

УДК 625.1/.3:656.212.5

О. А. НАЗАРОВ^{1*}, Н. А. МУХІНА^{2*}, С. В. СУШКО^{3*}

^{1*} Каф. «Транспортні вузли», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, 49010, м. Дніпро, Україна, тел. +38 (067) 636 43 22, ел. пошта o.a.nazarov@ust.edu.ua, ORCID 0000-0001-8837-2041

^{2*} Каф. «Вища математика», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, 49010, м. Дніпро, Україна, тел. +38 (068) 377 95 39, ел. пошта n.a.mukhina@ust.edu.ua, ORCID 0009-0008-8259-7109

^{3*} Каф. «Транспортні вузли», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, 49010, м. Дніпро, Україна, тел. +38 (093) 153 37 95, ел. пошта s.w.sushko@gmail.com, ORCID 0009-0006-8296-0452

АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗАПОВНЕННЯ СОРТУВАЛЬНИХ КОЛІЙ ВАГОНАМИ ВІД ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ВІДЧЕПІВ

Мета. Метою роботи є дослідити та проаналізувати, як впливають параметри системи розподіленого регулювання швидкості відчепів на показники якості заповнення сортувальних колій вагонами за умов впровадження таких систем на сортувальних станціях Укрзалізниці. **Методика.** Для дослідження використано імітаційну модель заповнення сортувальної колії вагонами. Виконано моделювання заповнення сортувальної колії вагонами по варіантах. Розглянуто і в подальшому проаналізовано варіанти технології регулювання швидкості відчепів на сортувальній колії: варіант прицільного гальмування відчепів на парковій гальмовій позиції, що розташована на початку сортувальної колії, і варіанти розподіленого регулювання швидкості відчепів точковими вагонними уповільнювачами, розташованими на ділянці сортувальної колії після паркової гальмової позиції з варіюванням ухилу колії і щільності розташування точкових вагонних уповільнювачів на ній. **Результати.** За результатами моделювання надходження на сортувальну колію потоку відчепів отримано і проаналізовано залежності показників якості заповнення сортувальних колій вагонами від параметрів системи розподіленого регулювання швидкості відчепів. Аналіз залежностей показав, що зміна різних параметрів системи по різному відбивається на показника якості заповнення вагонами сортувальної колії. Самі показники є недоскональними. Не існує жодного показника, який всебічно характеризує якість процесу заповнення вагонами сортувальної колії. **Наукова новизна.** В роботі запропоновано оцінювати якість процесу заповнення сортувальних колій вагонами за трьома показниками: середня довжина вікна на один перероблений вагон, середня швидкість зіткнення відчепів з вагонами на сортувальній колії і частота зіткнення відчепів з вагонами на сортувальній колії з допустимою швидкістю. На основі аналізу отриманих за результатами моделювання процесу заповнення сортувальної колії вагонами залежностей сформульовано рекомендації стосовно того, якими мають бути параметри системи розподіленого регулювання швидкості відчепів для отримання задовільних показників якості заповнення її вагонами. Також окреслено можливості подальшого удосконалення системи розподіленого регулювання швидкості відчепів з метою отримати кращі показники якості заповнення сортувальних колій вагонами. **Практична значимість.** Результати дослідження можуть бути використані для ухвалення рішення про доцільність обладнання сортувальних колій системою розподіленого регулювання швидкості відчепів.

Ключові слова: сортувальна колія, заповнення колії вагонами, система регулювання швидкості відчепів, точковий вагонний уповільнювач

Вступ

Одною з найважливіших складових перевізного процесу вантажів залізничним транспортом є переробка вагонопотоку. Фактично формування і розформування значної кількості вантажних поїздів відбувається на сортувальних гірках.

Варто відзначити, що процес розформування составів поїздів є одним з найбільш складних та енерговитратних [1]. Відтак, саме механізація та автоматизація основних технологічних процесів на сортувальних гірках дає можливість збільшити продуктивність її роботи, поліпшити

умови праці обслуговуючого персоналу, вивести персонал з потенційно небезпечної зони можливого контакту з рухомим складом, зменшити необхідність фізичного контакту робітників з ними та у довгостроковій перспективі зменшити експлуатаційні витрати.

Зазначене вище більшою мірою стосується спускної частини гірки, де процес розпуску вагонів здебільшого механізовано і подекуди автоматизовано. Процесу накопичення вагонів на сортувальних коліях механізація і автоматизація торкнулася найменше, що відповідним негативним чином відбивається на якості заповнення сортувальних колій вагонами.

Для підвищення якості заповнення сортувальних колій вагонами потрібно регулювання швидкості відчепів не лише на парковій гальмовій позиції на початку сортувальних колій для зниження швидкості відчепів до безпечного рівня, але ще і для того, щоб підтримувати цей рівень на шляху прямування відчепа до точки прицілювання.

Відомі різні системи утримування швидкості і просування відчепів на сортувальних коліях від вагоноосаджувачів до систем розподіленого регулювання швидкості відчепів з використанням гвинтових (шнекових) або домкратоподібних (точкових) вагонних уповільнювачів. Однак, на залізничних станціях в Україні таких систем нема. На мережі залізниць України найбільш поширені вагонні уповільнювачі балкового типу [2].

Водночас широке розповсюдження на залізницях США, Австралії, Японії, КНР та країн ЄС набули системи розподіленого регулювання швидкості відчепів з використанням точкових вагонних уповільнювачів (ТВУ) [3-7]. Окремо варто зазначити, що ТВУ можуть бути застосовані і в якості засобу закріплення вагонів на колії [8], і в якості засобу для зупинки рухомого складу, що втратив керування [6].

З урахуванням наведених фактів варто розглянути можливість впровадження систем розподіленого регулювання швидкості відчепів з використанням ТВУ на залізничних станціях в Україні, на сортувальних коліях зокрема. Застосування ТВУ вирішує питання забезпечення неушкодженості вагонів під час їх скочування з гірки і накопичення на коліях сортувального парку [9].

Постановка задачі дослідження

У процесі заповнення сортувальних колій вагонами мають на меті досягнути двох цілей:

- 1) треба щоб відчепа, які поступають на сортувальну колію, докочувалися до вагонів, які вже зупинилися;
- 2) треба щоб ці відчепа підходили до них з безпечною швидкістю.

Відчепа поступають на сортувальну колію зі швидкістю, які вони набувають під час скочування по спускній частині гірки. На спускній частині гірки швидкість відчепів регулюють на стаціонарних гальмових позиціях з метою забезпечити ефективне розділення відчепів на розділових елементах і на початку сортувальних колій для забезпечення якісного заповнення сортувальних колій.

Однак, сортувальні колії мають достатньо велику довжину і навіть за ухилу, що відповідає нормативному значенню 0,6 ‰ [10], не забезпечується належна якість заповнення сортувальних колій вагонами: або більша частина відчепів не докочується до точки прицілювання, або відчепи підходять до вагонів на сортувальній колії зі швидкістю більше допустимої. Перше збільшує обсяг маневрової роботи по осаджуванню і підтягуванню вагонів на сортувальній колії, друге може спричинити пошкодження вантажів і вагонів.

Важкі відчепа з хорошими ходовими властивостями можуть рухатися з прискоренням на колії з нормативним ухилом, що призводить до перевищення допустимої швидкості зіткнення їх з вагонами на сортувальній колії. Натомість легким відчепам з поганими ходовими властивостями не вистачає запасу кінетичної енергії, щоб докотитися до точки прицілювання у глибині сортувального парку. Через це утворюються розриви між вагонами, що накопичуються на сортувальній колії, - вікна. Для ліквідації вікон в інтервалах між розпусками составів на колію заїжджає маневровий локомотив і здійснює осаджування вагонів з боку сортувальної гірки або підтягування з протилежного боку.

Зниження швидкості відчепів здійснюється на паркових гальмових позиціях, які розташовано на початку сортувальних колій. Управління парковими гальмовими позиціями здійснюється здебільшого операторами. Неодноразові спроби автоматизувати роботу паркової гальмової позиції не призвели до покращення якості заповнення сортувальних колій вагонами. Оператори паркових гальмових позицій регулюють швидкість відчепів краще. Але і вони припускаються помилок, невірно оцінюють ходові властивості відчепів, внаслідок чого перегальмовують або недогальмовують їх.

Для запобігання виникненню загрозливих ситуацій, пов'язаних з процесом накопичення вагонів на сортувальних коліях в сортувальному парку працюють регулювальники швидкості вагонів. Їх задача підкласти ручний гальмівний башмак під відчеп, котрий загрожує зіткненням з вагонами на сортувальній колії з високою швидкістю. Це відповідальна і водночас небезпечна праця. Регулювальник швидкості вагонів у сортувальному парку має зону відповідальності до 16 сортувальних колій. За високої інтенсивності розпуску составів з сортувальної гірки він може не встигнути перейти з однієї колії на іншу, щоб запобігти зіткненню з підвищеною швидкістю кількох відчепів. Адже іноді швидко перейти з

одного міжколія в інше заважають вагони, якими заповнена колія, через яку треба перейти. До того ж ті вагони можуть ще й рухатися. І, як результат, трапляються зіткнення відчепів з вагонами з підвищеною швидкістю.

Якщо регулювальник швидкості встигає загальмувати відчеп, постає проблема вилучення ручного гальмівного башмака з-під нього. Зазвичай, це можна зробити лише під час чергового осаджування чи підтягування вагонів на колії маневровим локомотивом.

Щоб покращити показники якості заповнення сортувальних колій вагонами потрібно регулювати швидкість скочування відчепів не лише на початку сортувальних колій. Таку можливість надає обладнання сортувальної колії системою розподіленого регулювання швидкості вагонів ТВУ.

ТВУ кріпляться до внутрішньої сторони головки рейки і взаємодіють з колесом вагона. ТВУ налаштовують на певну робочу швидкість. Якщо колесо вагона наїжджає на капсуль ТВУ зі швидкістю, що перевищує робочу, відбувається ефект гальмування. Коли швидкість вагона менше за робочу швидкість, колесо вагона проїжджає ТВУ без відчутного гальмівного ефекту. Тобто гальмівний ефект є, але він в десятки разів менший [11].

Є фізична можливість прикріпити один ТВУ в одному міжшпальному ящику на одній рейці і ще один на другій рейці. При епюрі рейко-шпальної решітки 1600 шпал на км [12] максимально можна розташувати до трьох ТВУ на 1 метр колії.

Велика щільність ТВУ на сортувальній колії збільшує опір скочуванню відчепів, що призводить до зменшення можливості пробігу відчепів з поганими ходовими властивостями вглиб сортувального парку. Наслідком чого буде збільшення величини і кількості вікон між вагонами на сортувальній колії. Тобто це погіршує якість заповнення сортувальної колії вагонами. Щоб компенсувати цей недолік можна збільшити ухил колії і тоді відчепи з поганими ходовими властивостями матимуть можливість прокотитися далше.

Задача дослідження полягає у тім, щоб дослідити взаємозалежність між показниками якості заповнення вагонами сортувальної колії за допомогою моделювання заповнення вагонами сортувальної колії, обладнаної системою розподіленого регулювання швидкості відчепів, і параметрами системи і на основі аналізу залежностей зробити висновки, як можна покращити якість заповнення вагонами сортувальних колій,

обладнаних системою розподіленого регулювання швидкості відчепів.

Мета

Мета роботи полягає у наданні рекомендацій стосовно того, як слід розташовувати ТВУ, щоб за мінімального втручання у реконструкцію поздовжнього профілю сортувальної колії покращити показники якості заповнення сортувальних колій вагонами.

Складність вирішення задачі полягає у тому, що нема загальновизнаного об'єктивного комплексного показника якості заповнення сортувальних колій вагонами. Але всі дослідники мають згоду в одному, що таких показників має бути, як мінімум, два. Один показник має характеризувати ступінь заповнення сортувальної колії вагонами, другий має характеризувати швидкість зіткнення відчепів з вагонами на сортувальній колії.

В якості основних показників у дослідженні для оцінювання ступеня заповнення сортувальної колії вагонами обрано середню довжину вікна, що припадає на один вагон, що потрапив на колію накопичення у процесі розпуску состава з сортувальної гірки. Для оцінювання швидкості зіткнення відчепів з вагонами на сортувальній колії обрано середню швидкість зіткнення та ймовірність зіткнення відчепів з вагонами з допустимою швидкістю. Усі обрані показники не є досконалими, тому що вони є взаємозалежними. Отже, їх аналізувати треба комплексно.

Методи дослідження

Дослідження виконано за допомогою моделювання заповнення вагонами сортувальної колії, обладнаної системою розподіленого регулювання швидкості відчепів з використанням ТВУ.

Система розподіленого регулювання швидкості відчепів являє собою ділянку на початку сортувальної колії певного ухилу з розташованими на ній з певною щільністю ТВУ.

У процесі досліджування варіювалися ухил цієї ділянки і щільність розташування на ній ТВУ. Довжина ділянки 400 м. Ухил першої ділянки сортувальної колії варіювався від 0,6 до 3,0 ‰, а щільність розташування на ній ТВУ від 0 до 0,8 од./м. Решту довжини сортувальної колії не обладнано ТВУ і прийнято запрофільованою за чинними нормами [10] 0,6 ‰ і останні 100 м протиухилом 2 ‰.

Результати

За результатами моделювання скочування потоку відчепів отримано залежності показників якості заповнення вагонами сортувальної колії від параметрів системи розподіленого регулювання швидкості відчепів.

На рис. 1 наведено графік залежності середньої величини довжини вікна, що припадає на один перероблений вагон, від параметрів системи розподіленого регулювання швидкості відчепів.

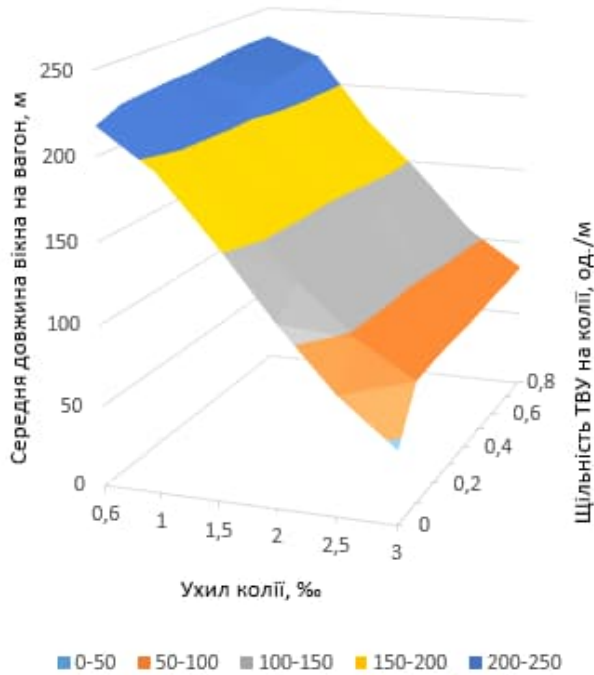


Рис. 1. Залежність середньої довжини вікна на вагон від параметрів системи регулювання швидкості відчепів, м

Цей показник характеризує ступінь заповнення сортувальної колії вагонами. Чим менше середня довжина вікна на один перероблений вагон, тим краще заповнюється сортувальна колія вагонами.

За результатами моделювання бачимо, що найкращий варіант за цим показником зафіксовано за умов ухилу першої ділянки сортувальної колії 3,0 ‰ і відсутності ТВУ і складає 45 м на вагон.

У разі розташування на цій ділянці ТВУ зі щільністю 0,1 од./м цей показник погіршується до 75 м на вагон. У разі подальшого збільшення щільності розташування ТВУ цей показник спочатку не суттєво погіршується (77 м на вагон за щільності ТВУ 0,2 од./м), а за подальшого збільшення щільності майже стабілізується на рівні 80 м на вагон.

Такий самий характер змін середньої довжини вікна на один перероблений вагон спостерігається і за умов меншого ухилу першої ділянки сортувальної колії. Але чим меншим є ухил, тим більшим є значення середньої довжини вікна.

Аналізуючи графік залежності, наведеної на рис. 1, можна зробити висновок, що середня довжина вікна більше залежить від ухилу першої ділянки сортувальної колії. Чим більше ухил, тим краще цей показник. Від щільності розташування ТВУ цей показник залежить не суттєво, він трохи погіршується зі зростанням щільності розташування ТВУ на сортувальній колії.

На рис. 2 наведено графік залежності середньої швидкості зіткнення відчепів з вагонами на сортувальній колії від параметрів системи розподіленого регулювання швидкості відчепів.

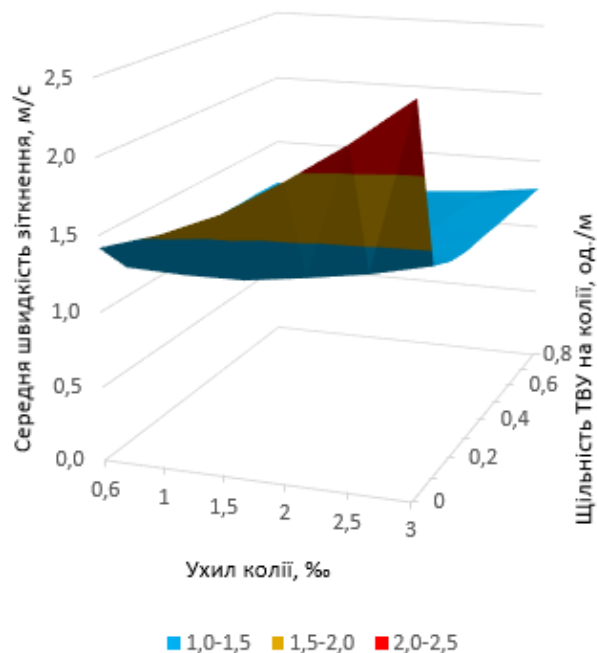


Рис. 2. Залежність середньої швидкості зіткнення від параметрів системи регулювання швидкості відчепів, м/с

На графіку видно, що за умов відсутності ТВУ середня швидкість зіткнення відчепів з вагонами зростає від 1,4 м/с на нормативному профілі до 3 м/с за умов збільшення ухилу на першій ділянці сортувальної колії до 3,0 ‰.

Якщо першу ділянку сортувальної колії обладнати ТВУ зі щільністю 0,1 од./м, то середня швидкість зіткнення відчепів з вагонами знижується до 1,2 м/с і залишається на цьому рівні у разі збільшення ухилу першої ділянки сортувальної колії до 1,5 ‰. У разі подальшого збільшення ухилу середня швидкість зіткнення починає трохи збільшуватися. Це означає, що щільність розташування ТВУ є недостатньою і

стабілізувати кількість відчепів, швидкість яких вони спроможні підтримувати на безпечному рівні, зменшується.

За умов збільшення щільності розташування ТВУ на першій ділянці сортувальної колії на малих ухилах до 2,0 ‰ середня швидкість зіткнення відчепів практично залишається сталою 1,2 м/с. На ухилах більше 2,0 ‰ потрібна більша щільність ТВУ на першій ділянці сортувальної колії.

Отже, навіть мала кількість ТВУ спроможна знизити середню швидкість зіткнення відчепів на сортувальній колії до безпечних значень. Але цей показник не є досконалим, тому що трапляються відчепи, швидкість яких не вдається утримати в допустимих межах до 1,4 м/с.

За результатами скочування на сортувальну колію відчепи можна умовно поділити на 3 групи:

- 1) відчепи, які не докотилися до вагонів, що вже накопичуються на сортувальній колії і тим самим утворюють вікно;
- 2) відчепи, які зіткнулися з вагонами на сортувальній колії зі швидкістю в межах допустимої;
- 3) відчепи, які зіткнулися з вагонами на сортувальній колії зі швидкістю вище допустимої.

Виходячи з цього проаналізуємо як змінюється у залежності від параметрів системи розподіленого регулювання швидкості відчепів ще один показник якості заповнення вагонами сортувальної колії, а саме частота зіткнення відчепів з допустимою швидкістю.

На рис. 3 наведено графік залежності частоти зіткнення відчепів з допустимою швидкістю від параметрів системи розподіленого регулювання швидкості відчепів. При цьому маємо на увазі, що решта відчепів зіткнулися з вагонами з перевищенням допустимої швидкості.

Як бачимо, лише за умов ухилу першої частини сортувальної колії 1,5 ‰ і наявності ТВУ на ній 90 і більше відсотків відчепів підходять до вагонів на сортувальній колії зі швидкістю до 1,4 м/с. Менший відсоток відчепів, що підходять до вагонів на сортувальній колії з допустимою швидкістю на ухилі менше 1,5 ‰ можна пояснити меншою кількістю відчепів другої і третьої груп. Скорочення спостерігається за рахунок відчепів другої групи, які переходять у першу групу, тобто більше відчепів не докочуються до точки прицілювання. Кількість відчепів третьої групи відчутно не змінюється. Таким чином частота зіткнення відчепів з допустимою швидкістю зменшується.

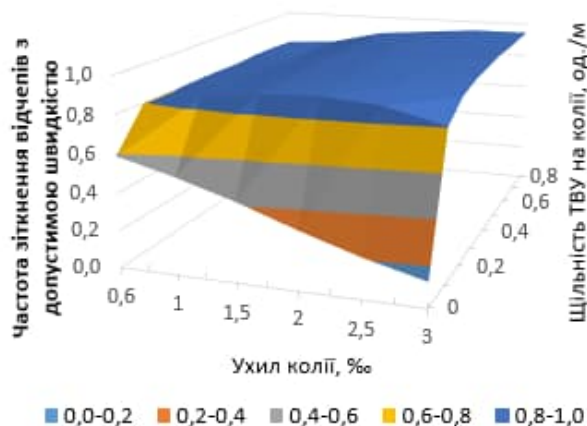


Рис. 3. Залежність частоти зіткнення відчепів з допустимою швидкістю від параметрів системи регулювання швидкості відчепів

Отже, обладнання сортувальних колій з ухилом менше 1,5 ‰ системою розподіленого регулювання швидкості відчепів недоцільно.

Що стосується зменшення кількості відчепів третьої групи, то їх кількість можна знизити лише шляхом збільшення щільності розташування ТВУ, особливо на перших 50 м колії накопичення. Це потрібно для усунення наслідків недовигальмовування відчепів на парковій гальмовій позиції.

Загалом для покращення всіх показників якості заповнення сортувальних колій вагонами треба збільшувати щільність розташування ТВУ на уклони 1,5 ‰ або ще крутіше, а також збільшити довжину першої ділянки сортувальної колії, де розташовані ТВУ.

Слід зауважити, що збільшення ухилу сортувальної колії може призвести до проблем із закріпленням накопичуваних вагонів і до можливості їх рушання у бік хвостової горловини сортувального парку. Тож захоплюватися збільшенням ухилу сортувальної колії викликає додаткові витрати, пов'язані з утриманням рухомого складу в межах корисної довжини колії.

Наукова новизна

У дослідженні вперше у якості одного з основних показників якості заповнення сортувальної колії вагонами обрано середню довжину вікна на один перероблений вагон у взаємозв'язку з іншими показниками. Аналіз залежності цих показників від параметрів системи розподіленого регулювання швидкості відчепів дозволяє запропонувати шляхи удосконалення системи і підвищити якість процесу заповнення сортувальних колій вагонами.

Практична значимість

Результати дослідження можуть бути використані для розробки проекту обладнання сортувальних колій системою розподіленого регулювання швидкості відчепів з використанням ТВУ.

Висновки

В роботі виконано моделювання заповнення сортувальної колії вагонами по варіантах технології регулювання швидкості відчепів на сортувальній колії: варіант прицільного гальмування відчепів на парковій гальмовій позиції, що розташована на початку сортувальної колії, і варіанти розподіленого регулювання швидкості відчепів точковими вагонними уповільнювачами, розташованими на ділянці сортувальної колії після паркової гальмової позиції з варіюванням ухилу колії і щільності розташування ТВУ.

За результатами моделювання надходження на сортувальну колію потоку відчепів отримано і проаналізовано залежності показників якості заповнення сортувальних колій вагонами від параметрів системи розподіленого регулювання швидкості відчепів. Аналіз залежностей показав, як само варіювання різних параметрів системи відбивається на показниках якості заповнення вагонами сортувальної колії.

В роботі запропоновано оцінювати якість процесу заповнення сортувальних колій вагонами за трьома показниками: середня довжина вікна на один перероблений вагон, середня швидкість зіткнення відчепів з вагонами на сортувальній колії і частота зіткнення відчепів з вагонами на сортувальній колії з допустимою швидкістю.

На основі аналізу отриманих залежностей сформульовано рекомендації стосовно того, якими мають бути параметри системи розподіленого регулювання швидкості відчепів для отримання задовільних показників якості заповнення її вагонами. Також окреслено можливості подальшого удосконалення системи розподіленого регулювання швидкості відчепів з метою отримати кращі показники якості заповнення сортувальних колій вагонами.

Система розподіленого регулювання швидкості відчепів забезпечує задовільні показники якості заповнення сортувальних колій вагонами лише коли ухил першої ділянки сортувальної колії більше 1,5 ‰ і за умов щільності розташування на ній ТВУ не менше 0,1 од./м. Щоб ще більше покращити показники якості, можна продовжити першу ділянку сортувальної колії, обладнати ТВУ, збільшити її ухил, збільшувати

щільність розташування ТВУ. Але при цьому слід зважати на те, що це призведе до збільшення витрат на утримання накопичуваного рухомого складу в межах корисної довжини колії.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Огар О. М., Асєєв М. А., Іваненко О. А. Аналіз роботи підсистем регулювання швидкості скочування відчепів в автоматизованих системах управління сортувальними станціями. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*. 2016. № 161. 70-75.
2. Журавель В. В., Журавель І. Л. Аналіз досвіду використання технічних засобів сортувальних гірок. *Транспортні системи та технології перевезень*. 2013. № 6. 47-50.
3. New Joule Piston Retarder systems - New Joules. *New Joules*. URL: <https://newjoulesengineering.com/info/and-supply-of-the-joule-piston-railway-retarder-systems/> (date of access: 26.02.2025).
4. Overview and application of TDJ-302 dowty retarder-Shandong China Coal Import & Export Co., Ltd. *mine wagon, mine electric locomotives, steel rails, rail tamping machine, dowty retarder-Shandong China Coal Import & Export Co., Ltd.* URL: <http://www.railroadmachinery.com/newinfo1083> (date of access: 26.02.2025).
5. Main structural features of TDJ-302 type dowty retarder-Shandong China Coal Import & Export Co., Ltd. *mine wagon, mine electric locomotives, steel rails, rail tamping machine, dowty retarder-Shandong China Coal Import & Export Co., Ltd.* URL: <http://railroadmachinery.com/newinfo1149> (date of access: 26.02.2025).
6. Sibra Rollingstock - Rail Retarders/Arresters – Sibra Rollingstock Components. *Sibra Rollingstock Components*. URL: <https://www.sigrail.com/rail-retarders-arresters> (date of access: 26.02.2025).
7. Trackguard Retarder TKG Piston retarders and gradient compensation retarders for train formation yards. URL: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:ca9a3c7e-e8a3-49cb-96ca-097dd895a1d4/sie-bro-trackguardretardertkg.pdf>
8. Yusupov A. K., Boltayev S. T. Improving the methods of strengthening the rolling stock and measures to prevent accidents in the event of their spontaneous departure. *JournalNX- A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal*. 2022. Vol. 8, no. 2. P. 24–30.
9. Назаров О. А., Назаров А. А., Назаров О. А. Підвищення ефективності сортувального процесу на гірках шляхом впровадження систем розподіленого регулювання швидкості відчепів : thesis. 2012. URL: <http://eadnurt.diit.edu.ua:82/jspui/handle/123456789/1322> (дата звернення: 26.02.2025).
10. ГБН В.2.3-37472062-1:2012. Споруди транспорту. Сортувальні пристрої залізниць. Чинний від 2013-01-17. Вид. офіц. Київ, 2012. 112 с.
11. How does Joule's piston or hydraulic railway retarders work – Civil Engineering Tech. *Civil Engineering Tech – About innovations in civil engineering technologies*. URL: <https://civengtech.com/how-does-joules->

O. NAZAROV, N. MUKHINA, S. SUSHKO

ANALYSIS OF THE DEPENDENCE OF QUALITY INDICATORS OF FILLING THE SORTING TRACKS WITH CARS ON THE PARAMETERS OF THE SPEED CONTROL SYSTEM OF THE CUTS

Purpose. The aim of the study is to investigate and analyze how the parameters of the distributed speed control system of cuts affect the quality indicators of filling the sorting tracks with cars when such systems are implemented at the sorting stations of Ukrzaliznytsia. **Methods.** A simulation model of filling the sorting track with cars was used for the study. The modeling of filling the sorting track with cars by variants was performed. The variants of the technology for regulating the speed of detachments on the sorting track were considered and further analyzed: the variant of targeted braking of detachments at the parking brake position located at the beginning of the sorting track, and the variants of distributed control of detachment speed by point car retarders located on the section of the sorting track after the parking brake position with varying the track slope and the density of point car retarders on it. **Results.** Based on the results of modeling the flow of wagons onto the sorting track, the dependencies of the quality indicators of filling the sorting tracks with cars on the parameters of the distributed speed control system of cuts were obtained and analyzed. The analysis of the dependencies showed that changes in various system parameters have different effects on the quality indicators of filling the sorting track with cars. The indicators themselves are imperfect. There is not a single indicator that comprehensively characterizes the quality of the process of filling the sorting track with cars. **Scientific novelty.** The paper proposes to evaluate the quality of the process of filling sorting tracks with cars by three indicators: the average length of the space bar per processed car, the average speed of collision between the cuts and cars on the sorting track, and the frequency of collision between the cuts and cars on the sorting track at the permissible speed. Based on the analysis of the dependencies obtained from the modeling of the process of filling the sorting track with cars, recommendations are formulated on what the parameters of the distributed speed control system for detachments should be to obtain satisfactory indicators of the quality of filling it with cars. Possibilities for further improvement of the system of distributed speed control of cuts in order to obtain better quality indicators of filling the sorting tracks with cars are also outlined. **Practical significance.** The results of the study can be used to make a decision on the feasibility of equipping sorting tracks with a system of distributed speed control of the cuts.

Keywords: sorting track, filling the track with cars, speed control system for cuts, rail point car retarder