

Українська державна академія залізничного транспорту

ПОХИЛКО Сергій Петрович

УДК 656.212.6

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ШЛЯХОМ
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ
ПІДСИСТЕМИ РОЗФОРМУВАННЯ СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ**

05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 2005

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі “Залізничні станції та вузли” Української державної академії залізничного транспорту Міністерства транспорту та зв'язку України

Науковий керівник - кандидат технічних наук, доцент

Берестов Ігор В'ячеславович

Українська державна академія залізничного транспорту,
кафедра “Залізничні станції та вузли”, завідувач кафедри

Офіційні опоненти: - доктор технічних наук, професор

Бутько Тетяна Василівна

Українська державна академія залізничного транспорту,
кафедра „Управління експлуатаційною роботою”, завідувач
кафедри

- кандидат технічних наук, доцент

Яновський Петро Олександрович

Київський університет економіки і технологій транспорту,
кафедра „Організація перевезень і управління на
транспорті”, завідувач кафедри, проректор

Провідна установа Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, кафедра „Залізничні станції та вузли”, Міністерства транспорту та зв'язку України, м. Дніпропетровськ.

Захист відбудеться “29” вересня 2005 р. о 13³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.04 Української державної академії залізничного транспорту за адресою 61050, м. Харків, майдан Фейербаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Української державної академії залізничного транспорту за адресою 61050, м. Харків, майдан Фейербаха, 7.

Автореферат розісланий “ ” _____ 2005 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Фалендиш А.П.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Вступ. Рациональне використання енергоресурсів та знаходження методів їх зменшення – є важливим питанням в економіці залізничного транспорту. Переважна частина паливно-енергетичних витрат (76,6%) припадає на локомотиви вне господарство, тому пошуки можливостей їх зменшення мають бути зосереджені на роботі локомотивного парку. На залізницях України 58,6% локомотивного парку складають тепловози, переважна частина яких (54,1%) задіяна у маневровій роботі, тому у зв'язку з підвищенням на світовому ринку цін на паливо виникають задачі по знаходженню шляхів зменшення, або стабілізації постійно зростаючих експлуатаційних витрат на перевізний процес. На технічних станціях ця проблема частково вирішується за допомогою використання у сортувальному процесі гіркових електровозів. Таке вирішення поставленої задачі потребує економічного обґрунтування та нових підходів до визначення оптимальних режимів роботи сортувальних засобів при використанні електричної тяги.

Актуальність теми. Сучасні дослідження по нормуванню та визначенню паливно-енергетичних витрат при проведенні маневрових операцій в основному виконані для тепловозної тяги, тому не можуть в повній мірі характеризувати роботу електровозів на гірці. Впровадження ресурсозберігаючих технологій на сортувальних станціях передбачає проведення досліджень її окремих технологічних ліній за критерієм мінімізації енерговитрат, особливо в найбільш енергоємних процесах, до яких належить процес розформування составів на гірках. Проведення таких досліджень потребує аналізу технологічних процесів і визначення напрямків удосконалення конструктивно-технологічних параметрів підсистем станції з метою збереження або зменшення витрат на енергоносії. Тому дослідження та впровадження ресурсозберігаючих режимів розформування составів електричною тягою є актуальною науковою задачею.

На основі цих досліджень шляхом розробки математичних моделей можливо вирішувати питання оптимізації режимів роботи гіркових засобів та конструктивних параметрів підсистеми „парк прийому – сортувальна гірка”. Таким чином, представлену дисертаційну роботу можна кваліфікувати як актуальну.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась відповідно до Концепції та програми реструктуризації на залізничному транспорті України (1997 р.), закону України „Про енергозбереження” (74/94 - ВР), постанови Кабінету Міністрів України „Про порядок нормування питомих витрат паливно–енергетичних ресурсів у

суспільному виробництві” (2002р.) та з науково-дослідною темою „Розробка мікропроцесорної системи тренінгу основних навиків роботи та контролю поточних знань чергового по станції – макет – тренажер ДСП” (ДР №01004U007159, арх. №0204U006020).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є удосконалення технології розформування составів електричною тягою на основі ресурсозберігаючих режимів роботи гіркових засобів та оптимізації конструктивних параметрів підсистеми „парк прийому – сортувальна гірка”. Поставлена мета визначила основні задачі дослідження:

- аналіз конструктивних параметрів підсистеми „парк прийому – сортувальна гірка”;
- проведення аналізу існуючих методів розрахунку паливно-енергетичних витрат маневровими засобами;
- формування множини технологічних і конструктивних факторів, що впливають на витрати електроенергії електровозами в умовах роботи на сортувальній гірці;
- розробка математичної моделі реалізації технологічних процесів розформування составів, що дозволяє забезпечити ресурсозберігаючі режими роботи електровозів;
- розробка методу для визначення раціональних конструктивних параметрів поздовжнього профілю парка прийому;
- визначення залежності, що дозволяє адаптувати процес розформування составів електричною тягою відповідно до змінення вартості електроенергії протягом доби;
- обґрунтування техніко-економічної доцільності впровадження ресурсозберігаючої технології розформування составів та раціональних конструктивних параметрів парку прийому на основі скорочення енерговитрат маневрових електровозів при виконанні гіркових операцій.

Об’єкт дослідження. Процес розформування составів на сортувальних гірках та визначення конструктивних параметрів парку прийому.

Предмет дослідження. Гіркові засоби на сортувальних станціях.

Методи дослідження. Проведені дослідження базуються на моніторингу процесу розформування составів на сортувальних станціях; на основі методів теорії імовірності, математичної статистики отримані залежності енерговитрат електровозів від множини технологічних і конструктивних факторів; за допомогою методів динамічного програмування розроблено модель процесу розформування составів; визначення оптимальних режимів роботи гіркового комплексу базується на основі імітаційного моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів. В дисертаційній роботі шляхом розробки комплексу математичних моделей вирішено наукову задачу удосконалення технології розформування составів електричною тягою на основі енергозбереження з урахуванням впливу множини експлуатаційних і конструктивних факторів та вибору раціональних параметрів поздовжнього профілю парку прийому.

Вперше:

- отримані залежності витрат електроенергії від множини технологічних і конструктивних факторів, що дозволяють реалізувати оптимальні режими роботи гіркового комплексу на основі методів моделювання;

- розроблено комплекс моделей, що забезпечує реалізацію ресурсозберігаючої технології розформування составів при виконанні маневрових операцій електровозами та дозволяє визначити раціональні конструктивні параметри парку прийому;

- отримані залежності експлуатаційних витрат на розформування составів від вартості енергоносіїв протягом доби.

Удосконалено:

- доопрацьовано метод визначення конструктивних параметрів парку прийому за критерієм мінімізації витрат електроенергії маневровим локомотивом на основі методів динамічного програмування;

- розширено комплекс задач по реалізації ресурсозберігаючої технології розформування составів електричною тягою, яку впроваджено на автоматизованому робочому місці АРМ маневрового диспетчера, в рамках комплексної системи електронного обміну даними (КСЕОД).

Практичне значення отриманих результатів. Розроблений програмний продукт реалізує ресурсозберігаючу технологію розформування составів при використанні електротяги у маневровій роботі і дає можливість скоротити витрати електроенергії на 6,7% при виконанні гіркових технологічних операцій, а також визначати раціональні конструктивні параметри поздовжнього профілю парку прийому за критерієм енергозбереження. Визначені конструктивні параметри рекомендовано враховувати при виправленні поздовжнього профілю парку прийому існуючих сортувальних станцій, а також при розробці нових Правил і норм проектування сортувальних станцій. Розроблена ресурсозберігаюча технологія, що інтегрована до АРМ маневрового диспетчера, дозволяє скоротити час простою составів в парку прийому в очікуванні розформування. Ресурсозберігаюча технологія враховує змінення вартості електроенергії протягом доби, що дозволяє скоротити експлуатаційні витрати на 1,7%.

Основні результати і розроблені методики використані і впроваджені на сортувальних станціях Ясинувата, Нижньодніпровськ – Вузол, у навчальній

процес ДонІЗТа, у дипломному проектуванні і проведені науково-дослідних робіт студентів.

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

Особистий внесок здобувача. Всі положення і результати, що виносяться на захист, отримані автором самостійно. У публікаціях у співавторстві автору належать:

- в статті [1] наведені порівняння паливно-енергетичних витрат локомотивів з різним видом тяги при насуві составів на гірку та схема алгоритму розрахунку енерговитрат при використанні електровозів на гірці;

- в статті [2] розроблена методика визначення енерговитрат гіркових електровозів на основі моніторингу процесу розформування;

- в статті [3] розроблена математична модель роботи електровоза на гірці, яка спрямована на комплексне вирішення питань з оптимізації показників роботи маневрових локомотивів при насуві та розпуску составів для забезпечення ресурсозбереження роботи гірок.

В працях, які додатково висвітлюють матеріали дисертації автору належать:

- в праці [2] досліджені переваги та недоліки електровозів, які використовуються в процесі розформування на сортувальних станціях;

- в праці [3] визначена залежність вартості розформування составів від профілю парку прийому;

- в праці [4] проведено аналіз виникнення додаткових енерговитрат гіркового електровоза в процесі розформування составів.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались, обговорювались та ухвалені на наступних науково-технічних конференціях і семінарах:

- 63 – 66-й міжнародних науково-технічних конференціях кафедр Української державної академії і фахівців залізничного транспорту і підприємств (м. Харків, 2001-2004 рр.);

- VII міжнародній науково-практичній конференції „Наука і освіта 2004” (м. Дніпропетровськ, 2004 р.);

- на 1-2 – й науково-практичних конференціях „Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: техніка, технологія, економіка і управління” (м. Київ, 2003-2004 рр.);

- на 65 міжнародній науково-практичній конференції „Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту” (м. Дніпропетровськ, 2005 р.).

Публікації. Відповідно до теми дисертації опубліковано 9 наукових робіт , з них 4 у виданнях, що затверджені ВАК України, як фахові (одна без співавторів), 1 статті збірнику наукових праць та 4 тезах і матеріалах конференцій.

Структура й обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Повний обсяг роботи містить 273 сторінки, з них обсяг основного тексту 127 сторінок. Робота ілюстрована 35 рисунками, наведено 15 таблиць, список використаних джерел складається з 145 найменувань на 15 стор і 10 додатків на 123 стор.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми, сформульована мета і задачі досліджень, відображена наукова новизна, практичне значення отриманих результатів і особистий внесок автора, наведена інформація про апробації і публікації результатів дослідження.

У першому розділі проведено аналіз технічних пристроїв, які використовуються у розформуванні составів на сортувальних станціях, до яких належать: сортувальна гірка, парк прийому та маневрові засоби.

З метою удосконалення маневрової технології на основі ресурсозбереження було проведено аналіз досліджень щодо існуючих методів нормування маневрової роботи. Цим питанням присвячені наукові праці таких вчених, як К.С. Ахвердієв, І.В. Берестов, С.О. Бессоненко, В.І. Бобровський, М. П. Божко, Е.О. Гібшман, Ю.Т. Гуричев, А.И. Гуда, М.М. Дашков, С.Н. Дегтярев, В.П. Жуков, І.В. Жуковицький, Б.О. Кривошей, Ю.А. Муха, Є.В. Нагорний, Н.Н . Новгородов, О.М. Огар, В.Є Павлов, А.С. Писанко, В.Ф. Пригоровський, В.І. Смірнов, І.І. Страковський, В.В. Стрельникова, Л.Б. Тішков, М.П. Топчієв, Н.І. Федотов, І.Б. Феоктистов, О.П. Шипулін та інші. Безпосередньо питанням удосконалення конструкції поздовжнього профілю насувної частини присвячені праці В.Є. Павлова, В.Ф. Пригоровського, Л.Б. Тішкова, М.П. Топчієва, О.П . Шипуліна.

Запропоновані методики визначення оптимальних конструкцій поздовжнього профілю сортувальних станцій, головним чином, присвячені сортувальним гіркам в умовах інтенсивного зростання вагонопотоків, і не достатньо уваги в даних роботах було приділено визначенню раціональних параметрів парку прийому за критерієм мінімізації паливно-енергетичних витрат гіркових локомотивів.

Для реалізації ресурсозберігаючої технології на сортувальній станції в дисертаційній роботі були досліджені сучасні методи нормування паливно-енергетичних ресурсів при виконанні маневрових операцій. Як показав аналіз, в основному вони спрямовані на використання маневрових тепловозів. На сьогоднішній день по нормуванню маневрової роботи відомі праці таких вчених, як П.Н. Астахова, Є.В. Архангельського, О.М. Бабичкова, Т.В. Бутько, В.Я. Буянова, І.І. Васильєва, М.Є. Гончарова, П.С. Грунтова, М.І. Данько, В.І. Дробахи, М.Л. Забелло, М.Д. Іловайського, Ю.І. Єфименко, Б.А. Калери, В.М. Кулешова, В.Я. Негрей, Потгофф, Е.Д. Тартаковського, О.М. Толстошея, М.П. Топчієва, Є.М. Шафіт, П.О. Яновського. Діючі на Укрзалізниці методики нормування паливно-енергетичних витрат в основному спрямовані на умови роботи магістрального транспорту і значно в меншому ступеню адаптовані до маневрової роботи на сортувальній станції. Однак не в теоретичних дослідженнях не в офіційних виданнях не враховувалась специфіка сортувального процесу при використанні електротяги. В теперішній час в умовах конкурентного середовища особливої актуальності набувають питання удосконалення технології роботи технічних засобів підсистеми розформування сортувальних станцій.

Другий розділ присвячений дослідженню процесу розформування составів електричною тягою на сортувальних гірках. На основі аналізу статистичних даних на станції Ясинувата протягом трьох років були визначені емпіричні залежності величин витраченої електроенергії гірковим електровозом $A_{роз}$ від наступних технологічних факторів: маси состава – Q , тис.т, кількості вагонів в составі – $n_{ваг}$, кількості відчепів в составі – $n_{від}$, уклону парку прийому – $i_{пр}$, уклону насувної частини гірки – $i_{нч}$, яка має наступний вигляд

. (1)

З метою обґрунтування доцільності використання електровозів у маневровій роботі, в умовах Донецької залізниці, було проведено порівняльний аналіз використання електровозів і тепловозів та визначені основні їх переваги і недоліки. До переваг використання електровозів на гірці слід віднести низьку вартість енергетичних ресурсів та екологічність у роботі, а до недоліків – збільшення гіркового циклу за рахунок зміни кабіни управління; неможливість виконання операцій по осаджуванню та витягуванню составів з сортувального парку; збільшення енерговитрат на 50% за рахунок того, що електровоз в процесі розформування працює на пускових опорах.

Для формування ресурсозберігаючих технологій були проведені дослідження режимів роботи електровозів при розформування составів. Внаслідок чого в технологічному процесі розформування составів були визначені два основних режими при насуві та розпуску, а саме - з повільним переводом контролера машиніста та з інтенсивним переводом. На основі проведених досліджень було визначено, що застосування інтенсивного режиму розформування приводить до зменшення часу простою составів в парку прийому .

У третьому розділі для реалізації ресурсозберігаючих режимів роботи сортувальних пристроїв розроблена комплексна математична модель. Для забезпечення енергозбереження та урахування специфіки використання електровозів при розформуванні составів розширено множину технологічних і конструктивних факторів і відповідно до цього запропоновано наступну цільову функцію

, (2)

де Q – вага вагонів, т ($Q = \dots$); $H_g, H_{нч}, H_{пг}, H_{пп}, H_{вг}$ – відповідно профільні висоти гірки, насувної частини гірки, предгіркової горловини, парку прийому та вхідної горловини, м; $v_z, v_{нас}, v_p$ – швидкість локомотива відповідно при виконанні операції заїзд, насув та розпуск, км/г; w_0 – позиції контролера при послідовному з'єднанні двигунів; $w_{ск}$ – опір від стрілок та кривих, Н/кН; $U_{ф}$ – напруга в контактній мережі, кВ; I – струм на двигунах електровоза, А; $t_{мп}$ – міжопераційні простої гіркового електровоза в очікуванні розформування, хв.

При створенні універсальної моделі такі фактори як $Q, p_{ваг}, p_{від}, w_0, w_{ск}, v_z, v_{нас}, v_p, U_{ф}, I, t_{мп}$ доцільно розглядати, як імовірнісні, а конструктивні фактори $\dots, \dots, \dots, \dots$, як випадкові величини на множині сортувальних станцій Укрзалізниці. Було визначено цільову функцію в явному вигляді та сформовано систему обмежень, що відбиває умови технологічного процесу, внаслідок чого отримана модель ресурсозберігаючої технології розформування составів

де $i_{сч}$, $i_{пг}$, $i_{вг}$ – уклони елементів профілю, відповідно спускної частини гірки, предгіркової та вхідної горловини, о/оо; qT - маса тари вагонів, т, $t_{р}$, $t_{о}$, $t_{з}$ - час, відповідно на отримання розпорядження, на очікування операції заїзд, на очікування операції насув, на незаплановані зупинки локомотива під час розформування состава, хв.; $v_{п}$ - відповідно змінна та постійна швидкість розпуску, км/г; $t_{п}$, $t_{к}$ - відповідно момент початку та закінчення напіврейсу, хв.

Для отримання цільової функції в явному вигляді та наступній перевірці моделі на адекватність були зібрані статистичні дані на станціях Донецької та Придніпровської залізниці. В результаті досліджень величину енерговитрат було представлено в явному вигляді

Для реалізації моделі ресурсозберігаючої технології процесу розформування було розроблено відповідний програмний продукт. Адекватність моделі було підтверджено порівнянням експериментальних даних і результатів моделювання, при цьому максимальна похибка на перевищує 3,3%. Моделювання процесу розформування составів дозволяє визначати наступні параметри: час переходу з однієї позиції контролера машиніста на іншу, номер позиції контролера, раціональні параметри поздовжнього профілю парку прийому, тим самим реалізувати ресурсозберігаючу технологію процесу розформування.

В четвертому розділі виконується вибір раціональних режимів роботи сортувальних засобів та конструктивних параметрів парку прийому. На основі попереднього аналізу, як було зазначено при виконанні гіркових операцій спостерігаються два основних режими роботи локомотива з повільним та інтенсивним переводом контролера машиніста.

Для даних режимів проводилося порівняння результатів між витратами електроенергії ΔA , кВт·г та часом виконання операцій насуву та розпуску Δt , хв.

(4)

де ΔA - енерговитрати відповідно при повільному та інтенсивному режимах насуву та розпуску; Δt - час насуву та розпуску при повільному та інтенсивному режимах. Результати моделювання наведені на рис. 1.

Рис. 1. Залежність різниці енерговитрат гіркового електровоза від ваги состава (Q) та кількості вагонів ($n_{\text{ваг}}$):
7,17,27,37,47,57 – кількість вагонів ($n_{\text{ваг}}$) у составі.

На основі проведених досліджень встановлено, що при виконанні операцій заїзду, насуву та розпуску енерговитрати гіркового електровоза мінімальні при використанні інтенсивного режиму роботи маневрового локомотива. Застосування даного режиму надає можливість скоротити процес розформування на 1 хв, а відповідно і простій составів у парку прийому.

Розглянуто варіанти режимів роботи гірки в залежності від часу доби з різною вартістю електроенергії. При цьому розглядаються різні варіанти використання локомотивної тяги на гірці протягом доби і пропонуються комбіновані методи застосування тепловозів і електровозів в період найбільшої вартості електроенергії.

За результатами моделювання доведено, що на величину енерговитрат значно впливає чисельні значення конструктивних параметрів парку прийому. При розташуванні парку прийому на спуску у бік гірки закріплення составів відбувається з боку гірки, що не впливає на загальну відстань від вершини гірки до состава ()

$$, \tag{5}$$

де l - відстань від вершини гірки до предгіркового світлофора, м; l_1 - довжина поїзного локомотива, м; l_2 - точність встановлення состава, м; l_{z1}, l_{z2} - довжина першого та другого напіврейсу при виконанні операції заїзд, м. Причому l_{z2} залежить від уклону парку прийому та довжини состава.

Відповідно статистичних даних більшість колій парків прийому на існуючих станціях Донецької залізниці розташовані на підйомі у бік гірки. При такому проектуванні профілю парку прийому состави закріплюються у вхідній горловині з урахуванням розташування маневрового локомотива у хвості состава

$$, \tag{6}$$

де l'' - відстань від вершини гірки до граничного стовпчика колії у вхідній горловині парку прийому, м; l' - відстань, в якій враховується розташування гіркового локомотива в хвості состава, м; l_c - довжина состава, м.

Профіль парку прийому за другим варіантом приводить до збільшення паливно-енергетичних витрат гіркових локомотивів при розформуванні составів

не повної довжини, тому що збільшується напіврейс насув, а відповідно і час руху у вантажному стані.

Для виправлення енергоємного профілю парку прийому до раціонального за критерієм мінімізації енерговитрат знаходяться фіксовані точки. Дане виправлення впливає на уклон вхідної, або предгіркової горловини. Корегування профілю у бік гірки збільшить ухил насувних колій, а тим самим зростатимуть енерговитрати маневрових електровозів, тому пропонується виправляти профіль парку прийому у бік вхідної горловини. Отримані результати показали, що при виправленні профілю парку прийому зменшуються енерговитрати маневрових електровозів, але збільшуються енерговитрати поїздів, які прибувають у розформування (рис. 2). Також слід зазначити, що при збільшенні уклону колії парку прийому виникає необхідність укладання більшої кількості гальмових башмаків, внаслідок чого, збільшується час на операцію закріплення.

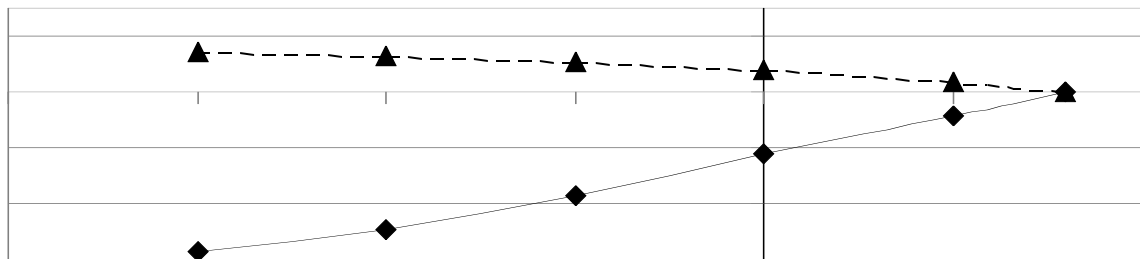


Рис. 2. Порівняння енерговитрат маневрових та поїзних електровозів при виправленні профілю парку прийому:
 енерговитрати маневрового локомотива
 енерговитрати поїзного локомотива

Також за результатами моделювання було отримано залежності часу розформування составів від маси составів.

При виправленні поздовжнього профілю парку прийому на величину уклону Δi економія електроенергії складає

$$\Delta A_{ек} = \dots \quad (7)$$

де $A_{ек}$ - енерговитрати, при виправленні профілю парку прийому, відповідно на розформування та прийом поїздів, кВт·г (рис. 3).

$A_{ек}$,
кВт·г

$i, ‰$

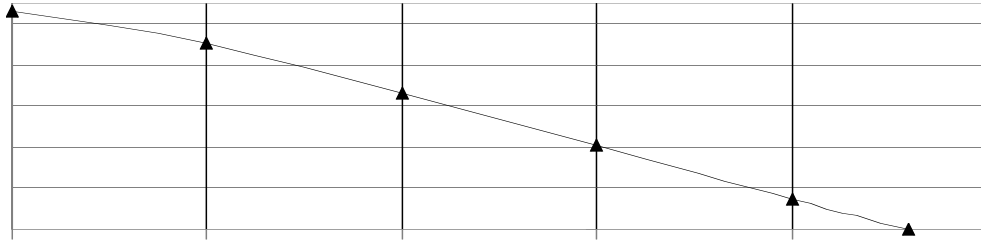


Рис. 3. Економія електроенергії в залежності від виправлення профілю парку прийому

Таким чином запропонована математична модель дозволяє визначити раціональний профіль підсистеми „парк прийому - сортувальна гірка” за критерієм мінімізації енерговитрат маневрового електровоза.

У п'ятому розділі розглядається економічна доцільність заходів щодо оптимізації режимів роботи сортувальних засобів та поздовжнього профілю парку прийому. При впровадженні електричної тяги на гірці необхідно врахувати витрати на наступні капітальні вкладення: придбання маневрових локомотивів; електрифікацію колій насуву. При оптимізації поздовжнього профілю підсистеми „парк прийому - сортувальна гірка” також враховуються витрати на земляні роботи, розбирання і укладання колій парку прийому.

При впровадженні ресурсозберігаючих заходів були враховані експлуатаційні витрати: на електроенергію, , тис. грн; на амортизацію, , тис. грн; на матеріали і запасні частини, , тис. грн; на технічне обслуговування і ремонт технічних засобів, , тис. грн; на витрати, які пов'язані з простоем вагонів у парку прийому в очікуванні розформування, , тис. грн.

При розрахунку економічної ефективності було враховано диференційоване значення вартості електроенергії протягом доби (рис. 4).

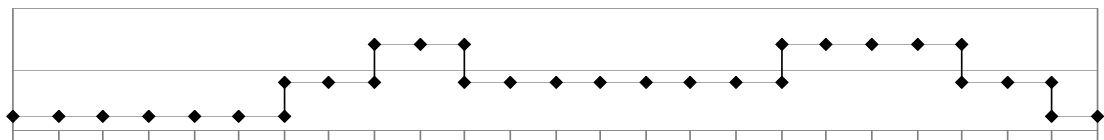


Рис. 4. Динаміка залежності вартості кВт·г від часу доби та місяцю року (січень, лютий, листопад та грудень)

Таким чином річні витрати на електроенергію визначаються наступним виразом

де $A_{\text{нічний}}$, $A_{\text{напівпіковий}}$, $A_{\text{піковий}}$ - витрати електроенергії відповідно у нічний, напівпіковий та піковий період на один состав, кВт·г; $C_{\text{нічний}}$, $C_{\text{напівпіковий}}$, $C_{\text{піковий}}$ - вартість електроенергії відповідно у нічний, напівпіковий та піковий період; $n_{\text{нічний}}$, $n_{\text{напівпіковий}}$, $n_{\text{піковий}}$ - кількість розформованих составів по періодах.

Аналіз рис. 4 довів, що протягом доби є шість перехідних зон, у які доцільно використовувати різні режими роботи гірки: послідовний насув і розпуск составів ($A_{\text{розф}} + t_3 \cdot e_{\text{в-г}}$); паралельний насув і послідовний розпуск ($A_{\text{розф}} + t_3 \cdot e_{\text{в-г}}$); паралельний насув і паралельний розпуск составів ($A_{\text{розф}} + t_3 \cdot e_{\text{в-г}}$), з урахуванням різних видів тяги.

При визначенні оптимальних режимів роботи сортувальних гірок необхідно враховувати наступні умови: кількість составів в парку прийому; час доби коли відбувається перехід з одного періоду в інший; в якому періоді вартість електроенергії більша в поточному чи в наступному; наявність завершальних груп в составах; перетинання маршрутів прямування відчепів при паралельному розпуску составів.

Результати впровадження ресурсозберігаючих режимів представлені у вигляді номограми, наведеної на рис. 5, і забезпечують зменшення експлуатаційних витрат на 1,7%.

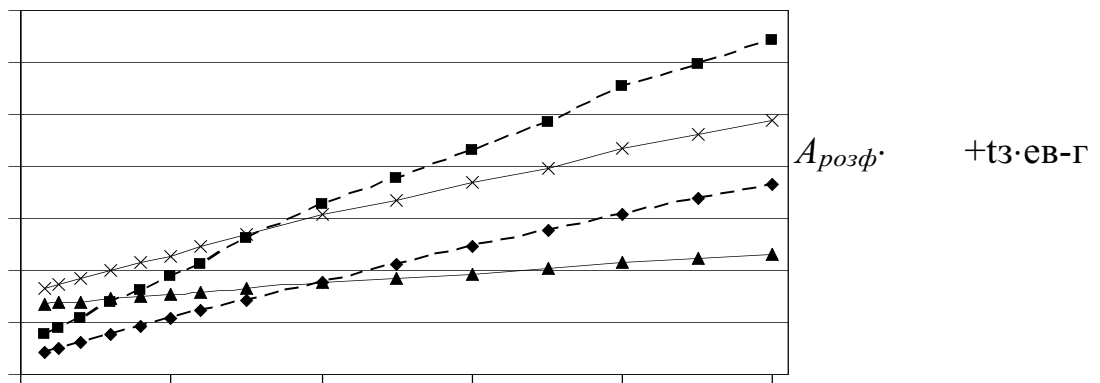


Рис. 5. Вартість розформування составів електричною та тепловозною тягою в залежності від перехідних зон

На основі отриманих результатів (рис. 6), визначено, що состави вагою понад 2000 т доцільно затримувати ($t_3=15$ хв) до наступної зони, в якій вартість електроенергії менша за поточну.

Реалізацію ресурсозберігаючої технології процесу розформування составів електричною тягою запропоновано здійснювати через АРМ маневрового диспетчера. При загальному відправленню 803700 вагонів за рік термін окупності впровадження ресурсозберігаючої технології складе 1,8 роки, в цілому річні експлуатаційні витрати зменшаться на 8,4% від існуючих.

Економія електроенергії від застосування раціонального поздовжнього профілю колій парку прийому визначається

(9)

де ρ - існуючий профіль парку прийому, о/оо; ρ_p - рекомендований профіль парку прийому, о/оо.

Проведені розрахунки в умовах сортувальної станції Ясинувата довели, що при застосуванні ресурсозберігаючої технології процесу розформування та оптимізації поздовжнього профілю парку прийому експлуатаційні витрати скорочуються на 279,67 тис. грн.

Висновки

У дисертаційній роботі комплексно з єдиних методологічних позицій вирішено наукову задачу удосконалення роботи технічних засобів підсистеми розформування сортувальних станцій на основі ресурсозбереження.

При цьому вирішені наступні задачі:

1. Проведений аналіз методів визначення оптимальних конструкцій поздовжнього профілю підсистем сортувальних станцій довів, що в існуючих дослідженнях не в повній мірі приділено уваги визначенню параметрів парку прийому за критерієм мінімізації паливно-енергетичних витрат маневровими локомотивами. До основних недоліків окремих методів варто віднести відсутність достатнього обґрунтування мінімальних і максимальних значень уклонів елементів профілю.

2. Сутність існуючої теорії маневрової роботи полягає тільки в нормуванні витрат часу на проведення маневрових операцій і не передбачає одночасного нормування витрат електроенергії маневровими електровозами з метою створення ресурсозберігаючої технології.

3. На основі експериментальних і теоретичних досліджень сформовано множину технологічних і конструктивних факторів, що впливають на енерговитрати гіркових електровозів: маса состава, кількість вагонів та відчепів

в складі, профільні висоти гірки, насувної частини гірки, предгіркової горловини, парку прийому та вхідної горловини, швидкість локомотива при виконанні операції заїзд, насув та розпуск, опір від стрілок та кривих, позиції контролера машиніста; напруга в контактній мережі; струм на двигунах електровоза, міжопераційні простої гіркового електровоза в очікуванні розформування.

4. Розроблена математична модель реалізації ресурсозберігаючої технології розформування складів дозволяє визначити наступні конструктивні та технологічні параметри: час переходу з однієї позиції контролера машиніста на іншу, номер позиції контролера, раціональні параметри поздовжнього профілю парку прийому. Шляхом моделювання встановлено, що при впровадженні ресурсозберігаючих режимів роботи гіркового електровоза витрати електроенергії скорочуються на 6,7%.

5. За допомогою отриманої залежності енерговитрат гіркових електровозів від множини конструктивних та технологічних факторів, визначені раціональні конструктивні параметри парку прийому за критерієм мінімізації витрат електроенергії маневровим локомотивом, які доцільно використовувати при виправленні профілю існуючих сортувальних станцій, а також при розробці нових Правил і норм проектування сортувальних станцій. Зміна поздовжнього профілю парку прийому на одну тисячну (10/1000) забезпечує економію електроенергії в межах 8-11 кВт·г на один розформований склад.

6. При застосуванні електровозів у сортувальному процесі запропоновано використовувати додатковий критерій – вартість електроенергії протягом доби, на основі чого, отримані номограми залежностей експлуатаційних витрат на розформування складів від технологічних факторів. Відповідно перехідних зон обирається оптимальний варіант режимів роботи сортувальних засобів. Застосування електровозів у нічну та напівпікову зону надає можливість зменшити вартість переробки складів, у порівнянні з тепловозом. У пікові періоди рекомендовано проводити технологічні перерви в роботі гірки, проводити екіпіровку гіркових електровозів, використовувати на повну потужність тепловози, які знаходяться у предгірковій горловині.

7. Розроблений програмний продукт, що реалізує ресурсозберігаючу технологію процесу розформування складів інтегровано до АРМ маневрового диспетчера і дозволяє створити систему прийняття рішень оперативних працівників сортувальної станції в умовах використання електричної тяги, або при комбінованому застосуванні електровозів і тепловозів у маневровій роботі.

8. Запропоновані конструктивні, технічні та технологічні рішення дозволили зменшити експлуатаційні витрати за рахунок ресурсозберігаючої

технології маневрової роботи, а саме скоротити енерговитрати на 6,7% за рахунок використання раціональних режимів роботи електровозів; на 1,7% за рахунок використання диференційованих тарифів на електроенергію протягом доби; на 86,34 тис. грн. Від впровадження раціональних параметрів парку прийому.

Список опублікованих Праць за темою дисертації

1. Берестов І.В., Похилко С.П. Аналіз енерговитрат локомотиву ВЛ8 при виконанні операції насув // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2003 – № 6. – С.41-43.

2. Берестов І.В., Похилко С.П. Нормування енерговитрат гіркових електровозів // Збірник наукових праць Київського університету економіки і технологій транспорту: Серія „Транспортні системи і технології”. – К.: КУЕТТ. – 2004. – № 5. – С.9-15.

3. Берестов І.В., Похилко С.П. Розроблення методики визначення енерговитрат гіркових електровозів при насуві та розпуску составів на гірках // Удосконалення вантажної і комерційної роботи на залізницях України збірник наукових праць: - Харків: - 2004. – № 62. – С.10-20.

4. Похилко С.П. Визначення оптимальних режимів роботи електровозу ВЛ8 при виконанні гіркових операцій // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2005. – № 1,2. – С.107-112.

ДОДАТКОВО МАТЕРІАЛИ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ ВИКЛАДЕНІ В ПРАЦЯХ

1. Похилко С.П. Аналіз технології гірочних ліній по переробці вагонів з точки зору енергозбереження // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2003 – № 5. – С.107-108.

2. Берестов І.В., Похилко С.П. Аналіз енерговитрат локомотива ВЛ8 при виконанні гіркових технологічних операцій // Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: техніка, технологія, економіка і управління: тези доповідей першої наук.- практ. конф. – К.: КУЕТТ. - 2003. – С. 4.

3. Берестов І.В., Похилко С.П. Вплив повздовжнього профілю парку прийому на час розформування составів та загальні енерговитрати гіркових електровозів // Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: техніка, технологія, економіка і управління: тези доповідей другої наук.-практ. конф. – К.: КУЕТТ. - 2004. – С. 126-128.

4. Берестов І.В., Похилко С.П. Аналіз складових енерговитрат гіркового електровозу при виконанні гіркових технологічних операцій // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції „Наука і освіта 2004”. Том 62. Технічні науки. - Дніпропетровськ: Наука і освіта. - 2004. – С. 52-53.

5. Похилко С.П. Шляхи оптимізації показників роботи гіркових електровозів // Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту. – Донецьк: 2005. - № 1. – С.13-19.

АНОТАЦІЯ

Похилко С.П. Забезпечення ресурсозбереження шляхом удосконалення технології роботи технічних засобів підсистеми розформування сортувальних станцій. – 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, 2005 р.

Дисертацію присвячено питанням удосконалення технології маневрової роботи на сортувальних станціях в підсистемі „парк прийому – сортувальна гірка” при застосуванні електричної тяги за критерієм ресурсозбереження. На основі аналізу статистичних даних визначені основні фактори, що впливають на процес розформування. На підставі проведених досліджень визначено, що застосування електричної тяги на сортувальній гірці має свою перспективу, однак виявлений ряд недоліків показує, що доцільно рекомендувати до впровадження в сортувальний процес спеціалізованих маневрових електровозів. Розроблено математичну модель процесу розформування составів на сортувальній гірці, що дозволяє визначити раціональні режими роботи сортувальних засобів протягом доби. Запропоновані критерії ефективності режимів роботи електровозів на сортувальних гірках. Визначено, що при інтенсивному переводі контролера до максимальної позиції, або максимальної швидкості руху забезпечується енергозберігаючий режим розформування. Отримані значення експлуатаційних витрат на розформування составів від вартості електроенергії протягом доби. Надана залежність енерговитрат гіркових електровозів від основних факторів, на підставі чого визначені раціональні конструктивні параметри парку прийому за критерієм мінімізації витрат електроенергії маневровим локомотивом. Реалізацію ресурсозберігаючої технології процесу розформування составів електричною тягою запропоновано

здійснювати через АРМ маневрового диспетчера.

Ключові слова: сортувальна станція, сортувальна гірка, парк прийому, електровоз, ресурсозбереження, технологія розформування составів.

АННОТАЦИЯ

Похилко С.П. Обеспечение ресурсосбережения путем усовершенствования технологии работы технических средств подсистемы расформирования сортировочных станций. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук за специальностью 05.22.20 - эксплуатация и ремонт средств транспорта; Украинская государственная академия железнодорожного транспорта; Харьков, 2005 г.

Диссертационная работа посвящена вопросам усовершенствования технологии маневровой работы на сортировочных станциях в подсистеме „парк приема – сортировочная горка” при применении электрической тяги по критерию ресурсосбережения. Работа соответствует Концепции и программе реструктуризации на железнодорожном транспорте Украины (1997 г.), закону Украины „про энергосбережение” (74/94 - ВР), постановлениям Кабинета Министров Украины „про порядок нормирования удельных расходов топливно-энергетических ресурсов в общественном производстве” (2002 г.).

На основе анализа статистических данных и хронометражных наблюдений определены основные факторы, влияющие на процесс расформирования. На основании проведенных исследований определено, что применение электрической тяги на сортировочной горке имеет свою перспективу, однако выявленный ряд недостатков показывает, что целесообразно рекомендовать к внедрению в сортировочный процесс специализированных маневровых электровозов. Разработана математическая модель процесса расформирования составов на сортировочной горке, которая позволяет определять рациональные режимы работы сортировочных средств в течение суток. Предложены основные критерии эффективности использования электровозов на сортировочных горках. Определено, что при интенсивном переводе контроллера к максимальной позиции, или максимальной скорости движения обеспечивается ресурсосберегающий режим расформирования. Данный режим позволяет сократить энергозатраты горочных локомотивов на 6, 7% и уменьшить простой составов в парке приёма в ожидании расформирования на 1 мин.

Для исправления энергоемкого профиля парка приема до рационального за критерием минимизации энергозатрат находятся фиксированные точки в подсистеме „парк приёма – сортировочная горка”. Данное исправление повлияет на уклон входной, или предгорочной горловины. Корректирование профиля в сторону горки увеличит уклон путей надвига, а тем самым приводит к увеличению энергозатрат маневровых электровозов. Поэтому предлагается исправлять профиль парка приема в сторону входной горловины. Полученные результаты показали, что при выправлении профиля парка приема уменьшаются энергозатраты маневровых электровозов, но увеличиваются энергозатраты поездов, прибывающих в расформирование. Представлена зависимость энергозатрат горочных электровозов от основных факторов, на основании чего определены рациональные конструктивные параметры парка приема по критерию минимизации расходов электроэнергии маневровым локомотивом, которые целесообразно использовать при исправлении профиля существующих сортировочных станций, а также при разработке новых Правил и норм проектирования сортировочных станций. Изменение продольного профиля парка приема на одну тысячную (10/1000) позволяет сократить энергозатраты горочного электровоза на 14,9 кВт·ч на один расформированный состав. Получены значения эксплуатационных расходов на расформирование составов в зависимости от стоимости электроэнергии в течение суток. Определено, что применение электровозов в ночную и полупиковую зону дает возможность уменьшить стоимость переработки составов, в сравнении с тепловозом. В пиковые периоды рекомендовано проводить технологические перерывы в работе горки, экипировку горочных электровозов, использовать на полную мощность тепловозы, которые находятся в предгорочной горловине. Для реализации модели ресурсосберегающей технологии процесса расформирования был разработан соответствующий программный продукт. Адекватность модели было подтверждено сравнением экспериментальных данных и результатов моделирования, при этом максимальная погрешность не превышает 3,3%. Реализацию ресурсосберегающей технологии процесса расформирования составов электрической тягой предложено совершать через АРМ маневрового диспетчера. Проведенные расчеты в условиях сортировочной станции Ясиноватая показали, что при применении ресурсосберегающей технологии процесса расформирования и оптимизации продольного профиля парка приема эксплуатационные расходы сокращаются на 279,67 тыс. грн.

Ключевые слова: сортировочная станция, сортировочная горка, парк приема, электровоз, ресурсосбережение, технология расформирования составов.

THE SUMMARY

Pokhilko S.P. Saving resources were provided using improvement of a technology of a technical means of breaking up a yard subsystem. - the Manuscript.

Dissertation in obtaining scientific degree of candidate of engineering sciences in specialty 05.22.20 – Exploitation and Repair of Means of Transport; Ukrainian State Academy of Railway Transport; Kharkiv, 2005.

The dissertation was devoted to the technology improvement of maneuver work on a yard in a subsystem „receiving yard - hump yard” using an electric traction with a criterion of saving resources. The basic factors were on made on an analysis data of statistic and time which made influence on a process of breaking up trains. Conducted efforts showed that using an electric traction on a hump is having prospects. Series of defects show that it is worth to recommend for introduction a special maneuver electric locomotives on a marshalling yards. It was made mathematical model of a breaking up a train on a hump. It was allow to determine an efficient of operation marshalling yard during a day. It was determined that under intensive transference of the controller to the maximum position or to the maximum speed of movement, the regime of splitting up of trains is so, that allows to save the electric power. Dependences of time for the splitting up of trains and expenses of electric power by locomotives from gravity incline of reception park were defined. It was received data of operation costs for breaking up trains in depending on electric power costs during a day. There was given a dependence of power inputs of maneuver electric locomotive on basic factors. It was determined efficient and constructive data of a receiving yard allowing for minimization of electric power costs using a maneuver electric locomotive. Realization of a saving resources technology in a process of breaking up trains by electric traction was proposed making over automated operator’s position of an yard master.

Key words: switching yard, a hump yard, park of reception, an electric locomotive, the savings of resources.

Похилко Сергій Петрович

УДК 656.225.001.76

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ресурсозбереження ШЛЯХОМ
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ
ПІДСИСТЕМИ РОЗФОРМУВАННЯ СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ

05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Автореферат

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Відповідальний за випуск

к.т.н., доцент Лаврухін О.В.

Підписано до друку “ 25 ” серпня 2005_р. формат паперу А5,
Папір для тиражувальних апаратів, друк на різнографі.

Умовн.-друк. Арк. 0,9, обл.-вид. Арк. 1,1

Замовлення №_73_, тираж 120

Видавництво УкрДАЗТу. Свідоцтво ДК №112 від 06.07.2000 р.

Друкарня УкрДАЗТу: 61050, м. Харків, майдан Фейербаха, 7.