

УДК 656.212

ЖУРАВЕЛЬ В. В., (ДНУЗТ)

Вплив похибки гальмування відчепів та ухилу сортувальних колій на витрати, які пов'язані з осаджуванням і пошкодженням вагонів

Вступ

Підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту на ринку транспортних послуг, забезпечення безпеки руху поїздів і маневрової роботи, забезпечення термінів доставки вантажів і їх збереженості під час перевезень, впровадження ресурсозберігаючих технологій є важливими задачами його розвитку в сучасних умовах функціонування. На термін доставки вантажів і обіг вагонів у значній мірі впливає тривалість знаходження вагонів на сортувальних станціях, одним з можливих заходів зі зниження якої є зменшення тривалості виконання маневрових операцій з осаджування вагонів на сортувальних коліях. Як доводить практика роботи залізниць, точність гальмування відчепів впливає на швидкість їх підходу до вагонів, що знаходяться на коліях сортувального парку, перевищення нормованої величини якої може викликати пошкодження вагонів і вантажів.

Одним з розв'язань цих питань є підвищення ефективності функціонування сортувальних гірок шляхом визначення раціональних техніко-експлуатаційних параметрів прицільного регулювання швидкості скочування відчепів, які забезпечують мінімальні витрати, що пов'язані з осаджуванням вагонів на коліях сортувального парку та їх пошкодженням під час сортування.

Постановка проблеми

Підвищення ефективності процесу розформування-формування составів на сортувальній гірці може бути забезпечене завдяки встановленню раціональних параметрів її конструкції, технічного оснащення та технології роботи. Комплексне розв'язання даної задачі внаслідок значної кількості стохастичних чинників, які впливають на роботу гірки, є дуже складним. При цьому під час визначення раціональних параметрів конструкції гірок і технології їх роботи у якості критерію оптимізації використовуються різні показники.

Аналіз досліджень і публікацій

Проблема підвищення ефективності функціонування сортувальних гірок і в наш час є важливою та актуальною, саме тому цьому питанню завжди приділялася значна увага та присвячені наукові дослідження таких вчених як Аркатов В. С., Берестов І. В., Бутько Т. В., Бобровський В. І., Божко М. П., Блідний О. М., Жуковицький І. В., Козаченко Д. М., Муха Ю. О., Нагорний Є. В., Образцов В. Н., Огар О. М., Правдін М. В., Скабалланович В. С., Сотніков І. Б., Шафіт Є. М., Шейкін В. П. та інші.

У роботах [1-3] в якості критеріїв ефективності функціонування сортувальної гірки використано мінімальну довжину «вікон», які утворюються між вагонами, що знаходяться на коліях сортувального парку, та забезпечення допустимої швидкості зіткнення відчепів на них. Також зазначено,

що на дані показники значною мірою впливають висота гірки, ухил сортувальних колій, точність гальмування відчепів на парковій гальмовій позиції, відповідність вихідних даних, на підставі яких визначається дальність скочування відчепів, реальним умовам. У роботах [4, 5] запропоновано додатково використовувати середню швидкість розпуску, ймовірність того, що швидкість зіткнення відчепів на сортувальних коліях не перевищить допустиме значення, і ймовірність нерозділення відчепів на стрілках спускної частини гірки.

У роботі [6] у якості критерію оптимізації поздовжнього профілю спускної частини гірки запропоновано прийняти потужність паркової гальмової позиції, тому що якість управління її роботою суттєво впливає на неперервність і темп процесу розформування, величину швидкостей зіткнення відчепів і «вікон» на сортувальних коліях.

Критеріями ефективності для сортувальних гірок у роботах [7-9] є мінімальна енерго- та матеріалоємність, а також інтегральний мультиплікативний показник, який визначає витрати енергії та матеріальних ресурсів на один перероблений вагон. За основний критерій оптимізації параметрів гірки і управління процесом розформування прийнято економічну ефективність.

Конструкцію гіркових горловин [10] можна оцінити за допомогою комплексного показника, який враховує зведені витрати, а також показники надійності та безпеки функціонування гірок.

В якості критеріїв для оцінки прицільного регулювання швидкості скочування відчепів у роботі [11] запропоновано використовувати ймовірність перевищення встановленої швидкості підходу відчепів до вагонів на сортувальних коліях, ймовірність зупинки відчепа в уповільнювачі паркової гальмової позиції та середню величину

«вікна», що припадає на один розформований вагон.

Таким чином, незважаючи на різні підходи щодо визначення раціональної конструкції сортувальної гірки, її технічних параметрів та технології роботи, основним критерієм є економічна ефективність функціонування гірки.

Постановка завдання

Метою даної статті є визначення залежності витрат, які пов'язані з осаджуванням вагонів на коліях сортувального парку та їх пошкодженням у разі перевищення нормованої швидкості підходу, від похибки гальмування відчепів та ухилу сортувальних колій. При цьому враховано вплив інших основних чинників.

Результати досліджень

Річні експлуатаційні витрати $E_{ос}$, які пов'язані з осаджуванням вагонів, складаються з витрат $E_{л}$, пов'язаних з роботою маневрових локомотивів, та витрат $E_{в}$, пов'язаних з простоем вагонів.

Значення $E_{л}$ залежать від середньої кількості составів, які розформовуються на гірці протягом доби N_p , середньої тривалості осаджування у розрахунку на один состав $t_{ос}$, вартості однієї локомотиво-години маневрової роботи $e_{лг}$. Значення $E_{в}$ залежать від N_p , $t_{ос}$, середньої кількості вагонів у составі m_c , вартості однієї вагоно-години простою вагона $e_{вг}$.

Річні експлуатаційні витрати $E_{пошк}$, які пов'язані з пошкодженням вагонів, складаються з витрат на ремонт вагонів E_p , додаткових витрат на вагонний парк K_v і витрат на відшкодування вантажовласникам за пошкодження та втрати вантажу, а також на перевантаження залізницею вантажу та ліквідацію його зсуву $E_{вант}$.

Значення E_p залежать від річної кількості пошкоджених вагонів $N_{\text{пошк}}$ та середньої вартості ремонту пошкодженого вагона з урахуванням вартості втрачених та (або) пошкоджених частин C_p . Значення K_v залежать від середньозваженої вартості одного вагона C_v та втрат перевізних ресурсів внаслідок направлення вагонів у ремонт ДВ, які залежать від $N_{\text{пошк}}$, річного фонду робочого часу вагона та тривалості виконання операцій з пошкодженням вагоном t_p . Значення $E_{\text{вант}}$ залежать від $N_{\text{пошк}}$ і середніх витрат на відшкодування вантажовласникам, перевантаження та ліквідацію зсуву вантажу у розрахунку на один пошкоджений вагон C_v .

Значення $E_{\text{л}}$, E_v , E_p , K_v , $E_{\text{вант}}$, $N_{\text{пошк}}$ і ДВ можна визначити за допомогою виразів, які наведено у [12].

Річна кількість пошкоджених вагонів у разі добової переробки N вагонів визначається за формулою:

$$N_{\text{пошк}} = 0,365 N n_{\text{пошк}},$$

де $n_{\text{пошк}}$ – можлива кількість пошкоджених вагонів на 1000 перероблених.

Середню тривалість осаджування у розрахунку на один состав можна визначити за формулою:

$$t'_{\text{ос}} = m_c t'_{\text{ос}},$$

де $t'_{\text{ос}}$ – середня тривалість осаджування у розрахунку на один вагон, хв.

Під час попередніх досліджень отримано модель середньої тривалості осаджування у розрахунку на один вагон [12], факторами якої є похибка гальмування відчепів (середньоквадратична помилка розрахунку та реалізації швидкостей їх виходу з гальмових позицій) σ_v та ухил сортувальних колій i . При цьому враховано вплив вагової категорії вагонів, кількості вагонів у відчепі та швидкості руху

поодинокого локомотива сортувальною колією під час його повернення в бік горба гірки після виконання осаджування $v_{\text{л}}$. Також отримано рівняння регресії [12], яке адекватно описує зв'язок між похибкою σ_v , ухилом i та можливою кількістю пошкоджених вагонів на 1000 перероблених з урахуванням впливу параметрів вагонопотоку, що переробляється на сортувальній гірці.

Дослідження впливу похибки гальмування відчепів та ухилу сортувальних колій на витрати, які пов'язані з осаджуванням і пошкодженням вагонів, виконано для двох варіантів (табл. 1):

– варіант 1, який характеризується найменшою тривалістю осаджування у розрахунку на один состав $t'_{\text{ос}}$ (0,03-0,31 хв/вагон) і найбільшою можливою кількістю пошкоджених вагонів на 1000 перероблених $n_{\text{пошк}}$ (0,61-3,07);

– варіант 2, який характеризується найбільшими значеннями $t'_{\text{ос}}$ (0,17-0,77 хв/вагон) і найменшими значеннями $n_{\text{пошк}}$ (0,6-2,21).

Під час досліджень прийнято, що $N_p=55$ составів, $m_c=55$ вагонів, $t_p=8$ год., $e_{\text{лг}}=201,24$ грн., $e_{\text{вт}}=1,19$ грн., $C_v=795$ тис. грн., сума значень C_p і C_v варіювалася у межах 1-9 тис. грн. з кроком 1 тис. грн., σ_v варіювалася у межах 0,1-0,7 м/с з кроком 0,1 м/с, i варіювався у межах 0,6-2,0 ‰ з кроком 0,1 ‰.

Результати досліджень дозволили встановити, що збільшення похибки гальмування викликає збільшення тривалості осаджування вагонів на сортувальних коліях і, як наслідок, зростання відповідних витрат $E_{\text{ос}}$ (рис. 1): у варіанті 1 у 2,3-5,3 рази, у варіанті 2 у 1,6-2,3 рази. При цьому величина перевищення збільшується зі збільшенням ухилу колій.

Збільшення ж ухилу сортувальних колій призводить до зменшення тривалості осаджування та витрат $E_{\text{ос}}$

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

(див. рис. 1): у варіанті 1 у 1,3-2,8 рази, у варіанті 2 у 1,4-2,1 рази. При цьому величина перевищення зменшується зі збільшенням похибки гальмування.

Таблиця 1
Характеристика варіантів,
які розглядаються під час досліджень

Варіант	Частота появи (%) у потоці, що переробляється		Швидкість $v_{л}$, км/год
	вагонів важкої та середньоважкої вагової категорії	відчепів з 1 вагону	
1	75 і більше	30 і менше	15-40
2	менш ніж 55	60 і більше	5-7

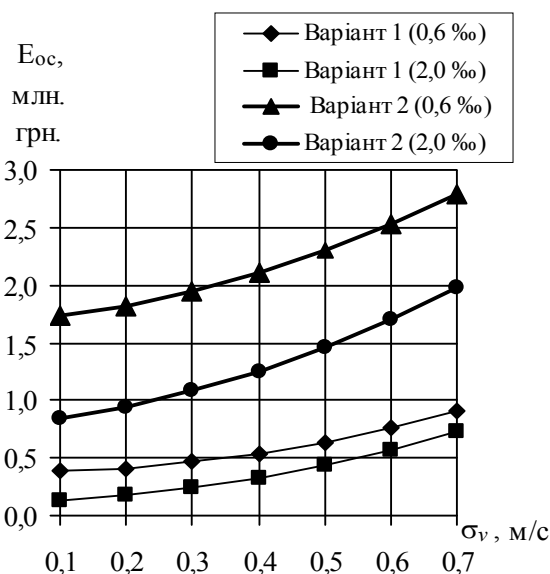


Рис. 1 – Залежність витрат, які пов'язані з осаджуванням, від похибки гальмування та ухилу сортувальних колій

Витрати $E_{ос}$ у варіанті 2 є більшими за витрати у варіанті 1 у 2,7-6,4 рази. При цьому для конкретного значення ухилу колій величина перевищення зменшується зі збільшенням похибки гальмування.

Збільшення похибки гальмування викликає збільшення кількості пошкоджених вагонів через перевищення нормованої швидкості підходу і, як наслідок, зростання витрат $E_{пошк}$ (рис. 2): у варіанті 1 на 40-80 %, у варіанті 2 на 50-70 %. При цьому величина перевищення зменшується зі збільшенням ухилу колій.

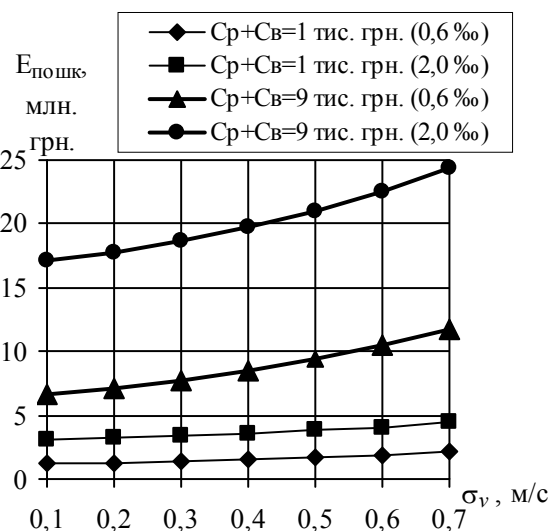


Рис. 2 – Залежність витрат, які пов'язані з пошкодженням вагонів, від похибки гальмування та ухилу сортувальних колій у варіанті 1

Збільшення ухилу сортувальних колій також призводить до збільшення кількості пошкоджених вагонів і витрат $E_{пошк}$: у варіанті 1 у 2,1-2,6 рази, у варіанті 2 у 1,6-1,8 рази. При цьому величина перевищення зменшується зі збільшенням похибки гальмування.

Витрати $E_{пошк}$ за $C_p+C_v=9$ тис. грн. перевищують $E_{пошк}$ за $C_p+C_v=1$ тис. грн. у 5,5 рази.

Витрати $E_{пошк}$ у варіанті 1 є більшими за витрати у варіанті 2 на 3-45 %. При цьому для конкретного значення похибки гальмування величина перевищення збільшується зі збільшенням ухилу колій.

У варіанті 1 спостерігається постійне суттєве перевищення річних

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

експлуатаційних витрат, які пов'язані з пошкодженням вагонів, над витратами, які пов'язані з їх осаджуванням на сортувальних коліях. У варіанті 2 лише за $C_p+C_b=1$ тис. грн. і ухилу сортувальних колій 0,6-1,1 ‰ витрати E_{oc} перевищують $E_{пошк}$, а у разі збільшення ухилу спостерігається зростання значень $E_{пошк}$ і їх перевищення над E_{oc} . Збільшення суми C_p і C_b також призводить до перевищення $E_{пошк}$ над E_{oc} .

Мінімум сумарних річних експлуатаційних витрат $E_{оп}$, які пов'язані з осаджуванням вагонів та їх пошкодженням, у варіанті 1 в більшості випадків досягається за ухилу колій 0,6 ‰. Лише у разі $C_p+C_b=1$ тис. грн. мінімум $E_{оп}$ забезпечується у наступних випадках: 1) $\sigma_v=0,1$ м/с, $i=0,8$ ‰; 2) $\sigma_v=0,2-0,4$ м/с, $i=0,7$ ‰.

У варіанті 2 має місце певний розкид значень ухилу колій i за якого забезпечується мінімум витрат $E_{оп}$. Так, наприклад, у разі $C_p+C_b=3$ тис. грн. (рис. 3) зміна похибки гальмування від 0,1 м/с до 0,7 м/с викликає зміну ухилу колій від 1,2 ‰ до 0,9 ‰.

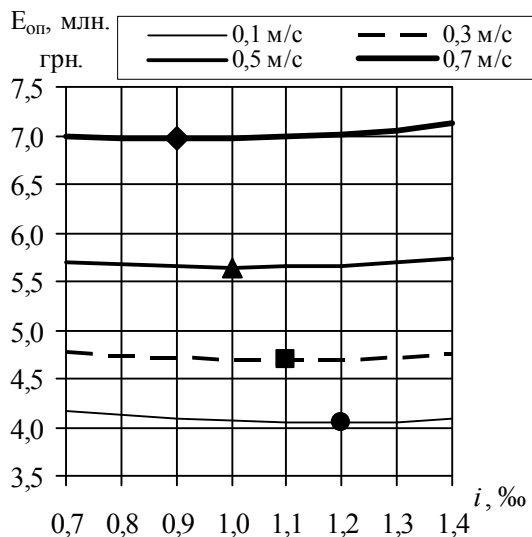


Рис. 3 – Залежність сумарних витрат, які пов'язані з осаджуванням і пошкодженням вагонів, від похибки гальмування та ухилу сортувальних колій

Значення ухилу сортувальних колій, за якого забезпечується мінімум витрат $E_{оп}$, наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Ухил сортувальних колій, за яких забезпечується мінімум витрат $E_{оп}$

C_p+C_b , тис. грн.	Похибка гальмування, м/с						
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
1	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3
2	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9
4	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7
5	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7
6	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6
7	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
9	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Таким чином, у варіанті 2 збільшення похибки гальмування та суми C_p і C_b призводить до зменшення ухилу, за якого досягається мінімум сумарних річних експлуатаційних витрат, які пов'язані з осаджуванням вагонів та їх пошкодженням.

Висновки

Результати досліджень дозволили встановити, що:

- збільшення похибки гальмування відчепів викликає зростання витрат, які пов'язані з осаджуванням вагонів на сортувальних коліях, а збільшення ухилу сортувальних колій призводить до зменшення цих витрат;

- збільшення похибки гальмування та ухилу сортувальних колій викликає зростання витрат, які пов'язані з пошкодженням вагонів через перевищення нормованої швидкості підходу;

- мінімум сумарних річних експлуатаційних витрат, які пов'язані з осаджуванням вагонів та їх

пошкодженням, у варіанті 1 в більшості випадків досягається за ухилу сортувальних колій 0,6 %, а у варіанті 2 має місце певний розкид значень цього ухилу;

- у варіанті 2 збільшення похибки гальмування та суми середньої вартості ремонту пошкодженого вагона з урахуванням вартості втрачених та (або) пошкоджених частин і середніх витрат на відшкодування вантажовласникам, перевантаження та ліквідацію зсуву вантажу у розрахунку на один пошкоджений вагон призводить до зменшення ухилу сортувальних колій, за якого досягається мінімум витрат, які пов'язані з осаджуванням вагонів та їх пошкодженням.

Список літератури

1. Муха, Ю. А. Комплексные экспериментальные исследования систем АЗСР и ТГЛ ЦНИИ и оценка их технико-эксплуатационных характеристик [Текст] / Ю. А. Муха, В. И. Бобровский // Механизация и автоматизация сортировочного процесса на станциях: Межвуз. сб. науч. трудов / ДИИТ. – Д., 1978. – Вып. 197/12. – С. 3–15.

2. Скабалланович, В. С. Комплексная механизация и автоматизация технологического процесса работы сортировочной станции [Текст] / В. С. Скабалланович // Вестник ВНИИЖТ. – 1981. – № 6, – С. 1–7.

3. Бледный, А. М. Исследование влияния типов вагонных замедлителей и схемы их расстановки на точность вытормаживания заданных скоростей движения отцепов [Текст] / А. М. Бледный, Н. П. Божко, В. В. Очколас // Механизация и автоматизация сортировочного процесса на станциях: Межвуз. сб. науч. трудов / ДИИТ. – Д., 1983. – Вып. 229/15. – С. 60–66.

4. Проблема эффективности автоматизированного управления процессом расформирования на

сортировочных горках станций [Текст] / [В. С. Аркатов, Ю. А. Муха, В. В. Длоугий и др.] // Механизация и автоматизация сортировочного процесса на станциях: Межвуз. сб. науч. трудов / ДИИТ. – Д., 1983. – Вып. 229/15.. – С. 48–59.

5. Автоматизация и механизация переработки вагонов на станциях [Текст] / [Муха Ю. А., Харланович И. В., Шейкин В. П. и др.]. – М.: Транспорт, 1985. – 248 с.

6. Огарь, А. Н. Методика оптимизации значений уклонов элементов продольного профиля сортировочных горок [Текст] / А. Н. Огарь // Информ.-управляющие системы на ж.-д. трансп. – 2001. – № 3. – С. 18–22.

7. Берестов, И. В. Теоретические основы оптимизации параметров сортировочных горок (Часть 1) [Текст] / И. В. Берестов // Информ.-управляющие системы на ж.-д. трансп. – 1997. – № 4. – С. 34–37.

8. Берестов, И. В. Теоретичні основи оптимізації параметрів сортувальних гірок (Частина 2) [Текст] / І. В. Берестов // Концепція підвищення ефективності вантажних перевезень на залізничному транспорті: Міжвуз. зб. наук. праць / ХарДАЗТ. – Х., 1998. – Вип. 33. – С. 8–15.

9. Нагорный, Е. В. О методике оптимизации параметров сортировочных горок [Текст] / Е. В. Нагорный, И. В. Берестов, В. О. Крючков // Концепція підвищення ефективності вантажних перевезень на залізничному транспорті: Міжвуз. зб. наук. праць / ХарДАЗТ. – Х., 1998. – Вип. 33. – С. 52–55.

10. Огар, О. М. Аналіз існуючих методів оцінки конструкцій гіркових горловин [Текст] / О. М. Огар, В. І. Мойсеєнко, О. В. Розсоха // Зб. наук. праць / УкрДАЗТ. – Х., 2009. – Вип. 102. – С. 5–14.

11. Козаченко, Д. М. Розвиток теоретичних основ оцінки техніко-експлуатаційної ефективності та безпеки функціонування сортувальних гірок

[Текст]: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» / Д. М. Козаченко. – Д., 2011. – 36 с.

12. Журавель, В. В. Визначення раціональних варіантів процесу розформування-формування составів на сортувальних гірках [Текст] / В. В. Журавель // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 3/3 (57). – С. 24–30.

Анотації:

У статті наведено результати дослідження впливу похибки гальмування відчепів та ухилу сортувальних колій на витрати, які пов'язані з осаджуванням вагонів на цих коліях та їх пошкодженням через перевищення нормованої

швидкості підходу, а також надано його якісну оцінку.

Ключові слова: сортувальна гірка, осаджування, пошкодження, витрати

В статті представлені результати дослідження впливу погрешности торможения отцепов и уклона сортировочных путей на расходы, связанные с осаживанием вагонов на этих путях и их повреждением из-за превышения нормативной скорости подхода, а также дана его качественная оценка.

Ключевые слова: сортировочная горка, осаживание, повреждение, расходы

In article results of research of influence of error of braking of cuts and slope of sorting track on the charges connected with an upsetting of wagons on these track and their damage because of excess of standard speed of approach are presented, and also its quality assessment is given.

Keywords: sorting hump, upsetting, damage, charges