

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Дніпропетровський національний університет залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна

ТАРАНЕЦЬ ОЛЬГА ІГОРІВНА

УДК 656.212.5

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНИХ ГІРОК
НА ОСНОВІ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ
РОЗФОРМУВАННЯМ СОСТАВІВ**

05.22.20- Експлуатація та ремонт засобів транспорту

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ 2013

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі «Управління експлуатаційною роботою» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України

Науковий керівник:

доктор технічних наук, доцент **Козаченко Дмитро Миколайович**, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, начальник науково-дослідної частини, завідувач кафедри управління експлуатаційною роботою.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, доцент Огар Олександр Миколайович, Українська державна академія залізничного транспорту МОМолодьспорту України, завідувач кафедри залізничних станцій та вузлів

кандидат технічних наук, доцент Роговий Андрій Сергійович, Східноукраїнський національний університет імені В. Даля МОМолодьспорту України, доцент кафедри організації перевезень і управління на залізничному транспорті

Захист відбудеться «18» квітня 2013 р. о 12³⁰ на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.820.02 при Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна за адресою: 49010, м. Дніпропетровськ, вул. Лазаряна, 2, к. 314, зал засідань

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна за адресою: 49010, м. Дніпропетровськ, вул. Акад. Лазаряна, 2,

Автореферат розісланий «__» _____ 2013 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,

д.т.н., професор

І.В. Жуковицький

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. 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.

Зв'язок теми з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана у відповідності з пріоритетними напрямками розвитку залізничної галузі, які визначені у Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року (розпорядження Кабінету Міністрів України від 16.12.2009 №1555-р), а також пов'язана з НДР, що виконані Дніпропетровським національним університетом залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна «Удосконалення методики оперативного управління сортувальним процесом на станціях» (№ДР0108U000642), «Расчет динамики и стабильности подвижного состава во время торможения вагонов на замедлителях, устанавливаемых на станции Вайдотай (Литва) третьей (парковой) тормозной позиции в кривых радиусом 200 м» (№ДР 0107U011636), «Определение тормозной мощности и времени срабатывания исследовательского образца замедлителя УВСК ТЗ, установленного на восточной сортировочной горке станции Ясиноватая Донецкой железной дороги» (№ ДР 0109U002987). В усіх цих роботах автор був виконавцем.

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

Поставлена мета досягається в результаті розв'язання наступних **задач дослідження**:

- визначення статистичних характеристик вагонопотоків, що переробляються на сортувальних станціях України і умов розформування составів вантажних поїздів;
- розробка імітаційної моделі скочування відчепів з гірки, в якій опори руху розглядаються як випадкові функції;
- дослідження впливу різних факторів на величину середнього квадратичного відхилення часу скочування;

- дослідження впливу точності інформації про характеристики відчепів на умови інтервального та прицільного регулювання швидкості скочування відчепів; удосконалення методів вибору режимів управління швидкістю скочування відчепів при їх випадкових характеристиках;

- удосконалення конструкції сортувальних гірок для експлуатації в умовах автоматизації.

Об'єктом дослідження є 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: математична статистика для дослідження характеристик вагонопотоків; чисельні методи рішення диференціальних рівнянь для розробки імітаційної моделі скочування відчепів з гірки, в якій опори руху розглядаються як випадкові функції; математична статистика, планування факторних експериментів, імітаційне моделювання для дослідження впливу різних факторів на величину середнього квадратичного відхилення часу скочування та дослідження впливу точності інформації про характеристики відчепів на умови інтервального і прицільного регулювання швидкості скочування відчепів; методи оптимізації для удосконалення методів вибору режимів управління швидкістю скочування відчепів при їх випадкових характеристиках; математична статистика, імітаційне моделювання, теорія гіркових процесів, математичне моделювання для удосконалення конструкцій гіркових горловин.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в розв'язанні наступних задач:

1. Вперше отримано статистичні залежності показників якості інтервального та прицільного регулювання швидкості скочування відчепів від параметрів відчепів та умов їх скочування, що дає змогу визначити вимоги до систем оцінки характеристик відчепів на сортувальних гірках.

2. 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.

3. 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.

4. Отримала подальший розвитку удосконалена імітаційна модель скочування відчепів з гірки, в якій, на відміну від існуючих, опори руху розглядаються як випадкові функції, що дозволяє враховувати вплив випадкових характеристик відчепів і умов скочування на час та швидкість руху відчепів.

Практичне значення отриманих результатів. Запропоновані методи та моделі, реалізовані у вигляді програмного комплексу для ЕОМ «Скатывание

одиначного отцепа» (свідоцтво про реєстрацію авторських прав на твір № 30170).

Результати роботи використані: для удосконалення роботи станції Нижньодніпровськ-Вузол Придніпровської залізниці; в навчальному процесі при підготовці спеціалістів та магістрів спеціальності 6.07010102 «Організація перевезень та управління на залізничному транспорті» ДНУЗТ в дисципліні «Управління експлуатаційною роботою та якість перевезень». Акти практичного впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами, що наведені у додатках до дисертації.

Наукові положення, висновки і рекомендації, а також розроблені методи, моделі і алгоритми можуть бути використані для розробки програмних засобів техніко-економічної оцінки конструкцій та технічного забезпечення сортувальних гірок в системах проектування, а також в автоматизованих системах управління сортувальними станціями.

Особистий внесок здобувача. Всі результати теоретичних та експериментальних досліджень, які наведені у роботі, отримані автором самостійно. Статті [1] та [2] опубліковані без співавторів. В роботах, опублікованих у співавторстві, особистий внесок автора полягає у наступному. В статті [3] виконано дослідження статистичних параметрів вагонопотоків, що прибувають у розформування. В статті [4] виконано дослідження процесу скочування відчепів в умовах дії випадкових факторів та визначені характеристики розподілу випадкової величини часу скочування. В статті [5] виконано дослідження можливості уточнення характеристик відчепів на підставі вимірювання їх швидкості, тривалості скочування та маси під час проходження контрольних точок. В статті [6] досліджено вплив випадкових факторів на умови прицільного регулювання.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались та були схвалені на 67, 68, 69, 70, 71 та 72 міжнародних науково-практичних конференціях «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 рр.); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології» (Київ, 2008 р.); VII та VIII міжнародних наукових конференціях «Проблеми економіки транспорту» (Дніпропетровськ, 2008, 2009, 2010 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні інформаційні технології на транспорті в промисловості та освіті» (Дніпропетровськ, 2008, 2009 рр.); Третьей Международной научно-практической конференции «Проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте» (Судак, 2008 р.); Всероссийской научно-технической конференции: «Транспорт, наука, бизнес: проблемы и стратегия развития» (Екатеринбург, 2008 р.); 1, 2, 3 Международной научно-практической конференции «Интеграция Украины в международную транспортную систему» (Днепропетровск, 2009, 2010, 2011 рр.); Десятой научно-практической конференции «Безопасность движения поездов» (Москва, 2009,

2010, 2011 рр.);¹ Международной научно-практической конференции «Энергосбережение на железнодорожном транспорте» (Мисхор, 2010 р.); на наукових семінарах кафедри УЕР 2008-2012 рр.

У повному обсязі дисертація доповідалася и була схвалена у Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна на міжкафедральному науковому семінарі (2012 р.).

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 6 наукових статей у фахових виданнях, затверджених ВАКУкраїни та 29 тез доповідей на міжнародних наукових та науково-практичних конференціях.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, 6 додатків та списку використаних джерел. Повний обсяг роботи становить 150 сторінок; з них основний текст на 110 сторінках, 21 рисунок та 5 таблиць на 13 сторінках, список використаних джерел зі 101 найменування на 11 сторінках, додатки на 16 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Увступ і обґрунтована актуальність проблеми, сформульовані мета і задачі досліджень, відображені наукова новизна, практичне значення одержаних результатів та особистий внесок автора, наведено відомості про апробацію та публікацію результатів досліджень.

Впершому розділі виконано аналіз проблеми підвищення ефективності розформування составів на сортувальних гірках в сучасних умовах.

Значний внесок по удосконаленню методів управління розформуванням составів внесли вчені: Бессоненко С.А., Берестов І.В., Бобровський В.І., Божко М.П., Бутко Т.В., Буянов В.О., Буянова В.К., Бикадоров А.В., Вашурін Л.А., Жуковицький І.В., Єфіменко Ю.І., Козаченко Д.М., Кудряшов А.В., Модін М.К., Муха Ю.О., Нагорний Є.В., Негрей В.Я., Нікітін В.Д., Образцов В.М., Огар О.М., Павлов В.Є., Павловський О.І., Скабалланович Т.І., Сотніков І.Б., Тішков Л.Б., Торопов Б.І., Устенко А.Б., Федотов М.І., Фонарев Н.М., Шабалін Н.Н., Шафіт Є.М., Шиш В.О., Ющенко М.Р. та ін.

На теперішній час розроблена значна кількість математичних моделей та методів для аналізу плану та профілю сортувальних гірок, визначення їх переробної спроможності, дослідження роботи окремих технічних засобів. В той же час, проблема визначення взаємозв'язків технічного забезпечення сортувального процесу та режимів управління швидкістю скочування відцепів з показниками функціонування сортувальних гірок вивчена недостатньо і вимагає подальших досліджень з метою підвищення ефективності роботи сортувальних гірок на основі удосконалення методів управління розформуванням составів.

Як і для будь-якого технічного засобу кількісним відображенням властивостей гірки є комплекс її технічних параметрів. В якості таких параметрів виступають довжини та ухили елементів профілю, радіуси та кути повороту кривих, геометричні розміри стрілочних переводів, розміри та потужність гальмових уповільнювачів, швидкість переводу стрілок, загальмовування та розгальмовування уповільнювачів, точності пристроїв збору інформації про умови розпуску і т.д. Загальна оцінка ефективності

функціонування сортувальних гірок та систем їх управління здійснюється за допомогою таких показників, як середня швидкість розпуску; імовірність перевищення встановленої ПТЕ швидкості підходу відчепів до вагонів на сортувальних коліях, середня довжина вікна, що припадає на один розформований вагон, імовірність не розділення відчепів. При цьому виникає задача визначення взаємозв'язків між технічними параметрами гірки та показниками ефективності її функціонування. Складність визначення вказаних взаємозв'язків пов'язана з тим, що показники функціонування гірки суттєво залежать від точності інформації про ходові характеристики відчепів та методів вибору режимів регулювання швидкості їх скочування. Дослідження вказаних процесів і залежностей вимагає удосконалення існуючих математичних моделей розформування-формування составів з метою врахування стохастичного характеру сортувального процесу.

На підставі виконаного аналітичного огляду сформульована мета дослідження, що полягає у підвищенні ефективності роботи сортувальних гірок на основі удосконалення методів управління розформуванням составів і загальний методологічний підхід до її розв'язання.

В другому розділі представлена структура дослідження, визначено основні задачі дослідження, порядок та методи їх розв'язання, виконано дослідження характеристик вагонопотоків, що переробляються на сортувальних станціях України і умов розформування составів вантажних поїздів.

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

Умови роботи сортувальних гірок суттєво відрізняються в залежності від їх конструкції, технічного оснащення, обсягів вагонопотоків. 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 дисертаційній роботі виконано детальний аналіз функціонування сортувальних гірок трьох сортувальних станцій: Одеса Сортувальна Одеської залізниці, Ясинувата Донецької залізниці та станції

Нижньодніпровськ-Вузол Придніпровської залізниці. З метою одержання числових характеристик законів розподілу випадкових величин параметрів відчепів 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 відчепі, імовірність появи різних сполучень відчепів при розпуску, кількість вагонів відповідної вагової категорії. На рис.1. наведено

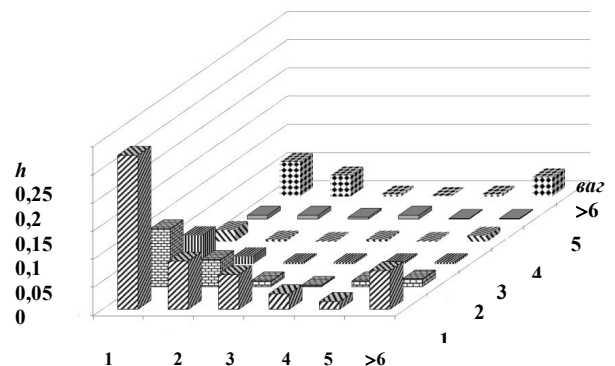


Рисунок 1 - Гістограма розподілу сполучень кількості вагонів у послідовних парах відчепів

розподіл сполучень кількості вагонів у послідовних парах відчепів. 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.2. Встановлено, що дана випадкова величина

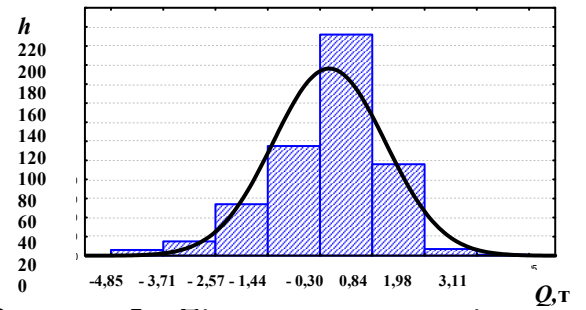


Рисунок 2 - Гістограма розподілу розбіжності величини маси вантажу

має нормальний закон розподілу.

На станції Нижньодніпровськ-Вузол 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 $[t_{\text{усеред}}]=3\text{с}$. Напідставі обробки результатів отримано графік розподілу випадкової величини швидкості вітру v_v на маршруті скочування відчепів, яка наведена на рис.3.

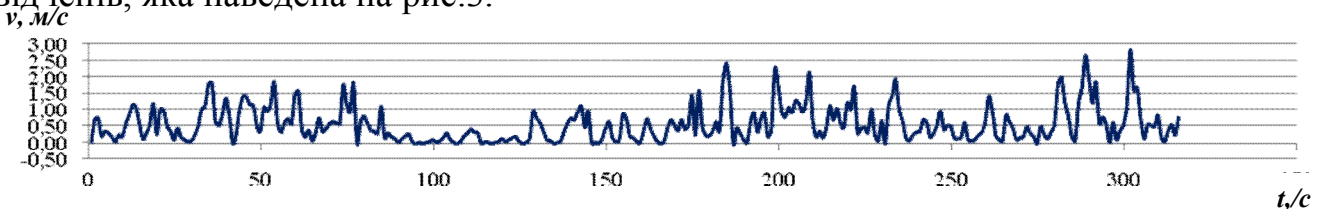


Рисунок 3 - Зміна величини швидкості вітру на маршруті скочування відчепа

Гістограму розподілу випадкової величини швидкості вітру наведено на рис.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.5).

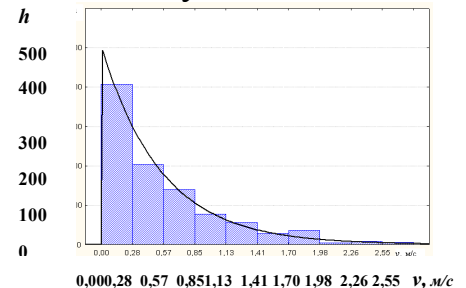


Рисунок 4- Гістограма розподілу випадкової величини швидкості вітру

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 12 м², вагонів платформ – від 4 до 17 м², критих вагонів – від 9 до 17 м², вагонів-цистерн – від 10 до 15 м². 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.

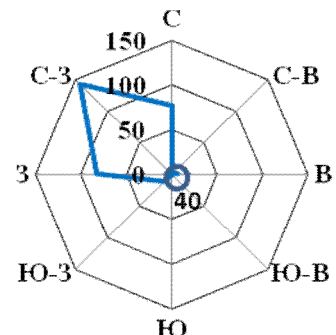


Рисунок 5- Роза вітрів

В третьому розділі удосконалено імітаційну модель скочування відчепів з гірки, в якій, на відміну від існуючих, опори руху розглядаються як випадкові функції, що дозволяє враховувати вплив випадкових характеристик відчепів і умов скочування на час та швидкість руху відчепів.

При вирішенні задачі підвищення ефективності роботи технічних засобів, що забезпечують розформування-формування поїздів на сортувальних гірках виникає необхідність техніко-економічної оцінки проектних рішень конструкцій сортувальних гірок. Відповідно до Правил та норм проектування сортувальних пристроїв, варіанти конструкції сортувальних гірок, їх колійний розвиток та обладнання для виконання прогресивного процесу переробки вагонів повинні бути оцінені за допомогою моделювання процесу розформування потоку составів на ЕОМ.

Однак, у сучасних умовах виконується лише перевірка плану та поздовжнього профілю сортувальної гірки, яка ґрунтується на результатах імітаційного моделювання скочування відчепів розрахункової групи. Подібна методика дозволяє визначати тільки роботоспроможність гірки і не дозволяє розраховувати техніко-експлуатаційні та техніко-економічні показники, які необхідні для пошуку її оптимальних параметрів.

Для дослідження процесу розпуску составів в умовах дії випадкових факторів удосконалено базову модель скочування відчепів з гірки.

В моделі основний питомий опір руху вагонів моделюється за допомогою виразу:

$$w_0(t) = \bar{w}_0 + \sum_{i=1}^{\tau} \left(\frac{A_i \cos 2\pi t i}{\tau} + \frac{B_i \sin 2\pi t i}{\tau} \right), \quad (1)$$

де $\bar{w}_0$ – математичне очікування величини опору руху, Н/кН; A_i, B_i – коефіцієнти ряду Фур'є; τ – частота i -ї гармоніки; τ – тривалість вимірювання, с.

Випадкова величина на маршруті скочування відчепа моделюється за допомогою виразу:

$$, \quad (2)$$

де c – приведений коефіцієнт повітряного опору; v – відносна результуюча швидкість відчепа та вітру, м/с, що визначається за формулою:

$$, \quad (3)$$

де v – швидкість скочування відчепа, м/с; β – кут між напрямком вітру та віссю ділянки колії, по якій рухається відчеп; v_v – швидкість вітру на маршруті скочування відчепа, м/с.

Швидкість вітру на маршруті скочування відчепа моделюється за допомогою виразу:

$$, \quad (4)$$

де $\bar{v}$ – математичне очікування величини швидкості вітру, м/с.

Напрямок вітру в моделі моделюється за допомогою наступного виразу:

$$\alpha(t) = \bar{\alpha} + \sum_{i=1}^{\tau} \left(\frac{A_i \cos 2\pi t i}{\tau} + \frac{B_i \sin 2\pi t i}{\tau} \right), \quad (5)$$

де $\bar{\alpha}$ – математичне очікування кута напрямку вітру, град.

У дисертаційній роботі розглянуті різні методи визначення маси, а також виконано дослідження випадкової величини масивагона. У окремому досліді значення цієї випадкової величини може бути промодельоване за допомогою виразу:

$$Q_B = M[Q] + \sigma[Q] \cdot z, \quad (6)$$

де $M[Q]$ – математичне очікування випадкової величини маси відчепа, т; $\sigma[Q]$ – величина розходження маси вантажу вказаної у перевізних документах та маси вантажу після переваження.

Математичні очікування випадкових величин опору руху $\overline{W_0}$, $\overline{W_T}$ моделюються відповідно до діючих Правил та норм проектування сортувальних пристроїв.

Запропоновані методи та моделі, реалізовано у вигляді програмного комплексу для ЕОМ «Скатывание одиночного отцепа».

Зважаючи на те, що більшість характеристик відчепів та умов скочування є випадковими величинами, швидкість $v(s)$ та час $t(s)$ руху відчепів є також випадковими величинами. На рис.6 наведено гістограми розподілу випадкових величин часу та швидкості руху відчепів.

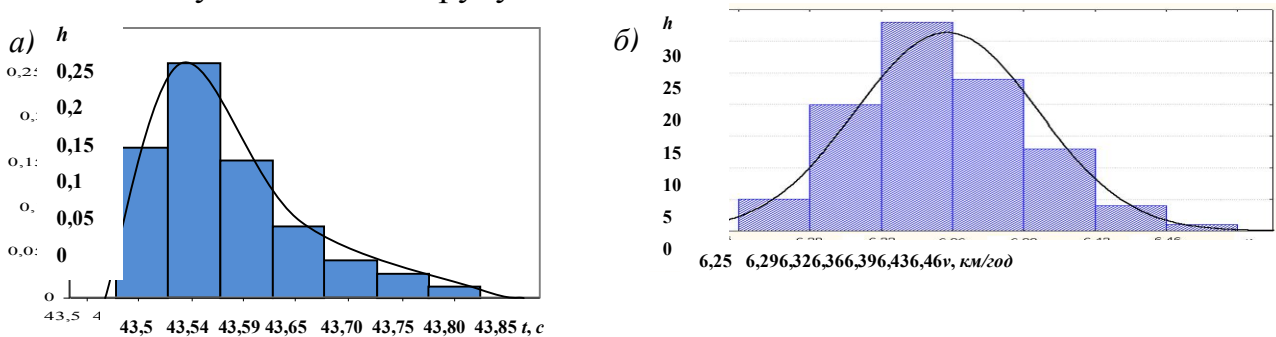


Рисунок 6- Гістограми розподілу випадкових величин: а) часу та б) швидкості скочування відчепа

Для дослідження впливу різних факторів на величину середнього квадратичного відхилення часу скочування відчепа до визначеної точки за допомогою імітаційної моделі виконано серію експериментів з використанням плану 3^3 . При цьому, в якості факторів обрано: вагова категорія відчепа (γ_1), кількість вагонів у відчепі (γ_2), довжина шляху скочування (γ_3), як відгук обрано середню величину вікна. Після обробки результатів експериментів отримано поліноміальну модель

$$\sigma_t = 0,090 - 0,028\gamma_1 - 0,033\gamma_2 + 0,074\gamma_3 + 0,013\gamma_1\gamma_2 - 0,023\gamma_1\gamma_3 - 0,033\gamma_2\gamma_3 - 0,007\gamma_1^2 + 0,018\gamma_2^2 + 0,011\gamma_3^2 + 0,013\gamma_{123}. \quad (7)$$

Аналіз цієї моделі показав, що основним фактором, від якого залежить величина середнього квадратичного відхилення часу руху, є довжина шляху скочування відчепа L .

Визначення довірчих інтервалів часу і швидкості скочування значно ускладнюється при скочуванні відчепа в умовах з гальмуванням. Середнє квадратичне відхилення швидкості та часу скочування відчепів $\sigma(t)$ суттєво залежить від швидкості руху відчепів по спускній частині гірки, а відповідно від режимів гальмування відчепів. На рис. 7 наведено залежність середнього квадратичного відхилення часу скочування відчепа вагової категорії В від

моменту відриву домоменту входу на ізольовану ділянку стрілки 5 в залежності від швидкості

виходу з верхньої гальмової позиції (ВГП). Таким чином, використання граничних значень потужності уповільнювачів при регулюванні швидкості відчепів призводить до суттєвого збільшення середнього квадратичного відхилення швидкості їх виходу з гальмових позицій, що потрібно враховувати при виборі режимів гальмування.

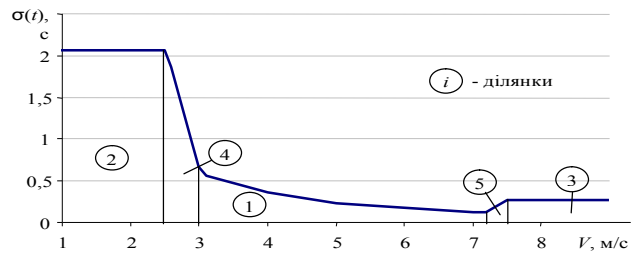


Рисунок - 73 Міна середнього квадратичного відхилення часу скочування відчепа до входу на ізольовану ділянку стрілки 5 в залежності від швидкості виходу з ВГП гальмової позиції

Розроблені імітаційні моделі та програмні засоби дозволяють порівнювати варіанти конструкції сортувальних гірок, оцінювати ефективність їх технічного оснащення та алгоритмів управління систем АРС, що проектується при автоматизації сортувальних гірок, а також вирішувати різноманітні оптимізаційні задачі.

В четвертому розділі виконано дослідження методів підвищення точності інформації про характеристики відчепів та оцінку впливу цієї інформації на показники інтервального прицільного регулювання швидкості.

Невизначеність параметрів відчепів та умов їх скочування призводить до коливання часу та швидкості скочування відчепів, що зменшує величину інтервалів між ними на розділових елементах. Для більш якісного вирішення питання впливу характеристик відчепів, їх необхідно встановлювати експериментальним шляхом.

Уточнення характеристик відчепів можливе на підставі аналізу їх швидкості у контрольних точках та часу проходження контрольних ділянок. При цьому величина опору руху відчепів визначається опосередковано з наступного виразу:

(8)

де v_k , v_n – відповідно швидкість у кінцевій та початковій точках контрольної ділянки, м/с; l – довжина контрольної ділянки, м; g – прискорення сили тяжіння, м/с².

Розподіл часток опорів руху відчепа на спускній частині гірки та на сортувальних коліях для відчепаважкої категорії (В) наведено на рис.8.

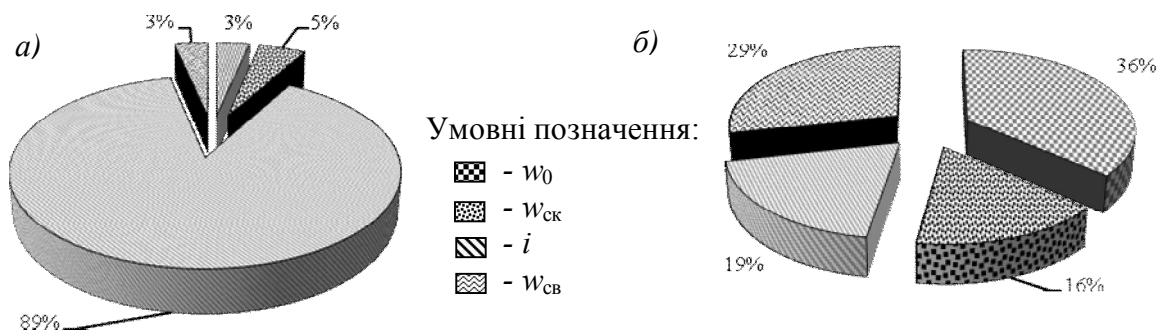


Рисунок8 - Розподіл часток величин опорів руху відчепа категорії В: а) на спускній частині; б) на сортувальних коліях.

Зміну величини частки опору від середовища та вітру на маршруті скочування для відчепа легкої категорії (Л) та величини частки основного питомого опору для відцепів Л та важкої В категорій наведено на рис.9 та 10 відповідно.

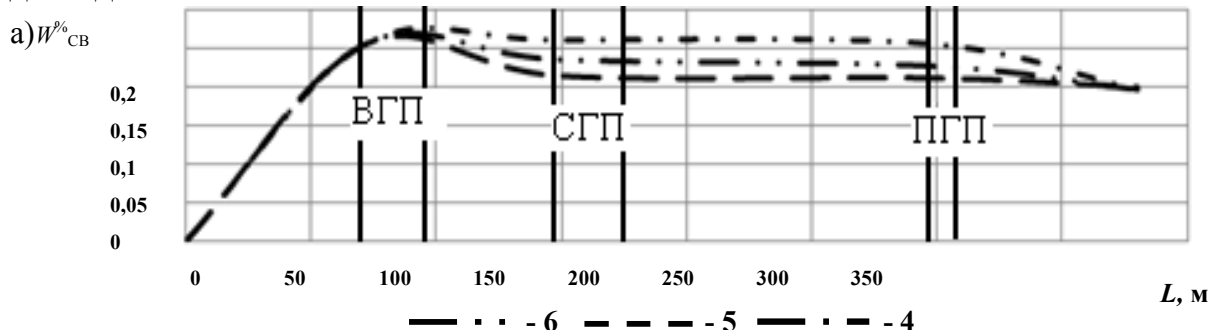


Рисунок9 -Зміна величини частки опору від середовища та вітру на маршруті скочування

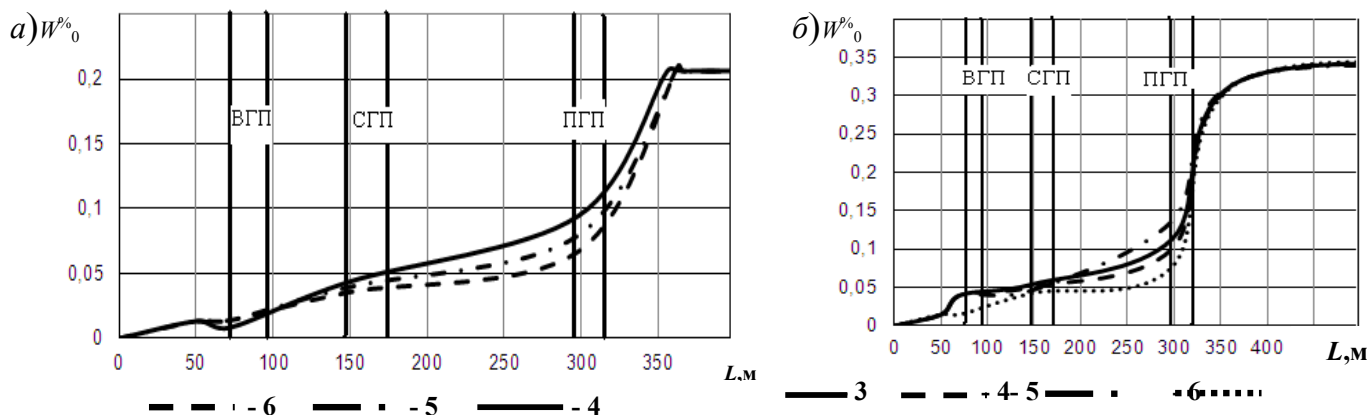


Рисунок10 -Зміна величини частки основного питомого опору для відцепів а) Л та б) В категорій

Загальна похибка вимірювання основного питомого опору визначається за допомогою виразу:

$$\delta w_{\text{в}} = \sqrt{(\delta i)^2 + (\delta w_{\text{ск}})^2 + (\delta w_{\text{св}})^2 + \left(\left(\frac{\delta v_{\text{к}}}{v_{\text{к}}} + \frac{\delta v_{\text{п}}}{v_{\text{п}}} \right) + \sqrt{\left(\frac{\delta g}{g} \right)^2 + \left(\frac{\delta l}{l} \right)^2} \right)^2}, \quad (9)$$

де δi - похибка вимірювання величини ухилу; $\delta w_{\text{ск}}$ - похибка

вимірювання питомого опору стрілок та кривих; $\delta w_{\text{св}}$ - похибка вимірювання опору середовища та вітру; $\delta v_{\text{к}}$ - похибка вимірювання швидкості руху в кінці ділянки; $\delta v_{\text{п}}$ - похибка вимірювання швидкості руху на початку ділянки; δg - похибка вимірювання прискорення сили тяжіння з урахуванням інерції частин вагону, що обертаються; δl - похибка вимірювання довжини ділянки.

Для дослідження впливу різних факторів на умови інтервального регулювання швидкості скочування відцепів виконано серію імітаційних експериментів з використанням плану 2^3 . При цьому, в якості факторів обрано: середнє квадратичне відхилення величини маси відцепів (m_1), середнє квадратичне відхилення величини основного питомого

опору руху(φ_2), середнє квадратичне відхилення величини швидкості виходу відчепа із другої гальмової позиції(φ_3), функцією відгуку при цьому обрано середнє квадратичне відхилення величини інтервалу між відчепами. Після обробки результатів експериментів отримано поліноміальну модель

$$\sigma_{\tau} = 0,299 + 0,013\varphi_1 + 0,038\varphi_2 + 0,121\varphi_3 - 0,004\varphi_1\varphi_2 - 0,008\varphi_1\varphi_3 - 0,01\varphi_2\varphi_3 + 0,004\varphi_1\varphi_2\varphi_3, \quad (10)$$

Аналіз цього рівняння показав, що основним фактором, який впливає на середньоквадратичне відхилення величини інтервалу між відчепами є середньоквадратичне відхилення величини швидкості виходу відчепа із СГП.

Таким чином, для вирішення задач інтервального регулювання необхідна розробка заходів, спрямованих на удосконалення управління роботою гальмових позицій спускної частини гірки, та удосконалення методів вибору режимів гальмування у стохастичних умовах.

Для дослідження впливу різних факторів на умови прицільного регулювання швидкості скочування відчепів виконано серію імітаційних експериментів з використанням плану 2^5 . При цьому, якості факторів обрано: відстань до точки прицілювання(z_1), середнє квадратичне відхилення величини основного питомого опору руху (z_2), середнє квадратичне відхилення величини маси відчепів(z_3), середнє квадратичне відхилення величини швидкості виходу відчепа із паркової гальмової позиції (ППП)(z_4), та кількість вагонів у відчепі(z_5), як відгук, обрано середню величину вікна.

По результатам експериментів отримано наступні поліноміальні моделі

$$\begin{aligned} \overline{l_{\text{Вік}}^{\text{a}}} = & 22,307 + 14,167x_1 + 6,960x_2 + 3,470x_3 + 6,704x_4 - \\ & - 5,658x_5 + 6,305x_1x_2 + 3,343x_1x_3 - 4,247x_1x_5 - 3,615x_2x_3 + \\ & + 4,126x_3x_4 - 3,704x_1x_2x_3 + 3,956x_1x_3x_4 \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \overline{l_{\text{Вік}}^{\text{a}}} = & 15,578 + 7,094z_1 + 2,890z_2 + 2,904z_3 + 6,061z_4 - 4,394z_5 + \\ & + 5,999z_1z_2 + 2,000z_1z_3 - 2,173z_1z_4 - 2,512z_2z_4 + 2,248z_3z_4 - \end{aligned}$$

$$-2,022z_1z_2z_3 + 2,674z_1z_4z_5, \quad (12)$$

Аналіз цих моделей показав, що суттєвим фактором, який впливає на середню величину вікна, є середнє квадратичне відхилення величини основного питомого опору.

Наявність системи уточнення характеристик відчепів та значна кількість багатовагонних відчепів теоретично дозволяють покращити та наблизити результати прицільного гальмування швидкості відчепів до умов гальмування відчепів з відомими характеристиками.

У п'ятому розділі удосконалено ітераційний метод оптимізації режимів гальмування, що дозволяє використовувати його для оперативного управління процесом скочування відчепів з гірки в умовах дії випадкових факторів.

Оптимальне управління розпуском потребує визначення таких режимів гальмування відчепів при яких буде забезпечено найкращі умови їх поділу на стрілками, та допустима швидкість прямування одного відчепа до іншого на

сортувальних коліях. Тобто, задача визначення оптимальних режимів гальмування відцепів є достатньо актуальною.

В якості основного методу, який використовується для оптимізації режимів гальмування відцепів обрано ітераційний метод. Недоліком цього методу є те, що він не дозволяє врахувати відхилення фактичних параметрів відчепів від розрахункових значень та неточність реалізації гальмовими позиціями заданих режимів гальмування під час вибору оптимальних режимів гальмування.

У зв'язку з цим, ітераційний метод потребує удосконалення. В стохастичних умовах критерій оптимізації, можна представити як

$$\delta t_i(r_i, r_{i+1}, \sigma_i) = t_{0i} + t_{i+1}(r_{i+1}, \sigma_i) - t_i(r_i, \sigma_i) - q_{x1}(r_{i+1}, \sigma_i) - q_{x2}(r_i, \sigma_i) \quad (13)$$

Для критичної групи відцепів абсолютна величина різниці інтервалів на розділових стрілках у другій і у першій парях відцепів $|f_i(q_i)|$ максимальна, тоді отримаємо:

$$f_i = \delta t_i(r_i, r_{i+1}) - \delta t_i(r_{i-1}, r_i) - q_{x1}\sigma_{i-1} - q_{x2}\sigma_i, \quad i \in [2, n-1], \quad (14)$$

Так як випадкова величина інтервалу між відчепами має нормальний закон розподілу, то величина гарантованого інтервалу між відчепами є також нормально розподіленою випадковою величиною з параметрами:

$$M[\delta t_i] + M[\delta t_{i+1}] = M[\delta t_{i+1}] \quad (15)$$

$$\sigma[\delta t_i + \delta t_{i+1}] = \sqrt{D[\delta t_i + \delta t_{i+1}]} = \sigma[\delta t_{i+1}] \quad (16)$$

На рис.14 наведено результати оптимізації режимів гальмування за допомогою ітераційного методу при відомих характеристиках відцепів рис.11, а; та при випадкових рис.11, б відповідно.

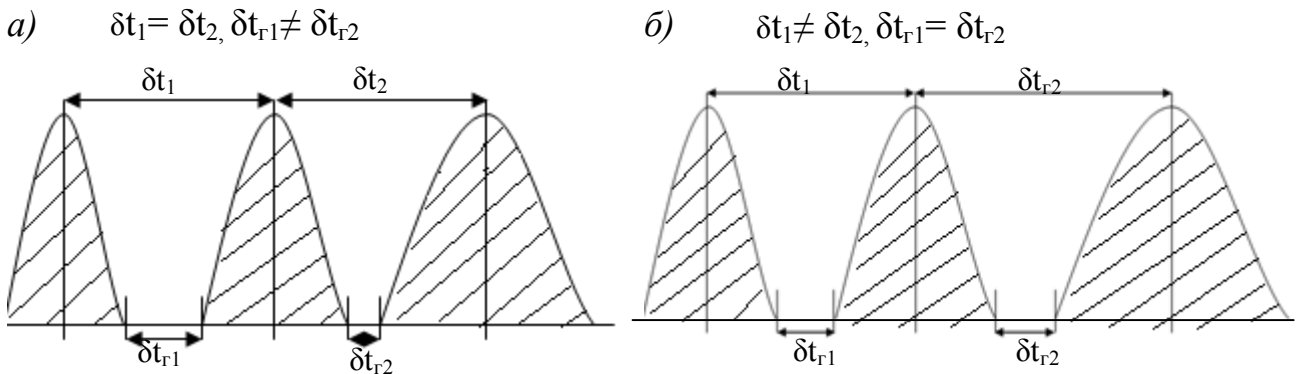


Рисунок 11 - Результати оптимізації режимів гальмування відцепів: а) вирішення задачі у детермінованій постановці; б) вирішення задачі у стохастичній постановці

Для більш якісного прицільного регулювання швидкості руху відцепів на коліях сортувального парку пропонується розташувати другу паркову гальмову позицію (ДПГП). При цьому, між ПГП та ДПГП встановлюються пристрої для уточнення параметрів відцепів, що дозволить регулювати їх швидкості виходу із ДПГП. Запропоновану конструкцію наведено на рис.12.



Рисунок - 12 Конструкція сортувальних пристроїв а) перед удосконаленням та б) після удосконалення

При вирішенні задачі оптимізації режимів гальмування відчепів для умов регульованого скочування необхідно враховувати встановлені обмеження, які накладаються на величину швидкості виходу відчепів з гальмівних позицій ВГП (v'_{min}, v'_{max}) та СГП (v''_{min}, v''_{max}) , де швидкість виходу відчепа з ПГП є залежною від швидкості виходу з СГП і повинна задовольняти вимогам прицільного гальмування. Вектор значень $v = \{v', v''\}$, можна розглядати як точку на площині; при цьому вся множина точок v утворює область Ω можливих швидкостей виходу відчепа з гальмівних позицій спускної частини гірки (ОДС).

Порівняння ОДС відчепа важкої вагової категорії при скочуванні його на відстань 800 м від вершини гірки (ВГ) для традиційної та удосконаленої конструкції ПГП наведено на рис.13, а, таб. Тут враховано наступні обмеження: 1,2,3 - відповідно по потужності ВГП, СГП та ПГП, 4- ймовірність зупинки відчепа в уповільнювачі; 5 – перевищення встановленої швидкості входу відчепа на уповільнювач.

Аналіз отриманих ОДС показує, що за рахунок уточнення характеристик відчепів на вимірювальній ділянці досягається зменшення середньої величини вікна на 95%.

Перевірку ефективності запропонованого методу вибору режимів гальмування та конструкції гірки виконано на підставі імітаційного моделювання процесу розформування составів поїздів. Застосування запропонованого критерію оптимізації (18) забезпечує зменшення ймовірності не розділень відчепів з 0,005 до 0,002, а удосконалення конструкції ПГП дозволяє скоротити середню величину вікна до 95%.

Аналіз експлуатаційних витрат та капітальних вкладень показав, що на перебудову паркової гальмової позиції на 32 коліях сортувального парку непарної сортувальної системи станції Нижньодніпровськ-Вузол необхідно 1766400 грн. Розрахунок показників економічної ефективності показав, що розміщення ділянки для вимірювання ходових властивостей відчепів між ПГП та ДПГП є доцільним при мінімальному обсязі переробки у 1245 вагонів.

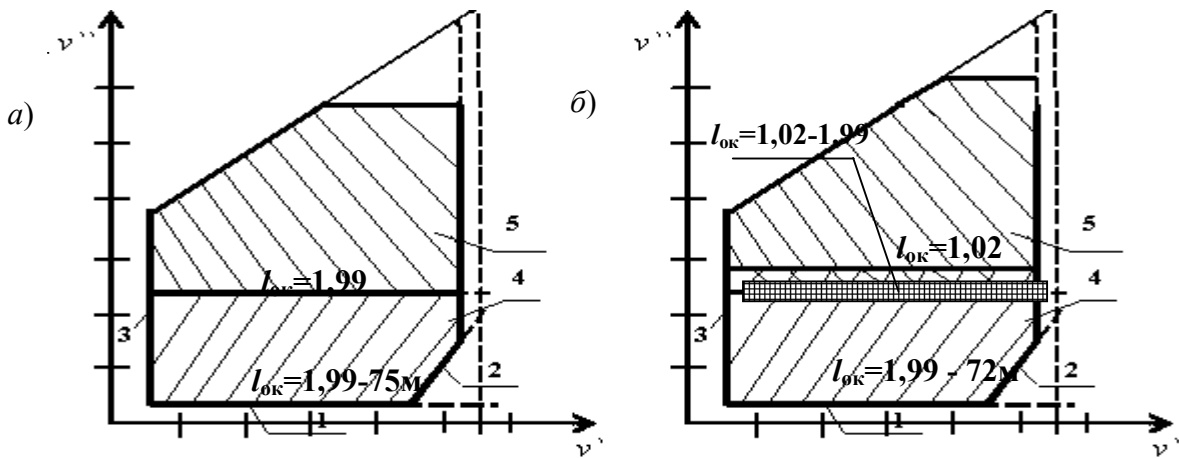


Рисунок 13 - ОДС: а) при відсутності ДПГП та б) при наявності ДПГП

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота містить отримані автором результати, які в сукупності вирішують науково-практичну задачу підвищення ефективності роботи сортувальних гірок на основі удосконалення методів управління розформуванням составівна сортувальних станціяхВиконані вроботі дослідження дозволяють зробити наступні висновки та пропозиції:

1. Виконаний аналіз наукових робіт по проблемі підвищення ефективності роботи технічних засобів показав, що існуючі методики базуються на спрощених аналітичних та графічних моделях орієнтованих лише на визначення робото- спроможності сортувальної гірки, що не забезпечує пошук оптимального рішення. Для розв'язання вказаної задачі необхідна побудова адекватних математичних моделей сортувальної гірки, які будуть враховувати стохастичний характер параметрів вагонопотоків та умов навколишнього середовища.

2. Визначення статистичних характеристик вагонопотоків, що переробляються на сортувальних станціях України, показало, що значну кількість (біля 50 %) складають одновагонні відчепа. В теперішній час режими гальмування відчепів вибираються в залежності від їх вагової категорії, яка визначається по масі вагонів відчепа, вказаної у перевізних документах. Однак дослідження показали, що в багатьох випадках спостерігається відхилення фактичної маси вантажу від вказаної у перевізних документах. Також значний вплив на вибір режимів гальмування здійснює напрямок вітру, який змінюється, та площа навітряної поверхні вагона. Дослідження показали, що математичне очікування величини зміни напрямку вітру становить 3,5 град/с, а величина площі навітряної поверхні вагона коливається від 4м² для вагонів платформ до 17м² для критих вагонів.

3.Існуючі імітаційні моделі для дослідження процесу скочування відчепів не враховують випадковий характер параметрів відчепів та умов навколишнього середовища, що впливає на показники роботи сортувальних гірок. В дисертації розроблено імітаційну модель скочування відчепів з гірки, в якій опори руху розглядаються як випадкові функції. Запропонована модель дозволяє порівнювати варіанти конструкції сортувальних гірок, оцінювати ефективність їх технічного оснащення та алгоритмів управління систем АРС,

що проектується при автоматизації сортувальних гірок, а також вирішувати різноманітні оптимізаційні задачі.

4. Дослідження впливу різних факторів на величину середнього квадратичного відхилення часу скочування відчепа до визначеної точки показало, що основним фактором, від якого залежить величина середнього квадратичного відхилення швидкості та часу руху, при скочуванні відчепа є довжина шляху скочування відчепа L . Використання граничних значень потужності уповільнювачів при регулюванні швидкості відчепів призводить до суттєвого збільшення середнього квадратичного відхилення швидкості їх виходу з гальмових позицій, що потрібно враховувати при виборі режимів гальмування.

5. Виконані дослідження впливу точності інформації про характеристики відчепів на умови інтервального та прицільного регулювання швидкості скочування відчепів показали, що суттєвим фактором, який впливає на умови інтервального регулювання скочування відчепів є середньоквадратичне відхилення величини швидкості виходу відчепа із СГП. Основним фактором, який впливає на умови прицільного регулювання скочування відчепів є відхилення величини основного питомого опору. Наявність системи уточнення характеристик відчепів та значна кількість багатовагонних відчепів теоретично дозволяють покращити та наблизити результати прицільного гальмування швидкості відчепів до умов гальмування відчепів з відомими характеристиками.

6. Удосконалено ітераційний метод оптимізації режимів гальмування, що дозволяє використовувати його для оперативного управління процесом скочування відчепів з гірки. Отримано основні параметри випадкової величини гарантованого інтервалу між відчепами та отримано його значення в умовах дії випадкових факторів.

7. Виконано оцінку прицільного регулювання скочування відчепів в умовах уточнення характеристик відчепів під час скочування. Встановлено, що виділення одного з уповільнювачів в окрему гальмівну позицію та устрій перед нею вимірювальної ділянки дозволить скоротити величину вікна до 95% без погіршення показників інтервального регулювання. Розрахунок показників економічної ефективності показав, що розміщення ділянки для вимірювання ходових властивостей відчепів між ПГП та ДПГП є доцільним при мінімальному обсязі переробки у 1245 вагонів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Основні праці:

1. Таранець О.І. Аналіз існуючих систем автоматизації процесу розформування рухомого складу /Таранець О.І. // Вагонний парк – Харьков: Изд-во «Подвижной состав» - 2011.- №2/2011. – С.19-21.

2. Таранець О.І. Технічні засоби механізації та автоматизації сортувального процесу на гірках/ Таранець О.І. // Вісник Дніпр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. академіка В.Лазаряна. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В.Лазаряна, - 2010. - Вип. 31. – С.72-76.

3. Козаченко Д.М. Аналіз впливу спеціалізації сортувальних колій на показники процесу розформування/Козаченко Д.М., Березовий М.І., Таранець О.І.// Восточно-европейский журнал передовых технологий – 2006. - № 6/2(24), - С.7-10.

4. Козаченко Д.М. Моделювання роботи сортувальної гірки в умовах невизначеності параметрів відчепів та характеристик навколишнього середовища/ Козаченко Д.М., Березовий М.І., Таранець О.І.// Вісник Дніпр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. академіка В.Лазаряна. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В.Лазаряна, - 2007. - Вип. 16. – С. 73-76.

5. Козаченко Д.М. Аналіз можливості підвищення точності інформації про характеристики відчепів в системах автоматизованого управління розпуском/ Козаченко Д.М., Таранець О.І.// Восточно-европейский журнал передовых технологий – 2008.- №3/3(33), - С. 68-72.

6. Козаченко Д.М. Исследование прицельного регулирования скорости скатывания отцепов в условиях неопределенности информации об их исходных свойствах/Козаченко Д.М., Коробьева Р.Г., Таранец О.И.//Восточно-европейский журнал передовых технологий – 2009.- №6/3(42), С. 45-50.

Додаткові праці:

7.Козаченко Д.М. Оптимізація спеціалізації колій сортувальних парків./Козаченко Д.М., Березовий М.І., Таранець О.І.//Проблеми економіки транспорту: VI Міжнародна наукова конференція, 26-27 квітня 2007р.: тези доп.- Дніпропетровськ: ДНУЗТ.-2007.- С.60-61.

8. Козаченко Д.М. Врахування впливу часткової невизначеності параметрів відчепів та характеристик навколишнього середовища при моделюванні роботи сортувальної гірки./Козаченко Д.М., Березовий М.І., Таранець О.І.//Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: 67 міжнар. наук.-практич. конф. 24-25 травня 2007р.: тези доп.- Дніпропетровськ: ДНУЗТ. – 2007.- С.127-128.

9. Таранець О.І. Аналіз можливості підвищення точності інформації про характеристики відчепів за результатами їх скочування /Таранець О.І.//Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології матеріали IV міжнародної наук.-практ. конф. 26-27 лютого 2008р. – К.: ГЕТУТ, - 2008. – С.154-155.

10. Козаченко Д.М. Дослідження впливу невизначеності інформації про характеристики відчепів на техніко-експлуатаційні показники сортувальних гірок. /Козаченко Д.М., Таранець О.І.//Проблеми економіки транспорту VII між нар. наук. конф. 24-25 квітня 2008р.: тези доп. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ. – 2008. – С.31.

11. Козаченко Д.М. Дослідження впливу невизначеності параметрів відчепів та умов їх скочування для побудови автоматизованих систем управління розпуском/Козаченко Д.М., Таранець О.І.//Сучасні інформаційні технології на транспорті в промисловості та освіті: міжнар. наук.-практич.

конф., 15-16 травня 2008р.: тези доп.- Дніпропетровськ: ДНУЗТ. – 2008.- С.13-14.

12. Козаченко Д.М. Аналіз впливу точності інформації про характеристики відчепів на умови інтервального та прицільного регулювання швидкості. /Козаченко Д.М., Таранець О.І.//Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: 68міжнар. наук.-практич. конф. 22-23 травня 2008р.: тези доп.- Дніпропетровськ: ДНУЗТ. – 2008.- С.33.

13. Козаченко Д.М. Автоматизація оцінки техніко експлуатаційної оцінки проектних рішень залізничних станцій /Козаченко Д.М., Таранець О.І.//Транспортні зв'язки. Проблеми та перспективи: міжнар. наук.-практич. конф. 29-30 травня 2008р.: тези доп.- Дніпропетровськ: ДНУЗТ. – 2008.- С.37.

14. Козаченко Д.М., Таранець О.І.Техніко-експлуатаційна та техніко-економічна оцінка сортувальних гірок /Козаченко Д.М., Таранець О.І.// Проблемыэкономики и управления на железнодорожномтранспорте:материалыТретьейМеждународ.науч.-практ.конф. 23-27 червня 2008 р. – К.: ГЭТУТ, 2008 – с 370- 371.

15.КозаченкоД.Н. Моделированиесортировочногопроцесса на горках/Козаченко Д.Н.,Таранец О.И.// Транспорт, наука, бизнес: проблемы и стратегияразвитияматериалыВсероссийскойнауч.-технич.конф., 16-17 октября 2008 г.: тезисы –Екатеринбург.- 2008-С.95.

16.Таранець О.І.Застосуваннякореляційно-регресійного методу обробкиданих до характеристик відчепів на сортувальнихгірках. /Таранець О.І., Таранець Є.І.//Проблеми економіки транспорту VIII міжнар. наук.конф. 16-17 квітня 2009р.: тези доп. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ. – 2009. – С.69.

17. Козаченко Д.М. Дослідження впливу невизначеності інформації про характеристики відчепів на прицільне регулювання швидкості скочування відчепів /Козаченко Д.М., Таранець О.І.//Сучасні інформаційні технології на транспорті в промисловості та освітіміжнар.наук.-практич.конф., 14-15 травня 2009р.: тези доп.- Дніпропетровськ: ДНУЗТ. – 2009.- С.11-12.

18. Козаченко Д.М. Удосконалення методики вибору оптимальних параметрів конструкторських сортувальних гірок/Козаченко Д.М., Таранець О.І.// Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: 69 міжнар. наук.-практич. конф. 21-22 травня 2009р.: тези доп.- Дніпропетровськ: ДНУЗТ. – 2009.- С.80-81;

19.Таранець О.І. Аналіз впливу невизначеності інформації про характеристики відчепів на прицільне регулювання швидкості скочування відчепів /Таранець О.І.//ИнтеграцияУкраины в международнуютранспортную систему 1 международ.науч.-практич.конф., 21-22мая2009 г.: тезисы.- Дніпропетровськ: ДНУЗТ. – 2009.- С.54-55.

20. Козаченко Д.Н. Совершенствованиеоценкиконструкции и техническогооснащениясортировочныхгорок/ Козаченко Д.Н., Таранец О.И.// Безопасностьдвиженияпоездов: труды Десятойнауч.-практич.конф. 29-30 октября 2009г., М.: МИИТ, - 2009. – С.21-22.

21. Taranets O.I.The organizationally-investment developmentoflocomotivedepots /Taranets O.I., Taranets E.I.//Проблеми економіки

транспорту XI міжнар. наук. конф. 22-23 квітня 2010р.: тези доп. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ. – 2010. – С.108.

22. Козаченко Д.М. Дослідження впливу випадкових факторів на якість прицільного регулювання швидкості скочування відчепів/Козаченко Д.М., Таранець О.І./Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: 70 міжнар. наук.-практич. конф. 21-22 травня 2010р.: тези доп.- Дніпропетровськ: ДНУЗТ. – 2010.- С.80-81;

23. Таранець О.І. Аналіз сучасних автоматизованих систем управління розформуванням составів/Таранець О.І./Интеграция Украины в международную транспортную систему 2 міжнар. науч.-практич. конф., 27-28 мая 2010 г.: тезисы.- Дніпропетровськ: ДНУЗТ. – 2010.- С.103-104.

24. Таранець О.І. Оцінка ефективності автоматизації процесу розформування для зниження енергетичних витрат на функціонування сортувальних гірок/Таранець О.І./Энергосбережение на железнодорожном транспорте 1 міжнар. науч.-практич. конф., 29 сентября - 01 октября 2010 г.: тезисы.- Мисхор: ДНУЖТ. – 2010.- С.24.

25. Таранець О.І. Оценка конструкции и технического оснащения сортировочных горок для повышения безопасности сортировочного процесса /Таранець О.І./ Проблемы безопасности на транспорте: материалы V Международ. науч.-практ. конф. 25 – 26 ноября 2010 г.– Гомель.: БелГУТ, 2010 – с.81.

26. Таранець О.І. Техніко-економічна оцінка варіантів автоматизації процесу розформування составів/Таранець О.І./Проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте: материалы V Международ. науч.-практ. конф. 24 – 26 ноября 2010 г. – Яремче.: ЭКУЖТ, 2010 – с.186.

27. Таранець О.І. Оптимізація режимів гальмування в умовах невизначеності інформації про характеристики відчепів/Таранець О.І./Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: 71 міжнар. наук.-практич. конф. 14-15 квітня 2010р.: тези доп.- Дніпропетровськ: ДНУЗТ. – 2010.- С.80-81;

28. Таранець О.І. Удосконалення технічних засобів та конструкції сортувальних гірок, для підвищення якості прицільного регулювання швидкості відчепів/Таранець О.І./Интеграция Украины в международную транспортную систему 3 міжнар. науч.-практич. конф., 27-28 листопада 2011 г.: тезисы.- Дніпропетровськ: ДНУЗТ. – 2011.- С.103-104.

29. Козаченко Д.М. Дослідження впливу різних факторів на показники процесу розпуску/Козаченко Д.М., Таранець О.І./Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: 72 міжнар. наук.-практич. конф. 21-22 травня 2010р.: тези доп.- Дніпропетровськ: ДНУЗТ. – 2012.- С.82-83.

АНОТАЦІЯ

Таранець О.І. Підвищення ефективності роботи сортувальних гірок на основі удосконалення методів управління розформуванням составів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпропетровськ, 2013.

Дисертація присвячена питанням підвищення ефективності роботи технічних засобів, що забезпечують розформування поїздів на сортувальних станціях за рахунок удосконалення методів управління скочуванням відчепів.

У роботі виконано комплексне обслідування сортувальних гірок України, визначено характеристики вагонопотоків, що прибувають у розформування та умов навколишнього середовища. Удосконалено імітаційну модель скочування відчепів з гірки. На основі імітаційних експериментів за допомогою удосконаленої моделі, досліджено вплив різних факторів на величину середнього квадратичного відхилення часу скочування відчепа. Також досліджено вплив точності інформації про характеристики відчепів на умови інтервального та прицільного регулювання швидкості скочування відчепів. Удосконалено ітераційний метод оптимізації режимів гальмування, що дозволяє використовувати його для оперативного управління процесом скочування відчепів з гірки в умовах дії випадкових факторів. 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.

Результати роботи впроваджені на станції Нижньодніпровськ-Вузол Придніпровської залізниці для удосконалення її роботи; в навчальному процесі при підготовці спеціалістів та магістрів спеціальності «Організація перевезень та управління на залізничному транспорті» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту в дисциплінах «Управління експлуатаційною роботою та якість перевезень».

Ключові слова: імітаційна модель, режим гальмування, відчеп, сортувальна гірка.

АННОТАЦИЯ

Таранец О.И. Повышение эффективности работы сортировочных горок на основании усовершенствования методов управления расформированием составов. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.20 - эксплуатация и ремонт средств транспорта, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Днепропетровск, 2013.

Диссертация посвящена вопросам повышения эффективности работы технических средств, которые обеспечивают расформирование поездов на сортировочных станциях за счет усовершенствования методов управления скатыванием отцепов.

В работе выполнено комплексное обследование сортировочных горок Украины, определены характеристики вагонопотоков, прибывающих в расформирование и условий окружающей среды: количество вагонов в отцепе, вероятность появления разных соединений отцепов при роспуске, количество вагонов соответствующей весовой категории, скорость ветра, направление ветра. Также установлены расхождения между величинами массы груза из перевозочных документов и массы груза полученной в результате взвешивания.

Для технико-экономической оценки вариантов конструкций сортировочных горок, усовершенствована имитационная модель скатывания отцепов с горки, в которой, в отличие от существующих, сопротивления движению рассматриваются как случайные функции, что позволяет сравнивать варианты конструкции сортировочных горок, оценивать эффективность их технического оснащения и алгоритмов управления систем АРС, проектируемых при автоматизации сортировочных горок, а также решать различные оптимизационные задачи.

На основе имитационных экспериментов, с помощью усовершенствованной модели, исследовано влияние различных факторов на величину среднеквадратического отклонения времени скатывания отцепа, установлено, что основным фактором, который влияет на величину среднеквадратического отклонения времени скатывания отцепа, является длина пути скатывания. В то же время, использование предельных значений мощности замедлителей при регулировании скорости отцепов приводит к существенному увеличению среднеквадратического отклонения скорости их выхода из тормозных позиций, что необходимо учитывать при выборе режимов торможения.

Исследовано влияние точности информации о характеристиках отцепов на условия интервального и прицельного регулирования скорости скатывания отцепов. Основным фактором, который влияет на среднеквадратическое отклонение величины интервала между отцепами, является среднеквадратическое отклонение величины скорости выхода отцепа из СТП. Существенным фактором, который влияет на среднюю величину окна, является среднеквадратическое отклонение величины основного удельного сопротивления. Также установлено, что наличие системы уточнения характеристик отцепов и значительное количество многовагонных отцепов теоретически позволяют улучшить и приблизить результаты прицельного торможения скорости отцепов к условиям торможения отцепов с известными характеристиками.

Усовершенствован итерационный метод оптимизации режимов торможения, что позволяет использовать его для оперативного управления процессом скатывания отцепов с горки в условиях воздействия случайных факторов. Также получены параметры распределения случайной величины гарантированного интервала между отцепами.

Усовершенствован метод оценки качества прицельного регулирования скорости отцепов, который в отличие от существующих, позволяет получать его показатели в условиях измерения ходовых характеристик отцепов при их скатывании с горки. Установлено, что выделение одного из замедлителей в отдельную тормозную позицию и устройство перед ней измерительного участка позволит сократить величину окна до 95% без ухудшения показателей интервального регулирования. Расчет показателей экономической эффективности показал, что размещение участка для измерения ходовых свойств отцепов между ПТП та ДПТП является целесообразным при минимальном объеме переработки в 1245 вагонов.

Результаты работы внедрены на станции Нижнеднепровск-Узел Приднепровской железной дороге для совершенствования ее работы; в учебном процессе при подготовке специалистов и магистров специальности «Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте» Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта в дисциплинах «Управление эксплуатационной работой и качество перевозок».

Ключевые слова: имитационная модель, режимы торможения, отцеп, сортировочная горка.

THE SUMMARY

Taranets O.I. Increase of the hump workefficiency based on improvement methods of reforming trains. - Manuscript.

Dissertation for an academic degree by speciality 05.22.20 – operation and maintenance of transport means. - Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan, Dnipropetrovsk, 2013.

The dissertation is devoted to improving the efficiency of technical means to ensure dissolution of trains in sorting stations by improving methods of rolling the cut.

The work carried out comprehensive surveys sorting hump Ukraine, defined specifications car traffic arriving to disband and environmental conditions. Improved simulation model rolling hump of the cut. Based on simulation experiments using the improved model, the influence of various factors on the value of the average standard deviation time rolling the cut. Also the influence of the accuracy of information about properties unhook the terms interval and precision speed control rolling the cut. Improved iterative optimization inhibition that can be used for operational management process rolling hump of the cut in terms of random factors. Improved evaluation method precision speed control unhook that unlike existing, can get its performance in measuring the cut running characteristics in their rolling down the hump.

The results of work are implemented on railway station Nizhnedneprovsk – Uzel and in academic activities of Dnepropetrovsk national university of railway transport at training of specialists and masters on speciality «The organization of transportations and management on railway transport» of Dnepropetrovsk National University of Railway Transport in the disciplines «Management of operational work and quality of traffic.

Keywords: simulation model, braking modes, cut, sorting hump.

ТАРАНЕЦЬ ОЛЬГА ІГОРІВНА

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНИХ ГІРОК
НА ОСНОВІ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ
РОЗФОРМУВАННЯМ СОСТАВІВ**

АВТОРЕФЕРАТ

дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Підписано до друку «07» березня 2013р.
Формат паперу 60x84/16. Ум. друк. арк. 0,9. Обл.-вид. арк. 1,0.
Тираж 100 пр.Замовлення № ____.

Видавництво Дніпропетровського національного університету
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Свідоцтво суб'єкта видавничої діяльності ДК № 1315 від 31.03.2003

Адреса видавництва та дільниці оперативної поліграфії:
вул. Лазаряна, 2; Дніпропетровськ, 49010.