуру поверхонь тертя колодкової гальмової системи.

Порядок виконання лабораторної роботи:

1 Отримати вихідні дані до розрахунку температурного навантаження поверхонь тертя колодкової системи вантажного рухомого складу (варіант згідно з МВ № 1255)[9];

2 Алгоритм розрахунку з лабораторної роботи 3 додати до необхідної інформації та накреслити його з дотриманням вимог ЄСКД. За отриманим алгоритмом виконати програмування поставленої задачі з використанням навичок, отриманих на дисципліні «ОТ»;

3 Розрахувати температурне навантаження поверхонь тертя колодкової системи при зміні початкової швидкості гальмування, розрахунок виконати для композиційних, чавунних стандартних та чавунних з підвищеним складом фосфору;

4 Побудувати залежність температурного навантаження поверхонь тертя колодкової системи від початкової швидкості та провести аналіз гальмових систем;

5 Зробити висновки.

Усі довідкові дані наведені у додатку Г.

Питання до лабораторної роботи

1 Як впливає збільшення діаметра колеса на температурне навантаження поверхонь тертя?

2 Як працює швидкісний датчик ДАКО?

3 Чому на швидкісному транспорті не застосовуються колодочні гальма?

4 Визначити межу максимальної швидкості початку гальмування за параметром нагріву колодок?

5 Визначити межу максимальної швидкості початку гальмування за параметром нагріву поверхні колеса?

6 Надати рекомендації щодо використання гальмів у залежності від різних типів гальмових колодок.

Лабораторна робота 5

Тема «Дослідження ефективності гальм рухомого складу»

Мета: опанування навичок складання алгоритму дослідження ефективності гальм рухомого складу. Виконання аналізу впливу швидкості початку гальмування та типу колодок на ефективність гальм рухомого складу.

Порядок виконання лабораторної роботи:

1 Отримати вихідні дані до розрахунку ефективності гальм вантажного рухомого складу (варіант згідно з МВ № 1255)[9];

2 Алгоритм розрахунку з лабораторної роботи 3 додати до необхідної інформації та накреслити його з дотриманням вимог ЄСКД. За отриманим алгоритмом виконати програмування поставленої задачі з використанням навичок, отриманих на дисципліні «ОТ»;

3 Розрахувати ефективності гальм при зміні початкової швидкості гальмування, розрахунок виконати для композиційних, чавунних стандартних та чавунних з підвищеним складом фосфору;

4 Побудувати залежність ефективності гальм від початкової швидкості та провести аналіз гальмових систем;

5 Зробити висновки.

Довідкові дані наведені у додатку Д.

Питання до лабораторної роботи

1 Для чого потрібна перевірка гальм РС?

2 Які операції виконують при повній перевірці гальм?

- 3 Які операції виконують при скороченій перевірці гальм?
- 4 Коли виконують повну чи скорочену перевірку гальм?
- 5 Як перевіряють дію гальмової системи під час руху РС?
- 6 Чому розвиток рухомого складу потребує збільшення ефективності систем гальмування ?

Лабораторна робота 6

Тема «Дослідження зміни температурного стану бандажа колеса під час гальмування при різних діаметрах колісних пар рухомого складу»

Мета: опанування навичок складання алгоритму дослідження впливу температурного стану під час гальмування на діаметр колеса рухомого складу. Виконання аналізу впливу швидкості початку гальмування та діаметра колеса рухомого складу.

Порядок виконання лабораторної роботи:

1 Отримати вихідні дані до розрахунку впливу температурного стану під час гальмування на діаметр колеса вантажного рухомого складу (варіант згідно з МВ № 1255) [9];

2 Алгоритм розрахунку з лабораторної роботи 3 додати до необхідної інформації та накреслити його з дотриманням вимог ЄСКД. За отриманим алгоритмом виконати програмування поставленої задачі з використанням навичок, отриманих на дисципліні «ОТ»;

3 Розрахувати вплив температурного стану під час гальмування на діаметр колеса при зміні початкової швидкості гальмування, розрахунок виконати для композиційних, чавунних стандартних та чавунних з підвищеним складом фосфору;

4 Побудувати залежність температурного стану під час гальмування від діаметра колеса та початкової швидкості і провести аналіз гальмових систем;

5 Зробити висновки.

Довідкові дані наведені у додатку Е.

Питання до лабораторної роботи

1 Визначити, який діаметр колеса повинен бути при гальмуванні зі швидкістю 160, 200 та 350 км/год, якщо застосовувати колодочне гальмування?

2 Який вид гальмування основний на швидкісному залізничному транспорті?

3 Які вимоги ставлять щодо механічної частини гальм?

4 Як можливо зменшити витрати енергії в процесі гальмування?

5 Чому дискові гальма мають більшу ефективність, ніж колодочні?

Список літератури

1 Інструкція по експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015, 1997.

2 Иноземцев В.Г. Тормоза железнодорожного подвижного состава. – М.:Транспорт, 1979.

3 Тормозное оборудование железнодорожного подвижного состава: Справочник/ В.И. Крылов, В.В. Крылов , В.Н. Ефремов, П.Т. Демушкин.-М.: Транспорт, 1989.

4 Гребенюк П.Т., Долганов А.Н., Скворцова А.И. Тяговые расчеты: Справочник. – М.: Транспорт, 1987.

5 Инструкция по техническому обслуживанию, ремонту и испытанию тормозного оборудования локомотивов и моторвагонного подвижного состава ЦТ-533.-М. 1998.

6 Асадченко В.Р. Автоматические тормоза подвижного состава: Учеб пособие для вузов ж.-д. транспорта.-М.: Маршрут, 2006. – 392с.

7 Волошин А.В. Расчет тормозных систем локомотивов: Методические указания на выполнение курсовой работы. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2000. – 24 с.

8 Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення: Методичний посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності / Під ред. доцентів Є.В. Коновалова, Л.М. Козар. - Харків: УкрДАЗТ, 2005.

9 Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни "Теорія тяги та гальмові системи ЕРС". – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – (№1255).

Додаток А

(довідковий)

Дослідження важільної передачі електровоза з різними типами колодок

Вихідні дані

Розрахункова схема з нанесеними розрахунковими силами показана на рисунку А.1, вихідні дані наведені у таблиці А.1.

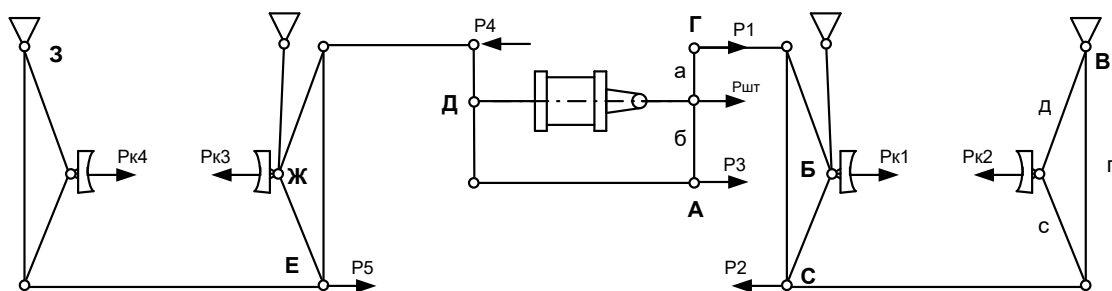


Рисунок А.1 – Розрахункова схема електровоза ВЛ – 82 м

Таблиця А.1 – Розрахункові дані

а, мм	б, мм	с, мм	д, мм	г, мм	$d_{ц}$, мм	P_o , Н	$l_{п}$, мм	$Ж_{пр}$, Н/мм
210	370	240	410	650	254	1393	100	5,07

Визначення зусилля, що розвивається поршнем гальмівного циліндра.

Зусилля по штоку гальмового циліндра

$$P_{шт} = p_{ц} \cdot F \cdot \eta_{ц} - (P_o + l_n \cdot \varepsilon_{пр}), \quad (A.1)$$

де $p_{ц}$ – тиск повітря в гальмовому циліндрі, $p_{ц} = 0,41$ Н/мм²;

F – площа поршня гальмового циліндра, мм²;

$\eta_{ц}$ – ККД гальмового циліндра, $\eta_{ц} = 0,98$;

P_o – зусилля пружини при відпущених гальмах, Н;

l_{π} – максимальний вихід штока поршня гальмового циліндра, мм;

$ж_{\text{пр}}$ – жорсткість відпускної пружини, Н/мм;

$$F = \frac{\pi \cdot d_{\phi}^2}{4}, \quad (\text{A.2})$$

де d_{π} – діаметр гальмового циліндра, мм;

F – площа поршня гальмового циліндра, мм²;

$$F = \frac{3,14 \cdot 254^2}{4} = 50645,06 \text{ мм}^2$$

$$D_{\phi\phi} = 0,41 \cdot 50645,06 \cdot 0,98 - (1393,02 + 100 \cdot 5,07) = 18449,17 \text{ Н}.$$

Виведення формули передаточного числа важільної передачі гальмової системи

Виходячи з рівнянь моментів сил відносно того чи іншого шарніра запишемо:

для першої колодки

$$\begin{aligned} \Sigma M_A &= 0, \\ D_{\phi\phi} \cdot \dot{a} &= D_1 \cdot (\dot{a} + \dot{a}), \\ D_1 &= D_{\phi\phi} \frac{\dot{a}}{\dot{a} + \dot{a}}, \end{aligned} \quad (\text{A.3})$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_C &= 0, \\ D_1 \cdot \tilde{a} &= D_{E1} \cdot c, \\ D_{E1} &= D_2 \frac{\tilde{a}}{c} = D_{\phi\phi} \cdot \frac{\tilde{a}}{c} \cdot \frac{\dot{a}}{\dot{a} + \dot{a}}, \\ \hat{E}_1 &= D_{E1} \cdot \cos \alpha, \\ \hat{E}_1 &= D_{\phi\phi} \cdot \frac{\tilde{a}}{c} \cdot \frac{\dot{a}}{\dot{a} + \dot{a}} \cdot \cos \alpha, \end{aligned} \quad (\text{A.4})$$

$$\hat{E}_1 = 18449,17 \cdot \frac{650}{240} \cdot \frac{370}{210 + 370} \cdot \cos 30^\circ = 27604,71 \text{ Н};$$

для другої колодки

$$\begin{aligned} \Sigma M_A &= 0, \\ D_{\phi\phi} \cdot \dot{a} &= D_1 \cdot (\dot{a} + \dot{a}), \\ D_1 &= D_{\phi\phi} \frac{\dot{a}}{\dot{a} + \dot{a}}, \end{aligned} \quad (\text{A.5})$$

$$\begin{aligned}
\Sigma M_A &= 0, \\
D_1 \cdot \tilde{a} &= D_2 \cdot c, \\
D_2 &= D_1 \frac{\tilde{a}}{c} = D_{oo} \cdot \frac{\tilde{a}}{c} \cdot \frac{a}{a+\tilde{a}},
\end{aligned} \tag{A.6}$$

$$\begin{aligned}
\Sigma M_B &= 0, \\
P_2 \cdot z &= P_{K2} \cdot \partial, \\
P_{K2} &= P_2 \frac{z}{\partial} = P_{um} \cdot \frac{z}{\partial} \cdot \frac{\partial}{c} \cdot \frac{b}{a+b}, \\
K_2 &= P_{K2} \cdot \cos \alpha, \\
K_2 &= P_{um} \cdot \frac{z}{\partial} \cdot \frac{\partial}{c} \cdot \frac{b}{a+b} \cdot \cos \alpha,
\end{aligned} \tag{A.7}$$

$$\hat{E}_2 = 18449,17 \cdot \frac{650}{410} \cdot \frac{410}{240} \cdot \frac{370}{210+370} \cdot \cos 30^\circ = 27604,71H ;$$

для третьої колодки

$$\begin{aligned}
\Sigma M_{\tilde{A}} &= 0, \\
D_{oo} \cdot \tilde{a} &= D_3 \cdot (\tilde{a} + a), \\
D_3 &= D_{oo} \frac{a}{\tilde{a} + a},
\end{aligned} \tag{A.8}$$

$$\begin{aligned}
\Sigma M_A &= 0, \\
D_3 \cdot \tilde{a} &= D_4 \cdot a, \\
D_4 &= D_3 \frac{\tilde{a}}{a} = D_{oo} \cdot \frac{\tilde{a}}{a} \cdot \frac{a}{\tilde{a} + a},
\end{aligned} \tag{A.9}$$

$$\begin{aligned}
\Sigma M_{\tilde{A}} &= 0, \\
D_4 \cdot \tilde{a} &= D_{\tilde{E}3} \cdot c, \\
D_{\tilde{E}3} &= D_4 \frac{\tilde{a}}{c} = D_{oo} \cdot \frac{\tilde{a}}{c} \cdot \frac{a}{\tilde{a} + a}, \\
\hat{E}_3 &= D_{\tilde{E}3} \cdot \cos \alpha, \\
\hat{E}_3 &= D_{oo} \cdot \frac{\tilde{a}}{c} \cdot \frac{a}{\tilde{a} + a} \cdot \cos \alpha,
\end{aligned} \tag{A.10}$$

$$\hat{E}_3 = 18449,17 \cdot \frac{650}{240} \cdot \frac{370}{210} \cdot \frac{210}{210+370} \cdot \cos 30^\circ = 27604,71H ;$$

для четвертої колодки

$$\begin{aligned}\Sigma M_{\dot{A}} &= 0, \\ \mathcal{D}_{\dot{o}\dot{o}} \cdot \dot{a} &= \mathcal{D}_3 \cdot (\dot{a} + \dot{a}),\end{aligned}\tag{A.11}$$

$$\begin{aligned}\mathcal{D}_3 &= \mathcal{D}_{\dot{o}\dot{o}} \frac{a}{\dot{a} + \dot{a}}, \\ \Sigma M_{\dot{A}} &= 0, \\ \mathcal{D}_3 \cdot \dot{a} &= \mathcal{D}_4 \cdot a, \\ \mathcal{D}_4 &= \mathcal{D}_3 \frac{\dot{a}}{a} = \mathcal{D}_{\dot{o}\dot{o}} \cdot \frac{\dot{a}}{a} \cdot \frac{a}{\dot{a} + \dot{a}},\end{aligned}\tag{A.12}$$

$$\begin{aligned}\Sigma M_{\dot{E}} &= 0, \\ \mathcal{D}_5 \cdot c &= \mathcal{D}_4 \cdot \ddot{a}, \\ \mathcal{D}_5 &= \mathcal{D}_4 \frac{\ddot{a}}{c} = \mathcal{D}_{\dot{o}\dot{o}} \cdot \frac{\ddot{a}}{c} \cdot \frac{\dot{a}}{a} \cdot \frac{a}{\dot{a} + \dot{a}},\end{aligned}\tag{A.13}$$

$$\begin{aligned}\Sigma M_C &= 0, \\ \mathcal{D}_5 \cdot \ddot{a} &= \mathcal{D}_{\hat{E}4} \cdot \ddot{a}, \\ \mathcal{D}_{\hat{E}4} &= \mathcal{D}_5 \frac{\ddot{a}}{\ddot{a}} = \mathcal{D}_{\dot{o}\dot{o}} \cdot \frac{\ddot{a}}{\ddot{a}} \cdot \frac{\dot{a}}{c} \cdot \frac{a}{\dot{a} + \dot{a}}, \\ \hat{E}_4 &= \mathcal{D}_{\hat{E}4} \cdot \cos \alpha, \\ \hat{E}_4 &= \mathcal{D}_{\dot{o}\dot{o}} \cdot \frac{\ddot{a}}{\ddot{a}} \cdot \frac{\dot{a}}{c} \cdot \frac{a}{\dot{a} + \dot{a}} \cdot \cos \alpha,\end{aligned}\tag{A.14}$$

$$\hat{E}_4 = 18449,17 \cdot \frac{650}{410} \cdot \frac{410}{240} \cdot \frac{370}{210} \cdot \frac{210}{210+370} \cdot \cos 30^\circ = 27604,71 H.$$

Сумарне натискання гальмових колодок в одній важільній передачі

$$\Sigma K = \hat{E}_1 + \hat{E}_2 + \hat{E}_3 + \hat{E}_4,\tag{A.15}$$

$$\Sigma K = P_{\dot{o}\dot{o}} \cdot n \cdot \eta_{\dot{o}r}.\tag{A.16}$$

Дорівнюємо рівняння А.3 та А.4 та розв'язуємо відносно n:

$$n = \frac{\hat{E}_1 + \hat{E}_2 + \hat{E}_3 + \hat{E}_4}{P_{\dot{o}\dot{o}} \cdot \eta_{\dot{o}r}},\tag{A.17}$$

$$\hat{E}_1 + \hat{E}_2 + \hat{E}_3 + \hat{E}_4 = \mathcal{D}_{\dot{o}\dot{o}} \cdot \left(\frac{\ddot{a}}{c} \cdot \frac{\dot{a}}{\dot{a} + \dot{a}} + \frac{\ddot{a}}{\ddot{a}} \cdot \frac{\dot{a}}{c} \cdot \frac{a}{\dot{a} + \dot{a}} + \frac{\ddot{a}}{c} \cdot \frac{\dot{a}}{a} \cdot \frac{a}{\dot{a} + \dot{a}} + \frac{\ddot{a}}{\ddot{a}} \cdot \frac{\dot{a}}{c} \cdot \frac{a}{\dot{a} + \dot{a}} \right) \cdot \cos \alpha.\tag{A.18}$$

Оскільки $\eta_{\dot{o}r} = 1$, то отримуємо

$$n = \left(\frac{z}{c} \cdot \frac{b}{a+b} + \frac{z}{d} \cdot \frac{b}{c} \cdot \frac{b}{a+b} + \frac{z}{c} \cdot \frac{b}{a} \cdot \frac{a}{a+b} + \frac{z}{d} \cdot \frac{b}{c} \cdot \frac{a}{a+b} \right) \cdot \cos \alpha. \quad (\text{A.19})$$

Величину нахилу колодок α приймаємо 30° .

$$n = \left(\frac{650}{240} \cdot \frac{370}{210+270} + \frac{650}{410} \cdot \frac{410}{240} \cdot \frac{370}{210+270} + \frac{650}{240} \cdot \frac{370}{210} \cdot \frac{210}{210+370} + \frac{650}{410} \cdot \frac{410}{240} \cdot \frac{3}{2} \right) \times \cos 30^\circ = 6,912 \cdot 0,866 = 5,985.$$

Визначення дійсної сили натиснення гальмових колодок локомотива та коефіцієнта сили натиснення гальмових колодок

Сумарна дійсна сила натиснення гальмових колодок локомотива

$$\Sigma K_{\lambda} = P_{шт} \cdot n \cdot \eta \cdot \lambda, \quad (\text{A.20})$$

де $P_{шт}$ – зусилля по штоку гальмового циліндра, Н;
 $\eta_{ВП}$ – ККД важільної гальмової передачі, $\eta_{ВП} = 0,9$,

коефіцієнт корисної дії важільної передачі залежить від її кінематичної схеми і конструкції. За даними ЦНІИ МПС він дорівнює:

для локомотивів з двобічним натиском гальмових колодок при дії зусилля від гальмового циліндра на одну вісь – 0,9, на дві осі – 0,85, на три осі – 0,8;

для локомотивів з однобічним натиском гальмових колодок при дії зусилля від гальмового циліндра на одну вісь – 0,98, на дві осі – 0,95, на три осі – 0,9.

λ – кількість гальмових важільних передач локомотива, для електровоза ВЛ 82 $\lambda = 8$.

$$\Sigma K_{\xi} = 18449,17 \cdot 5,985 \cdot 0,9 \cdot 8 = 795011,63 \text{ Н}.$$

Коефіцієнт сили натиснення гальмових колодок

$$\delta = \frac{\Sigma K_{\xi}}{q}, \quad (\text{A.21})$$

де q – вага локомотива, кН;

$$\delta = \frac{795,01}{1962} = 0,41.$$

Додаток Б

(довідковий)

Дослідження важільної передачі пасажирського (вантажного) чотиривісного вагона при різних режимах завантаження

Вихідні дані

Розрахункова схема з нанесеними розрахунковими силами показана на рисунку Б.1, вихідні дані наведені у таблиці Б.1.

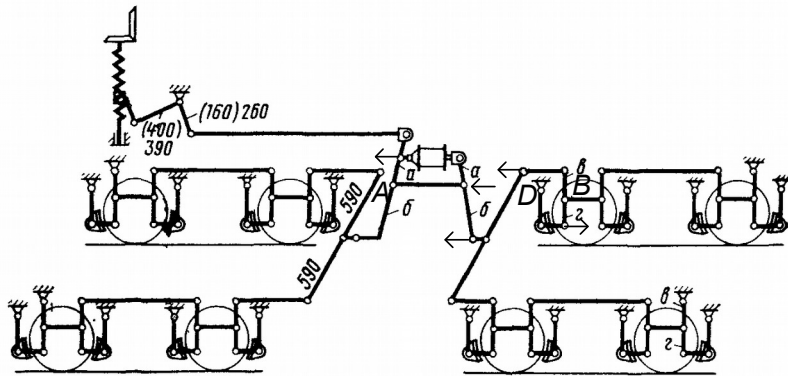


Рисунок Б.1 – Розрахункова схема гальмової передачі головного вагона електропоїзда ЕР2 та ЕР9П і причіпних вагонів ЕР1, ЕР2, ЕР9П, ЕР22, чотиривісних цільнометалевих пасажирських вагонів та вагонів довжиною 20,2 м

Таблиця Б.1 – Розрахункові дані гальмівної важільної передачі

	а, мм	б, мм	В, мм	Г, мм	д _ц , мм	Р _о , Н	l _п , мм	Ж _{пр} , Н/мм
Причіпний ЕР2, ЕР9(чав./композ)	605/370	545/780	210	210	254	1236,1	100	6,87
Пас. вагона до 20,2 м	314	256	200	200	360	34450	160	6.54

Додаток В

(довідковий)

Дослідження повного гальмового шляху вантажного рухомого складу при різних швидкостях початку гальмування та різних типах колодок

Гальмовий шлях S_T при розрахунках приймати рівним сумі підготовчого гальмового шляху S_{Π} і дійсного шляху гальмування S_D :

$$S_T = S_{\Pi} + S_D, \quad (B.1)$$

де $s_n = 0,278v_0t_n$.

Дійсний шлях гальмування

$$s_D = \sum \frac{500(v_n^2 - v_k^2)}{\zeta(500g_p \varphi_{кр} + \varpi_{0x} + i_c)}, \quad (B.2)$$

де V_0 – швидкість потяга в момент початку гальмування, км/год;

V_n и V_k – початкова і кінцева швидкості в розрахунковому інтервалі, км/год;

ζ – уповільнення потяга від дії питомої сили (120), км/год²;

$\varphi_{кр}$ – розрахунковий коефіцієнт тертя гальмових колодок в інтервалі швидкостей;

Таблиця В.1 – Параметри гальмових колодок

Матеріал колодок	Зусилля натискання колодок на колесо Кр, т	Формула для визначення $\varphi_{кр}$
Чавун стандартний	7	$\varphi_{кр} = 0.27 \frac{v+100}{5v+100}$
Чавун з підвищеним складом фосфору	7	$\varphi_{кр} = 0.3 \frac{v+100}{5v+100}$
Композиційні	4,25	$\varphi_{кр} = 0.36 \frac{v+150}{2v+150}$

ω_{0x} – основний питомий опір руху потяга при холостому ході локомотива в розрахунковому інтервалі швидкостей, кН/Н;

$$w_{0,x} = \frac{m_e w_x + m_c w_0''}{m_e + m_c}. \quad (B.3)$$

Маса складу m_c визначається за формулою

$$m_c = \frac{F_p - m_e g(w_0' + i_p)}{g(w_0'' + i_p)}. \quad (B.4)$$

Питомий опір локомотивові при русі під струмом

$$w_0' = 1,9 + 0,01v + 0,0003 v^2. \quad (B.5)$$

Питомий опір локомотивові при русі в режимі вибігу

$$w_x = 2,4 + 0,011v + 0,00035 v^2. \quad (B.6)$$

Визначення питомого опору руху складу

$$w_0 = \alpha \cdot w_{04ков}'' + \beta \cdot w_{04ком}'' + \gamma \cdot w_{08}'', \quad (B.7)$$

$$w_{04ков}'' = 0,7 + \frac{8 + 0,1v + 0,0025v^2}{m_{04ков} / 4}, \quad (B.8)$$

$$w_{04ком}'' = 0,7 + \frac{3 + 0,1v + 0,0025v^2}{m_{04ком} / 4}, \quad (B.9)$$

$$w_{08}'' = 0,7 + \frac{6 + 0,038v + 0,0021v^2}{m_8 / 8}, \quad (\text{B.10})$$

i_c – питомий опір від спрямленого (у профілі і плані) ухилу, для якого здійснюються розрахунки (при спуску значення зі знаком «мінус»), кН/Н.

Таблиця В.2 – Час підготовки гальм до дії t_n (в секундах) визначати за формулами

Параметр	Формула
вантажні склади довжиною 200 осей і менш при автоматичних гальмах і таких, що слідують поодинокі, вантажних локомотивів	$t_n = 7 - \frac{10i_c}{1000\vartheta_p\varphi_{кр}}$
вантажні склади довжиною більш 200 осей (до 300 осей) при автоматичних гальмах	$t_n = 10 - \frac{15i_c}{1000\vartheta_p\varphi_{кр}}$
вантажні потяги довжиною більш 300 осей при автоматичних гальмах	$t_n = 12 - \frac{18i_c}{1000\vartheta_p\varphi_{кр}}$
Примітка – ϑ_p – розрахунковий гальмовий коефіцієнт потяга (приймати для випадку екстреного гальмування); $\varphi_{кр}$ – розрахунковий коефіцієнт тертя колодки об колесо при найбільшій швидкості.	

$$\vartheta_p = \delta \cdot \left[Kp \cdot \left(\frac{\alpha}{m_{4\epsilon i \bar{a}}} + \frac{\beta}{m_{4\epsilon i m}} \right) \cdot 4 + Kp \cdot \left(\frac{\gamma}{m_8} \right) \cdot 8 \right]. \quad (\text{B.11})$$

Додаток Г

(довідковий)

**Дослідження температурного навантаження поверхонь тертя
колодкової системи гальмування для різних типів колодок**

Таблиця Г.1 – Значення температурних коефіцієнтів

Матеріал	Фізичні характеристики				
	λ	γ	с	$\sqrt{\pi\lambda\gamma c}$	$\alpha = \frac{\lambda}{\gamma c}$

Колісна сталь	$10,3 \cdot 10^{-3}$	7850	0,11	5,28	$11,9 \cdot 10^{-6}$
Чавунна колодка	$12,5 \cdot 10^{-3}$	7250	0,13	6,08	$13,3 \cdot 10^{-6}$
Композиційна колодка	$0,2 \cdot 10^{-3}$	2200	0,28	0,62	$0,325 \cdot 10^{-6}$

Температуру в будь-який момент часу при гальмуванні можна розрахувати за формулою

$$\Delta \tau_n = \frac{q_T}{\alpha_0} \left[1 - e^{-\frac{2\alpha_0}{\sqrt{\pi\lambda\gamma c}} \sqrt{t} \left(1 - \frac{2t}{3t_B}\right)} \right], \quad (\text{Г.1})$$

де α_0 - коефіцієнт тепловіддачі до навколишнього середовища, ккал/м²с⁰С;

q_T - щільність теплового потоку, ккал/м²с ;

λ – коефіцієнт теплопровідності, ккал/м²с⁰С;

c – питома теплоємність, ккал/м²с ;

t_B – час гальмування до зупинки, с.

$$q_T = \frac{\alpha_R b_T q_0 v_0}{17080 \pi R h_k}, \quad (\text{Г.2})$$

де α_R - коефіцієнт розподілення теплових потоків безрозмірний;

h_k – ширина поверхні тертя колеса, м (приймають рівною 0,09 м).

Коефіцієнт розподілення теплових потоків для колеса можна визначити за даними, наведеними в таблиці Г.2 (для колодок $\alpha_k = 1 - \alpha_R$).

Таблиця Г.2 – Значення коефіцієнта розподілення теплових потоків

Тип гальмових колодок	Коефіцієнт α_R розподілення теплових потоків у колесі	
	Для локомотива	Для вагона

Чавунні секційні (по чотири на колесо)	0,6	0,55
Одинарні чавунні (по дві на колесо)	0,7	0,65
Одинарні чавунні (по одній на колесо)	0,8	0,7
Композиційні	0,95	0,95

Коефіцієнт розподілення теплових потоків для колеса можна визначити за даними, наведеними у таблиці Г.1.

Для визначення питомої гальмової сили використовуємо формулу

$$b_T = \frac{108v_0^2}{2(S_T - v_0t_n)} - w_0 - i_c. \quad (\text{Г.3})$$

Додаток Д

(довідковий)

Дослідження ефективності гальм рухомого складу Нормативи по гальмах

1 Для максимальних швидкостей руху поїздів встановлюється єдине найменше гальмове натиснення в перерахунку на чавунні гальмові колодки на кожні 100 тс ваги:

1.1 состава навантаженого вантажного, порожнього вантажного поїзда з числом осей від 400 до 520 (включно) і рефрижераторного поїзда для швидкостей руху до 90 км/год включно (пневматичні гальма, чавунні і композиційні гальмові колодки) – 33 тс.;

1.2 состава з'єднаного вантажного поїзда вагою до 12 тис. тс з об'єднаною гальмовою магістраллю і локомотивами в голові та середині поїзда для швидкостей руху до 65 км/год включно (пневматичні гальма чавунні і композиційні колодки) – 33 тс.;

1.3 состава з'єднаного вантажного поїзда вагою до 12 тис. тс з необ'єднаними гальмовими магістралями (при ліквідації наслідків катастроф, аварій та стихійних лих) для швидкостей руху до 60 км/год включно (пневматичні гальма, чавунні і композиційні гальмові колодки) – 33 тс;

1.4 состава вантажного поїзда вагою до 12 тис. тс з локомотивами в голові та хвості поїзда (хвостовий локомотив включений в гальмову магістраль для управління гальмами) для швидкостей руху до 75 км/год включно (пневматичні гальма і чавунні, композиційні гальмові колодки) – 33 тс;

1.5 состава з порожніх вантажних вагонів до 400 осей (включно) для швидкостей руху до 70 км/год включно (пневматичні гальма, чавунні і композиційні гальмові колодки) – 33 тс;

1.6 состава з порожніх вантажних вагонів до 400 осей (включно) для швидкостей руху до 100 км/год включно (пневматичні гальма, чавунні і композиційні гальмові колодки) – 55 тс;

1.7 пасажирського поїзда для швидкостей руху до 120 км/год включно (електропневматичні гальма і чавунні, композиційні гальмові колодки) – 60 тс;

1.8 пасажирського поїзда для швидкостей руху понад 120 до 130 км/год включно (електропневматичні гальма, чавунні і композиційні гальмові колодки або накладки) – 68 тс;

1.9 пасажирського поїзда для швидкостей руху понад 130 до 140 км/год включно (електропневматичні гальма і композиційні гальмові колодки або накладки) – 78 тс;

1.10 пасажирського поїзда для швидкостей руху понад 140 до 160 км/год включно (електропневматичні гальма і композиційні гальмові колодки або накладки) – 80 тс;

1.11 пасажирського поїзда, в складі якого є вагони габариту РЩ і вагони інших країн з ввімкнутим пневматичним гальмом, але не обладнані електропневматичними гальмами і композиційними колодками, на пневматичних гальмах:

- для швидкостей руху понад 120 до 140 км/год включно 70 тс на кожні 100 тс при огороженні місць перешкод не менше ніж 1600 м на спусках до 0,010 включно;
- для швидкостей руху понад 140 до 160 км/год включно 80 тс на кожні 100 тс ваги при огороженні місць перешкод не менше ніж 1800 м на спусках до 0,010 включно.

Пасажирські поїзди при наявності в складі одного вагона габариту РЩ з відключеним гальмом, обладнаного прогонною магістраллю електропневматичного гальма, дозволяється експлуатувати зі швидкостями, встановленими п. п. 1.7 і 1.9 при умові забезпечення необхідним гальмовим натисненням;

1.12 рефрижераторного поїзда для швидкостей руху понад 90 до 100 км/год включно (пневматичні гальма і композиційні гальмові колодки) – 55 тс;

1.13 рефрижераторного поїзда для швидкостей руху понад 100 до 120 км/год включно (пневматичні гальма і композиційні гальмові колодки) – 60 тс;

1.14 вантажно-пасажирського поїзда, состава із порожніх вантажних вагонів з числом осей від 350 до 400 включно для швидкостей руху до 90 км/год включно (пневматичні гальма, чавунні і композиційні гальмові колодки) – 44 тс.

2 Вказане в п. 1 єдине найменше гальмове натиснення на 100 тс ваги встановлено для максимальних швидкостей руху поїздів у відповідності до вимог п. 15.38 Правил технічної експлуатації залізниць України. На лініях, обладнаних автоблокуванням з

тризначною сигналізацією, при русі навантажених вантажних поїздів, а також порожніх вантажних поїздів із числом осей від 400 до 520 і рефрижераторних поїздів з максимальною швидкістю 90 км/год, машиніст зобов'язаний керуватися зеленим вогнем локомотивного світлофора локомотивної сигналізації, що дозволяє проходження поїзда з встановленою максимальною швидкістю.

Від максимальної допустимої швидкості (90 км/год) і за умови огороження місць виконання робіт і раптово виниклих перешкод, швидкості руху з'єднаних вантажних поїздів вагою до 12 тис. тс з об'єднаною гальмовою магістраллю, вантажних поїздів вагою до 12,0 тис. тс з локомотивами в голові та хвості состава і вантажних поїздів вагою до 16 тис. тс з об'єднаною гальмовою магістраллю і локомотивами в голові і останній третині состава, збільшується на 10 км/год на спусках до 0,010 включно.

На лініях, що обладнані автоблокуванням з чотиризначною сигналізацією, на дільницях з напівавтоматичним блокуванням, а також у випадках несправності автоматичної локомотивної сигналізації максимальна швидкість вантажного завантаженого поїзда, а також порожніх вантажних поїздів з числом осей від 400 до 520 повинна бути не більше 80 км/год.

3 Пасажи́рським поїздам за п. 1.7 цих нормативів у виняткових випадках при відмові електропневматичного управління гальмами на шляху прямування і переході на пневматичне гальмування, а також при веденні їх локомотивами вантажних серій, не обладнаних електропневматичними гальмами, дозволяється прямувати без зменшення максимально допустимої швидкості на 10 км/год, якщо гальмове натиснення відповідає вимогам відповідних пунктів.

4 Найбільший визначальний спуск, на якому допускається рух поїздів з вказаним вище єдиним найменшим гальмовим натисненням при огороженні місць виконання робіт і раптово виниклих перешкод на відстанях, вказаних в [4, гр. 4 таблиці 3.1], розміщеній в Інструкції з сигналізації на залізницях України, складає:

4.1 для вантажних та рефрижераторних поїздів, що обертаються зі швидкістю до 80 км/год включно – 0,010; при цьому на спусках

крутіше – 0,010 до 0,015 включно зі швидкістю не більше 70 км/год, виходячи із огороження місць перешкод не менше ніж на 1200 м;

4.2 для навантажених вантажних і рефрижераторних поїздів, а також порожніх вантажних поїздів від 400 до 520 осей включно, що обертаються зі швидкістю 80 км/год включно – 0,010; при цьому на спусках крутіше 0,010, виходячи із огороження місць перешкод не менше ніж на 1500 м. При цьому для навантажених вантажних і рефрижераторних поїздів, а також порожніх вантажних поїздів від 400 до 520 осей включно на спусках крутіше 0,010 до 0,015 включно зі швидкістю не більше 70 км/год, виходячи із огороження місць перешкод не менше, ніж на 1200 м;

4.3 для з'єднаних вантажних поїздів вагою до 12 тис. тс з об'єднаною гальмовою магістраллю і локомотивами в голові і середині поїзда, що обертаються зі швидкістю до 65 км/год включно – 0,010; при цьому на спусках крутіше 0,010 до 0,012 включно зі швидкістю не більше 60 км/год виходячи із огороження місць перешкод не менше ніж на 1200 м;

4.4 для з'єднаних вантажних поїздів з необ'єднаними гальмовими магістралями, що обертаються зі швидкістю до 60 км/год включно – 0,012;

4.5 для вантажних поїздів вагою до 12 тис. тс з локомотивами в голові та хвості поїзда (хвостовий локомотив включений в гальмову магістраль для управління гальмами), що обертаються зі швидкістю до 75 км/год включно – 0,010; при цьому на спусках крутіше 0,010 до 0,012 включно зі швидкістю не більше 65 км/год, виходячи із огороження місць перешкод не менше 1200 м;

4.6 для вантажних поїздів вагою до 16 тис. тс з об'єднаною гальмівною магістраллю і локомотивами в голові і останній третині поїзда, що обертаються зі швидкістю до 70 км/год включно – 0,010. При цьому на спусках крутіше 0,010 до 0,012 включно зі швидкістю не більше 65 км/год, виходячи з огороження місць перешкод не менше ніж на 1200 м.

4.7 для вантажних поїздів з порожніх вагонів до 350 осей, що обертаються зі швидкістю до 100 км/год включно – 0,010; при цьому на спусках крутіше 0,010 до 0,015 включно зі швидкістю

не більше 90 км/год, виходячи із огороження місць перешкод не менше ніж на 1200 м;

4.8 для пасажирських поїздів, що обертаються зі швидкістю до 100 км/год включно – 0,015; при цьому на спусках крутіше 0,010 до 0,015 включно, виходячи із огороження місць перешкод не менше ніж на 1200 м;

4.9 для вантажних поїздів, що обертаються зі швидкістю до 120 км/год включно – 0,010; при цьому на спусках крутіше 0,010 до 0,015 включно не більше 110 км/год, виходячи із огороження місць перешкод не менше ніж на 1300 м;

4.10 для пасажирських поїздів, що обертаються зі швидкістю більше 120 до 140 км/год включно – 0,010;

4.11 для пасажирських поїздів, що обертаються зі швидкістю більше 140 до 160 км/год включно – 0,010;

4.12 для рефрижераторних поїздів, що обертаються зі швидкістю більше 90 до 100 км/год включно – 0,010; при цьому на спусках крутіше 0,010 до 0,015 включно зі швидкістю 90 км/год, виходячи з огороження місць перешкод не менше ніж на 1200 м;

4.13 для рефрижераторних поїздів, що обертаються зі швидкістю руху більше 100 до 120 км/год включно – 0,010; при цьому на спусках крутіше 0,010 до 0,015 включно зі швидкістю 100 км/год, виходячи із огороження місць перешкод не менше ніж на 1300 м;

4.14 для вантажно-пасажирських поїздів, вантажних поїздів з порожніх вагонів з числом осей від 350 до 400 включно, що обертаються зі швидкістю більше 90 км/год включно – 0,010; при цьому на спусках крутіше 0,010 до 0,015 включно зі швидкістю не більше 80 км/год, виходячи з огороження місць перешкод не менше, ніж на 1200 м;

5 Вантажні поїзда, в складі яких є чотиривісні вагони з осьовим навантаженням більше 21 тс і автогальма всі включені, можуть рухатись зі швидкостями, вказаними в п. 4.2:

- з гальмовим натисненням менше 33 тс. але не менше 32 тс на 100 тс состава – при наявності в поїзді не менше 50 % вагонів, обладнаних композиційними гальмовими колодками з повітророзподільниками, ввімкненими на середній режим;
- з гальмовим натисненням менше 32 тс, але на менше 31 тс на 100 тс ваги поїзда – при наявності в составі не менше 75 %

вагонів, обладнаних композиційними гальмовими колодками з повітророзподільниками, ввімкненими на середній режим;

- з гальмовим натисненням менше 31 тс, але не менше 30 тс на 100 тс ваги поїзда – при наявності в складі 100 % вагонів, обладнаних композиційними гальмовими колодками з повітророзподільниками, ввімкненими на середній режим. Відсоток наявності вагонів, обладнаних композиційними колодками, вказувати в довідці про гальма форми ВУ-45 за зразком: К-50 %. К-75 %. К-100 %.

6 Поїзди з локомотивами і вагонами, що мають гальмове натиснення на 100 тс ваги менше передбаченого п. 1, пасажирські поїзди при включенні до них пасажирських вагонів довжиною менше 20,2 м і вантажних вагонів, вантажно-пасажирські поїзди при наявності в них вантажних навантажених вагонів і (автогальма всіх вагонів увімкнені), вантажні поїзди при наявності в них вагонів з розрядними вантажами або спеціального рухомого складу з прогонними трубками, порожні вантажні поїзди довжиною до 350 осей, в складі яких є вагони з тарою більше 25 тс і розміром натиснення гальмових колодок на вісь за [1, п. 7 таблиці 1] цих нормативів при ввімкнених автогальмах всіх вагонів, состави з вагонів хопер-дозаторів, збірних, вивізні та передавальні поїзди дозволяється пропускати, а при появі на шляху прямування несправних автогальм в окремих вагонів дозволяється відправляти, коли вказане в п. 1 єдине найменше гальмове натиснення не може бути забезпечене:

6.1 вантажні та рефрижераторні поїзди, що обертаються зі швидкостями до 80 км/год, з натисненням не менше 28 тс на 100 тс ваги поїзда;

6.2 вантажні і поїзди з составом із порожніх вагонів до 350 осей, що обертаються зі швидкостями від 90 до 100 км/год, з натисненням не менше 50 тс на 100 тс ваги;

6.3 пасажирські поїзди, що обертаються зі швидкістю до 120 км/год, з натисненням не менше 55 тс на 100 тс ваги;

6.4 пасажирські поїзди, що обертаються зі швидкістю від 120 до 160 км/год, з натисненням не менше 68 тс на 100 тс ваги;

6.5 вантажно-пасажирські поїзди, що обертаються зі швидкістю до 90 км/год, з натисненням не менше 38 тс на 100 тс ваги поїзда;

6.6 рефрижераторні поїзди, що обертаються зі швидкістю від 90 до 120 км/год, з натисненням не менше 68 тс на 100 тс ваги.

6.7 При цьому вказані в п. т п. 1, 2, 3, 4 швидкості повинні бути зменшені на 2 км/год на кожену тону недостатнього гальмового натиснення на 100 тс ваги. Визначену таким чином некротну 5 км/год швидкість округлити до кратного 5 найближчого меншого значення.

На таку ж величину зменшується швидкість проходження світлофорів з одним жовтим (немигаючим) світлом порівняно з встановленою УЗ для поїздів, що мають гальмове натиснення, вказане в [1, п. 1].

6.8 вантажні навантажені поїзди, що мають максимальну швидкість 90 км/год, повинні бути забезпечені гальмовим натисненням не менше 33 тс на 100 тс ваги состава.

При меншому натисненні швидкість руху вантажних навантажених поїздів встановлюється порядком, передбаченим для вантажних 1 рефрижераторних поїздів, що обертаються зі швидкостями до 80 км/год.

7 При визначальних спусках, крутіших вказаних в [1, п. 4], допустимі швидкості руху поїздів встановлюються начальником залізниці, керуючись номограмами, що подані в Правилах тягових розрахунків для поїзної роботи, і виходячи з місцевих умов, а для спусків, крутіших 0,020, допустимі швидкості визначають дослідним шляхом.

8 У виняткових випадках при гальмовому натисненні, меншому вказаного в [1, п. 6], допустимі швидкості руху поїздів встановлюються начальником залізниці, керуючись номограмами, які наведені в Правилах тягових розрахунків для поїзної роботи і виходячи з місцевих умов. При цьому встановлювані швидкості руху поїздів повинні бути на 20 % менші швидкостей, що визначаються, за номограмами.

При забезпеченні гальмового натискання менше вказаного в номограмах, швидкості руху поїздів встановлюються дослідним шляхом.

9 При визначенні розрахункових сил натиснень гальмових колодок пасажирських і вантажних вагонів керуватись [1, таблиця 1], а локомотивів [1, таблицею 2]. При 100 % увімкнених

і справнодіючих гальмах допускається приймати розрахункове натиснення без підрахунків:

- 60 тс на 100 тс ваги поїзда при швидкості руху до 120 км/год для електропоїздів всіх серій, дизель-поїздів ДР1 в/і, Д, пасажирських поїздів з локомотивами серій ЧС всіх індексів, ВЛ80 всіх індексів, ВЛ65, ВЛ60П, ТЕП10, ТЭ7, ТЭП60, ВЛ82, ВЛ82М, ВЛ10, ВЛ10у, ВЛ11, ВЛ11М, ТЕП70, ТЭП75, ТЭП80 та складами що мають у своєму складі ЦМВ для перевезення пасажирів, у тому числі вагони габариту РЦ (крім міжобласних), а також для пасажирських поїздів, що мають у своєму складі не менше 12 ЦМВ, в тому числі вагонів габариту РЦ (крім міжобласних);
- 33 тс на 100 тс ваги состава при швидкості руху до 75 км/год для сплотов з вагонів метрополітену, що пересилаються по коліях Укрзалізниці.

В цих випадках в довідці форми ВУ-45 таблиця гальмового натиснення не заповнюється, а в рядку “Всього” вказується величина потрібного натиснення колодок.

10 Розрахункові сили натиснення композиційних гальмових колодок на осі пасажирських поїздів, що обертаються зі швидкостями до 120 км/год, приймати в перерахуванні на чавунні колодки однаковими з чавунними, а при більш високих швидкостях в такому співвідношенні:

- зі швидкостями понад 120 до 140 км/год - на 25 % більше, а зі швидкостями понад 140 до 160 км/год – на 30 % більше ніж для чавунних колодок. При визначенні розрахункової сили натиснення композиційних гальмових колодок на вісь пасажирських вагонів ВЛ-РЦ з гальмами “КЕ” керуватися [1, п. 3, таблиця 1].

11 При підрахунку забезпечення поїздів гальмами облікова вага локомотива і число осей визначається за [1, таблиця 3]. При підрахунку забезпечення гальмами вантажних поїздів вага локомотива і його гальмове натискання не враховується.

12 Необхідна кількість ручних гальм вагонів або ручних гальмових башмаків для утримання состава вантажного, вантажно-пасажирського і поштово-багажного поїзда на місці у випадку псування або неможливості приведення в дію автоматичних гальм визначається на кожні 100 тс ваги состава в

залежності від ухилу спуску за [1, таблиця 4]. Єдина найменша кількість ручних гальм на кожні 100 тс ваги состава вантажного, вантажно-пасажирського і поштово-багажного поїзда, що прямує в межах двох або більше залізниць, приймається 0,6 гальмової осі. При потребі ручних гальм більше встановленої по УЗ єдиної найменшої кількості 0,6 осі на кожні 100 тс ваги поїзда, а також, якщо у виняткових випадках, передбачених Укрзалізницею, в складі вантажного поїзда не може бути забезпечена єдина найменша кількість ручних гальм, недостатня їх кількість може замінитися ручними гальмовими башмаками

Для поїздів, що прямують в межах своєї залізниці, а також при керівних спусках крутіше 0,012, потреба в ручних гальмах і гальмових башмаків на кожні 100 тс ваги состава встановлюється начальником залізниці згідно з вказаними в [1, таблиця 4].

Додаток Е

(довідковий)

Дослідження впливу температурного стану під час гальмування на діаметр колеса рухомого складу

Для визначення діаметра колеса, що забезпечує необхідну конвекцію тепла без перегріву при екстремому гальмуванні, використовуємо формулу

$$D = \frac{\alpha_R b_T q_0 v_0}{8540 \pi h_K \Delta \tau_{nk} \alpha_0} \left(1 - e^{-0.9433 \frac{\alpha_0}{\sqrt{\pi \lambda \gamma c}} \sqrt{t_B}} \right) \quad (\text{E.1})$$

При гальмуванні кінетична енергія поїзда перетворюється у теплову, що нагріває гальмові колодки (або диски) і колеса. Враховуючи, що з ростом швидкості, наприклад, у два рази кількість цієї енергії збільшиться учетверо, особливого значення набуває теплова стійкість пари тертя, що приводить до втрати фрикційних якостей та виникнення аварійних ситуацій на рухомому складі.

Допустима величина натискання на чавунну гальмову колодку за тепловим режимом при зупинному гальмуванні може бути знайдена за формулою

$$K_t^u = \frac{[80\Phi(t) - 70,2v_0 m_V] + \sqrt{[80\Phi(t) - 70,2v_0 m_V]^2 + 4500v_0 m_V \Phi(t)}}{2,25v_0 m_V}, \quad (\text{E.2})$$

де
$$\Phi(t) = \frac{F \Delta \tau_{n \max} \alpha_0}{1 - e^{-0.155 \alpha_0 \sqrt{t}}}, \quad (\text{E.3})$$

$$\alpha_0 = 0,004 + 0,005 \sqrt{v_0}; \quad (\text{E.4})$$

$$m_V = 0,6 \frac{3,6v_0 + 100}{18v_0 + 100}, \quad (\text{E.5})$$

де v_0 – початкова швидкість гальмування, м/с;

$\Delta\tau_{n\max}$ - максимально допустима температура гальмової колодки при зупинному гальмуванні (для чавунних – 600 °С, для композиційних - 400 °С);

α_0 - коефіцієнт тепловіддачі у навколишнє середовище.

Відповідно максимальне натискання за температурним режимом для композиційної колодки визначається за виразом

$$K_t^q = \frac{[4\Phi(t) - 2,34v_0m_V] + \sqrt{[4\Phi(t) - 2,34v_0m_V]^2 + 9,36v_0m_V\Phi(t)}}{0,023v_0m_V}, \quad (E.6)$$

$$\text{де } \Phi(t) = \frac{F\Delta\tau_{n\max}\alpha_0}{1 - e^{-1,52\alpha_0\sqrt{t}}}, \quad (E.7)$$

$$\alpha_0 = 0,004(1 + 1,33\sqrt{v_0}), \quad (E.8)$$

$$m_V = 0,44 \frac{3,6v_0 + 150}{7,2v_0 + 150}. \quad (E.9)$$

Критерієм допустимого послаблення натягу бандажа служить його збільшення в міліметрах на 1 м діаметра колеса, яке не повинно перевищувати 1,2 мм:

для екстреного гальмування

$$\varepsilon_R = \frac{\alpha_R q_0 S_T \left(1 - e^{-145B_R \sqrt{\frac{V_0}{S_0}}} \right)}{2B_R HD} \left[3,93 \frac{v_0}{S_0} (1 + \gamma) - w_0 - i_c \right] 10^{-8}; \quad (E.10)$$

для службового гальмування

$$\varepsilon_R = 0,33 \cdot 10^{-7} \frac{\alpha_R W (1 - \beta_{\text{э}})}{2B_R HD \sqrt{t}} \left[1 - e^{-390 \frac{B_R}{t}} \right] (1 - e^{-0,03\sqrt{t}}), \quad (E.11)$$

де S_T, S_0 - гальмовий шлях відповідно при русі локомотива з потягом та поодинокі;

B_R, H - відповідно товщина та ширина бандажа;

W – робота при гальмуванні за час t , що припадає на одне колесо;

β_{ε} - коефіцієнт, що враховує частку енергії, яку сприймає динамічне гальмо.

Таблиця В.3 – Вихідні дані по складу

Сума двох останніх цифр номера залікової книжки	Частка вагонів у складі			Середня маса вагонів, т			Довжина гальмового шляху	Керівний підйом ір,‰	Частка гальмових осей у складі	Тип гальмових колодок
	чотиривісний		восьми-вісний	чотиривісний		восьми-вісний				
	підшипники			підшипники						
	ковзання	котіння		ковзання	котіння					
	α	β	γ	α	β	γ				
0	0,03	0,95	0,02	78	70	186	1200	7	0,95	чавуні
1	0,06	0,9	0,05	76	72	166	1200	8	0,95	
2	0,1	0,9	0	78	72		1150	9	0,96	
3	0,1	0,85	0,05	80	74	168	1100	7	1	
4	0,05	0,8	0,15	76	74	158	1100	8	0,98	
5	0,1	0,8	0,1	74	76	166	1150	9	0,95	
6	0,17	0,75	0,08	65	78	164	1000	7	0,99	
7	0,1	0,75	0,15	68	78	158	1050	8	0,98	
8	0,1	0,75	0,15	72	78	160	1000	9	0,99	
9	0,15	0,7	0,15	65	80	164	1150	7	0,96	
10	0,3	0,7	0	66	80		1150	11	0,96	композційні
11	0,2	0,65	0,15	68	86	158	1100	9	0,98	
12	0,25	0,65	0,1	72	80	162	1000	7	1	
13	0,35	0,65	0	66	82		1200	6	0,96	
14	0,25	0,6	0,15	70	82	160	1200	7,5	0,96	
15	0,34	0,6	0,06	68	84	162	1150	7	0,96	
16	0,18	0,82	0	66	86		1100	8	0,97	
17	0,1	0,75	0,15	70	88	185	1200	9	0,96	
18	0,15	0,85	0	66	88		1200	7	0,97	