

Чеклов Володимир Федорович

УДК 656.212.5

**РОЗРОБКА НОВИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ
АВТОМАТИЗОВАНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ
ВІДЧЕПІВ НА СОРТУВАЛЬНИХ ГІРКАХ**

05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

АВТОРЕФЕРАТ

**дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

Харків - 2004

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі “Управління експлуатаційною роботою та міжнародні перевезення” Української державної академії залізничного транспорту Міністерства транспорту і зв’язку України

Науковий керівник - кандидат технічних наук, доцент

Данько Микола Іванович,

Українська державна академія залізничного транспорту,
ректор

Офіційні опоненти: - доктор технічних наук, професор

Нечаєв Григорій Іванович,

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля,
кафедра “Транспортних технологій”, завідувач кафедрою

- кандидат технічних наук, доцент

Яновський Петро Олександрович,

Київський університет економіки і технологій транспорту
перший проректор

Провідна установа - Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.А. Лазаряна, кафедра “Залізничні станції та вузли” Міністерства транспорту і зв’язку України.

Захист відбудеться “___” _____ 2004 р. 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 ознайомитися в бібліотеці Української державної академії залізничного транспорту за адресою 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

Автореферат розісланий “___” _____ 2004 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Фалендиш А.П.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Вступ. Об'єктивні умови трансформаційних процесів у розвитку України зумовлюють її направленість на динамічне входження у світову економічну систему і, насамперед, в економічну інтеграцію з провідними західноєвропейськими державами. Цей процес, безумовно, приведе до зростання товарообмінних операцій між сторонами, що працюють разом. З іншого боку, геостратегічне розміщення України дає змогу їй бути вигідним мостом для транзитних перевезень товарів і пасажирів між державами Європи, Азії і Близького Сходу. Однією з визначальних систем, які забезпечують вантажні та пасажирські перевезення територією України, є транспортна система, до якої в ринкових умовах ставляться високі вимоги щодо якості, регулярності і надійності транспортних зв'язків, збереження вантажів і безпеки перевезень пасажирів, швидкості і вартості доставки.

Відповідно до Концепції реструктуризації українських залізниць (схвалена Радою Укрзалізниця – протокол 5 від 24 квітня 1997р., затверджена рішенням Колегії Міністерства транспорту України – протокол 14 від 18 червня 1997р.), Програми інформатизації, а також директиви ЄС 91/440 та Постанови Кабінету Міністрів України № 821 від 04.08.97 р. у сучасний період впроваджуються роботи з вибору шляхів адаптації технічного оснащення та розробки нових засобів автоматизації та удосконалення технології розформування составів поїздів в умовах підвищення переробної спроможності сортувальних гірок на залізничних станціях.

Актуальність теми. Одним з найважливіших факторів збільшення прибутковості залізниць є підвищення якості транспортних послуг, що надаються. При переході до ринкових відносин якість і доступність послуг стають основними умовами успіху в конкурентній боротьбі, додаткового залучення грошових коштів і розвитку інноваційних процесів на транспорті.

Стратегія перерозподілу сортувальної роботи з метою її концентрації на сортувальних станціях є могутнім інструментом стабільності функціонування залізничного транспорту. Реалізація її дозволить залізницям забезпечити більш ефективну обробку вагонопотоків, підвищити переробну спроможність сортувальних гірок, скоротити енергетичні витрати та простой вагонів, тим самим знизити експлуатаційні витрати.

Основний елемент обігу вантажного вагона - є час знаходження на технічних станціях. Розформування составів – один з елементів простою транзитного вагону з переробкою. Скорочення часу виконання операцій по

розформуванню составів поїздів на технічних станціях - найважливіший фактор прискорення обігу вагона і доставки вантажу.

Ефективне розв'язання даної проблеми полягає в комплексній автоматизації перевізного процесу, однією з підсистем якої є система комплексної автоматизації сортувальних гірок, а саме операцій насуву та розпуску у процесі розформування составів.

Скорочення часу розформування составів і підвищення переробної спроможності сортувальних гірок досягається при оптимізації процесів насуву і розпуску.

Таким чином представлена дисертаційна робота є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась відповідно до Концепції реструктуризації українських залізниць (схвалена Радою Укрзалізниці – протокол 5 від 24 квітня 1997р., затверджена рішенням Колегії Міністерства транспорту України – протокол 14 від 18 червня 1997р.), Програми інформатизації, директиви ЄС 91/440 і Постанови Кабінету Міністрів України № 821 від 04.08.97 р., а так само з науково-дослідною темою “Розробка мікропроцесорної системи тренінгу основних навиків роботи та контролю поточних знань чергового по станції – “макет-тренажер ДСП” (державна реєстрація № 01004U007159, обліковий № 0204U006020).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка нових технічних засобів автоматизованого регулювання швидкості відчепів на основі методів скорочення часу розформування составів, підвищення переробної спроможності сортувальних гірок і оптимізації роботи гіркових локомотивів.

Реалізація цієї мети потребує постановку і вирішення наступних задач:

- проведення аналізу існуючих засобів автоматизації та технологічного забезпечення процесу розформування на сортувальних гірках, які впливають на переробну спроможність і час розформування та роботу локомотивів;

- дослідження впливу основних параметрів составів і процесів насуву та розпуску на час розформування та переробну спроможність гірки;

- розробка математичної моделі автоматизованої системи закріплення составів;

- розробка математичної моделі автоматизованого регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках;

- дослідження впливу технічних засобів регулювання швидкості відчепів на час розформування составів і витрати енергоресурсів;

- розробка автоматизованої системи закріплення составів;

- розробка нових технічних засобів регулювання швидкості розпуску составів на сортувальних гірках;

- обґрунтування економічної доцільності впровадження системи автоматизованого закріплення составів;

- обґрунтування економічної доцільності впровадження системи автоматизованого регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках;

Об'єкт дослідження. Технологія розформування составів і визначення параметрів технічних засобів автоматизованого регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках.

Предмет дослідження. Автоматизована сортувальна гірка.

Методи дослідження. Проведені дослідження базуються на обліку витрат часу на технологічні операції насуву і розпуску при розформуванні составів на автоматизованих сортувальних гірках з урахуванням витрат енергоресурсів та інших експлуатаційних факторів. Аналіз впливу технічних засобів автоматизованого регулювання швидкості відчепів на тривалість розформування составів проведено з використанням положення математичної статистики та теорії системного аналізу, ймовірностей і інформації. Розробка математичних моделей автоматизованого закріплення составів та регулювання швидкості відчепів у процесі розформування базується на теорії фізичного моделювання, диференційного і інтегрального обчисленнях, інформаційній теорії вимірювальних систем, методах і засобах обробки сигналів та методу оптимальності. Для перевірки отриманих результатів застосовані методи експериментальних досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів. В дисертаційній роботі шляхом розробки комплексу математичних моделей вирішено наукову задачу розробки нових технічних засобів автоматизованого регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках на основі скорочення часу розформування составів і підвищення переробної спроможності гірок.

Вперше:

– розроблена модель для експериментального дослідження автоматизованого закріплення составів, яка відображає реальні умови роботи стопорних механізмів у парках станцій;

– розроблена модель для експериментального дослідження автоматизованого регулювання швидкості відчепів, яка відображає реальні умови роботи гіркового локомотива та інших механізмів на сортувальній гірці;

Удосконалені:

– технологія насуву составів шляхом автоматизації закріплення составів;

– методи регулювання швидкості відчепів на автоматизованих сортувальних гірках шляхом інтеграції нових функціональних задач по мінімізації експлуатаційних витрат.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблені системи автоматизованого закріплення составів та регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках дозволяють ефективно використовувати технічні засоби на сортувальних гірках, скоротити простої вагонів і витрати енергоресурсів на технічних станціях.

Розроблений комплекс моделей дозволяє керувати роботою гіркових локомотивів із використанням методів оптимізації процесу розформування составів та збільшення переробної спроможності автоматизованих сортувальних гірок.

Враховуючи економічне становище на залізничному транспорті на даному етапі і приймаючи до уваги зростання наукового потенціалу даної галузі транспортної системи, з точки зору конкурентоздатності, в дисертаційній роботі пропонується новий підхід до теми наукових розробок, що має мету підвищення переробної спроможності автоматизованих сортувальних гірок:

– створення комплексу моделей автоматизації процесу розформування составів на сортувальній гірці з метою проведення досліджень при повній імітації реальних пристроїв, який виключає додаткові матеріальні витрати при багаторазових експериментах;

– збільшення терміну експлуатації всіх технічних засобів, що беруть участь у даному процесі, і витрат по їх обслуговуванню;

– забезпечення високого рівня збереження рухомого складу і вантажів, що перевозяться;

- зниження простою вагонів і прискорення процесу перевезень.

Основні результати і розроблені методики використані і впроваджені на сортувальних станціях Красний Лиман, Дарниця та у навчальний процес УкрДАЗТа у дипломному проектуванні і проведенні 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 двох публікаціях у співавторстві автору належать:

- в статті [5] розроблені моделі автоматизованих систем зупинки поїзду і закріплення його составу;

- в статті [6] розроблено індивідуальний підхід до вибору методів регулювання швидкості відчепів на автоматизованих сортувальних гірках.

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

- на 59-65-й міжнародних науково-технічних конференціях кафедр Української державної академії і фахівців залізничного транспорту і підприємств (м. Харків, 1997-2003р);

- І науково-практичній конференції “Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: техніка, технологія, економіка і управління” (м. Київ, грудень 2003р).

Повністю дисертаційна робота доповідалась на розширеному засіданні кафедри “УЕР та МП” УкрДАЗТ з участю членів спеціалізованої вченої ради (2004 р.).

Публікації. Відповідно до теми дисертації опубліковано 5 наукових робіт у виданнях, що затверджені ВАК України, як фахові (три з них без співавторів).

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

Повний обсяг роботи містить 193 сторінок, з них обсяг основного тексту 125 сторінок; додатків, списку використаних джерел, рисунків та таблиць на 68 сторінках. Робота ілюстрована 29 рисунками, наведено 19 таблиць. Список використаних джерел складається з 135 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

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

У першому розділі дисертації проводиться аналіз існуючих засобів автоматизації сортувальних гірок на мережі залізниць СНД та закордону.

У розвиток теорії і практики технології перевізного процесу, а саме - організації процесу розформування составів на сортувальних гірках залізничних станцій, розробки нових технічних засобів автоматизованого регулювання швидкості відчепів, внесли великий вклад такі вчені та практики: В.М. Акулінічев, Є.В. Архангельський, І.В. Берестов, В.І. Бобровський,

М.П. Божко, П.С. Грунтов, М.І. Данько, І.В. Жуковицький, В.Є. Козлов, Г.А. Кузнецов, В.М. Кулешів, В.І. Крячко, М.Н. Луговцов, Ю.А. Муха, Є.В. Нагорний, В.Я. Негрей, Г.І. Нечаєв, В.А. Подкапаєв, Н.В. Правдін, Є.А. Сотніков, Н.І. Федотов, С.К. Цимбалюк, С.М. Шафіт, П.О. Яновський та інші.

Аналіз технічного оснащення сортувальних гірок показав, що тільки невелика кількість залізничних станцій обладнані повністю або частково системами автоматизованого управління процесом розформування составів, які включають: гіркову автоматичну централізацію, системи управління гірковим локомотивом, автоматичного завдання швидкості розпуску составів та автоматичного регулювання швидкості скочування відчепів.

На період досліджень всі автоматизовані системи роботи сортувальних гірок на залізницях України втратили своє призначення та виконували функції обладнання статистичного обліку розформування составів.

На сучасному етапі розвитку залізничних станцій впроваджена нова обчислювальна техніка і системи автоматизованого управління, а гірковий комплекс залишився у розрізненому стані (використовуються окремі автоматизовані системи і тільки для виконання окремих функцій) тому, що необхідна розробка та впровадження нових технічних засобів для виконання завдань автоматизованої системи керування роботою сортувальних гірок.

На основі аналізу у дисертаційній роботі доводиться доцільність збільшення переробної спроможності сортувальних гірок і скорочення часу знаходження вагонів на залізничних станціях під розформуванням при використанні нових технічних засобів автоматизації процесів насуву та розпуску составів.

Зазначені питання у дисертаційній роботі набувають особливу актуальність і вказують на необхідність розробки нових технічних засобів автоматизованого регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках.

У другому розділі проведені дослідження функціонування автоматизованих систем переробки вагонів на сортувальних гірках, а саме впливу основних параметрів составів, процесів насуву і розпуску на час розформування та переробну спроможність гірки.

Час розформування составів і переробна спроможність сортувальної гірки неодмінно залежить від методів регулювання швидкості розпуску, параметрів составів та ступеню надійності систем та достовірності інформації, тобто затримки у роботі систем можливі при несправностях систем, невірно розрахованої швидкості скочування відчепів або при зміні інформації у процесі розформування составу:

$$T_{роз} = t_{заїз} + t_{розк} \cdot \gamma_1 + t_{нас} \cdot \gamma_2 + t_{розп} \cdot \gamma_3 + t_{осад} \cdot \gamma_4 + \Delta t_{вп} + \Delta t_{затр} \cdot \gamma_5 + \Delta t_{оч} \cdot \gamma_6 \Rightarrow \min ,$$

де $t_{заїз}$ - час заїзду гіркового локомотиву під состав, з урахуванням всіх змін напрямків руху, хв;

$t_{розк}$ - час розкріплення составу на колії парку прийому, хв;

$t_{нас}$ - час насуву составу на гірку, хв;

$t_{розп}$ - час розпуску составу на сортувальній гірці, хв;

$t_{осад}$ - час на усунення “вікон” на сортувальних коліях, хв;

$\Delta t_{вп}$ - середній час на розформування вагонів, які забороняється спускати з гірки, хв;

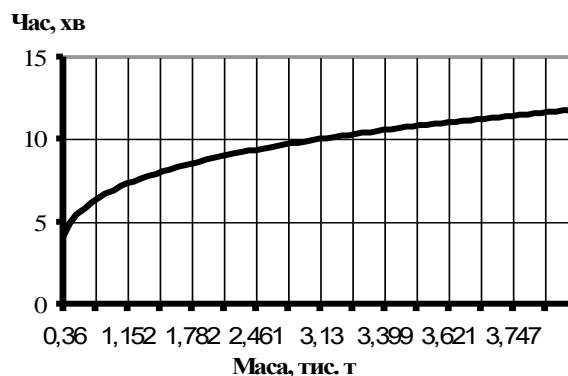
$\Delta t_{затр}$ - середній час затримок у роботі сортувальної гірки, хв;

$\Delta t_{оч}$ - середній час міжопераційних простоїв, хв;

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6$ - коефіцієнти, які враховують рівень автоматизації процесу.

На час розформування составу неодмінно впливають засоби закріплення составів на коліях парку прийому, надійність, ступень автоматизації процесу і параметри составів (маса, дрібність, компонування відчепів, динамічні якості кожного відчепу).

а



б

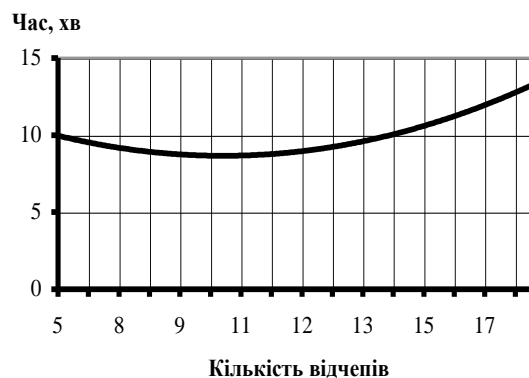


Рис. 1. Залежності часу розформування составів при змінній швидкості розпуску із урахуванням компонування та затримок відчепів:

а - від їх маси; б - від кількості відчепів.

Переробна спроможність сортувальної гірки безпосередньо залежить від часу насуву і розпуску:

$$N = \frac{1440 \cdot k_{зп} - t_{вop}^{ноіз} - t_{вop}^{зп} - t_{ноcm}}{t_{ц} \cdot \mu_{ноcm}} \cdot n_{ц} \cdot m_{сост} ,$$

при виконанні наступних умов

$$\begin{cases} t_{\text{ц}} = f(v_{\text{нас}}, v_{\text{розн}}, v_{\text{розк}}, n_{\text{лок}}) \rightarrow \min, \\ (m_{\text{сост}}, k_{\text{зип}}) \rightarrow \max, \\ (t_{\text{вop}}^{\text{ноіз}}, t_{\text{вop}}^{\text{зип}}) \rightarrow \min, \end{cases}$$

де $k_{\text{зип}}$ - коефіцієнт, який враховує затримки у роботі автоматизованих систем;

$t_{\text{вop}}^{\text{ноіз}}, t_{\text{вop}}^{\text{зип}}$ - час можливих перерв у роботі гірки у зв'язку із ворожістю пересувань поїзних і гіркових локомотивів, хв;

$t_{\text{ноcm}}$ - час можливих перерв у роботі гірки у зв'язку із утриманням та ремонтом технічних засобів, хв;

$t_{\text{ц}}$ - час гіркового циклу, хв;

$n_{\text{ц}}$ - кількість составів у гірковому циклі;

$m_{\text{сост}}$ - середній состав, який розформовується;

$\mu_{\text{новт}}$ - коефіцієнт, який враховує повторну переробку вагонів.

Переробну спроможність можливо підвищити у разі використання максимальної швидкості розпуску ($v_{\text{роз}}$), тобто змінити методи її регулювання, а саме при $v_{\text{роз}} = \text{const}$ регулювати початкову швидкість скочування відчепів.

Третій розділ присвячено розробці комплексу моделей процесу розформування составів на сортувальних гірках: автоматизованого закріплення составів, автоматизованого регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках.

Сортувальна гірка - динамічний комплекс багатолінійних і багатофазних змішаних систем. Функціонування їх характеризується значними коливаннями, тому що в них постійні нестационарні розподіли характеристик составів і навколишнього середовища, існують складні імовірні зворотні зв'язки і залежності між різними елементами.

Модель автоматизованого закріплення составів надає можливість проводити дослідження якостей стопорних пристроїв і поведінку составів після їх закріплення на коліях парків станцій.

Запропонована модель автоматизованого закріплення составів формалізована у наступному аналітичному виді:

$$\begin{cases} S_{\text{зал}} = f(Q, P, v, B, W_{\text{лок}}, \sum W_i^{\text{ваг}}, \sum W_i^{\text{проф}}), \\ S_{\text{мін}} \leq S_{\text{зал}} \leq S_{\text{мак}}, \\ v_{\text{поч}} \leq 60, \\ v_{\text{кін}} = 0, \end{cases}$$

де $S_{гал}$ - гальмівний шлях поїзду, м

$$S_{гал} = \frac{(Q + P) \cdot v_{поч}^2}{2 \cdot (B + W_{лок} + \sum W_i^{ваг} + \sum W_i^{проф})},$$

S_{min} , S_{max} - відповідно мінімальний і максимальний гальмівний шлях поїзду, м;

Q - маса составу, т;

P - маса локомотива, т;

$W_{лок}$, $\sum W_i^{ваг}$ - питома сила опору руху поїзду (маневровому составу) для локомотива і вагонів, Н;

$\sum W_i^{проф}$ - питома сила опору руху поїзду (маневровому составу) від профілю колії, Н;

B - гальмівні зусилля локомотива, Н;

$v_{поч}$, $v_{кін}$ - швидкість руху поїзду на початку і у кінці гальмування, км/г.

Дослідження впливу автоматизованої системи закріплення составів на процес розформування надає можливість скоротити час очікування гірковим локомотивом насуву составу на сортувальну гірку близько 5,2 хвилини.

Існує декілька методів розрахунку оптимальних програм керування процесом розформування составів, кожний з яких має свої переваги і недоліки, та свою область використання.

Універсальним методом багатоваріантних розрахунків є динамічне програмування. За допомогою динамічного програмування можливо отримати так званий глобальний мінімум. Однак визначення оптимальних режимів цим методом вельми трудомістке, а точність розрахунку визначається величиною кроку дискретизації фазового простору.

Метод максимальних варіацій заснований на використанні відносно не трудомісткого методу Ейлера - інтегрування рівняння руху составу. Точність розрахунку також пов'язана з величиною потоку дискретизації.

Достатню для практики точність по оптимізації керуванню процесом розформування составів можливо отримати при використанні принципу максимуму, який розроблений під керівництвом академіка Л.С. Понтрягіна.

Відповідно цього принципу необхідно максимально використовувати силу тяги гіркового локомотиву при умові мінімальних витрат часу на насув і розпуск составів.

Тому запропонована модель автоматизованого регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках формалізована у наступному аналітичному виді:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dv}{dt} = \xi[f - W_{лок}(v) - \sum W_i^{eaz}(v) - \sum W_i^{проф}(v)], \\ 0 \leq v \leq v_{max}, \\ F \leq F_{max}, \\ B \leq B_{max}, \\ (t_{нас} + t_{розп}) \rightarrow \min, \\ G(t) = g_{нас} \cdot t_{нас} + g_{розп} \cdot t_{розп}, \end{array} \right.$$

де f - питома сила тяги гіркового локомотива, Н/кН;

$G(t)$ - витрати енергоресурсів за час насуву і розпуску, кг (кВт).

$g_{нас}, g_{розп}$ - питомі витрати палива (електроенергії) у процесах насуву і розпуску відповідно, кг/хв (кВт/хв).

Дослідження впливу основних параметрів составів і процесів насуву та розпуску на час розформування й переробну спроможність гірки мали наступні результати: ефективне регулювання початковою швидкістю скочування відчепів гірковим локомотивом можливо, як що маса составу не перевищує 2200 т, дрібність у межах від 5 до 20 відчепів, важкі і довгі відчепаи наближені до гірки та важкі вагони розташовані на початку відчепів; середня швидкість розпуску составів складає 1,19 м/с, а середня швидкість розпуску окремих составів має зміни в межах від 0,53 до 1,74 м/с; реалізація режиму перемінної швидкості розпуску за допомогою гіркового локомотива - це часта зміна завдання швидкості, збільшення частоти боксованій і додаткові витрати палива, погіршення умов розчеплення вагонів.

Четвертий розділ присвячено розробці автоматизованої системи закріплення составів і технічним засобам автоматизованого регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках.

Найбільш високої ефективності в роботі мережі залізниць можливо досягнути при концентрації переробки вагонопотоків на невеликій кількості добре оснащених сучасними технічними засобами сортувальних комплексів. Подальша інтенсифікація переробки вагонів на сортувальних станціях можлива на основі комплексної автоматизації процесу розформування составів на сортувальних гірках.

До автоматизації гіркового комплексу (рис. 2) необхідно залучити наступні процеси:

На основі моделювання процесу розформування составів з постійною швидкістю насуву і диференційною швидкістю розпуску составів визначені параметри примусового прискорення відчепів легкої або легко середньої категорії після їх відриву від составу. Сумарні максимальні зусилля, які надавалися відчепу не перевищують 0,3 кДж/кН.

До системи автоматизованого регулювання швидкістю відчепів залучено електромагнітний прискорювач-уповільнювач з циклом дії порівняному п'ятій частині від оберту робочого колеса і кількість циклів може дорівнювати кількості вісей у відчепі.

У разі гальмування електропривод використовується як генератор електричної енергії. При розташуванні на п'ятому елементі спускної частини сортувальної гірки (рис.3) прискорювач-уповільнювач повинен мати потужність 0,1 кДж/кН.

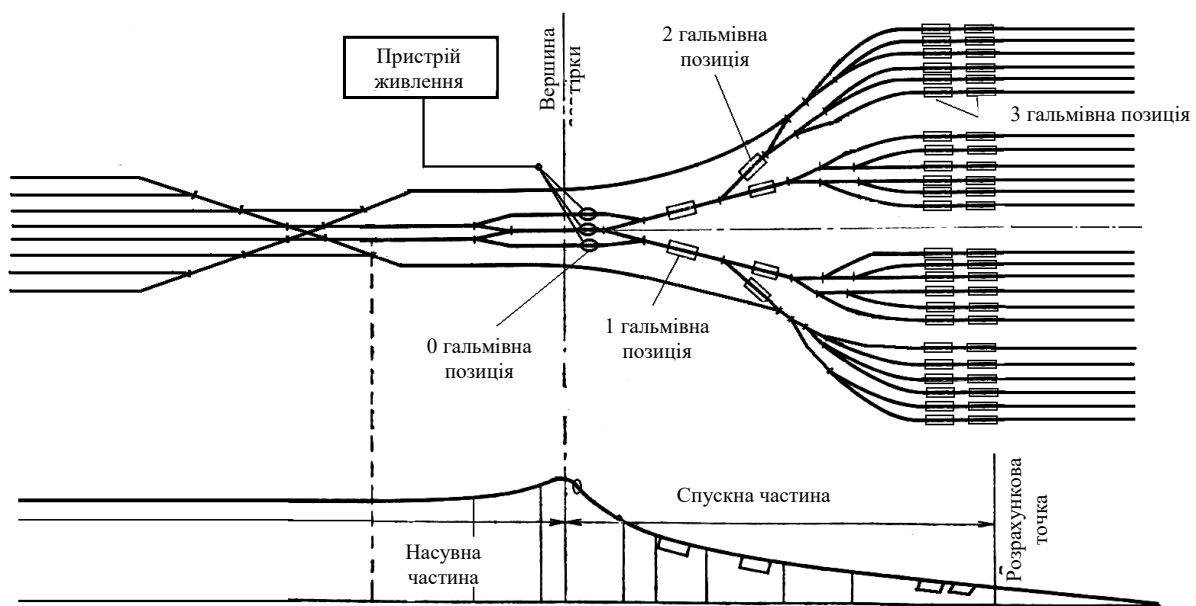


Рис. 3. Схема установки електромагнітних прискорювачів-уповільнювачів на «0» гальмовій позиції:

○ - електромагнітний прискорювач-уповільнювач.

У п'ятому розділі проведені аналіз існуючих і розробка нової методики визначення економічної ефективності впровадження технічних засобів і технологічного забезпечення, обґрунтування економічної доцільності впровадження системи автоматизованого закріплення составів та нових технічних засобів автоматизованого регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках.

Робота залізниць по перевезенню вантажів полягає в постійному розформуванні-формуванні составів поїздів головним чином на сортувальних гірках. Технічні засоби з часом зношуються фізично та морально і потребують заміни. Вибір нових технічних засобів або технологій здійснюється за критерієм економічної ефективності їх впровадження.

Останнім часом ця проблема розглядалася у роботах таких вчених: В.Л.Діканя, Л.Є.Довганя, Ю.Б.Іванова, Н.В.Куденко, Н.М.Мартиненко, В.Д.Нємцова, В.С.Пономаренко, С.В.Салова, А.Н.Тищенко, А.Н.Тридеда, С.В.Оборської, З.Е.Шершеньової, В.Г.Шинкоренко.

Аналіз існуючих методик визначення економічної ефективності впровадження технічних засобів і технологій показав, що:

- запропоновані варіанти повинні відрізнятися технічними або технологічними рішеннями при досягненні однакової мети;
- всі варіанти, що розглядаються, повинні розроблятися на один розрахунковий термін для однакових об'єму і характеру роботи.

Існуючі методи не дають можливості якісно оцінити впроваджені нові технічні засоби автоматизованих систем закріплення составів і регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках, тобто окремо розраховується економічна ефективність нових засобів та технологій.

У дисертаційній роботі пропонується новий підхід до визначення економічної ефективності впровадження нових технічних засобів на сортувальних станціях – це комплексний розрахунок з урахуванням додаткових витрат відповідно до кожного технічного або технологічного рішення.

Сукупний економічний ефект, отриманий від впровадження нових засобів і технологій, можливо визначити на основі мінімізації приведених річних витрат по варіантах, які пропонуються:

$$\Delta E = (E_1 - E_2) + C_n (K_1 - K_2) + [(Ц - C) + (П_1 + П_2 \pm \Delta D) \cdot n \cdot T] \cdot I,$$

при виконанні наступних умов

$$\begin{cases} \Delta E \rightarrow \max, \\ E_i + C_n \cdot K_i \rightarrow \min, \\ П_i \rightarrow \min; \end{cases}$$

де E_1, E_2, E , - експлуатаційні витрати відповідно по варіантах, грн;

K_1, K_2, K_i - капітальні вкладення по варіантах, грн;

C_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (0,10÷0,15);

Π_1, Π_2, Π_i - приведені річні витрати по варіантах при впровадженні нових технічних засобів, грн;

Π, C - відповідно договірна ціна заводу-виробника і собівартість виробництва нових технічних засобів, грн;

$\pm \Delta D$ - додатковий економічний ефект або збиток від зміни кількості і якості робіт, що виконуються новими технічними засобами, грн;

T - нормативний експлуатаційний термін служби нових технічних засобів;

n - коефіцієнт збільшення об'єму навантаження, яке можливе за період використання нових технічних засобів;

I - коефіцієнт, що враховує інфляцію.

Отже, економічний ефект від використання нової техніки і машин на залізничному транспорті можливо визначити за весь термін служби, як суму економічного ефекту від нових машин, яка зумовлена змінами, виробничими втратами або браком в роботі, якістю виконаної роботи, помноженій на нормативний термін служби і інфляційне зростання за час використання нової машини.

Впровадження нових технічних засобів і технологій надає можливість скоротити загальний час розформування составу приблизно на 7,2 хв і отримати сукупний економічний ефект понад 2497,17 тис. грн, а саме:

– впровадження системи автоматизованого закріплення составів дозволяє скоротити простої вагонів та локомотивів у парку прийому в очікуванні розкріплення составу у середньому на 5,2 хв та отримати річний економічний ефект понад 250 тис. грн.

– впровадження нових технічних засобів автоматизованого регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках надає можливість скоротити час розформування составу приблизно на 2 хв і витрати дизельного палива на 1,7 кг на состав та отримати річний економічний ефект понад 2247,17 тис. грн.

ВИСНОВКИ

Отримані наукові результати дисертаційної роботи дозволяють зробити висновки, що розроблені нові технічні засоби автоматизованого регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках, дають змогу удосконалити

технології насуву і розпуску составів на основі методів скорочення часу розформування составів, підвищення переробної спроможності гірки і оптимізації роботи гіркового локомотива. Поставлена мета роботи досягнута.

На підставі проведених у дисертації досліджень можливо зробити наступні висновки.

1. Аналіз існуючих засобів автоматизації сортувальних гірок показав, що на мережі залізниць СНД і закордону тільки невелика кількість залізничних станцій обладнані системами автоматизованого управління процесом розформування составів, які включають: гіркову автоматичну централізацію, системи управління гірковим локомотивом, автоматичного завдання швидкості розпуску составів та автоматичного регулювання швидкості скочування відчепів. На період досліджень всі автоматизовані системи роботи сортувальних гірок на залізницях України втратили своє призначення та виконували функції обладнання статистичного обліку розформування составів. На залізничних станціях впроваджена зміна обчислювальної техніки і системи автоматизованого управління, а гірковий комплекс залишився у розрізненому стані (використовуються окремі автоматизовані системи і тільки для виконання окремих функцій) тому необхідна розробка та впровадження нових технічних засобів для виконання завдань автоматизованої системи управління роботою сортувальних гірок.

2. Дослідження впливу основних параметрів составів і процесів насуву та розпуску на час розформування й переробну спроможність гірки мали наступні результати: ефективне регулювання початковою швидкістю скочування відчепів гірковим локомотивом можливо, як що маса составу не перевищує 2200 т, дрібність у межах від 5 до 20 відчепів, важкі і довгі відчепаи наближені до гірки та важкі вагони розташовані на початку відчепів; середня швидкість розпуску составів складає 1,19 м/с, а середня швидкість розпуску окремих составів має зміни в межах від 0,53 до 1,74 м/с; реалізація режиму перемінної швидкості розпуску за допомогою гіркового локомотива - це часта зміна завдання швидкості, збільшення частоти боксованій і додаткові витрати палива, погіршення умов розчеплення вагонів.

3. Завдяки розробленої математичної моделі автоматизованої системи закріплення составів можливо проводити дослідження параметрів стопорних пристроїв, розрахунків витрат часу на закріплення та розкріплення составів у різних умовах.

4. Завдяки розробленої математичної моделі системи автоматизованого регулювання швидкістю відчепів на сортувальних гірках ("TEMSorting") можливо оптимізувати процес розформування составів при мінімізації витрат

часу на операції насуву і розпуску – це використання постійної швидкості насуву та диференційної швидкості розпуску.

5. На основі моделювання процесу розформування составів з постійною швидкістю насуву і диференційною швидкістю розпуску составів визначені параметри примусового прискорення або уповільнювання руху відчепів після їх відриву на вершині гірки. Сумарні максимальні зусилля, які у разі необхідності надаватимуться відчепу не перевищують 0,3 кДж/кН. До системи автоматизованого регулювання швидкістю відчепів залучено електромагнітний прискорювач-уповільнювач з циклом дії порівняному п'ятій частині від оберту робочого колеса і кількість циклів може дорівнювати кількості вісей у відчепі. У разі гальмування електропривод використовується як генератор електричної енергії. Примусове прискорення застосовувалось до відчепів легкої вагової категорії. При установці на п'ятому елементі спускної частини сортувальної гірки прискорювач-уповільнювач повинен мати потужність, відповідну чверті середній величині прискорення відчепів, а саме 0,1 кДж/кН.

6. Розроблена автоматизована система закріплення составів надає можливість скоротити час очікування гірковим локомотивом насуву составу на сортувальну гірку і підвищити безпеку руху за рахунок повного контролю по закріпленню або розкріпленню їх черговим по станції та машиністом локомотива.

7. Завдяки розробленим новим технічним засобам автоматизованого регулювання швидкості відчепів можливо збільшити переробну спроможність сортувальної гірки і виключити необхідність у використанні системи автоматизованого управління гірковим локомотивом.

8. Обґрунтування економічної доцільності запропонованої системи автоматизованого закріплення составів дозволяє скоротити простої вагонів та локомотивів у парку прийому у середньому на 5,2 хв і отримати річний економічний ефект понад 250 тис. грн.

9. Обґрунтування економічної доцільності запропонованих технічних засобів при оптимальному управлінні гірковими локомотивами з постійною швидкістю розпуску та диференційною початковою швидкістю скочування відчепів дозволяє скоротити загальний час насуву і розпуску составів на 2 хв та отримати річну ефективність понад 22047,17 тис. грн.

Запропоновані технічні рішення рекомендовані для впровадження при виконанні процесу розформування составів на сортувальних станціях Красний Лиман і Дарниця.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1.Чеклов В.Ф. Модель системы регулирования скорости роспуска составов на сортировочных горках // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. -1998. -№5. -С. 16-19.

2.Чеклов В.Ф. Методология выбора технологии роспуска составов на сортировочных горках // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. -1999. -№1. -С. 79-81.

3.Чеклов В.Ф. Системи регулювання швидкості розпуску на сортувальних гірках та їх економічна ефективність // Коммунальное хозяйство городов.- К.; «Техника». -2004. -№ 55.- С.191 – 194.

4.Данько М.І., Чеклов В.Ф. Автоматизована система закріплення составів // Залізничний транспорт України. -2004. - №3. -С. 12-15.

5.Данько М.І. , Чеклов В.Ф. Підход до прогнозування паливно енергетичних витрат при розформуванні составів // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. –2004. - №2. - С.58-62.

АНОТАЦІЯ

Чеклов В.Ф. Розробка нових технічних засобів автоматизованого регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках. - 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, 2004.

Дисертація присвячена науковій задачі розробки нових технічних засобів автоматизованого регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках залізничних станцій та удосконалення процесу розформування составів при оптимізації витрат часу.

З цією метою в дисертаційній роботі запропоновані новий підхід до теми наукових розробок, нові технічні засоби, комплекс моделей, які дозволяють керувати процесом розформування із використанням методів скорочення часу насуву і розпуску составів та простою вагонів, підвищення переробної спроможності гірки; проводити дослідження при повній імітації пристроїв гіркового комплексу, виключаючи додаткові матеріальні витрати при виконанні багаторазових експериментів; знизити енергоємність процесу насуву та розпуску составів; збільшення терміну експлуатації технічних засобів, що беруть участь в даному процесі, і витрат по їх обслуговуванню;

забезпечити високий рівень збереження рухомого складу і вантажів, що перевозяться, і прискорити процес перевезень.

Ключові слова: технічні засоби, сортувальна гірка, гірковій локомотив, розформування составів, простій вагонів.

АННОТАЦІЯ

Чеклов В.Ф. Разработка новых технических средств автоматизированного регулирования скорости отцепов на сортировочных горках. – 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, 2004.

Диссертация посвящена научной задаче разработки новых технических средств и усовершенствования технологии расформирования составов на сортировочных горках при оптимизации процессов надвига и роспуска.

В работе исследованы: состояние и использование технических средств на сортировочных горках; технология расформирования составов; методы регулирования начальной скорости скатывания отцепов; расход времени и энергоресурсов в процессах надвига и роспуска составов в зависимости от характеристик составов (дробности, массы, композиции вагонов различной весовой категории, рода и количества осей). Установлено, что горочные устройства используются на низком уровне с большими затратами времени и энергоресурсов, автоматизированные системы управления работой сортировочных горок служат средствами статистического учета.

Для обеспечения более эффективного использования технических средств горочного комплекса предлагается перераспределить сортировочную работу на сети железных дорог Украины; рассмотрены надвиг и роспуск составов как два процесса перерастающих один в другой и выбран метод регулирования скорости роспуска составов с применением принципов сохранения энергоресурсов. Концентрация сортировочной работы приводит к необходимости увеличения перерабатывающей способности сортировочных горок при оптимизации затрат времени и энергии при расформировании составов. Данная проблема в диссертационной работе решается путем внедрения новых технических средств и технологий.

Комплексная автоматизация процесса расформирования заключается в автоматизации следующих процессов:

- закрепление и раскрепление составов на путях парков приема (сокращение времени ожидания горочным локомотивом надвига);
- надвиг и роспуск составов (сокращение времени расформирования и затрат энергоресурсов);
- регулирование начальной скорости скатывания отцепов (максимальное использование скоростей надвига и роспуска).

Внедрение системы автоматизированного закрепления составов в парке приема позволяет сократить простои горочных локомотивов и вагонов в ожидании надвига на горку состава в среднем на 5,2 минуты.

Разработанный программный продукт “TEMSorting” позволил проводить эксперименты по расформированию составов на сортировочной горке при полной имитации устройств и условий. Предварительное исследование надвига и роспуска каждого состава до начала расформирования дает возможность оптимально управлять горочными локомотивами на всех железнодорожных станциях, оснащенных сортировочными горками.

Оптимальный режим работы горочного комплекса достигается при реализации метода минимизации времени на надвиг и роспуск составов. Установка электромагнитных ускорителей-замедлителей за точками разрыва отцепов позволяет использовать максимально допустимые скорости роспуска составов при постоянной скорости надвига с минимальным расходом времени и энергии.

Электромагнитный ускоритель–замедлитель работает в трех режимах: торможения, ускорения, пассивности. В режиме торможения устройство используется как генератор. В режиме ускорения ускоритель-замедлитель используется при скатывании отцепов легкой и легко-средней категории. Максимальная мощность ускорителя-замедлителя при установке на пятом элементе спускной части сортировочной горки не превышает 0,1 кДж/кН.

Оптимальное управление горочным локомотивом при постоянной скорости роспуска и дифференцированной начальной скорости скатывания отцепов возможно, когда масса состава не превышает 2200 т, а количество отцепов от 5 до 20. Из 300 составов, с которыми проводились моделирование, только к 43 % возможно применить оптимальное управление процессами надвига и роспуска.

Экономическое обоснование предложенных мероприятий показало, что при внедрении новых технических средств и технологий сократиться время ожидания надвига на 5,2 мин, время надвига и роспуска на 2 мин и расход

топлива на 1,7 кг на один состав, увеличится перерабатывающая способность горки, сократится простой вагонов и горочных локомотивов, уменьшится количество несохранных перевозок и непроизводительных затрат. Годовая экономия от внедрения выше указанных устройств и технологии составила около 2454 тыс. грн.

Ключевые слова: технические средства, сортировочная горка, горочный локомотив, расформирование составов, простой вагонов.

ANNOTATION

Cheklov V.F. The development of new technical facilities for uncoupling speed in hump yards. – Manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of engineering science on a speciality 05.22.20 - operation and repair of means of transport; Ukrainian state academy of railway transportation; Kharkov, 2004.

The Thesis is devoted to scientific problem on development of new technical facilities and on improvement of technologies for the splitting up of trains in hump yards under optimization of pushing and shunting process a complex of models is worked out in the Thesis which can be applied for all hump yards and it allows; to carry out investigations under full imitation of real devices of sorting complex, excluding expenseses for frequentative experiments; to operate by the work of shunting locomotives while using a method for reduction of the time; to rise the processing ability of hump yards; to reduce the volume of energy for the process of splitting up of trains; to increase the operation time for technical facilities and to reduce the expenses for their maintenance; to provide high level of the splitting up process, the safety of rolling stock and transporting freight; to reduce the standing idle of cares and to accelerate the transporting process.

Key words: technical facilities, hump yard, shunting locomotive, splitting up of trains, standing idle of cares.

Чеклов Володимир Федорович

УДК 656.212.5

**РОЗРОБКА НОВИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ
АВТОМАТИЗОВАНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ
ВІДЧЕПІВ НА СОРТУВАЛЬНИХ ГІРКАХ**

05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надрукований згідно з оригіналом автора

Відповідальний за випуск

к.т.н., доцент Берестов І.В.

Підписано до друку “_____” _____ 2004р.
Формат паперу 60 x 84 1/16. Папір для множних апаратів.
Ум. друк. арк. 0,9. Обл.- вид. арк. 1,0 Безкоштовно
Замовлення № _____ Тираж 100 прим.

Видавництво УкрДАЗТу. Свідоцтво ДК №112 від 06.07.2000 р.

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