

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет «Управління процесами перевезень»


Кафедра «Залізничні станції та вузли»

**ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СОРТУВАЛЬНОЇ
ГІРКИ ПРИКОРДОННОЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ СТАНЦІЇ ШЛЯХОМ
УДОСКОНАЛЕННЯ ЇЇ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ**

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

ПЕФСГ.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 215-МКТ-Д23
спеціальності 275 / 275.02 (роботу виконано
самостійно, відповідно до принципів
академічної доброчесності)

 Максим КОЛЕСНИК

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Максим КУЦЕНКО

Рецензент: доцент, канд. техн. наук

Антон КОВАЛЬОВ

2025 р.

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 13 слайдів презентації, 89 аркушів пояснювальної записки формату А4, 72 літературних джерела.

Ключові слова: СОРТУВАЛЬНА СТАНЦІЯ, СОРТУВАЛЬНА ГІРКА, СОРТУВАЛЬНИЙ ПРОЦЕС, КОНСТРУКТИВНІ ПАРАМЕТРИ ГІРКИ.

Об'єктом дослідження є процес функціонування сортувальної гірки, а предметом – її конструктивні параметри.

Метою цієї роботи є підвищення ефективності функціонування Південної сортувальної гірки станції Основа шляхом застосування енергоефективного поздовжнього профілю та сучасних моделей вагонних уповільнювачів.

У кваліфікаційній роботі вирішене науково-практичне завдання підвищення ефективності функціонування Південної сортувальної гірки станції Основа на основі методу комплексної оптимізації її конструктивних параметрів, що дозволить зменшити експлуатаційні витрати, якими супроводжується сортувальний процес, за рахунок застосування оптимальних висоти і поздовжнього профілю з раціональним використанням вагонних уповільнювачів спускної частини та забезпечити вимоги щодо безпеки та безперебійності сортувального процесу. Економічно доцільно провести оптимізацію висоти та поздовжнього профілю гірки зі збереженням існуючих засобів механізації гальмових позицій. При цьому, на 10-й рік експлуатації гірки, економічний ефект з наростаючим підсумком буде становити 24666,67 тис. грн.

ABSTRACT

This qualification work includes 13 presentation slides, 89 pages of an explanatory note in A4 format, and 72 literary sources.

Keywords: SORTING STATION, HUMP YARD, SORTING PROCESS, STRUCTURAL PARAMETERS OF THE HUMP.

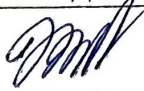

The object of the research is the operational process of the hump yard, while the subject is its structural parameters.

The aim of this work is to improve the efficiency of the Southern hump yard at the "Osnova" station by implementing an energy-efficient longitudinal profile and modern models of railcar retarders.

The qualification work addresses the scientific and practical task of enhancing the efficiency of the Southern hump yard at the "Osnova" station through a comprehensive optimization of its structural parameters. This approach aims to reduce operational costs associated with the sorting process by applying an optimal height and longitudinal profile and ensuring the rational use of railcar retarders on the descending section. At the same time, the requirements for safety and uninterrupted operation of the sorting process are met.

From an economic perspective, it is advisable to optimize the height and longitudinal profile of the hump while retaining the existing mechanization of the braking positions. By the 10th year of the hump's operation, the cumulative economic effect is expected to amount to 24,666.67 thousand UAH.


6. Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічне порівняння запропонованих заходів	Гриценко Н.В., доцент, к. е. н.		

7. Дата видачі завдання «30» вересня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

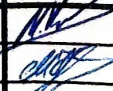
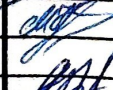


№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Технічна та експлуатаційна характеристика сортувальної станції	04.11.2024 р.	10 %
2	Аналіз сучасного стану теорії проектування сортувальних пристроїв	18.11.2024 р.	30 %
3	Теоретичні дослідження по комплексному розрахунку та оптимізації конструктивних параметрів сортувальної гірки	16.12.2024 р.	60 %
4	Техніко-економічне порівняння запропонованих заходів	30.12.2024 р.	90 %
5	Оформлення роботи	03.01.2025 р.	100 %

Студент  Максим КОЛЕСНИК

Керівник  Максим КУЦЕНКО

Зміст

Вступ	6
1 Технічна та експлуатаційна характеристика сортувальної станції	9
1.1 Технічна характеристика сортувальної станції	9
1.2 Експлуатаційна характеристика сортувальної станції	12
2 Аналіз сучасного стану теорії проектування сортувальних пристроїв	14
2.1 Історія розвитку сортувальних пристроїв	14
2.2 Аналіз існуючих методів розрахунку сортувальних пристроїв	17
3 Теоретичні дослідження по комплексному розрахунку та оптимізації конструктивних параметрів сортувальної гірки	26
3.1 Визначення неперискорюючого уклону колій сортувального парку	26
3.2 Дослідження неперискорюючого уклону сортувальних колій	32
3.3 Дослідження існуючих енергетичних характеристик конструктивних параметрів сортувальної гірки	39
3.4 Вибір методу оптимізації конструктивних параметрів сортувальної гірки	42
3.5 Комплексна оптимізація конструктивних параметрів сортувальної гірки	48
4 Виконання митних процедур в умовах виділення технологічної лінії обробки вагонів міжнародного сполучення на сортувальної гірці	52
5 Техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів	57
Висновки	68
Список використаних джерел	71
Додаток А Визначення розрахункових параметрів кліматичних умов станції Основа	79
Додаток Б План та профіль розрахункової колії Південної сортувальної гірки станції Основа	85
Додаток В Результати імітаційного моделювання процесу скочування розрахункових бігунів для Південної сортувальної гірки станції Основа	86

					ПЕФСГ.300.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
		Колеснік			Підвищення енергоефективності функціонування сортувальної гірки прикордонного залізничного вузла на основі раціоналізації її конструктивних параметрів	Літера	Лист	Листів
		Квценко					5	89
		Шаповал			УкрДУЗТ			
		Огар						

Вступ

Нині для залізниць України є нагальна потреба в підвищенні їх конкурентоспроможності щодо інших видів транспорту. Це вимагає зменшення часу обробки вагонів при мінімальних експлуатаційних витратах та забезпеченні високого рівня безпеки виконуваних робіт.

Сортувальна гірка є важливим елементом технічного оснащення залізничних станцій, і від її належної роботи залежить ефективність розформування составів та пропускна здатність станції. Для забезпечення оптимальної роботи сортувальної гірки необхідно впроваджувати механізовані та автоматизовані системи управління процесом сортування, які дозволяють здійснювати розпуск составів за мінімальний час з високим рівнем заповнення сортувальних колій, без пошкодження вагонів та вантажів, у межах чинних нормативно-технічних обмежень.

Якість виконання таких завдань прямо залежить від параметрів плану та профілю гірки. Параметри конструкцій старих сортувальних гірок були розроблені ще в середині минулого століття. Варто зазначити, що методи розрахунку, які використовувалися в той час, були орієнтовані на інтенсифікацію сортувального процесу для обробки зростаючих обсягів вагонопотоків. Крім того, характеристики вантажних вагонів того періоду значно відрізнялися від сучасних, зокрема через вищий основний питомий опір руху. Питання енергоефективності в конструкціях тоді не було на першому плані.

Аналіз сучасних методів розрахунку конструктивних параметрів вказує на те, що багато з них не враховують комплексний підхід до оптимізації, а деякі вимагають дорогих та складних експериментальних досліджень. Дослідження радянських вчених в галузі проектування сортувальних гірок зосереджувались на підвищенні ефективності через прискорення сортувального процесу, тоді як питання енергозбереження та інтеграції розрахунків профілю гірки з механізмами регулювання швидкості відцепів залишались недостатньо розвиненими.

Отже, виникає необхідність перегляду існуючих конструкцій плану та профілю, а також технічного оснащення сортувальних гірок в Україні, зокрема пристроїв регулювання швидкості відчепів, що перебувають в експлуатації. Це робить дане дослідження важливим і актуальним, спрямованим на вирішення наукового завдання, яке стосується підвищення ефективності роботи залізничних станцій.

Основою для розробки цієї теми є положення Концепції Державної програми реформування залізничного транспорту України, а також Закон України про енергозбереження. Ці документи визначають напрямки для підвищення ефективності роботи галузі в умовах енергозбереження та інтеграції України до європейської та світової транспортної системи.

Вихідними даними для дослідження стали конструктивні параметри, технічне оснащення, кліматичні умови експлуатації Південної сортувальної гірки станції Основа, типові конструкції гіркових горловин, а також дані щодо обсягів вагонопотоків і переробки.

Метою цієї роботи є підвищення ефективності функціонування Південної сортувальної гірки станції Основа шляхом застосування енергоефективного поздовжнього профілю та сучасних моделей пристроїв регулювання швидкості відчепів, що характеризуються економічністю та надійністю в експлуатації.

Для досягнення цієї мети необхідно виконати такі дослідження та задачі:

Аналіз існуючих методів розрахунку та оптимізації конструктивних параметрів сортувальних гірок.

Оцінка можливості застосування неприскорюючого уклону для сортувальних колій.

Дослідження конструктивних параметрів та технічного оснащення Південної сортувальної гірки станції Основа, а також кліматичних умов її експлуатації.

Вибір критерію комплексної оптимізації висоти та поздовжнього профілю Південної сортувальної гірки з метою коригування експлуатаційних витрат відповідно до обсягів переробки.

Проведення комплексної оптимізації конструктивних параметрів та визначення числових значень критерію оптимізації.

Оцінка економічної доцільності функціонування Південної сортувальної гірки при застосуванні раціональних конструктивних параметрів.

Розробка заходів для створення безпечних умов праці для персоналу, що обслуговує вагонні уповільнювачі.

Об'єктом дослідження є процес функціонування сортувальної гірки, а предметом – її конструктивні параметри.

Методологія дослідження базується на імітаційному моделюванні процесу скочування бігунів з використанням персональних електронних обчислювальних машин (ПЕОМ), математичній статистиці, теорії ймовірності, нелінійному програмуванні, чисельних методах і економічному аналізі.

Науковою новизною дослідження є те, що вперше при комплексному визначенні висоти та поздовжнього профілю Південної сортувальної гірки станції Основа було досліджено можливість використання неприскорюючого уклону сортувальних колій. Крім того, було визначено імовірність, що характеризує рівень небезпеки зіткнення вагонів, що може служити як показник часу впродовж року, коли існують умови, що сприяють виникненню екстремальних ситуацій, що призводять до зіткнень вагонів на сортувальному парку при високій швидкості.

Висновки

У кваліфікаційній роботі вирішене науково-практичне завдання підвищення ефективності функціонування Південної сортувальної гірки станції Основа на основі методу комплексної оптимізації її конструктивних параметрів, що дозволить зменшити експлуатаційні витрати, якими супроводжується сортувальний процес, за рахунок застосування оптимальних висоти і поздовжнього профілю з раціональним використанням вагонних уповільнювачів спускної частини та забезпечити вимоги щодо безпеки та безперебійності сортувального процесу.

На підставі проведених в роботі досліджень, можна зробити наступні висновки.

1. Питання оптимізації конструктивних параметрів сортувальних пристроїв з метою приведення у відповідність витрат, якими супроводжується сортувальний процес, до існуючих обсягів переробки, не може бути вирішене за допомогою відомих методів їх розрахунку. Наукові підходи щодо розрахунку та оптимізації конструктивних параметрів, які були розроблені за радянських часів (в тому числі і нині діючі ПНПСП), були спрямовані на підвищення переробної спроможності сортувальних пристроїв, а питання застосування ресурсозберігаючих та енергоефективних конструктивних параметрів не було актуальним.

2. Існуючі в нормативній документації значення уклону сортувальних колій (0,6 %) не виключають можливості співудару вагонів зі швидкістю, що перевищує допустиму, внаслідок прискореного руху за умови виходу відчепу з парковою гальмової позиції зі швидкістю в інтервалі [0, .. 1.4] м/с. Завдання знаходження такого уклону I_c , при якому повністю виключаються випадки зіткнення вагонів з підвищеною швидкістю внаслідок прискореного руху і, одночасно, забезпечуються умови для ефективного заповнення колій сортувального парку, не має рішення.

Імовірність P_0 характеризує рівень небезпеки зіткнення вагонів і може розглядатися як сумарна частка часу розрахункового періоду (року), протягом якого виникають екстремальні умови, що не дозволяють уникнути зіткнень вагонів у сортувальному парку з підвищеною швидкістю. Тому при роботі гірки в таких

умовах повинні передбачатися додаткові заходи для підвищення безпеки виконуваних робіт аж до короткочасного закриття гірки. Зі збільшенням числа вагонів у відчепі випадкова величина сумарного питомого опору руху прагне до математичного сподівання. Результати досліджень дозволяють стверджувати, що величина неприскорюючого уклону колій сортувального парку залежить від наступних факторів:

- напрямку осі сортувального парку;
- кліматичних умов місцевості в зоні розташування сортувального пристрою;
- прийнятої ймовірності перевищення допустимої швидкості зіткнення вагонів;
- типу рухомого складу;
- пори року;
- числа вагонів у відчепі.

Найбільш сильний вплив на величину сумарного питомого опору руху надають вітрові характеристики місцевості, які залежать від напрямку осі сортувального парку щодо рози вітрів. Тому, приймаючи проектні рішення по розміщенню сортувального комплексу, необхідно враховувати цю обставину.

3. Виконані дослідження енергетичних характеристик конструктивних параметрів вищезгаданої сортувальної гірки в сучасних кліматичних умовах її експлуатації дали підстави зробити висновок про те, що поздовжній профіль та висота, зумовлена ним, не є оптимальними. Це підтверджується значним перепробігом розрахункового бігуна в зимових несприятливих умовах за розрахункову точку (45,5 м). Крім того, доведено, що існуюча наявна потужність уповільнювачів гальмових позицій не здатна забезпечити вимоги безпеки скочування вагонів та безперебійності сортувального процесу.

4. У якості критерію комплексної оптимізації конструктивних параметрів Південної сортувальної гірки станції Основа обрана сумарна потужність гальмових засобів спускної частини виходячи з її мінімізації.

5. Проведена комплексна оптимізація конструктивних параметрів Південної сортувальної гірки станції Основа дозволила зробити наступні висновки:

- конструктивні параметри сортувальної гірки станції Основа, отримані згідно з результатами проведеної комплексної оптимізації, на відмінність від базисних, характеризуються положисто-східчастим поздовжнім профілем спускної частини;

- використання положисто-східчастого типу профілю дозволило зменшити висоту сортувальної гірки при застосуванні існуючих засобів механізації на 14,9 %, а при застосуванні уповільнювачів типу УВУ-07 та ВНУ-2 – на 18,8 % в обох випадках;

- пробіг розрахункового бігуна до розрахункової точки в зимових несприятливих умовах забезпечується для усіх варіантів механізації гальмових позицій;

- потрібна потужність кожної гальмової позиції в усіх варіантах їх механізації забезпечує вимоги безпеки та безперебійності сортувального процесу;

- використання базисних засобів механізації сортувального процесу при оптимізації конструктивних параметрів сортувальної гірки дозволили зменшити потрібну потужність ІІ ГП на 37,1 %, потрібну потужність ІІІ ГП – на 23,6 %;

- використання на ІІ ГП та ІІІ ГП уповільнювачів типу ВНУ-2 при оптимізації конструктивних параметрів сортувальної гірки дозволили зменшити потрібну потужність ІІ ГП на 39,3 %, потрібну потужність ІІІ ГП – на 25,8 %;

- використання на ІІ ГП та ІІІ ГП уповільнювачів типу УВУ-07 при оптимізації конструктивних параметрів сортувальної гірки дозволили зменшити потрібну потужність ІІ ГП на 40,2 %, потрібну потужність ІІІ ГП – на 36,7 %.

6. Оскільки за існуючих конструктивних параметрів, сортувальна гірка не в змозі забезпечити вимоги безпеки та безперебійності сортувального процесу, що спричиняє пошкодження вагонів, економічно доцільно провести оптимізацію висоти та поздовжнього профілю гірки зі збереженням існуючих засобів механізації гальмових позицій. При цьому, на 10-й рік експлуатації гірки, економічний ефект з наростаючим підсумком буде становити 24666,67 тис. грн.

Список використаних джерел

1. Транспортна стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс] / Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2019 р. №1555-р. – Режим доступу: [www/URL: http://www.mintrans.gov.ua](http://www.mintrans.gov.ua) 10.12.2019. – Загол. з екрана.
2. Технологічний процес роботи сортувальної станції основа в умовах функціонування базового програмно-технічного комплексу комп'ютерної системи електронного обміну даними КСЕОД-сортувальна станція [Текст] : рукопис. – Харків: ДН-1, 2000. - 267 с.
3. Кузін, Ф. А. Кандидатська дисертація. Методика написання. Правила оформлення та порядок захисту. Практичний посібник для аспірантів та здобувачів наукового ступеня [Текст] / Ф. А. Кузін; -4-е вид., доп.- Вісь -89, 1999.-208 с.
4. Фадєєв, Г. М. Історія залізничного транспорту [Текст]. Т.1 / Г. М. Фадєєв, Ф. К. Амелін, Ф. К. Бернгард та ін.-М.:1994.-335 с.
5. Бузанов, С. П. Проектування механізованих та автоматизованих сортувальних гірок [Текст] / Навчальний посібник для закладів залізн. транспорту. С. П. Бузанов. – М.: Транспорт, 1965.-232 с.
6. Родімов, Б. А. Проектування механізованих та автоматизованих сортувальних гірок [Текст] / Б. А. Родімов, В. Є. Павлов, В. Д. Прокінова. - М.: Транспорт, 1980.-97 с.
7. Берестов, І. В. Оптимізація параметрів систем регулювання швидкості руху відчепів на коліях сортувальних парків [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук: / І. В. Берестов; - Л., 1998.-24 с.
8. Долаберідзе, А. М. До питання розрахунку висоти напівгравітаційної гірки // В кн. Питання експлуатації та проектування сортувальних станцій [Текст]: 36. статей. / А. М. Долаберідзе, Б. А. Кривошей. - М.: 1973. - с.26-35.
9. Муха, Ю. А. Автоматизація та механізація переробки вагонів на станціях [Текст] / Ю. А. Муха, І. В. Харланович, В. П. Шейкін и др. - М.: Транспорт, 1985. – 248 с.

10. Гібшман, Є. А. Облаштування пасажирських та сортувальних станцій [Текст] / Навч. посібн. для закладів вищої освіти / Є. А. Гібшман. - М.: Транспорт, 1923.-273 с.
11. Карейша, С. Д. Залізничні станції [Текст] / С. Д. Карейша. - М. - Л.: Моск. акц. т-во, 1927.-244 с.
12. Бевзюк, Ф. Ф. Про ходові властивості довгих відчепів при скочуванні їх з гірки [Текст] / Ф. Ф. Бевзюк. // Вісник ВНІЖТу, 1963. №6.-50-52 с.
13. Бессоненко, С. А. Розрахунок поздовжнього профілю спускної частини сортувальної гірки // В кн. Проблеми перспективного розвитку залізничних станцій та вузлів [Текст]: Межвуз. зб. наук. статей / Гомель: 1984. - с. 69-76.
14. Божко, М. П. Оптимізація конструкції поздовжнього профілю сортувальних гірок // В кн. Удосконалення технічних пристроїв та технології управління процесом розформування составів на сортувальних гірках [Текст]: Межвуз. зб. наук. статей / Дніпропетровськ: 1986. - с. 13-26.
15. Бузанов, С. П. Проектування сортувальних гірок та напівгірок та їх улаштування [Текст] / С. П. Бузанов, А. М. Карпов. - М.: Трансжелдоріздат, 1954. - 240 с.
16. Колодій, Л. П. Розрахунок сортувальних гірок по інтервалу скочування відчепів // В кн. Проблеми нарощування потужності сортувальних пристроїв [Текст]: Межвуз. зб. наук. праць / Л. П. Колодій. - М.: 1983. - с. 111-128.
17. Кривошей, Б. А. Дослідження параметрів напівгравітаційної гірки малої потужності [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук / Б. А. Кривошей: Харків., 1973.- 19 с.
18. Луговцов, М. Н. До питання удосконалення правил та норм проектування сортувальних пристроїв // В кн. Проблеми перспективного розвитку залізничних станцій та вузлів [Текст]: межвуз. зб. наук. статей. / М. Н. Луговцов, В. А. Підкопаєв, Н. П. Берлін: Гомель, 1987. - с. 7-14.
19. Москальов, П. І. Підготовка колій сортувального парку до розпуску вагонів з гірки [Текст] / П. І. Москальов. - М.: Новосибірськ, 1966. - 59 с.

20. Орловський, П. М. Розрахунок, проектування та техніко-економічне порівняння малих сортувальних пристроїв [Текст] / Навч.-метод. посібн. / П. М. Орловський.: Дніпропетровськ, 1972. - 93 с.
21. Павлов, В. Є. Дослідження проблеми оптимального проектування Исследование проблемы оптимального проектирования автоматизированной горки [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук / В. Є. Павлов. - Л.: 1971. - 32 с.
22. Павлов, В. Є. Проектування сортувальних гірок [Текст] / В. Є. Павлов, М. М. Уздін, Ю. Є. Єфіменко. - Л.: 1987. - 97 с.
23. Подгайченко, М. С. Підсумки та напрямки роботи по удосконаленню механізованих та автоматизованих сортувальних гірок [Текст] / М. С. Подгайченко, В. П. Шейкін, В. М. Соколов. - М.: ЦНІТЕІ МПС, 1991.-26 с.
24. Правдін, М. В. Розрахунок витрат на переробку вагонів на гірках // В кн. Проблеми перспективного розвитку залізничних станцій та вузлів [Текст]: межвуз. зб. наук. статей / М. В. Правдін, А. І. Шелеляєв, Т. С. Банек: Гомель, 1984.-с. 3-15.
25. Смольянінов, А. А. Сортувальні гірки [Текст] / А. А. Смольянінов. - М.: Трансжелдоріздат, 1938. - 111 с.
26. Федотов, М. І. Питання проектування механізованих сортувальних гірок [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук / М. І. Федотов. - Л., 1957. - 18 с.
27. Федотов, М. І. Проектування сортувальних гірок [Текст] / М. І. Федотов.: Новосибірськ, 1981. - 109 с.
28. Шейкін, В. П. Механізація сортувальних гірок [Текст] / В. П. Шейкін, Л. Л. Степанова, А. В. Ніколаєв. - М.: ЦНІТЕІ МПС, 1986. - 28 с.
29. Шейкін, В. П. Експлуатація механізованих сортувальних гірок [Текст] / В. П. Шейкін. - М.: Транспорт, 1992. - 239 с.
30. Peschel M. Модернізація сортувальної станції Антверпен-Північний [Текст] / М. Peschel.: Rail Engineering International, 1998. - №1. - с. 6-9.
31. Бессоненко, С. А. Закони розподілу опорів скочування відчепів з сортувальної гірки // В кн. Удосконалення технічних пристроїв і технології управління процесом розформування составів на сортувальних гірках [Текст]: Межвуз. сб. наук. статей / Дніпропетровск: 1986. - с. 52.

32. Бессоненко, С. А. Щільність розподілу імовірностей додаткового питомого опору руху відчепів від повітряного середовища // В кн. Проблеми перспективного розвитку залізничних станцій та вузлів [Текст]: Межвуз. сб. наук. статей / Гомель: 1984. - с. 77-81.
33. Павловський, А. І. Дослідження і оцінка опорів руху вагонів на сортувальних гірках [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук / А. І. Павловський. - М.: 1989. - 24 с.
34. Опір руху вантажних вагонів при скочуванні з гірок [Текст]: праці Всесоюз. наук. – дослід. ін-та залізн. транспорту. Випуск 545 / під. ред. канд. техн. наук Є. А. Сотнікова. - М.: Транспорт, 1975. - 102 с.
35. Страковський, І. І. Опір вагонів при скочуванні у зимовий час [Текст] / І. І. Страковський. - М.: Трансжелдоріздат, 1952. - 132 с.
36. Чхаїдзе, А. В. Сортувальні станції ХХІ сторіччя // Залізничний транспорт [Текст] / А. В. Чхаїдзе, Л. В. Абуладзе.: 2000 - №3. - с. 54-62.
37. Правила та норми проектування сортувальних пристроїв на залізницях [Текст] // ВСН 207 - 89 / МПС. – Нормативне виробничо-практичне видання М.: Транспорт, 1992. - 104 с.
38. Тішков, Л. Б. Теоретичні і методологічні основи коректування алгоритмів розрахунку висоти, поздовжнього профіля сортувальних гірок та систем управління розформуванням составів // Вісник ВНІЖТа [Текст] / Л. Б. Тішков.: 1996. - №6. - с. 22-26.
39. Шейкін, В. П. Удосконалення сортувальних пристроїв та технології їх роботи на станціях [Текст] / В. П. Шейкін, Ю. А. Муха, А. И. Павловський та ін.-М.: ЦНШТЕІ МПС, 1989. - 24.
40. Муха, Ю. А. Посібник по застосуванню правил та норм проектування сортувальних пристроїв [Текст] / Ю. А. Муха, Л. Б. Тішков, В. П. Шейкін та ін. -М.: Транспорт, 1994. - 220 с.
41. Москальов, П. І. Безперервність процесів переробки вагонів на станції [Текст] / П. І. Москальов. - М.: Транспорт, 1976. - 160с.

42. Москальов, П. І. Нове в організації роботи сортувальної станції [Текст] / П. І. Москальов. - М.: Трансжелдоріздат, 1952. - 95 с.
43. Москальов, П. І. Підготовка колій сортувального парку до розпуску вагонів з гірки [Текст] / П. І. Москальов. - М.: Новосибірськ, 1966. - 59 с.
44. Федотов, М. І. Розрахунок часу осаджування вагонів у сортувальному парку [Текст] / М. І. Федотов.: Новосибірськ, ДорНТО, 1957. - 14 с.
45. Нагорний, Є. В. Техніко-експлуатаційне порівняння принципів прицільного та квазібезперервного регулювання швидкості руху відчепів на коліях сортувального парку з системами АРС // Проблеми перспективного розвитку залізничних станцій та вузлів [Текст]: межвуз. зб. наук. статей / Є. В. Нагорний, І. В. Берестов: Гомель, 1987. - с. 44-51.
46. Долаберідзе, А. М. Вітчизняний та закордонний досвід науково-експериментальної роботи по застосуванню вагоноосаджуючих пристроїв на сортувальних коліях // Питання експлуатації та проектування сортувальних станцій [Текст]: Зб. статей. / А. М. Долаберідзе, В. І. Шелепко, К. Я. Оніщенко. - М.: 1973. - с.35-49.
47. Концепція та технічні засоби механізації і автоматизації сортувальної станції Нюрнберг [Текст]. - М.: ЦНІТЕІ МПС, 1990. - 20 с.
48. Peschel M. Модернізація сортувальної станції Антверпен-Північний [Текст] / M. Peschel.: Rail Engineering International, 1998. - №1. - с. 6-9.
49. Долаберідзе, А. М. Дослідження впливу вагоноосаджуючих пристроїв на основні параметри сортувальних гірок // Питання експлуатації і проектування сортувальних станцій [Текст]: Зб. статей. / А. М. Долаберідзе, Б. Н. Златковський. - М.: 1973. - с. 49-67.
50. Доронін, Ф. А. Дослідження прицільного регулювання швидкості відчепів на сортувальній гірці і динаміки составу при його розпуску [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук / Ф. А. Доронін;. - Л., 1977. - 20 с.
51. Іванов, А. А. Регулювання швидкості руху вагонів на підгіркових коліях сортувальної станції двовинтовими прискорювачами-уповільнювачами: автореф. дис. канд. техн. наук / А. А. Іванов; - Л., 1989. - 18 с.

52. Ісаєв, К. С. Підвищити безпеку розпуску [Текст] / К. С. Ісаєв, В. П. Шейкін, В. А. Кобзєв и др.; // Залізничний транспорт, 1986. - №9. - с. 23-26.
53. Кузьмін, А. М. Дослідження ефективності багатопозиційного регулювання швидкості руху відчепів на сортувальних гірках [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук / А. М. Кузьмін: Новосибірськ, 1965. - 25 с.
54. Нагорний, Є. В. Дослідження ефективності автоматизації регулювання швидкості і дальності скочування відчепів на гірках малої потужності [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук / Є. В. Нагорний: Харків, 1972. - 18 с.
55. Нагорний, Є. В. Підвищення ефективності прицільного регулювання швидкості відчепів на механізованих гірках // Проблеми перспективного розвитку залізничних станцій та вузлів [Текст]: межвуз. зб. наук. статей / Є. В. Нагорний, Ф. В. Телегін: Гомель, 1978. - с. 83-86.
56. Піддубняк, В. І. Застосування електродинамічних уповільнювачів-прискорювачів на сортувальних гірках // Удосконалення технічних пристроїв і технології управління процесом розформування составів на сортувальних гірках [Текст]: межвуз. зб. наук. статей / В. І. Піддубняк, А. П. Осіпов: Дніпропетровськ, 1986. - с. 71-78.
57. Тишков, Л. Б. Підвищення збереження вагонів на сортувальних станціях // Залізничний транспорт [Текст] / Л. Б. Тишков, В. М. Рудановський, В. П. Шейкін та ін.: 1983. - №12. - с. 7-13.
58. Усенко, В. А. Дослідження впливу стаціонарних вагоноосаджуючих пристроїв на параметри сортувальних гірок // Питання проектування, переобладнання та автоматизації сортувальних станцій [Текст]: зб. статей / В. А. Усенко. - М.: 1967. - с. 44-53.
59. Модін, М. К. Технічне обслуговування гіркових пристроїв [Текст] / М. К. Модін, Є. В. Щербаков. - М.: Транспорт, 1989. - 167 с.
60. Сагайтис, В. С. Пристрої механізованих та автоматизованих сортувальних гірок [Текст]: довідник / В. С. Сагайтис, В. М. Соколов - 2-е вид., перероб. та доп. - М.: Транспорт, 1988. - 207 с.

61. Пристрої механізованих та автоматизованих сортувальних гірок: технологія обслуговування [Текст] - М.: 1993. - 207 с.
62. Шейкін, В. П. Експлуатація та механізація сортувальних гірок [Текст]: автореф. дис. докт. техн. наук / В. П. Шейкін. - М., 1988. - 38 с.
63. Климов А. А. Удосконалення сортувальних пристроїв, що спеціалізуються для порожніх вагонів [Текст] : дис. канд. техн. наук / А. А. Климов. - Новосибірськ, 2001. - 128 с.
64. Куценко, М. Ю. Комплексна оптимізація конструктивних параметрів сортувальних пристроїв Південної залізниці [Текст] / М. Ю. Куценко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. - 2009. - Выпуск 4/7 (40). - С. 14-18.
65. Огар О. М. Підвищення ресурсозбереження та ефективності функціонування сортувальних гірок при оптимізації поздовжнього профілю [Текст] : дис. канд. техн. наук: 05.22.20/ О.М. Огар. - Харків, 2002. - 194 с.
66. Куценко, М. Ю. Підвищення енергоефективності функціонування сортувальних пристроїв на основі комплексної оптимізації конструктивних параметрів [Текст] : дис. ... канд. техн. наук / М.Ю. Куценко. - Харків, 2009. - 268 с.
67. Посібник по застосуванню правил та норм проектування сортувальних пристроїв [Текст] : виробничо-практичне видання / Ю. А. Муха, Л. Б. Тишков, В. П. Шейкін та ін. - М. : Транспорт, 1994. - 220 с.
68. Крячко, В. І. Ресурсозберігаючі підходи до конструктивно-технологічних параметрів сортувальних станцій [Текст] / В. І. Крячко, К. В. Крячко, М. П. Носенко // Збірник наукових праць ДонІЗТ. - 2007. - №12. - С. 5-9.
69. Сударський, В. М. Методичні вказівки до виконання розрахункових робіт з прожекторного освітлення у дипломних проектах [Текст]. / В. М. Сударський, С. О. Кисельова. - Харьков, 2005. - №1324. - С.33-37.
70. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті [Текст] / Є. І. Балака, О. І. Зоріна, Н. М. Колеснікова, І. М. Писаревський; Українська державна академія залізничного транспорту. - Х. : Транспорт, 2005. - 186 с.

71. Методичні вказівки до виконання дипломних проектів [Текст]. Ч. 1-3 / Л. О. Позднякова, М. Д. Жердєв, В. І. Куделя, В. О. Котик, Т. О. Тимофєєва; Українська державна академія залізничного транспорту. – Харків : УкрДАЗТ, 2007.

72. Гаврилко, В. В. Аналіз теорії розрахунку основних параметрів сортувальних пристроїв [Текст] / М. Ю. Куценко, В. В. Гаврилко, Т. С. Савінова // Тези 81 студентської науково-технічної конференції. – 2019. – С. 179.