

УДК 629.4.077

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕНЬ З УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ГАЛЬМІВНОГО ОБЛАДНАННЯ

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

DETERMINING PERSPECTIVE TENDENCIES OF RAILWAY BRAKING EQUIPMENT IMPROVEMENT METHODS

Gorbunov N., Prosvirova O., Kravchenko K., Kovtanets M.

Згідно з пріоритетними напрямками розвитку міжнародної залізничної системи розроблені методи підвищення енергоефективності та безпеки руху за рахунок управління фрикційною передачею «колесо-рейка», управління трибологічними і теплофізичними процесами фрикційних елементів гальм. Запобігання юзу, надійність екстреного гальмування, забезпечення стабільного коефіцієнта зчеплення колеса з рейкою - важливі завдання, вирішення яких сприятиме значному зниженню ризику виникнення аварійних ситуацій, підвищенню рівня безпеки пасажирів, збереження вантажів, уникненню екологічних катастроф. Впровадження запропонованих інноваційних методів управління температурою гальмових фрикційних поверхонь сприятиме подальшому розвитку високошвидкісного руху залізничного транспорту.

Ключові слова: залізничний транспорт, принципи розвитку, експертне оцінювання, гальмівна система, енергоефективність.

Вступ. Розвиток залізничного транспорту висуває підвищені вимоги до збільшення вагових норм і швидкостей руху поїздів, до умов реалізації яких належать стабілізація коефіцієнта зчеплення коліс локомотива з рейками, підвищення ефективності гальмування залізничного транспортного засобу, оптимізація фрикційної взаємодії коліс локомотива з рейками при екстреному гальмуванні, зменшення додаткових витрат потужності залізничного транспорту в різних режимах руху, підвищення енергоспоживачої спроможності фрикційних елементів гальм. Здатність залізничного транспорту забезпечувати захист життя пасажирів, збереження вантажів і навколишнього середовища в цілому визначає його розвиток і досягнення ним провідних позицій на ринку перевезень.

Діяльність залізничного транспорту як частини єдиної транспортної системи країни сприяє нормальному функціонуванню всіх галузей суспільного виробництва, соціальному і економічному розвитку та зміцненню обороноздатності держави, міжнарод-

ному співробітництву України. Конкурентоспроможність галузі залізничного транспорту підвищиться впровадженням інноваційних рішень у системі конструювання й експлуатації локомотивів.

До гальмових засобів пред'являються високі вимоги відповідності постійно підвищуваним швидкостям руху поїздів. До числа найбільш важливих проблем широко використовуваної конструкції колodкового гальма, яка передбачає взаємодію гальмової колодки з поверхнею катання коліс, відноситься негативний вплив нагрівання поверхні катання колеса на коефіцієнт зчеплення з рейкою, знос коліс, ризик провороту бандажів відносно колісного центра.

Дискові гальма використовуються для забезпечення достатньої гальмівної потужності та безпеки при швидкісному русі. Сучасні дослідження дискових гальм мають декілька важливих напрямів, серед яких:

- підвищення коефіцієнта зчеплення коліс з рейками при їх використанні;
- зменшення впливу несприятливих атмосферних умов на роботу гальм;
- створення гальмівних накладок з високим стабільним коефіцієнтом тертя і великий зносостійкістю;
- розробка надійної і довговічної конструкції гальмівних дисків, що забезпечують ефективне розсіювання енергії.

Використання дискових гальм набуває все більшого поширення, адже потрібна гальмова потужність не досягається за допомогою колodкових гальм. Експлуатація колodкових гальм на високих швидкостях також є небезпечним через суттєве збільшення зносу коліс. Експлуатація рухомого складу з дисковими гальмами виявила ряд істотних недоліків конструкції елементів фрикційної пари: спроектована без відповідних розрахункових обґрунтувань вентиляційна система гальмівних дисків не забезпе-

чує ефективну тепловіддачу і значно підвищує опір руху поїзда.

Постановка проблеми. Розробка принципів стратегічного розвитку залізничного транспорту – складна багаторівнева задача, вирішенням якої займаються провідні світові фахівці. Відповідність напряму дослідження пріоритетам стратегічного розвитку в значній мірі визначає його перспективи розвитку та впровадження у виробництво.

Ефективність гальмових засобів є однією з найважливіших умов, які визначають можливість підвищення ваги та швидкості руху поїздів, пропускної і провізної спроможності залізних доріг. Від властивостей і стану гальмового обладнання рухомого складу в значній мірі залежить безпека руху.

Перевищення допустимих температур фрикційних поверхонь призводить до втрати ними знософрикційних властивостей, спостерігається дестабілізація експлуатаційних параметрів (динамічного коефіцієнта тертя, гальмового моменту, механічних і теплових деформацій, зносу і т.д.) гальмових пристроїв. Самовентиляція дискових гальм створює додатковий опір руху та призводить до витрат до 10% додаткової потужності. Зважаючи на це, доцільно для забезпечення вимог щодо стабілізації температури фрикційної пари гальм застосовувати нові перспективні методи адаптивного охолодження, керування вентиляцією та самовентиляцією гальм.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В статті приймаються до розгляду результати намічених на 83-й генеральній асамблеї Міжнародного союзу залізниць (МСЗ) стратегічні принципи розвитку світової залізничної системи на перспективу до 2050. Відштовхуючись від намічених принципів, проведено спільне дослідження наукових організацій-учасників з метою визначення пріоритетних напрямів наукових досліджень, розробка яких буде сприяти ефективному розвитку залізничного транспорту. На основі 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 при забезпеченні високої енергоефективності.

Метою статті є аналіз пріоритетів стратегічних напрямів досліджень в галузі залізничного транспорту, оцінка значення і потенціалу перспективних методів підвищення ефективності роботи гальмового обладнання управлінням температурою фрикційних поверхонь в різних режимах руху.

Результати досліджень. На 83-й генеральній асамблеї МСЗ намічені наступні стратегічні принципи розвитку світової залізничної системи на перспективу до 2050 року [3, 7].

Поєднаність. Залізниці - основа взаємозв'язаної та безшовної транспортної системи.

Інтероперабельність. Залізничні технології адаптуються під різні об'єми попиту, вимоги ринку, продуктів, області експлуатації.

Продуктивність. Залізничний транспорт поєднує високу провізну спроможність з можливістю обслуговування дрібних клієнтів.

Стійкість. Залізниці надають ефективне рішення для стійкої мобільності та роблять значний внесок в скорочення емісії парникових газів.

Безпека. Залізничний транспорт - найбезпечніший вид транспорту.

Конкурентоспроможність. Залізничний транспорт - конкурентоспроможний і життєздатний вибір серед видів транспорту за вартістю і якістю послуг.

Привабливість. Пасажири та перевізники отримують послуги стабільно високого рівня.

Керуючись означеними принципами, установи-учасники провели дослідження, спрямоване на визначення пріоритетних напрямів наукових досліджень, розробка яких буде сприяти ефективному розвитку залізничного транспорту.

З використанням методики експертного оцінювання, в рамках дослідження МСЗ проведена обробка близько ста анкет опитування галузевих наукових працівників з країн-учасників дослідження, які поєднують індивідуальний дослідницький досвід поряд з досвідом вирішення конкретних завдань залізничної галузі в своїх державах.

За основним кластерами розвитку складено детальний список напрямів досліджень, який було надано експертам для оцінювання (табл. 1).

Таблиця 1

Кластери та напрями досліджень

Рухомий склад
Конструкція рухомого складу високої продуктивності
Нові матеріали і виробничі процеси для рухомого складу
Стійка конструкція рухомого складу
Внутрішнє оснащення поїздів
Система як ціле
Безпека руху та особиста безпека пасажирів
Інтегровані системи для пасажирських і вантажних перевезень
Збільшення пропускної здатності
Залізничні системи майбутнього
Враження клієнта
Інфраструктура
Технології для моніторингу шляху рухомого складу і сумісність (запобігання сходу з рейок і т. д.)
Розробка нових матеріалів і технологій для інфраструктури
Взаємодія в системі колесо-рейка
Управління активами
Енергоефективність, екологія
Оптимізація енергоспоживання в залізничних системах
Шум і вібрація
Скорочення шкідливих викидів від дизельного рухомого складу
Взаємодія між залізничними енергетичними системами і інтелектуальними енергосистемами
Інтелектуальні системи
ERTMS рівень 2/3 (GSM): Економічна рентабельність для вантажного транспорту
Управління інформацією
Інтелектуальні автоматизовані системи управління рухом

Для визначення затребуваних напрямків досліджень експерти:

– попарно порівняли кожен напрямок з усіма іншими, з точки зору пріоритетності виставляючи 1 бал більш пріоритетному і 0 балів менш пріоритетному напрямку досліджень (якщо обидва мають однаковий пріоритет – виставлялось по 0,5 бала).

– за методом рангової кореляції розставили бали всім напрямкам від 100 для самого пріоритетного – до 5 для найменш пріоритетного, на думку експерта;

– присвоїли напрямкам відповідні місця від 1-го до 20-го.

Аналіз результатів експертного опитування показав, що найбільш затребуваними виявилися напрямки:

1. Стійка конструкція рухомого складу (кластер «Рухомий склад»).
2. Безпека руху та особиста безпека пасажирів (кластер «Система як єдине ціле»).
3. Технології для моніторингу шляху рухомого складу і сумісність (кластер «Інфраструктура»).
4. Розробка нових матеріалів і технологій для інфраструктури (кластер «Інфраструктура»).
5. Нові матеріали і виробничі процеси для рухомого складу (кластер «Рухомий склад»).
6. Взаємодія в системі колесо-рейка (кластер «Інфраструктура»).

Задача підвищення ефективності гальмування та збільшення енергоефективності гальм відповідає низці найбільш пріоритетних напрямків досліджень («Стійка конструкція рухомого складу», «Безпека руху та особиста безпека пасажирів», «Взаємодія в системі колесо-рейка», «Оптимізація енергоспоживання» та ін.), тобто належить до напрямків досліджень з високим пріоритетом в структурі стратегічних принципів розвитку світової системи залізничного транспорту.

За результатами аналізу пріоритетних напрямків досліджень, можна виділити закономірність з найбільшою концентрацією і затребуваністю напрямків у рамках наукових кластерів «Інфраструктура» та «Рухомий склад». Експерти-фахівці визначають надійну і безпечну роботу інфраструктури та рухомого складу як основу ефективного функціонування залізничного транспортного комплексу.

На основі експертного оцінювання у розробленій системі прийняття рішень [4] авторами створено способи підвищення енергоефективності гальмових пристроїв, які включають:

- системи адаптивного охолодження дискових гальм, що перешкоджають самовентиляції в режимах роботи, які не потребують охолодження, що дозволяють знизити додаткові витрати потужності до 10% [8-10];

- систему охолодження і подачі стисненого повітря з гальмової магістралі в гальмівний трибоконтакт колодкового і дискового гальма для охолодження фрикційних поверхонь і видалення продуктів зносу із зони контакту [6, 11];

- систему подачі активного газоподібного середовища в гальмовий трибоконтакт колодкового і дискового гальма для охолодження фрикційних поверхонь і видалення продуктів зносу із зони контакту [5, 12, 13].

Система подачі стисненого повітря в фрикційний контакт. Охолодження, видалення продуктів зносу з фрикційного контакту забезпечується завдяки подачі стисненого повітря з гальмівної магістралі в гальмівну колодку (накладку) з системою отворів на фрикційній поверхні (рис. 1).

Проблема охолодження фрикційної пари, поліпшення гальмівних характеристик транспортного залізничного засобу може бути вирішена шляхом ефективного використання стисненого повітря, яке стравлюється з гальмівного циліндру при гальмуванні, охолодження гальмової колодки й робочої поверхні колеса та віднесення продуктів фрикційного зносу з контакту «гальмівний диск – накладка».

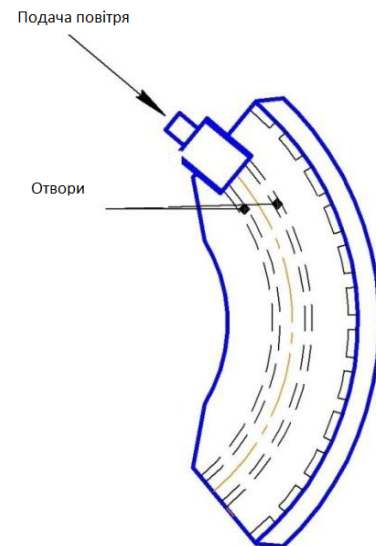


Рис. 1. Гальмова накладка з отворами та канавками для подачі стисненого повітря

Для цього стиснене повітря з гальмівного циліндру через розподільник повітря та зворотний клапан стравлюється в сильфон, при наступному гальмуванні спрацьовує регульований клапан, який пов'язує гальмову колодку з сильфоном, за допомогою якого акумульоване повітря по гумовому трубопроводу через виконані в гальмівній колодці отвори та жолобоподібні канали подається в зону фрикційного контакту, охолоджує його і відносить продукти зносу у довкілля. Охолодження стисненого повітря, що подається в зону фрикційного контакту, забезпечується використанням вихрової труби Ранка-Хілша у системі подачі акумульованого повітря.

Авторами проведено чисельне визначення факторів, які впливають на процес подачі стисненого повітря між гальмівним диском і гальмівними накладками в процесі гальмування і динаміку їх дії таким чином, щоб сила протидії з боку стисненого повітря не призводила до погіршення основних пара-

метрів фрикційної взаємодії між гальмовим диском та накладкою [8].

Забезпечення гальмівних колодок вставками з газотворюючих матеріалів - порофорів. Під дією високої температури під час гальмування в колодці починається процес термічного розкладання елементів з порофору (рис. 2), що призводить до виділення газових продуктів.

Одним з основних продуктів розкладання є азот, що взаємодіє з тонкими поверхневими шарами фрикційних вузлів. Це забезпечує ефективне охолодження і позитивно впливає на фрикційні властивості пари тертя - підвищує коефіцієнт зчеплення, зміцнює і стабілізує поверхню матеріалів, тим самим, підвищуючи їх довговічність і зносостійкість.

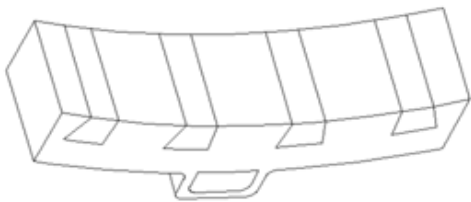


Рис. 2. Гальмова колодка з вставками з порофору

Усунення самовентиляції дискового гальма у режимах тяги і вибігу. Вихідні або входні отвори вентиляційних каналів дискових гальм пропонується закривати за допомогою пластин з матеріалу з ефектом пам'яті форми чи біметалічними пластинами. Кожен фрикційний диск виконується з двох частин (дисків), з'єднаних між собою болтами. По зовнішньому краю фрикційного диска між його частинами біля вихідних отворів вентиляційних каналів встановлюються пластини з матеріалу з ефектом пам'яті форми, які в початковому положенні (коли охолодження не потрібно) закривають вентиляційні канали, а при нагріванні - відкриваються на 135° , що сприяє охолодженню диска, в тому числі і зовнішньої його частини, а також фрикційного контакту диска і гальмівних накладок за рахунок виникаючих турбулентних потоків набігаючого повітря.

Висновки. За результатами намічених стратегічних принципів розвитку світової залізничної системи, аналізу експертного опитування фахівців дослідних організацій у сфері залізничного транспорту, підвищення ефективності роботи гальмового обладнання є одним з найважливіших факторів для підвищення швидкостей руху, безпеки та енергоефективності залізничного транспорту. Запропоновані інноваційні методи управління температурою гальмових фрикційних поверхонь сприятимуть подальшому розвитку високошвидкісного руху локомотивів. Ці методи відрізняються новизною розроблених рішень, представляють теоретичну та практичну цінність в напрямку вдосконалення експлуатаційних характеристик гальм, що матиме велике значення

для стратегічного розвитку залізничного транспорту в цілому.

Л і т е р а т у р а

1. Горбунов М.І. Аналіз технічних рішень по підвищенню енергорозсіючої 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: СХУ 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: СХУ ім. В. Даля, 2013 – № 4(193) – С. 68 – 72.
3. Лapidус Б.М. Приоритетные направления железнодорожных исследований в рамках глобальной экономики / Б.М. Лapidус // Бюллетень ОУС ОАО «РЖД». №5, 2013. – С. 1-10.
4. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 45058 від 06.08.2012. Комп'ютерна програма «Прийняття рішень у задачах залізничного транспорту з використанням методу експертних оцінок» / Горбунов М.М., Ковтанець М.В., Кравченко К.О., Просвірова О.В.
5. Пат. 91595 Україна МПК (2014.01): F16D 69/00. Спосіб взаємодії гальмівної колодки із колесом залізничного транспортного засобу / Горбунов М.І., Кравченко К.О., Ноженко В.С., Просвірова О.В., заявник і власник СХУ ім. В.Даля. – опубл. 10.07.2014, бюл. № 13/2014.
6. Пат. 109064 Україна МПК (2015.01): B61H 1/00, F16D 65/04 (2006.01), F16J 3/00. Спосіб гальмування локомотива та система для його здійснення / Горбунов М.І., Кравченко К.О., Просвірова О.В., Слюсарева Л.О.; заявник і власник СХУ ім. В.Даля. – опубл. 10.07.2015, бюл. № 13/2015.
7. Горбунов Н.И. Методология инновационного развития железнодорожного транспорта / Н.И. Горбунов, М.В. Ковтанец, Р.Ю. Демин // Вісник СХУ ім. В. Даля. – 2014. – № 3 (210). – С. 22-28.
8. Горбунов Н. Анализ конструктивных особенностей железнодорожных тормозов и методы совершенствования процесса их функционирования / Горбунов Н., Краченко Е., Демин Р., Ноженко Е., Просвірова О. // ТЕКА Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture Vol. 13, No. 3, Poland 2013. – р. 63 - 67.
9. Горбунов Н., Ковтанец М., Ноженко В., Просвірова О. Анализ влияния струйно-абразивного потока параметров на коэффициент трения колеса и рельса.// ТЕКА Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture Vol. 13, No. 3, Poland 2013 Lublin – Lugansk, н.м. база "Agro" database. – р. 68 - 74.
10. Кравченко Е. Влияние локомотивных эксплуатационных характеристик на колеса в контакте с рельсами / Кравченко Е., Горбунов Н., Сосновенко С., Просвірова О., Брагин Н. // ТЕКА Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture Vol. 12, No. 4, Poland 2012. – р. 108 - 112.
11. Горбунов Н., Просвірова О., Кравченко Е. Анализ торможения железнодорожного транспортного средства и оценка эффективности технических решений с использованием риск-ориентированных методов технических систем. ТЕКА Commission of Motorization and

Power Industry in Agriculture Poland 2014, Lublin – Lugansk. Vol. 14, No. 1, p. 73 - 85.

12. Горбунов Н., Кравченко Е., Просви́рова О., Ноженко Е., Ковтанец М., Мокроусов С., Кара С. Способ определения параметров усовершенствования железнодорожных тормозного оборудования // ТЕКА. COMMISSION OF MOTORIZATION AND ENERGETICS IN AGRICULTURE 2015, Vol. 15, No.2, 33-38
13. Демин Р., Горбунов Н., Ковтанец М., Ноженко В., Кравченко Е., Просви́рова О., Черников В. // ТЕКА. COMMISSION OF MOTORIZATION AND ENERGETICS IN AGRICULTURE 2015, Vol. 15, No.2, 39-44

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. Lapidus B.M. Prioritetnye napravlenyya zheleznodorozhnykh issledovaniy v ramkakh globalnoy ekonomiki [Priority directions of railway research in the global economy] / Lapidus B.M. // [Bulletin of the JSC RZD]. No. 5, 2013. – S. 1-10.
4. Gorbunov N.I., Kovtanets M.V., Kravchenko K.A., Prosvirova O.V. Komp'yuterna prohrama «Prynyattya rishen u zadachakh zaliznychnoho transportu z vykorystannyya metodu ekspertnykh otsinok» [The computer program "decision Making in problems of railway transport with the use of expert evaluation method"]. The certificate of copyright registration UA, no. 45058, 2012
5. Gorbunov N.I., Kravchenko K.A., Nozhenko V.S., Prosvirova O.V. Sposib vzayemodiyi halmivnoyi kolodky iz kolesom zaliznychnoho transportnoho zasobu [The method of interaction of the brake pads with the wheel of the rail vehicle] Patent UA, no. 91595, 2014.
6. Gorbunov N.I., Kravchenko K.A., Prosvirova O.V., Slusareva L.A. Sposib halmuvannya lokomotyva ta systema dlya yoho zdiysnennya [The method of braking a locomotive and system for its implementation] Patent UA, no. 109064, 2015.
7. Gorbunov N.I., Kovtanets M.V., Dyomin R.Y. Metodologiya innovatsionnogo rozvitiya zheleznodorozhnoho transporta [Methodology of railway transport innovative development] / Vestnik of East-Ukrainian national University named after Volodymyr Dahl No. 3(210). Lugansk, VDEUNU, 2014. P. 57-61.
8. Gorbunov N. Analysis of the constructive features of railway brakes and methods of improving the process of their functioning / N. Gorbunov, E. Kravchenko, R. Demin, O. Nogenko, O. Prosvirova // TEKA Commission of Motori-

zation and Power Industry in Agriculture Vol. 13, No. 3, Poland 2013. – p. 63 - 67.

9. Nickolay Gorbunov, Maksim Kovtanets, Volodymyr Nozhenko, Olga Prosvirova Analysis of the influence of jet-abrasive flow parameters on wheel and rail friction coefficient.// TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture Vol. 13, No. 3, Poland 2013 Lublin – Lugansk, н.м. база “Agro” database. – p. 68 - 74.
10. Kravchenko C. Influence of locomotive operating characteristics on wheels in contact with the rails / C. Kravchenko, N. Gorbunov, S. Sosnovenko, O. Prosvirova, N. Bragin // TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture Vol. 12, No. 4, Poland 2012. – p. 108 - 112.
11. Nickolay Gorbunov, Olga Prosvirova, Ekaterina Kravchenko. Analysis of railway vehicle braking and assessment of technical solutions efficiency using risk-based methods for technical systems. TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture Poland 2014, Lublin – Lugansk. Vol. 14, No. 1, p. 73 - 85.
12. N. Gorbunov , E. Kravchenko, O. Prosvirova, O. Nozhenko, M. Kovtanets, S. Mokrousov, S. Kara. Method of determining the parameters of improved railway brake equipment // TEKA. COMMISSION OF MOTORIZATION AND ENERGETICS IN AGRICULTURE 2015, Vol. 15, No.2, 33-38
13. R. Domin, N. Gorbunov, M. Kovtanets, V. Nozhenko, E. Kravchenko, O. Prosvirova, V. Chernikov. Supplying system abrasive material with automatic dosing control // TEKA. COMMISSION OF MOTORIZATION AND ENERGETICS IN AGRICULTURE 2015, Vol. 15, No.2, 39-44

Горбунов Н.И., Просви́рова О.В., Кравченко К.О., Ковтанец М.В. Перспективные направления исследований по совершенствованию железнодорожного тормозного оборудования.

В соответствии с приоритетными направлениями развития международной железнодорожной системы разработана система методов повышения энергоэффективности и безопасности движения за счет управления фрикционной передачей «колесо-рельс», управления трибологическими и теплофизическими процессами фрикционных элементов тормозов. Предотвращение юза, надежность экстренного торможения, обеспечения стабильного коэффициента сцепления колеса с рельсом - важные задачи, решение которых способствует значительному снижению риска возникновения аварийных ситуаций, приводящих к негативным экологическим последствиям. Предложенные инновационные методы управления температурой тормозных фрикционных поверхностей будут способствовать дальнейшему развитию высокоскоростного движения локомотивов.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, стратегические принципы, экспертное оценивание, тормозная система, энергоэффективность

Gorbunov N., Prosvirova O., Kravchenko K., Kovtanets M. Determining perspective tendencies of railway braking equipment improvement methods.

In accordance with priority directions of development of international railway systems was developed a system of methods for increasing the efficiency and traffic safety by controlling the friction transmission "wheel-rail", control tribological and thermophysical processes of the friction elements

of the brakes. Prevent skidding and reliability of the emergency braking, to ensure stable cohesion coefficient of wheel and rail, is an important task, the solution of which contributes to a significant reduction in the risk of accidents leading to negative environmental consequences. The proposed innovative methods to manage the temperature of the brake friction surfaces will contribute to the further development of high-speed locomotives.

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

Горбунов М.І. – д.т.н., проф. професор кафедри залізничного транспорту, Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля;

Просвірова О.В. – м.н.с., Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля;

Кравченко К.О. – к.т.н., доц., доцент кафедри залізничного транспорту, Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля;

Ковтанець М.В. – к.т.н., ст. викл. кафедри залізничного транспорту, Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля).

Рецензент: д.т.н., проф. **Марченко Д.М.**

Стаття подана 22.03.2016