

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра залізничних станцій та вузлів

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЮ
СОРТУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ З ГРАВІТАЦІЙНО-ПРИЦІЛЬНИМ
ГАЛЬМУВАННЯМ ВІДЧЕПІВ

Пояснювальна записка і розрахунки

до кваліфікаційної роботи

ВРПШ.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 211-ТТ-323
спеціальності 275 / 275.02 (роботу
виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)



(підпис)

Костянтин ЦУПКО

Керівник: професор, доктор техн. наук
Олександр ОГАР

Рецензент: доцент, канд. техн. наук
Григорій СІКОНЕНКО

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 10 слайдів презентації, 89 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 8 рисунків, 14 таблиць, 15 літературних джерел.

Ключові слова: СОРТУВАЛЬНА ГІРКА, ПРОЦЕС РОЗФОРМУВАННЯ СОСТАВІВ, ГРАВІТАЦІЙНО-ПРИЦІЛЬНЕ ГАЛЬМУВАННЯ, ПРОФІЛЬ, ВАГОННИЙ УПОВІЛЬНЮВАЧ, КОНСТРУКТИВНІ ПАРАМЕТРИ.

Об'єктом дослідження є процес розформування составів на сортувальних гірках. Метою дослідження є підвищення ефективності процесу розформування составів шляхом обґрунтування раціональної конструкції сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано фактори, що впливають на ефективність процесу розформування составів на сортувальних гірках, і теоретичні підходи до розрахунку конструктивних параметрів сортувальних гірок.

Обґрунтовано вибір підходу щодо підвищення ефективності процесу розформування составів на залізницях України, раціональні конструктивні параметри поздовжнього профілю спускної частини гірки з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів та раціональний варіант механізації вказаного сортувального пристрою.

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

ABSTRACT

This qualification work includes 10 presentation slides, 89 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 8 figures, 14 tables, and 15 literature references.

Keywords: SORTING HUMPS, PROCESS OF DISASSEMBLING COMPOSITIONS, GRAVITY-TARGETED BRAKING, PROFILE, WAGON RETARDER, DESIGN PARAMETERS.

The object of the study is the process of train dismantling on sorting humps. The goal of the study is to increase the efficiency of the train dismantling process by substantiating the rational design of a sorting device with gravity-targeted braking of the detachments.

The qualification work analyzes the factors that affect the efficiency of the train dismantling process on sorting humps and theoretical approaches to calculating the design parameters of sorting humps.

The choice of approach to increase the efficiency of the train dismantling process on the railways of Ukraine, rational design parameters of the longitudinal profile of the downhill part of the hump with gravity-targeted braking of the detachments, and a rational option for mechanization of the specified sorting device are substantiated.

The economic attractiveness of investment projects for the implementation of the proposed design parameter options when using traditional technology and gravity-targeted braking technology of detachments 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

Цупко Костянтину Костянтиновичу

1. Тема проекту «Визначення раціональних параметрів поздовжнього профілю сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним 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): Фактори, що впливають на ефективність процесу розформування составів на сортувальних гірках. Аналіз теоретичних підходів до розрахунку конструктивних параметрів сортувальних гірок. Вибір підходу щодо підвищення ефективності процесу розформування составів на залізницях України. Обґрунтування раціональних конструктивних параметрів поздовжнього профілю спускної частини сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів. Техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту конструктивних параметрів сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів. Вимоги до організації маневрів на сортувальних гірках. Комплексні системи автоматизації сортувальних станцій.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): об'єкт, предмет, мета роботи, задачі дослідження, наукова новизна; конструкція сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів; математична модель визначення раціональних конструктивних параметрів поздовжнього профілю спускної частини сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів; традиційний і спеціальний профілі сортувального пристрою; результати імітаційного моделювання скочування розрахункових бігунів; математична модель визначення раціонального варіанту

механізації сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним 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 гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів	Наталія ГРИЦЕНКО, 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 Фактори, що впливають на ефективність процесу розформування составів на сортувальних гірках	07.10.2024	
2 Аналіз теоретичних підходів до розрахунку конструктивних параметрів сортувальних гірок	14.10.2024	
3 Вибір підходу щодо підвищення ефективності процесу розформування составів на залізницях України	21.10.2024	
4 Обґрунтування раціональних конструктивних параметрів поздовжнього профілю спускної частини сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів	04.11.2024	
5 Техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту конструктивних параметрів сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів	18.11.2024	
6 Вимоги до організації маневрів на сортувальних гірках. Комплексні системи автоматизації сортувальних станцій	02.12.2024	
7. Висновки	09.12.2024	
8. Оформлення роботи	16.12.2024	

Студент  Костянтин ЦУПКО

Керівник проекту (роботи)  Олександр ОГАР

Зміст

Перелік умовних скорочень	7
Вступ	8
1 Фактори, що впливають на ефективність процесу розформування составів на сортувальних гірках	10
2 Аналіз теоретичних підходів до розрахунку конструктивних параметрів сортувальних гірок	14
3 Вибір підходу щодо підвищення ефективності процесу розформування составів на залізницях України	26
4 Обґрунтування раціональних конструктивних параметрів поздовжнього профілю спускної частини сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів	29
4.1 Розрахунок висоти сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів	29
4.2 Математична модель визначення раціональних конструктивних параметрів поздовжнього профілю спускної частини сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів	32
4.3 Визначення раціональних конструктивних параметрів поздовжнього профілю спускної частини сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів	41
4.4 Визначення раціонального варіанту механізації сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів	44

ВРППІ.300.00.00.000 ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Визначення раціональних параметрів поздовжнього профілю сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Цупко				5	89	
Перев.		Огар				УкрДУЗТ 5		
Н. контр.		Шаповал						
Затв.		Огар						

5 Техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту конструктивних параметрів сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів	47
5.1 Прогнозування обсягів переробки вагонів на сортувальному пристрою	49
5.2 Визначення експлуатаційних витрат	50
5.3 Визначення економічної привабливості інвестиційного проекту впровадження варіанту конструкції сортувального пристрою, що пропонується при застосуванні технології гравітаційно-прицільного гальмування відчепів	54
6 Вимоги до організації маневрів на сортувальних гірках	60
7 Комплексні системи автоматизації сортувальних станцій	65
Висновки	84
Список використаних джерел	86
Додаток А. Результати розрахунку об'єму земляних робіт при спорудженні сортувальних пристроїв	88

					ВРГПП.300.00.00.000 ПЗ	Аркб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Вступ

Збільшення переробної спроможності гіркових сортувальних пристроїв, забезпечення їх надійності та безперебійної роботи є актуальною науковою проблемою. Сортувальні пристрої як основні елементи інтенсифікації роботи сортувальних станцій відіграють важливу роль в оптимізації експлуатаційної роботи, організації безперешкодного та прискореного просування вагонопотоків та збереження вантажів, що перевозяться.

Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року [1] орієнтована на вдосконалення роботи та розвиток сортувальних станцій та передбачає реалізацію широкого комплексу заходів щодо їх модернізації, впровадження новітніх технічних засобів, сучасних технологій переробки вагонів, розформування та формування составів поїздів з метою підвищення якості та прискорення всіх станційних процесів.

Цільовим завданням Стратегії є реалізація комплексного підходу до розвитку сортувальних станцій з урахуванням інтересів усіх господарств та застосування системних технічних рішень. Запланована реконструкція станцій передбачає механізацію та автоматизацію всіх станційних процесів, включаючи гіркові. Високі вартість будівництва, реконструкції та експлуатації сортувальних пристроїв станцій зумовлюють необхідність пошуку таких проектних рішень, які були б оптимальними як за технологічною, так і за економічною складовою.

Таким чином, визначення раціональних параметрів сортувальних гірок з використанням наукових підходів, що базуються на урахуванні стохастичних параметрів процесу розформування составів, є актуальним науково-прикладним завданням, що відповідає сучасним напрямкам наукових програм Укрзалізниці.

Метою даної роботи є підвищення ефективності процесу розформування составів шляхом обґрунтування раціональної конструкції сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- виконати огляд факторів, що впливають на ефективність процесу розформування составів на сортувальних гірках;
- проаналізувати теоретичні підходи до розрахунку конструктивних параметрів сортувальних гірок;
- обґрунтувати підхід до підвищення ефективності процесу розформування составів;
- обґрунтувати раціональні конструктивні параметри поздовжнього профілю спускної частини сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів;
- обґрунтувати раціональний варіант механізації сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів;
- виконати техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту конструктивних параметрів сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним 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 гравітаційно-прицільним 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 гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів. При цьому:

1. Проаналізовано фактори, що впливають на ефективність процесу розформування составів на сортувальних гірках. Аналіз вказаних факторів 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;

2. Проаналізовано теоретичні підходи до розрахунку конструктивних параметрів сортувальних гірок. Виконаний аналіз довів, що:

– у якості критеріїв оптимізації приймалися окремі якісні показники без аналізу ступеню їх впливу на загальносистемний ефект;

– розрахована за діючим методом висота у більшості випадків забезпечує пробіг вагонів з поганими ходовими характеристиками у зимових несприятливих умовах за розрахункові точки розрахункових колій. Це свідчить про наявність надлишкової висоти гірок, що приводить до необхідності підвищення потужності гальмових засобів спускної частини та підгіркових колій, додаткових витрат електроенергії на регулювання швидкості скочування відчепів та дизельного палива (електроенергії) на насув і розпуск составів;

3. Обґрунтовано вибір підходу щодо підвищення ефективності процесу розформування составів на залізницях України. Сутність підходу полягає у застосуванні нової технології регулювання швидкості скочування відчепів – технології гравітаційно-прицільного гальмування, яка може бути реалізована шляхом застосування сортувального пристрою зі спеціальною конструкцією плану і профілю. На відміну від відомих підходів щодо підвищення ефективності процесу розформування составів даний підхід суттєво спрощує технологію регулювання швидкості скочування відчепів, вимагає автоматизації їх гальмування тільки на ППП

та дозволяє зменшити вплив «людського» фактору і параметрів, що мають стохастичну природу, на показники сортувального процесу;

4. Обґрунтовано раціональні конструктивні параметри поздовжнього профілю спускної частини гірки з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів, що забезпечують мінімальну висоту гірки (4,92 м) і виконання умов розділення відчепів в заданих умовах експлуатації;

5. Обґрунтовано раціональний варіант механізації сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів. За вартісним критерієм раціональним варіантом механізації є варіант обладнання паркової гальмової позиції двома уповільнювачами УВСК-09. Капіталовкладення при цьому складуть 4388 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 гравітаційно-прицільного 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 101874,6 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 Цупко К. К., Мрака А. В. Підходи до моделювання руху відчепа по поздовжньому профілю спускної частини сортувальної гірки. Тези доп. 84-ї студ. наук.-техн. конф., м. Харків, 11-12 грудня 2024 р. Харків, 2024. С. 304-305.
- 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.

15 Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України : офіц. текст. Київ: Міністерство транспорту та зв'язку України, Державна адміністрація залізничного транспорту України, головне управління перевезень, 2005. 458 с.