

**ТЕЗИ СТЕНДОВИХ ДОПОВІДЕЙ ТА ВИСТУПІВ
УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**HIGHLIGHTS OF REPORTS AND PRESENTATIONS OF
PARTICIPANTS TO THE CONFERENCE**

каналів цифрового приймача.

Цифровий приймач ТРК має ряд переваг у порівнянні з аналоговими приймачами ТРК типу ПП: універсальність цифрового приймача ТРК, тобто використання всього лише одного типу приймача для сигналів різних частот; висока завадостійкість, забезпечується використанням цифрової фільтрації вхідного сигналу й застосуванням високонадійних елементів; легкість включення цифрового приймача ТРК у систему диспетчерського контролю для перевірки роботи приймача; розширений температурний діапазон роботи приймача (від -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$); стабільність вихідних параметрів у широкому діапазоні напруги живлення (від 110 до 260 В); значне зниження потужності споживання; зниження ваго-габаритних показників цифрового приймача ТРК; зниження експлуатаційних витрат на обслуговування ТРК.

Перелік посилань.

1. Creed Huddleston. Intelligent Sensor Design Using the Microchip dsPIC. Newnes, 2007. – 303 p
2. <https://www.microchip.com/en-us/development-tool/FilterLabDesignSoftware>

УДК 656.2

доцент **Прохоров В. М.**, магістрант
Мирошніченко К. А.

ФОРМУВАННЯ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ СОРТУВАЛЬНОЮ СТАНЦІЄЮ В КОНТЕКСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ

Сучасна логістика та експедиторські послуги потребують високої швидкості, точності та ефективності обробки вантажопотоків. Ключовою ланкою у цьому процесі виступають сортувальні станції (хаби), від роботи яких безпосередньо залежить успіх усієї ланцюга поставок. Підвищити продуктивність та надійність цих об'єктів дозволяє інноваційний підхід – створення моделі управління на основі технології цифрового двійника.

Цифровий двійник – це віртуальна динамічна модель реального фізичного об'єкта або процесу, що імітує його стан, поведінку та характеристики в режимі реального часу. У контексті сортувальної станції, цифровий двійник стає її точним віртуальним віддзеркаленням. Він інтегрує дані з безлічі джерел: датчиків руху, вагового обладнання, систем комп'ютерного зору, що відстежують посилки, інформації про маршрути та погодні умови.

Формування моделі управління на цій основі передбачає створення єдиного інформаційного простору, де керівник станції може:

1. візуалізувати у реальному часі весь технологічний процес на станції;
2. аналізувати показники ефективності: швидкість обробки, завантаження ліній, рівень простою техніки;
3. моделювати різні сценарії: наприклад, як вплине на роботу станції збільшення вагопотоку перед святами або вихід з ладу однієї з сортувальних систем.

Ключові переваги моделі управління на базі цифрового двійника:

1. оптимізація вагопотоків: система аналізує дані в режимі реального часу та автоматично перенаправляє вагопотоки для запобігання заторів, пропонуючи оптимальний режим процесу розформування;
2. прогностичне обслуговування: цифровий двійник відстежує стан обладнання (колій, рухомого складу,) та процесу (поїзна ситуація, снан сортувального пррцесу) та прогнозує розвиток процесу. Це дозволяє перейти від реактивного ремонту до планово-попереджувального, зменшуючи простої;
3. підвищення точності та зниження помилок: модель ідентифікує аномалії, наприклад, помилки в сортувальній роботі, і негайно сигналізує про це операторам;
4. управління ресурсами: система допомагає оптимально розподіляти людські ресурси, прогнозуючи пікові навантаження на різних ділянках станції;
5. безперервне вдосконалення: модель дозволяє без ризиків для реального виробництва тестувати нові технології, змінювати логістику внутрішніх процесів і оцінювати їхній потенційний ефект.

Формування такої моделі управління включає кілька етапів:

1. оцифрування фізичного об'єкта: створення 3D-моделі станції та обладнання;
2. інтеграція даних: підключення потоків даних з IoT-датчиків, SCADA-систем, WMS/TMS;
3. розробка алгоритмів аналітики та симуляції: створення ядра цифрового двійника, здатного аналізувати та прогнозувати;
4. створення інтуїтивного інтерфейсу: розробка зручних інструментів візуалізації та звітності для персоналу.

Таким чином, формування моделі управління сортувальною станцією на основі технології цифрових двійників – це не просто ІТ-тренд, а стратегічний крок на шляху до створення «розумного» логістичного хабу. Ця модель перетворює управління з реактивного на проактивне та прогностичне, забезпечуючи принципово новий рівень операційної ефективності, надійності та

конкурентоспроможності в умовах стрімкого зростання обсягів e-commerce та вантажоперевезень.

1. Ghaboura S., Ferdousi R., Laamarti F., Yang Ch., Saddik A. El. Digital Twin for Railway: A Comprehensive Survey. IEEE Access. 2023. PP(99):1-1. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3327042.
2. Thompson E. A., Lu P., Atuobi H. B., Akoto E. T., Abbew C. K. Revolutionizing Railway Systems: A Systematic Review of Digital Twin Technologies. High-speed Railway. 2025; 3(4). DOI: 10.1016/j.hspr.2025.05.005.

УДК 629.4.077:629.4.027.51

Д. т. н., В. Г. Равлюк¹, М. Г. Равлюк¹, Я. В. Дерев'янчук¹

¹Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМОВИХ СИСТЕМ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ ШЛЯХОМ ЗМЕНШЕННЯ НЕРІВНОМІРНОСТІ ЗНОСУ КОЛОДОК

IMPROVING THE EFFICIENCY OF FREIGHT WAGON BRAKE SYSTEMS BY REDUCING BRAKE PAD WEAR NONUNIFORMITY

Ефективність гальмових систем вантажних вагонів безпосередньо впливає на безпеку руху та економічні показники АТ «Укрзалізниця». Однією з актуальних проблем є нерівномірність зносу гальмових колодок, що зумовлює додаткові витрати та скорочує ресурс вузлів і деталей вантажних вагонів. Дослідження особливостей розподілу сили натиснення на колодки та їх знос дає змогу виявити основні чинники, що погіршують роботу гальмової системи [1].

Аналіз процесу зносу композиційних гальмових колодок показав, що під час обстежень виявлено значну кількість нерівномірно зношених колодок у вантажних вагонах. Встановлено, що різниця у залишковому ресурсі таких колодок у одному вагоні може сягати до 55 %. При цьому не виявлено стабільної залежності між місцем встановлення колодки та інтенсивністю її зносу. Такий ефект пояснюється комплексом чинників, серед яких вагому роль відіграє нерівномірний розподіл сили натиснення на колодки під час гальмування. Окрім цього, швидкість зносу колодок має нелінійну залежність від навантаження, що підсилює ефект нерівномірності.

Хоча формально кожна колодка замінюється за фактичним станом, наявність істотної різниці у ресурсі призводить до зростання середнього зносу та економічних витрат [2]. Аналіз середнього залишкового ресурсу гальмових колодок показав, що окремі з них характеризуються більшим потенційним залишковим ресурсом порівняно з іншими. Доцільним є використання таких колодок на вагонах в умовах експлуатації, що потребують заміни пошкоджених колодок відповідної товщини, що можна розглядати як резерв для підвищення середнього залишкового ресурсу всіх колодок вагона. Застосування такого підходу стає ефективним лише за умови мінімізації нерівномірності зносу колодок [3].

За результатами досліджень встановлено, що при однакових силах натиснення на всі гальмівні колодки сумарний знос є мінімальним, а інтенсивність зносу окремих колодок вирівнюється. У випадках, коли сили натиснення розподілені за нормальним законом, формується асиметричний розподіл зносу, у якому мода, медіана і математичне сподівання не збігаються. Така зміщеність свідчить про збільшення ймовірності появи колодок із підвищеним зносом, що негативно впливає на експлуатаційні витрати.

Встановлено, що подвійне зменшення розподілу сили натиснення композиційних гальмових колодок дає змогу знизити середній рівень їх зносу приблизно до 20 %. Це підтверджує практичну значимість заходів, спрямованих на оптимізацію та вирівнювання навантаження на колодки під час гальмування. У граничному випадку, коли нерівномірність сили натиснення прямує до нуля, середній знос колодок досягає мінімального значення [4-5].

Встановлено, що розрахункові параметри зносу композиційних гальмових колодок мають умовний характер, однак відображають основні закономірності процесу та дають змогу оцінити економічні чинники, пов'язані зі зменшенням нерівномірності їх зносу.

За результатами досліджень встановлено, що нерівномірний знос композиційних гальмових колодок у вантажних вагонах є негативним явищем, яке зменшує строк їх служби та підвищує витрати на технічне обслуговування. Основною причиною цього є нерівномірний розподіл сили натиснення на колодки під час гальмування, особливо за умов нелінійної залежності зносу від навантаження.

Впровадження інноваційної гальмової важільної передачі (ГВП), розробленої за технологією УкрДАЗТ, дозволяє суттєво зменшити цей ефект, подовжити ресурс колодок, знизити експлуатаційні витрати та забезпечити надійну й безпечну експлуатацію вантажних вагонів.