

УДК 656.212.5

О. А. НАЗАРОВ

Каф. «Транспортні вузли», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, 49010, м. Дніпро, Україна, тел. +38 (067) 636 43 22, ел. пошта nazarovalex65@gmail.com, ORCID 0000-0001-8837-2041

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛЕНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ВІДЧЕПІВ НА СОРТУВАЛЬНИХ КОЛІЯХ

Метою роботи є запропонувати варіанти удосконалення системи розподіленого регулювання швидкості відчепів на сортувальних коліях та шляхом пошуку раціонального поєднання параметрів системи визначити потенційні можливості кожного варіанта удосконалення. **Методика.** Дослідження виконано на основі аналізу результатів імітаційного моделювання процесу заповнення вагонами сортувальних колій, що оснащені системою розподіленого регулювання швидкості відчепів. Задля досягнення найліпших показників якості заповнення вагонами сортувальної колії варіювалися параметри системи розподіленого регулювання швидкості відчепів. В підсумку отримані результати моделювання по варіантах було проаналізовано та порівняно між собою та з базовим варіантом. **Результати.** В роботі за базовий варіант прийнято систему розподіленого регулювання швидкості відчепів на сортувальних коліях, оснащену некерованими точковими вагонними уповільнювачами та запропоновано два принципово різні варіанти удосконалення системи з метою покращення показників якості заповнення сортувальних колій вагонами: 1) використовувати в системі в якості точкових регуляторів швидкості відчепів замість некерованих точкових вагонних уповільнювачів некеровані точкові вагонні прискорювачі-уповільнювачі; 2) запровадити в системі керування точковими вагонними уповільнювачами. Перший варіант удосконалення системи в порівнянні з базовим варіантом може забезпечити покращення ступеня заповнення сортувальних колій вагонами на 1,5 % на вдвічі меншому ухилі та вдвічі меншою кількістю точкових регуляторів швидкості вагонів. Другий варіант удосконалення системи в порівнянні з базовим забезпечує такі самі показники якості заповнення сортувальних колій вагонами на меншому ухилі сортувальної колії та меншою кількістю точкових регуляторів швидкості на 5-10 %. **Практична значимість.** Результати дослідження можуть бути використані в разі впровадження системи розподіленого регулювання швидкості відчепів на сортувальних коліях станцій.

Ключові слова: точковий вагонний регулятор швидкості; відчеп; ухил; сортувальна колія; заповнення колій вагонами

Вступ

Сортувальні гірки розраховують ґрунтуючись на забезпеченні докочування розрахункового відчепа з поганими ходовими властивостями до розрахункової точки на розрахунковій важкій колії за несприятливих умов [1]. Розрахункову точку розташовують на відстані 50 м від кінця паркової гальмової позиції. Тому на будь-якій сортувальній гірці, яку розраховано за чинними нормами, відчепа з поганими ходовими властивостями зупиняються на початку сортувальних колій через те, що їм не вистачає запасу енергії, щоб прокотитися далі. Таким чином на сортувальній колії утворюються вікна між вагонами, що прокотилися вглиб сортувального парку, і тими вагонами, що зупинилися ближче до початку сортувальної колії.

Вікна між вагонами на сортувальній колії зазвичай ліквідують в перервах між розпусками составів шляхом осаджування вагонів гірковим локомотивом з боку сортувальної гірки або

шляхом підтягування вагонів маневровим локомотивом, що виконує операції закінчення формування составів в хвості сортувального парку.

Наявність вікон між вагонами, що накопичуються на сортувальній колії – це одна сторона якості процесу заповнення сортувальних колій вагонами. Якість процесу заповнення сортувальних колій вагонами з цього боку зазвичай характеризують ступенем заповнення сортувальних колій вагонами.

На деяких сортувальних станціях вікна між вагонами на сортувальних коліях намагаються ліквідувати шляхом проштовхування відчепів, які передчасно зупинилися, наступними відчепами з хорошими ходовими властивостями, випускаючи їх з паркової гальмової позиції з підвищеною швидкістю. Але така практика призводить до погіршення показників, що характеризують процес заповнення сортувальних колій вагонами з іншого боку. Зростає швидкість підходу відчепів до вагонів, що вже зупинилися на

сортувальній колії. За нормами безпечною вважається швидкість підходу відчепів до вагонів до 5 км/год [2]. Більша швидкість може призвести до пошкодження вагонів та вантажів аж до сходу вагонів з рейок. Тобто це погана практика поліпшення одного показника якості заповнення сортувальних колій вагонами – ймовірності підходу відчепів до вагонів на сортувальній колії з допустимою швидкістю (P) за рахунок погіршення іншого – ступеня заповнення сортувальної колії вагонами (γ).

За результатами натурних спостережень на переважній більшості сортувальних станцій середня швидкість підходу відчепів до вагонів на сортувальних коліях є більшою за нормативну [3, 4]. Це означає що багато відчепів підходять до вагонів з недопустимо високою швидкістю.

На сортувальних станціях, де середня швидкість підходу відчепів до вагонів на сортувальних коліях близька до нормативної, ступінь заповнення сортувальних колій вагонами сягає 45%. На станціях, середня швидкість більше за нормативну, ступінь заповнення вище. За середньої швидкості на рівні 7 км/год ступінь заповнення сортувальних колій вагонами зростає до рівня 80 % [5].

Таке становище викликано практично відсутністю регулювання швидкості відчепів після їх виходу з паркової гальмової позиції. Регулювальник швидкості в сортувальному парку встигає проконтролювати швидкість скочування лише кількох відчепів одного состава, тому що він має зону відповідальності від 8 до 16 сортувальних колій, а якщо відчепи скочуються на різні колії, він може не мати змоги або не встигнути перейти на іншу колію, тому що треба обходити колії, цілком зайняті вагонами або зайняті вагонами в зоні гальмування на сусідній колії.

Постановка задачі

Для вирішення вище зазначених проблем необхідне регулювання швидкості скочування відчепів на сортувальних коліях після паркової гальмової позиції. Бажано щоб регулювання здійснювалося автоматично.

На низці сортувальних станцій за кордоном для цього використовують системи розподіленого регулювання швидкості відчепів, де в якості регуляторів швидкості відчепів використовують некеровані точкові вагонні уповільнювачі. Можливість використання аналогічної системи на вітчизняних сортувальних станціях розглянуто в [6].

За результатами цього дослідження встановлено, що система розподіленого регулювання

швидкості відчепів некерованими точковими вагонними уповільнювачами спроможна забезпечити швидкість підходу практично усіх відчепів до вагонів на сортувальній колії в допустимих межах з ймовірністю 95% та водночас збільшити ступінь заповнення сортувальних колій вагонами до 80% [7]. За для досягнення таких показників якості заповнення сортувальних колій вагонами потрібно збільшити ухил сортувальних колій до 3,5-4‰, а щільність розташування точкових вагонних уповільнювачів уздовж шляху скочування відчепів повинна складати біля 0,9-1°од./м.

Тобто задачею поточного дослідження є підвищити ступінь заповнення сортувальних колій вагонами, не погіршуючи при цьому показники швидкості підходу відчепів до вагонів на сортувальній колії.

Мета

Немає універсального показника якості процесу заповнення сортувальних колій вагонами, тому що в процесі заповнення потрібно, щоб з одного боку всі відчепи докочувалися до кінця сортувальної колії або до вагонів на ній, тобто без утворення вікон між вагонами, а з іншого боку, щоб усі відчепи підходили до вагонів на сортувальній колії з безпечною швидкістю. Тому якість заповнення сортувальної колії оцінюватимемо за двома показниками, які характеризують ступінь досягнення кожної з вище зазначених цілей:

1) ступінь заповнення сортувальної колії вагонами;

2) ймовірність підходу відчепів до вагонів на сортувальній колії з безпечною швидкістю.

Можна покращити один показник якості заповнення сортувальних колій вагонами за рахунок іншого, але треба запропонувати такі умови, щоб обидва показники покращувалися.

Метою даної роботи є запропонувати та проаналізувати способи покращення показників якості заповнення сортувальних колій вагонами за рахунок удосконалення системи розподіленого регулювання швидкості відчепів. Тобто метою дослідження є запропонувати варіанти удосконалення системи розподіленого регулювання швидкості відчепів та шляхом пошуку раціонального поєднання параметрів системи визначити потенційні можливості кожного варіанту удосконалення.

Методи дослідження

Дослідження виконано на основі імітаційного моделювання процесу заповнення вагонами сортувальної колії, яка обладнана точ-

ковими регуляторами швидкості. В якості вихідних даних в моделі використано результати статистичної обробки характеристик вагонопотоку, що підлягає переробці, на сортувальних станціях Нижньодніпровськ-Вузол та Одеса-Сортувальна. Задля досягнення найліпших показників якості заповнення вагонами сортувальної колії P та γ варіювалися параметри системи розподіленого регулювання швидкості відчепів – ухил сортувальної колії (i) та щільність розташування точкових регуляторів швидкості вагонів (ρ). В підсумку отримані результати по варіантах було проаналізовано та порівняно між собою та з базовим варіантом.

Результати

За базовий варіант прийнято систему розподіленого регулювання швидкості відчепів на сортувальних коліях, оснащену некерованими точковими вагонними уповільнювачами. Запропоновано два принципово різні варіанти удосконалення системи з метою покращення показників якості заповнення сортувальних колій вагонами:

1) використовувати в системі в якості регуляторів швидкості відчепів замість некерованих точкових вагонних уповільнювачів некеровані точкові вагонні прискорювачі-уповільнювачі;

2) запровадити в системі керування точковими вагонними уповільнювачами.

Результати моделювання процесу заповнення сортувальної колії, обладнаної системою розподіленого регулювання швидкості відчепів некерованими точковими вагонними прискорювачами-уповільнювачами засвідчили можливість деякого покращення показників якості заповнення вагонами сортувальної колії. Вдалося на 1,5% збільшити ступінь заповнення сортувальної колії вагонами за фактично сталого (з ймовірністю 95%) забезпечення швидкості підходу відчепів до вагонів на сортувальній колії в безпечних межах. Слід зазначити, що такого рівня показників якості заповнення сортувальної колії вагонами вдалося досягти на вдвічі меншому ухилі сортувальної колії (біля 2‰) та вдвічі меншою кількістю точкових регуляторів швидкості. Задля досягнення вище зазначеного рівня показників щільність розташування некерованих точкових вагонних прискорювачів уповільнювачів повинна бути в межах 0,4-0,45 од./м.

Стосовно конкурентоспроможності даного варіанту системи розподіленого регулювання швидкості відчепів в порівнянні з варіантом системи з використанням некерованих точко-

вих вагонних уповільнювачів зарано робити остаточний висновок, тому що по-перше точкові вагонні уповільнювачі-прискорювачі приблизно вдвічі дорожчі за точкові вагонні уповільнювачі, а по-друге точкові вагонні уповільнювачі працюють цілком автономно, а точкові вагонні уповільнювачі-прискорювачі працюють лише за умови живлення стислим повітрям. Тобто всі плюси та мінуси обох варіантів системи треба ретельно зважувати та оцінювати шляхом техніко-економічного порівняння.

Що стосується другого способу удосконалення системи розподіленого регулювання швидкості відчепів шляхом впровадження системи керування точковими вагонними уповільнювачами, то результати дослідження не показали помітного покращення показників якості заповнення сортувальної колії вагонами.

Цей варіант удосконалення системи розподіленого регулювання швидкості відчепів виник через складнощі під час осаджування та підтягування вагонів на сортувальній колії, обладнаної некерованими точковими вагонними уповільнювачами, а також під час перестановки составів з сортувального парку в парк відправлення. Некеровані точкові вагонні уповільнювачі чинять додатковий опір під час пересування вагонів маневровим локомотивом та обмежують швидкість маневрових пересувань. Для вирішення проблеми виникла ідея під час маневрових пересувань переводити точкові вагонні уповільнювачі в пасивне положення, в якому виключається можливість контакту гребеня колеса вагона зі штоком точкового вагонного уповільнювача, а під час розпуску повертати назад в активне положення.

Точкові вагонні уповільнювачі в активному положенні чинять додатковий опір руху всіх відчепів, в тому числі й відчепів, що рухаються зі швидкістю, яка є нижчою за швидкість, на яку вони налаштовані. Щоб збільшити дальність скочування відчепів з поганими ходовими властивостями пропонується переводити певні групи точкових вагонних уповільнювачів в пасивне положення під час розпуску перед такими відчепами.

Очікувалося отримати збільшення ступеня заповнення сортувальної колії за рахунок переведення групи точкових вагонних уповільнювачів в пасивне положення перед тим, як ними пройде група повільний відчеп з поганими ходовими властивостями. Відсутність позитивного ефекту я пов'язую з тим, що не вдалося розробити більш менш досконалого алгоритму переведення групи точкових вагонних уповіль-

нювачів в пасивне положення та повернення їх назад в активне положення.

До того ж відкритим залишається питання як розподіляти точкові вагонні уповільнювачі на групи. В дослідженні прийнято в одну групу об'єднати точкові вагонні уповільнювачі, розташовані на ділянці сортувальної колії довжиною 40 м. Таким чином початок сортувальної колії довжиною 400 м, де розташовано точкові вагонні уповільнювачі, поділено на 10 ділянок. Переведення точкових вагонних уповільнювачів здійснюється окремо для кожної групи.

Алгоритм управління групами точкових вагонних уповільнювачів запропоновано наступний. На вході відчепа на чергову ділянку сортувальної колії фіксується швидкість відчепа. Якщо швидкість є менше за 1,25 м/с, група точкових вагонних уповільнювачів, розташована на наступній за черговою ділянці сортувальної колії, переводиться в неробоче положення і залишається в неробочому положенні доти, поки швидкість наступного відчепа на вході на попередню ділянку сортувальної колії не буде вище за 1,25 м/с.

В результаті дослідження не вдалося покращити показники якості процесу заповнення сортувальних колій вагонами за рахунок впровадження керування точковими вагонними уповільнювачами. Але слід зауважити, що такого рівня показників якості вдалося досягти на приблизно на 5 % меншому ухилі та меншою на 10 % кількістю регуляторів швидкості.

В таблиці наведено показники якості процесу заповнення сортувальних колій вагонами, яких можна досягти, якщо обладнати сортувальні колії системою розподіленого регулювання швидкості відчепів різного типу:

Таблиця

Показники якості заповнення сортувальних колій вагонами та параметри відповідних систем розподіленого регулювання швидкості відчепів

Система розподіленого регулювання швидкості відчепів з використанням	Показники якості		Параметри системи	
	<i>P</i> , %	γ , %	<i>i</i> , ‰	ρ , од/м
некерованих точкових вагонних уповільнювачів	95	80	3,5–4,0	0,9–1,0
точкових вагонних прискорювачів-уповільнювачів	95	82	1,5–2,0	0,4–0,45
керованих точкових вагонних уповільнювачів	95	80	3,3–3,8	0,8–0,9

Практична значимість

Результати дослідження можуть бути використані в разі впровадження системи розподіленого регулювання швидкості відчепів на сортувальних коліях сортувальних, дільничних та вантажних станцій.

Висновок

В роботі розглянуто та проаналізовано два варіанти покращення показників якості заповнення сортувальних колій вагонами за рахунок удосконалення системи розподіленого регулювання швидкості відчепів.

За допомогою використання точкових вагонних прискорювачів-уповільнювачів в системі розподіленого регулювання швидкості відчепів на сортувальних коліях можливо не лише покращити ступінь заповнення сортувальних колій вагонами на 1,5 % в порівнянні з аналогічною системою з використанням точкових вагонних уповільнювачів, а ще і вдвічі зменшити ухил сортувальних колій тим самим наблизити його до нормативного ухилу. При цьому ймовірність підходу відчепів до вагонів на сортувальній колії з безпечною швидкістю не зменшується та лишається на рівні 95. Потрібна кількість точкових регуляторів швидкості для досягнення такого результату ніж в аналогічній системі з використанням точкових вагонних уповільнювачів.

Позитивного ефекту від впровадження в системі керування точковими вагонними уповільнювачами стосовно покращення показників якості заповнення сортувальних колій вагонами досягти не вдалося через недосконалий алгоритм керування групою точкових вагонних уповільнювачів. Натомість вдалося оптимізувати параметри самої системи за рахунок зменшення ухилу сортувальної колії та зменшення щільності розташування на колії точкових регуляторів швидкості.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Галузеві будівельні норми України. ГБН-В.2.3-37472062-1:2012 [Текст]: Затв.: Наказ Міністерства інфраструктури України 17.01.13. № 25 / Мінінфраструктури України. – К., 2012. – 112 с.
2. Муха Ю. А. Автоматизация и механизация переработки вагонов на станциях [Текст] / Ю. А. Муха, И. В. Харланович, В. П. Шейкин. – М. : Транспорт, 1985. – 248 с.
3. Атаманенко Е. Г. Регулирование скоростей при роспуске составов [Текст] / Е. Г. Атаманенко // Ж.-д. транспорт. 1991. – № 1.– С. 12–14.
4. Шейкин, В. П. Эксплуатация механизированных сортировочных горок [Текст] / В. П. Шейкин. –

Москва: Транспорт, 1992. – 240 с.

5. Муха Ю. О. Управління швидкістю скоочування вагонів на коліях накопичення в сортувальному парку [Текст] / Ю. О. Муха, О. А. Назаров // Зб. наук. праць КУЕТТ «Транспортні системи і технології». – Вип. 4. – К.: КУЕТТ, 2004. – С. 61–66.

6. Николаев, А. В. Сопоставительный анализ технических средств для механизации и автоматизации сортировочных станций, применяемых на Российских железных дорогах и за рубежом. Научно-исследовательский отчет [Текст] / А.В. Николаев, И.Н. Перов, Н.А. Ефимов. – М.: ВНИИАС МПС России, 2007. – 356 с.

7. Назаров О. А. Визначення раціонального співвідношення між ухилом сортувальної колії та щільності розташування точкових регуляторів швидкості відцепів [Текст] / О. А. Назаров // Транспортні системи та технології перевезень: зб. наук. праць – Вип. 3. – Дніпропетровськ.: ДПТ, 2012. – С. 77-80.

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. Бобровським В. І. (Україна)

Надійшла до редколегії 10.10.2019.

Прийнята до друку 15.10.2019.

А. А. НАЗАРОВ

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ОТЦЕПОВ НА СОРТИРОВОЧНЫХ ПУТЯХ

Целью работы есть предложить варианты усовершенствования системы распределенного регулирования скорости отцепов на сортировочных путях и путем поиска рационального сочетания параметров системы определить потенциальные возможности каждого варианта усовершенствования. **Методика.** Исследование выполнено на основе анализа результатов имитационного моделирования процесса заполнения вагонами сортировочных путей, которые оснащены системой распределенного регулирования скорости отцепов. Ради достижения наилучших показателей качества заполнения вагонами сортировочного пути варьировались параметры системы распределенного регулирования скорости отцепов. В итоге полученные результаты моделирования по вариантам были проанализированы и сравнены между собой и с базовым вариантом. **Результаты.** В работе за базовый вариант принято систему распределенного регулирования скорости отцепов на сортировочных путях, оснащенную неуправляемыми точечными вагонными замедлителями и предложено два принципиально разных варианта усовершенствования системы с целью улучшения показателей качества заполнения сортировочных путей вагонами: 1) использовать в системе в качестве точечных регуляторов скорости отцепов вместо неуправляемых точечных вагонных замедлителей неуправляемые точечные вагонные ускорители-замедлители; 2) ввести в систему управление точечными вагонными замедлителями. Первый вариант усовершенствования системы в сравнении с базовым вариантом может обеспечить улучшение степени заполнения сортировочных путей вагонами на 1,5 % на вдвое меньшем уклоне и вдвое меньшим количеством точечных регуляторов скорости вагонов. Второй вариант усовершенствования системы в сравнении с базовым обеспечивает такие же показатели качества заполнения сортировочных путей вагонами на меньшем уклоне сортировочного пути и меньшим количеством точечных регуляторов скорости на 5-10%. **Практическая значимость.** Результаты исследования могут быть использованы в случае внедрения системы распределенного регулирования скорости отцепов на сортировочных путях станций.

Ключевые слова: точечный вагонный регулятор скорости; отцеп; уклон; сортировочный путь; заполнение путей вагонами

NAZAROV OLEKSII

IMPROVEMENT OF QUASI-CONTINUOUS SPEED CONTROL SYSTEM OF CUTS ON THE SORTING TRACKS

Purpose. The aim of the work is to propose options for improving the quasi-continuous speed control system of cuts on the sorting tracks and to search for a rational combination of system parameters to determine the potential possibilities of each improvement option. **Methodology.** The research was carried out on the basis of an analysis of the results of simulation modeling of the filling process for sorting tracks with cars, which are equipped with a quasi-continuous speed control system of cuts. In order to achieve the best quality indicators for filling the sorting track with cars, the parameters of the quasi-continuous speed control system of cuts were varied. As a result, the obtained simulation results for the options were analyzed and compared with each other and with the base option. **Findings.** In the work, the basic option is a quasi-continuous speed control system of cuts on the sorting tracks, equipped with uncontrolled point wagon retarders and two fundamentally different options for improving the system are proposed in order to improve the quality indicators of filling the sorting ways with cars: 1) to use uncontrolled point car accel-

erators-retarders instead of uncontrolled point wagon retarders in the system as point wagon speed controllers; 2) to introduce control of point wagon retarders in the system. The first option of improving the system as compared with the basic option can provide an improvement in the degree of filling of the sorting tracks with cars by 1.5% for a half as much slope and half as many point controllers for the speed of cars. The second option of improving the system as compared with the basic one provides the same quality indicators of filling the sorting tracks with cars on a smaller slope of the sorting track and with a smaller number of point speed controllers by 5-10%. **Practical value.** The results of the study can be used in the case of the introduction of a quasi-continuous speed control system of cuts on the sorting tracks of yards.

Keywords: point wagon speed controller; cut; slope; sorting track; filling the tracks with wagons