

УДК 629.4.077-592

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.153.2015.64699>

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ГАЛЬМ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ

Канд. техн. наук В. Г. Равлюк, асист. Я. В. Дерев'янчук

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТОРМОЗОВ ПАСАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Канд. техн. наук В. Г. Равлюк, ассист. Я. В. Дерев'янчук

REMOTE CONTROL BRAKE SYSTEM FOR A PASSENGER CARRIAGES

Candidate of technical sciences V. Ravlyuk, assistant Y. Derevyanchuk

Встановлено, що значна частина транспортних подій виникає через стан автоматичних гальм та стан колісних пар пасажирських вагонів. Вчасне виявлення таких несправностей як відмова електропневматичних гальм, завищення тиску в гальмівному циліндрі та гальмівній магістралі істотно покращить безпеку руху та зменшить кількість пошкоджень колісних пар.

Впровадження засобів технічного діагностування дасть змогу підвищити інтенсивність використання пасажирських вагонів, полегшити важку і небезпечну працю працівникам, які здійснюють контроль за процесом експлуатації пасажирських вагонів.

Ключові слова: аналіз, гальма, діагностування, контроль, несправність, обладнання, пасажирський вагон, система.

Установлено, что значительная часть транспортных происшествий возникает из-за состояния автоматических тормозов и состояние колесных пар пассажирских вагонов. Своевременное выявление таких неисправностей как отказ электропневматических тормозов, завышение давления в тормозном цилиндре и тормозной магистрали существенно улучшит безопасность движения и уменьшит количество повреждений колесных пар.

Внедрение средств технического диагностирования позволит повысить интенсивность использования пассажирских вагонов, облегчить тяжелый и опасный труд работникам, которые осуществляют контроль за процессом эксплуатации пассажирских вагонов.

Ключевые слова: анализ, тормоза, диагностирование, контроль, неисправность, оборудование, пассажирский вагон, система.

The amount of transport events is analysed with passenger carriages for 10. It is set that considerable part of transport events arises up through the of automatic brakes and of wheelpairs of passenger carriages. The basic disrepairs of wheelpairs and far of their damages are set from work of automatic brakes.

The existent state of brake equipment requires introduction of the checking of their action systems, especially works of electropneumatic brakes. A timely exposure of such disrepairs as overstating of pressure is in a brake cylinder, overstating of pressure in a brake highway, the refuse of electropneumatic brakes substantially will improve safety of motion and will provide reduction of damages of wheelpairs.

Also one of major terms of providing of safety of railway transport ations there is wide introduction of facilities of the technical diagnosticating of the brake system of passenger carriages on the way of the following and preparation of them to exploitation. Introduction of facilities of the technical diagnosticating will give an opportunity to promote intensity of the use of passenger carriages, facilitate hard and dangerous work to the workers that carry out control after the process of exploitation of carriages.

Keywords: analysis, brakes, diagnostics, control, malfunction, equipment, passenger car, the system.

Вступ. Система технічного обслуговування та ремонту вагонів направлена на те, щоб на шляху прямування не виникали вимушені зупинки поїздів, а всі несправності, що виникають на шляху прямування, були виявлені та усунені після прибуття поїзда в пункт технічного обслуговування (або пункти підготовки вагонів до перевезень).

Звичайно по гарантійних ділянках щодобово проходить велика кількість поїздів, при проходженні яких виникають різного роду відмови.

На перевізний процес впливають тільки відмови тих вузлів вагонів, для відновлення яких необхідна зупинка поїзда або затримка його над встановлену норму. Одним із таких вузлів пасажирського вагона є гальмове обладнання.

Робота автоматичних гальм пасажирських поїздів є важливою складовою частиною забезпечення безпеки руху на залізничному транспорті. Своєчасне виявлення несправного елемента гальмової системи вагона дозволяє визначити заходи покращення безвідмовної роботи гальмової системи в цілому, що дасть змогу скоротити час на усунення несправностей на шляху прямування [1].

Забезпечення чіткої та надійної роботи гальмової системи в процесі експлуатації пасажирських поїздів є одним із головних завдань системи технічного обслуговування та ремонту вагонів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однією з основних складових частин рухомого складу є гальмівна система. Саме її технічний стан головним чином впливає на надійну та безпечну експлуатацію поїздів. Зусилля багатьох дослідників спрямовані на підвищення надійності та удосконалення гальмових систем рухомого складу. Питаннями удосконалення гальмівного обладнання та підвищення безпеки руху поїздів на залізничному транспорті займалися науковці у багатьох вищах серед них такі, як: В. В. Крилов, А. В. Казарінов, Г. В. Гогрічіані, М. І. Глушко, Г. Б. Нікітін, І. В. Абашкін, В. Р. Асадченко, В. М. Сайн, В. М. Щегров, Е. І. Галай, М. В. Коренівський, С. І. Нечволода, А. М. Бабаєв, Д. В. Дмитрієв, Н. В. Маликов та ін [2, 3, 6, 8].

Для зменшення кількості транспортних подій на залізничному транспорті щорічно виконують аналіз [1]. За яким розробляють ряд заходів, які дають можливість покращити ситуацію на

залізницях. У багатьох випадках причиною виникнення транспортних подій є несправність гальмівного обладнання і колісних пар, які не завжди вдається виявити при виконанні технічного огляду поїздів, а також контролю їх на шляху прямування під час руху [4].

У США застосовується система діагностування гальмових систем поїздів, яка дозволяє здійснювати контроль тисків і витоків з гальмової магістралі в головній і хвостовій частині поїзда, а також процесу гальмування і відпуску гальм. Вся інформація виводиться на дисплеї, який розташований у кабіні машиніста [5].

Мета статті. Здійснити аналіз стану відмов гальмівного обладнання пасажирських вагонів. На основі якого розробити заходи з удосконалення контролю гальмівного обладнання на шляху прямування пасажирських поїздів, які б дали змогу зменшити кількість транспортних подій.

Викладення основного матеріалу. Безпека руху на залізничному

транспорті в значній мірі залежить від надійної роботи гальмового обладнання пасажирських вагонів. У зв'язку з цим періодичний контроль за станом найбільш відповідальних вузлів гальмівної системи пасажирського вагона проводиться кожні шість місяців при єдиній технічній ревізії (ЄТР).

Аналізуючи транспортні події у пасажирському господарстві за останні роки можна відмітити їх зменшення, що напряму пов'язане зі зменшенням кількості пасажирського рухомого складу за останні роки (рис. 1).

Зменшення кількості відмов у процесі експлуатації пасажирських вагонів відбувається за рахунок підвищення якості ремонту на вагоноремонтних підприємствах. У результаті цього значно зменшується кількість транспортних подій в цілому по Укрзалізниці (рис. 1). Однак необхідно відмітити, що за останні роки кількість відмов, які припадають на гальмове обладнання значно зростає [1].

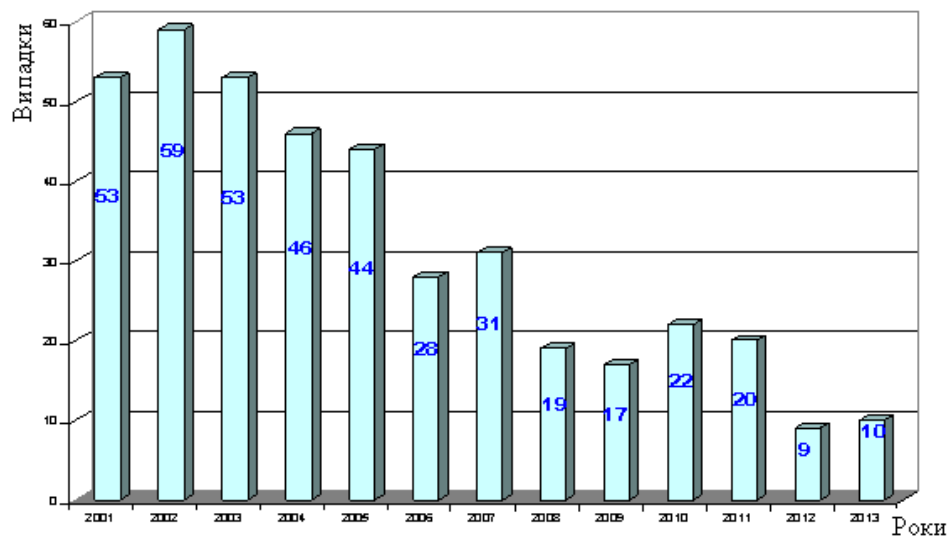


Рис. 1. Розподіл кількості транспортних подій за роками

Якщо виділити з транспортних подій пасажирських вагонів, тоді видно що тільки ті, які виникли через відмову гальм відсоткова кількість їх значно зросла (рис. 2).

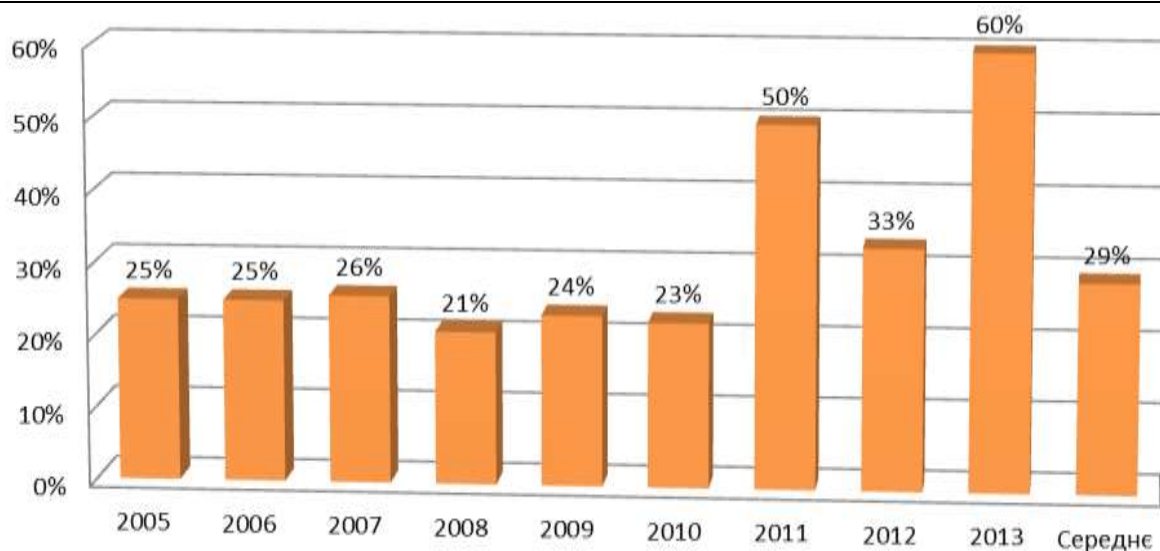


Рис. 2. Відсоток транспортних подій з вини автогальм

Необхідно зазначити, що однією із основних причин несправностей колісних пар пасажирських вагонів є незадовільна робота гальмового обладнання, що негативно впливає на поверхню кочення коліс. Найбільш розповсюдженні

несправності колісних пар, які залежать в основному від справної роботи гальм — це повзун, нерівномірний прокат, навар, кільцеві виробки, круговий наплив металу, термотріщини, вищербини (рис. 3) [4, 7].





Рис. 3. Дефекти на поверхні кочення колісних пар, які виникають через несправність гальмівного обладнання

Можна виділити також пошкодження поверхні кочення колісних пар, які виникають через перезаряджання гальмівної магістралі та завищений тиск в гальмових циліндрах при гальмуванні пасажирського поїзда (рис. 4).



Рис. 4. Утворення наварів на поверхнях кочення колісних пар пасажирського вагона через перезарядку гальмівної магістралі

Проаналізувавши позапланової заміни колісних пар за останні 10 років (рис. 5) можна

Рухомий склад залізниць

побачити, що через вплив автогальм у пасажирському господарстві замінюють від 29% до 42% і це значення продовжує зростати [8].

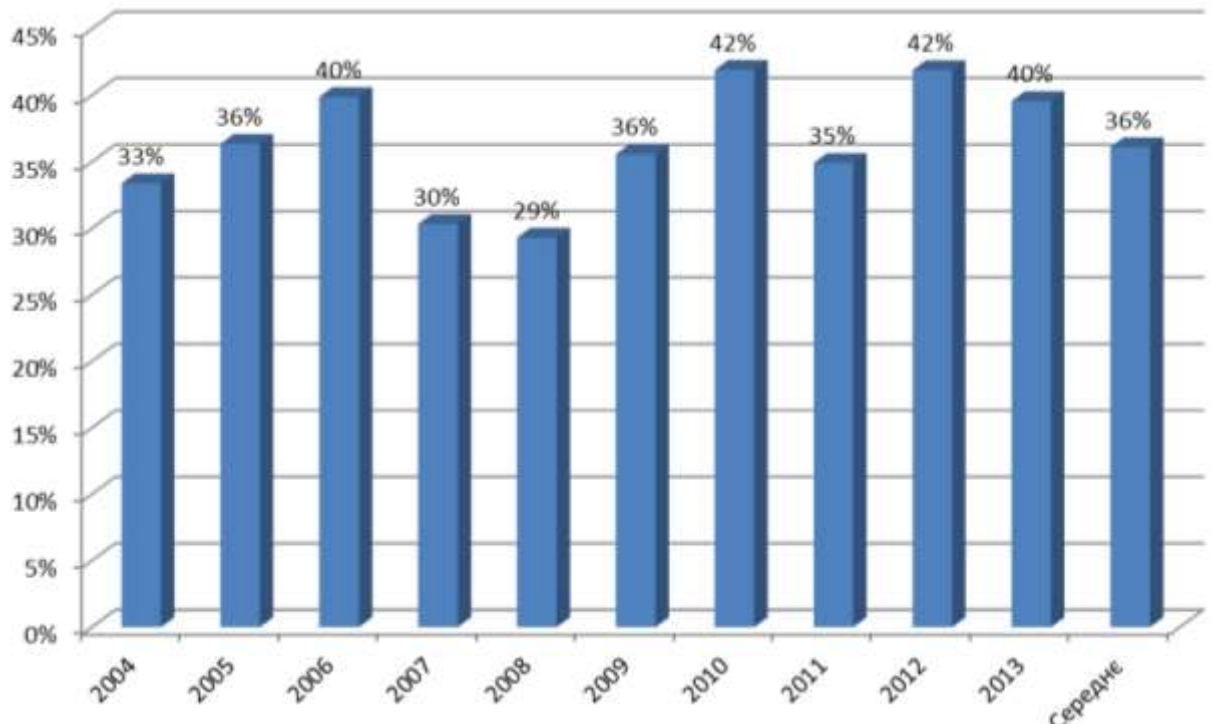


Рис. 5. Відсоткове відношення позапланової заміни несправних колісних пар із впливом автогальм до загальної їх кількості

Електропневматичні гальма забезпечують швидкість і рівномірність спрацьовування, відмінну керованість та забезпечують встановлений гальмівний шлях на швидкостях руху до 160 км/год. Отже від їх надійної роботи залежить безпека руху

поїздів, особливо при високих швидкостях [6, 10].

Аналіз роботи електропневматичних гальм (рис. 6.) показує що незважаючи на зменшення об'ємів перевезень кількість їх відмов залишається значною.

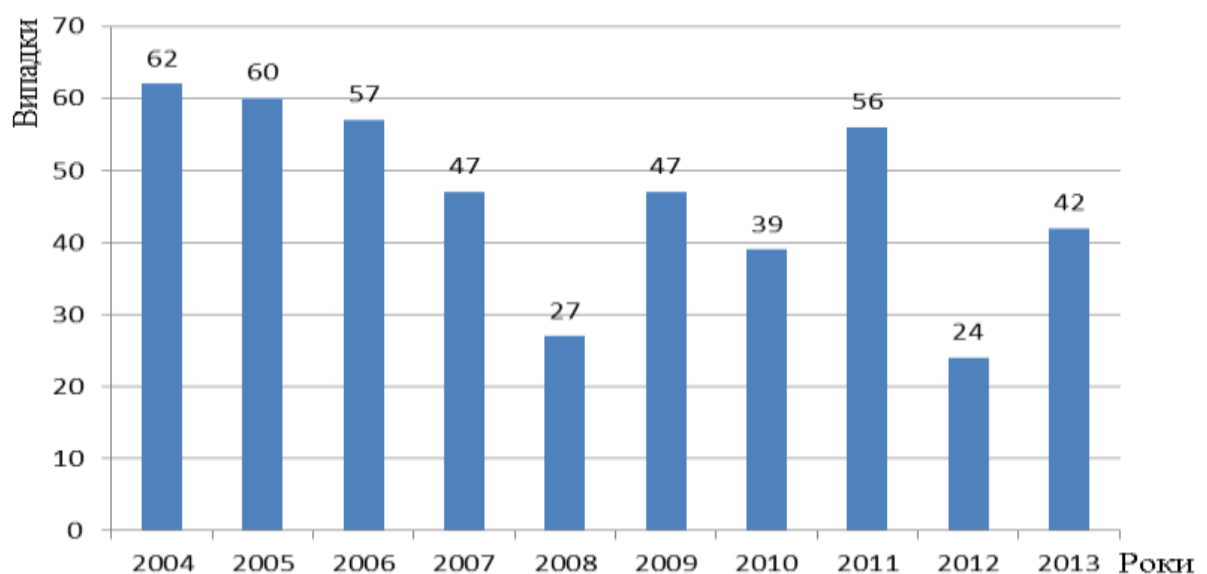


Рис. 6. Кількість відмов електропневматичних гальм

Для зменшення кількості транспортних подій на залізничному транспорті в результаті відмов гальмового обладнання пасажирських вагонів необхідно розробити і створити експертно-інформаційні технології, що поєднують в собі функції оцінки технічного стану гальмової системи поїзда і передачі інформації в системи управління. Вони дозволяють приймати рішення про можливість подальшої експлуатації пасажирського поїзда [5, 7].

Основними критеріями ефективності інформаційних систем є достовірність і оперативність отримання інформації про технічний стан гальмової системи пасажирського вагона, швидкість обробки і передачі експертної інформації, ступінь автономності та захищеності від природних і техногенних впливів, узгодженість роботи інформаційної системи з процесом перевезення пасажирів.

Структура пасажирського вагона характеризується структурними кількісними параметрами, які представляють різні фізичні величини. Значення цих параметрів можуть бути початковими, допустимими і граничними. У процесі експлуатації структурні параметри змінюються, що призводить, як правило, до погіршення технічного стану пасажирських вагонів.

Для отримання наближеної оцінки

$$Z = \psi(x, y_{\text{поч}}, t), \quad (1)$$

може позначати аналітичну, векторну, табличну або іншу форму подання системи передавальних функцій справної гальмової системи при діагностуванні, що відображає залежність реалізованих вихідних функцій z від вхідних змінних x , початкового значення $y_{\text{поч}}$ внутрішніх змінних і часу (напрацювання) t .

Система (1) є математичною моделлю

$$Z_i = \psi_i(x, y_{\text{поч}}, t), \quad (2)$$

які подані в тій же формі, що і передавальні функції (1).

Система (2) для фіксованого i є математичною моделлю i -несправної гальмової системи.

Система (1) і сукупність систем (2) для всіх $SiES$ утворює модель гальмової системи, що піддається діагностуванню. Часто в явному вигляді задається тільки модель справної гальмової системи, тобто залежність (1), а поведінка гальмової

стану гальмової системи виділяється сукупність прямих і непрямих ознак (діагностичних параметрів), що відображають найбільш ймовірні дефекти, які пов'язані зі зниженням працездатності та виникненням відмов [7].

Розробка і створення системи технічного діагностування базуються на вивченні процесів, що відбуваються у гальмових системах пасажирських вагонів і їх можливих відмов. Вона включає в себе побудову й аналіз математичних моделей, що представляють форматований опис гальмової системи пасажирського вагона в справному стані у вигляді детермінованих або ймовірнісних залежностей між можливими впливами на гальмові системи і його реакціями на ці впливи [2, 7].

При побудові математичних моделей x позначає m -мірний вектор, компонентами якого є значення змінних величин на вході гальмової системи, що характеризує впливи, які сприймаються нею x_1, x_2, \dots, x_m .

Аналогічно y позначає n -мірний вектор n параметрів технічного стану або внутрішніх структурних параметрів y_1, y_2, \dots, y_n , а z позначає r -мірний вектор значення r діагностичних параметрів на виході гальмової системи чи інакше кажучи вихідних функцій z_1, z_2, \dots, z_r .

Запис

справної гальмової системи. Однак, можна виділити для розгляду кінцеву множину S можливих несправностей гальмової системи. При наявності в гальмовій системі несправності $SiES, i=1, 2, \dots, S$ говорять, що вона знаходиться в i - несправному стані. Гальмова система, що знаходиться в i - несправному стані, реалізує систему передавальних функцій:

системи в i - несправних станах задається непрямо, а через безліч S можливих несправностей.

Показники динаміки зміни параметрів гальмової системи пасажирських вагонів у експлуатації знаходять за результатами вимірювань і статистичною обробкою отриманих результатів. Відхилення значення структурного параметра (стану гальмової системи) від номіналу виражається випадковою функцією

$$S(t) = V_c t^\alpha + b_l + z_i, \quad (3)$$

де V_c — показник випадкової швидкості відхилення параметра при напрацюванні $t=l$, зменшеної в 6 разів;

t — напрацювання, год;

α — показник ступеня, що характеризує кривизну реалізації на всьому діапазоні вимірювань;

b_l — показник припрацювання деталей гальмової системи;

z_i — стаціонарна випадкова функція

$$\Pi = f(\Pi_{gj}) \quad (j = 1, 2, k), \quad (4)$$

де Π, Π_{gj} — величини відповідно структурного і j -го діагностичного параметрів.

Потім за допомогою критерію щільності зв'язку — коефіцієнта r встановлюють кореляційну залежність між j -

$$\rho \equiv \frac{\bar{r}}{\partial f / \partial \Pi_{gj}}, \quad (j = 1, 2, \dots, l), \quad (5)$$

де $\partial f / \partial \Pi_{gj}$ — власна похідна функція в точці, ордината якої дорівнює допустимому значенню параметра;

l - число діагностичних параметрів, що залишилися для дослідження.

Великі значення узагальнюючого показника зв'язку служать на користь вибору даного діагностичного параметра.

Для зменшення кількості транспортних подій на залізничному транспорті фахівцями кафедри «Вагони» Української державної академії залізничного транспорту розроблено технологію, яка дає змогу здійснювати контроль за гальмовою системою пасажирських вагонів у процесі експлуатації.

Висновки.

Своєчасне виявлення несправностей гальмівного обладнання забезпечує безпеку руху поїздів зі встановленими швидкостями. Існуючий стан гальмівного обладнання вимагає впровадження систем контролю їх дії, особливо роботи електропневматичних гальм. Вчасне виявлення таких

відхилення параметра з нульовим математичним очікуванням.

При виборі діагностичних параметрів гальмової системи пасажирських вагонів у результаті аналізу статистичних рядів значень структурних і діагностичних параметрів знаходять за кожним структурним параметром функцію його математичного очікування:

м діагностичним параметром і структурним.

Діагностичні параметри, для яких r має невеликі значення, виключають.

Для решти розраховують значення узагальнюючого показника зв'язку

несправностей як завищення тиску в гальмівному циліндрі та гальмівній магістралі, відмова електропневматичних гальм істотно покращить безпеку руху та забезпечить зменшення пошкоджень колісних пар.

Також однією з найважливіших умов забезпечення безпеки залізничних перевезень є широке впровадження засобів технічного діагностування гальмової системи пасажирських вагонів на шляху прямування та підготовки їх до рейсу. Впровадження засобів технічного діагностування дасть змогу підвищити інтенсивність використання пасажирських вагонів, полегшити важку і небезпечну працю працівникам, які здійснюють контроль за процесом експлуатації вагонів. Крім того, слід враховувати що надійність дій людини без застосування технічних засобів визначається ймовірністю помилки 10^{-3} , а при їх застосуванні ймовірність пропуску несправностей зменшується до 10^{-8} .

Список використаних джерел

1. Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізницях України за 2013 рік [Текст] / Головне управління вагонного господарства. — Київ : 2013. — 24 с.
2. Асадченко, В. Р. Автоматические тормоза подвижного состава [Текст] : учеб. пособие / В. Р. Асадченко. — М. : Маршрут, 2006. — 392 с.
3. Бабаєв, А. М. Принцип дії, розрахунки та основи експлуатації гальм рухомого складу залізниць [Текст] : навч. посіб. / А. М. Бабаєв, Д. В. Дмитрієв. — К. : ДЕТУТ, 2007. —

176 с.

4. Борзилов, І. Д. Удосконалення технології технічного обслуговування та ремонту вагонів засобами технічної діагностики [Текст] : навч. посіб. / І. Д. Борзилов. — Харків : 2003. Ч. 1. — 77 с.

5. Внедрение электронно-пневматических тормозов на железных дорогах США [Текст] / Журнал “Железные дороги мира”. — М., 2006, №5. С. 71-74.

6. Галай, Э. И. Повышение эффективности электропневматических тормозов поезда [Текст] : учеб. пособие / Э. И. Галай. — Гомель : БелГУТ, —182 с.

7. Криворудченко, В. Ф. Современные методы технической диагностики и неразрушающего контроля деталей и узлов подвижного состава железнодорожного транспорта [Текст] : учеб. пособие / В. Ф. Криворудченко, Р. А. Ахмеджанов. / Под ред. В. Ф. Криворудченко. — М. : Маршрут, 2005. — 436 с.

8. Мартинов, І. Е Підвищення готовності пасажирських вагонів на основі бортової системи контролю колісних пар [Текст] / І. Е. Мартинов, В. В. Бондаренко, І. Д. Скуріхін // Зб. наук.праць. – Х., УкрДАЗТ, 2011. — Вип. 123. С. 55-62.

9. Патент №2243913 Российской федерации. Электропневматический тормоз железнодорожных подвижных единиц [Текст] / Н. В. Маликов, А. В. Казаринов, Д. Н. Маликов, Д. С. Пасерба, Е. Н. Семочкин ; опубл. 10.01.2005.

10. Патент №2392141 Российской федерации. Способ действия электропневматического тормоза и устройство для его реализации [Текст] / Н. В. Маликов ; опубл. 20.06.2010.

Рецензент д-р техн. наук професор В.Г. Маслієв

Равлюк Василь Григорович к. т. н., старший викладач кафедра вагонів Українська державна академія залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-35. E-mail: ravvg@ukr.net.

Дерев'янчук Ярослав Володимирович асистент кафедра вагонів Українська державна академія залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-35. E-mail: slavad2@rambler.ru.

Ravlyuk Vassyl G. candidate of technical sciences, a senior professor of chair of cars of Ukrainian state Academy of railway transport. Tel.: (057) 730-10-35. E-mail: ravvg@ukr.net.

Derevyanchuk Yaroslav V. assistant of cars of Ukrainian state Academy of railway transport. Tel.: (057) 730-10-35. E-mail: slavad2@rambler.ru.

Стаття поступила 21.04.2015