

УДК 656.212.5

О. М. ОГАР^{1*}, К. В. ТАРАТУШКА^{2*}

^{1*} Каф. «Залізничні станції та вузли», Український державний університет залізничного транспорту, м. Фейєрбаха, 7, 61050, м. Харків, Україна, тел. +38 (057) 730 10 42, ел. пошта ogar-07@yandex.ru, ORCID 0000-0003-1967-5828

^{2*} Каф. «Залізничні станції та вузли», Український державний університет залізничного транспорту, м. Фейєрбаха, 7, 61050, м. Харків, Україна, тел. +38 (057) 730 10 42, ел. пошта kostiktar@ukr.net, ORCID 0000-0001-5659-5005

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ГРАВІТАЦІЙНО-ПРИЦІЛЬНОГО ГАЛЬМУВАННЯ ВІДЧЕПІВ

Мета. Метою роботи є обґрунтування доцільності застосування технології гравітаційно-прицільного гальмування відчепів на залізницях України. **Методика.** Для можливості реалізації технології гравітаційно-прицільного гальмування відчепів запропоновано сортувальний пристрій зі спеціальною конструкцією плану і профілю. Обґрунтування доцільності застосування вказаної технології базується на використанні методів імітаційного моделювання, аналізі отриманих результатів розрахунку показників процесу скочування розрахункових бігунів та порівнянні сортувальних пристроїв традиційної і нової конструкції з позиції необхідності застосування на них окремих засобів, пристроїв і систем, що є елементами технічного оснащення. **Результати.** Доведено можливість застосування технології гравітаційно-прицільного гальмування відчепів на основі результатів імітаційного моделювання скочування розрахункових бігунів. Виявлено основні переваги вказаної технології з позиції забезпечення безпеки і ефективності процесу розформування составів. **Наукова новизна.** Вперше запропоновано технологію гравітаційно-прицільного гальмування відчепів, реалізація якої можлива шляхом застосування сортувального пристрою зі спеціальною конструкцією поздовжнього профілю і плану горловини. На відмінність від відомих підходів щодо підвищення ефективності процесу розформування составів даний підхід суттєво спрощує технологію регулювання швидкості скочування відчепів, вимагає автоматизації їх гальмування тільки на парковій гальмовій позиції та дозволяє зменшити вплив «людського» фактору і параметрів, що мають стохастичну природу, на показники сортувального процесу. **Практичне значення.** Сортувальний пристрій з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів може використовуватись в будь-яких умовах експлуатації для підвищення ефективності та безпеки процесу розформування составів.

Ключові слова: сортувальний пристрій; гравітаційно-прицільне гальмування відчепів; поздовжній профіль; план горловини; розформування составів; ефективність процесу.

Цель. Целью работы является обоснование целесообразности применения технологии гравитационно-прицельного торможения отцепов на железных дорогах Украины. **Методика.** Для возможности реализации технологии гравитационно-прицельного торможения отцепов предложено сортировочное устройство со специальной конструкцией плана и профиля. Обоснование целесообразности применения указанной технологии базируется на использовании методов имитационного моделирования, анализе полученных результатов расчета показателей процесса скатывания расчетных бегунов и сравнении сортировочных устройств традиционной и новой конструкции с позиции необходимости применения на них отдельных средств, устройств и систем, которые являются элементами технического оснащения. **Результаты.** Доказана возможность применения технологии гравитационно-прицельного торможения отцепов на основе результатов имитационного моделирования скатывания расчетных бегунов. Выявлены основные преимущества указанной технологии с позиции обеспечения безопасности и эффективности процесса расформирования составов. **Научная новизна.** Впервые предложена технология гравитационно-прицельного торможения отцепов, реализация которой возможна путем применения сортировочного устройства со специальной конструкцией продольного профиля и плана горловины. В отличие от известных подходов по повышению эффективности процесса расформирования составов данный подход существенно упрощает технологию регулирования скорости скатывания отцепов, требует автоматизации их торможения только на парковой тормозной позиции и позволяет уменьшить влияние «человеческого» фактора и параметров, имеющих стохастическую природу, на показатели сортировочного процесса. **Практическое значение.** Сортировочное устройство с гравитационно-прицельным торможением отцепов может использоваться в любых условиях эксплуатации для повышения эффективности и безопасности процесса расформирования составов.

Ключевые слова: сортировочное устройство; гравитационно-прицельное торможение отцепов; продольный профиль; план горловины; расформирования составов; эффективность процесса.

Purpose. The researching of technology of gravitational-impact braking on the Ukrainian railways is the aim of the article. **Methods.** Sorting device with special design of plan and profile for the feasibility of the technology of

gravitational target braking is offered.. Rationale for the use of said technology is based on the use of simulation techniques, analysis of the results obtained in process of calculating the estimated sliding runners and comparison with conventional screening devices and a new design from the perspective of the need for them to separate funds devices and systems, which are elements of a technical equipment. Results. The possibility of application of technology of gravitational-impact braking unhooked on the basis of cuts rolling. The main advantages of this technology for the safety and efficiency of the breaking up of trains are described. Scientific novelty. For the first time the technology of gravitational-impact braking unhooked, the implementation of which is possible through the use of sorting devices with special design of plan and longitudinal profile of the switching yard. Unlike conventional approaches to improve the efficiency of the breaking up of trains, this approach greatly simplifies the technology to control speed of cuts requires automation of braking only park brake position and to reduce the influence of the "human" factor and parameters have stochastic nature, on indicators of humping process.. The practical significance. Sorting device with gravity-sighting unhook brake can be used in all operating conditions to increase the efficiency and safety of the breaking up of trains.

Keywords: sorting device; gravity-aiming cuts retardation; longitudinal profile; plan of switching yard; breaking up of trains; process efficiency

Вступ

Ефективність процесу розформування составів залежить від багатьох факторів. Основними з них є конструкція плану гіркової горловини, форма поздовжнього профілю гірки, тип і технічний стан засобів регулювання швидкості скочування відчепів та пристроїв автоматизації, режими гальмування відчепів, склад задач, що вирішується системою комплексної автоматизації процесу розформування составів (за умови наявності такої системи на гірці), наукові підходи, що використовуються для вирішення вказаних задач, ступінь урахування і спосіб представлення при конструктивно-технологічних розрахунках параметрів, що мають випадковий характер, стан колісних пар вагонів, що розформовуються на гірці, швидкість реакції та рівень професійної підготовки оперативного персоналу.

Параметри елементів плану гіркової є вихідними даними для розрахунку висоти і поздовжнього профілю гірки, вибору можливих для застосування типів вагонних уповільнювачів та здійснюють вплив на вибір раціональних режимів регулювання швидкості скочування відчепів на спускній частині. Так, висота і параметри поздовжнього профілю сортувальної гірки є функцією від довжини гіркової горловини і роботи сил опору при скочуванні відчепів, можливі типи вагонних уповільнювачів, що обираються для гальмування відчепів, – функцією від довжини дільниць, що призначаються для улаштування гальмових позицій, раціональні режими регулювання швидкості скочування відчепів – функцією від кількості гальмових позицій, топології їх розміщення, кількості пучків та техніко-експлуатаційних параметрів обраних для гальмування типів вагонних уповільнювачів. Таким чином, зазначене вище вказує на те, що параметри елементів плану здійснюють суттєвий вплив на ефективність про-

цесу розформування составів, хоча цей вплив і не є прямим.

Не менш суттєвий вплив на ефективність вказаного процесу здійснює форма поздовжнього профілю сортувальної гірки. Профіль разом з режимами гальмування відчепів повинні забезпечувати встановлену швидкість розпуску составів шляхом створення достатніх інтервалів на розділових елементах. За рахунок варіювання ухилами елементів профілю можна збільшити розрахункову швидкість розпуску, що призведе до зменшення тривалості простою составів в очікуванні розформування в парку приймання. Крім того, збільшення швидкості розпуску також сприятиме зменшенню витрат дизельного палива при насуві і розформуванні составів.

Важливою задачею з точки зору забезпечення високої ефективності процесу розформування составів є також обґрунтування раціонального типу вагонних уповільнювачів. Вказані засоби характеризуються широким спектром техніко-експлуатаційних показників, окремі з яких (гальмова потужність, допустима швидкість входу вагонів, енерговитрати на одне включення, тривалість загальмовування і тривалість розгальмовування) суттєвим чином впливають на витрати електроенергії та якість управління процесом гальмування відчепів як на механізованих, так і на автоматизованих сортувальних гірках.

Ще більший вплив на ефективність процесу розформування составів здійснюють режими гальмування відчепів. Вказані режими не тільки визначають енерговитрати на регулювання швидкості скочування відчепів, а і є основним інструментом у забезпеченні встановленої швидкості розпуску, допустимої швидкості співударяння відчепів і мінімальної середньої величини «вікна» на коліях сортувального парку. При цьому слід зазначити, що задача вибору раціональних режимів гальмування відноситься до дуже складних

оптимізаційних задач. Складність обумовлюється необхідністю знаходження рішення при наявності суперечливих задач інтервального і прицільного регулювання швидкості скочування відчепів.

Ще більш потужним інструментом для підвищення ефективності процесу розформування составів є впровадження систем комплексної автоматизації вказаного процесу. Основним завданням цих систем є забезпечення достатньої точності розрахунку та реалізація параметрів керування процесу скочування відчепів з гірки в умовах невизначеності та наявності великої кількості параметрів, що мають стохастичну природу. Для вирішення складних технологічних задач в системах комплексної автоматизації використовують різні наукові підходи. Вони, як правило, ризнуються методологічними прийомами до формування управляючих дій та їх реалізації. При цьому в більшості випадків саме вказані прийоми є більш вагомими при вирішенні задач підвищення ефективності процесу розформування составів ніж технічна реалізація управляючих дій.

Удосконаленню конструкції плану і профілю сортувальної гірки, засобів регулювання швидкості скочування відчепів, систем автоматизації гіркових технологічних процесів і режимів гальмування відчепів з метою підвищення ефективності процесу розформування составів приділено значної уваги [1-19]. Так, у [1-3] вказана мета досягаться шляхом оптимізації конструкції гіркових горловин, у [4-7] – шляхом визначення оптимальних параметрів поздовжнього профілю сортувальних гірок, у [8-10] – шляхом розробки нових та удосконалення існуючих конструкцій засобів регулювання швидкості скочування відчепів, у [11-15] – шляхом формування підходів до автоматизованого управління гальмовими засобами і у [16-19] – шляхом оптимізації режимів гальмування відчепів.

Таким чином, багатьма вченими теоретично доведено можливість підвищення ефективності процесу розформування составів за умови застосування на сортувальній гірці запропонованих ними заходів. А деякими вченими цю можливість доведено не тільки теоретично, а і на практиці – шляхом безпосереднього впровадження результатів досліджень на виробництві.

Однак мають місце фактори, що теж суттєвим чином впливають на ефективність процесу розформування составів і при цьому достатньо складно піддаються урахуванню, прогнозуванню або формалізації. До таких факторів відносяться технічний стан засобів регулювання швидкості скочування відчепів та пристроїв автоматизації, сту-

пінь урахування і спосіб представлення при конструктивно-технологічних розрахунках параметрів, що мають випадковий характер, стан колісних пар вагонів, що розформовуються на гірці, швидкість реакції та рівень професійної підготовки оперативного персоналу.

Незадовільний технічний стан вагонних уповільнювачів і пристроїв автоматизації є причиною виникнення випадкових несправностей і відмов. Згідно з дослідженнями, що наведені у [8], раптовий характер несправностей і відмов деталей вагонних уповільнювачів має місце у 80-90 % випадків. У решті випадків несправності і відмови виникають внаслідок поступового зносу деталей, поява яких може прогнозуватися методами діагностування.

Як правило, більшість несправностей і відмов деталей вагонних уповільнювачів не порушують їх працездатності (відбувається перехід з справного стану до несправного) [8]. Не дивлячись на це, виникнення несправностей або відмов деталей може призвести до нездатності зменшення швидкості скочування вагона до заданого значення через зниження гальмової потужності. А повний вихід з ладу всієї конструкції уповільнювача, який відбувається при відмові найбільш відповідальних деталей, може мати серйозні наслідки зі значними витратами на їх ліквідацію. Таким чином, підтримання задовільного стану технічних засобів є дуже актуальною задачею і може бути забезпечено тільки шляхом організації їх технічного обслуговування в необхідних обсягах з відповідною якістю.

Коректне врахування і представлення при конструктивно-технологічних розрахунках параметрів, що мають стохастичну природу, також є однією з актуальніших задач при вирішенні питань, пов'язаних з підвищенням ефективності процесу розформування составів. По-перше, має місце певна складність урахування випадкових гальмових характеристик вагонних уповільнювачів і прогнозування поведінки повітряних мас, що діють на відчеп у процесі його скочування з гірки. А, по-друге, є проблема достовірної оцінки ходових якостей вагонів.

Ще більшою проблемою є регулювання швидкості скочування відчепів в умовах відсутності інформації про стан колісних пар вагонів. Їх незадовільний стан (наявність на колесах мастила, напливів з металу великої твердості, бітуму або свіжої фарби) може бути причиною параметричних відмов вагонних уповільнювачів. Згідно з [8] половина параметричних від-

мов виникають саме через незадовільний стан колісних пар.

Помилки операторів при управлінні гальмовими засобами також є джерелом параметричних відмов. Згідно з дослідженнями Уральського відділення ВНДІЗТ на механізованих сортувальних гірках 20 % помилок оператори допускають при реалізації програми розпуску, 50 % – при регулюванні швидкості скочування відчепів і 30 % – при оцінці оперативної ситуації. На автоматизованих сортувальних гірках помилки операторів мали місце відповідно у 22 %, 65 % і 13 % випадків [8]. З наведених даних видно, що більше половини всіх помилок виникає в процесі управління вагонними уповільнювачами. Спрогнозувати ці помилки дуже складно. Тому зменшення впливу «людського» фактору на ефективність процесу розформування составів залишається проблемним місцем.

Таким чином, урахування, прогнозування або формалізація наведених вище факторів на даний момент є дуже складною проблемою, і пошук її вирішення триває.

Мета

Метою роботи є обґрунтування доцільності застосування технології гравітаційно-прицільного гальмування відчепів на залізницях України.

Методика

Для можливості реалізації технології гравітаційно-прицільного гальмування відчепів запропоновано сортувальний пристрій зі спеціальною конструкцією плану і профілю. Обґрунтування доцільності застосування вказаної технології базується на використанні методів імітаційного моделювання, аналізі отриманих результатів розрахунку показників процесу скочування розрахункових бігунів та порівнянні сортувальних пристроїв традиційної і нової конструкції з позиції необхідності застосування на них окремих засобів, пристроїв і систем, що є елементами технічного оснащення вказаних пристроїв.

Результати

Одним із шляхів підвищення ефективності процесу розформування составів на залізницях України може бути впровадження технології гравітаційно-прицільного гальмування відчепів, яка може бути реалізована шляхом застосування сортувального пристрою зі спеціаль-

ною конструкцією плану і профілю (рис. 1).

Особливістю такої конструкції є розміщення частини або всієї стрілочної зони (СЗ) разом з початком сортувальних колій (до паркової гальмової позиції (ПГП)) на підйомі. Решта елементів на дільниці від вершини гірки (ВГ) до розрахункової точки (РТ) розташовується на спуску. Висота і поздовжній профіль сортувального пристрою повинні забезпечувати, поперше, докочування повільного легкого бігуна (ПЛ) в зимових несприятливих умовах від ВГ до РТ найбільш трудною за опором колії, і, по-друге, достатні інтервали на розділових стрілочних переходах у сполученні ПЛ – ШВ, де ШВ – швидкий важкий бігун.

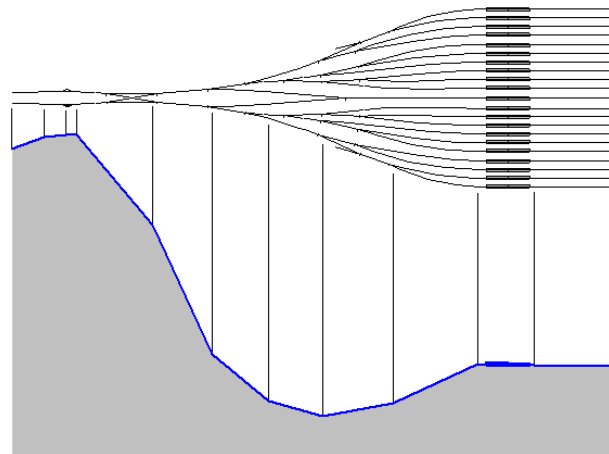


Рис. 1. Конструкція сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів

Таким чином, інтервали між відчепами, що є достатніми для переведення стрілок з одного положення в інше, забезпечуються тільки за рахунок спеціальної конструкції профілю спускної частини, а розміщення окремих елементів профілю на підйомі дозволяє погасити енергію вагонів. Іншими словами, таке розміщення створює гравітаційний гальмівний ефект.

При застосуванні даного сортувального пристрою функціональне призначення ПГП не змінюється.

Можливість застосування технології гравітаційно-прицільного гальмування відчепів можна перевірити на прикладі будь-якої гіркової горловини. Не дивлячись на те, що результати імітаційного моделювання скочування розрахункових бігунів в деякій мірі будуть відрізнятися від результатів моделювання вказаних бігунів при застосуванні спеціальної конструкції гіркової горловини, попередні висновки про доцільність застосування цих пристроїв все ж таки зробити можна.

Імітаційне моделювання скочування розра-

хункових бігунів виконувалось для типових гіркових горловин на 24 і 32 колії (табл. 1 і 2) при наступних вихідних даних:

– початкова швидкість розпуску 1,4 і 1,7 м/с;

– температура зовнішнього повітря у несприятливих метеорологічних умовах -10 °С, у сприятливих – +30 °С;

– швидкість зустрічного і попутного вітрів 5 м/с;

– кут між векторами напрямів руху відчепа і вітру у несприятливих метеорологічних умовах 30°, у сприятливих – 170°.

Таблиця 1

Результати імітаційного моделювання скочування ПЛ і ШВ при швидкості розпуску 1,4 м/с

Розрахункові параметри поздовжнього профілю та показники процесу скочування ПЛ і ШВ	Кількість сортувальних колій			
	24		32	
	Зимові несприятливі умови скочування	Літні сприятливі умови скочування	Зимові несприятливі умови скочування	Літні сприятливі умови скочування
Ухил швидкісного елемента, ‰	50,0		50,0	
Ухил ПГП, ‰	52,0		59,3	
Ухил проміжного елемента, ‰	27,0		34,3	
Ухил ПГП, ‰	2,0		9,3	
Ухил першої дільниці стрілочної зони, ‰	0,0		0,0	
Ухил другої дільниці стрілочної зони і початку сортувальних колій, ‰	-12,5		-11,3	
Ухил ПГП, ‰	1,5		1,5	
Ухил сортувальних колій за ПГП, ‰	0,6		0,6	
Висота сортувального пристрою, м	4,81		5,93	
Інтервал на останньому розділовому стрілочному переводі у сполученні ПЛ – ШВ, с	1,00	4,16	1,00	4,28
Максимальна швидкість ШВ на спускній частині, м/с	9,88	10,14	10,59	10,85
Швидкість входу ШВ на ПГП, м/с	7,12	7,73	7,21	7,86
Потрібна величина гальмування ШВ на ПГП за умови його зупинки, м.ен.в.	2,63	3,14	2,70	3,24

Таблиця 2

Результати імітаційного моделювання скочування ПЛ і ШВ при швидкості розпуску 1,7 м/с

Розрахункові параметри поздовжнього профілю та показники процесу скочування ПЛ і ШВ	Кількість сортувальних колій			
	24		32	
	Зимові несприятливі умови скочування	Літні сприятливі умови скочування	Зимові несприятливі умови скочування	Літні сприятливі умови скочування
Ухил швидкісного елемента, ‰	50,0		50,0	
Ухил ПГП, ‰	61,7		71,4	
Ухил проміжного елемента, ‰	36,7		46,4	
Ухил ПГП, ‰	11,7		21,4	
Ухил першої дільниці стрілочної зони, ‰	-13,3		-3,6	
Ухил другої дільниці стрілочної зони і початку сортувальних колій, ‰	-18,9		-20,6	
Ухил ПГП, ‰	1,5		1,5	
Ухил сортувальних колій за ПГП, ‰	0,6		0,6	
Висота сортувального пристрою, м	5,30		6,69	
Інтервал на останньому розділовому стрілочному переводі у сполученні ПЛ – ШВ, с	1,01	3,40	1,01	3,51
Максимальна швидкість ШВ на спускній частині, м/с	11,32	11,60	12,19	12,45
Швидкість входу ШВ на ПГП, м/с	7,33	7,99	7,45	8,15
Потрібна величина гальмування ШВ на ПГП за умови його зупинки, м.ен.в.	2,79	3,35	2,88	3,49

Наведені результати імітаційного моделювання свідчать про те, що:

1) за рахунок застосування спеціальної конструкції поздовжнього профілю можна забезпечити достатні інтервали на розділових стрілочних переводах у сполученні ПЛ – ШВ без примусового гальмування відчепів на першій (ПГП) і другій (ШГП) гальмових позиціях у будь-яких метеорологічних умовах;

2) висота і конструкція поздовжнього профілю сортувального пристрою суттєвим чином залежать від початкової швидкості розпуску. Крім того, висота сортувального пристрою де-

що вище висоти сортувальної гірки з традиційним профілем. Останнє обумовлюється більшими середніми швидкостями скочування розрахункового бігуна і, відповідно, більшою роботою сил опору руху вагона від стрілок і кривих, середовища та вітру;

3) при початковій швидкості розпуску 1,4 м/с підйом перед ПГП забезпечує зменшення швидкості руху ШВ на 24-32 % відносно його максимальної швидкості на спускній частині і на 31-39 % – при початковій швидкості розпуску 1,7 м/с;

4) враховуючи те, що в літніх сприятливих умовах скочування може мати місце перевищення допустимої швидкості входу відчепів на ПГП, в спеціальній конструкції гіркової горловини необхідно передбачити дільницю для укладання двох малопотужних уповільнювачів (один з яких резервний) з метою забезпечення безпечної швидкості входу на паркові уповільнювачі. При цьому слід зазначити, що до задач позиції з малопотужними уповільнювачами (допоміжної гальмової позиції) не повинно входити інтервальне гальмування відчепів;

5) у ряді випадків максимальна швидкість ШВ на спускній частині може перевищувати 11 м/с (40 км/год). У зв'язку з цим при розробці спеціальної конструкції горловини на окремих її дільницях необхідно застосовувати симетри-

чні стрілочні переводи з маркою хрестовини 1/9 або для зменшення швидкості скочування відчепів з хорошими ходовими властивостями використовувати малопотужні уповільнювачі допоміжної гальмової позиції;

б) на ПГП необхідно вкладати не менше двох потужних вагонних уповільнювачів для забезпечення зупинки ШВ в будь-яких метеорологічних умовах.

З метою недопущення виникнення небезпечної ситуації по маршруту прямування відчепів на колії призначення (наприклад, недопущення зіткнення цих відчепів з вагонами, що зійшли з рейок на стрілочній зоні чи на початку сортувальних колій) при проектуванні спеціальної конструкції горловини необхідно також передбачити відхилення на відсівні колії.

Порівняльний аналіз сортувальної гірки традиційної конструкції і сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням (табл. 3) вказує на суттєву перевагу пристрою, що пропонується, – відсутність необхідності застосування інтервальної і інтервально-прицільної гальмових позицій. Таким чином, при впровадженні даного пристрою виключаються підстави для автоматизації гальмування відчепів на спускній частині, і значно спрощується технологія регулювання їх швидкості.

Таблиця 3

Необхідне технічне оснащення сортувальних пристроїв в залежності від їх конструкції

Технічне оснащення сортувальних пристроїв	Необхідність застосування засобу, пристрою або системи на сортувальному пристрою	
	традиційної конструкції	з гравітаційно-прицільним гальмуванням
Вагонні уповільнювачі потужністю 1 і більше м.ен.в. для гальмування відчепів на спускній частині	є, якщо сортувальна гірка середньої, великої або підвищеної потужності	немає
Вагонні уповільнювачі потужністю 1 і більше м.ен.в. для гальмування відчепів на сортувальних коліях	немає	є
Вагонні уповільнювачі потужністю до 1 м.ен.в. для гальмування відчепів на спускній частині	є, якщо сортувальна гірка малої потужності	є, якщо має місце потреба у зменшенні швидкості скочування відчепів з хорошими ходовими властивостями
Вагонні уповільнювачі потужністю до 1 м.ен.в. для гальмування відчепів на сортувальних коліях	є	немає
Система автоматизованого регулювання швидкості руху відчепів	є	є тільки на сортувальних коліях
Симетричні стрілочні переводи марки 1/9	немає	є тільки на тих дільницях, де швидкості руху перевищують 11 м/с
Гіркові пульти	є	є тільки для одного оператора
Швидкостеміри	є	є тільки на сортувальних коліях

Наукова новизна та практична значимість

Вперше запропоновано технологію гравітаційно-прицільного гальмування відчепів, реалізація якої можлива шляхом застосування сортувального пристрою зі спеціальною конструкцією поздовжнього профілю і плану горловини. На відмінність від відомих підходів щодо підвищення ефективності процесу розформування составів даний підхід суттєво спрощує технологію регулювання швидкості скочування відчепів, вимагає автоматизації їх гальмування тільки на ППТ та дозволяє зменшити вплив «людського» фактору і параметрів, що мають стохастичну природу, на показники сортувального процесу.

Сортувальний пристрій з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів може використовуватись в будь-яких умовах експлуатації для підвищення ефективності та безпеки процесу розформування составів.

Висновки

Для остаточного формування висновку про доцільність застосування сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів необхідне детальне техніко-економічне обґрунтування. При цьому існує гіпотеза, що в умовах автоматизації процесу переробки вагонів економічний ефект з наростаючим підсумком за розрахунковий період експлуатації вказаного сортувального пристрою перевищить економічний ефект з наростаючим підсумком за цей же період експлуатації автоматизованої сортувальної гірки традиційної конструкції, не дивлячись на те, що капіталовкладення у засоби регулювання швидкості скочування відчепів за попередньою оцінкою можуть бути у два рази більшими при застосуванні сортувального пристрою з гравітаційно-прицільним гальмуванням відчепів (додаткові капіталовкладення у пристрій автоматизації при застосуванні сортувальної гірки традиційної конструкції можуть перекрити різницю капіталовкладень у вагонні уповільнювачі).

Крім того, очікується зменшення експлуатаційних витрат на відшкодування втрат від ушкодження вагонів і вантажів (за причини наявності кращих умов для підвищення якості регулювання швидкості скочування відчепів), на електроенергію, необхідну для цього регулювання (можливе зменшення витрат повітря вагонними уповільнювачами), та зменшення додаткових витрат, пов'язаних з простоем составів у парку приймання в очікуванні розформування (в наслідок можливого зменшення тривалості гіркового інтервалу

за рахунок зменшення обсягів маневрової роботи з осаджування вагонів у сортувальному парку і відсутності потреби у ліквідації наслідків нагонів відчепів).

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Совершенствование конструкции и технологии работы сортировочных комплексов железнодорожных станций [Текст] : монография / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, А. И. Колесник, А. С. Дорош, Е. Б. Демченко. – Днепропетровск: Изд-во Маковецкий, 2012. – 236 с.

2. Бобровский, В. И. Совершенствование конструкции плана путевого развития горочных горловин [Текст] / В. И. Бобровский, А. И. Колесник, А. С. Дорош // Транспортні системи та технології перевезень : Зб. наук. праць Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2011. – С. 27-33.

3. Розсоха, О. В. Підвищення ефективності функціонування сортувальних гірок шляхом удосконалення структур їх горловин [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20 / Розсоха Олександр Володимирович; Укр. держ. акад. залізничного транспорту – Харків, 2010. – 272 с.

4. Колесник, А. И. Совершенствование методов определения продольного профиля сортировочных горок / А. И. Колесник // Бюллетень научных работ Брянского филиала МИИТ. – Вып. 3, 2013. – С. 17-21.

5. Бобровский, В. И. Определение рациональной конструкции продольного профиля сортировочной горки / В. И. Бобровский, А. И. Колесник // Транспортні системи та технології перевезень : Зб. наук. праць Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2012. – Вып. 4 – С. 19-24.

6. Бессоненко, С. А. Расчет уклонов продольного профиля спускной части сортировочной горки по вероятностным показателям [Текст] / С. А. Бессоненко // Совершенствование эксплуатационной работы железных дорог : сб. науч. трудов. – Новосибирск, 2007. – С. 116-129.

7. Бессоненко, С. А. Оптимизация основных параметров сортировочной горки [Текст] / С. А. Бессоненко // Совершенствование эксплуатационной работы железных дорог : сб. науч. трудов. – Новосибирск, 2008. – С. 4-25.

8. Шейкин, В. П. Эксплуатация механизированных сортировочных горок [Текст] / В. П. Шейкин. – Москва: Транспорт, 1992. – 240 с.

9. Кобзев, В. А. Перспективные устройства регулирования скорости отцепов для сортировочных горок большой и малой мощности [Текст] / В. А. Кобзев // Ж.-д. транспорт. Сер. «Сигнализация и связь». ЭИ. – ЦНИИТЭИ, 2003. – Вып. 3. – С. 10-41.

10. Кобзев, В. А. Состояние и перспективы развития тормозной горочной техники [Текст] / В. А. Кобзев // Автоматика, связь, информатика. – 2004. – № 11. – С. 2 – 5.

11. Разработка адаптивной автоматической системы управления работой сортировочной горки [Текст] / Е. Н. Лебединская, Н. Н. Новгородов, Л. В. Пальчик и др. // Вестник ВНИИЖТ. – 1999. – № 3. – С. 32 – 34.
12. Шелухин, В. И. Универсальный модуль управления тормозными позициями [Текст] / В. И. Шелухин, И. Н. Малышев // Автоматика, связь, информатика. – 2000. – № 5. – С. 12 – 14.
13. Жуковицкий, И. В. Управление замедлителями тормозной позиции сортировочной горки. Часть 1. Модель системы [Текст] / И. В. Жуковицкий, Г. И. Загарий, Н. И. Луханин // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2000. – № 5. – С. 10-15.
14. Жуковицкий, И. В. Управление замедлителями тормозной позиции сортировочной горки. Часть 2. Модель системы [Текст] / И. В. Жуковицкий // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2002. – № 4. – С. 17-20.
15. Шабельников, А. Н. Разработка теории и методов автоматизации управления сложными процессами на сортировочной станции [Текст] : дисс. ... д-ра техн. наук: 05.13.06 / Шабельников Александр Николаевич; Рос. гос. открытый техн. ун-т. – Москва, 2005. – 344 с.
16. Бобровский, В. И. Многошаговый двухэтапный метод оптимизации режимов роспуска составов на горках [Текст] / В. И. Бобровский // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2004. – № 2. – С. 8 – 14.
17. Козаченко, Д. М. Исследование прицельного регулирования скорости скатывания отцепов в условиях неопределенности информации об их ходовых свойствах / Д. М. Козаченко, Р. Г. Коробьева, О. И. Таранец // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2009. – № 6/3(42). – С. 45-50.
18. Оптимизация режимов торможения отцепов на сортировочных горках [Текст] : монография / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, Н. П. Божко и др. – Днепропетровск : Изд-во Маковецкий, 2010. – 260 с.
19. Бессоненко, С. А. Режимы торможения отцепов на тормозных позициях [Текст] / С. А. Бессоненко // Совершенствование эксплуатационной работы железных дорог : сб. науч. трудов. – Новосибирск, 2007. – С. 129 – 144.

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. Козаченко Д. М. (Україна)

Надійшла до редколегії 15.05.2015.

Прийнята до друку 16.05.2015.