

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра залізничних станцій та вузлів

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ
СОРТУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ З КОМБІНОВАНИМ
ГАЛЬМУВАННЯМ ВІДЧЕПІВ

Пояснювальна записка і розрахунки

до кваліфікаційної роботи

ВРКПС.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 213-ОПУТ-323
спеціальності 275 / 275.02 (роботу
виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)


Віктор ШЛЯХТА
(підпис)

Керівник: професор, доктор техн. наук
Олександр ОГАР

Рецензент: професор, доктор техн. наук
Андрій ПРОХОРЧЕНКО

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 10 слайдів презентації, 83 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 9 рисунків, 17 таблиць, 14 літературних джерел.

Ключові слова: СОРТУВАЛЬНА ГІРКА, ПРОЦЕС РОЗФОРМУВАННЯ СОСТАВІВ, КОМБІНОВАНЕ ГАЛЬМУВАННЯ, ВАГОН, ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ, КОНСТРУКТИВНІ ПАРАМЕТРИ.

Об'єктом дослідження є процес розформування составів на сортувальних гірках. Метою дослідження є підвищення ефективності процесу розформування составів шляхом обґрунтування раціональних параметрів конструкції сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано теоретичні підходи до розрахунку параметрів конструкції сортувальних гірок та чинники, що впливають на показники процесу розформування составів на сортувальних гірках. Обґрунтовано вибір способу підвищення показників процесу розформування составів на залізничній мережі України, раціональні конструктивні параметри поздовжнього профілю спускної частини гірки з комбінованим гальмуванням відчепів та раціональний варіант механізації сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів.

Визначено економічну привабливість інвестиційних проектів впровадження варіантів конструктивних параметрів, що пропонуються при застосуванні традиційної технології і технології комбінованого гальмування відчепів.

ABSTRACT

This qualification work includes 10 presentation slides, 83 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 9 figures, 17 tables, and 14 literature references.

Keywords: SORTING HUMP, PROCESS OF DISASSEMBLING COMPOSITIONS, COMBINED BRAKING, CAR, LONGITUDINAL PROFILE, DESIGN PARAMETERS.

The study focuses on the process of disassembling trains on sorting humps. The goal is to enhance the efficiency of this process by justifying the rational design parameters of the sorting device with combined brake shoe braking.

The research analyzes theoretical approaches for calculating the design parameters of sorting humps and factors influencing the performance of train disassembly on these humps. It substantiates the selection of a method to improve the performance of train disassembly on the Ukrainian railway network, rational design parameters for the longitudinal profile of the hump with combined brake shoe braking and a rational option for mechanizing the sorting device with combined brake shoe braking.

The economic viability of investment projects for implementing the proposed design parameter options using both traditional technology and combined brake shoe braking technology is determined.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра залізничних станцій та вузлів

Освітній рівень: магістр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук

 Олександр ОГАР
« 30 » вересня 2024 р.


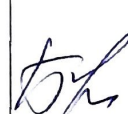
ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Шляхті Віктору Вікторовичу

1. Тема проекту «Визначення раціональних конструкційних параметрів сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів»
керівник проекту (роботи) Огар Олександр Миколайович, д.т.н., професор
затверджені розпорядженням факультету УПП від «30» вересня 2024 року № 12/24
2. Строк подання студентом закінченої роботи – «16» грудня 2024 року
3. Вихідні дані до проекту (роботи): характеристика вагонних уповільнювачів, характеристика пристроїв автоматизації, план гіркової горловини сортувального пристрою, середньодобові розміри переробки на сортувальному пристрої.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Теоретичні підходи до розрахунку параметрів конструкції сортувальних гірок. Чинники, що впливають на показники процесу розформування составів на сортувальних гірках. Вибір способу підвищення показників процесу розформування составів на залізничній мережі України. Обґрунтування раціональних конструктивних параметрів поздовжнього профілю спускної частини сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів. Техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту конструктивних параметрів сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів. Порядок дій оператора сортувального пристрою при виявленні несправностей стрілочних переводів та уповільнювачів і падінні тиску в пневматичній системі. Оцінка впливу структури вагонопотоку, що переробляється, і дефектів залізничного полотна на якість заповнення підгіркових колій.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): об'єкт, предмет, мета роботи, задачі дослідження, наукова новизна; конструкція сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів; математична модель визначення раціональних конструктивних параметрів поздовжнього профілю спускної частини сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів; традиційний і спеціальний профілі сортувального пристрою; результати

імітаційного моделювання скочування розрахункових бігунів; математична модель визначення раціонального варіанту механізації сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів; витрати при впровадженні варіантів механізації і конструктивних параметрів сортувального пристрою; висновки. Загалом 10 аркушів.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультантів	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту конструктивних параметрів сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів	Євгеній БАЛАКА, доцент, канд. екон. наук		

7. Дата видачі завдання «30» вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
Вступ		
1 Теоретичні підходи до розрахунку параметрів конструкції сортувальних гірок	07.10.2024	
2 Чинники, що впливають на показники процесу розформування составів на сортувальних гірках	14.10.2024	
3 Вибір способу підвищення показників процесу розформування составів на залізничній мережі України	21.10.2024	
4 Обґрунтування раціональних конструктивних параметрів поздовжнього профілю спускної частини сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів	04.11.2024	
5 Техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту конструктивних параметрів сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів	18.11.2024	
6 Порядок дій оператора сортувального пристрою при виявленні несправностей стрілочних переводів та уповільнювачів і падінні тиску в пневматичній системі. Оцінка впливу структури вагонопотоку, що переробляється, і дефектів залізничного полотна на якість заповнення підгіркових колій	02.12.2024	
7. Висновки	09.12.2024	
8. Оформлення роботи	16.12.2024	

Студент  Віктор ШЛЯХТА

Керівник проекту (роботи)  Олександр ОГАР

Зміст.

Перелік умовних скорочень	7
Вступ	8
1 Теоретичні підходи до розрахунку параметрів конструкції сортувальних гірок	10
1.1 Аналіз методів розрахунку параметрів конструкції сортувальних гірок	10
1.2 Приклад методики розрахунку поздовжнього профілю сортувальної гірки на основі методу покоординатного спуску	22
2 Чинники, що впливають на показники процесу розформування составів на сортувальних гірках	27
3 Вибір способу підвищення показників процесу розформування составів на залізничній мережі України	31
4 Обґрунтування раціональних конструктивних параметрів поздовжнього профілю спускної частини сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів	34
4.1 Розрахунок висоти сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів	34
4.2 Математична модель визначення раціональних конструктивних параметрів поздовжнього профілю спускної частини сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів	37
4.3 Визначення раціональних конструктивних параметрів поздовжнього профілю спускної частини сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів	46

					ВРКПС.300.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Визначення раціональних конструкційних параметрів сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Шляхта					5	83
Перев.		Огар	<i>ОГ</i>					
Н. контр.		Шаповал	<i>Шаповал</i>					
Затв.		Огар	<i>ОГ</i>			УкрДУЗТ		5

4.4	Визначення раціонального варіанту механізації сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів	49
5	Техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту конструктивних параметрів сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів	52
5.1	Прогнозування обсягів переробки вагонів на сортувальному пристрою	54
5.2	Визначення експлуатаційних витрат	55
5.3	Визначення економічної привабливості інвестиційного проекту впровадження варіанту конструкції сортувального пристрою, що пропонується при застосуванні технології комбінованим гальмування відчепів	59
6	Порядок дій оператора сортувального пристрою при виявленні несправностей стрілочних переводів та уповільнювачів і падінні тиску в пневматичній системі	65
6.1	Порядок дій оператора при виявленні несправностей стрілочних переводів	65
6.2	Порядок дій оператора при несправності уповільнювача та падінні тиску в пневматичній системі	67
7	Оцінка впливу структури вагонопотоку, що переробляється, і дефектів залізничного полотна на якість заповнення підгіркових колій	69
	Висновки	78
	Список використаних джерел	80
	Додаток А. Результати розрахунку об'єму земляних робіт при спорудженні сортувальних пристроїв	82

					ВРКПС.300.00.00.000 ПЗ	Арх
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

Вступ

Сортувальні гірки – ключовий елемент ефективності та безпеки української залізниці. Сортувальні гірки є незамінним інструментом для переробки та формування вантажних поїздів на сортувальних станціях. Вони значно зменшують простої вагонів та прискорюють доставку вантажів до клієнтів. У сучасному світі, де якісні показники роботи залізничного транспорту набувають все більшого значення, безпека руху поїздів, рухомого складу та вантажів є пріоритетом. Саме тому роль сортувальних пристроїв зростає ще більше. Ефективне та безпечне функціонування сортувальних комплексів є ключовим фактором для успішної роботи української залізниці.

Оптимізація роботи сортувальних станцій – шлях до ефективності та безпеки. Сучасні технології та модернізація інфраструктури сортувальних станцій дозволяють скоротити час перебування вагонів, збільшити обсяг переробки та зменшити витрати на переробку одного вагона. Це все досягається при дотриманні графіку руху поїздів та забезпеченні безпеки руху та техніки безпеки. Ключовим завданням на даному етапі є ефективне використання пропускної та переробної спроможності сортувальних станцій.

Ефективність роботи сортувальних станцій безпосередньо залежить від якісного функціонування гіркових пристроїв. Сучасні сортувальні гірки – це складний комплекс технічних систем та інфраструктури, що включає керуючі системи, виконавчі механізми та різні об'єкти. Чітка робота сортувальних гірок є ключовим фактором конкурентоспроможності та ефективності роботи залізниць, особливо при зростанні обсягів перевезень. Збільшення рівня керування дозволяє використовувати оптимізаційні методи, які максимізують ефективність, якість та безпеку, а також мінімізують витрати та тривалість розпуску составів.

Таким чином, визначення раціональних параметрів сортувальних гірок з використанням наукових підходів, що базуються на урахуванні стохастичних параметрів процесу розформування составів, є актуальною науково-прикладною

задачею, що відповідає сучасним напрямкам наукових програм Укрзалізниці, в тому числі Національній транспортній стратегії України на період до 2030 року [1].

Метою даної роботи є підвищення ефективності процесу розформування составів шляхом обґрунтування раціональних параметрів конструкції сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- проаналізувати теоретичні підходи до розрахунку параметрів конструкції сортувальних гірок;
- виконати огляд чинників, що впливають на показники процесу розформування составів на сортувальних гірках;
- обґрунтувати вибір способу підвищення показників процесу розформування составів на залізничній мережі України;
- обґрунтувати раціональні конструктивні параметри поздовжнього профілю спускної частини сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів;
- обґрунтувати раціональний варіант механізації сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів;
- виконати техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту конструктивних параметрів сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів.

Об'єкт дослідження – процес розформування составів на сортувальних гірках.

Предмет дослідження – конструктивні параметри сортувальних гірок.

Елементи наукової новизни кваліфікаційної роботи. Вперше обґрунтовано раціональні параметри поздовжнього профілю сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів з урахуванням стохастичних параметрів процесу розформування составів для заданих умов експлуатації.

За результатами досліджень опубліковано тези доповіді на 84-ій студентській науково-технічній конференції [2].

Висновки

У роботі представлено рішення актуальної науково-прикладної задачі підвищення ефективності сортувального процесу шляхом обґрунтування раціонального варіанту конструктивних параметрів сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів. При цьому:

1. Проаналізовано теоретичні підходи до розрахунку параметрів конструкції сортувальних гірок. Виконаний аналіз довів, що:

– оптимізація проводилася на основі окремих якісних показників, без урахування їх впливу на загальну ефективність системи;

– висота гірок, розрахована за діючим методом, забезпечує пробіг вагонів з поганими ходовими характеристиками в несприятливих зимових умовах до розрахункових точок розрахункових колій. Це свідчить про надлишкову висоту гірок, що призводить до необхідності підвищення потужності гальмівних засобів на спускній частині та підгіркових коліях, збільшення витрат електроенергії на регулювання швидкості скочування відчепів та збільшення витрат дизельного палива (або електроенергії) на насув і розпуск составів.

2. Проаналізовано чинники, що впливають на показники процесу розформування составів на сортувальних гірках. Аналіз вказаних чинників довів, що їх урахування, прогнозування або формалізація на даний момент є дуже складною проблемою, у зв'язку з чим обґрунтовано необхідність пошуку нових способів підвищення ефективності сортувального процесу;

3. Обґрунтовано вибір способу підвищення показників процесу розформування составів на залізничній мережі України. Цей підхід базується на використанні нової технології регулювання швидкості скочування відчепів – технології комбінованого гальмування. Вона реалізується шляхом застосування сортувального пристрою зі спеціальною конструкцією плану і профілю. На відміну від традиційних підходів, цей метод значно спрощує регулювання швидкості скочування відчепів, вимагаючи автоматизації гальмування лише на точках гальмування (ПГП). Це дозволяє зменшити вплив «людського» фактору та стохастичних параметрів на ефективність сортувального процесу.

4. Обґрунтовано раціональні конструктивні параметри поздовжнього профілю спускної частини гірки з комбінованим гальмуванням відчепів, що забезпечують мінімальну висоту гірки (4,63 м) і виконання умов розділення відчепів в заданих умовах експлуатації;

5. Обґрунтовано раціональний варіант механізації сортувального пристрою з комбінованим гальмуванням відчепів. За вартісним критерієм раціональним варіантом механізації є варіант обладнання паркової гальмової позиції двома уповільнювачами: одним уповільнювачем УВСК-09 і одним уповільнювачем УВСК-10. Капіталовкладення при цьому складуть 3899 тис. грн з розрахунку на одну сортувальну колію;

6. Визначено економічну привабливість інвестиційних проектів впровадження варіантів конструктивних параметрів, що пропонуються при застосуванні традиційної технології і технології комбінованого гальмування відчепів. Результати розрахунків довели, що при впровадженні варіанту конструктивних параметрів, що пропонується при застосуванні традиційної технології регулювання швидкості скочування відчепів, витрати за розрахунковий період 10 років з приведенням вартісних оцінок результатів і витрат різних років до першого року на 122503,0 тис. грн більші ніж у іншому варіанті. Таким чином, зроблено висновок, що варіант конструктивних параметрів, що пропонується при застосуванні нової технології регулювання швидкості скочування відчепів, є доцільним для використання на сортувальних гірках залізниць України в умовах автоматизації.

Список використаних джерел

1 Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р. *Офіційний вісник України*. 2018. № 52. С. 533. Ст. 1848.

2 Шляхта В. В, Мрака Д. М. Аналіз підходів щодо вибору конструкції поздовжнього профілю гірки, що забезпечує мінімальний час скочування відчепу до розрахункової точки. Тези доп. 84-ї студ. наук.-техн. конф., м. Харків, 11-12 грудня 2024 р. Харків, 2024. С. 305-306.

3 Удосконалення конструкції та технології роботи сортувальних комплексів залізничних станцій : монографія / В. І. Бобровський, Д. М. Козаченко, А. І. Колесник та ін. Дніпропетровськ : Вид-во Маковецький, 2012. 236 с.

4 Бобровський В. І., Колесник А. І., Дорош А. С. Удосконалення конструкції плану колійного розвитку гіркових горловин. *Транспортні системи та технології перевезень* : збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2011. Вип. 1. С. 27-33.

5 Розсоха О. В. Підвищення ефективності функціонування сортувальних гірок шляхом удосконалення структур їх горловин : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20. Харків, 2010. 272 с.

6 Бобровський В. І., Колесник А. І. Визначення раціональної конструкції поздовжнього профілю сортувальної гірки. *Транспортні системи та технології перевезень* : збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2012. Вип. 4. С. 19-24.

7 Жуковицький І.В., Загарій Г. І., Луханін М. І. Управління уповільнювачами гальмівної позиції сортувальної гірки. Частина 1. Модель системи. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2000. № 5. С. 10-15.

8 Жуковицький І. В. Управління уповільнювачами гальмівної позиції сортувальної гірки. Частина 2. Модель системи. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2002. № 4. С. 17-20.

9 Бобровський В. І. Багатокроковий двоетапний метод оптимізації режимів розпуску составів на гірках. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2004. №2. С. 8-14.

10 Козаченко Д. М., Коробйова Р. Г., Таранець О. І. Дослідження прицільного регулювання швидкості скочування відчепів в умовах невизначеності інформації про їх ходові властивості. *Східноєвропейський журнал передових технологій*. 2009. № 6/3 (42). С. 45-50.

11 Оптимізація режимів гальмування відчепів на сортувальних гірках: монографія / В. І. Бобровський та ін. Дніпропетровськ: Вид-во Маковецький, 2010. 260 с.

12 Огар О. М., Таратушка К. В. Дослідження ефективності застосування технології гравітаційно-прицільного гальмування відчепів. *Транспортні системи та технології перевезень: зб. наук. праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*. Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2015. Вип. 9. С. 49-56.

13 Галузеві будівельні норми України. Споруди транспорту. Сортувальні пристрої залізниць. Норми проектування : ГБН В.2.3-37472062-1:2012 : затв. Наказ Міністерство інфраструктури України 17.01.2013. № 25. Київ: Міністерство інфраструктури України, 2012. 112 с.

14 Балака Є. І., Зоріна О. І., Колеснікова Н. М., Писаревський І. Н. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційних проектах на транспорті: навч. посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2005. 210 с.