

Українська державна академія залізничного транспорту

РОЗСОХА Олександр Володимирович

УДК 656.212.5

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ
СОРТУВАЛЬНИХ ГІРОК ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ
СТРУКТУР ЇХ ГОРЛОВИН**

05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2010

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Українській державній академії залізничного транспорту на кафедрі «Залізничні станції та вузли», Міністерство транспорту та зв'язку України

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент

Огар Олександр Миколайович,

Українська державна академія залізничного транспорту,
кафедра «Залізничні станції та вузли»

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор

Негрей Віктор Якович, Білоруський державний університет
транспорту, перший проректор

кандидат технічних наук, доцент

Козаченко Дмитро Миколайович, Дніпропетровський
національний університет залізничного транспорту імені
академіка В. Лазаряна, начальник науково-дослідної частини

Захист відбудеться «___» _____ 2010р. о ___ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.04 Української державної академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Української державної академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

Автореферат розісланий «___» _____ 2010 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Прохорченко А. В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Вступ. Ефективність функціонування сортувальних гірок (СГ) залізниць України в першу чергу залежить від спроможності їх технічних засобів забезпечувати раціональне використання паливно-енергетичних, виробничих і перевізних ресурсів при виконанні основних операцій сортувального процесу. Стан використання вказаних ресурсів на даний момент є досить незадовільним, що обумовлюється рядом факторів, серед яких основними є значний знос (біля 70%) засобів регулювання швидкості скочування відчепів з гірки, недосконалість конструкції сортувальних пристроїв і технології сортувального процесу, низький рівень автоматизації та інші. В теперішній час на рівні теоретичних досліджень удосконаленню технології роботи гірки та її конструктивних параметрів приділяється достатньо уваги. Однак однозначний підхід до її проектування і експлуатації поки що не сформовано. Таким чином, ефективність функціонування СГ обумовлена можливістю зменшення паливно-енергетичних витрат та інших ресурсів при забезпеченні необхідного рівня надійності.

Підставою для визначення теми дисертаційного дослідження є положення Концепції Державної програми реформування залізничного транспорту України, які відносяться до здійснення комплексу заходів щодо забезпечення надійності перевезень та енергозбереження.

Актуальність теми. Значний вплив на ефективність функціонування СГ здійснюють конструктивні особливості їх колійного розвитку. Саме його структура визначає розміщення вагонних уповільнювачів на плані гіркової горловини, допустиме їх число в межах гальмових позицій (ГП) спускної частини і можливість застосування тих чи інших засобів регулювання швидкості скочування відчепів, що певним чином відображається на якості сортувального процесу. Традиційні підходи до проектування гіркових горловин з позиції використання паливно-енергетичних, виробничих (зокрема вагонних уповільнювачів) і перевізних ресурсів не в повній мірі задовольняють сучасним вимогам до їх збереження. У зв'язку з цим своєчасними є дослідження, що спрямовані на удосконалення конструктивних параметрів гіркових горловин і створення математичних моделей визначення раціональних варіантів механізації СГ, що кваліфікує тему дисертації як актуальну і спрямовану на вирішення важливої наукової задачі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась у відповідності з Концепцією Державної програми реформування залізничного транспорту України (розпорядження від 27.12.2006р. № 651-Р), Законом України «Про енергозбереження» (№ 74/94-ВР), науково-дослідною роботою «Розробка Єдиного технологічного процесу роботи під'їзної колії Закритого акціонерного товариства «Донецьксталь» - металургійний завод» та станції примикання Донецьк ДП «Донецька залізниця» (державна реєстрація

№0108U003761).

Мета та задачі дослідження. Метою роботи є підвищення ефективності функціонування сортувальних гірок шляхом удосконалення структур їх горловин на основі забезпечення збереження виробничих ресурсів та надійності їх експлуатації.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- 1) провести аналіз відомих структур та теорій розрахунку параметрів гіркових горловин;
- 2) розробити новий клас структур гіркових горловин (СГГ) і провести дослідження ефективності їх застосування на СГ залізничних станцій України;
- 3) визначити конструктивні параметри СГ зі СГГ нового класу для кліматичних умов України;
- 4) розробити математичну модель визначення раціонального варіанту розміщення гальмових засобів в межах спускної частини СГ;
- 5) сформулювати та формалізувати процедуру визначення властивостей надійності СГГ;
- 6) розробити метод комплексної оцінки СГГ;
- 7) оцінити економічну ефективність впровадження нового класу СГГ.

Об'єкт дослідження – функціонування сортувальної гірки.

Предмет дослідження – конструктивні параметри гіркової горловини.

Методи дослідження. Методи імітаційного моделювання із застосуванням ПЕОМ використано при дослідженні сфер застосування нового класу СГГ з позиції капіталовкладень у вагонні уповільнювачі та визначенні конструктивних параметрів СГ зі структурами горловин вказаного класу. Методи теорій імовірності, надійності та диференціального обчислення використано при визначенні показників властивостей надійності СГГ. Методи нелінійного цілочисельного програмування для вирішення оптимізаційних комбінаторних задач використано при визначенні раціонального варіанту механізації СГ зі структурами горловин нового класу. Методи теорій міри та статистичного аналізу використано при розробці методу комплексної оцінки СГГ.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше запропоновано теоретичні підходи щодо розробки нового класу структур гіркових горловин, які на відмінність від існуючих базуються на використанні малопотужних уповільнювачів на 3-х і більше гальмових позиціях спускної частини, що забезпечує плавність регулювання швидкості скочування відчепів, більшу точність реалізації заданих швидкостей виходу відчепів з гальмових позицій, високий ступінь використання сумарної наявної потужності гальмових засобів спускної частини і, як результат, підвищення рівня збереження виробничих і перевізних ресурсів. Для вибору ефективної структури гіркової горловини при заданих умовах експлуатації вперше розроблено:

– математичну модель визначення раціонального варіанту розміщення гальмових засобів в межах спускної частини сортувальної гірки зі структурами

горловин будь-якого класу, яка базується на математичному апараті нелінійного цілочисельного програмування для вирішення оптимізаційних комбінаторних задач і на відмінність від існуючих спирається на результати моделювання скочування розрахункових бігунів, що дозволяє визначати реальну потрібну потужність гальмових позицій в заданих умовах експлуатації сортувальної гірки;

– метод комплексної оцінки структур гіркових горловин, який ґрунтується на комплексному показнику якості і на відмінність від існуючих підходів враховує показники надійності вищевказаних структур та приведені витрати на спорудження і експлуатацію сортувальної гірки, що в подальшому надає можливість на множині альтернативних варіантів проектних рішень обирати кращу структуру гіркової горловини.

Набула подальшого розвитку процедура визначення показників надійності структур гіркових горловин, яка на відмінність від існуючих розглядає функціонування сортувальної гірки як відновлювальної системи.

Практичне значення отриманих результатів.

Запропонований принциповий підхід до проектування СГГ нового класу може бути реалізований на діючих СГ залізничних станцій України без корінної перебудови колійного розвитку спускної частини. Застосування вказаного класу СГГ забезпечить розосереджене регулювання швидкості скочування відчепів, що дозволить підвищити якісні показники роботи СГ.

Математична модель визначення раціонального варіанту розміщення гальмових засобів в межах спускної частини СГ і метод комплексної оцінки СГГ, що запропоновані у дисертації, можуть бути використані як при новому будівництві, так і при вирішенні питань, пов'язаних з переобладнанням ГП існуючих СГ залізниць України в межах здійснення комплексу завдань Укрзалізниці щодо забезпечення безпеки сортувального процесу, та в пакетах прикладних програм систем автоматизованого проектування залізничних станцій.

Результати дисертаційних досліджень використано при переобладнанні ГП на СГ станцій Основа та Харків-Сортувальний Південної залізниці, а також у навчальному процесі УкрДАЗТ при вивченні дисциплін «Залізничні станції та вузли», дипломному проектуванні, науково-дослідних роботах та при підготовці магістрів Інституту перепідготовки та підвищення кваліфікації УкрДАЗТ.

Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами, що наведені у додатках до дисертаційної роботи.

Особистий внесок здобувача. Усі результати дисертаційного дослідження отримані автором особисто. За час роботи над дисертацією опубліковано 10 статей, з яких 9 – у співавторстві, де автору належить:

- у статті [1] визначення особливостей СГГ вітчизняних сортувальних пристроїв;
- у статті [2] розроблення нового класу СГГ;
- у статтях [3, 4] отримання результатів моделювання скочування розрахункових бігунів у розрахункових сполученнях з гірок великої та середньої

потужності (відповідно ГВП і ГСП) зі СГГ нового класу при застосуванні уповільнювачів ВНУ-2;

- у статті [5] отримання результатів моделювання скочування розрахункових бігунів у розрахункових сполученнях з ГВП і ГСП зі СГГ нового класу при застосуванні уповільнювачів УВУ-07;

- у статті [6] узагальнення результатів моделювання скочування розрахункових бігунів у розрахункових сполученнях з ГВП і ГСП зі СГГ нового класу;

- у статті [7] формування системи обмежень для визначення раціонального варіанту розміщення гальмових засобів в межах спускної частини СГ;

- у статті [8] виявлення основних недоліків існуючих методів оцінки СГГ;

- у статті [9] розробка показника комплексної оцінки СГГ та процедури його визначення.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися та ухвалені на: 69-71-й міжнародних науково-технічних конференціях кафедр УкрДАЗТ та спеціалістів залізничного транспорту і підприємств, 2007-2009 рр.; I міжнародній конференції «Ресурсозберігаючі технології в експлуатації засобів транспорту в умовах реформування залізниць України» (Україна, Крим, місто Євпаторія, 2007 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні інформаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті» (Україна, місто Дніпропетровськ, 2008 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні напрямки теоретичних та прикладних досліджень, 2009» (Україна, місто Одеса, 2009 р.); V міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України» (Україна, Крим, смт. Коктебель, 2009 р.).

Дисертаційна робота повністю доповідалась на об'єднаних наукових семінарах кафедр Державного економіко-технологічного університету транспорту (м. Київ), Української державної академії залізничного транспорту (м. Харків).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 10 наукових праць, з яких одна без співавторів, у виданнях, що затверджені ВАК України.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Повний обсяг роботи складає 272 сторінки, з яких обсяг основного тексту – 107 сторінок. У роботі мається 76 рисунків та 61 таблиця. Список використаних джерел містить 105 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовані мета та задачі дослідження, відображені наукова новизна та практичне значення отриманих результатів, особистий внесок здобувача, апробація результатів дослідження, відомості про публікації, структуру та обсяг дисертації.

У першому розділі, виходячи з мети дисертаційної роботи, проведено аналіз відомих типів і методів розрахунку та оцінки СГГ вітчизняних і закордонних СГ.

Вагомий внесок у побудову принципів проектування, створення і розвиток теорії розрахунку параметрів гіркових горловин зробили такі вчені, як Л.В. Абуладзе, Є.В. Архангельський, К.С. Ахвердієв, І.В. Берестов, С.А. Бессо-ненко, В.І. Бобровський, В.Я. Болотний, Т.В. Бутько, Б.Н. Вульфсон, М.І. Данько, М.Г. Дашков, О.М. Долаберідзе, Ю.І. Єфіменко, І.В. Жуковицький, В.К. Іваш-кевич, А.М. Карпов, Д.М. Козаченко, Б.О. Кривошей, М.Н. Луговцов, Є.В. Нагорний, В.Я. Негрей, В.М. Образцов, О.М. Огар, В.Є. Павлов, О.С. Писанко, М.В. Правдін, М.О. Рогінський, І.Є. Савченко, І.І. Страковський, М.М. Уздін та ін.

Досвіт експлуатації гіркових горловин вітчизняних і закордонних залізничних станцій показує, що одно- або двопозиційне регулювання швидкості скочування відчепів на спускній частині не завжди забезпечує необхідні якість і ефективність сортувального процесу, навіть в умовах автоматизації. Мають місце значні відхилення швидкостей виходу відчепів з ГП від розрахункових значень, внаслідок чого в деяких закордонних державах намітилася тенденція широкого розповсюдження принципу квазібезперервного регулювання швидкості за допомогою малопотужних точкових і гвинтових вагонних уповільнювачів.

В умовах відсутності аналогів і реальної можливості закупівлі вищевказаних уповільнювачів за кордоном рішенням даної проблеми для вітчизняних СГ може бути застосування на спускній частині ланцюга малопотужних уповільнювачів (ВНУ-2, ВНУ-2М, УВУ-07), які мають кращі техніко-експлуатаційні показники у порівнянні з потужними уповільнювачами. Реалізація даної ідеї можлива шляхом розробки нових СГГ, впровадження яких забезпечить збереження енергетичних, виробничих і перевізних ресурсів.

Наукові підходи, що розроблені вищеназваними авторами, в більшості випадків були спрямовані на підвищення переробної спроможності СГ, що обумовлювалось інтенсивним зростанням розмірів сортувальної роботи. На основі ресурсозбереження формування СГГ не розглядалося взагалі. Крім того, не набули широкого розповсюдження спроби вчених оцінити величину показників надійності СГГ, що в першу чергу пов'язано з відсутністю на той час відповідних стандартів. Таким чином, виникає необхідність комплексного вирішення науково-прикладної задачі забезпечення ресурсозбереження та підвищення надійності експлуатації СГ при застосуванні нових і діючих СГГ.

Другий розділ присвячено розробці та теоретичним дослідженням нового класу СГГ і створенню математичної моделі визначення раціонального варіанту розміщення гальмових засобів в межах спускної частини СГ.

Розробка нового класу СГГ базується на використанні відомого принципу квазібезперервного регулювання швидкості скочування відчепів малопотужними уповільнювачами зазначених вище типів в межах спускної частини СГ.

Варіанти СГГ, що запропоновано у дисертації, розрізняються числом ГП і числом вагонних уповільнювачів в межах кожної з ГП спускної частини. У першій структурі передбачено укладання п'яти ГП з відповідним числом вагонних уповільнювачів 2, 1, 1, 1, 1, у другій – чотирьох ГП з двома вагонними уповільнювачами на кожній з ГП і у третій – трьох ГП з відповідним числом вагонних уповільнювачів 3, 2, 3.

Запропоновані СГГ було досліджено на предмет ефективності їх використання в умовах експлуатації СГ залізничних станцій України шляхом моделювання скочування розрахункових бігунів у розрахункових сполученнях. Зазначене моделювання виконувалось при різних варіантах механізації ГП засобами регулювання швидкості скочування відцепів і наступних режимах гальмування дуже хорошого (ДХБ) або хорошого бігуна (ХБ):

- 1) забезпечення максимального інтервалу на останній розділовій стрілці;
- 2) забезпечення однакової тривалості скочування розрахункових бігунів до останньої розділової стрілки;
- 3) забезпечення однакової швидкості виходу розрахункових бігунів з ГП;
- 4) забезпечення однакової швидкості входу розрахункових бігунів на пучкову ГП;
- 5) повне використання потужності уповільнювачів спускної частини;
- 6) забезпечення однакової швидкості виходу розрахункових бігунів з пучкової ГП.

Результати досліджень показали, що:

- 1) застосування розосередженого регулювання малопотужними уповільнювачами забезпечує плавну зміну швидкості скочування ДХБ(ХБ) в межах спускної частини;

- 2) серед шести розглянутих режимів гальмування ДХБ(ХБ) у більшості випадків мінімальну потужність паркової гальмової позиції (ППП) забезпечує перший режим. Необхідність застосування одного з режимів 2-6 виникає у випадку, коли використання першого режиму не забезпечує достатні інтервали на окремих розділових елементах або допустиму швидкість входу ДХБ(ХБ) на вагонні уповільнювачі;

- 3) діапазон висот СГ, при якому можуть застосовуватися нові СГГ, залежить від типів малопотужних уповільнювачів, які передбачається використовувати на СГ. Основний вплив на вказаний діапазон здійснює потужність вагонного уповільнювача. Так, при використанні більш потужних уповільнювачів (ВНУ-2М, УВУ-07) діапазон висот СГ, при якому можуть застосовуватися нові СГГ, у 1,7-1,85 разів більший, ніж при використанні вагонних уповільнювачів ВНУ-2 на ГВП, на ГСП – у 1,17-1,25 разів;

- 4) є можливість вимикання одного уповільнювача ППП в зимових несприятливих умовах, що забезпечить збереження електроенергії при регулюванні швидкості скочування відцепів до 12%;

5) у 80% випадків забезпечується ресурсозбереження – зменшення числа вагонних уповільнювачів на ППП до 1-2.

Оскільки типові і запропоновані СГГ розрізняються числом розрахункових ділянок по маршруту скочування відчепів, метод комплексного розрахунку висоти та поздовжнього профілю спускної частини СГ, що рекомендований Правилами і нормами проектування сортувальних пристроїв, не може бути використаний для розрахунку конструктивних параметрів СГ зі СГГ нового класу. У зв'язку з цим виникла необхідність у визначенні вказаних параметрів для кліматичних умов України. Для розрахунку висоти СГ зі СГГ нового класу у роботі використано метод, який запропоновано на кафедрі «Залізничні станції та вузли» УкрДАЗТ. Вказаний метод базується на моделюванні докочування розрахункового бігуна до розрахункової точки (РТ) у заданих зимових несприятливих метеорологічних умовах на будь-яку колію підгіркового парку. Параметри поздовжнього профілю обрано з використанням вимог і рекомендацій діючої інструкції. В результаті отримано розрахункові таблиці конструктивних параметрів СГ з СГГ нового класу при температурі зовнішнього повітря $-10,3^\circ$, швидкостях і напрямках зустрічного вітру відповідно від 0 до 7 м/с і від -90° до $+90^\circ$, які наведено у додатках до дисертації і можуть бути використаними при новому проектуванні в заданих кліматичних умовах України.

Для визначення раціонального варіанту розміщення гальмових засобів в межах спускної частини СГ із заданою СГГ сформовано математичну модель оптимізації у дискретному фазовому просторі. З позиції мінімізації капіталовкладень у вагонні уповільнювачі цільову функцію запропоновано записати у наступному аналітичному виді

$$K \left[N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n}, N_{yn}^{nzn} \right] = \sum_{m=1}^n N_{yn_m} \cdot N_{\partial k_m} \cdot K_{yn_m} + N_{yn}^{nzn} \cdot N_{ск} \cdot K_{yn}^{nzn} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де n – число ГП в межах спускної частини; N_{yn_m}, N_{yn}^{nzn} – число вагонних уповільнювачів відповідно на m -й ГП і ППП; $N_{\partial k_m}$ – число ділянок колій, на яких розташовується m -та ГП спускної частини; K_{yn_m}, K_{yn}^{nzn} – вартість вагонних уповільнювачів, що передбачається застосовувати відповідно на m -й ГП і ППП; $N_{ск}$ – число сортувальних колій.

Дана задача вирішується при наступних обмеженнях

$$\begin{aligned}
& 0 \leq N_{yn_m} \leq N_{yn_m}^{\max}; \quad 0 \leq N_{yn}^{nzn} \leq N_{yn}^{nzn \max}; \quad \sum_{j=a_m}^{b_m} h_{\Gamma_j} \leq N_{yn_m} \cdot h_{ном_m}; \\
& H_{\Gamma}^{ПГП} \leq N_{yn}^{nzn} \cdot h_{yn}^{ном}; \quad T_{0\text{стр}}^{ДПБ(ПБ)-ДХБ(ХБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n} \right\| \leq T_0^{\max}; \\
& T_{0\text{yn}}^{ДПБ(ПБ)-ДХБ(ХБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n} \right\| \leq T_0^{\max}; \quad T_{0\text{стр}}^{ДХБ(ХБ)-ДПБ(ПБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n} \right\| \leq T_0^{\max}; \\
& T_{0\text{yn}}^{ДХБ(ХБ)-ДПБ(ПБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n} \right\| \leq T_0^{\max}; \quad T_{0\text{ост.стр}}^{ДХБ(ХБ)-ДПБ(ПБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n} \right\| = T_0^{\max}; \\
& V_{вх\text{ГП}}^{ДХБ(ХБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n} \right\| \leq V_{\max}; \quad V_{вх\text{нzn}}^{ДХБ(ХБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n} \right\| \leq V_{\max}^{nzn}; \\
& V_{вх\text{нzn}}^{ДХБ(ХБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n}, N_{yn}^{nzn} \right\| \leq V_{дон}^{вх\text{нzn}}; \\
& N_{yn_m}, N_{yn}^{nzn} - \text{цїлі числа,}
\end{aligned} \tag{2}$$

де $N_{yn_m}^{\max}$, $N_{yn}^{nzn \max}$ – максимально можливе число вагонних уповільнювачів, що може бути укладено на m -й ГП і ПГП; h_{Γ_j} – енергетична висота ДХБ(ХБ), що гаситься на j -му технологічному елементі, кДж/кН; a_m , b_m – номери відповідно першого і останнього технологічних елементів m -ї ГП; $H_{\Gamma}^{ПГП}$ – величина гальмування ДХБ(ХБ) на ПГП, кДж/кН; $h_{ном_m}$, $h_{yn}^{ном}$ – номінальна потужність вагонних уповільнювачів m -ї ГП і ПГП, кДж/кН; $T_{0\text{стр}}^{ДПБ(ПБ)-ДХБ(ХБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n} \right\|$, $T_{0\text{yn}}^{ДПБ(ПБ)-ДХБ(ХБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n} \right\|$ – розрахунковий інтервал між вагонами, що скочуються у розрахунковому сполученні ДПБ(ПБ)-ДХБ(ХБ), відповідно на стрілках і вагонних уповільнювачах, с; T_0^{\max} – максимально можливий інтервал на ВГ, с; $T_{0\text{стр}}^{ДХБ(ХБ)-ДПБ(ПБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n} \right\|$, $T_{0\text{yn}}^{ДХБ(ХБ)-ДПБ(ПБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n} \right\|$ – розрахунковий інтервал між вагонами, що скочуються у розрахунковому сполученні ДХБ(ХБ)-ДПБ(ПБ), відповідно на стрілках і вагонних уповільнювачах, с; $T_{0\text{ост.стр}}^{ДХБ(ХБ)-ДПБ(ПБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n} \right\|$ – розрахунковий інтервал між вагонами, що скочуються у розрахунковому сполученні ДХБ(ХБ)-ДПБ(ПБ), на останній розділовій стрілці, с; $V_{вх\text{ГП}}^{ДХБ(ХБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n} \right\|$ – швидкість входу ДХБ(ХБ) на ГП спускної частини, м/с; V_{\max} – максимальна швидкість входу вагонів на вагонні уповільнювачі ГП спускної частини, м/с; $V_{вх\text{нzn}}^{ДХБ(ХБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n} \right\|$ – швидкість входу ДХБ(ХБ) на ПГП, м/с; V_{\max}^{nzn} – максимальна швидкість входу вагонів на ПГП, м/с; $V_{вх\text{нzn}}^{ДХБ(ХБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n}, N_{yn}^{nzn} \right\|$ – швидкість виходу ДХБ(ХБ) з ПГП, м/с; $V_{дон}^{вх\text{нzn}}$ – допустима швидкість виходу вагонів з ПГП, м/с.

Швидкості

$$V_{вх\text{ГП}}^{ДХБ(ХБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n} \right\|, \quad V_{вх\text{нzn}}^{ДХБ(ХБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n} \right\|,$$

$V_{вх\text{нzn}}^{ДХБ(ХБ)} \left\| N_{yn_1}, N_{yn_2}, \dots, N_{yn_n}, N_{yn}^{nzn} \right\|$ розраховуються за формулами

$$V_{\kappa} = \sqrt{V_{\kappa-1}^2 + 2g'_{ДХБ(ХБ)} \cdot I_{\kappa} \cdot i_{\kappa} - \omega_o^{ДХБ(ХБ)} - \omega_{\epsilon\kappa} - \omega_{\epsilon\kappa}^{ДХБ(ХБ)} - \omega_{\epsilon\kappa}^{ДХБ(ХБ)} - \omega_{\epsilon\kappa}^{ДХБ(ХБ)} - \omega_{\epsilon\kappa}^{ДХБ(ХБ)}} \cdot 10^{-3}; \tag{3}$$

$$V_{\kappa-1} = \sqrt{V_{\kappa-2}^2 + 2g'_{\text{ДХБ(ХБ)}} \cdot l_{\kappa-1} \left[i_{\kappa-1} - \omega_{\text{o}}^{\text{ДХБ(ХБ)}} - \omega_{\text{св}_{\kappa-1}} - \omega_{\text{сн}_{\kappa-1}}^{\text{ДХБ(ХБ)}} - \omega_{\text{с}_{\kappa-1}}^{\text{ДХБ(ХБ)}} \right] 10^{-3}},$$

$$V_{\kappa-2} = \sqrt{V_{\kappa-3}^2 + 2g'_{\text{ДХБ(ХБ)}} \cdot l_{\kappa-2} \left[i_{\kappa-2} - \omega_{\text{o}}^{\text{ДХБ(ХБ)}} - \omega_{\text{св}_{\kappa-2}} - \omega_{\text{сн}_{\kappa-2}}^{\text{ДХБ(ХБ)}} - \omega_{\text{с}_{\kappa-2}}^{\text{ДХБ(ХБ)}} \right] 10^{-3}},$$

$$V_2 = \sqrt{V_1^2 + 2g'_{\text{ДХБ(ХБ)}} \cdot l_2 \left[i_2 - \omega_{\text{o}}^{\text{ДХБ(ХБ)}} - \omega_{\text{св}_2} - \omega_{\text{сн}_2}^{\text{ДХБ(ХБ)}} - \omega_{\text{с}_2}^{\text{ДХБ(ХБ)}} \right] 10^{-3}},$$

$$V_1 = \sqrt{V_0^2 + 2g'_{\text{ДХБ(ХБ)}} \cdot l_1 \left[i_1 - \omega_{\text{o}}^{\text{ДХБ(ХБ)}} - \omega_{\text{св}_1} - \omega_{\text{сн}_1}^{\text{ДХБ(ХБ)}} - \omega_{\text{с}_1}^{\text{ДХБ(ХБ)}} \right] 10^{-3}},$$

$$V_0 = V_p,$$

де $V_{\kappa}, V_{\kappa-1}, V_{\kappa-2}, \dots, V_2, V_1$ – швидкості ДХБ(ХБ) відповідно у кінці k -го, $k-1$ -го, $k-2$ -го, ..., 2-го і 1-го технологічних елементів, м/с; $g'_{\text{ДХБ(ХБ)}}$ – прискорення вільного падіння з урахуванням моменту інерції мас вагону, що обертаються ДХБ(ХБ), м/с²; $l_{\kappa}, l_{\kappa-1}, l_{\kappa-2}, \dots, l_2, l_1$ – довжина відповідно k -го, $k-1$ -го, $k-2$ -го, ..., 2-го і 1-го технологічних елементів, м; $i_{\kappa}, i_{\kappa-1}, i_{\kappa-2}, \dots, i_2, i_1$ – крутизна відповідно k -го, $k-1$ -го, $k-2$ -го, ..., 2-го і 1-го технологічних елементів, ⁰/₀₀; $\omega_{\text{св}_{\kappa}}, \omega_{\text{св}_{\kappa-1}}, \omega_{\text{св}_{\kappa-2}}, \dots, \omega_{\text{св}_2}, \omega_{\text{св}_1}$ – додатковий питомий опір ДХБ(ХБ) від стрілок і кривих відповідно на k -му, $k-1$ -му, $k-2$ -му, ..., 2-му і 1-му технологічних елементах, Н/кН; $\omega_{\text{св}_{\kappa}}^{\text{ДХБ(ХБ)}}, \omega_{\text{св}_{\kappa-1}}^{\text{ДХБ(ХБ)}}, \omega_{\text{св}_{\kappa-2}}^{\text{ДХБ(ХБ)}}, \dots, \omega_{\text{св}_2}^{\text{ДХБ(ХБ)}}, \omega_{\text{св}_1}^{\text{ДХБ(ХБ)}}$ – додатковий питомий опір ДХБ(ХБ) від середовища і вітру відповідно на k -му, $k-1$ -му, $k-2$ -му, ..., 2-му і 1-му технологічних елементах, Н/кН; $\omega_{\text{ні}_{\kappa}}^{\text{А} \ddot{\text{O}} \text{A} (\ddot{\text{O}} \text{A})}, \omega_{\text{ні}_{\kappa-1}}^{\text{А} \ddot{\text{O}} \text{A} (\ddot{\text{O}} \text{A})}, \omega_{\text{ні}_{\kappa-2}}^{\text{А} \ddot{\text{O}} \text{A} (\ddot{\text{O}} \text{A})}, \dots, \omega_{\text{ні}_2}^{\text{А} \ddot{\text{O}} \text{A} (\ddot{\text{O}} \text{A})}, \omega_{\text{ні}_1}^{\text{А} \ddot{\text{O}} \text{A} (\ddot{\text{O}} \text{A})}$ – додатковий питомий опір ДХБ(ХБ) від снігу та інею відповідно на k -му, $k-1$ -му, $k-2$ -му, ..., 2-му і 1-му технологічних елементах, Н/кН; $\omega_{\text{с}_{\kappa}}^{\text{ДХБ(ХБ)}}, \omega_{\text{с}_{\kappa-1}}^{\text{ДХБ(ХБ)}}, \omega_{\text{с}_{\kappa-2}}^{\text{ДХБ(ХБ)}}, \dots, \omega_{\text{с}_2}^{\text{ДХБ(ХБ)}}, \omega_{\text{с}_1}^{\text{ДХБ(ХБ)}}$ – питома величина гальмування ДХБ(ХБ) відповідно на k -му, $k-1$ -му, $k-2$ -му, ..., 2-му і 1-му технологічних елементах, Н/кН

$$\omega_{\text{с}_j}^{\text{ДХБ(ХБ)}} = \frac{1000 \cdot h_{\Gamma j}}{l_j}, \quad (4)$$

де $j=[1, \kappa]$; V_p – швидкість розпуску составів, м/с; V_0 – початкова швидкість розпуску, м/с.

Потужність гальмових засобів СГ повинна бути достатньою для реалізації встановленої швидкості розпуску составів і допустимої швидкості зіткнення вагонів на підгіркових коліях у будь-яких метеорологічних умовах. У зв'язку з цим можливість застосування варіантів розміщення гальмових засобів в межах спускної частини повинна перевірятись для сприятливих і несприятливих умов скоювання вагонів.

Оскільки число уповільнювачів є цілими числами, а обмеження (2) мають нелінійну структуру, то виникає задача дискретного нелінійного програмування. Зазначена задача відноситься до NP -повних. В процесі вирішення зазначеної

моделі використано метод спрямованого перебору варіантів у дискретному фазовому просторі. На рис.1 наведено графічну інтерпретацію визначення поняття фазового простору дисертаційної задачі.

Кожна з осей характеризує дискретний підпростір системи бівалентних величин X, ψ, Y , що означають: X – множина вагонних уповільнювачів на спускній частині СГ; ψ – множина варіантів розташування вагонних уповільнювачів спускної частини СГ, Y – множина вагонних уповільнювачів на ПГП. На рис. 1 точка **A** з найменшим діаметром і є графічним абстрактним уявленням оптимального рішення поставленої задачі.

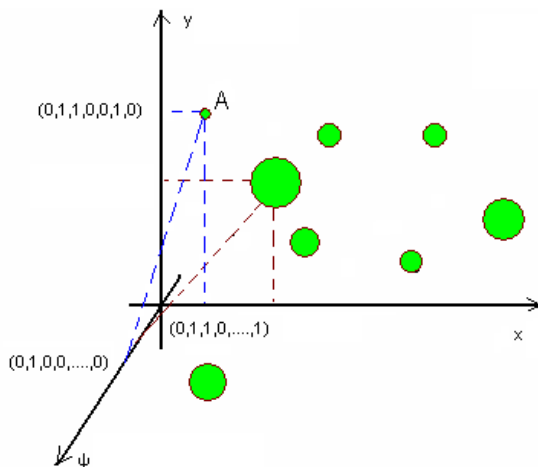


Рис.1. Графічна інтерпретація щодо визначення поняття дискретного фазового простору дисертаційної задачі

Оскільки оперувати при розрахунках в даному випадку необхідно з цілими числами, то застосовувати метод спрямованого перебору варіантів доцільно у дискретному фазовому просторі на декартовому добутку булевих множин $\{0, 1\}$.

Результатом раціоналізації розміщення гальмових засобів в межах спускної частини СГ для заданої СГГ може бути отримання декількох варіантів проектних рішень, рівних за капіталовкладеннями у вагонні уповільнювачі. У цьому випадку остаточний вибір проектного рішення слід здійснювати за допомогою запропонованого у третьому розділі дисертації методу комплексної оцінки СГГ, який окрім приведених витрат на спорудження та експлуатацію СГ, додатково враховує показники надійності вказаних структур в альтернативних варіантах при заданих типі і розміщенні вагонних уповільнювачів.

Третій розділ присвячено удосконаленню процедури розрахунку показників надійності СГГ та розробці методу їх комплексної оцінки.

Дослідженнями протягом 2006-2009 р.р. по станціях Основа та Харків-Сортувальний Південної залізниці встановлено, що доля відмов гіркових пристроїв від загального їх числа на вагонні уповільнювачі складає 85%, на пристрої гіркової автоматичної централізації – 7%, на колійне господарство – 8%.

Якщо розглядати витрати на усунення наслідків в результаті відмов гіркових пристроїв, то їх доля складає 90%, 4% та 6% відповідно на вагонні уповільнювачі, пристрої гіркової автоматичної централізації та колійного господарства. Отже, слабкою ланкою при виконанні сортувального процесу є працездатність вагонних уповільнювачів. У зв'язку з цим при визначенні показників надійності СГГ запропоновано взяти за основу тип та число вагонних уповільнювачів по маршруту скочування відчепів і структуру їх розташування на спускній частині.

На підставі діючих стандартів надійність СГГ запропоновано оцінювати за наступними властивостями: безвідмовність, ремонтпридатність та довговічність. Безвідмовність пропонується характеризувати імовірністю відмов вагонних уповільнювачів $Q(t)$, ремонтпридатність – імовірністю їх відновлення P_B , довговічність – середнім терміном їх служби $T_{сл}$.

У дисертації перевірено і доведено доцільність використання експоненціального розподілу при визначенні імовірності відмов та відновлення вагонних уповільнювачів. Перевірку проведено за допомогою критерію Бартлетта. Оскільки вагонні уповільнювачі в процесі експлуатації СГ можуть ремонтуватись, то оцінку показників надійності проведено як для відновлюваної системи. В горловині виділено три підсистеми (рис. 2). Зазначені підсистеми складаються з певного числа вагонних уповільнювачів. Підсистеми 1 та 3 з'єднані за схемою навантаженого резерву. Послідовно з ними з'єднана підсистема 2. Відновлює систему одна ремонтна бригада – обмежене відновлення.

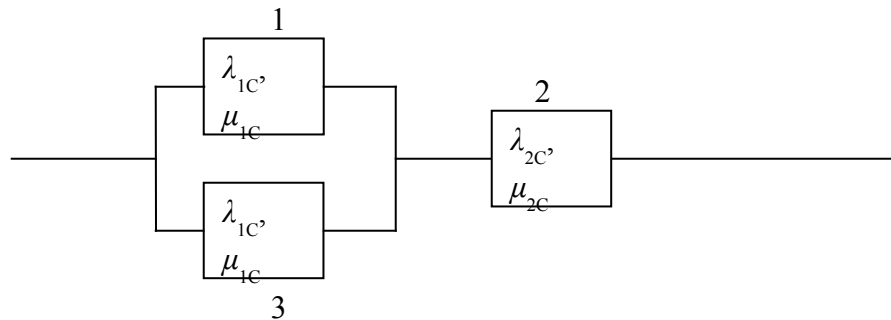


Рис. 2. Процедурно-логічна схема для визначення показників надійності СГГ

Для оцінки показників надійності складено та вирішено систему диференціальних рівнянь для імовірностей станів. Граф станів системи представлено на рис. 3.

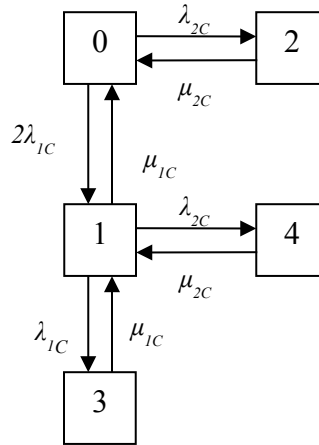


Рис. 3. Граф станів системи

Серед множини можливих станів системи виділено основні, а саме: 0 – всі підсистеми працездатні; 1 – підсистема 1 або 3 непрацездатна; 2 – підсистеми 1 та 3 працездатні, а підсистема 2 непрацездатна; 3 – підсистеми 1 та 3 непрацездатні; 4 – підсистема 2 непрацездатна після відмови підсистем 1 та 3. Працездатними є стани 0 та 1, непрацездатними – 2, 3 та 4. У зв'язку з цим, імовірність безвідмовної роботи буде дорівнювати сумі імовірностей станів 0 та 1: $P(t) = P_0(t) + P_1(t)$. Математичною моделлю функціонування системи є система звичайних диференційних рівнянь, що відповідає працездатним станам системи і вирішується за допомогою перетворення Лапласа. Використання прикладних програм Derive 5 дозволило отримати формули для визначення імовірності відмов та відновлення системи

$$\begin{aligned}
 & \left[\begin{aligned} & Q(t) = 1 - \left[\frac{(A+S_1)}{(S_1-S_2)} \cdot e^{s_1 t} + \frac{(A+S_2)}{(S_2-S_1)} e^{s_2 t} \right]; P_B = e^{\left[\frac{\left(\frac{(A+S_1)}{(S_1-S_2)} s_1 e^{s_1 t} + \frac{(A+S_2)}{(S_2-S_1)} s_2 e^{s_2 t} \right)}{\left(\frac{(A+S_1)}{(S_1-S_2)} e^{s_1 t} + \frac{(A+S_2)}{(S_2-S_1)} e^{s_2 t} \right)} \right]}; \end{aligned} \right. \\
 & \left[\begin{aligned} & T_B = \frac{2\lambda_{1c}^2 \mu_{2c} + \mu_{1c} (2\lambda_{1c} \lambda_{2c} + 2\lambda_{2c} \mu_{1c})}{\mu_{1c} \mu_{2c} (2\lambda_{1c}^2 + 2\lambda_{2c} \lambda_{1c} + \lambda_{2c} \mu_{1c})}; s_{1,2} = 0,5 \left(-B \pm \sqrt{B^2 - 4C} \right); \\ & A = 3\lambda_{1c} + \lambda_{2c} + \mu_{1c}; B = 3\lambda_{1c} + 2\lambda_{2c} + \mu_{1c}; C = (2\lambda_{1c} + \lambda_{2c}) \cdot (\lambda_{1c} + \lambda_{2c}) + \lambda_{2c} \cdot \mu_{1c}. \end{aligned} \right. \quad (5)
 \end{aligned}$$

В пакеті прикладних програм MATLAB отримано закони розподілу імовірності безвідмовної роботи запропонованих СГГ при використанні малопотужних уповільнювачів ВНУ-2, ВНУ-2М, УВУ-07 і типових структур при використанні потужних уповільнювачів НК-114 та ВЗПГ-5. Приклад залежності

імовірності безвідмовної роботи нових СГГ від часу при використанні малопотужних уповільнювачів ВНУ-2 наведено на рис. 4.

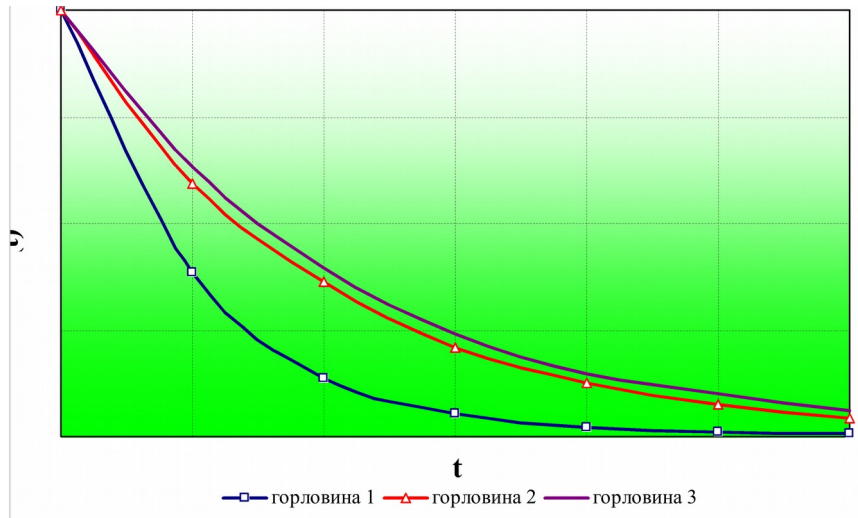


Рис.4. Імовірність безвідмовної роботи запропонованих СГГ при застосуванні уповільнювачів ВНУ-2

В роботі введено поняття якості СГГ та сформовано комплексний показник її кількісної оцінки. Він враховує приведені витрати на спорудження і експлуатацію СГ (E_{IP}) та показники надійності вказаних структур

$$G = 0,320 \cdot Z'_1 + 0,275 \cdot Z'_2 + 0,195 \cdot Z'_3 + 0,210 \cdot Z'_4, \quad (6)$$

де 0,320; 0,275; 0,195; 0,210 – вагові коефіцієнти; Z'_1, Z'_2, Z'_3, Z'_4 – монотонно зростаючі додатні функції, що приймають значення від 0 до 1;

$$\begin{aligned} Z'_1 &= \frac{\sup E_{IP} - E_{IP}}{\sup E_{IP} - \inf E_{IP}}; Z'_2 = \frac{\sup Q(t) - Q(t)}{\sup Q(t) - \inf Q(t)}; \\ Z'_3 &= \frac{P_B}{\sup P_B - \inf P_B}; Z'_4 = \frac{T_{CL}}{\sup T_{CL} - \inf T_{CL}}. \end{aligned} \quad (7)$$

Запропонований комплексний показник може бути використаний не тільки при порівнянні альтернативних варіантів розміщення прийнятих гальмових засобів в межах спускної частини СГ із заданою СГГ, а і для вибору раціональної структури при різних варіантах механізації СГ гальмовими засобами.

У четвертому розділі удосконалено методіку техніко-економічного порівняння варіантів проектних рішень сортувальних пристроїв та розглянуто економічну доцільність застосування СГГ нового класу.

У зв'язку з тим, що вагонні уповільнювачі нового покоління мають значно більший середній термін служби ніж їх попередники, у роботі запропоновано

витрати на амортизацію засобів регулювання швидкості скочування відчепів визначати з урахуванням вказаного параметру

$$E_A = \frac{n_{BV}^{CЧ} \cdot e_{BV}^{CЧ}}{T_{СЛ}^{CЧ}} + \frac{n_{BV}^{СК} \cdot e_{BV}^{СК}}{T_{СЛ}^{СК}}, \quad (8)$$

де $T_{СЛ}^{CЧ}$, $T_{СЛ}^{СК}$, $n_{BV}^{CЧ}$, $n_{BV}^{СК}$, $e_{BV}^{CЧ}$, $e_{BV}^{СК}$ – середній термін служби, років, число та вартість, тис. грн, вагонних уповільнювачів відповідно на спускній частині та сортувальних коліях.

При порівнянні варіантів проектних рішень додатково враховані витрати на земляні роботи, баластування колій та їх технічне обслуговування у гірковій горловині. Ефективність застосування рекомендованих СГГ перевірено для умов експлуатації Північної СГ станції Основа, СГ станції Харків-Сортувальний та непарної СГ станції Куп'янськ-Сортувальний Південної залізниці.

ВИСНОВКИ

У дисертації вирішена науково-прикладна задача підвищення ефективності функціонування сортувальних гірок залізниць України шляхом удосконалення СГГ.

1. Аналіз відомих структур та теорій розрахунку параметрів гіркових горловин довів, що основною метою їх удосконалення було підвищення переробної спроможності СГ. При цьому досягнення вказаної мети, як правило, супроводжувалось в ряді випадків достатньо значними капіталовкладеннями без застосування енергозберігаючих технологій. Встановлено також, що діючою інструкцією не передбачено комплексного підходу щодо вибору конструктивних параметрів гіркових горловин, а саме недостатньо враховуються показники надійності їх структур і вплив метеорологічних умов.

2. Запропоновано новий клас СГГ з 5, 4 та 3 ГП на спускній частині. На відмінність від існуючих даний клас структур містить елементи квазібезперервного регулювання швидкості скочування відчепів в межах спускної частини.

Результати моделювання скочування розрахункових бігунів у розрахункових сполученнях довели, що діапазон висот СГ, при якому можуть застосовуватися нові СГГ, є достатньо чутким до типів вагонних уповільнювачів, які передбачається використовувати на СГ, а саме суттєво залежить від їх потужності.

Серед запропонованих горловин найкращий показник використання ресурсів (вагонних уповільнювачів) забезпечує горловина 2 (у 67% випадків на ГВП і у 50% випадків на ГСП).

3. Аналіз результатів розрахунку конструктивних параметрів СГ з СГГ нового класу довів, що кожна з запропонованих структур з вагонними

уповільнювачами заданого типу може бути використаною при окремих комбінаціях швидкості та напрямку зустрічного вітру на ГСП і ГВП, а саме перша СГГ з вагонними уповільнювачами ВНУ-2 – у 84,1% випадків вказаних комбінацій, з вагонними уповільнювачами ВНУ-2М – у 71,5% випадків, з вагонними уповільнювачами УВУ-07 – у 67,6% випадків. Друга СГГ може бути використаною у 96,1% випадків при застосування вагонних уповільнювачів ВНУ-2, 61,3% випадків – при застосуванні вагонних уповільнювачів ВНУ-2М і 47,1% випадків – при застосуванні вагонних уповільнювачів УВУ-07. Третя СГГ може бути використаною відповідно у 90,1%, 63,4% і 49,2% випадків. Отримані результати показують, що перша СГГ забезпечує більш широке застосування в кліматичних умовах України у порівнянні з іншими запропонованими структурами. Таким чином доведено, що збільшення числа ГП на спускній частині розширює область застосування гіркових горловин в зазначених вище умовах.

4. Розроблено математичну модель визначення раціонального варіанту розміщення гальмових засобів в межах спускної частини СГ. У якості критерію раціоналізації для заданої СГГ обрано мінімум капіталовкладень у вагонні уповільнювачі спускної частини та ППП. В основу моделі покладено апарат нелінійного цілочисельного програмування, а саме метод спрямованого перебору варіантів у дискретному фазовому просторі.

Визначено раціональні варіанти розміщення малопотужних уповільнювачів ВНУ-2, ВНУ-2М і УВУ-07 в межах спускної частини СГ для заданих метеорологічних умов. Мінімальні капіталовкладення у механізацію засобами регулювання швидкості скочування відчепів забезпечуються при застосуванні першої СГГ і вагонних уповільнювачів УВУ-07. При висоті гірки 2,4 м, 3,0 м та 3,6 м вказані капіталовкладення відповідно складають 10,56, 11,00 та 13,64 млн. грн і у 1,5-1,8 рази менші у порівнянні з типовими проектними рішеннями при висоті гірки 3,0 м та у 1,3-1,6 рази – при висоті гірки 3,6 м.

5. Сформульовано та формалізовано процедуру оцінки показників надійності СГГ з урахуванням діючих стандартів. Горловину розглянуто як відновлювальну систему у всіх можливих станах, в яких вона може знаходитись. Встановлено, що структура включення вагонних уповільнювачів з резервуванням підвищує імовірність безвідмовної роботи СГГ не менше ніж у 1,8 рази. При використанні сучасних вагонних уповільнювачів УВУ-07 вказаний показник збільшується більше ніж у 1,58 рази, що свідчить про суттєвий вплив типу вагонних уповільнювачів на безвідмовність СГГ. На підставі діючих стандартів встановлено, що імовірність безвідмовної роботи СГГ повинна бути не менше 0,85.

6. Сформовано комплексний показник кількісної оцінки якості СГГ, який враховує приведені витрати на спорудження і експлуатацію СГ та показники надійності структур, що розглядаються. Результати оцінки СГГ показали, що рівень якості нових структур більше 0,86, а типових – не перевищує 0,81, що свідчить про доцільність обраного напрямку удосконалення СГГ.

7. Оцінено економічну ефективність впровадження нового класу СГГ в умовах експлуатації станцій Основа, Харків-Сортувальний та Куп'янськ-Сортувальний Південної залізниці. В залежності від прийнятих типів вагонних уповільнювачів економічний ефект відповідно складає в межах 429÷605, 683÷835, 925÷996 тис. грн на рік. Для умов нового будівництва економічний ефект при застосуванні горловин 1, 2 та 3 відповідно складає 976, 1871 та 1551 тис. грн на рік у порівнянні із застосуванням типових структур. Результати розрахунків свідчать про доцільність застосування нового класу СГГ як при новому будівництві, так і при реконструкції існуючих СГ.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Розсоха О.В. Аналіз і особливості конструкції гіркових горловин вітчизняних сортувальних пристроїв / О.М. Огар, О.В. Розсоха, С.М. Светличний // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ. – 2007. – Вип. 85. – С. 57-64.
2. Розсоха О.В. Напрямки удосконалення конструкцій гіркових горловин сортувальних пристроїв з позиції ресурсозбереження / О.М. Огар, О.В. Розсоха // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2007. – № 5/2(29). – С. 54-58.
3. Розсоха О.В. Дослідження ефективності застосування нових гіркових горловин / М.І. Данько, І.В. Берестов, О.М. Огар, О.В. Розсоха // Залізничний транспорт України. – 2008. – № 1. – С. 18-21.
4. Розсоха О.В. Ефективність роботи гірок середньої потужності при застосуванні нових гіркових горловин / О.М. Огар, О.В. Розсоха, І.П. Федорко // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ. – 2008. – Вип. №14. – С. 10-18.
5. Розсоха О.В. Ефективність застосування малопотужних уповільнювачів на спускній частині нових гіркових горловин / О.М. Огар, Д.С. Лючков, О.В. Розсоха // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ. – 2008. – Вип. 99. – С. 139-151.
6. Розсоха О.В. Сфери застосування нових гіркових горловин / О.М. Огар, О.В. Розсоха // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ. – 2009. – Вип. 17. – С. 5-8.
7. Розсоха О.В. Математична модель визначення раціонального варіанту механізації сортувальних гірок при застосуванні нових конструкцій гіркових горловин / М.І. Данько, О.М. Огар, О.В. Розсоха // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ. – 2009. – Вип. 19. – С. 5-12.
8. Розсоха О.В. Аналіз існуючих методів оцінки конструкцій гіркових горловин / О.М. Огар, В.І. Мойсеєнко, О.В. Розсоха // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ. – 2009. – Вип. 102. – С. 24-31.
9. Розсоха О.В. Розробка методу комплексної оцінки конструкцій гіркових горловин / М.І. Данько, О.М. Огар, О.В. Розсоха // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – № 6/3(42). – С. 30-33.

10. Розсоха О.В. Ефективність роботи сортувальних гірок при застосуванні нових гіркових горловин / О.В. Розсоха // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – № 5/3(35). – С. 51-59.

АНОТАЦІЯ

Розсоха О.В. Підвищення ефективності функціонування сортувальних гірок шляхом удосконалення структур їх горловин. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту. Українська державна академія залізничного транспорту. Харків, 2010 р.

Дисертацію присвячено питанню підвищення ефективності функціонування сортувальних гірок шляхом удосконалення структур їх горловин. Проведено аналіз існуючих типів гіркових горловин вітчизняних і закордонних сортувальних пристроїв та відомих методик оцінки їх структур. Запропоновано теоретичні підходи щодо розробки нового класу структур гіркових горловин, які базуються на використанні відомого принципу квазібезперервного регулювання швидкості скочування відчепів малопотужними уповільнювачами в межах спускної частини. Запропоновані структури було досліджено на предмет ефективності їх використання в умовах експлуатації сортувальних гірок залізниць України.

Для вибору ефективної структури розроблено математичну модель визначення раціонального варіанту розміщення гальмових засобів в межах спускної частини, яка базується на математичному апараті нелінійного цілочисельного програмування для вирішення оптимізаційних комбінаторних задач, та метод комплексної оцінки структур горловин з урахуванням показників економічних витрат та надійності. Удосконалено процедуру визначення показників надійності структур гіркових горловин та методіку техніко-економічного порівняння варіантів проектних рішень сортувальних пристроїв. Оцінено економічну ефективність їх функціонування зі структурами горловин нового класу. Результати оцінки показали доцільність застосування нових структур гіркових горловин, як при новому будівництві, так і при реконструкції існуючих сортувальних гірок.

Ключові слова: сортувальна станція, сортувальна гірка, ресурсозбереження, гіркова горловина, вагонні уповільнювачі, надійність.

АННОТАЦИЯ

Розсоха А.В. Повышение эффективности функционирования сортировочных горок путем усовершенствования структур их горловин. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.20 – эксплуатация и ремонт средств транспорта. Украинская государственная академия железнодорожного транспорта. Харьков, 2010 г.

Диссертация посвящена вопросу повышения эффективности функционирования сортировочных горок путем усовершенствования структур горочных горловин. Выполнен анализ существующих типов горочных горловин отечественных и зарубежных сортировочных устройств и известных методик оценки их структур. Установлено, что действующей инструкцией по проектированию сортировочных устройств не предусмотрен комплексный подход к выбору конструктивных параметров горочных горловин, а именно недостаточно учитываются показатели надежности их структур и влияние метеорологических условий.

Предложены теоретические подходы к разработке нового класса структур горочных горловин, которые базируются на использовании известного принципа квазинепрерывного регулирования скорости скатывания отцепов маломощными замедлителями в пределах спускной части. Этот подход обеспечивает плавность регулирования скорости скатывания отцепов, большую точность реализации заданных скоростей выхода отцепов с тормозных позиций, высокую степень использования суммарной наличной мощности тормозных средств спускной части и, как результат, повышение уровня сохранности производственных и перевозочных ресурсов. Предложенные структуры были исследованы на предмет эффективности их использования в условиях эксплуатации сортировочных горок железных дорог Украины. Анализ результатов расчета конструктивных параметров сортировочных горок при использовании структур горочных горловин нового класса показал, что каждая из предложенных структур с вагонными замедлителями заданного типа может быть использованной при определенных комбинациях скорости и направлении встречного ветра на горках средней и большой мощности.

Для выбора эффективной структуры горочной горловины разработаны математическая модель определения рационального расположения тормозных средств в пределах спускной части горки, базирующаяся на математическом аппарате нелинейного целочисленного программирования для решения оптимизационных комбинаторных задач, и метод комплексной оценки структур горочных горловин, основывающийся на комплексном показателе качества.

Усовершенствована процедура определения показателей надежности структур горочных горловин, которая в отличие от существующих рассматривает функционирование сортировочной горки как восстанавливаемой системы. Установлено, что структура включения вагонных замедлителей с резервированием повышает вероятность безотказной работы структуры горочной горловины не менее чем в 1,8 раз.

Усовершенствована методика технико-экономического сравнения вариантов проектных решений сортировочных устройств. Оценена экономическая эффективность их функционирования со структурами горловин нового класса. Результаты оценки показали целесообразность применения новых структур горочных горловин, как при новом строительстве, так и при реконструкции

существующих сортировочных горок.

Ключевые слова: сортировочная станция, сортировочная горка, ресурсосбережение, горочная горловина, вагонные замедлители, надежность.

THE SUMMARY

Rozsokha O.V. Efficiency increasing of hump yard functioning by improvement of their switching structures. – Manuscript.

The thesis for getting degree candidate of the technical sciences in speciality 05.22.20 – transport maintenance and repair. Ukrainian State Academy of Railway Transport. Kharkov, 2010.

The thesis is devoted to question of efficiency increasing of hump yard functioning by improvement of their switching structures. The analysis of existing types of hump switching of home and foreign separators and famous methods of their structures mark was made. Theoretical ways of new type development of hump switching structures, based on using famous principle of quasi-continuous speed regulation of rolling down cuts by low-power slowing down device in the rates of drain part were offered. Offered structures were researched on base of their using efficiency in the conditions of hump yard maintenance on Ukrainian railways.

Definition mathematic model of rational placement variant of brake devices in the rates of drain part, based on mathematic apparatus of nonlinear integer programming for decision of optimization combinatorial problem and method of total evaluator of switching structures taking into account indices of economical costs and reliability was made for choice of effective structure. The procedure of definition reliability indices of hump switching structures and method of technical economical equation variants of designing decisions of separators was updated. Their functional economical efficiency with new type of switching structures was estimated. The estimation results showed reasonability of using new hump switching structures as in new construction as in reconstruction of existing hump yards.

The Keywords: marshaling yard, hump yard, resource-saving, hump switching, wagon slowing down device, reliability.

РОЗСОХА Олександр Володимирович

УДК 656.212.5

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ
СОРТУВАЛЬНИХ ГІРОК ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ
СТРУКТУР ЇХ ГОРЛОВИН**

05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Відповідальний за випуск

к.т.н., доцент Шаповал Г.В.

Підписано до друку « ____ » _____ 2010 р.
Формат 60 x 84 1/16. Папір писальний.
Умовн.-друк. арк. 0,9. Обл. -вид. арк. 1,15.
Замовлення № _____. Тираж 100 прим.

Видавництво УкрДАЗТ. Свідоцтво ДК № 2874 від 12.06.2007 р.
Друкарня УкрДАЗТ: 61050, м. Харків, майдан Фейербаха, 7