

УДК 656.212.5

ОЦІНКА КОНСТРУКЦІЇ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ

Магістранти М.М. Сумщенко, А.В. Бажан

ОЦЕНКА КОНСТРУКЦИИ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ

Магистранты Н.Н. Сумщенко, А.В. Бажан

EVALUATION DESIGN HUMPS

Magistrand M. Sumshenko, A. Baján

У статті розглянуто метод комплексної оцінки конструкції сортувальних гірок із використанням адитивної функції, який враховує приведені витрати на спорудження і експлуатацію сортувального пристрою та показники надійності його використання. Цей метод дозволяє визначити ефективний варіант переоснащення гальмових позицій діючих сортувальних гірок в межах здійснення комплексу завдань Укрзалізниці щодо забезпечення надійності сортувального процесу.

Ключові слова: сортувальна гірка, гіркова горловина, вагонні уповільнювачі, надійність, безпека, ресурсозбереження, комплексна оцінка.

В статье рассмотрен метод комплексной оценки конструкции сортировочных горок с использованием аддитивной функции, который учитывает приведенные затраты на сооружение и эксплуатацию сортировочного устройства, а также показатели надежности его использования. Указанный метод позволяет определять эффективный вариант переоснащения тормозных позиций существующих сортировочных горок в рамках осуществления комплекса заданий Укрзалізниці по обеспечению надежности сортировочного процесса.

Ключевые слова: сортировочная горка, горочная горловина, вагонные замедлители, надежность, безопасность, ресурсосбережение, комплексная оценка.

A significant impact on the dissolution of cars on the hump has their design. Traditional scientific approaches to the selection of design solutions design hump directed mainly to the increase in their processing capabilities. When choosing a design hump should be considered an integrated approach, taking into account various parameters. The article describes the method of comprehensive evaluation design marshalling yards using an additive function, which allows for reduced costs for construction and operation of a sorting device, as well as indicators of the reliability of its use. Hump is considered as a technical system, which is characterized by a variety of different parameters. The weighting factors are using the expert estimates. This method allows to determine an effective option retrofitting existing brake positions marshalling yards in the implementation of complex tasks Ukrzaliznytsi to ensure the reliability of sorting process.

Key words: hump, hump neck, car retarders, reliability, security, resource conservation, integrated assessment.

Вступ. В теперішній час економіка України переживає кризовий період: темпи виробництва продукції знижуються, обсяги перевезень в транспортній системі (зокрема на залізничному транспорті) зменшились у два та більше рази. У зв'язку з цим перед фахівцями залізничного транспорту виникла задача: як при сьогоднішніх обсягах роботи зберегти нормальне і стабільне функціонування галузі.

Збільшення обсягів виробництва та перевезень в нашій країні в найближчі роки є досить складним питанням. В таких умовах роботи виникає одне з найважливіших завдань: забезпечити збереження ресурсів, що відносяться до перевізного процесу, зокрема на залізничному транспорті. Але ресурсозбереження повинно бути забезпечено не тільки завдяки випуску найбільш

економічної продукції, а також і найбільш надійної у використанні, оскільки ненадійна продукція може призвести до виникнення транспортних подій, особливо при виконанні процесу формування составів поїздів на сортувальних пристроях.

Постановка проблеми. У зв'язку із зазначеним актуальними є дослідження, що спрямовані на вирішення проблеми збереження ресурсів на сортувальних гірках (СГ) при забезпеченні надійності їх функціонування. Окремий вплив на ефективність і якість функціонування сортувальних пристроїв робить їх конструкція. Традиційні гіркові горловини, що використовуються на залізницях України, не є досконалими з позиції енерго- та ресурсозбереження [1]. Тому у [5] авторами було запропоновано нові конструкції гіркових горловин, спускна частина яких обладнана малопотужними уповільнювачами на трьох та більше гальмових позиціях.

Аналіз досліджень і публікацій. Проблемі удосконалення конструкції та розрахункам параметрів гіркових горловин приділена значна увага, що відобразилося у ряді праць відомих вчених: Абуладзе Л.В., Бессоненко С.А., Болотний В.Я., Вульфсон Б.Н., Данько М.І., Дашков М.Г., Івашкевич В.К., Карпов А.М., Луговцов М.Н., Негрей В.Я., Образцов В.М., Павлов В.Є, Савченко І.Є., Страковський І.І., Уздін М.М., Єфіменко Ю.І. та ін.

Існуючі методи оцінки конструкцій гіркових горловин, які запропоновані вченими [2-6], не в повній мірі характеризують проектне рішення або існуючу горловину.

Наукові підходи, що розроблені вищезазначеними авторами, в більшості випадків були спрямовані на підвищення переробної спроможності СГ, що обумовлювалось інтенсивним зростанням розмірів сортувальної роботи. Спроби вчених визначити властивості надійності гіркової горловини не набули широкого розповсюдження, оскільки дослідження не були спрямовані до існуючих стандартів [6-8, 15]. Комплексно конструкції гіркових горловин з позиції забезпечення ресурсозбереження та надійності функціонування СГ не розглядалися.

Формулювання мети (постановка завдання). Метою даних досліджень є підвищення ефективності функціонування

сортувальних пристроїв шляхом удосконалення конструкцій гіркових горловин [5]. Для вибору найбільш ефективної їх конструкції необхідно розробити метод комплексної оцінки конструкцій гіркових горловин з урахуванням приведених витрат на спорудження сортувального пристрою та показників надійності його використання.

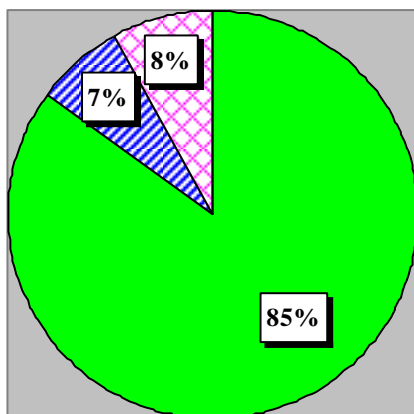
Розробка методу оцінки конструкції гіркової горловини. Згідно з [8], надійність – це властивість виробу (системи) зберігати у встановлених межах часу значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах та умовах застосування, технічного обслуговування, ремонтів, зберігання, транспортування та інших дій.

В залежності від виду виробу, його призначення та умов експлуатації надійність може оцінюватися тільки частиною складових його властивостей [7-9].

Відчепи скочуються від вершини гірки до розрахункової точки під дією сили тяжіння зі швидкістю, яка ніколи не перевищує максимально допустиму по стрілочних переводах та коліях спускної частини. Технічний стан колій, стрілочних переводів, рухомого складу в основному залежить від своєчасного виконання планово-попереджувальних ремонтів. Швидкість входу відчепів на вагонні уповільнювачі не повинна перевищувати допустиму, що враховується при моделюванні їх скочування. З конструктивної точки зору значно впливає на процес розформування составів робота вагонних уповільнювачів, оскільки їх несправність приводить до помилок у реалізації заданих режимів розпуску, що може викликати схід і пошкодження рухомого складу та вантажу.

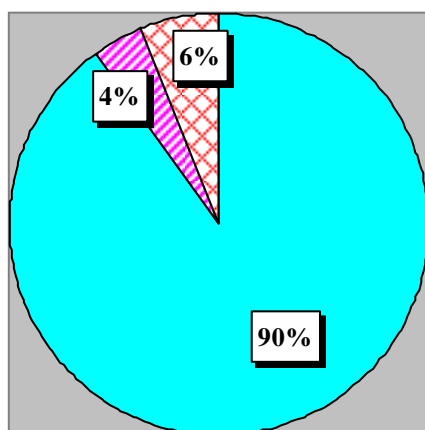
Дослідженнями по ст. Основа та Харків-Сортувальний Південної залізниці встановлено, що від загальної кількості відмов гіркових пристроїв на вагонні уповільнювачі припадає частка 85 %, на пристрої гіркової автоматичної централізації – 7 %, на колійне господарство – 8 % (рис. 1).

Якщо розглядати витрати на усунення наслідків у результаті відмов гіркових пристроїв, то частка витрат складає 90, 4 та 6 % відповідно на вагонні уповільнювачі, пристрої гіркової автоматичної централізації та колійного господарства (рис. 2).



- вагонні уповільнювачі
- пристрої гіркової автоматичної централізації
- пристрої колійного господарства

Рис.1. Частка розподілу відмов між гірковими пристроями



- вагонні уповільнювачі
- пристрої гіркової автоматичної централізації
- пристрої колійного господарства

Рис. 2. Частка розподілу витрат на усунення наслідків у результаті відмов гіркових пристроїв

Таким чином, при визначенні показників надійності гіркової горловини запропоновано взяти за основу тип та число вагонних уповільнювачів по маршруту скочування відчепів, структуру їх розташування на спускній частині СГ.

Враховуючи зазначене, запропоновано ввести термін «надійність гіркової горловини». Надійність гіркової горловини – це властивість конструкції колійного розвитку спускної частини СГ зберігати у встановлених межах часу значення всіх параметрів, що залежать від

здатності засобів для гальмування вагонів при певному розташуванні та кількості виконувати необхідні функції, в заданих режимах та умовах застосування, технічного обслуговування, ремонтів та інших дій.

На підставі [7-9] надійність гіркової горловини запропоновано визначати за такими властивостями: безвідмовність, ремонтпридатність та довговічність. Одним з основних термінів, що характеризують надійність, є відмова. Відмова – подія, після якої об'єкт або його частина перестає виконувати (цілком або

частково) свої функції [7-14]. Безвідмовність пропонується характеризувати імовірністю відмов вагонних уповільнювачів $Q(t)$; ремонтпридатність – імовірністю їх відновлення P_B ; довговічність – середнім терміном їх служби $T_{СЛ}$.

Гіркову горловину розглянуто як технічну систему. Зазначена технічна система характеризується множиною параметрів, серед яких виділено деякі, а саме $\{П\}$: гіркова горловина = $\{П_1$ – вартість; $П_2$ – відмови, $П_3$ – відновлення, $П_4$ – термін служби вагонних уповільнювачів}. Кожен із цих параметрів може бути вимірюваним, тобто на кожному із параметрів можна задати додатну адитивну функцію.

В даному випадку: на множині вартісних параметрів такою функцією вибрано величину приведених витрат $E_{ПР}$; на множині відмов вагонних уповільнювачів – імовірність їх відмов $Q(t)$; на множині їх відновлення – імовірність відновлення P_B ; на множині терміну служби вагонних уповільнювачів – середній термін служби $T_{СЛ}$, при цьому слід записати: $E_{ПР}=E_{ПР}(П_1)$, $Q(t)=Q(П_2)$, $P_B=P_B(П_3)$, $T_{СЛ}=T_{СЛ}(П_4)$.

Для оцінки гіркової горловини в цілому запропоновано показник комплексної оцінки G , який є адитивною функцією по кожному із її аргументів

$$\begin{aligned} G &= f(E_{ПР}, Q(t), P_B, T_{СЛ}) = \\ &= f(E_{ПР}(П_1), Q(П_2), P_B(П_3), T_{СЛ}(П_4)) = \quad (1) \\ &= f(П_1, П_2, П_3, П_4) \end{aligned}$$

Отже, функція G є числовою функцією, заданою на прямому добутку множин: параметрів $П_1 \times П_2 \times П_3 \times П_4$, додатною та адитивною по кожному із параметрів.

Позначено: Z_1 – значення функції $E_{ПР}(П_1)$, Z_2 – значення функції $Q(П_2)$, Z_3 – значення функції $P_B(П_3)$, Z_4 – значення функції $T_{СЛ}(П_4)$. Для зручності роботи з введеною вище функцією G нормовано кожен показник. Для кожного з чотирьох показників Z_i ($i=1, 4$) визначено точні верхню (*supremum*) та нижню (*infimum*) границі показників. Далі позначено через Z_i^* – точна верхня границя i -го показника, при цьому записано $Z_i^* = \sup Z_i$, а через Z_i^0 – точна нижня границя i -го показника з відповідним позначенням $Z_i^0 = \inf Z_i$ ($i=1, 4$).

Потім для кожного з показників визначено позитивний напрямок. Для показників Z_1, Z_2 позитивний напрямок визначено від більшого до меншого, а для показників Z_3, Z_4 – від меншого до більшого. Позитивний напрямок визначається з метою: щоб кращій горловині відповідало більше значення G .

На підставі визначеного позитивного напрямку для кожного з показників Z_i визначено монотонно зростаючу функцію.

Тепер комплексна адитивна функція гіркової горловини має вигляд

$$G = \sum_{i=1}^4 a_i \cdot Z_i', \quad (2)$$

де a_i – ваговий коефіцієнт, що враховує значимість (вагу) відповідного показника при визначенні G . Вагові коефіцієнти $a_i > 0$, а їх сума складає 1;

Z_i' – монотонно зростаюча додатна адитивна функція, що набуває значення від 0 до 1.

В даній роботі Z_i' визначено за формулою

$$\begin{aligned} Z_1' &= \frac{\sup E_{ПР} - E_{ПР}}{\sup E_{ПР} - \inf E_{ПР}}; Z_2' = \frac{\sup Q(t) - Q(t)}{\sup Q(t) - \inf Q(t)}; \\ Z_3' &= \frac{P_B}{\sup P_B - \inf P_B}; Z_4' = \frac{T_{СЛ}}{\sup T_{СЛ} - \inf T_{СЛ}}. \end{aligned} \quad (3)$$

Враховуючи зазначене, показник комплексної оцінки конструкції гіркової горловини буде мати вигляд

$$G = a_1 \cdot Z'_1 + a_2 \cdot Z'_2 + a_3 \cdot Z'_3 + a_4 \cdot Z'_4. \quad (4)$$

Вагові коефіцієнти a_i знайдено за допомогою метода експертних оцінок.

Таким чином, після знаходження вагових коефіцієнтів формула для розрахунку G буде у вигляді

$$G = 0,320 \cdot Z'_1 + 0,275 \cdot Z'_2 + 0,195 \cdot Z'_3 + 0,210 \cdot Z'_4. \quad (5)$$

Отже, показник комплексної оцінки G є адитивною функцією по кожному із її параметрів P_i .

Використовуючи розроблений метод оцінки конструкцій гіркових горловин, проведено порівняння запропонованих їх конструкцій з типовою. Результати зазначено в

таблиці, з якої видно, що показник комплексної оцінки G для нових конструкцій гіркових горловин перевищує його значення при порівнянні з типовою конструкцією. Таким чином, є доцільність застосовувати нові конструкції гіркових горловин при певних вихідних даних.

Таблиця

Оцінка гіркових горловин за показником комплексної оцінки

Гіркова горловина	Тип вагонних уповільнювачів				
	РНЗ-2	РНЗ-2М	ЗВУ-07	НК-114 (УВУ-07)	КВ-3 (ВНУ-2)
1	0,8623	0,9277	0,9721	-	-
2	0,9041	0,8891	0,9333	-	-
3	0,8915	0,8705	0,9156	-	-
4 (типова)	-	-	-	0,7915	0,8065

Примітка. У дужках вказаний тип вагонних уповільнювачів на парковій гальмовій позиції.

Висновки. Отже, запропонований метод ліквідує основний недолік існуючих методів – вибір горловини в основному за рівнем переробної спроможності СГ. Крім того, цей метод дозволяє:

1) комплексно визначати ефективну конструкцію горловини з урахуванням приведених витрат та надійності функціонування сортувальних пристроїв;

2) визначити ефективний варіант переоснащення гальмових позицій діючих сортувальних гірок в межах здійснення комплексу завдань Укрзалізниці щодо забезпечення надійності сортувального процесу.

Також встановлено, що за результатами комплексної оцінки гіркових горловин найбільш ефективним варіантом механізації СГ при застосуванні нових конструкцій гіркових горловин є обладнання гальмових позицій уповільнювачами ЗВУ-07.

Для нових конструкцій гіркових горловин значення показника комплексної оцінки становить не менше 0,86, а для типової – не більше 0,81, що свідчить про правильність запропонованого напрямку удосконалення конструктивних параметрів колійного розвитку сортувальних пристроїв.

Список використаних джерел

1. 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.

2. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах СССР [Текст]: ВСН 207-89/МПС СССР. – Изд. офиц. – М.: Транспорт, 1992. – 105 с.
3. Луговцов, М.Н. Проектирование сортировочных горок [Текст]: учеб. пособие / М.Н. Луговцов, В.Я. Негрей. – Гомель: УО «БелГУТ», 2005. – 170 с.
4. Пособие по применению правил и норм проектирования сортировочных устройств [Текст]: учеб. пособие / Ю.А. Муха, Л.Б. Тишков, В.П. Шейкин [и др.]; под. общ. ред. Ю.А. Мухи – М.: Транспорт, 1994. – 220 с.
5. Огар, О.М. Напрямки удосконалення конструкцій гіркових горловин сортувальних пристроїв з позиції ресурсозбереження [Текст] / О.М. Огар, О.В. Розсоха // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2007. – № 5/2(29). – С. 54-58.
6. Огар, О.М. Аналіз існуючих методів оцінки конструкцій гіркових горловин [Текст] / О.М. Огар, В.І. Мойсеєнко, О.В. Розсоха // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 102. – С. 24-31.
7. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення [Текст]. – Введ. 1995-01-01. – К.: Держстандарт України, 1995. – 91 с.
8. ДСТУ 2862-94. Надійність техніки. Методи розрахунку показників надійності. Загальні вимоги [Текст]. – Введ. 1994-04-01. – К.: Держстандарт України, 1995. – 37 с.
9. Кустов, В.Ф. Основи теорії надійності та функційної безпечності систем залізничної автоматики [Текст]: навч. посібник / В.Ф. Кустов. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 212 с.
10. Грунтов, П.С. Эксплуатационная надежность станций [Текст] / П.С. Грунтов. – М.: Транспорт, 1986. – 247 с.
11. Федюкин, В.К. Методы оценки и управления качеством промышленной продукции [Текст] / В.К. Федюкин, В.Д. Дурнев, В.Г. Лебедев. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», Рилант, 2000. – 328 с.
12. Капур, К. Надежность в проектировании систем [Текст] / К. Капур, Л. Ламберсон. – М.: Мир, 1980. – 604 с.
13. Половко, А.М. Основы теории надежности. Практикум [Текст] / А.М. Половко, С.В. Гуров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 560 с.
14. Базовский, И. Надёжность. Теория и практика [Текст] / И. Базовский. – М.: Мир, 1965. – 350 с.
15. ДСТУ 4178-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Функційна безпечність і надійність. Вимоги та методи випробовування [Текст]. – Введ. 2003-07-01. – К.: Держстандарт України, 2003. – 32 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор Є.С. Альошинський

Сумщенко Микола Миколайович, магістрант кафедри залізничних станцій та вузлів, Українська державна академія залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42.

Бажан Арина Василівна, магістрант кафедри залізничних станцій та вузлів, Українська державна академія залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42.

Sumshenko Mykola, magistrand of Chair «Railway Stations and Junctions», Ukraine State Academy of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42.

Vajan Aryna, magistrand of Chair «Railway Stations and Junctions», Ukraine State Academy of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42.