

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

УДК 629.463.027.2

Г. В. ВАЙЧУНАС¹, С. В. МЯМЛИН², А. А. БОСОВ³, В. Я. ПАНАСЕНКО⁴,
И. В. КЛИМЕНКО^{5*}, Е. Ф. ФЕДОРОВ⁶

¹Фак. «Железнодорожный транспорт», Вильнюсский технический университет имени Гедиминаса, ул. Басанавичуса, 28, Вильнюс, Литва, LT-03224, тел. +37 (052) 74 48 05, эл. почта lionginas.liudvinavicius@vgtu.lt

²Каф. «Вагоны и вагонное хозяйство», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел./факс +38 (056) 793 19 03, эл. почта sergeyuyamlin@gmail.ru, ORCID 0000-0002-7383-9304

³Каф. «Прикладная математика», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (056) 373 15 36, эл. почта aabosov@i.ua, ORCID 0000-0002-5348-2205

⁴Каф. «Безопасность жизнедеятельности», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (056) 373 15 81

^{5*}Отраслевая научно-исследовательская лаборатория динамики и прочности подвижного состава железных дорог, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (056) 793 19 08, эл. почта irklmn@mail.ru, ORCID 0000-0001-8889-8713

⁶Отраслевая научно-исследовательская лаборатория динамики и прочности подвижного состава железных дорог, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (056) 793 19 08

УПРУГО-ФРИКЦИОННЫЙ СКОЛЬЗУН ДЛЯ ТЕЛЕЖКИ ГРУЗОВОГО ВАГОНА

Цель. Необходимо выяснить вопросы относительно уменьшения износа деталей скользунов грузовых вагонов, уменьшения расходов на восстановление изношенных деталей, улучшения динамических качеств рельсовых экипажей и повышения безопасности их движения. **Методика.** Износоустойчивые элементы скользунов выполнены в виде сменных металлокерамических пластинок, жестко закрепленных на плоскостях трения. **Результаты.** В процессе эксплуатации из-за загрязнения, износов трущихся поверхностей и других причин силовые характеристики скользуна могут существенно меняться, что будет неблагоприятно сказываться на динамических качествах тележек и, как следствие, – на безопасности движения поездов. Поэтому предложенное авторами решение по улучшению работы упругих фрикционных скользунов путем их модернизации является актуальным. **Научная новизна.** Усовершенствована конструкция скользуна тележки грузового вагона. На пружине установлен фрикционный клин, наклонная поверхность которого взаимодействует с опорной наклонной площадкой плиты через пластинку с нанесенными на нее износоустойчивыми элементами в виде металлокерамических вставок. **Практическая значимость.** Использование износоустойчивых элементов в виде сменных металлокерамических вставок будет способствовать уменьшению износа элементов соединения тележки и рамы грузового вагона, улучшению его динамических качеств, а также уменьшению расходов на восстановление изношенных трением скользунов.

Ключевые слова: тележки грузового вагона; упруго-фрикционные скользуны; динамические качества; износ

Введение

В настоящее время большинство магистральных грузовых вагонов колеи 1 520 мм оборудовано двухосными тележками модели 18-100 (ЦНИИ-ХЗ).

Конструкция этой тележки была разработана еще в 30-е годы прошлого столетия, а серийный выпуск их начат в 1956 году [3, 6, 8]. В качестве прототипа серийной тележки была взята тележка с составной (трехэлементной) рамой, которая применялась как стандартная на Североамериканских железных дорогах. Данная тележка представляет собой инженерную конструкцию, которая выдержала испытания временем и нашла широкое применение благодаря ряду преимуществ в условиях массового производства вагонов, оказывающих решающее влияние на выбор конкретных технических решений. К основным преимуществам относятся: простота конструкции, что в свою очередь сказалось на относительно низкой стоимости их изготовления; взаимозаменяемость узлов в широком диапазоне, а также высокий уровень стандартизации.

Однако максимальное упрощение конструкции тележки привело также и к недостаткам принципиального характера, выявленным в процессе эксплуатации, устранением которых занимались ученые и работники производственной сферы разных стран на протяжении многих лет и занимаются модернизацией конструкции тележек до сих пор [19, 20].

За последние 30 лет тележка грузового вагона ЦНИИ-ХЗ (модель 18-100) претерпела значительную модернизацию. Так, заменены подшипники скольжения на подшипники качения [11]; вертикальные рычаги тормозной передачи, состоящие из двух пластин, объединены между собой перемычками, закрепленными электросваркой. По нашему мнению, эти модернизации, наряду с другими причинами, могли привести к интенсивному износу гребней колесных пар [1, 2, 5–15, 18, 20].

Для технического перевооружения вагонного хозяйства необходим поиск новых конструктивных решений, направленных не только на улучшение технических характеристик ходовых частей грузовых вагонов, но и на качество их обслуживания и ремонта [4, 16, 17].

Для специализированных грузовых вагонов, которые эксплуатируются со скоростью до

140 км/ч, разработана двухосная тележка модели 18-115 с улучшенными динамическими качествами по сравнению с тележкой модели 18-100.

Одной из конструктивных особенностей тележки модели 18-115 является использование более совершенной по сравнению с тележкой модели 18-100 схемы опирания кузова на тележку: часть нагрузки от кузова вагона передается на подпятник, а часть – через упруго-фрикционный скользящий элемент. Однако элементы фрикционной пары скользящих элементов интенсивно изнашиваются, что приводит к увеличению расходов при их восстановлении.

Цель

Целью данной работы является уменьшение износа деталей скользящих элементов грузовых вагонов, уменьшение расходов на восстановление изношенных деталей, улучшение динамических качеств рельсовых экипажей и повышение безопасности их движения за счет совершенствования конструкции скользящих элементов тележек.

Методика

Конструкция тележки модели 18-115 имеет и еще ряд особенностей: повышенная гибкость рессорного подвешивания за счет новой схемы опирания кузова на тележку одновременно через подпятник и упругие фрикционные скользящие элементы; упругое опирание боковых рам тележки на буксы через резиновые элементы; усеченный фрикционный клин в качестве гасителя колебаний, у которого наклонная площадка развернута под углом 60° к продольной оси тележки.

Надрессорная балка – литой конструкции с наличием на верхней плоскости двух упруго-фрикционных скользящих элементов. Фрикционные клинья размещаются в гнездах надрессорной балки и своими наклонными поверхностями взаимодействуют с наклонными поверхностями надрессорной балки, а вертикальными поверхностями – с фрикционными планками, укрепленными на колонках боковой рамы.

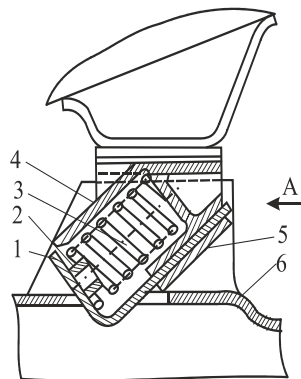
Упруго-фрикционный скользящий элемент (рис. 1) представляет собой Г-образную плиту 1 с приваренной к ней бонкой 2 для фиксации пружины 3. Плита установлена на верхнем поясе надрессорной балки 6 и опирается на ребра 5. На пружину 3 установлен фрикционный клин 4, наклонная поверхность которого взаимодействует с опорной наклонной площадкой плиты 1.

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

Применение упруго-фрикционных скользунов обеспечивает более высокие ходовые качества вагона в результате гашения колебаний боковой качки кузова и виляния тележки. В первом случае, за счет трения между наклонными поверхностями фрикционного клина 4 и плиты 7, во втором – момента трения между горизонтальными поверхностями скользунов кузова и тележки.

Но элементы фрикционной пары скользунов интенсивно изнашиваются в процессе эксплуатации, что приводит к увеличению затрат при их восстановлении.

a – a



б – б

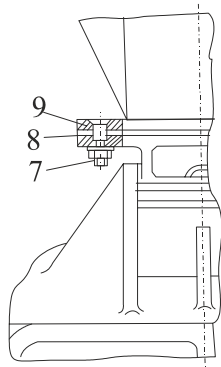


Рис. 1. Упругий фрикционный скользунок тележки модели 18-115: общий вид (а) и вид по стрелке А (б).

Fig. 1. Elastic friction side bearer, model 18-115: general view (a) and view along the arrow A (b)

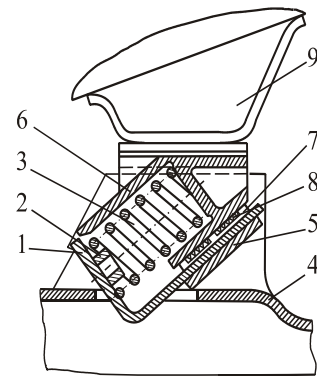
В работе предлагается усовершенствованная конструкция скользунов тележки железнодорожного вагона [16]. Отличие предлагаемой конструкции скользуна от аналогичных в том, что износостойчивые элементы выполнены в виде сменных металлокерамических пластинок, жестко закрепленных на плоскостях трения.

На рис. 2 представлен общий вид скользуна, который состоит из Г-образной плиты 1 с жест-

ко закрепленным на ней приливом 2 для фиксации пружины 3. Плита установлена на верхнем поясе надрессорной балки 4 и опирается на ребра 5. На пружине установлен фрикционный клин 6, наклонная поверхность которого взаимодействует с опорной наклонной площадкой плиты через пластинку 7 с нанесенной на нее износостойчивыми элементами в виде сменных металлокерамических вставок 8, жестко закрепленных на плоскостях трения.

Между верхней поверхностью опорной части клина и скользуном 9, закрепленным на раме вагона, к клину жестким соединением 10 закреплена также пластинка 11 с износостойчивыми элементами в виде металлокерамических вставок 12 через площадку 13, с помощью которой регулируется величина начального натяжения между скользунами.

a – a



б – б

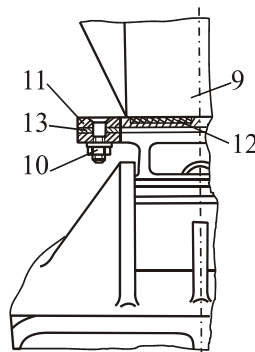


Рис. 2. Общий вид усовершенствованного скользуна (а) и вид по стрелке А (б)

Fig. 2. General view of the improved side bearer (a) and a view along the arrow A (b)

Результаты

В процессе эксплуатации из-за загрязнения, износов трущихся поверхностей и других причин силовые характеристики скользуна могут

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

существенно меняться, что неблагоприятно будет сказываться на динамических качествах тележек и как следствие – на безопасность движения поездов. Поэтому вопрос улучшения работы упругих фрикционных скользунов путем их модернизации является достаточно актуальным.

Во время движения транспортного средства по железнодорожному пути возникают вертикальные колебания необрессоренной части 9 кузова вагона относительно надрессорной балки 4 тележки (см. рис. 2). При этом действуют значительные силы трения в парах 9–12 и 8–6, основную часть которых воспринимают металлокерамические вставки 12 и 8, что приводит к гашению этих сил и обеспечивает уменьшение динамических нагрузок, которые возникают при колебаниях тележки во время движения по прямым и вписывании тележки в кривые участки пути.

Научная новизна и практическая значимость

Усовершенствована конструкция фрикционной пары скользунов тележки грузового вагона модели 18-115.

Использование износоустойчивых элементов в виде сменных металлокерамических вставок будет способствовать уменьшению износа элементов соединения тележки и рамы грузового вагона, улучшению его динамических качеств, а также уменьшению расходов на восстановление изношенных трением скользунов.

Выводы

Использование износоустойчивых элементов в виде металлокерамических вставок будет способствовать уменьшению износа элементов соединения тележки и рамы грузового вагона, улучшению его динамических качеств, а также уменьшению расходов на восстановление изношенных трением скользунов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андриевский, С. М. Боковой износ рельсов на кривых / С. М. Андриевский // Тр. ВНИИЖТа. – М., 1961. – Вып. 207. – С. 1–126.
2. Бирюков, И. Вагон и маленькая тележка / И. Бирюков // Гудок. – 2003. – 23 апр.
3. Бородай, С. М. Ремонт тележек типа ЦНИИ-ХЗ / С. М. Бородай. – М. : Транспорт, 1966. – 30 с.
4. Вагоны. Общий курс. Учеб. для вузов ж.-д. трансп. / под общей ред. В. В. Лукина. – М. : Маршрут, 2000. – 424 с.
5. Вериго, М. Ф. Взаимодействие пути и подвижного состава / М. Ф. Вериго, А. Я. Коган. – М. : Транспорт, 1986. – 559 с.
6. Вериго, М. Ф. Вертикальные силы, действующие на путь при прохождении подвижного состава / М. Ф. Вериго // Тр. ЦНИИ МПС. – М., 1955. – Вып. 97. – С. 25–288.
7. Вериго, М. Ф. Модернизация рессорного подвешивания тележек типа МТ-50 / М. Ф. Вериго, Л. О. Грачева, П. С. Анисимов // Тр. ВНИИЖТа. – М., 1968. – Вып. 372. – С. 1–112.
8. Влияние технического состояния узлов опирания грузовых вагонов на сопротивление повороту тележки / Ю. С. Ромен, В. М. Богданов, Л. К. Добрынин и др. / Вестн. ВНИИЖТа. – 2000. – № 3. – С. 9–12.
9. Волощенко, Г. И. Как снизить износ колес. Опыт Юго-Восточной дороги / Г. И. Волощенко // Локомотив. – 2003. – № 1. – С. 33.
10. Инструкция по ремонту и обслуживанию букс с подшипниками скольжения. – М. : Транспорт, 1977. – 31 с.
11. Косов, В. С. Влияние лубрикации рельсов на динамические качества и износ гребней колес при движении локомотива в кривых / В. С. Косов // Вопросы трансп. машиностроения : сб. науч. тр. Брян. гос. техн. ун-та. – Брянск : Изд-во БГТУ, 2000. – С. 31–39.
12. Мешков, В. С. Техничко-экономические аспекты лубрикации колес и рельсов / В. С. Мешков, В. В. Прасков, В. В. Кравчук // Локомотив. – 2004. – № 12. – С. 24–26.
13. Обобщение передового опыта тяжеловесного движения: вопросы взаимодействия колеса и рельса : пер. с англ. / У. Дж. Харрис, С. М. Захаров, Дж. Ландгрэн, Х. Турне, В. Эберсен. – М. : Интекст, 2002. – 408 с.
14. Оценка динамических (ходовых) качеств и воздействия на путь шестиосных полувагонов грузоподъемностью 95 т / М. Ф. Вериго, Л. О. Грачева, М. В. Алексеев, П. С. Анисимов // Тр. ВНИИЖТа. – М., 1963. – Вып. 268 : Вопросы взаимодействия пути и подвижного состава. – С. 5–125.
15. Пат. 31833 Україна, МПК В61F 5/00. Ковзун візка залізничного вагона / Мямлін С. В., Босов А. А., Панасенко В. Я., Клименко І. В. (Україна) ; заявник та патентовласник Дніпропетр. нац. ун-т заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – № у 2007 13481 ; заявл. 03.12.2007 ; опубл. 25.04.2008 ; Бюл. № 8. – 2 с.

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

16. Пути совершенствования конструкции тележки грузового вагона / С. В. Мямлин, А. А. Босов, В. Я. Панасенко и др. // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д., 2009. – Вип. 29. – С. 27–32.
17. Ушкалов, В. Ф. Модернизация тележек грузовых вагонов как вариант обновления ходовых частей подвижного состава / В. Ф. Ушкалов, А. Д. Лашко, Т. Ф. Мокрий // Вестн. ВНИИЖТ. – 2013. – № 5. – С. 8–15.
18. Шур, Е. Кто они, настоящие тени? / Е. Шур // Гудок. – 2003. – 17 апр.
19. Comparative study on wheel-rail dynamic interactions of side-frame cross-bracing bogie and sub-frame radial bogie / С. Yang, F. Li, Y. Huang, K. Wang, B. He. – J. of Modern Transportation. – Vol. 21. – Iss. 1. – 2013. – P. 1–8.
20. Orlova, A. Rutting mode of 3-piece bogies during curving / A. Orlova, D. Moelle, H. Scheffel // Identification and Anomalies (11.11-13.11. 2002) : Proc. of the 8th Mini Conf. on Vehicle System Dynamics / Budapest Univ. Technol. and Econ. – Budapest : VSDIA' 2002. – P. 85–92.

Г. ВАЙЧУНАС¹, С. В. МЯМЛІН², А. А. БОСОВ³, В. Я. ПАНАСЕНКО⁴,
І. В. КЛИМЕНКО^{5*}, Є. Ф. ФЕДОРОВ⁶

¹Фак. «Залізничний транспорт», Вільнюський технічний університет імені Гедимінаса, вул. Басанавічуса, 28, Вільнюс, Литва, LT-03224, тел. +37 (052) 74 48 05, ел. пошта lionginas.liudvinavicius@vgtu.lt

²Каф. «Вагони та вагонне господарство», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел./факс + 38 (056) 793 19 03, ел. пошта sergeyuyamlin@gmail.ru, ORCID 0000-0002-7383-9304

³Каф. «Прикладна математика», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 36, ел. пошта aabosov@i.ua, ORCID 0000-0002-5348-2205

⁴Каф. «Безпека життєдіяльності», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 81

^{5*}Галузева науково-дослідна лабораторія динаміки і міцності рухомого складу залізниць, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (056) 793 19 08, ел. пошта irklmn@mail.ru, ORCID 0000-0001-8889-8713

⁶Галузева науково-дослідна лабораторія динаміки і міцності рухомого складу залізниць, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (056) 793 19 08

ПРУЖНО-ФРИКЦІЙНИЙ КОВЗУН ДЛЯ ВІЗКА ВАНТАЖНОГО ВАГОНА

Мета. Необхідно з'ясувати питання стосовно зменшення зношування деталей ковзунів вантажних вагонів, зменшення витрат на відновлення зношених деталей, поліпшення динамічних якостей рейкових екіпажів і підвищення безпеки їх руху. **Методика.** Зносостійкі елементи ковзунів виконані у вигляді змінних металокерамічних пластинок, жорстко закріплених на площинах тертя. **Результати.** У процесі експлуатації через забруднення, знос тертьових поверхонь та інші причини силові характеристики ковзуна можуть суттєво змінюватися, що несприятливо буде позначатися на динамічних якостях візків і, як наслідок, – на безпеці руху поїздів. Тому запропоновані авторами рекомендації із поліпшення роботи пружно-фрикційних ковзунів через їхню модернізацію є актуальними. **Наукова новизна.** Удосконалено конструкцію ковзуна візка вантажного вагона. На пружині встановлено фрикційний клин, похила поверхня якого взаємодіє з опорною похилою частиною плити через пластинку з нанесеними на неї зносостійкими елементами у вигляді металокерамічних вставок. **Практична значимість.** Використання зносостійких елементів у вигляді змінних металокерамічних вставок буде сприяти зменшенню зношування елементів з'єднання візка й рами вантажного вагона, поліпшенню його динамічних якостей, а також зменшенню витрат на відновлення зношених тертям ковзунів.

Ключові слова: візки вантажного вагона; пружно-фрикційні ковзуни; динамічні якості; знос

G. VAICIUNAS¹, S. V. MYAMLIN², A. A. BOSOV³, V. YA. PANASENKO⁴,
I. V. KLIMENKO^{5*}, YE. F. FEDOROV⁶

¹Fac. «Railway Transport», Vilnius Gediminas Technical University, Basanavichyus St., 28, Vilnius, Lithuania, LT-03224, tel. +37 (052) 74 48 05, e-mail lionginas.liudvinavicius@vgtu.lt

²Dep. «Cars and Car Facilities», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel./fax +38 (056) 793 19 03, e-mail sergeymyamin@gmail.ru, ORCID 0000-0002-7383-9304

³Dep. «Applied Mathematics», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 36, e-mail aabosov@i.ua, ORCID 0000-0002-5348-2205

⁴Dep. «Life Safety», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 81

^{5*}Branch Research Laboratory of the Dynamics and Strength of Railway Rolling Stock, Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 793 19 08, e-mail irklmn@mail.ru, ORCID 0000-0001-8889-8713

⁶Branch Research Laboratory of the Dynamics and Strength of Railway Rolling Stock, Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 793 19 08

ELASTIC-FRICTION SIDE BEARER FOR FREIGHT CAR BOGIE

Purpose. One should clarify the issues concerning the wear reduction of details of freight car side bearers, costs reduction for the worn details reconstruction, improvement the dynamic characteristics of railway vehicles and the increase of their movement safety. **Methodology.** Wear-resistant elements of the side bearers are made in the form of removable metal-ceramic plates, entrenched on friction planes. **Findings.** During operation due to pollution, wear of friction surfaces and other causes the power characteristics of side bearer may significantly vary, which adversely affects the dynamic qualities of bogies, and as a result the train traffic safety. Therefore, the solution proposed by the authors concerning the operation improvement of elastic frictional side bearers by means of their modernization is an urgent one. **Originality.** The design of the bogie side bearer of freight car was improved. Friction wedge was set on the spring; its inclined surface interacts with a support inclined platform of a plate through the plate with the durable elements in the form of metal-ceramic inserts. **Practical value.** The use of wear-resistant elements in the form of interchangeable metal-ceramic inserts will reduce the wear of connection joints of bogie and a freight car frame, improve its dynamic qualities. It will also decrease the costs for restoration of worn side bearers by friction.

Keywords: bogies of a freight car; elastic-friction side bearers; dynamic qualities; wear

REFERENCES

1. Andriyevskiy S.M. Bokovoy iznos relsov na krivykh [Horizontal wear of rails on curves]. *Trudy VNIIZhTa* [Proc. of VNIIZhT], 1961, issue 207, pp.1-126 p.
2. Biryukov I. Vagon i malenkaya telezhka [Car and a small bogie]. *Gudok – Whistle*, 2003, April 23.
3. Boroday S.M. *Remont telezhek tipa TsNII-KhZ* [Repair of bogies, type TsNII-KhZ]. Moscow, Transport Publ., 1966. 30 p.
4. Lukina V.V. *Vagony. Obshchiy kurs* [Cars. General course]. Moscow, Marshrut Publ., 2000. 424 p.
5. Verigo M.F., Kogan A.Ya. *Vzaimodeystviye puti i podvizhnogo sostava* [Interaction between track and rolling stock]. Moscow, Transport Publ., 1986. 559 p.
6. Verigo M.F. Vertikalnyye sily, deystvuyushchiye na put pri prokhozhenii podvizhnogo sostava [Vertical forces that act on the track during the rolling stock passing]. *Trudy TsNII MPS* [Proc. of TsNII MPS], 1955, issue 97, pp. 25-288.
7. Verigo M.F., Gracheva L.O, Anisimov P.S. Modernizatsiya ressnogo podveshivaniya telezhek tipa MT-50 [Modernization of bogies spring suspension, type MT-50]. *Trudy VNIIZhTa* [Proc. of VNIIZhT], 1968, issue 372, pp. 1-112.
8. Roman Yu.S., Bogdanov V.M., Dobrynin L. K., Kosov V.S. Vliyaniye tekhnicheskogo sostoyaniya uzlov opiraniya gruzovykh vagonov na soprotivleniye povorotu telezhki [Effect of technical condition of freight cars support nodes on rotation bogie resistance]. *Vestnik VNIIZhTa – VNIIZhT Bulletin*, 2000, no. 3, pp. 9-12.
9. Voloshchenko G.I. Kak snizit iznos koles. Opyt Yugo-Vostochnoy dorogi [How to reduce the wheel wear. Southeast road experience]. *Lokomotiv – Locomotive*, 2003, no. 1, p. 33.

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ І ТЯГА ПОЇЗДІВ

10. *Instruktsiya po remontu i obsluzhivaniyu buks s podshipnikami skolzheniya* [Repair and maintenance instruction of the boxes with plain friction bearings]. Moscow, Transport Publ., 1977. 31 p.
11. Kosov V.S. Vliyaniye lubrikatsii relsov na dinamicheskiye kachestva i iznos grebney koles pri dvizhenii lokomotiva v krivykh [Rails lubrication effect on dynamic qualities and wheel flange wear during locomotives movement in curves]. *Sbornik nauchnykh trudov Bryanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta «Voprosy transportnogo mashinostroyeniya»* [Proc. of Bryansk State Technical University «Transport Engineering Issues»]. Bryansk, Izd-vo BGTU Publ., 2000, pp. 31-39.
12. Meshkov V.S., Praskov V.V., Kravchuk V.V. Tekhniko-ekonomicheskiye aspekty lubrikatsii koles i relsov [Technical and economic aspects of wheels and rails lubrication]. *Lokomotiv – Locomotive*, 2004, no. 12, pp. 24-26.
13. Kharris U. Dzh., Zakharov S. M., Landgren Dzh., Turne X., Ebersen V. *Obobshcheniye peredovogo opyta tyazhelovesnogo dvizheniya: voprosy vzaimodeystviya koleasa i relsa* [Best practices generalization of heavy traffic: issues of wheel and rail interaction]. Moscow, Intekst Publ., 2002. 408 p.
14. Verigo M.F., Gracheva L.O., Alekseyev M.V., Anisimov P.S. Otsenka dinamicheskikh (khodovykh) kachestv i vozdeystviya na put shestiosnykh poluvagonov gruzopodyemnostyu 95 t [Evaluation of dynamic (riding) qualities and effect on the rail of six-axle gondola cars, capacity 95 tons]. *Trudy VNIIZhTa. Vyp. 268: Voprosy vzaimodeystviya puti i podvizhnogo sostava* [Proc. of VNIIZhT. Issue 268: Interaction between track and rolling stock], 1963, pp. 5-125.
15. Miamlin S.V., Bosov A.A., Panasenko V.Ya., Klymenko I.V. *Kovzun vizka zaliznychnoho vahona* [Side bearer of rail cars bogie]. Patent UA, no. u 2007 13481, 2007.
16. S.V. Myamlin, Bosov A.A., Panasenko V.Ya. Puti sovershenstvovaniya konstruktsii telezhki gruzovogo vagona [Improvement ways of the freight car bogie design]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazariana* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2009, issue 29, pp. 27-32.
17. Ushkalov V.F., Lashko A.D., Mokriy T. F. Modernizatsiya telezhek gruzovykh vagonov kak variant obnoveniya khodovykh chastey podvizhnogo sostava [Modernization of freight car bogies as an upgrade option of running parts of the rolling stock]. *Vestnik VNIIZhTa – VNIIZhT Bulletin*, 2013, no. 5, pp. 8-15.
18. Shur Ye. Kto oni, nastoyashchiye teni [Who are they, the real shadows?]. *Gudok – Whistle*, 2003, April 17.
19. Yang C., Li F., Huang Y., Wang K., He B. Comparative study on wheel-rail dynamic interactions of side-frame cross-bracing bogie and sub-frame radial bogie. *Journal of Modern Transportation*, 2013, vol. 21, issue 1, pp. 1-8.
20. Orlova A., Moelle D., Scheffel H. Rutting mode of 3-piece bogies during curving. Proc. of the 8th Mini Conf. on Vehicle System Dynamics «Identification and Anomalies (11.11-13.11. 2002)». Budapest, VSDIA' 2002, pp. 85-92.

Статья рекомендована к публикации д.т.н., проф. В. Л. Горобцом (Украина); д.т.н., проф. О. А. Бейгулом (Украина)

Поступила в редколлегию 28.03.2014

Принята к печати 12.05.2014