УДК 622.278

М. І. Горбунов, д.т.н., професор
(завідувач кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля)
О. В. Просвірова,
(старший викладач кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля)
М. В. Ковтанець, к.т.н.
(доцент кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля)
К. О. Кравченко, к.т.н., доцент
(доцент кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля)

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ

Висвітлюються результати дослідження з визначення ефективних методів підвищення експлуатаційних характеристик залізничних гальмових систем з використанням експертного оцінювання. Розглядаються такі інноваційні методи підвищення ефективності гальмової системи сучасного рухомого складу: примусова подача повітря в контакт трибоелементів; примусова подача повітря, температура якого регулюється залежно від умов та режимів експлуатації; застосування колодок з порофоровими вставками; застосування колодок з ребрами охолодження; застосування гальмових накладок зовнішня поверхня яких виконана з теплорозсіюючого матеріалу; подача в зону контакту трибоелементів активаторів тертя; застосування гальмових елементів, в конструкції яких передбачені фазові переходи. Залізнична гальмова система – це складна технічна система, якість функціонування якої визначається багатьма критеріями: функціональними, надійнісними, вартісними, енергетичними, ресурсними, тимчасовими, технічними, соціальними, екологічними тощо.

Створення гальмових елементів є багатокритеріальною, статистичною, недетермінованою задачею прийняття рішення. Серед варіантів конструктивного

© Горбунов М. І. Просвірова О. В., Ковтанець М. В., Кравченко К. О., 2018

виконання та методів покращення експлуатаційних характеристик, необхідно вибирати найефективніші. Методи експертних оцінок передбачають організацію роботи з фахівцями-експертами з обробки їхніх думок, виражених у кількісній і/або якісній формі з метою підготовки інформації для особи, яка приймає рішення.

Ключові слова: *залізничний транспорт, експертне оцінювання, гальмова система, енергоефективність.*

Постановка проблеми. Ефективність гальмових засобів є однією з найважливіших умов, які визначають можливість підвищення ваги та швидкості руху поїздів, пропускної і провізної спроможності залізниць. Від властивостей і стану гальмового обладнання рухомого складу значною мірою залежить безпека руху. Існує завдання створення високошвидкісного руху як на залізницях нашої країни, так і за кордоном. Завданням сучасних досліджень, в першу чергу, є питання підвищення безпеки руху на транспорті та пошук енергетичних резервів для реалізації тих чи інших процесів.

Наразі проблема недостатньої гальмівної потужності вирішується збільшенням числа фрикційних пар, наслідком чого є збільшення ресурсо- та трудоємності, непідресореної маси, опору руху, низька ресурсоефективність. Також гостро стоїть проблема зниження рівня шуму при використанні фрикційних гальмових засобів.

Залізнична гальмова система – це складна технічна система, якість функціонування якої визначається багатьма критеріями: функціональними, надійнісними, вартісними, енергетичними, ресурсними, тимчасовими, технічними, соціальними, екологічними тощо. Створення гальмових елементів є багатокритеріальною, статистичною, недетермінованою задачею прийняття рішення. Серед варіантів конструктивного виконання та методів покращення експлуатаційних характеристик слід вибирати найефективніші.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На підставі проведеного комплексного аналізу експериментальних та теоретичних досліджень, висвітленого в роботах [1, 2], визначено, що однією з найважливіших проблем гальмових пристроїв є підтримання поверхневих температур їх пар тертя в певних межах. Перевищення допустимих температур фрикційних поверхонь призводить до втрати ними знософрикційних властивостей, спостерігається дестабілізація експлуатаційних параметрів (динамічного коефіцієнта тертя, гальмівного моменту, механічних і теплових деформацій, зносу тощо), гальмових пристроїв.

Проведені у лабораторних умовах на машині тертя і та натурних стендах випробування свідчать, що в початковий момент часу з ростом температури в контакті збільшується коефіцієнт тертя, проте при досягненні критичної температури, яка залежить від матеріалу, структури контактуючих тіл, температури навколишнього повітря та інших факторів відбувається різке падіння коефіцієнта тертя, що негативно позначається на гальмівних властивостях рухомого складу [8, 9, 10, 11]. Перед конструкторами і експлуатаційниками стоїть завдання розробки нових конструкцій гальмових елементів, які дозволяють управляти температурою в контакті, підтримувати оптимальний коефіцієнт тертя, забезпечувати високу зносостійкість поверхонь тертя.

Теорія прийняття рішень зазвичай використовується для вибору найкращого варіанта (альтернативи) серед усіх можливих щодо заданого критерію оптимальності в умовах певної невизначеності, яка потребує уточнення положення, в результаті чого нові постановки задачі прийняття рішень, а також різноманітність і вдосконалення методів вирішити цю проблему. На практиці застосовуються різні методи теорії прийняття рішень, кожен з них діє щодо певних критеріїв.

Методи експертних оцінок передбачають організацію роботи з фахівцями-експертами з обробки їхніх думок, виражених у кількісній і/або якісній формі з метою підготовки інформації для прийняття рішень особою, яка приймає рішення.

Метою роботи є аналіз структури пріоритетних методів підвищення експлуатаційних характеристик залізничних гальмових систем на основі експертного оцінювання.

Викладення основного матеріалу. Використання інформації, отриманої від фахівців, особливо доцільне, якщо для її збору, узагальнення та аналізу застосовуються спеціальні логічні прийоми та математичні методи обробки результатів, на яких основана система експертних оцінок. Це дозволяє зробити висновки про практичну корисність результатів опитування експертів в умовах реального розкиду значень відносної помилки від 1 % до 20 % та достовірності на рівні 60-95 % [3-7]. Такий метод є найбільш ефективним і дозволяє отримати адекватні результати.

Для дослідження питання, поставленого у статті, використано метод експертних оцінок. Метод експертних оцінок дозволяє працювати з недостатньо формалізованими і структурованими завданнями, де чітко не визначені алгоритми, властивості і відносини. Простота використання методу експертних оцінок, його гнучкість і можливість отримання необхідної інформації привели до його використання для оцінки варіантів удосконалення елементів гальмової системи для стабілізації температури в трибоконтактах. У групу експертів увійшли наукові та інженерно-технічні працівники університетів, депо і виробників елементів рухомого складу. Фактори оцінки інноваційних методів підвищення ефективності гальмової системи сучасного рухомого складу подані на рис. 1.

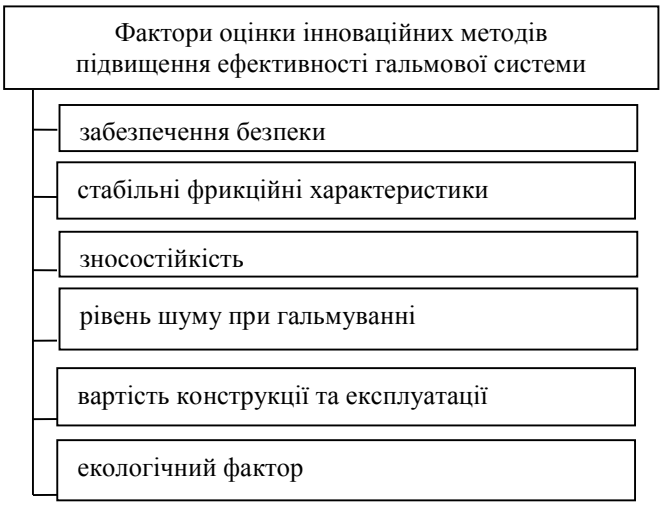

Рис. 1. **Фактори оцінки інноваційних методів підвищення ефективності гальмової системи**

Постановка задачі експертного оцінювання складається з визначення об’єкта дослідження, пропонованих експертам для оцінки об’єктів (факторів), визначення експертів та їхнього рангу компетентності. Експерти виконують оцінювання (ранжування) запропонованих об’єктів, після чого виконується математико-статичний аналіз результатів.

Дослідження з оцінювання методів підвищення експлуатаційних характеристик залізничних гальмових систем проводилося згідно з такою схемою:

1. Об'єкт дослідження – гальмові системи.

2. Кількість варіантів запропонованих експертам n=7.

Інноваційні методи підвищення ефективності гальмової системи сучасного рухомого складу такі:

– примусова подача повітря в контакт трибоелементів;

– примусова подача повітря, температура якого регулюється залежно від умов та режимів експлуатації;

– застосування колодок з порофоровими вставками;

– застосування колодок з ребрами охолодження;

– застосування гальмових накладок, зовнішня поверхня яких виконана з теплорозсіюючого матеріалу;

– подача в зону контакту трибоелементів активаторів тертя;

– застосування гальмових елементів, в конструкції яких передбачені фазові переходи.

3. В оцінці варіантів беруть участь m=11 експертів.

4. Кожен експерт має свій ранг, який визначається рівнем його компетенції і джерелами аргументації оцінки.

5. Кожен експерт проводить оцінку запропонованих варіантів.

Кожен з експертів оцінює всі фактори таким чином, що найнижча оцінка може дорівнювати 1, а найвища – кількості факторів, які розглядаються у даному оцінюванні. Якщо кожен експерт оцінює всі фактори різними числами (рангами) від 1 до кількості факторів, розглядається порядкова шкала оцінювання. Якщо експерти оцінюють фактори довільними числами з цього діапазону, має місце інтервальна шкала оцінювання.

6. Усі варіанти удосконалення гальмових елементів повинні бути розподілені по їх значущості. За думкою кожного j експерта (j = 1–m) певний фактор і (i = 1–n) має вплив різного ступеня на об'єкт дослідження. Стосовно ступеня впливу, визначеного експертом, здійснюється ранжирування факторів x_{ji}, результати якого представляють у вигляді матриці у табл. 1.

Нехай x_{ij} – оцінка фактора і, дана j-м експертом. Тоді вагомість i-го об'єкта, підрахована за оцінками всіх експертів (w_i), дорівнює:

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^{m} w_{ij}}{m}, i = \overline{1,n}, \tag{1}$$

де w_{ij} – вага i-го об'єкта, визначена за оцінками j-го експерта, дорівнює:

$$w_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} x_{ij}}, i = \overline{1,n}, j = \overline{1,m}. \tag{2}$$

У разі участі в опитуванні декількох експертів розбіжності в їхніх оцінках неминучі, проте величина розбіжності має важливе значення. Групова оцінка може вважатися достатньо надійною тільки за умови гарної узгодженості відповідей окремих фахівців.

Для аналізу розкиду і узгодженості оцінок застосовуються статистичні характеристики – міри розкиду.

Таблиця 1. **Результати експертного оцінювання**

Експерт	Фактори						
	ІМ1	ІМ2	ІМ3	ІМ4	ІМ5	ІМ6	ІМ7
1	5	7	4	3	4	2	5
2	6	7	4	3	5	4	5
3	5	6	4	4	3	3	6
4	5	6	4	3	5	2	6
5	4	6	4	3	4	3	6
6	5	7	5	2	5	4	5
7	6	7	5	3	4	4	5
8	4	7	4	4	6	3	6
9	5	6	4	3	4	3	5
10	5	7	5	4	3	4	5
11	4	7	4	3	4	4	6

Варіаційний розмах:

$$R = x_{\max} - x_{\min}, \tag{3}$$

де $x_{\max}$ – максимальна оцінка об’єкта; $x_{\min}$ – мінімальна оцінка об’єкта.

Середнє квадратичне відхилення, обчислюване за відомою формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{m}(x_j - \bar{x}_э)^2}{m-1}}, \tag{4}$$

де x_j – оцінка, дана j-м експертом; m – кількість експертів.

Коефіцієнт варіації, який зазвичай виражається у відсотках:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}_э} \cdot 100\%. \tag{5}$$

Результати статистичного аналізу наведені у табл. 2. Зважаючи на отримані значення, можемо зробити висновок про задовільну узгодженість оцінок експертів.

Висновки і перспективи подальшого використання. У результаті проведеного експертного дослідження здійснено оцінювання інноваційних методів підвищення ефективності гальмової системи сучасного рухомого складу. Встановлено, що найперспективнішим методом підвищення ефективності гальмування є подача повітря з регульованою температурою залежно від умов гальмування і експлуатації. Даний метод отримав найбільший ранг 0,237. Однак інші методи можна також вважаються перспективними, оскільки різниця оцінок незначна. Найменший ефект на стабілізацію температури між трибоелементами, згідно з думкою експертів, мають ребра охолодження колодок (сума рангів становить 0,114).

Це інноваційне рішення ефективно буде працювати в парі з іншим методом, наприклад, з подачею охолодженого повітря. Ребра поверхонь дозволять посилити ефект охолодження і направити повітря безпосередньо на поверхню тертя. Також

можлива додаткова установка елементів на диски і колодки, що призведе до збільшення притоку повітря у зону контакту.

Таблиця 2. **Результати статистичного аналізу**

Показник	Фактори						
	ІМ1	ІМ2	ІМ3	ІМ4	ІМ5	ІМ6	ІМ7
Очікуване значення	4,909	6,636	4,273	3,182	4,273	3,273	5,455
Вага фактора	0,175	0,237	0,153	0,114	0,153	0,117	0,195
Варіаційний розмах	2	1	1	2	3	2	1
Середньоквв. відхилення	0,905	0,651	0,603	0,778	1,168	1,015	0,674
Коефіцієнт варіації	18,4	9,8	14,1	24,5	27,3	31	12,4

Згідно з ранжируванням важливе значення має застосування колодок у яких запроваджено матеріали з фазовим переходом, що дозволяє провести миттєвий відбір теплоти від контакту. Застосування порофорових вставок у конструкції колодки також дозволяє значно охолодити контакт за рахунок утворення при терті охолоджуючого газу. Немало значущим технічним рішенням є застосування теплорозсіюючих матеріалів в конструкції гальмових систем. Дана конструкція дозволяє постійно проводити відтік тепла від поверхні тертя. При подачі додатково потоку повітря на теплорозсіюючий матеріал можна досягти більшої ефективності стабілізації температури. Запропоновані методи відрізняються новизною розроблених рішень, представляють теоретичну та практичну цінність у напрямі вдосконалення експлуатаційних характеристик гальм, що матиме велике значення в стратегічному розвитку залізничного транспорту в цілому.

Подяка. Дослідження проводилися на підставі науково дослідної роботи «Створення багатофункціональних наукомістких методів енергетичного управління інженерією поверхонь контакту «колесо – рейка» для забезпечення еколого-ефективної передачі потужності» (№ держ. реєстрації 0117U000561), що фінансуються Міністерством освіти і науки України. Публікація містить результати досліджень, проведених за грантом Президента України за конкурсним проектом Ф70 «Створення багатофункціональних наукоємних методів і інструментів комплексного керування системою «колесо – гальмо – рейка» для запобігання аварійним ситуаціям, усунення ризику екологічних катастроф» (№ держ. реєстрації 0117U006252) Державного фонду фундаментальних досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Горбунов М.І.* Аналіз технічних рішень по підвищенню енергорозсіюючої спроможності елементів гальмових систем / М.І. Горбунов, К.О. Кравченко, О.В. Просвірова // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: в 2-х ч. Ч.1. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2013. – № 18(207) – С. 57-61.

2. *Горбунов М.І.* Технічні рішення по стабілізації температури фрикційних елементів гальм / М.І. Горбунов, К.О. Кравченко, О.С. Ноженко, О.В. Просвірова // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.– Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2013 – № 4(193) – С. 68 – 72.

3. *Бар Б.* Моделі, алгоритми і програми інженерії знань для прийняття рішень в умовах імовірнісних даних /Борис Бар/ автореф. дис… канд. техн.: 01.0.5.04; Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського «ХАІ». – Харків, 2000. − 26 с.

4. *Топал А.С.* Моделі та методи автоматизованої підтримки прийняття рішень щодо технологічної підготовки складального виробництва в літакобудуванні / А.С. Топал // автореф. дис… канд. техн.: 05.13.06; Національний аеро-космічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ». – Харків, 2006.

5. *Ларичев О.И.* Наука и искусство принятия решений / О.И. Ларичев / – М.: Наука, 1979 – 200 с.

6. *Батищев Д.И.* Методы оптимального проектирования/Д.И. Батищев //–М.: Радио и связь, 1984.–248 с.

7. Исследование операций: В 2-х томах; Пер. с англ. / Под редакцией Дж. Моудера, С. Элмаграби. – М.: Мир, 1981.–Т. 1: Математические основы и математические методы. –712 с.

8. *Фомін О.В.* Аналіз доцільності застосування шестигранних порожнистих профілів в якості складових елементів несучих систем напіввагонів/ О.В. Фомін // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна: науковий журнал. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ ім. В. Лазаряна, 2014. – Вип. 6(54). – С. 146-153.

9. *Фомін О.В.* Варіаційне описання конструктивних виконань вантажних вагонів/ О.В. Фомін, А.В. Гостра // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту Міністерства освіти і науки України: Серія «Транспортні системи і технології». – Київ: ДЕТУТ, 2015. – Вип. 26 – 27. – С. 137-147.

10. *Gorbunov M.* Research to improve traction and dynamic quality of locomotives / Mykola Gorbunov, Vaclav Pistek, Maksym Kovtanets, Olena Nozhenko, Sergii Kara, Pavel Kučera // JVE International LTD. Vibroengineering Procedia. – 2017. – Vol. 13, ISSN 2345-0533. – P. 159-164.

11. *Gerlici J.* Slipping and skidding occurrence probability decreasing by means of the friction controlling in the wheel-braking pad and wheel-rail contacts / J. Gerlici, M. Gorgunov, K. Kravchenko, R. Domin, M. Kovtanets, T. Lack // «Manufacturing Technology». April 2017, Vol. 17, No 2. – p. 179-186.

REFERENCES

1. Gorbunov N.I., Kravchenko K.A., Prosvirova O.V. *Analiz tekhnichnykh rishen po pidvyschennyu enerhorozsiyuyuchoyi spromozhnosti elementiv halmovykh system* [Analysis of technical solutions to improve energoresursu ability of braking systems], Vestnik of East-Ukrainian national University named after Volodymyr Dahl: in 2 p. p. 1. No. 18(207). Lugansk, VDEUNU, 2013. P. 57-61.

2. Gorbunov N.I., Kravchenko K.A., Nozhenko O.S., Prosvirova O.V. *Tekhnichni rishennya po stabilizatsiyi temperatury fryktsiynykh elementiv halm* [Technical solutions for temperature stabilization of the friction elements of the brakes], Gorbunov M. I., K. A. Kravchenko, A. S. Nozhenko, A. V. Prosvirov, Vestnik of East-Ukrainian national University named after Volodymyr Dahl No. 4(193). Lugansk, VDEUNU, 2013. P. 68 – 72.

3. Bar B. *Modeli, algoritmi i programi inzheneriyi znan dlya priynyattya rishen v umovah imovirnisnih danih* [Models, algorithms, and software engineering knowledge for decision-making under conditions of probabilistic data] B. Bar, Cand. dis.: 01.0.5.04; National Aerospace University named after N. Zhukovsky «Khai», Kharkov, 2000, 26 p.

4. Topal A. S. *Modeli ta metodi avtomatizovanoyi pidtrimki priynyattya rishen schodo tehnologichnoyi pidgotovki skladalnogo virobnitstva v litakobuduvanni* [Models and methods for automated decision support for the technological preparation of Assembly manufacture in Aeronautics] A. S. Topal, Cand. dis.: National Aerospace University named after N. Zhukovsky «Khai», Kharkov, 2006, 26 p.

5. Larichev O. I. *Nauka i iskusstvo prinyatiya resheniy* [Science and art of decision making] O. I. Larichev, M.: Nauka, 1979, 200 p.

6. Batishchev D.I. *Metody optimalnogo proektirovaniya* [Methods of optimal design] D. I. Batishchev, M.: Radio and communication, 1984, 248 p.

7. *Issledovanie operatsiy* [Operations research: In 2 volumes. Under the editorship of John.Modera, S., Elmaghraby.] – M.: Mir, 1981.Vol. 1: Mathematical foundations and mathematical methods. 712 p.

8. Fomin O.V. Analiz dotsilnosti zastosuvannia shestyhrannykh porozhnystykh profiliv v yakosti skladovykh elementiv nesuchykh system napivvahoniv [Analysis of the appropriateness of the use of hexagonal hollow profiles as components of the bearing systems of gondola cars] // *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu im. akademika V. Lazariana, Nauka ta prohres transportu*, 2014, № 6 (54), pp. 146–153.

9. Fomin O.V., Gostra A.V. Variacijne opisannja konstruktivnih vikonan' vantazhnih vagoniv [Variations describe the structural designs of freight cars] // *Proceedings of the State Economic and Technological University of Transport, Ministry of Education and Science of Ukraine series «Transport systems and technologies»*. – Kyiv: DETUT, 2015, Vyp.26-27, pp. 137 – 147.

10. Gorbunov M., Pistek V., Kovtanets M., Nozhenko O., Kara S., Kučera P. Research to improve traction and dynamic quality of locomotives / *JVE International LTD. Vibroengineering Procedia*, Sep 2017, Vol. 13, ISSN 2345-0533, pp. 159 – 164.

11. Gerlici J., Gorgunov M., Kravchenko K., Domin R., Kovtanets M., Lack T. Slipping and skidding occurrence probability decreasing by means of the friction controlling in the wheel-braking pad and wheel-rail contacts / *Manufacturing Technology,* April 2017, Vol. 17, No 2, pp. 179 – 186.

Н. И. Горбунов, д.т.н., профессор

(заведующий кафедры железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин, Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля)

О. В. Просвирова

(старший преподаватель кафедры железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин, Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля)

М. В. Ковтанец, к.т.н.

(доцент кафедры железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин, Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля)

К. А. Кравченко, к.т.н., доцент

(доцент кафедры железнодорожного, автомобильного транспорта и подъемно-транспортных машин, Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОРМОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

Освещаются результаты исследования по определению эффективных методов повышения эксплуатационных характеристик железнодорожных тормозных систем с использованием экспертного оценивания. Рассматриваются следующие инновационные методы повышения эффективности тормозной системы современного подвижного состава: принудительная подача воздуха в контакт трибоэлементов; принудительная подача воздуха, температура которого регулируется в зависимости от условий и режимов эксплуатации; применение колодок с порофоровыми вставками; применение колодок с ребрами охлаждения; применение тормозных накладок, внешняя поверхность которых выполнена из теплорассеивающего материала; подача в зону контакта трибоэлементов активаторов трения; применение тормозных элементов, в конструкции которых предусмотрены фазовые переходы. Железнодорожная тормозная система представляет собой сложную техническую систему, качество функционирования которой определяется многими критериями: функциональными, надежностными, стоимостными, энергетическими, ресурсными, временными, техническими, социальными, экологическими и т д.

Создание тормозных элементов является могокритериальной, статистической, недетерминированной задачей принятия решения. Среди вариантов конструктивного исполнения и методов улучшения эксплуатационных характеристик, необходимо выбирать наиболее эффективные. Методы экспертных оценок предполагают организацию работы со специалистами-экспертами с обработкой их мнений, выраженных в количественной и/или качественной форме с целью подготовки информации для лица, которое принимает решение.

Ключевые слова: *железнодорожный транспорт, экспертное оценивание, тормозная система, энергоэффективность.*

Nikolai I. Gorbunov, PhD, Professor
(Head of the Department of Railway and road transport, lift and care systems, V. Dahl East Ukrainian National University)
Olga V. Prosvirova,
(senior teacher of the Department of Railway and road transport, lift and care systems, V. Dahl East Ukrainian National University)
Maxim V. Kovtanets, Ph. D.,
(associate Professor of the Department of Railway and road transport, lift and care systems, V. Dahl East Ukrainian National University)
Ekaterina O. Kravchenko, Ph. D., Assoc. Professor
(associate Professor of the Department of Railway and road transport, lift and care systems, V. Dahl East Ukrainian National University)

IDENTIFICATION OF PROMISING METHODS TO IMPROVE THE BRAKING PERFORMANCE WITH THE USE OF EXPERT ASSESSMENT

The paper highlights the results of a study to determine effective methods of improving the service characteristics of rail brake systems using expert evaluation. Discusses the following innovative methods to improve the performance of brake systems of modern rolling stock: a forced air flow in contact friction elements; forced air supply, the temperature of which is regulated depending on conditions and modes of operation; the use of pads with porophore inserts; the use of pads with cooling fins; the application of the brake linings, the outer surface of which is made of heat dissipating material; flow in the contact area of friction elements activators of friction; the application of the brake elements in the design that provides phase transitions. The railway brake system is a complex technical system, the quality of functioning of which is determined by many criteria: functionality, reliability, cost, energy, resources, time, technical, social, environmental, etc.

The creation of the brake elements is several criteria, statistical, non-deterministic decision task. Among the variants of the structural design and methods of improvement of operational characteristics, it is necessary to choose the most effective. Methods of expert assessments suggest the organization of work with specialists-experts with the processing of their opinions, expressed in quantitative and/or qualitative form for the preparation of information for decision making person makes a decision.

Keywords: *railway transport, expert evaluation, brake system, energy efficiency.*

Стаття надійшла до редакції 21.11.2017 р.