



ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 629.451,62-597.5

Фомін О. В.

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри «Вагони та вагонне господарство»,
Заклад вищої освіти «Державний університет інфраструктури та технологій»
Київ, Україна

E-mail: fominaleksejviktorovic@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2387-9946

Туровець Д. А.

аспірант,
Заклад вищої освіти «Державний університет інфраструктури та технологій»
Київ, Україна

E-mail: turovecd1520mm@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2405-4065

ВИКОРИСТАННЯ ПРОТИЮЗНИХ ПРИСТРОЇВ З ЕЛЕКТРОПНЕВМАТИЧНИМ КЛАПАНОМ ТА СИСТЕМОЮ КОНТРОЛЮ ЇХ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ НА ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНАХ ВНУТРІШНЬОГО СПОЛУЧЕННЯ

Анотація

Гарантування безпеки руху поїздів є однією з найважливіших вимог до роботи залізниць України. Серед чинників, що призводять до аварій і катастроф на залізничному транспорті, є несправність або некоректна робота автогальмівного обладнання, що може призвести до тяжких наслідків, як-от травмування людей, а також значних фінансових витрат. Основні причини заклинювання колісних пар пасажирських вагонів пов'язані з несправностями гальмівного обладнання, проведенням неякісного ремонту автогальмівного обладнання, недотриманням умов правильного керування гальмами на шляху прямування та неналежним зчепленням коліс із рейками у процесі гальмування. За результатами проведеного аналізу конструкції автогальмівного обладнання пасажирських вагонів, обладнаних повітророзподільниками ум. № 292 або ум. № 242, вивчення причин і обставин, що призводять до заклинювання колісних пар під час гальмування, розроблено варіант модернізації автогальмівного обладнання для пасажирських вагонів внутрішнього сполучення, обладнаних візками типу КВЗ-ЦНДІ. У разі запропонованої модернізації з установленням протіюзного пристрою інерційної дії на осях колісних пар пасажирських вагонів внутрішнього сполучення, обладнаних візками типу КВЗ-ЦНДІ, та застосуванням перехідного пристрою з електропневматичним вентиляем, аналогічним за принципом дії та конструкції електропневматичним вентилям типу ВВ-32, але зі збільшеними внутрішніми каналами, встановленого між гальмівним циліндром і повітророзподільником ум. № 292 чи ум. № 242, створюється система запобігання заклинюванню колісних пар вагона під час гальмування. У разі отримання сигналу від протіюзного пристрою колісної пари електропневматичний вентиль короткостроково виконує випуск стисненого повітря з гальмівного циліндра на 2–3 секунди, що протидіє створенню ковзунів на поверхні катання колісної пари.

Ключові слова: пасажирський вагон, автогальмівне обладнання, повітророзподільник, модернізація, безпека руху.

Вступ. Основними причинами заклинювання колісних пар під час гальмування є недотримання умов правильного керування гальмами на шляху прямування, неналежне зчеплення коліс із рейками у процесі гальмування

та порушення правил ремонту й утримання гальмівного обладнання вагонів. Дані порушення в роботі гальмівного обладнання призводять до утворення ковзунів на колісних парах із подальшим відчепленням несправних пасажирських вагонів від зчепу, яке призводить до порушення графіку руху поїздів та спричиняє значні фінансові витрати. Також, важливо зазначити, що несправне автогальмівне обладнання призводить до порушення безпеки руху поїздів і може спричинити травмування пасажирів.

Мета роботи. Вирішення науково-практичного завдання зі створення обґрунтувань модернізації автогальмівного обладнання суцільнометалевих пасажирських вагонів, обладнаних візками типу КВЗ-ЦНДІ, з упровадженням системи запобігання заклинюванню колісних пар під час гальмування.

Виклад основного матеріалу дослідження. Натепер проблемі з оцінки та визначення показників гальмівної ефективності та конструювання автогальмівного обладнання присвячено низку наукових праць.

У роботі [11, с. 281–283] розглянуто ключові поняття та визначення теорії надійності, проведений комплексний аналіз особливостей виникнення дефектів у несучих елементах напіввагонів на етапах їх виробництва й експлуатації, що, серед іншого, можна застосувати до пасажирських вагонів, обладнаних візками КВЗ-ЦНДІ. У [7, с. 9–43; 9, с. 232–250] установлюють вимоги до міцності та динамічних якостей під час виконання розрахунків і оцінювання результатів випробувань для несучих конструкцій кузова вагона, кріплення підвісного обладнання вагона, несучої конструкції та кріплення підвісного обладнання візків, складових частин гальмової важільної передачі. У публікації [13, с. 87–91] представлені теоретичні основи використання математичних моделей складових частин вантажних вагонів, які частково можна прийняти для моделювання окремих елементів конструкції пасажирських вагонів. У [12, с. 267–271] представлена концепція оптимізації проектування кузовів залізничних напіввагонів, запропоновані підходи до їх проектування. У роботах [5, с. 48–65; 6, с. 47–115; 8, с. 36–48] наведені принципи та методи розрахунку гальмівної ефективності пасажирських вагонів і визначення гальмівного шляху. Інструкції [14, с. 2–9; 16, с. 47–60] визначають експлуатаційні норми, методологію та правила користування автогальмівним обладнанням пасажирських вагонів. У роботах [1, с. 3–8; 2, с. 27–37; 3, с. 3–8] наведені більш розширені щодо [5, с. 48–65; 6, с. 47–115; 8, с. 36–48] методи визначення гальмівної ефективності вагонів із внесенням коригувальних чинників. Нормативний документ [15, с. 25–26] установлює вимоги до ремонту автогальмівного обладнання. Стандарт [4, с. 4–15] описує вимоги до проектування та правил розрахунку автогальмівного обладнання. У [10, с. 53–70] представлено методологію розрахунку гальмівної ефективності з використанням комп'ютерного моделювання. Зважаючи на вищенаведене, можна зробити висновок, що результати аналізу інформаційних джерел із досліджуваного питання свідчать про брак методичних і практичних матеріалів для створення та впровадження на пасажирських вагонах, обладнаних візками КВЗ-ЦНДІ, протиюзних пристроїв з електропневматичним клапаном.

Заклинювання колісних пар вагонів з утворенням повзунів або наварів під час руху коліс юзом є частою причиною порушень графіків руху поїздів через відчипки вагонів і, окрім того, загрожує безпеці руху. Ужиття заходів для запобігання заклинюванню – одне з головних завдань працівників залізничного транспорту.

Нині на пасажирських вагонах внутрішнього сполучення АТ «Укрзалізниця» використовують 3 типи гальмівних колодок: чавунні, композиційні та композиційні із чавунними вставками. Згідно з п. 6.2.4 Інструкції ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015 «Інструкції з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України» на редуторні колісні пари дозволено встановлювати лише чавунні гальмівні колодки. Виходячи із цього обмеження, в одному пасажирському поїзді з декількох пасажирських вагонів можуть бути встановлені всі 3 типи гальмівних колодок з різними фрикційними властивостями, що може призвести до заклинювання колісних пар окремого вагона в поїзді під час гальмування.

Сила зчеплення колеса з рейкою дорівнює добутку коефіцієнта зчеплення на навантаження від колісної пари на рейку. Якщо навантаження від колісної пари на рейку – величина стала, то коефіцієнт зчеплення змінюється у значних межах (0,04–0,30) і залежить від стану колії, швидкості руху поїзда, навантаження на вісь колісної пари. Значно впливає на зчеплення коліс із рейками наявність на рейках мастила або нафтопродуктів, пилу, випадання роси, снігу тощо. Отже, коефіцієнт зчеплення змінюється не тільки протягом року, а і протягом доби. У разі низького коефіцієнта зчеплення коліс із рейками заклинювання колісної пари може статись навіть за першого ступеня гальмування. Зазвичай заклинювання колісної пари не настає миттєво, цьому передує її прослизання, унаслідок чого швидкість колісної пари стає меншою за поступальну швидкість вагона. Це призводить до збільшення гальмівної сили завдяки підвищенню коефіцієнта тертя з подальшим заклинюванням колісної пари.

На підставі аналізу причин заклинювання колісних пар можна виділити три основні:

- неналежне зчеплення коліс із рейками у процесі гальмування;
- порушення правил ремонту й утримання гальмівного обладнання вагонів;
- недотримання умов правильного керування гальмами на шляху прямування.

Вирішенням даної проблеми може стати встановлення протиюзних пристроїв на візках КВЗ-ЦНДІ, а саме осьових датчиків інерційного типу.

Основним недоліком гальмівної системи пасажирських вагонів внутрішнього сполучення, обладнаних повітророзподільниками ум. № 292 або ум. № 242, є неможливість підживлення гальмівного циліндра стисненим повітрям із запасного резервуара після ступеня гальмування. Отже, для встановлення протиюзного

пристрою необхідна модернізація пневматичної й електричної схем пасажирського вагона. Наведемо пневматичну схему даної модернізації.

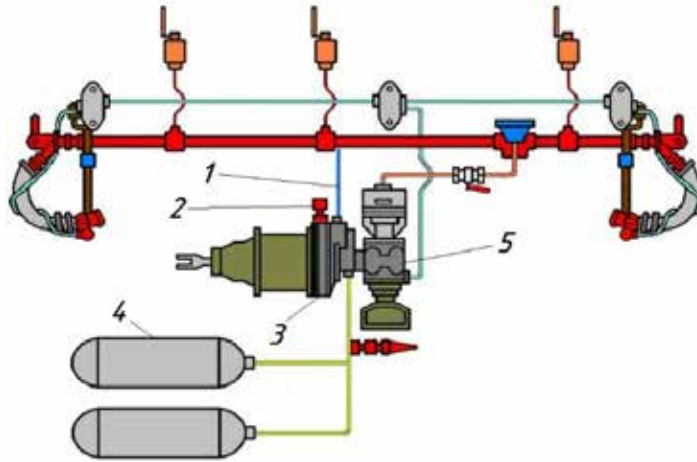


Рис. 1. Модернізована пневматична схема пасажирського вагона

Для виконання модернізації у пневматичну схему пасажирського вагона внутрішнього сполучення (рис. 1) необхідно додатково встановити магістраль живлення 1, електропневматичний клапан 2, перемикальний пристрій 3 та додатковий запасний резервуар 4. Магістраль живлення 1 через додатковий перемикальний пристрій 3 після зниження тиску в гальмовій магістралі виконує підживлення запасних резервуарів 4 в обхід повітророзподільника 5. У разі виникнення заклинювання колісної пари встановлений клапан 2, після отримання сигналу від протизножного пристрою колісної пари, короткостроково виконує випуск стисненого повітря з гальмівного циліндра на 2–3 с. Водночас тиск у запасних резервуарах завдяки перемикальному пристрою 3 залишається рівним тиску в гальмівній магістралі. Після закриття електропневматичного вентиля 2 гальмівний циліндр підживлюється стисненим повітрям із запасного резервуара 4 через перемикальний пристрій 3.

Додатково на вагон установлюється блок контролю роботи та технічного стану (далі – БКРТС) протизножного пристрою з модулем індикації. Блок-схема БКРТС представлена на рисунку 2.

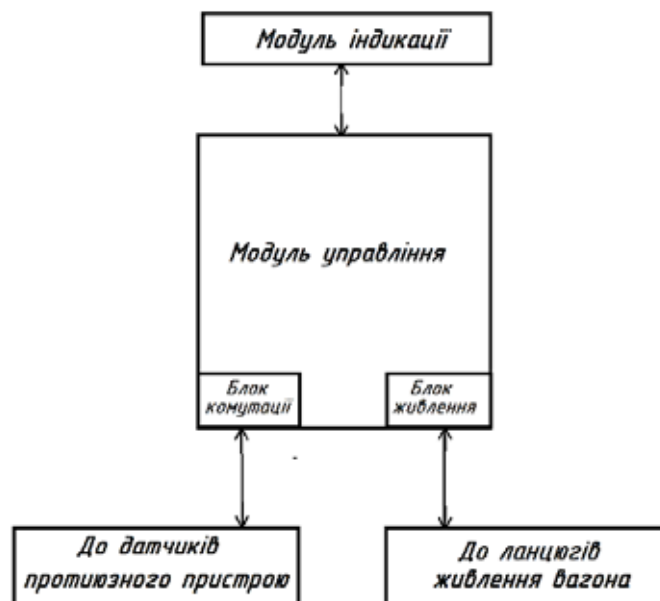


Рис. 2. Блок-схема блока контролю роботи та технічного стану протизножного пристрою з модулем індикації

На рисунку 3 наведено графіки залежності гальмівного шляху від швидкості руху для звичайної гальмівної системи (суцільна лінія) та модернізованої гальмівної системи (штрихова лінія).

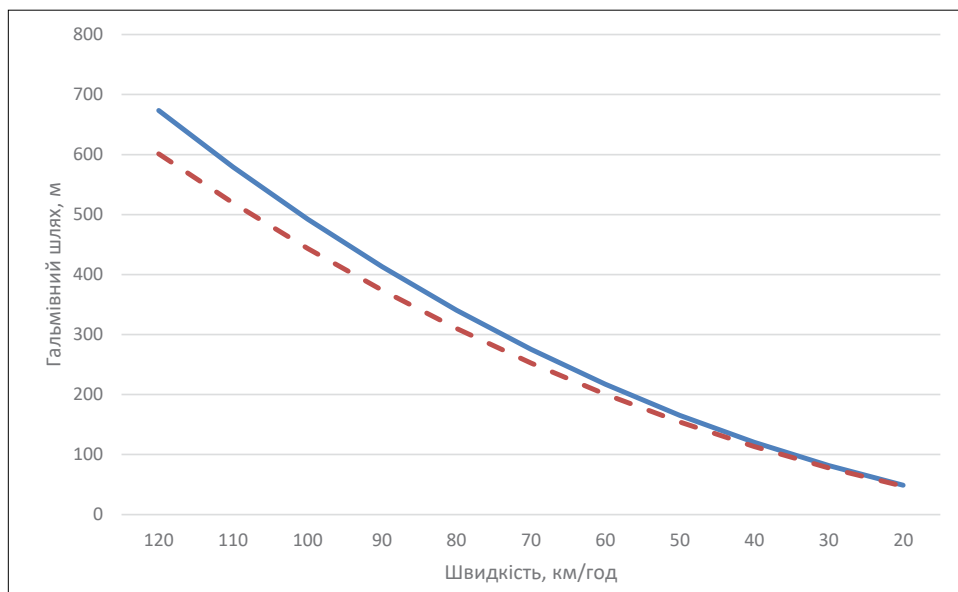


Рис. 3. Графік залежності гальмівного шляху від швидкості руху пасажирського вагона для стандартної (суцільна лінія) та модернізованої (штрихова лінія) гальмівної системи

Висновки. Під час розроблення модернізації автогальмівного обладнання пасажирських вагонів внутрішнього сполучення досліджені схеми та принцип дії їхнього автогальмівного обладнання, розроблено схему модернізації, а також описано принцип дії модернізованої частини.

Під час виконання запропонованої модернізації з установленням протиюзного пристрою інерційної дії на осях колісних пар пасажирських вагонів внутрішнього сполучення, обладнаних візками типу КВЗ-ЦНДІ, та застосуванням перехідного пристрою з електропневматичним вентиляем, аналогічним за принципом дії та конструкції електропневматичним вентилям типу ВВ-32, але зі збільшеними внутрішніми каналами, установлених між гальмівним циліндром і повітророзподільником ум. № 292 чи ум. № 242, створюється система запобігання заклинюванню колісних пар вагона під час гальмування. У разі отримання сигналу від протиюзного пристрою колісної пари електропневматичний клапан короткочасно виконує випуск стисненого повітря з гальмівного циліндра на 2–3 секунди, що протидіє утворенню ковзунів на поверхні катання колісної пари.

Список використаних джерел

1. Вплив часу наповнення гальмівного циліндра стиснутим повітрям на гальмівну ефективність пасажирського вагону / Ю.Я. Водяников та ін. *Залізничний транспорт України*. 2014. № 5. С. 3–8.
2. Методологія перерахунку гальмівної ефективності одинарного вагона на гальмівну ефективність поїзда / Ю.Я. Водяников та ін. *Залізничний транспорт України*. 2014. № 2. С. 27–37.
3. Сили інерції при гальмуванні пасажирського вагона / Ю.Я. Водяников та ін. *Залізничний транспорт України*. 2014. № 4. С. 3–8.
4. ГОСТ 34434-2018. Гальмові системи вантажних залізничних вагонів. Технічні вимоги та правила розрахунку / Міждержавна рада зі стандартизації, метрології та сертифікації (МГС), прийнято 30 жовтня 2018 р. (протокол № 113-П). Москва : Стандартінформ, 2018. 28 с.
5. Гребенюк П.Т. Правила гальмівних розрахунків. Москва : Інтекст, 2004. 112 с.
6. Тягові розрахунки : довідник / П.Т. Гребенюк та ін. ; за ред. П.Т. Гребенюка. Москва : Транспорт, 1987. 272 с.
7. ДСТУ ГОСТ 33211:2017. Вагони вантажні. Вимоги до міцності та динамічних якостей (чинний від 1 липня 2017 р.). Видання офіц. Мінськ : Євразійська рада по стандартизації метрології та сертифікації, 2017. 58 с.
8. Іноземцев В.Г., Гребенюк П.Т. Норми та методи розрахунку автогальм. Москва : Транспорт, 1971. 57 с.
9. Норми розрахунку та проектування вагонів залізниць МПС колії 1 520 мм (несамохідних) із змінами та доповненнями / ДержНДІВ – ВНДІЖТ. Москва, 1996. 319 с.
10. Гальмівна ефективність вантажних вагонів. Методологія розрахункових та експериментальних досліджень з використанням математичних моделей та комп'ютерного моделювання : монографія / А.М. Сафронів та ін. Кременчук : ДП «УкрНДІВ», 2018. 173 с.
11. Дослідження дефектів та пошкоджень несучих систем залізничних напіввагонів : монографія / О.В. Фомін та ін. Київ : ДЕДУТ, 2014. 299 с.
12. Фомін О.В. Концепція ідеальних кузовів напіввагонів. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля* : науковий журнал. Луганськ : СХУ ім. В. Даля, 2013. № 4 (193). С. 267–271.
13. Фомін О.В. Теоретичні основи програмного комплексу визначення та використання математичних моделей складових вантажних вагонів. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського* : науковий журнал. Кременчук : КДПУ, 2013. Вип. 6 (83). С. 87–91.
14. ЦВ-0011. Нормативи по гальмам. Київ, 1998. 19 с.
15. ЦВ-ЦЛ-0013. Інструкція з ремонту гальмівного обладнання вагонів. Київ, 2005. 160 с.
16. ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015. Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України. Київ : Транспорт України, 2002. 143 с.

Fomin O. V.

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Professor at the Department of Wagons and Wagon Economy,
Institution Higher Education "State University of Infrastructure and Technologies"
Kyiv, Ukraine

E-mail: fominaleksejvictorovic@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2387-9946

Turovets D. A.

Postgraduate student,
Institution Higher Education "State University of Infrastructure and Technologies"
Kyiv, Ukraine

E-mail: turovecd1520mm@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2405-4065

USE OF ANTICUS DEVICES WITH AN ELECTRO-PNEUMATIC VALVE AND SYSTEM OF CONTROL OF THEIR TECHNICAL CONDITION ON PASSENGER WAGONS OF THE INTERNAL CONNECTION

Abstract

Ensuring the safety of train traffic is one of the most important requirements for the operation of Ukrainian railways. Among the factors that lead to accidents and catastrophes in railway transport is the malfunction or incorrect operation of auto braking equipment, which in turn can lead to serious consequences, including injury to people, as well as significant financial costs. The main reasons for jamming of wheel pairs of passenger cars are related to malfunctions of braking equipment, poor-quality repair of auto braking equipment, non-compliance with the conditions of correct control of brakes on the way forward and insufficient adhesion of the wheels to the rails during the braking process. According to the results of the analysis of the design of the brake equipment of passenger cars equipped with air distributors, No. 292 or um. № 242, the study of the causes and circumstances that lead to jamming of wheel pairs during braking, a variant of the modernization of the auto-braking equipment for internal passenger cars equipped with KVZ-TsNDI bogies has been developed. When carrying out the proposed modernization with the installation of an anti-seize device of inertial action on the axles of the wheel pairs of passenger cars of internal communication equipped with trolleys of the KVZ-TsNDI type and the use of a transition device with an electropneumatic valve similar in principle of operation and design to electropneumatic valves of the BB-32 type, but with enlarged internal channels, installed between the brake cylinder and the air distributor № 292 or um. № 242 creates a system for preventing jamming of wagon wheel pairs during braking. Upon receiving a signal from the anti-seize device of the wheel pair, the electropneumatic valve briefly releases compressed air from the brake cylinder for 2–3 seconds, which in turn prevents the formation of slides on the rolling surface of the wheel pair.

Key words: passenger car, auto braking equipment, air distributor, modernization, traffic safety.

References

1. Vodiannikov, Y.Y. (2014). Effect of the brake cylinder filling time with compressed air on the braking efficiency of a passenger car / Y.Y. Vodiannikov, A.M. Safronov, S.M. Svistun, E.G. Makeeva. *Railway transport of Ukraine*. № 5. P. 3–8 [in Ukrainian].
2. Vodiannikov, Y.Y. (2014). Methodology of braking efficiency recalculation of a car on braking efficiency of a train / Y.Y. Vodiannikov, S.M. Svistun, E.G. Makeeva. *Railway transport of Ukraine*. Iss. 2. P. 27–37 [in Ukrainian].
3. Vodyannikov, Y.Y. (2014). Inertial force at braking of a passenger car / Y.Y. Vodyannikov, T.V. Sheleiko, E.G. Makeeva. *Railway transport of Ukraine*. № 4. P. 3–8 [in Ukrainian].
4. GOST 34434-2018 (2018). Braking Systems Cargo rail wagonov. Specification and calculation rules. Interstate Council for standardization, Metrology and Certification (EASC). Standartinform [in Ukrainian].
5. Grebenuk, P.T. (2004). Rules brake calculations. Moscow : Intekst. P. 112 [in Ukrainian].
6. Grebenyuk, P.T., Dolganov, A.N., Skvortsov, A.I. (1987). Traction calculation : A handbook / ed. P.T. Grebenyuk. *TransportPubl*. P. 272 [in Ukrainian].
7. DSTU GOST 33211:2017 (2017). Vagoni vantazhni'. Vimogi do mi'cznosti' ta dinami'chnikh yakostej [Freight cars. Requirements for strength and dynamic qualities]. Ukraine [in Ukrainian].
8. Inozemtsev, V.G., Grebenyuk, P.T. (1971). Norms and methods of calculation of automatic brakes. *TransportPubl*. P. 57 [in Ukrainian].
9. Safronov, A.M., Vodiannikov, Yu.Ya., Makieieva, Ye.H. Halmivna efektyvnist vantazhnykh vahoniv. Metodolohiia rozrakhunkovykh ta eksperymentalnykh doslidzhen z vykorystanniam matematychnykh modelei ta kompiuternoho modeliuвання : monohrafiia. Kremenчук : DP "UkrNDIV", 2018. 173 s.
10. Fomin O.V. Doslidzhennia defektiv ta poskodzhen nesuchykh system zaliznychnykh napivvahoniv : monohrafiia / O.V. Fomin. Kyiv : DETUT, 2014. 299 s. [in Ukrainian].
11. Safronov, A.M., Vodyannikov, Y.Ya., Makeeva, E.G. (2018). Brake efficiency of freight wagonew. The methodology of calculation and experimental studies using mathematics models and computer simulations : a monograph. Kremenчук : DP "UkrNIIV". P. 173 [in Ukrainian].
12. Fomin, O.V. Doslidzhennja defektiv ta poskodzhen' nesuchih sistem zaliznichnih napivvagoniv [Investigation of defects and damage bearing systems rygondola] : monograph / O.V. Fomin. Kyiv : DETUT, 2014. 299 p. [in Ukrainian].

-
13. Fomin, O.V. Konceptsiya ideal'nih kuzoviv napivvagoniv [The concept of ideal bodies gondola] / O.V. Fomin. *Journal of East Ukrainian National University named after Vladimir Dal* : a scientific journal. Lugansk : EUNU. Dal, 2013. № 4 (193). S. 267–271 [in Ukrainian].
 14. Fomin O.V. (2013). Teoretychni osnovy prohramnoho kompleksu vyznachennya ta vykorystannya matematychnykh modeley skladovykh vantazhnykh vagoniv / O.V. Fomin. *Naukovyy zhurnal "Visnyk Kremenchuts'koho natsional'noho universytetu imeni Mykhayla Ostrohrads'koho"*. Kremenchuk : KDPU. Vyp. 6 (83). S. 87–91 [in Ukrainian].
 15. CV-0011. Regulations on Galmier.
 16. CV-CL-0013 (2005). Instruktsiya of repair galmivnogo obladnannya vagoniv. Kiev : Transport of Ukraine. P. 160.
 17. CT-CV-CL-0015 (2002). Instruktsiya of ekspluatatsii Galmier Rukh warehouse on zalznitsyah Ukraine. Kiev : Transport of Ukraine. P. 143 [in Ukrainian].