

## Транспортные системы Transport systems

Научная статья

Статья в открытом доступе

УДК 629.47

doi: 10.30987/2782-5957-2024-1-36-43

### ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА КОЛЕСНЫХ ПАР

Андрей Сергеевич Шинкарук<sup>1✉</sup>, Александр Владимирович Барышников<sup>2</sup>, Рафик Хайдарович Рафиков<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Федеральная пассажирская компания, Москва, Россия

<sup>3</sup> АНО «Инновационный инжиниринговый центр», Москва, Россия

<sup>1</sup> shinkarukas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8462-8465>

<sup>2</sup> alexbar93@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0006-7443-9640>

<sup>3</sup> rafis-89@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3577-3401>

#### Аннотация

Целью исследования является определение проблематики организации ремонта колесных пар и путей их решения. В процессе исследования изучены взаимосвязанные параметры шеек осей колесных пар и буксовых роликовых цилиндрических подшипников, а также требования конструкторской, эксплуатационной и ремонтной документации. Определены фактические размеры посадочных поверхностей шеек осей колесных пар и буксовых подшипников, а также их количественное распределение. На основании полученных данных определены зависимости указанных параметров в соответствии с требованиями допускаемых значений натягов посадки. С учетом полученных зависимостей установлены основные направления по изменению требований ГОСТ, которые позволят обеспечить потребности предприятий-потребителей требуемой номенклатурой подшипников. Также с помощью статистических методов изучен вопрос

целесообразности замены внутренних колец подшипников при производстве среднего ремонта колесных пар, по результатам которого установлено, что в процессе ремонта колесных пар предприятия могут в обязательном порядке производить установку новых подшипников с заменой внутренних колец, повышая тем самым уровень безопасности движения и надежности работы буксовых узлов, так как ресурс оси в полной мере сможет обеспечить ее эксплуатацию в течение всего жизненного цикла пассажирского вагона. Однако для полноценной реализации данного решения необходимо, чтобы предприятия-изготовители обеспечивали выпуск подшипников с широким диапазоном посадочных размеров внутренних колец от I до IV группы.

**Ключевые слова:** буксовый узел, колесная пара, подшипник, натяг, посадка, поверхность, кольцо.

Ссылка для цитирования:

Шинкарук А.С. Проблемы организации ремонта колесных пар / А.С. Шинкарук, А.В. Барышников, Р.Х. Рафиков // Транспортное машиностроение. – 2024. - № 1. – С.36-43. doi: 10.30987/2782-5957-2024-1-36-43.

Original article

Open Access Article

### PROBLEMS OF WHEELSET REPAIR MANAGEMENT

Andrey Sergeevich Shinkaruk<sup>1✉</sup>, Aleksandr Vladimirovich Baryshnikov<sup>2</sup>, Rafik Haidarovich Rafikov<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Federal Passenger Company, Moscow, Russia

<sup>3</sup> Innovatsionny Inzhiniringovy Centr, Moscow, Russia

<sup>1</sup> shinkarukas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8462-8465>

<sup>2</sup> alexbar93@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0006-7443-9640>

<sup>3</sup> rafis-89@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3577-3401>

## Abstract

The study objective is to find out the problems of repair management of wheelsets and ways to solve them. In the course of the study, the interdependent parameters of wheelset axle necks and axle box roller cylindrical bearings, as well as the requirements of design, operational and repair documentation are studied. The actual dimensions of the seat surfaces of wheelset axle necks and axle bearings as well as their quantitative distribution are determined. Based on the data obtained, the dependences of the specified parameters are determined in accordance with the requirements of the permissible values of tightness. Taking into account the obtained dependencies, the main changes in GOST requirements are found out, which will ensure the needs of consumer enterprises with the

required range of bearings. Also, using statistical methods, the problem of required replacing the inner races of bearings while repairing wheelsets is studied, according to its results it is found that during the repair of wheelsets, enterprises can install new bearings with the replacement of inner races, thereby increasing the level of traffic safety and reliability of axle boxes, since the resource of the axle will be able to fully ensure its operation throughout the entire life cycle of the passenger car. However, for the full implementation of this solution, it is necessary for manufacturers to ensure the production of bearings with a wide range of inner race sizes from group I to group IV.

**Keywords:** axle box, wheelset, bearing, tightness, seat, surface, race.

## Reference for citing:

Shinkaruk AS, Baryshnikov AV, Rafikov RH. Problems of wheelset repair management. *Transport Engineering*. 2024;1:36-43. doi: 10.30987/2782-5957-2024-1-36-43.

## Введение

Одним из основных элементов железнодорожного подвижного состава являются колесные пары. Обеспечение надежности и поддержание подвижного состава в технически исправном и работоспособном состоянии напрямую зависит от качества изготовления и ремонта колесных пар. Стандартная колесная пара пассажирского вагона состоит из оси, двух цельнокатаных колес и двух буксовых узлов (дополнительно возможно комплектование двумя тормозными дисками для вагонов с дисковой системой торможения). Общие требования, предъявляемые к колесным парам, регламентированы ГОСТ 4835-2013

«Колесные пары железнодорожных вагонов. Технические условия» (далее – ГОСТ 4835-2013) [1]. При ремонте и техническом обслуживании колесных пар пассажирских вагонов в процессе их жизненного цикла вагоноремонтные предприятия руководствуются Руководящим документом по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами пассажирских вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524) мм, утвержденным Советом по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества (протокол от 4-5 ноября 2015 г. № 63) (далее – РД 1520) [2].

## Материалы, модели, эксперименты и методы

Одним из наиболее важных узлов является буксовый узел, который состоит из корпуса буксы, лабиринтного кольца, блока подшипников, торцевого крепления, крепительной и смотровой крышек. За надежность буксового узла отвечает в основном блок подшипников (роликовых цилиндрических или кассетных), причем кассетный подшипник, в процессе эксплуатации колесной пары не подлежит ремонту в условиях вагоноремонтных предприятий. Кассетный подшипник эксплуатируется в течение 8 лет или 1 200 000 км пробега (в зависимости от того, что наступит раньше) [2] и далее отправляется на предприятие-изготовитель для проведения

сервисного ремонта. Роликовые цилиндрические подшипники в процессе эксплуатации подлежат обязательному ремонту не реже одного раза в 4 года эксплуатации, при этом назначенный срок службы роликового цилиндрического подшипника составляет 6 лет, а назначенный ресурс изготавливаемых в последнее время подшипников 600 000 км [8].

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 27.102-2021 «Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения» при достижении подшипником назначенного срока службы (ресурса) его эксплуатация должна быть прекращена независимо от технического состояния [3].

В соответствии с приказом Министерства путей сообщения Российской Федерации от 4 апреля 1997 г. № 9Ц «О введении новой системы технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов» установлена периодичность ремонта пассажирских вагонов с колесными парами, оборудованными роликовыми подшипниками – 3 года или 500 000 км пробега (что наступит раньше) [4]. Таким образом, в целях сокращения количества дополнительных отцепок вагонов в текущий отцепочный ремонт, при проведении плановых видов ремонта (ДР, КР) пассажирских вагонов через 3 года эксплуатации или 500 000 км пробега колесным парам проводится средний ремонт с заменой подшипников.

В соответствии с требованиями РД 1520 допускается производить монтаж новых и отремонтированных подшипников без снятия внутренних колец с шейки оси. При этом подшипники подбираются по величинам радиальных и осевых зазоров, диаметрам отверстий внутренних колец, а также величинам натягов посадки внутренних колец подшипников на шейки осей.

В настоящее время для нужд вагоностроительных и вагоноремонтных предприятий выпускаются два типа буксовых роликовых радиальных подшипников 36-42726Е2М (задний) и 36-232726Е2М (передний) [8], причем действующие сертификаты соответствия имеют только два предприятия-изготовителя: АО «ЕПК Саратов» и АО «Степногорский подшипниковый завод». Выпускаемые подшипники 36-42726Е2М и 36-232726Е2М комплектуются внутренними кольцами двух размерных групп: I группа (129,992-130,000 мм), II группа (129,983-129,991 мм).

В соответствии с ГОСТ 33200-2014 «Оси колесных пар железнодорожного подвижного состава. Общие технические условия» номинальный диаметр шеек осей при изготовлении составляет  $130_{+0,025}^{+0,052}$  мм [5], а при выпуске колесных пар из ремонта в соответствии с РД 1520 диаметр шейки оси должен составлять  $130_{+0,005}^{+0,052}$  мм. В соответствии с ГОСТ 4835-2013 внутренние кольца должны быть установлены на

шейку оси колесной пары тепловым или прессовым способом с натягом от 0,04 до 0,065 мм, а по РД 1520 с натягом от 0,045 до 0,110 мм.

При использовании вагоноремонтными предприятиями новых подшипников, укомплектованных внутренними кольцами I и II группы, возможно произвести монтаж подшипников с обеспечением требуемого натяга на шейки осей колесных пар с диаметрами от 130,023 до 130,052 мм (по ГОСТ 4835) и от 130,028 до 130,052 мм (по РД 1520). Таким образом, новые подшипники возможно установить только на новые оси или оси, бывшие в эксплуатации, но имеющие размеры шеек осей близкие к номинальным.

В итоге на оси колесных пар с диаметрами шеек от 130,005 до 130,028 мм невозможно установить новые подшипники с внутренними кольцами I и II группы. Следовательно, вагоноремонтные предприятия вынуждены устанавливать на данные оси либо отремонтированные подшипники, либо новые при условии использования или постановки внутреннего кольца III (129,975-129,982 мм) или IV группы (129,930-129,974 мм) для обеспечения требуемого значения натяга посадки, а кольца I и II группы не использовать.

Внутренние кольца III и IV группы выпускаются отдельно по ТУ ВНИПП.130-01 «Подшипники качения для железнодорожного подвижного состава. Детали для ремонта подшипников. Технические условия» [6], при этом для них не установлены назначенный срок службы, назначенный ресурс, а также гарантийная ответственность завода-изготовителя. Дополнительно к этому в случае разуконплектования новых подшипников завод-изготовитель информирует о снятии с себя гарантийной ответственности, ссылаясь на ГОСТ 18572-2014 «Подшипники буксовые роликовые цилиндрические железнодорожного подвижного состава. Технические условия» и ТУ ВНИПП.048-1-00 «Подшипники качения для железнодорожного подвижного состава. Подшипники шариковые, роликовые цилиндрические и сферические. Технические условия. Часть 1», что зачастую является объективным.

В связи с вышеизложенным наиболее остро возникает вопрос обеспечения требуемого уровня надежности, в условиях многочисленных разногласий нормативно-технической и конструкторской документации, а также сложностью процесса ремонта колесных пар. В настоящее время в эксплуатации на сети железных дорог РФ находится значительное количество колесных пар, укомплектованных старым фон-

дом подшипников со сроком службы (ресурсом) близким к назначенному.

Чтобы определить масштаб данной проблемы были проанализированы данные ремонтных журналов ВУ-90 за один календарный год в 17 вагоноремонтных предприятиях. По итогам проведенной работы были сформированы данные по количественному распределению колесных пар по размерам диаметров шеек осей (рис. 1).



Рис. 1. Гистограмма распределения размеров шеек осей колесных пар пассажирских вагонов, находящихся в эксплуатации

Fig. 1. Histogram of distribution of journal sizes of axles of wheel pairs of passenger cars in operation

Исходя из полученных данных наибольшее количество колесных пар 23,29 % имеет диаметр шеек осей равный 130,030...130,034 мм, а количество колесных пар с размерами шеек осей, близких к номинальным размерам при изготовлении  $130^{+0,052}_{+0,025}$  мм составляет 76,35 %. В дальнейшем становится необходимым определить распределение осей по размерным группам внутренних колец, чтобы понять, какой объем колесных пар эксплуатируется со старогодным фондом подшипников. По результатам полученных данных установлено, что подшипники с внутренними кольцами I группы могут эксплуатироваться под 29,84 % колесных пар, II группы под 67,68 % колесных пар, а оставшиеся 32,32 % колесных пар могут эксплуатироваться только с ремонтными подшипни-

ками, имеющими ресурс, приближающийся к назначенному или уже превышающий его (рис. 2). Полученное распределение рассчитано с учетом допускаемых значений натягов посадки в соответствии с РД 1520.

Если же учитывать допустимые значения натягов в соответствии с требованиями ГОСТ 4835-2013 полученное выше распределение претерпит некоторые изменения (рис. 3), где подшипники с внутренними кольцами I и II группы могут эксплуатироваться под 80,91 % колесных пар, а 19,09 % колесных пар – с ремонтными подшипниками с внутренними кольцами III и IV группы.

Таким образом, значительное количество колесных пар эксплуатируется с подшипниками, имеющими повышенные риски выхода из строя, по сравнению с ко-

лесными парами, оборудованными новыми подшипниками. Чтобы уменьшить возможные риски возникновения отказов в работе буксовых узлов, необходимо про-

ведение системной работы по выпуску предприятиями-изготовителями новых подшипников, укомплектованных внутренними кольцами III и IV группы.

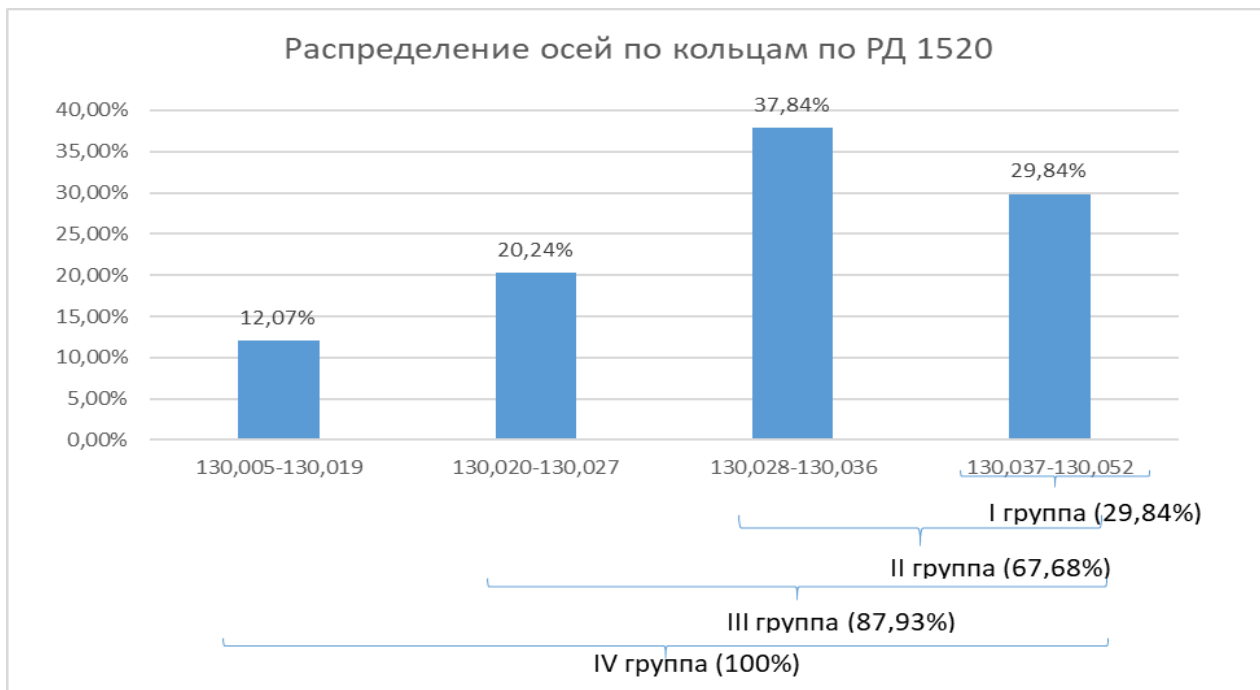


Рис. 2. Гистограмма распределения осей по кольцам с учетом натягов по РД 1520  
 Fig. 2. Histogram of the distribution of axes along the rings, taking into account the tightness of RD 1520

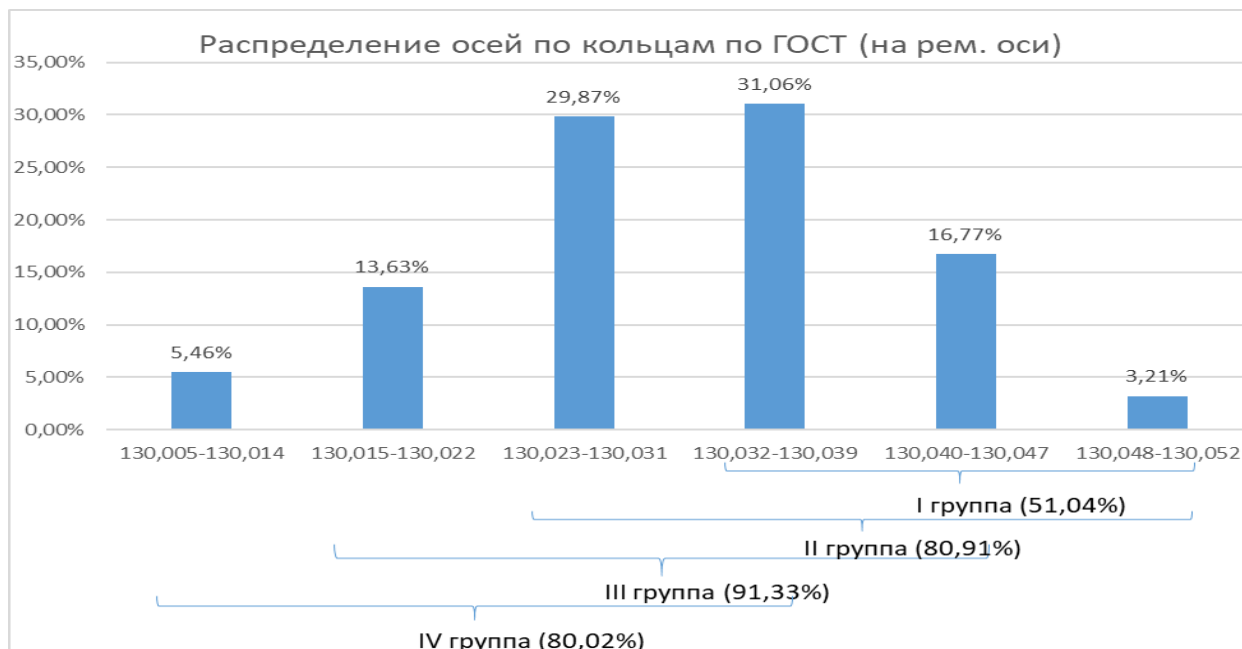


Рис. 3. Гистограмма распределения осей по кольцам с учетом натягов по ГОСТ 4835-2013  
 Fig. 3. Histogram of the distribution of axes along the rings, taking into account the tightness of GOST 4835-2013

Однако в настоящее время данный вопрос не решается в связи с имеющимися разночтениями в ГОСТ 4835-2013 и РД 1520 по допускаемым значениям натягов

посадки. Поскольку ГОСТ 4835-2013 изначально регламентировал требования, предъявляемые к колесным парам при их производстве для нужд вагоностроитель-

ных предприятий, а РД 1520 регламентирует требования к колесным парам, находящимся в эксплуатации и имеющими определенные износы.

Таким образом, необходимо гармонизировать требования ГОСТ 4835-2013 и РД 1520 по требованиям допускаемых значений натягов посадки и привести их к значениям 0,040...0,110 мм, чтобы обеспечить возможность посадки подшипников на весь размерный ряд шеек осей колесных пар от 130,005 до 130,052 мм, при этом сохраняя размерную группу подшипников по исходному радиальному зазору в подшипнике в свободном состоянии 0,115...0,180 мм (в соответствии с ГОСТ 24810-2013 «Подшипники качения. Внутренние зазоры») [9]. Данные изменения позволят легализовать производство подшипников с внутренними кольцами всех четырех размерных групп, для обеспечения нужд предприятий-потребителей.

Еще одним не мало важным аспектом процесса ремонта колесных пар является обеспечение сохранности шеек осей колесных пар в процессе эксплуатации на протяжении всего жизненного цикла. Процесс обеспечения сохранности шеек осей обусловлен двумя основными факторами: во-первых, изменение диаметра шейки оси происходит в процессе многократного монтажа/демонтажа внутренних колец подшипников прессовым или тепловым способом с последующей шлифовкой посадочной поверхности для обеспечения требуемого значения шероховатости поверхности, во-вторых, запретом проведения восстановления геометрических параметров посадочной поверхности шеек осей колесных пар [2].

Единственной сдерживающей мерой по сохранению шеек осей колесных пар является разрешение о возможности производить монтаж новых и отремонтированных подшипников без снятия при демонтаже внутренних колец с них, регламентированное РД 1520. При этом в случае установки новых блоков подшипников предприятие-изготовитель не признает за собой гарантийную ответственность, так как ремонтное предприятие, в его понимании, нарушает исходную комплектацию

подшипника. Таким образом, ремонтные предприятия при каждом ремонте буксовых узлов колесных пар стоят перед выбором между сохранением гарантийной ответственности и обеспечением сохранности шеек осей. В связи с этим возникает вопрос, что лучше делать: – производить замену колец, сохраняя гарантийные обязательства или же – оставлять внутренние кольца на оси, снимая тем самым гарантийную ответственность.

Для определения наиболее правильного выбора, учитывая экономическую составляющую, а также составляющую обеспечения надежности и безопасности, были проведены исследования по определению величины физических износов шеек осей при демонтаже внутренних колец и подготовке посадочной поверхности к следующему монтажу. По результатам проведенных испытаний и анализе данных ремонтных журналов были установлены средние величины износов для двух возможных вариантов. В первом случае, при удовлетворительном состоянии посадочной поверхности, не требующей шлифовки, средняя величина износа шейки оси составляет 1,27 мкм. Во втором случае, при неудовлетворительном состоянии шейки (наличие задиров, поперечных рисок) требуется дополнительная шлифовка шеек, что увеличивает величину среднего износа до значений в 7,36 мкм. При этом? доля шеек осей? не требующих дополнительной обработки составляет 73,8 %, а требующих – 26,2 %. Таким образом, в грубом приближении математическое ожидание величины износа шеек осей после одного монтажа/демонтажа внутреннего кольца подшипника составляет 2,87 мкм.

Зная величину износа посадочной поверхности шейки оси после одного демонтажа внутреннего кольца подшипника, а также периодичность проведения ремонта буксовых узлов можно определить ориентировочное количество монтажей подшипников, которые можно произвести в течение жизненного цикла оси, до момента достижения ей предельного состояния. Учитывая, что в среднем ремонт колесной пары должен проводиться через 3 года

эксплуатации или 500 000 км пробега, а диапазон допустимого запаса износа шейки оси составляет 0,02-0,047 мм (20 - 47 мкм), в зависимости от изначального диаметра шейки оси  $130_{+0,025}^{+0,052}$  [5] и величины ее предельного состояния 130,005 мм [2], получается, что в течение жизненного цикла на шейку оси можно произвести от 7

### Заключение

Учитывая, что назначенный срок службы вагона составляет 40 лет, а капитальный ремонт II объема (КР-2) проводится через 20 лет [4], выходит, что срок службы оси колесной пары в целом соответствует периодичности проведения ремонта вагона (КР-2) и его назначенному сроку службы. Полученные расчеты свидетельствуют том, что в процессе ремонта колесных пар предприятия могут в обязательном порядке производить установку новых подшипников с заменой внутренних

до 17 монтажей подшипников с условием, что в среднем величина износа за один демонтаж составит 2,87 мкм. При переводе полученных данных во временной интервал выходит, что ось колесной пары может эксплуатироваться в течение 21-51 лет или 3,5 млн. - 8,5 млн. км. пробега.

колец, повышая тем самым уровень безопасности движения и надежности работы буксовых узлов, так как ресурс оси в полной мере сможет обеспечить ее эксплуатацию в течение всего жизненного цикла вагона. Однако для полноценной реализации данного решения необходимо, чтобы предприятия-изготовители обеспечивали выпуск подшипников с широким диапазоном посадочных размеров внутренних колец от I до IV группы.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 4835-2013 «Колесные пары железнодорожных вагонов. Технические условия». М.: Стандартинформ, 2014. 36 с;
2. Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами пассажирских вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524) мм, утвержденный Советом по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества (протокол от 4-5 ноября 2015 г. № 63). М.: ОАО «ВНИИЖТ», 2016. 125 с;
3. ГОСТ Р 27.102-2021 «Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения». М.: Российский институт стандартизации, 2021. 46 с;
4. Приказ Министерства путей сообщения Российской Федерации от 4 апреля 1997 г. № 9Ц «О введении новой системы технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов». М.: МПС РФ, 1997. 9 с;

5. ГОСТ 33200-2014 «Оси колесных пар железнодорожного подвижного состава. Общие технические условия». М.: Стандартинформ, 2015. 47 с;
6. ТУ ВНИПП.130-01 «Подшипники качения для железнодорожного подвижного состава. Детали для ремонта подшипников. Технические условия». М.: ОАО «ВНИПП», 2001. 9 с;
7. ГОСТ 18572-2014 «Подшипники буксовые роликовые цилиндрические железнодорожного подвижного состава. Технические условия». М.: Стандартинформ, 2015. 28 с;
8. ТУ ВНИПП.048-1-00 «Подшипники качения для железнодорожного подвижного состава. Подшипники шариковые, роликовые цилиндрические и сферические. Технические условия. Часть 1». М.: ОАО «ВНИПП», 2000. 41 с;
9. ГОСТ 24810-2013 «Подшипники качения. Внутренние зазоры». М.: Стандартинформ, 2014. 18 с.

### REFERENCES

1. GOST 4835-2013 Wheelsets for freight and passenger car Technical specifications. Moscow: Standartinform; 2014.
2. Guidance document on the repair and maintenance of wheelsets with axle boxes of passenger cars of 1520 (1524) mm gauge mainline railways. Council for Railway Transport of the Commonwealth Member States. 2015 Nov 4-5. Moscow: VNIIZHT; 2016.

3. GOST R 27.102-2021 Dependability in technics. Dependability of item. Terms and definitions. Moscow: Russian Institute of Standardization; 2021.
4. Order of the Ministry of Russian Federation Railways. On the introduction of a new system of maintenance and repair of passenger cars. 1997 April 4. Moscow: Ministry of Railways of the Russian Federation; 1997.

5. GOST 33200-2014 Axles for wheelsets of railway rolling stock. General specifications. Moscow: Standartinform; 2015.
6. TU VNIPP.130-01 Rolling bearings for railway rolling stock. Bearing repair parts. Specification. Moscow: VNIPP; 2001.
7. GOST 18572-2014 Rolling bearings. Axle box cylindrical roller bearings for rolling stock. Specification. Moscow: Standartinform; 2015.

8. TU VNIPP.048-1-00 Rolling bearings for railway rolling stock. Ball bearings, cylindrical and spherical roller bearings. Specification. Moscow: VNIPP; 2000.
9. GOST 24810-2013 Rolling bearings. Internal clearances. Moscow: Standartinform; 2014.

#### **Информация об авторах:**

**Шинкарук Андрей Сергеевич** – кандидат технических наук, тел. +7(925)804-44-95.

**Барышников Александр Владимирович** – кандидат технических наук, тел. +7(977)337-24-48.

**Shinkaruk Andrey Sergeevich** – Candidate of Technical Sciences; phone: +79258044495.

**Baryshnikov Aleksandr Vladimirovich** – Candidate of Technical Sciences; phone: +7(977)337-24-48.

**Рафиков Рафик Хайдарович** – кандидат технических наук, Author-ID-РИНЦ 5038-0907, тел. +7(920)127-65-42.

**Rafikov Rafik Haidarovich** – Candidate of Technical Sciences, Author-ID-RSCI 5038-0907; phone: +7(920)127-65-42.

**Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.**  
**Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.**

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**  
**The authors declare no conflicts of interests.**

**Статья опубликована в режиме Open Access.**  
**Article published in Open Access mode.**

Статья поступила в редакцию 28.11.2023; одобрена после рецензирования 27.12.2023; принята к публикации 27.12.2023. Рецензент – Антипин Д.Я., кандидат технических наук, доцент кафедры «Подвижной состав железных дорог», директор учебно-научного института транспорта Брянского государственного технического университета, член редсовета журнала «Транспортное машиностроение».

The article was submitted to the editorial office on 28.11.2023; approved after review on 27.12.2023; accepted for publication on 27.12.2023. The reviewer is Antipin D.Ya., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Railway Rolling Stock, Director of the Educational and Scientific Institute of Transport at Bryansk State Technical University, member of the Editorial Council of the journal *Transport Engineering*.