

Стояночные тормозные башмаки. Эксплуатационные испытания

Д. П. МАРКОВ¹, И. Н. ВОРОНИН¹, Н. П. ШИПУЛИН², В. И. МАРШЕВ¹,
А. В. СУХОВ¹, В. В. ГУЗАНОВ², А. В. КУМИНОВ²

¹ Акционерное общество «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО ВНИИЖТ), Москва, 129626, Россия

² Центральная дирекция управления движением открытого акционерного общества «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД»), Москва, 129090, Россия

Аннотация. Статья является продолжением ранее опубликованных работ о новых стояночных башмаках, разработанных АО «ВНИИЖТ» совместно с Центральной дирекцией управления движением ОАО «РЖД» и теперь уже прошедших весь комплекс необходимых испытаний. Представлены результаты подконтрольной эксплуатации установочной серии новых стояночных башмаков в приемо-отправочном парке ст. Лосиноостровская Московской железной дороги. Показано, что новые башмаки превосходят серийные по многим показателям.

Ключевые слова: стояночные тормозные башмаки; новая конструкция; установочная серия; эксплуатационные испытания

Введение. Ранее в публикациях сообщалось о начале работ по созданию нового для Российской Федерации типа тормозных железнодорожных башмаков — стояночных башмаков, предназначенных для закрепления подвижного состава на путях и обладающих рядом качеств, радикально отличающих их от применяемых в настоящее время для этой цели горочных башмаков [1, 2]. На новых башмаках предусмотрен порожек, предотвращающий скатывание колеса с башмака. Новые башмаки в 1,85 раза легче горочных и нечувствительны к небольшим перекосам при установке. Затраты на изготовление новых башмаков могут остаться прежними или даже снизиться благодаря применению для их изготовления более дешевых и доступных материалов, уменьшению толщины полоза и длины бортов (а значит и возможности применения прессов малой мощности), замене литья и клепки сваркой, снижению почти в два раза металлоемкости. Несомненно, что в перспективе новые башмаки заменят горочные во всех случаях, где требуется закрепление подвижных единиц или составов на железнодорожных путях.

Завершающий этап разработки — подконтрольная эксплуатация установочной серии на станционных путях — показал то, что новые башмаки оказались в несколько раз долговечнее используемых в настоящее время горочных и превосходят их по прочности, надежности закрепления, удобству использования, технологичности, соотношению цены и качества.

Особенности подконтрольной эксплуатации установочной серии новых башмаков. На рис. 1 показан внешний вид нового стояночного башмака установочной серии, изготовленной по откорректированным Техническим требованиям ТТ БТС-ВНИИЖТ-2016 до и после полугодовой эксплуатации.

Подконтрольная эксплуатация установочной серии проведена на путях № 2—7 приемо-отправочного парка № 1 ст. Лосиноостровская Московской железной дороги с 12 августа по 15 ноября 2016 г. Схема и фотография парка № 1 с расположением ящиков для хранения башмаков показаны на рис. 2.

Программа подконтрольной эксплуатации предусматривала сравнение партии из 50 шт. новых башмаков с таким же количеством серийных горочных, изготовленных по ТУ 32-001124324-74-94 (чертеж 8739.00СБ).

На длинных путях № 2—4 при помощи новых башмаков закреплялись в основном тяжелые грузовые составы с нефтью, металлом, строительными материалами (средняя длина путей 877 м). На коротких путях № 5—7 закреплялись в основном короткие легкие сме-



Рис. 1. Тормозной стояночный башмак установочной серии до эксплуатации (а) и после 6 месяцев интенсивной эксплуатации (б)
Fig. 1. The parking brake shoe of the pilot batch before (a) and after 6 months of intensive operation (b)

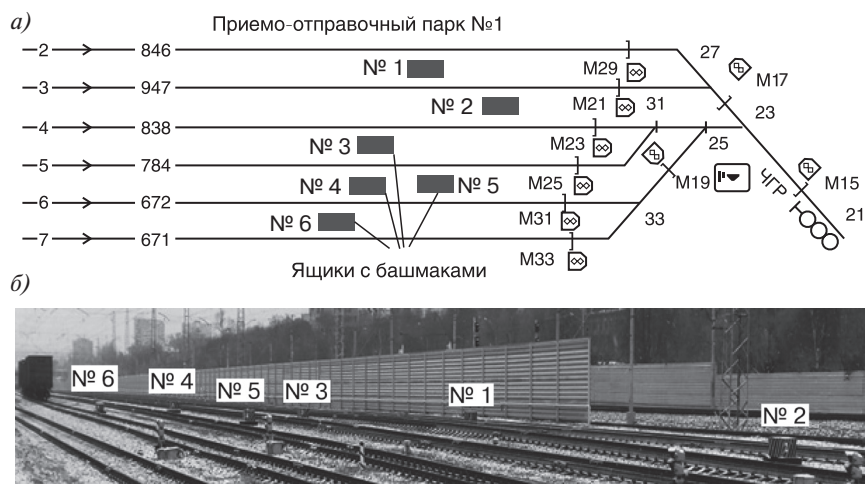


Рис. 2. Схема (а) и фотография (б) парка № 1 с расположением ящиков для хранения башмаков. Ящики № 1, 2 и 3 на 2, 3 и 4 путях — с новыми башмаками, ящики № 4, 5 и 6 на 5, 6 и 7 путях — с серийными башмаками. Слева на схеме указаны номера и длина путей.

М — выходные сигналы

Fig. 2. Scheme (a) and photograph (b) of yard no. 1 with the location of storage boxes for shoes. Boxes no. 1, 2 and 3 on tracks 2, 3 and 4 with new shoes, boxes no. 4, 5 and 6 on tracks 5, 6 and 7 with serial shoes. On the left, the numbers and lengths of the tracks are indicated.

М — exit signals

шанные составы (средняя длина путей 709 м). Эти пути использовались реже, чем первые три. Сведения о составах, закрепленных на путях (номер, количество вагонов и осей в составе, номера башмаков, использованных для закрепления, а также замечания по работе всех башмаков), ежедневно заносятся в журналы сигналистами поста.

За время подконтрольной эксплуатации было повреждено 2 новых башмака и 18 серийных. На рис. 3 представлены данные о закрепленных составах и вагонах, количестве подложенных и поврежденных башмаков.

Повреждаемость Π башмаков в относительных единицах с учетом числа закреплений и количества закрепленных вагонов, рассчитывалась по формуле:

$$\Pi = \frac{\text{Количество поврежденных башмаков}}{\text{Количество закреплений} \times \text{Количество вагонов}} \times 1\,000\,000$$

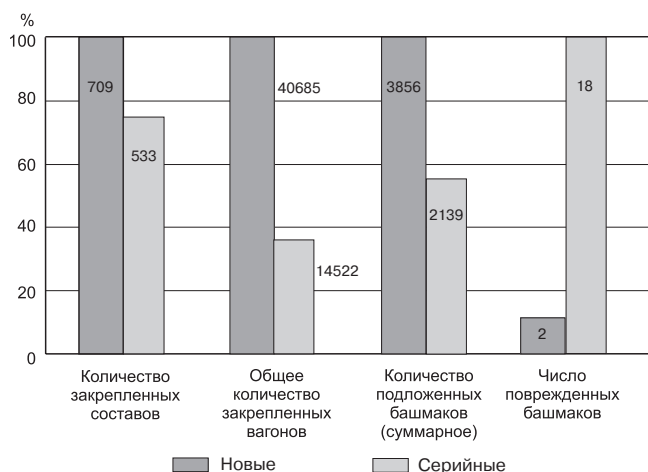


Рис. 3. Данные о количестве закрепленных составов, вагонов, подложенных и поврежденных башмаков за 3 месяца подконтрольной эксплуатации

Fig. 3. Data on the number of fixed trains, cars, laid and damaged shoes for 3 months of controlled operation

Повреждаемость новых башмаков равна $\Pi_{\text{нов}} = 0,0127$, серийных — $\Pi_{\text{сер}} = 0,579$. То есть повреждаемость новых башмаков за время подконтрольной эксплуатации оказалась в 45,6 раза меньше, чем серийных.

Причины повреждения башмаков

Новые башмаки. Новый башмак спроектирован таким образом, что при застревании его по какой-либо причине на рельсе груженный вагон сминал бы его и колесо вагона получало бы возможность спокойно перекатиться через смятый башмак. Тем самым исключается возможная вероятность схода колесной пары с рельсов при перекачивании через башмак в кривой. Колесо легкой порожней платформы, к сожалению, перекачивается через новый башмак, не сминая его. Это стало причиной поломки ручек двух башмаков при застревании их на стыковом соединителе (рис. 4, а, б, в).

После полугодовой эксплуатации заметного износа или смятия носков и порожков на носке полоза не наблюдалось, но на порожках четырех башмаков появились трещины и выкрашивания. Носки ползьев новых стояночных башмаков не загибались вверх, как это происходит на горочных башмаках.

Серийные башмаки. Серийные башмаки изготовлены из мягкой стали, имеющей низкий порог задириобразования и большую разницу между силой трения покоя и трения скольжения. Высота упорной колодки серийного башмака недостаточна для предотвращения перекачивания в условиях повышенного трения на сухих и запесоченных рельсах. Следствием этих недостатков является частое перекачивание колес через башмаки с деформированием или изломом ручки или прерывистое скачкообразное скольжение подбашмаченных колесных пар и выбивание башмаков из-под колеса. Трение между ползком и рельсом, в особенности у новых башмаков с маленькой номинальной площадью пятен контакта, настолько высокое, что при первом же обратном наезде

колеса на ручку башмака ручки выходили из строя по излому.

Причины повреждения серийных башмаков были следующие (рис. 5):

- перекачивание колеса вагона через башмак с изломом ручки;
- излом ручки при обратном наезде;
- выбивание башмака из-под колеса при прерывистом скольжении с последующей перекошенной установкой его на рельсе;
- наезд гребня колеса на борт башмака и деформация полоза.

Еще один недостаток серийных башмаков состоит в том, что тонкие носки полозьев интенсивно деформируются с загибом вверх. При наезде колеса на такой носок башмак подпрыгивает и может сваливаться с рельса или встать с перекосом (рис. 6).

Особенности закрепления различных типов подвижного состава. Новые башмаки позволяют закреплять те же типы грузовых и пассажирских вагонов и локомотивов, которые закрепляются горочными башмаками.

Проблема возникла лишь при закреплении вагонов-рефрижераторов производства немецкого завода Dessau, переоборудованных на вагоноремонтных заводах в вагоны-термосы. При сочетании нескольких факторов (полная загрузка вагона, тонкий обод колеса, немецкий колодочный башмак) высокая ручка нового стояночного башмака попадала в прорезь нажимного башмака и не давала сбросить башмак вбок, а чека мешала сдвинуть его назад (рис. 7).

После того как высокая трубчатая ручка была заменена на низкую сплошную, проблемы закрепления вагонов-термосов и смятия ручек при обратном наезде были решены. Вертикальная составляющая силы нажатия колеса на новую ручку проходит за пределами площади опоры полоза, поэтому при обратном наезде колеса на ручку башмак не прижимается к рельсу, а опрокидывается назад и сваливается на путь. После внесения изменений в конструкцию ручки ее повреждение при обратном наезде колеса стало невозможным, а установка и снятие нового башмака при закреплении немецких вагонов-термосов вызвало не больше затруднений, чем при закреплении серийными башмаками (рис. 8).

Преимущества нового башмака. Сравнительные характеристики нового и серийного башмаков представлены в таблице.

Из таблицы видно, что новый башмак многократно превосходит серийный по всем показателям, в особенности по повреждаемости и сроку службы (срок службы оценен для экстремальных условий, в которых половина серийных башмаков повреждается за первую неделю эксплуатации).

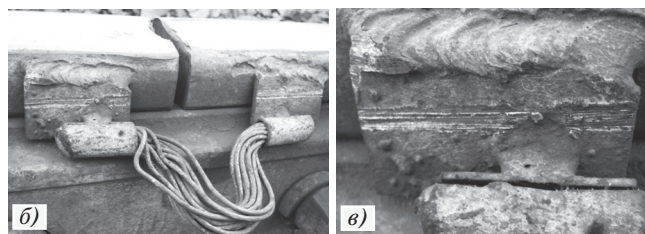


Рис. 4. Башмаки с ручками, поврежденными в результате перекачивания колеса легкой порожней платформы (а), и стыковой электросоединитель, на котором они застряли, со следами зацепления бортами башмаков (б, е)

Fig. 4. Shoes with handles damaged by the rolling of a lightweight empty platform (а), and the butt electrical connector on which they are stuck, with traces of gearing on the sides of the shoes (б, е)

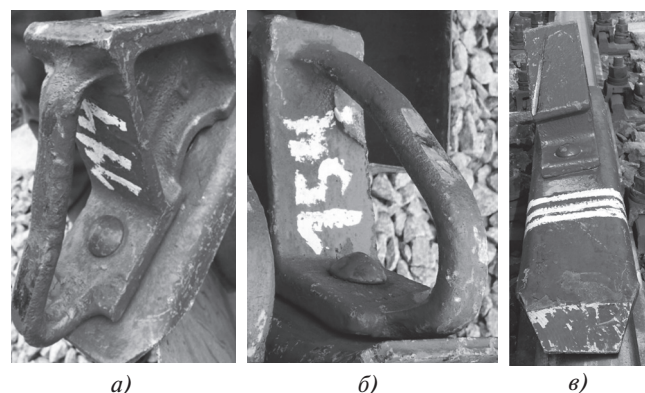


Рис. 5. Повреждения серийных башмаков: а — излом ручки при перекачивании колеса через башмак; б — излом ручки при обратном наезде; е — коробление полоза в результате перекоса башмака при прерывистом скольжении; з — деформации полоза в результате наезда гребня колеса на борт башмака

Fig. 5. Damage to the standard shoes: а — handle break when rolling the wheel through the shoe; б — fracture of the handle in the reverse collision; е — warping of the skid as a result of shoe sliding with intermittent sliding; з — deformation of the runner as a result of the collision of the wheel flange on the side of the shoe

Еще одна полезная особенность новых башмаков — возможность переноски сразу 6 и более башмаков за один раз (рис. 9), которую использовали молодые, физически развитые сигналисты для сокра-



Рис. 6. Подскок серийного башмака при наезде колеса на загнутый носок полоза, зафиксированный стоп-кадром
Fig. 6. Bounce of the serial shoe when the wheel hits the twisted skid end, caught with a stop-frame

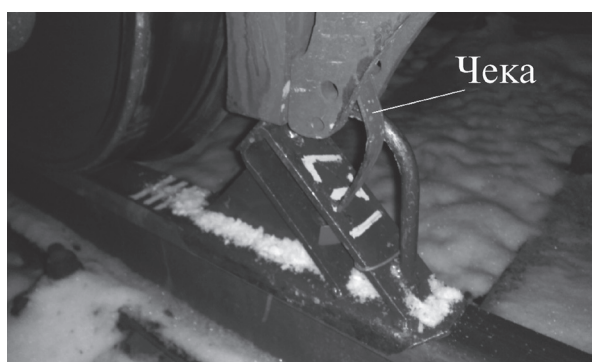


Рис. 7. Заклинивание нового стояночного башмака при закреплении рефрижераторного вагона
Fig 7. Sticking of a new parking shoe at fastening of a refrigerator car



Рис. 8. Новый башмак с измененной ручкой (а) и серийный башмак (б) под вагоном-термосом с немецким нажимным башмаком и удлиненной чекой
Fig. 8. A new shoe with a modified handle (a) and a serial shoe (b) under the thermos wagon with a German pressure shoe and an elongated check. Comparative characteristics of the new and standard shoes



Рис. 9. Перенос облегченных новых башмаков
Fig. 9. Transfer of new lightweight shoes

Сравнительные характеристики нового и серийного башмаков Comparative characteristics of the new and standard shoes

Характеристики	Серийный башмак ТУ 32-01124323-72-94	Новый башмак ТТ БТС-ВНИИЖТ-2016
Вес, кг	7,4	4,0
Высота башмака, мм	131	140
Толщина полоза, мм	8	4
Твердость, НВ	140–180	250–350
Критический коэффициент сцепления	0,34	> 0,40
Ориентировочная стоимость	750	870
Порожек против скатывания	нет	есть
Материал	Дефицитная Ст5сп	Более дешевая СтЗсп
Упорная колодка	Литая на заклепках	Сварная
Относительная повреждаемость	0,579	0,0127
Ориентировочная оценка срока службы в экстремальных условиях	14 дней	1 год

щения трудоемкости и времени закрепления длинных составов десятью и более башмаками.

Одно из существенных преимуществ нового башмака состоит в том, что он не допускает перекатывания колес через упорную колодку даже в самых экстремальных условиях, увеличивая тем самым надежность закрепления составов.

Оценка перспективы использования стояночных башмаков. Тормозные башмаки используются многие годы в различных странах [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Очевидно, однако, что башмачное закрепление имеет много недостатков (малоэффективный ручной труд, малая производительность и др.). В настоящее время ведутся работы по созданию автоматизированных систем закрепления составов на станционных путях. Рассмотрим перспективы создания таких систем. Экспериментально установлено, что, если сила давления колеса на башмак превышает 3–8 тс (в зависимости от скорости накатывания), колесо 100-тонного вагона перекатывается через жестко закрепленный на рельсе горочный башмак высотой 131 мм. Удерживающая способность для колеса порожнего вагона в 2 раза меньше. Превышение этого предела приводит к перекатыванию колеса через башмак (или через упор). На рис. 10 представлен график зависимости критической удерживающей силы от высоты упора и веса вагона.

Увеличить высоту башмака или упора свыше 140 мм нельзя, поскольку на дорогах встречаются

рефрижераторные вагоны, на которых элементы тормозной системы расположены на такой высоте. Упор высотой 140 мм может создать удерживающую силу при накатывании колеса с нагрузкой 12,5 тс (100-тонный вагон с осевой нагрузкой 25 тс) до 8–10 тс; с нагрузкой 10 тс (80-тонный вагон) — до 4–6 тс. На допустимом для станционных путей уклоне 2,5 ‰ удерживающая сила для состава из 60 вагонов с осевой нагрузкой 23 тс составляет 12 тс, а при скорости надвига 5 км/ч — 15–20 тс. То есть закрепляющее устройство в виде концевой упора может удерживать на станционных путях лишь легкие составы с тяжелым вагоном в конце. Это предполагает, что на станциях отправления к составам будут предъявляться дополнительные требования к весу и расположению вагонов, что создаст дополнительные трудности для их формирования. Кардинальным решением может стать проектирование парков с короткими удерживающими тупиками, на которые переводится последний вагон закрепляемых составов. Однако это дело отдаленного будущего.

Анализ показывает, что создание автоматизированных систем закрепления составов на станционных путях является сложной, многовариантной задачей, в решении которой сделаны только первые шаги. Поэтому стояночные башмаки еще многие годы будут применяться для закрепления составов на станционных путях.

Заключение. Результаты подконтрольной эксплуатации установочной серии стояночных башмаков на станционных путях позволяют сделать следующие выводы:

1. За время подконтрольной эксплуатации было повреждено 18 серийных и 2 новых башмаков. Все серийные башмаки повреждены в условиях нормальной эксплуатации. Новые башмаки повреждены за пределами парка на стыке с наваренным соединителем.

2. Серийные башмаки повреждались по следующим причинам:

- деформация ручки вследствие перекатывания колеса через упорную колодку;
- выбивание башмака из-под колеса и перекошенная установка на рельсе с последующим наездом гребня колеса на колодку и деформация полоза в результате скачкообразного скольжения колесной пары;
- трещина в ручке в результате обратного наезда;
- наезд гребня колеса на борт и деформация полоза.

3. Эксплуатация в зимний период показала, что при обратном наезде колеса на башмак легкие и высокие трубчатые ручки нового башмака деформировались и ломались. При корректировке конструкторской документации форма и материал ручек были измене-

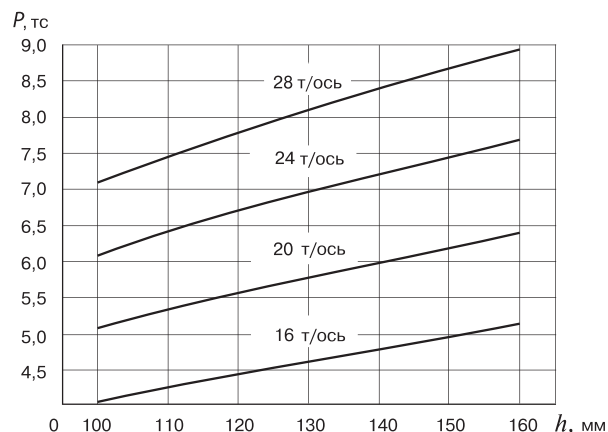


Рис. 10. Теоретическая зависимость критической удерживающей силы башмака или концевой упора P (усилие перекатывания) от его высоты h и нагрузки на ось

Fig. 10. Theoretical dependence of the critical holding force of the shoe or end stop P (the rolling force) on its height h and the load on the axis

ны: высокие трубчатые ручки заменили сплошными низкими.

4. В экстремальных условиях эксплуатации стойкость новых стояночных башмаков в десятки раз превосходит стойкость серийных горочных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глушко М.И., Фёдоров Е.В. Закрепление вагонов автономными средствами // Вагоны и вагонное хозяйство. 2012. № 3. С. 36–37.
2. Образцов В.Н. Станции и узлы. М.: Трансжелдориздат, 1938. 492 с.
3. Несветова Е.А. Технические средства обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2015. 104 с.
4. Железнодорожные станции и узлы / В.И. Апатцев [и др.]. М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. 855 с.
5. Get a grip on your freight cars // Railway Age. 2009. № 7. Р. 35.
6. Rawie. Neuartiger Radvorleger // Der Eisenbahningenieur. 2005. № 11. S. 114.
7. Альбом типовых тормозных башмаков широкой и узкой колеи и приспособлений для их установки и сбрасывания / Главное управление движения МПС, ПКБ ЦП. М., 1959. 31 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

МАРКОВ Дмитрий Петрович,
д-р техн. наук, главный научный сотрудник,
АО «ВНИИЖТ»

ВОРОНИН Игорь Николаевич,
заведующий лабораторией «Тормозные системы
и фрикционные материалы подвижного состава»,
АО «ВНИИЖТ»

ШИПУЛИН Николай Павлович,
главный инженер, Центральная дирекция управления
движением, ОАО «РЖД»

МАРШЕВ Владимир Иванович,
канд. техн. наук, старший научный сотрудник,
АО «ВНИИЖТ»

СУХОВ Алексей Владимирович,
канд. техн. наук, заведующий отделением
«Транспортное материаловедение», АО «ВНИИЖТ»

ГУЗАНОВ Валерий Васильевич,
начальник технического отдела службы технической

политики, Центральная дирекция управления движением,
ОАО «РЖД»

КУМИНОВ Алексей Владимирович,
заместитель начальника технического отдела
службы технической политики, Центральная дирекция
управления движением, ОАО «РЖД»

Статья поступила в редакцию 15.03.2017 г., принята к публикации
19.05.2017 г.

Parking brake shoes. Operational tests

D. P. MARKOV¹, I. N. VORONIN¹, N. P. SHIPULIN², V. I. MARSHEV¹, A. V. SUKHOV¹, V. V. GUZANOV², A. V. KUMINOV²

¹ Joint Stock Company "Railway Research Institute" (JSC "VNIIZhT"), Moscow, 129626, Russia

² Central Directorate for Traffic Management of the JSC "Russian Railways" (JSC "RZD"), Moscow, 129090, Russia

Abstract. The article is a continuation of previously published works on new parking shoes, developed by scientists of the JSC "VNIIZhT" jointly with specialists of the Central Directorate of Traffic Management of the JSC "Russian Railways", now have been already passed all the necessary tests. Features and results of the controlled performance of the pilot batch of new parking shoes are analyzed in the receiving-departure yard of the Losinoostrovskaya station of the Moscow railway. The results of the tests exceeded all expectations. During the period of 3 months of controlled operation, claims were brought only to the design of the valve; the design of the valve was changed when the product was refined. After semi-annual operation, excessively firm steps against the rolling down began to crack, which, however, did not affect the performance of the shoes. In the harshest conditions, no rolling of the car wheels through new shoes was recorded. Ordinary operational damages in the form of skate twists, toe buckling, deformation and separation of the sides were not observed. Damage to new shoes, taking into account the number of fastenings and the number of fixed cars during the time of controlled operation, was 45.6 times less compared to the standard shoes. It is concluded that the new shoes considerably overweigh the serial ones for all technological and operational parameters (weight, strength, reliability of fastening, ease of use, manufacturability, price/quality ratio). At present, the new shoe is fully ready for mass production.

Keywords: parking brake shoes; new design; pilot batch; operational tests

DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2017-76-3-153-158>

REFERENCES

1. Glushko M. I., Fedorov E. V. *Zakreplenie vagonov avtonomnymi sredstvami* [Fastening of cars with autonomous means]. Vagony i vagonnoe khozyaystvo, 2012, no. 3, pp. 36–37.
2. Obratsov V. N. *Stantsii i uzly* [Stations and junctions]. Moscow, Transzheldorizdat Publ., 1938, 492 p.
3. Nesvetova E. A. *Tekhnicheskie sredstva obespecheniya bezopasnosti na zheleznodorozhnom transporte* [Technical means of ensuring safety in railway transport]. Khabarovsk, DVGUPS Publ., 2015, 104 p.

4. Apattsev V. I., Efimenko Yu. I. *Zheleznodorozhnye stantsii i uzly* [Railway stations and junctions]. FGBOU Publ., 2014, 855 p.

5. *Get a grip on your freight cars*. Railway Age, 2009, no. 7, p. 35.

6. Rawie. *Neuartiger Radvorleger*. Der Eisenbahningenieur, 2005, no. 11, p. 114.

7. *Al'bom tipovykh tormoznykh bashmakov shirokoy i uzakoy kolei i prispособleniy dlya ikh ustanovki i sbrasyvaniya* [An album of typical brake shoes of wide and narrow gauge and devices for their installation and dropping]. Moscow, Glavnoe upravlenie dvizheniya MPS [Main Directorate of the Ministry of Railways], sostavitel' PKB TsP [Compiler of the PKB Central Committee], 1959, 31 p.

ABOUT THE AUTHORS

Dmitriy P. MARKOV,
Dr. Sci. (Eng.), Chief Researcher, JSC "VNIIZhT"

Igor' N. VORONIN,
Head of the laboratory "Brake systems and friction materials of the rolling stock", JSC "VNIIZhT"

Nikolay P. SHIPULIN,
Chief Engineering Officer, the Central Directorate for Traffic Management of JSC "Russian Railways"

Vladimir I. MARSHEV,
Cand. Sci. (Eng.), Senior Researcher, JSC "VNIIZhT"

Aleksey V. SUKHOV,
Cand. Sci. (Eng.), Head of the Department "Transport materials science", JSC "VNIIZhT"

Valeriy V. GUZANOV,
Director of Technical department of the Technical policy Department, the Central Directorate for Traffic Management of JSC "Russian Railways"

Aleksey V. KUMINOV,
Deputy Director of Technical department of the Technical policy Department, the Central Directorate for Traffic Management of JSC "Russian Railways"

Received 15.03.2017

Accepted 19.05.2017

E-mail: markov.dmitry@vniizht.ru (D. P. Markov)