

**ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА УПРАВЛІННЯ НИМИ**

---

---

УДК 621.391: 681.518

**ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СОРТУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ НА СОРТУВАЛЬНИХ ГІРКАХ**

Магістр О.П. Герасим

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СОРТИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ**

Магістр О.П. Герасим

**STUDY WAYS OF IMPROVING THE TECHNOLOGY SCREENING PROCESS FOR SORTING SLIDES**

Master student O.P. Gerasim

*Проведено аналіз шляхів удосконалення технології сортувального процесу, підвищення рівня його автоматизації. Наведено параметри поздовжнього профілю спускної частини сортувальних гірок країн СНД, німецького, американського типів і методика їх визначення.*

**Ключові слова:** сортувальна гірка, гальмівна позиція, уповільнювач, гіркова автоматична централізація, ходові якості відчепи, поздовжній профіль сортувальної гірки.

*Проведен анализ путей совершенствования технологии сортировочного процесса, повышение уровня его автоматизации. Приведены параметры продольного профиля спускной части сортировочных горок стран СНГ, немецкого, американского типов и методика их определения.*

**Ключевые слова:** сортировочная горка, тормозная позиция, замедлитель, горочная автоматическая централизация, ходовые качества отцепи, продольный профиль сортировочной горки.

*The analysis of ways of improving the technology screening process, increasing the level of automation. Shows the parameters of the longitudinal profile of the drain side sorting yards CIS, German, American types and methods of their determination.*

**Keywords:** hump, brake position, the retarder yard automatic centralization, driving performance unhooked, the longitudinal profile of the hump.

**Вступ.** В умовах відомої кон'юнктури на ринку енергоносіїв і жорсткої конкуренції в сфері перевезень, актуальними стають дослідження щодо оптимізації витрат, якими супроводжується перевізний процес. В тому числі, ця проблема дослідження шляхів удосконалення технології сортувального процесу є актуальною. Зважаючи на значне падіння обсягів вантажних перевезень, поглибленого впливом світової економічної кризи, фізичне та моральне старіння основних фондів, можна зробити висновок щодо невідповідності витрат для забезпечення сортувального процесу до розмірів переробки

вагонів на сортувальних пристроях. Як наслідок, можна констатувати невідповідне збільшення собівартості переробки одного вагона.

**Постановка проблеми.** Конструктивні параметри існуючих вітчизняних сортувальних пристроїв були отримані всередині минулого сторіччя. Слід зазначити, що відомі на той час методики їх розрахунку були спрямовані на інтенсифікацію сортувального процесу для забезпечення переробки зростаючих обсягів вагонопотоків [1, 2]. Крім того, тогочасний парк вантажних вагонів відрізнявся своїми ходовими якостями від сучасного, а саме

значно більшим значенням основного питомого опору руху. Протягом багаторічної експлуатації сортувальних гірок на них суттєво змінилися поздовжній і поперечний профілі, опір, що долається відчепами при скочуванні з гірки, тобто існуючий стан засобів механізації та автоматизації сортувального процесу не повною мірою відповідає реальному стану поздовжнього та поперечного профілів сортувальної гірки. Тому актуальним стає питання автоматизованого обчислення за відповідними методиками ефективності використання вагонних уповільнювачів для сучасних умов експлуатації пристроїв механізації та автоматизації сортувальних гірок.

**Аналіз досліджень та публікацій.**

Системи залізничної автоматики (ЗА), у тому числі і гіркової автоматичної централізації (ГАЦ), що функціонують на сьогодні на залізницях України, а розроблялися ще в минулому столітті, істотно застаріли і мають ряд недоліків [13]:

- не задовольняють сучасні вимоги комплексної автоматизації перевізного процесу;
- недостатня швидкодія;
- низька інформативність, заснована на простоті елементної бази;
- орієнтованість на перехід до ручного управління в будь-яких нестандартних ситуаціях;
- відсутність засобів діагностики і контролю параметрів системи;
- мала автоматизація процесу технічної обробки вантажних вагонів (рівень механізації 22-х сортувальних гірок 15 станцій – всього 60 %);
- стримують процеси масового впровадження в галузь нових інформаційних технологій;

– вимагають значних експлуатаційних витрат, регламентних методів обслуговування для підтримки їх працездатного стану.

Більшість традиційних технологій вичерпали свій резерв підвищення економічної і технологічної ефективності. Тому подальше інвестування засобів в старі ресурсозатратні технології означає неминуче зниження конкурентоспроможності залізничного транспорту.

У сучасних економічних умовах процес оновлення і переоснащення господарства сигналізації та зв'язку вимагає залучення значних капіталовкладень для впровадження сучасних технічних засобів і технологій. На сьогодні при експлуатації діючих пристроїв ЗА актуальною є проблема енергозбереження, зменшення матеріальних та експлуатаційних витрат.

Нині в Україні експлуатується 177 сортувальних пристроїв, з яких гірок механізованих – 36, немеханізованих – 11, малої потужності – 97, похилих витяжок – 22, профільованих витяжок – 11.

У цілому сортувальні пристрої забезпечують необхідну переробку вагонопотоку. Однак аналіз їх технічного оснащення вказує на значний знос технічних засобів, зокрема пристроїв регулювання швидкості відчепів.

Нині на сортувальних пристроях мережі експлуатується 1098 вагонних уповільнювачів восьми типів (рис. 1). Переважна більшість гіркових і паркових уповільнювачів, за виключенням ВУПГ, НК-114 та КЗ-3 (близько 6 % загальної кількості), морально застаріли (строк експлуатації деяких моделей складає більше 20 років при допустимих 12 роках). Їх відрізняє підвищене енергоспоживання і трудомісткість обслуговування [5-8].

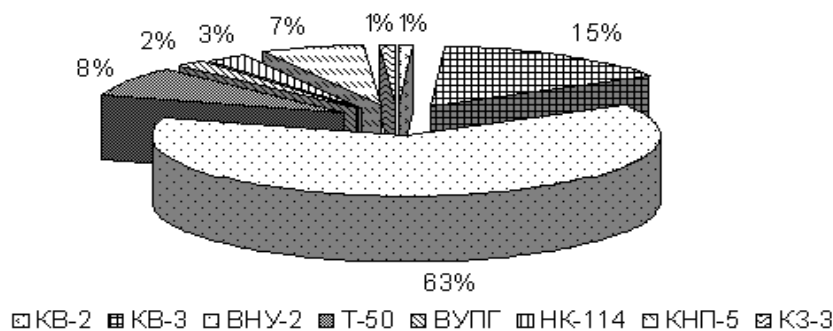


Рис. 1. Структура існуючого парку вагонних уповільнювачів на мережі залізниць України

Значний час і досвід експлуатації цих уповільнювачів дозволив систематизувати їхні недоліки і виділити головні:

- складність і громіздкість конструкції;
- надмірна питома металоємність при низькій допустимій швидкості входу відчепів на уповільнювач;
- значна витрата енергоресурсів на одиницю гальмівної потужності;
- велика інерційність спрацьовування і нестабільність гальмівних характеристик.

Вказані недоліки ускладнюють їх експлуатацію, збільшують вірогідність пошкодження вагонів і вантажів у процесі розформування поїздів, призводять до значних енергетичних і ресурсовитрат [11]. У зв'язку з цим виникла проблема розроблення і впровадження сучасних гальмівних механізмів, а також організації їх ефективної експлуатації, включаючи обслуговування і ремонт.

З'явилася необхідність у реконструкції головних сортувальних станцій із заміною гіркових і паркових вагонних уповільнювачів, що виробили ресурс, на гальмівні пристрої нового покоління, що відповідають сучасним експлуатаційно-технічним вимогам, у першу чергу з надійності і економічності, а також з металоємності, швидкодії і трудовитрат на обслуговування. У той же час стає актуальним перерахування необхідної потужності гальмових засобів.

**Мета роботи.** Розроблення заходів щодо зниження експлуатаційних витрат на утримання сортувальних гірок, що дозволить досягти економічного ефекту без істотних капіталовкладень і реконструкції діючих пристроїв, а також реалізувати подальшу оптимізацію сортувального процесу без суттєвого впливу на вантажообіг.

**Аналіз шляхів удосконалення технології сортувального процесу, підвищення рівня його автоматизації.** Ускладнення завдань (у тому числі і необхідність підвищення переробки на станції при різкому підвищенні якості переробки), величезний об'єм чинників, що впливають на якість сортувального процесу, підвищення загального інтелектуально-технічного рівня виконавців робить ручну працю значно дорожчою і менш ефективною на сортувальній гірці, а «людський чинник» сприятливим до виникнення позаштатних ситуацій.

У цих умовах релейні системи вичерпали свій технологічний ресурс – вони не мають перспектив. Так само не має перспектив розділення по окремих системах функцій ГАЦ і АРШ. Досвід розвитку гіркових систем за кордоном і вітчизняний досвід указують на перспективу впровадження повнофункціональних мікропроцесорних (МП) систем керування технологічним процесом розпуску складів, основною умовою ефективності яких є збереження рівня безпеки при скороченні персоналу, зокрема зниження ролі «людського чинника» в технологічному процесі.

Підвищення ефективності роботи гіркових механізмів та інших технічних засобів можливо досягнути при впровадженні системи, що містить чотири основні автоматизовані підсистеми керування:

- маршрутами скочування відчепів і контролю маневрових пересувань;
- швидкістю відчепів, що скочуються з гірки;
- швидкістю руху складу при насуві і розпуску;
- переміщенням вагонів на сортувальних коліях.

Виходячи з досвіду розвитку вітчизняних і зарубіжних технологій роботи сортувальних станцій необхідно забезпечити розширення зони автоматизації за рахунок автоматизації:

- вигальмовування відчепів з мінімізацією ручних втручань;
- процесу авторозчеплення;
- процесу закріплення складів у горизонтальних парках і загородження колій сортувального парку;
- зчитування номерів вагонів, що прибувають і відправляються зі станції;
- процесів планування, включаючи оперативне;
- системи звітності станції.

Це дозволить скоротити кількість обслуговуючого персоналу та позбутися таких небезпечних і непривабливих професій, як башмачник і розчіплювач.

Впровадження видаленого моніторингу поїзної і технологічної ситуації на станції дозволить контролювати місцезнаходження локомотива з боку оператора і чергового по парку з передачею інформації про місцеположення, фактичну швидкість і напрям руху локомотива з відображенням цієї

інформації на автоматизованих робочих місцях оперативного персоналу.

Перспективною також є інтеграція локомотивного обладнання системи дистанційного керування в МП пристрої керування самим локомотивом.

Широке застосування цієї технології за кордоном показує доцільність дистанційного керування локомотивами в межах станції для автоматизації маневрової роботи [3-4]. Використання цієї технології доцільне для вирішення таких завдань:

- здійснення маневрових операцій в одну особу в спеціалізованих парках станції для скорочення перепробігу маневрових локомотивів;

- забезпечення насуву і розпуску відчепів на сортувальній гірці без машиніста.

Пріоритетним напрямом розвитку технічних засобів і систем керування для сортувальних станцій, що забезпечує мінімізацію ручних втручань при розформуванні і формуванні складів із забезпеченням збереження вагонів і вантажів, є широке впровадження МП техніки.

У той же час урахування значних змін (з часів впровадження) профілю спускової частини і підгіркових колій, перерахунок необхідної потужності гальмівних засобів для регулювання швидкості скочування вагонів дає можливість досягти значного енергозберігаючого ефекту реалізацією прицільного гальмування однією або двома гальмівними позиціями і скорочення кількості уповільнювачів на третій гальмівній позиції, де це можливо.

Вирішення питання автоматизації роботи сортувальної станції зводиться до розроблення комплексної системи керування. Особливістю цієї системи є об'єднання рівнів планування і управління в єдине ціле на основі загальної інформаційної бази. Це дозволить створити єдину базу даних для всіх служб, що беруть участь у технологічному процесі роботи станції і автоматизувати роботу як гірки, так і всієї станції, що містить такі компоненти:

- підсистема гіркової мікропроцесорної автоматичної централізації;
- підсистема гіркового програмно-задавального пристрою;
- підсистема управління прицільним гальмуванням;

- підсистема гіркової АЛС із використанням радіоканалу;

- підсистема автоматизації керування компресорною станцією;

- підсистема контролю і діагностики станційних пристроїв.

Створення такої системи дозволить підвищити безпеку роботи станції, автоматизувати управління насувом і розпуском складів, ввести контроль за обробкою складу, виключити небезпечну працю сигналістів з закріплення складів і регулювальників швидкості з вигальмовування відчепів.

**Визначення раціональних параметрів поздовжнього профілю спускової частини сортувальних гірок.** У загальному вигляді процедура визначення міри нахилу елементів конструкції поздовжнього профілю спускової частини полягає у наступному. На першому етапі за вихідну конструкцію поздовжнього профілю приймається профіль, параметри якого наведено на рис. 2 (поздовжні профілі гірок, характерних для країн СНД, німецького та американського типів) та у таблиці. При цьому пропонується проміжну дільницю гірок з розташуванням І ГП до першої розділової стрілки розбивати на дві дільниці для можливості підвищення впливу профілю на параметри сортувального процесу.

На другому етапі визначається інтервал ( $\delta$ ) на останньому вагонному уповільнювачі І ГП між вагонами, що скочуються в розрахунковому сполученні РБ–ХБ у несприятливих метеорологічних умовах. Якщо  $\delta > 1$ , то зменшується міра нахилу перших двох елементів при збереженні різниці крутості цих елементів  $25 \text{ }^\circ/00$  (якщо дозволяють обмеження) до виконання умови

$$\frac{l_g^{PB} - \Delta l_{відр}}{V_p} + t_{ВХ ХБ}^{ОСТ.УП.ІГП} - t_{ВИХ РБ}^{ОСТ.УП.ІГП} = 1, \quad (1)$$

де  $l_g^{PB}$  – довжина РБ по осях автозчеплень, м;

$\Delta l_{відр}$  – різниця координат  $x_g$  РБ і ХБ у момент відриву, м;

$t_{ВХ ХБ}^{ОСТ.УП.ІГП}$  – тривалість скочування ХБ до моменту входу на останній уповільнювач І ГП, с;

$t_{ВИХ РБ}^{ОСТ.УП.ІГП}$  – тривалість скочування РБ до моменту виходу з останнього уповільнювача І ГП, с.

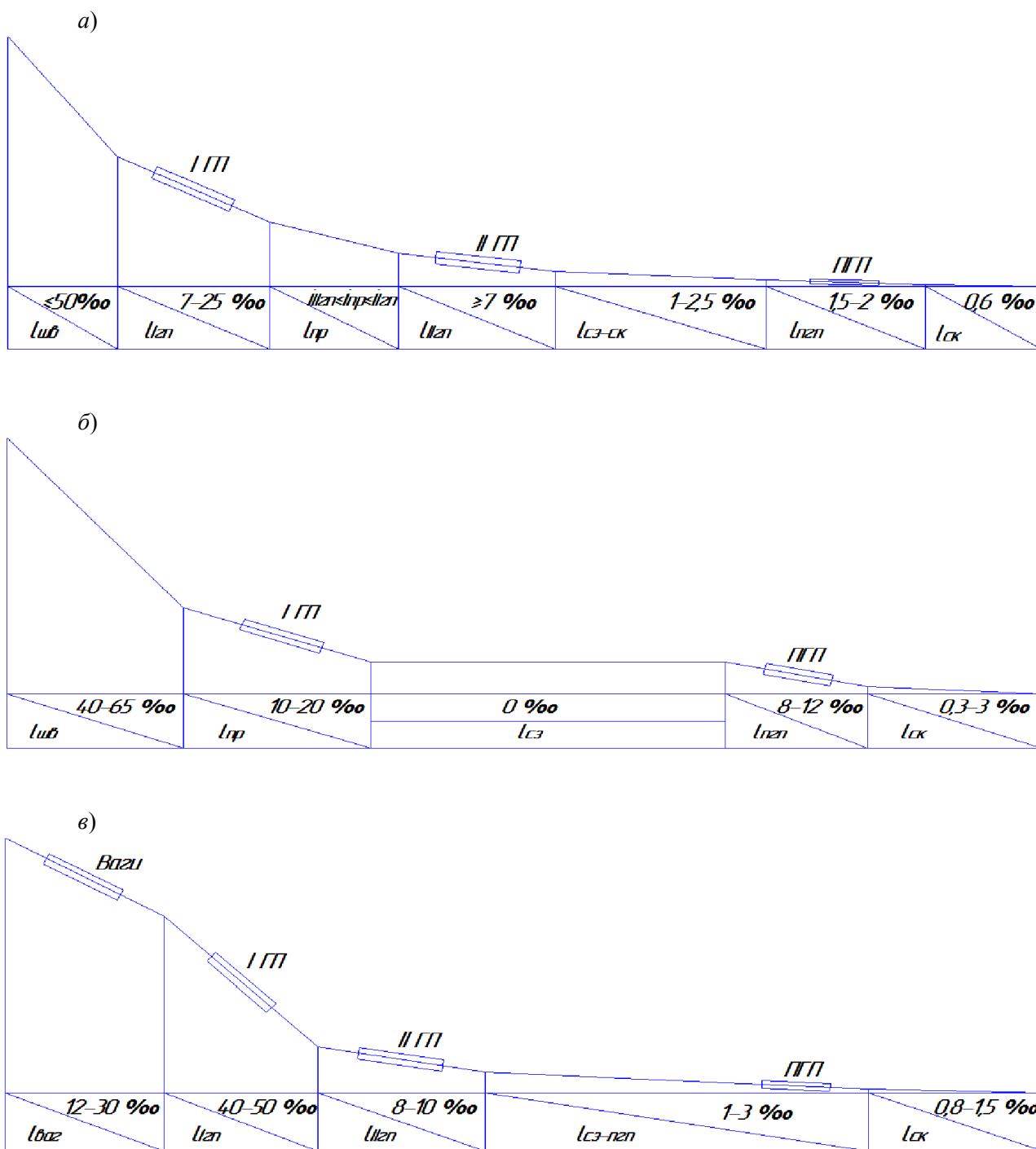


Рис. 2. Поздовжній профіль сортувальної гірки:  
 а – країн СНД; б – німецького типу; в – американського типу

Таблиця

Параметри вихідної конструкції поздовжнього профілю спускної частини

Елемент поздовжнього профілю спускної частини сортувальної гірки		Позначення крутості елемента поздовжнього профілю	Крутість елемента поздовжнього профілю, $i^{\circ}$
з розташуванням І ГП до першої розділової стрілки (гірка 1-го типу)	з розташуванням І ГП за першою розділовою стрілкою (гірка 2-го типу)		
швидкісний	перший швидкісний	$i_1$	50
І ГП	другий швидкісний	$i_2$	25
перший проміжний	І ГП	$i_3$	7
другий проміжний	проміжний	$i_4$	7
ІІ ГП		$i_5$	26,5
стрілочна зона і дільниця сортувальних колій до кінця ІІ ГП		$i_6$	1,5
дільниця сортувальних колій від кінця ІІ ГП до РТ		$i_7$	0,6

На третьому етапі в несприятливих метеорологічних умовах визначається швидкість РБ у РТ ( $V_{РТ}^{РБ}$ ). Якщо РБ не докочується до РТ, то збільшується крутість четвертого елемента профілю до виконання умови

$$0 < V_{РТ}^{РБ} \leq 0,1. \quad (2)$$

Якщо  $V_{РТ}^{РБ} > 0,1$ , зменшується крутість п'ятого елемента профілю до виконання умови (2).

На четвертому етапі у несприятливих метеорологічних умовах виконується гальмування ХБ на останньому уповільнювачі І ГП за умовами

$$\frac{l_{\epsilon}^{РБ} - \Delta l_{відр}}{V_p} + t_{ВХ ХБ}^{СТР.1} - t_{ВИХ РБ}^{СТР.1} \geq 1; \quad (\text{для гірки 1-го типу})$$

$$\frac{l_{\epsilon}^{РБ} - \Delta l_{відр}}{V_p} + t_{ВХ ХБ}^{СТР.2} - t_{ВИХ РБ}^{СТР.2} \geq 1; \quad (3)$$

$$\frac{l_{\epsilon}^{РБ} - \Delta l_{відр}}{V_p} + t_{ВХ ХБ}^{УП.1 ІІ ГП} - t_{ВИХ РБ}^{УП.1 ІІ ГП} \geq 1;$$

$$\frac{l_{\epsilon}^{РБ} - \Delta l_{відр}}{V_p} + t_{ВХ ХБ}^{ОСТ.УП.ІІ ГП} - t_{ВИХ РБ}^{ОСТ.УП.ІІ ГП} \geq 1,$$

де  $t_{ВХ ХБ}^{СТР.1}$ ,  $t_{ВХ ХБ}^{СТР.2}$ ,  $t_{ВХ ХБ}^{УП.1 ІІ ГП}$ ,  $t_{ВХ ХБ}^{ОСТ.УП.ІІ ГП}$  – тривалість скочування ХБ відповідно до моменту входу на першу та другу стрілочні переводи, перший та останній уповільнювачі ІІ ГП, с;

$t_{ВИХ РБ}^{СТР.1}$ ,  $t_{ВИХ РБ}^{СТР.2}$ ,  $t_{ВИХ РБ}^{УП.1 ІІ ГП}$ ,  $t_{ВИХ РБ}^{ОСТ.УП.ІІ ГП}$  – тривалість скочування РБ відповідно до моменту виходу з першого та другого стрілочних переводів, першого та останнього уповільнювачів ІІ ГП, с.

На п'ятому етапі в несприятливих метеорологічних умовах:

1) виконується гальмування ХБ на уповільнювачах ІІ ГП за умовою

$$\frac{l_{\epsilon}^{ХБ} + \Delta l_{відр}}{V_p} + t_{ВХ РБ}^{ОСТ.СТР} - t_{ВИХ ХБ}^{ОСТ.СТР} = 1, \quad (4)$$

де  $l_{\epsilon}^{ХБ}$  – довжина ХБ по осях автозчеплень, м;  
 $t_{ВХ РБ}^{ОСТ.СТР}$  – тривалість скочування РБ до моменту входу на останній стрілочний перевід, с;  
 $t_{ВИХ ХБ}^{ОСТ.СТР}$  – тривалість скочування ХБ до моменту виходу з останнього стрілочного переводу, с;

2) перевіряється умова розділення розрахункових бігунів у сполученні ХБ–РБ на інших розділових елементах

$$\frac{l_{\epsilon}^{XB} + \Delta l_{\text{відр}}}{V_p} + t_{BX}^{CTP.(VП.)} - t_{ВІХ}^{CTP.(VП.)} \geq 1; \quad (5)$$

3) перевіряється умова розділення розрахункових бігунів у сполученні РБ–ХБ на стрілочних переводах, що розташовані за II ГП,

$$\frac{l_{\epsilon}^{PB} - \Delta l_{\text{відр}}}{V_p} + t_{BX}^{CTP.3,4,\dots} - t_{ВІХ}^{CTP.3,4,\dots} \geq 1. \quad (6)$$

Якщо якась з умов не виконується, слід підвищити висоту гірки за рахунок збільшення міри нахилу відповідних елементів профілю в рамках встановлених обмежень.

**Висновок.** З огляду на викладене, можна зробити такі висновки.

1. На сортувальних станціях, що діють, як найбільш раціональний шлях підвищення ефективності роботи сортувальних гірок, збереження вантажів, що перевозяться, безпеки розпуску складів і техніки особистої безпеки експлуатаційного персоналу слід розглядати механізацію і автоматизацію сортувального процесу з використанням вагонних уповільнювачів сучасної конструкції і впровадження автоматизованих систем керування сортувальним процесом на базі МП техніки.

2. Відсутність комплексного підходу до автоматизації сортувального процесу є основним недоліком діючих сортувальних систем.

3. Застосування різних типів датчиків у гіркових системах зумовлено необхідністю подвійного або потрійного контролю рухомих об'єктів з причини низької завадостійкості датчиків. Тому виникає необхідність застосування нових типів датчиків, які мають ряд додаткових функцій:

- визначення положення осі колеса рухомого складу відносно датчика (для синхронізації вимірювальної апаратури);

- підрахунок кількості осей рухомого складу;

- визначення параметрів рухомого складу (наявність поїзда на ділянці вимірювання, тип вагона за осьовою формулою, довжина бази вагона) і параметрів його руху (напрямок руху, швидкість, прискорення);

- розпізнавання типу кожної рухомої одиниці по міжосьових відстанях (пасивна динамічна ідентифікація рухомих одиниць у відчепках).

4. Для оцінки автоматизованої системи мають значення не тільки фінансові кошти для першої інвестиції, але і експлуатаційні витрати. На сьогодні рівень розвитку техніки дозволяє використовувати значною мірою стандартизовані компоненти, чим зводиться до мінімуму об'єм і номенклатура запасних частин.

5. Доцільно розрахунок висоти гірки виконувати комплексно з урахуванням забезпечення допустимої швидкості співударення вагонів у сортувальному парку з одночасною перевіркою інтервалів між відчепами.

### Список використаних джерел

1. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах СССР [Текст] // ВСН 207 – 89; МПС. – М.: Транспорт, 1992. – 104 с. – (Нормативное производственно-практическое издание).
2. Пособие по применению правил и норм проектирования сортировочных устройств: производственно-практическое издание [Текст] / Ю.А. Муха, Л.Б. Тишков, В.П. Шейкин [и др.]. – М.: Транспорт, 1994. – 220 с.
3. Грау, Б. Проектирование железнодорожных станций [Текст] / Б. Грау; пер. с нем. В.Я. Болотного. – М.: Транспорт, 1978. – 488 с.
4. Шавкин, Г.Б. Схемы и оснащение сортировочных станций железных дорог США и Западной Европы [Текст] / Г.Б. Шавкин. – М.: Транспорт, 1960. – 64 с.
5. Кобзев, В.А. Средства регулирования скорости вагонов на горочных сортировочных станциях [Текст] / В.А. Кобзев // Железные дороги мира. – 1981. – № 9. – С. 8-28.
6. Кобзев, В.А. Состояние и перспективы развития тормозной горочной техники [Текст] / В.А. Кобзев // Автоматика, связь, информатика. – 2004. – № 11. – С. 2-5.

7. Кобзев, В.А. Перспективные устройства регулирования скорости отцепов для сортировочных горок большой и малой мощности [Текст] / В.А. Кобзев // Железнодорожный транспорт. Серия «Сигнализация и связь» ЭИ//ЦНИИТЭИ. – 2003. – Вып. 3. – С. 10-41.
8. Савицкий, А.Г. Технологические средства на сортировочных станциях: вчера, сегодня, завтра [Текст] / А.Г. Савицкий // Железнодорожный транспорт. – 2005. – № 6. – С.33-37.
9. Огар, О.М. Аналіз і особливості конструкції гіркових горловин вітчизняних сортувальних пристроїв [Текст] / О.М. Огар, О.В. Розсоха, С.М. Светличний // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 85. – С. 57–64.
10. Огар, О.М. Розвиток теорії експлуатації та методів розрахунку конструктивно-технологічних параметрів сортувальних гірок [Текст]: дисс... д-ра техн. наук / О.М. Огар. – Харків, 2011. – 368 с.
11. Сопоставительный анализ технических средств для механизации и автоматизации сортировочных станций применяемых на Российских железных дорогах и за рубежом [Текст]: науч.-исследов. отчёт / ВНИИАС МПС России; отв. ред. А.В. Николаев. – М., 2007. – 341 с.
12. Шейкин, В.П. Эксплуатация механизированных сортировочных горок [Текст] / В.П. Шейкин. – М.: Транспорт, 1992. – 240 с.
13. Шелухин, В.И. Автоматизация и механизация сортировочных горок [Текст]: учеб. для техникумов и колледжей ж.-д. трансп. / В.И. Шелухин. – М.: Маршрут, 2005. – 240 с.
14. Иванкова, Л.Н. Расчет и проектирование сортировочных горок большой и средней мощности [Текст]: учеб. пособие / Л.Н. Иванкова, А.Н. Иванков. – Иркутск: ИрГУПС, 2009. – 106 с.

Рецензент д-р техн. наук, профессор М.М. Бабаев

---

Герасим Олег, слухач, Навчально-науковий інститут перепідготовки та підвищення кваліфікації, Український державний університет залізничного транспорту. Тел. 050-171-27-69. E-mail: oleg0972508140@ukr.net.

Gerasim Oleg, graduate student Training and research Institute of retraining and advanced training of Ukrainian state University of railway transport. Tel 050-171-27-69. E-mail: oleg0972508140@ukr.net.

Наукова праця здана до друку 15.09.2015 р.