

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
Факультет транспорту та будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи
освітньо-кваліфікаційного рівня магістр**

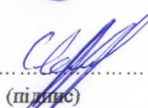
спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)».
освітня програма «Транспортні технології на залізничному транспорті»

на тему: «Підвищення ефективності роботи сортувальних гірок на основі удосконалення процесу управління розформуванням составів»

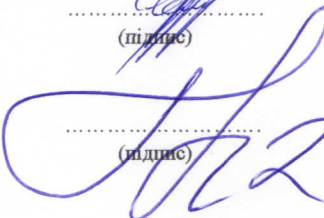
Виконав: студент групи ОПЗТ-21зм
Пруденко О.О.


.....
(підпис)

Керівник: доц. Семенов С.О.


.....
(підпис)

Завідувач кафедри: проф. Чернецька-Білецька Н.Б.


.....
(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ОГЛЯД ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНИХ ГІРОК	7
1.1 Короткі відомості щодо функціонування сортувальних гірок	7
1.2 Уточнення характеристик відчепа на ділянці від виходу з першої гальмівної позиції до входу на другу гальмівну позицію	11
Висновки до 1 розділу	18
2. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ХАРАКТЕРИСТИКИ ВІДЧЕПІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА УМОВИ ІНТЕРВАЛЬНОГО ТА ПРИЦІЛЬНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ	19
2.1 Уточнення величини основного питомого опору на маршруті скочування	19
2.2 Вплив уточнення характеристик відчепів на умови інтервального регулювання швидкості	21
2.3 Вплив уточнення характеристик відчепів на умови прицільного регулювання швидкості	23
Висновки до 2 розділу	32
3. ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ГАЛЬМУВАННЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕННОСТІ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ХАРАКТЕРИСТИКИ ВІДЧЕПІВ	33
3.1 Критерій оптимізації режимів гальмування відчепів состава в умовах дії випадкових факторів	33
3.2 Результати оптимізації режимів та модель процесу розформування	37
Висновки до 3 розділу	42
ВИСНОВОК	44
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	45
ДОДАТОК А	53

ВСТУП

До сортувальних відносяться станції, основним призначенням яких є переробка транзитних вагонопотоків, формування і розформування поїздів.

На сортувальних станціях виконуються наступні основні операції: розформування транзитних і місцевих вагонопотоків, формування крізних, дільничних, збірних, вивізних і передавальних поїздів, пропуск транзитних поїздів без переробки і поїздів з переломом маси і довжини. Пасажирські і приміські поїзди слідуєть через станцію транзитом по головних шляхах. Крім того, на сортувальних станціях проводиться технічне обслуговування і комерційний огляд складів транзитних вантажних поїздів і поїздів свого формування; відчепний ремонт вагонів; технічне обслуговування, екіпіровка і ремонт локомотивів; зміна локомотивів і локомотивних бригад; обслуговування під'їзних шляхів. На деяких станціях організовується сортування дрібних відправок і контейнерів, постачання водою поїздів з живністю і інші операції.

Для виконання операцій з поїздами на сортувальних станціях передбачаються парки прийому поїздів, що поступають в переробку, парки відправлення сформованих поїздів, а також окремі шляхи і парки для прийому і відправлення транзитних поїздів. Для виконання сортувальної роботи споруджуються сортувальні парки, сортувальні гірки і витяжні шляхи. Парки прийому, сортування і відправлення спільно з сортувальною гіркою і витяжними шляхами утворюють сортувальну систему (сортувальний комплект).

Одним із шляхів підвищення ефективності роботи залізниць України в умовах постійної конкуренції з іншими видами транспорту є мінімізація витрат, пов'язаних з процесом перевезень.

Значні витрати енергоресурсів і приведених капіталовкладень в господарстві перевезень припадають на крупні сортувальні станції, що виконують операції по масовому розформуванню і формуванню составів, і,

зокрема, на сортувальні гірки.

Удосконалення управління розпуском повинно забезпечити вирішення різноманітних задач: недопущення пошкодження вагонів, підвищення продуктивності гірки, зменшення обсягів маневрової роботи по ліквідації «вікон», скорочення енергетичних витрат на роботу уповільнювачів, покращення умов праці робітників гірки та ін.

Швидкість розформування составів на сортувальній гірці і, відповідно, її перероблювальна спроможність істотно залежать від якості регулювання швидкості скочування відчепів з гірки і інтервалів між ними на розділових стрілках підгірочної горловини [42]. Регулювання швидкості скочування відчепів з гірки і відповідно інтервалів між ними, необхідних для переводу стрілок з одного положення в інше, здійснюється на автоматизованих гірках за допомогою вагонних уповільнювачів, що розташовуються на трьох гальмівних позиціях: верхній (першій), середній (другій або пучковій), парковій (третьій). Верхня і середня гальмівні позиції розташовані на спускній частині гірки, а паркова – на кожній сортувальній колії. На верхній гальмівній позиції здійснюється інтервальне гальмування, метою якого є забезпечення необхідних інтервалів між відчепами на розділових стрілках спускної частини гірки і безпосередньо на уповільнювачах середньої (пучкової) гальмівної позиції.

На середній (пучковій) гальмівній позиції (СГП) також здійснюється інтервальне гальмування, що дозволяє виключити можливість нагону одних відчепів іншими на розділових стрілках, які розташовані за цією гальмівною позицією. При можливості СГП забезпечує, як і паркова гальмівна позиція, прицільне регулювання, тобто визначає необхідну дальність проходу відчепів до вагонів, що стоять на сортувальних коліях з допустимою швидкістю їх зіткнення.

Актуальність теми. Основним заходом, що забезпечує підвищення безпеки руху, покращення умов праці та зменшення експлуатаційних витрат на переробку вагонопотоків на сортувальних станціях є автоматизація

процесу розформування-формування составів на сортувальних гірках. Якість роботи автоматизованих систем управління розпуском визначають наступні чинники: повнота та точність урахування факторів, які впливають на процес скочування відчепів; технічні засоби реалізації керуючих впливів; технологічні принципи визначення керуючих впливів. Комплексне урахування впливу вказаних чинників на показники роботи сортувальних гірок дозволить зменшити як капітальні витрати на їх спорудження чи реконструкцію, так і експлуатаційні витрати, що пов'язані з їх функціонуванням. У зв'язку з цим тема роботи, яка спрямована на підвищення ефективності роботи сортувальних гірок на основі удосконалення методів управління розформуванням составів є актуальною проблемою для залізничного транспорту України.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є підвищення ефективності роботи технічних засобів, що забезпечують розформування-формування поїздів на сортувальних станціях за рахунок удосконалення методів управління скочуванням відчепів.

Для досягнення зазначеної мети в роботі поставлено і вирішено наступні задачі:

- виконати аналіз щодо функціонування сортувальних гірок;
- уточнити величину основного питомого опору на маршруті скочування;
- здійснити огляд впливу уточнення характеристик відчепів на умови інтервального регулювання швидкості;
- вивчити вплив уточнення характеристик відчепів на умови прицільного регулювання швидкості;
- дослідити критерій оптимізації режимів гальмування відчепів состава в умовах дії випадкових факторів

Об'єкт дослідження – процес розформування-формування составів вантажних поїздів на сортувальних гірках.

Предмет дослідження – взаємозв'язки параметрів технічного забезпечення та режимів управління швидкістю скочування відчепів з показниками функціонування сортувальних гірок.

Методи дослідження – математичні, аналітичні.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

Удосконалено метод оптимізації режимів гальмування керованих відчепів в розрахунковій групі, що на відміну від існуючих, враховує вплив випадкових факторів та дозволяє використовувати його для оперативного управління процесом скочування відчепів з гірки.

Удосконалено метод оцінки якості прицільного регулювання швидкості відчепів, який на відміну від існуючих, дозволяє отримувати його показники в умовах вимірювання ходових характеристик відчепів при їх скочуванні з гірки.

Практичне значення отриманих результатів наступне:

- Висновки і рекомендації, а також розроблені методи, моделі і алгоритми можуть бути використані для розробки програмних засобів технічного забезпечення сортувальних гірок в системах проектування, а також в автоматизованих системах управління сортувальними станціями.

- результати можуть бути використані і впроваджені на станціях залізничного вузла.

Публікації: Результати досліджень опубліковані в друкованих працях. У тому числі – статтях у збірниках наукових праць і тезах доповідей на науково-практичних конференціях.

1. ОГЛЯД ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНИХ ГІРОК

1.1 Короткі відомості щодо функціонування сортувальних гірок

Сортувальна гірка являє собою складну систему, тому в роботі задача підвищення ефективності роботи сортувальних гірок на основі удосконалення методів управління розформуванням составів розглядається на двох рівнях: перший рівень – процес скочування поодиноких відцепів, другий рівень – розформування составів, які складаються з окремих відцепів.

Умови роботи сортувальних гірок суттєво відрізняються в залежності від їх конструкції, технічного оснащення, обсягів вагопотоків. Тому при побудові моделі процесу розформування составу, необхідно виконати збір та статистичну обробку даних про існуючі умови функціонування конкретної сортувальної гірки на існуючій сортувальній станції. Так, в роботі виконано детальний аналіз функціонування сортувальних гірок трьох сортувальних станцій: О. Сорт. О. залізниці, Я. Дон. залізниці та станції Н.-В. Пр. залізниці. З метою одержання числових характеристик законів розподілу випадкових величин параметрів відцепів було виконано аналіз телеграм-натурних листів для составів, що прибувають у розформування. У результаті статистичної обробки даних для кожного состава визначено наступні характеристики: кількість вагонів у відцепі, імовірність появи різних сполучень відцепів при розпуску, кількість вагонів відповідної вагової категорії. На рис. 1.1 наведено розподіл сполучень кількості вагонів у послідовних парах відцепів. Аналізуючи данні про масу вантажу, отримані з перевізних документів, та зіставляючи їх з даними, одержаними в результаті зважування, було встановлено розбіжності між цими величинами. Гістограму розподілу розбіжності наведено на рис. 1.1. Встановлено, що дана випадкова величина має нормальний закон розподілу.

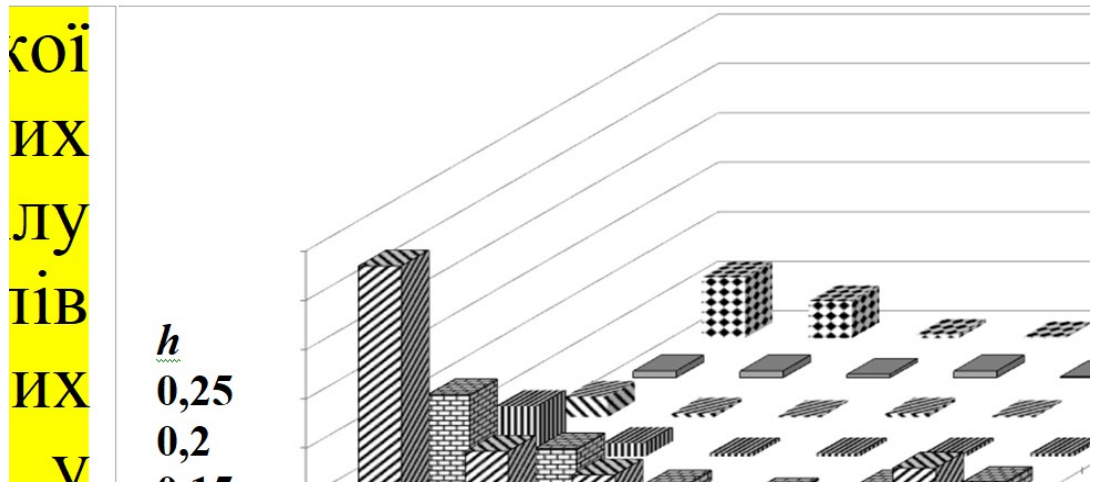


Рис. 1.1 Розподіл сполучень кількості вагонів у послідовних парах відчепів

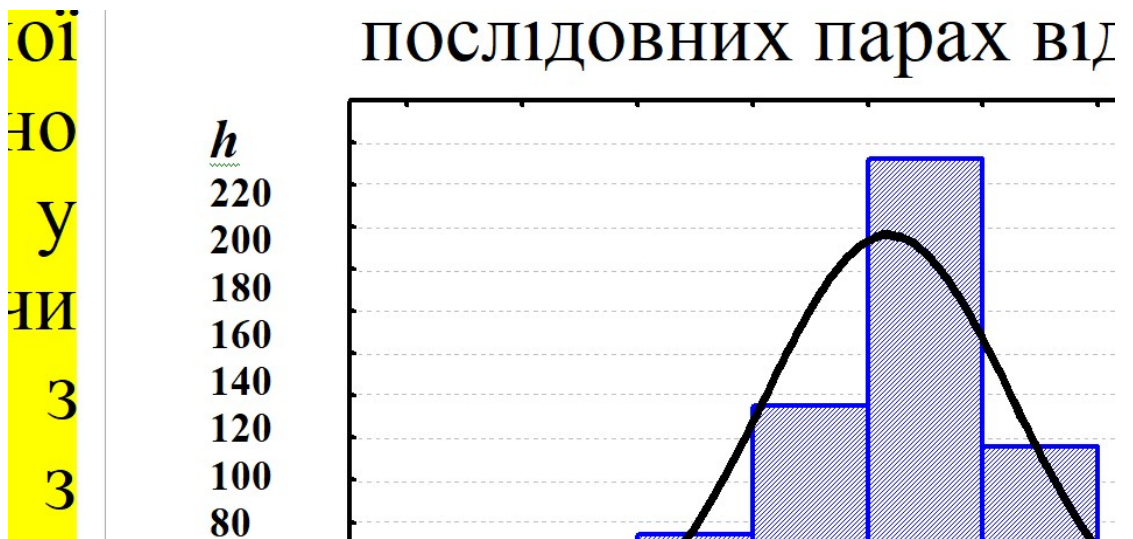


Рис. 1.2 Гістограма розподілу розбіжності величини маси вантажу

У роботах [11-17] відмічено, що на станції Н.-В. виконано натурні дослідження по визначенню швидкості та напрямку вітру на протязі скочування составів.

Практика розрахунку конструкцій на динамічну дію вітрового потоку спирається на традиційне усереднювання швидкості вітру, тому у якості інтервалу прийнято $[t_{\text{усеред}}]=3\text{с}$. На підставі обробки результатів отримано графік розподілу випадкової величини швидкості вітру $v_{\text{в}}$ на маршруті скочування відчепів, яка наведена на рис. 1.3.

скочування відчепів, яка наведена на рис.3.

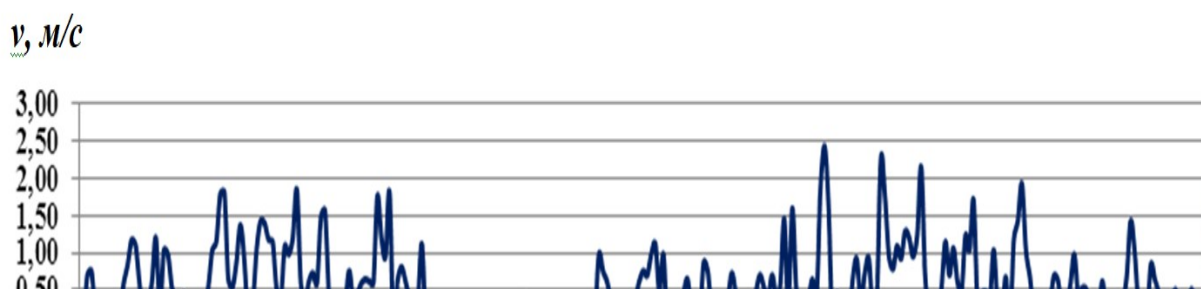


Рис. 1.3 Зміна величини швидкості вітру на маршруті скочування відчепа враховувати стохастичний характер параметрів составів та умов їх розпуску

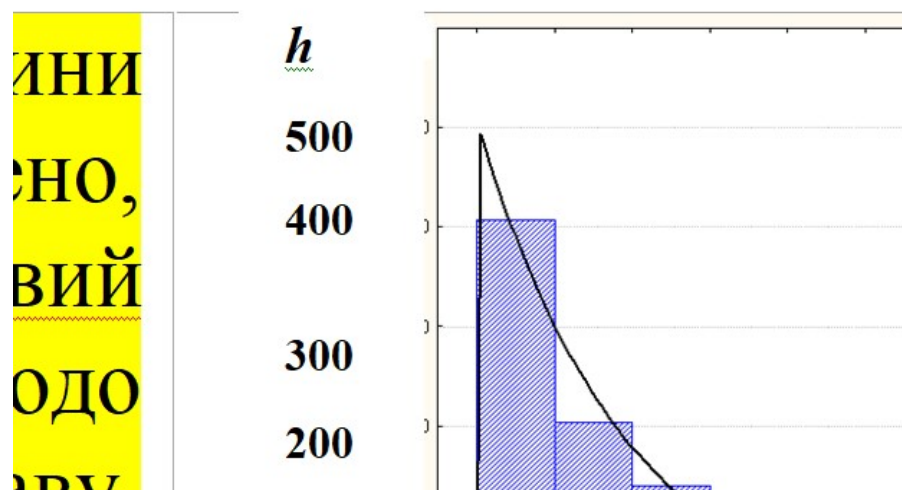


Рис. 1.4 Гістограма розподілу випадкової величини швидкості вітру

Гістограму розподілу випадкової величини швидкості вітру наведено на рис. 1.4.

Встановлено, що дана випадкова величина має показниковий закон розподілу. Також отримано відомості щодо напрямку вітру під час розформування составу. Розподіл швидкості та повторюваності вітру зображено у вигляді рози вітрів (рис. 1.5).

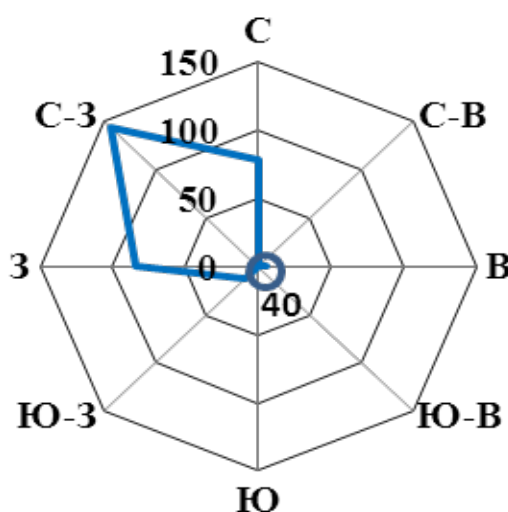


Рис. 1.5 Роза вітрів

Площа навітряної поверхні вагона є також випадковою величиною, яка залежить від конструкції вагону, вантажу, який у ньому перевозиться та способу навантаження і становить для: піввагонів – від 8 до 12м², вагонів платформ – від 4 до 17 м², критих вагонів – від 9 до 17м², вагонів-цистерн – від 10 до 15м².

Таким чином, процес розформування составів поїздів підлягає впливу великої кількості випадкових факторів. У зв'язку з цим, для вирішення задач оптимізації технології роботи сортувальних гірок необхідна розробка імітаційних моделей для ЕОМ і методів управління розпуском, які будуть враховувати стохастичний характер параметрів составів та умов їх розпуску.

1.2 Уточнення характеристик відчепа на ділянці від виходу з першої гальмівної позиції до входу на другу гальмівну позицію

Швидкість входу на другу гальмівну позицію залежить від швидкості виходу з першої гальмівної позиції, але, як показали експерименти, швидкість виходу з першої гальмівної позиції неможливо точно встановити. При вільному скочуванні відцепів основний питомий опір може викликати суттєві зміни $v_{\text{СТП}}^{\text{вх}}$ (див. рис. 1.6).

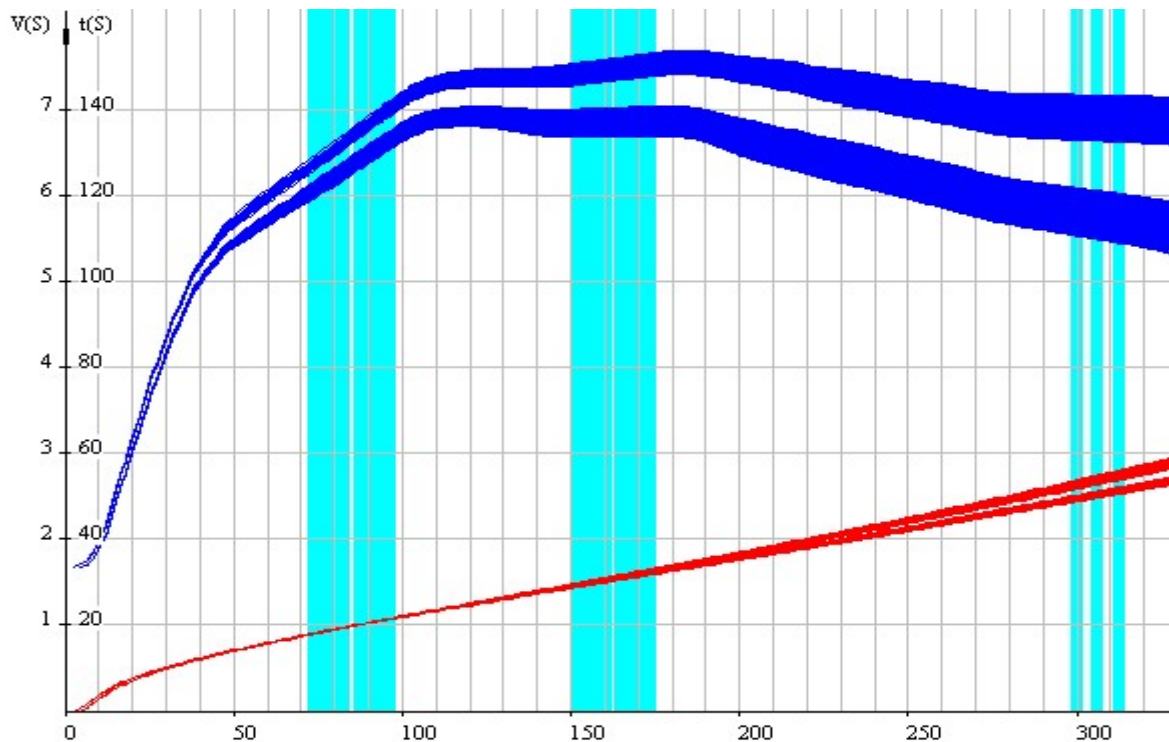


Рис. 1.6 Результати скочування відцепів середньої вагової категорії при граничних значеннях основного питомого опору руху без гальмування на ВГП

Але, по-перше, вільне скочування до СТП можливо лише для відцепів легкої вагової категорії так, як відчепи інших вагових категорій з хорошими ходовими властивостями перевищують допустимі значення швидкості входу

для уповільнювачів, що використовуються на Україні; по-друге, обмежується використання повільного режиму скочування відчепів [40], який у більшості випадків забезпечує максимальні інтервали на розділових елементах.

Для вивчення характеру розподілу випадкової величини швидкості входу відчепа на другу гальмівну позицію в умовах гальмування на ВТП виконано серію експериментів з відчепами різних вагових категорій при заданій швидкості виходу з першої гальмівної позиції.

В результаті статистичної обробки результатів експериментів встановлено, що випадкова величина швидкості входу на другу гальмівну позицію розподілена за нормальним законом.

На рис. 1.7 наведено гістограму розподілу швидкості входу на другу гальмівну позицію відчепа середньо-важкої вагової категорії.

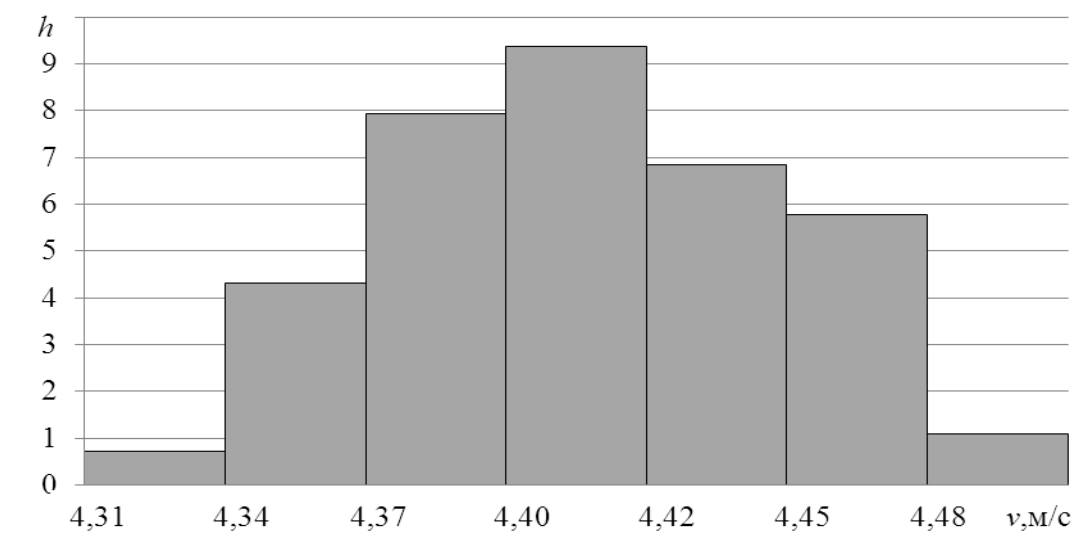


Рис. 1.7 Гістограма розподілу випадкової величини швидкості входу на другу гальмівну позицію відчепа середньо-важкої вагової категорії

Параметри розподілу випадкової величини швидкості входу на другу

гальмівну позицію в залежності від вагової категорії відчепа наведено у табл.1.1.

Таблиця 1.1

Параметри випадкової величини швидкості входу на другу гальмівну позицію для відчепів різних вагових категорій

Вагова категорія	$M[v]$	$\sigma[v]$
Л	4,17019	0,070255
ЛС	4,277991	0,060972
С	4,36056	0,050597
СТ	4,417072	0,039831
Т	4,419436	0,38452

Аналіз отриманих результатів показує, що середнє квадратичне відхилення випадкової величини $v_{СТП}^{EX}$ знаходиться у межах 0,045-0,073 м/с, тобто, визначити основний питомий опір відчепів за швидкістю їх входу на СТП також неможливо.

Для встановлення залежності тривалості скочування відчепа між виходом його з першої та входом на другу гальмівну позицію від основного питомого опору при заданій швидкості виходу з першої гальмівної позиції виконано серію експериментів.

На рис. 1.8-1.10 наведено графіки залежності тривалості скочування відчепа важкої вагової категорії між виходом його з першої та входом на другу гальмівну позицію від основного питомого опору при заданій швидкості виходу з першої гальмівної позиції.

Як видно з графіків, залежність між основним питомим опором та тривалістю скочування є лінійною, а різниця тривалості скочування всередині вагової категорії залежить від основного питомого опору і складає близько 0,2 с.

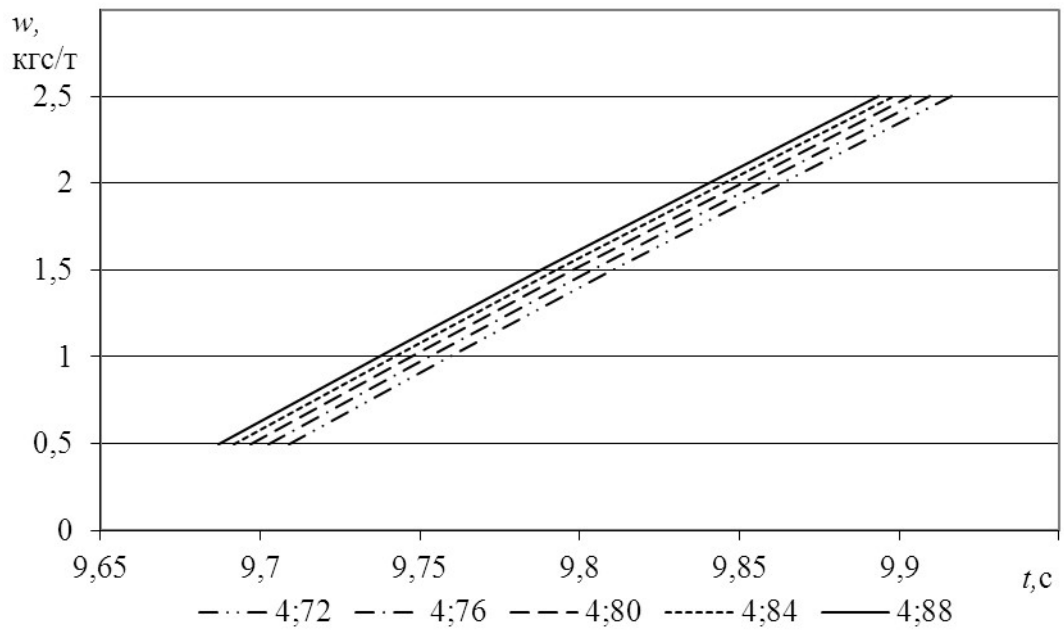


Рис. 1.8 Графік залежності тривалості скочування відчепа вагової категорії В від основного питомого опору при заданій швидкості виходу з першої гальмівної позиції 4 м/с

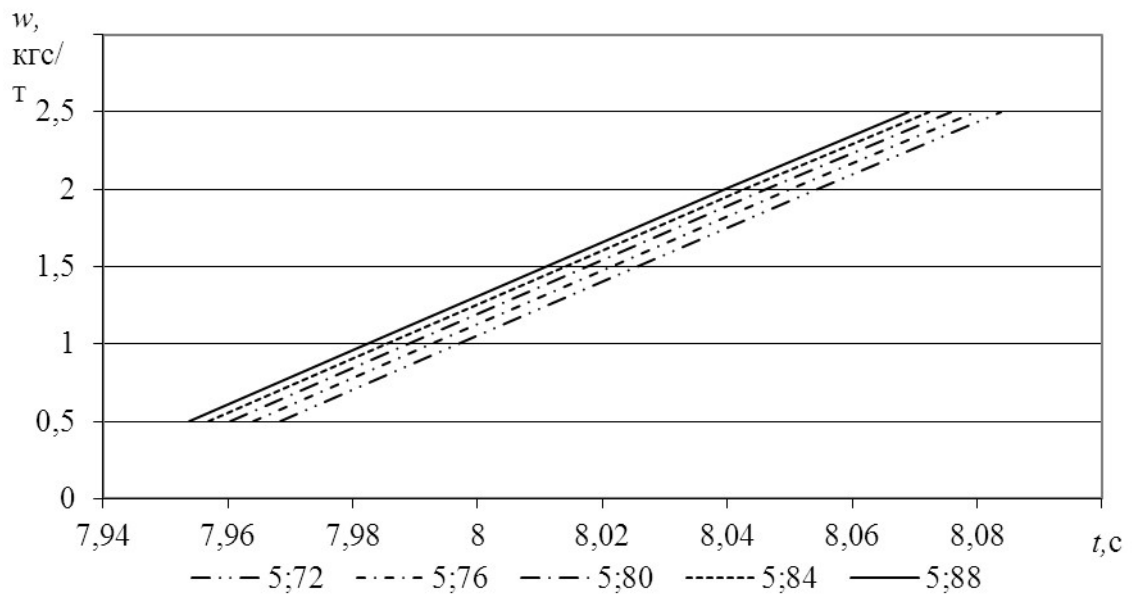


Рис. 1.9 Графік залежності тривалості скочування відчепа вагової категорії В від основного питомого опору при заданій швидкості виходу з першої гальмівної позиції 5 м/с

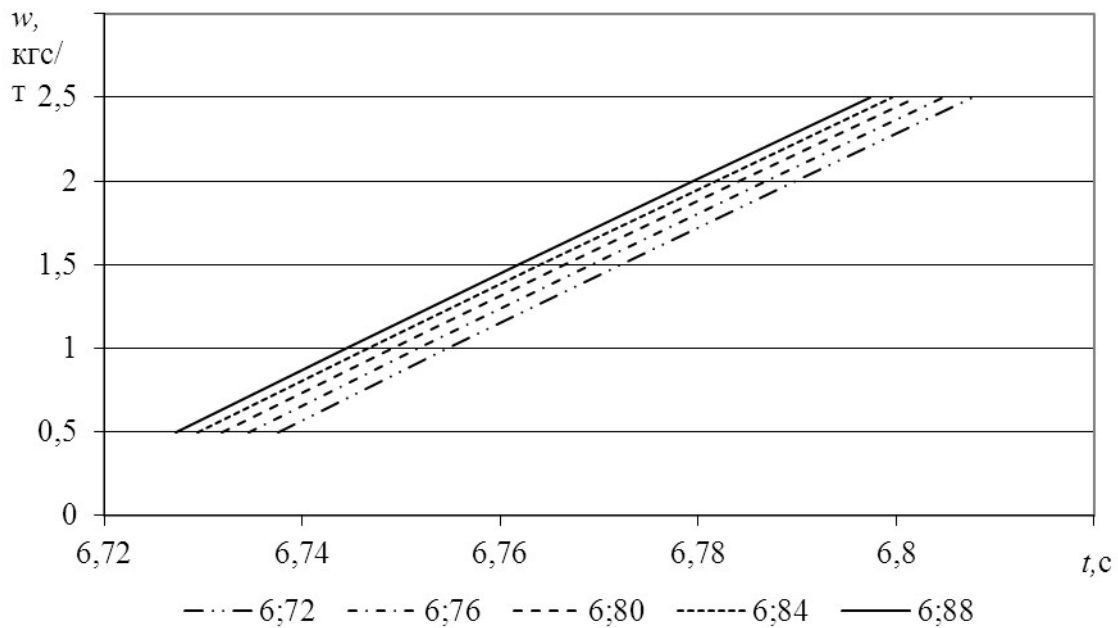


Рис. 1.10 Графік залежності тривалості скочування відчепа вагової категорії В від основного питомого опору при заданій швидкості виходу з першої гальмівної позиції 6 м/с

Враховуючи те, що швидкість виходу відчепа з першої гальмівної позиції визначається з похибкою, виконано експерименти по скочуванню відчепів з коливанням швидкості $\pm 0,05$ м/с. На рис.1.11 наведено залежності між тривалістю скочування відчепів між першою та другою гальмівною позицією та основним питомим опором.

Враховуючи те, що швидкість виходу відчепа з ВТП визначається з похибкою, виконано досліди по скочуванню відчепів з коливанням швидкості $\pm 0,05$ м/с. На рис. 1.12 наведено залежності між тривалістю скочування відчепів між першою та другою гальмівною позицією та основним питомим опором.

Як видно з графіків, похибка у визначенні швидкості виходу відчепа з першої гальмівної позиції в межах точності швидкостеміра приводить до зміни тривалості скочування 0,2 с, що аналогічно впливу основного питомого опору. Тому, можна зробити висновок, що підвищити точність регулювання

скочування відчепа за рахунок уточнення його ходових характеристик шляхом аналізу часу та швидкості скочування практично неможливо.

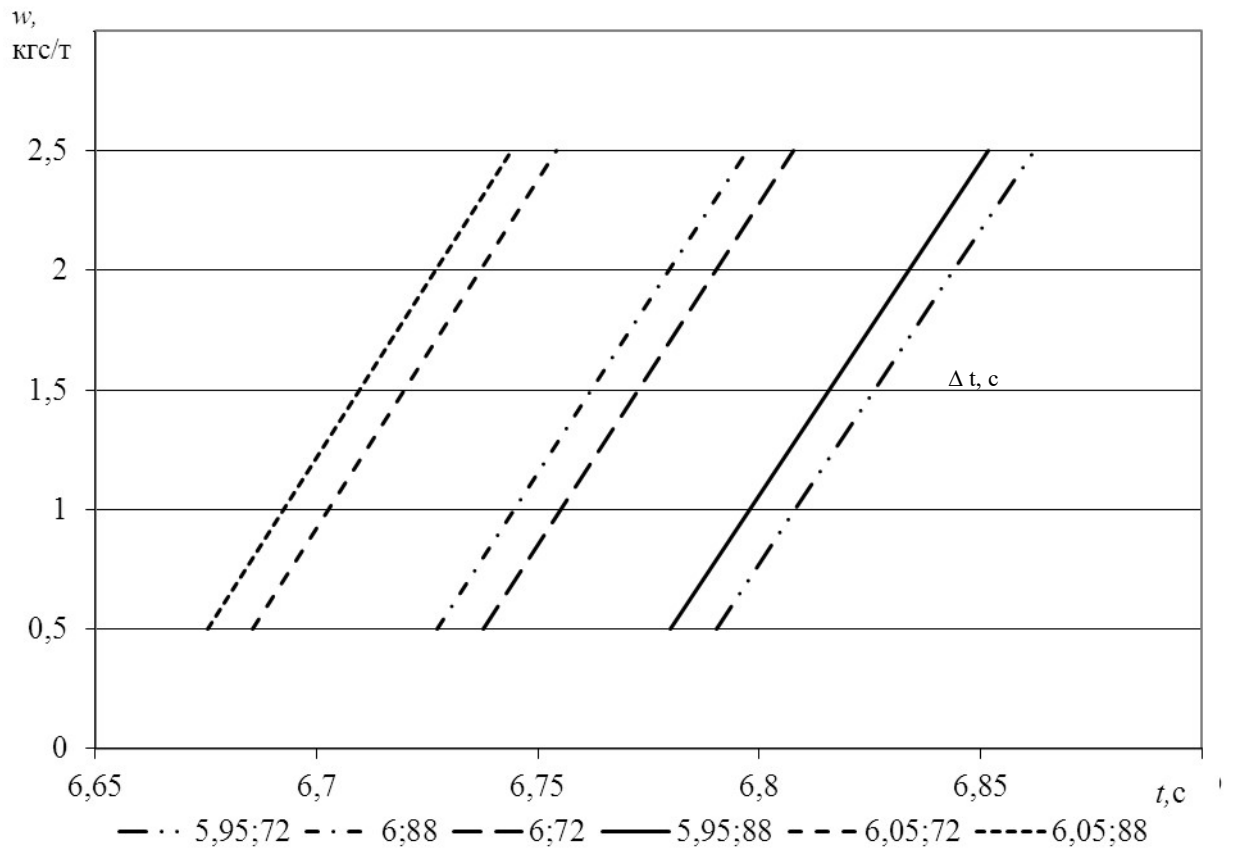


Рис. 1.11 Графіки залежності тривалості скочування відчепа важкої вагової категорії при різних швидкостях виходу з першої гальмівної позиції

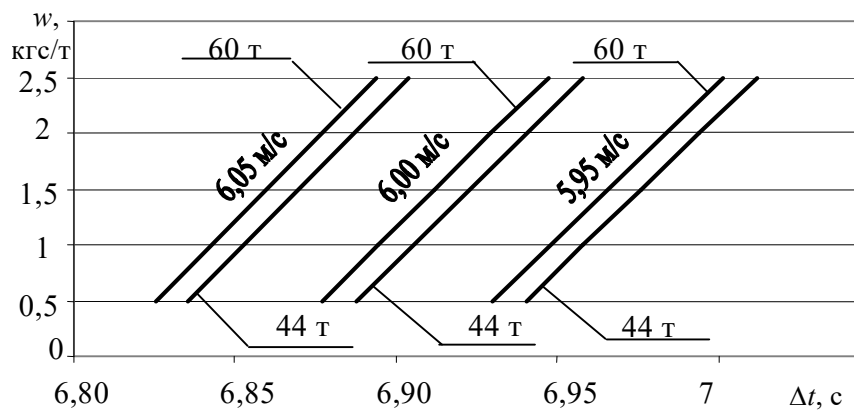


Рис. 1.12 Графіки залежності тривалості скочування відчепів на ділянці

між ВТП та СТП при різних швидкостях виходу з ВТП

Іншим методом уточнення ходових характеристик відчепів є зважування. Для дослідження впливу точності визначення ваги відчепів на тривалість їх скочування проведено серію експериментів по скочуванню відчепів в умовах, коли в межах вагової категорії маса і основний питомий опір вагонів є випадковими величинами (вага відчепа визначається за допомогою вагоміра) та коли маса відома, а основний питомий опір є випадковою величиною (маса визначається за допомогою вагонних вагів). По результатам експериментів побудовано графіки, які наведено на рис. 1.13.

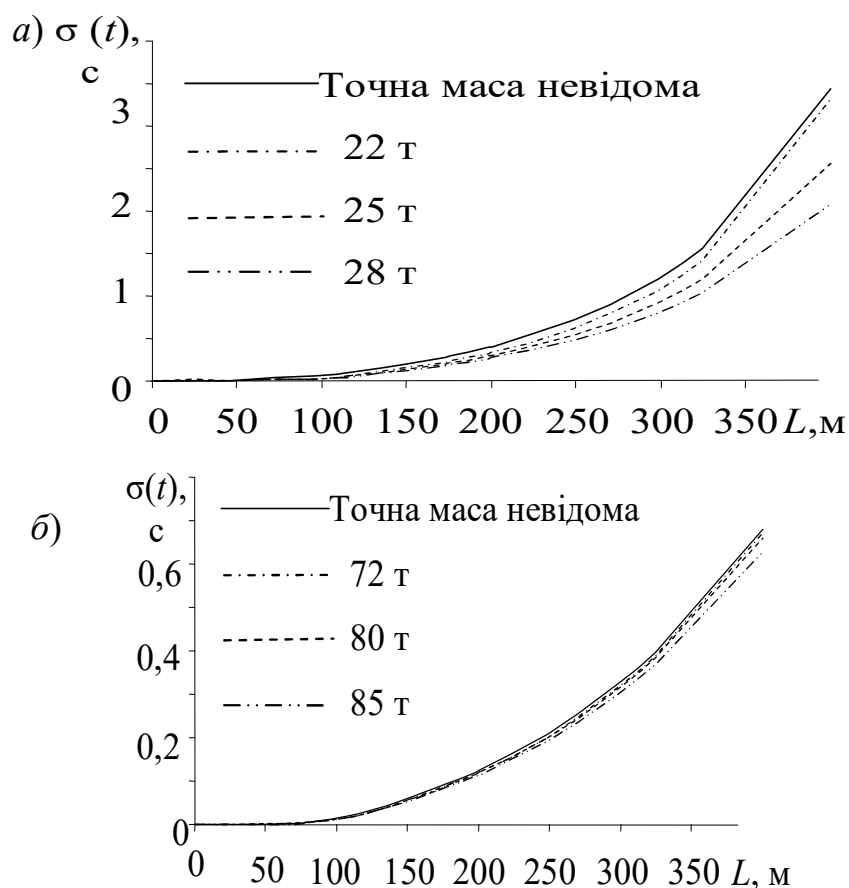


Рис. 1.13 Залежність середнього квадратичного відхилення тривалості скочування від ваги відчепа: а) категорії Л; б) категорії В.

Як показав аналіз результатів скочування, знання маси відчепа

дозволяє суттєво скоротити середнє квадратичне відхилення часу скочування для вагонів легкої та легко-середньої вагової категорії, і практично не впливає на величину середнього квадратичного відхилення часу скочування вагонів більш важких вагових категорій.

Для дослідження впливу точності визначення ваги відчепів на тривалість їх скочування проведено серію експериментів. У додатку В наведено залежність середнього квадратичного відхилення тривалості скочування від маси відчепа.

Висновки по 1 розділу

На даний час технічне оснащення сортувальних гірок, як показує проведений аналіз, є зношеним та значно застарілим. Тому для використання перероблювальної спроможності сортувальних пристроїв у повному обсязі необхідна розробка певних алгоритмів управління розформуванням складів на сортувальних гірках залізничних станцій.

процес розформування составів підлягає впливу великої кількості випадкових факторів, у зв'язку з цим, для вирішення задач оптимізації технології роботи сортувальних гірок необхідна розробка імітаційних моделей для ЕОМ і методів управління розпуском, які будуть враховувати стохастичний характер параметрів составів та умов їх розпуску.

