

**В.Н. Железняк<sup>1</sup>, М.Г. Кушков<sup>1</sup>, Л.В. Мартыненко<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

## **АНАЛИЗ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИЧИН НЕИСПРАВНОСТЕЙ БУКСОВЫХ УЗЛОВ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ НА ВОСТОЧНОМ ПОЛИГОНЕ**

**Аннотация.** В статье рассмотрены причины отцепок грузовых вагонов по неисправностям буксового узла по службам вагонного хозяйства за период 2018-2020г.г. Безопасность движения во многом зависит от технического состояния данного узла. Учёт влияния условий эксплуатации является определяющим и главным для оценки надёжности грузовых вагонов с максимальной загрузкой (угольник). Одним из факторов силового воздействия на узлы и детали вагона является, в том числе, вертикальная нагрузка, которая передаётся буксовому узлу с подшипниками (радиальные или кассетные). В условиях резких температурных перепадов в осенне-зимний период на всём Восточном полигоне надёжность работы пластической смазки в буксе (Буксол, ЛЗ-ЦНИИ), существенным образом зависит от её повышенного водонасыщения (обводнения). Наличие распылённой фракции воды резко меняет коэффициент трения, оказывает силовую нагрузку на сепаратор с частым его разрушением, приводят к заклиниванию подшипника. Необходимо помнить, что нагрузка действующая на буксовый узел кроме всего прочего зависит в том числе от продольных, боковых и вертикальных сил передающихся от автосцепного устройства на пятниково-подпятниковый узел и буксу. В исследовательской работе проведён комплекс мероприятий по оценке исправности буксовых узлов на колёсных парах, изъятых со схода. Показаны дефекты буксовых узлов, выявляемые в эксплуатации. Проведён спектральный анализ образцов смазки, взятых в осенне-зимний-весенний период с буксовых узлов колесных пар грузовых вагонов, поступивших в отцепку по показаниям аппаратуры КТСМ.

**Ключевые слова:** буксовый узел, подшипники радиальные и кассетные, дефекты роликов-обойм-сепараторов, обводнение смазки, спектральный анализ, условия эксплуатации, отцепка вагонов, дефекты, типы смазок ЛЗ-ЦНИИ – буксол.

**V.N. Zheleznyak<sup>1</sup>, M.G. Kushkov<sup>1</sup>, L.V. Martynenko<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

## **ANALYSIS OF IDENTIFYING THE CAUSES OF MALFUNCTIONS OF FREIGHT CAR AXLE UNITS**

**Abstract.** The article deals with the reasons for uncoupling freight cars due to faults in the box unit for the services of the carriage economy for the period 2018-2020. traffic Safety largely depends on the technical condition of this node. Taking into account the influence of operating conditions is crucial and important for assessing the reliability of freight cars with maximum load (ugolnik). One of the factors of force influence on the components and parts of the car is, in particular, the vertical load that is transmitted to the axle unit with bearings (radial or cassette). In the conditions of sharp temperature changes in the autumn-winter period on the entire Eastern polygon, the reliability of the plastic lubricant in the bux (Buxol, LZ-tsnii), significantly depends on its increased water saturation (flooding). The presence of a sprayed water fraction dramatically changes the coefficient of friction, exerts a force load on the separator with frequent destruction, and leads to jamming of the bearing. It should be remembered that the load acting on the axle box Assembly, among other things, depends on the longitudinal, lateral and vertical forces transmitted from the auto-coupling device to the pyatnikovo-podpyatnikovyj node and the axle box. In the research work, a set of measures was carried out to assess the serviceability of axle boxes on wheel pairs removed from the derailment. It shows the defects of axle boxes that are detected in operation. The spectral analysis of samples of lubricant taken in the autumn-winter-spring period from the axle units of wheel pairs of freight cars received in the uncoupling according to the indications of the KTSM equipment was carried out.

**Keyword:** axle box Assembly, radial and cassette bearings, defects of roller-cage separators, lubrication water, spectral analysis, operating conditions, uncoupling of wagons, defects, types of lubricants LZ-TSNII-buxol.

### **Введение**

Одним из основных ответственных узлов вагона в эксплуатации является буксовый узел. На сегодняшний день в буксовых узлах грузовых вагонов применяют три типа подшипников – роликовые цилиндрические, сдвоенные подшипники и подшипники

кассетного типа. Конструкция буксового узла на грузовых вагонах за последнее десятилетие меняется в сторону повышения её надёжности в эксплуатации. Латунные сепараторы, которые играли основную роль поглощения энергии тепла, но при их разрушении приводило к заклиниванию подшипника. Внедрение полиамидных сепараторов с одной стороны существенно изменили массовые характеристики буксы, а с другой стороны при их разрушении не происходило разрушение подшипников, т.е. она повышала безопасность и надёжность всего буксового узла [1-3]. На рис.1 показан фрагмент полного разрушения подшипника: расколота внешняя обойма, разрушение роликов, сгоревшая часть полиамидного сепаратора. Расплавленная внутренняя обойма с роликом. Эти неисправности часто сопровождаются с разрушением шейки оси, приводящие к сходу [5-7].



**Рис. 1. Фрагмент полного разрушения подшипника**

На новом поколении инновационных вагонов, с осевой нагрузкой более 25 тс, конструкция буксы претерпела существенное изменение, в ней отсутствует корпус буксы, которой заменён на адаптер (полубуксу), опирающуюся на внешнюю обойму двухрядного конического подшипника. Этот тип подшипника позволяет воспринимать осевые и радиальные нагрузки, которые в целом снизили нагрузку на шейку оси. Главным преимуществом у этого подшипника является то, что тепловые нагрузки подшипника мгновенно воспринимаются системой КТСМ, повышая её достоверность при выдаче предупредительных сигналов. Несмотря на то, что было сказано выше и это новое поколение буксовых (адаптерных узлов) имеют достаточное количество неисправностей при эксплуатации [8-9].

Независимо от конструкции буксового узла его техническое состояние влияет в целом на безопасность движения. Для допуска на пути общего пользования исправного подвижного состава введены в действие барьерные функции, исключающие допуск на инфраструктуру ОАО "РЖД" грузовых вагонов, угрожающих безопасности движения, как посредством функционирования логических контролей в информационных системах ОАО «РЖД», так и других мероприятий, направленных на обеспечение безопасности движения.

Контроль технического состояния буксы осуществляется на всём протяжении движения состава на постах безопасности, осмотрщиками вагонов при остановках, либо при подходе поезда к устройствам диагностирования приборов КТСМ [10-12].

В России до 61,2% от общего количества брака в результате ремонта вагонов приходится на буксовый узел. До 27% отцепок грузовых вагонов происходит в период гарантийного срока эксплуатации после деповских и капитальных ремонтов. По данным ВНИИЖТ в первый месяц эксплуатации выходит из строя 35% буксовых узлов, в первую очередь, по дефектам смазки и грубым нарушениям технологии монтажа. В послегаран-

тийные периоды увеличивается количество отцепок вследствие дефектов смазки, торцевого крепления и возникающих в результате повреждений колец подшипников, роликов и сепараторов. Повышенный нагрев буксового узла с различной степенью интенсивности также приводит к большому количеству неисправностей [13-15].

Наиболее частая неисправность – это сдвиг буксового узла (рис. 2а, б), основной причиной которого является нарушение торцевого крепления и разрушение переднего и заднего подшипников [16].



**Рис. 2. а. Сдвиг буксового узла в результате разрушения подшипников**



**Рис. 2. б. Разрушение торцевого крепления буксового узла**

По данным эффективности перевозок ОАО РЖД службы вагонных хозяйств отмечают то, что отцепы по причине неисправностей в буксовых узлах являются сегодня определяющими среди прочих отказов. Более детальная информация по отцепам представлена в таблице 1.

В данной таблице хорошо видно, что основными причинами отцепов были: грение буксы и сдвиг буксы, неисправность опорной прокладки в буксовом узле.

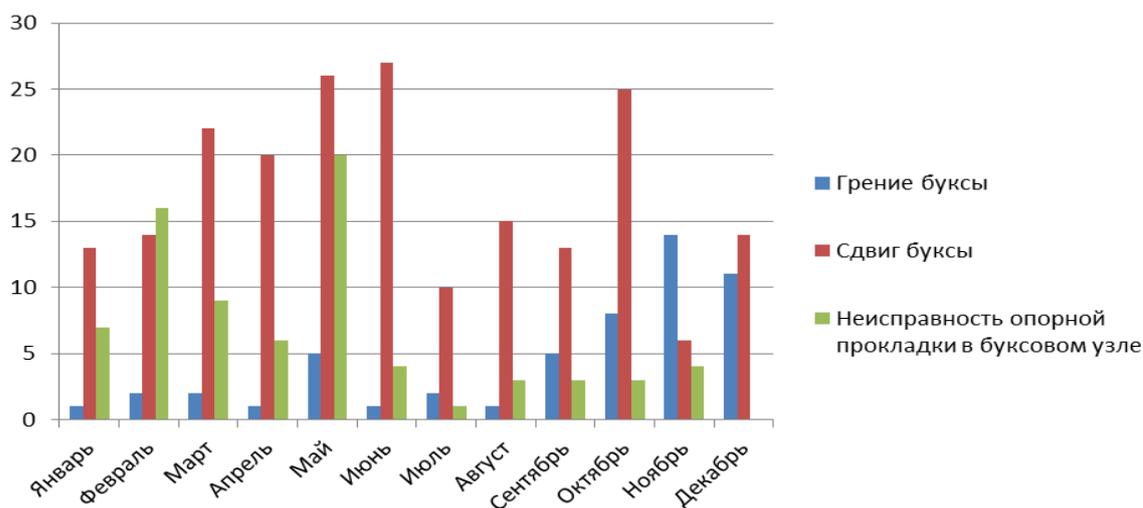
На рисунке 3 показана гистограмма по основным причинам отцепов, на которой приведена динамика возрастания и уменьшения количества отцепов по месяцам.

Как видно из анализа, основной причиной отцепа из-за неисправного буксового узла является сдвиг буксы, что обусловлено нарушением торцевого крепления буксовых узлов. Второй по значимости причиной отцепок было грение в буксовом узле и отцепка вагона по сигналу «Тревога 2» аппаратуры КТСМ. При этом в 17 % случаев не были вы-

явлены(подтверждены) причины повышенного нагрева буксового узла, что потребовало дополнительного разбирательства и причин отцепов[17].

**Таблица 1. Количество отцепов грузовых вагонов за 2018 год по причине неисправностей буксового узла**

Неисправности буксового узла	Месяц											
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Грение буксы	1	2	2	1	5	1	2	1	5	8	14	11
Сдвиг буксы	13	14	22	20	26	27	10	15	13	25	6	14
Ослабление, отсутствие болта крепительной крышки буксы	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Неисправность опорной прокладки в буксовом узле	7	16	9	6	20	4	1	3	3	3	4	0
<b>Итого</b>	<b>21</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>27</b>	<b>51</b>	<b>32</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>36</b>	<b>24</b>	<b>25</b>



**Рис. 3. Причины отцепов вагонов по основным неисправностям буксового узла в 2018 году**

Надежная работа буксового узла обеспечивается, в том числе, предотвращением дефектов смазки: обводнение, наличие посторонних примесей. На безотказную работу подшипников буксового узла оказывает существенное влияние и сама смазка. Наиболее массово для букс вагонов с роликовыми подшипниками применяют железнодорожную смазку ЛЗ-ЦНИИ по ГОСТ 19791-74 или ЛЗ-ЦНИИ (у) по ТУ 0254-307-00148820-95. Она представляет собой однородную смесь от светло-желтого до темно-желтого цвета. Эта смазка изготавливается на основе нефтяного масла и имеет из-за этого ряд недостатков, в том числе низкие антикоррозионные свойства в отличие от смазок на основе литиевого мыла [18].

При рассмотрении случаев, в которых не были выявлены причины грения буксовых узлов были взяты образцы смазки из буксовых узлов отцепленных колесных пар. Был проведен спектральный анализ данных образцов с помощью методов ИК-спектроскопии. Данный метод исследования веществ позволяет получить информацию о структуре молекулы и характере связей в ней. Были получены спектры образцов смазок, предложенных для анализа: ЛЗ-ЦНИИМ (новая), ЛЗ-ЦНИИМу с нагревом. Спектры исследованных смазок состоят из ряда изолированных полос поглощения, которые можно отнести к двум группам. Первая группа – полосы, общие для всех смазок и относящиеся к

их масляной основе (2800-3000, 1453, 1377, 721 см), т.е. характерный спектр предельного углеводорода. Ко второй группе относятся индивидуальные полосы поглощения, характерные для каждой смазки, по которым можно ее идентифицировать. Эти полосы в спектре сгруппированы в основном в области 800-1800 см<sup>-1</sup> и возникают из-за наличия дополнительных компонентов смазки и присадок [4]. Результаты анализа представлены на рисунках 4 и 5.

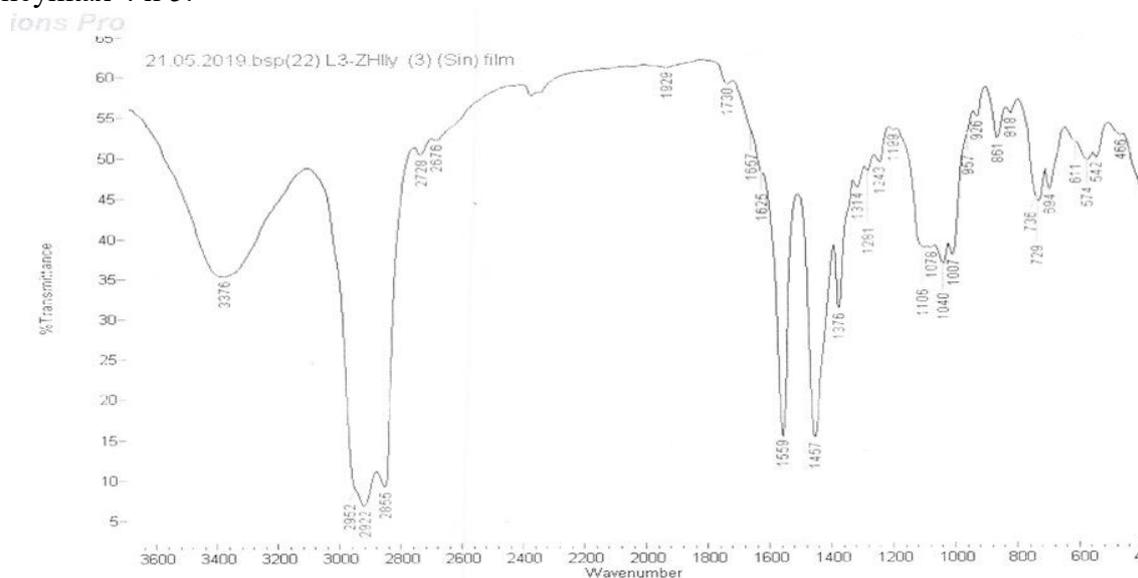


Рис. 4. Результаты анализа смазки отцепленной колесной пары по нагреву буксового узла

Определение состава смешанной смазки значительно сложнее простой идентификации, однако в ИК-спектре можно идентифицировать характерные спектроскопические признаки каждой смазки, полосы поглощения которой локализуются в разных областях спектра и поэтому в смеси смазок пики поглощения каждой смазки будут присутствовать совместно.

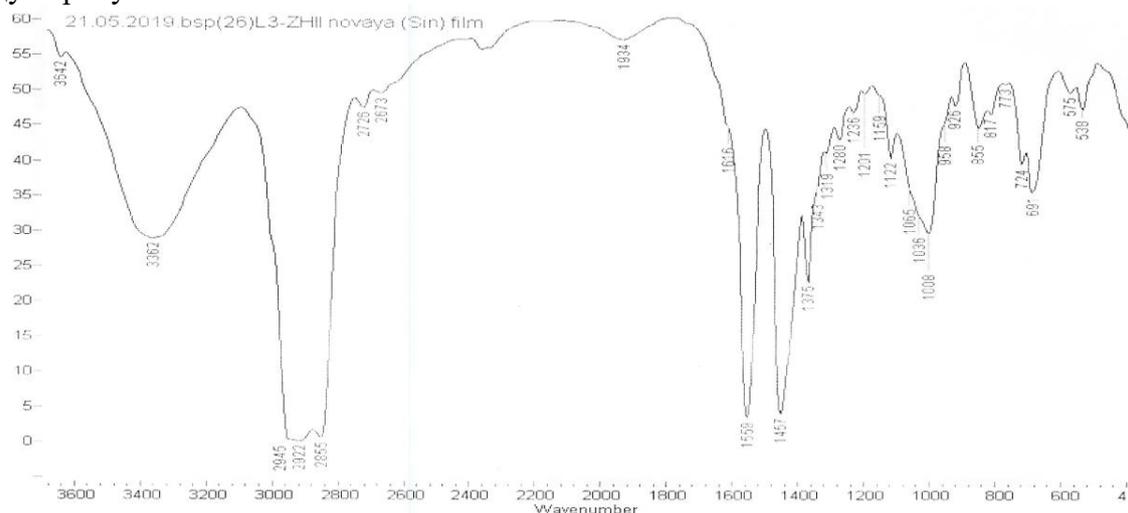


Рис. 5. Результат анализа новой смазки

В спектре смазки ЛЗ-ЦНИИу интенсивность полосы при 736 см<sup>-1</sup> значительно выше, чем в смазке ЛЗ-ЦНИИ (новая). В смазке имеется вода, о чем свидетельствует поглощение в области 3380-3360 см<sup>-1</sup>.

Таким образом, в условиях повышенных нагрузок и скоростей на участках контакта, а также температурных изменений происходит разложение молекул органических присадок, в смазках, которые приводят к появлению окисленных продуктов

в смазках и также, по-видимому, их обводнению. Это является главным недостатком смазки ЛЗ-ЦНИИ. На сегодняшний день ВНИИЖТ разработана пластичная смазка «Буксол». При испытаниях «Буксола» в начале 2000-х годов были получены положительные результаты его применения в буксах и подвагонных генераторах пассажирских вагонов. Но попытка перевести парк грузовых вагонов со старой смазки на «Буксол» не увенчалась успехом до сих пор. Вагоноремонтные предприятия не хотят переходить на «Буксол» в связи с отсутствием эффективных технических средств и технологии промывки деталей подшипников от водонерастворимой смазки и утилизации образующегося при этом нефтешлама.

Спектральный анализ смазки вызывает предположение о том, что к повышенному нагреву может приводить не только неисправности буксового узла, а обводнение смазки, которое происходит в результате нарушения условий эксплуатации. Но на сегодняшний день, по данным службы вагонного хозяйства центральной дирекции инфраструктуры, в эксплуатации выявлено лишь 9 % буксовых узлов, приведших к неисправностям по причине обводнения смазки. Это показывает, что данный вопрос еще не до конца исследован и подлежит более подробному рассмотрению с учётом причин отказов в осенне-зимне-весеннем периоде. Исследования в этой области, заявленные авторами, продолжаются.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Лазарев А.Н., Миргородский А.П., Игнатъев И.К. Колебательные спектры сложных оксидов. М.: Наука, 1989. – 298 с.
2. Саперов А.В. Как повысить надежность буксового узла [Текст] / А.В. Саперов // Вагоны и вагонное хозяйство, 2009 – № 3. – С. 13-15.
3. Тимакова Е.А. «Буксол» больше не забуксует. Гудок. Выпуск № 124 (26263), 25.07.2017. URL: <https://gudok.ru/newspaper/?ID=1381119> (дата обращения 20.04.2020)
4. Смит А.Л. Прикладная ИК-спектроскопия. М.: Мир, 1982. – 328 с.
5. Филиппов В.Н., Смольянинов А.В., Козлов И.В., Подлесников Я.Д. Инновационные вагоны и проблемы их взаимодействия с элементами инфраструктуры. Безопасность движения поездов // Труды Семнадцатой научно-практической конференции. - М.: МГУПС (МИИТ), 2016. С. 68-73.
6. Маджидов Ф. А. Оценка параметра безопасности грузового вагона и управление эффективностью его использования с учетом изменения параметров эксплуатационной среды. Безопасность движения поездов // Труды Семнадцатой научно-практической конференции. - М.: МГУПС (МИИТ), 2016. С. 96-98.
7. Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года // Распоряжение Правительства РФ от 17 июня 2008 г. №877-р.
8. Мотовилов К. В., Лукашук В. С., Криворудченко В. Ф., Петров А. А.; под ред. Мотовилова К. В. // Технология производства и ремонта вагонов. - М.: Маршрут, 2013.
9. Миколайчук Т. А. Эффективность использования современных средств диагностики подвижного состава // Научное сообщество студентов: междисциплинарные исследования: сборник статей по материалам XXIII международная студенческая научно-практическая конференция № 12(23). URL: [https://sibac.info/archive/meghdis/12\(23\).pdf](https://sibac.info/archive/meghdis/12(23).pdf) (дата обращения: 07.05.2019).
10. Вериго М.Ф., Коган А.Я. Взаимодействие пути и подвижного состава. М.: Транспорт, 1986. – 560 с.
11. Грачева Л.О., Певзнер В.О., Анисимов П.С. Показатели динамики и воздействия на путь грузовых четырехосных вагонов при различных износах тележек и отступлениях от норм содержания в прямых участках пути // Сб. науч. тр. ВНИИЖТ. Вып. 549. М.: Транспорт, 1976. С. 4-25.
12. Байбаков А.Н., Гуренко В.М., Патерикин В.И., Юношев С.П., Плотников С.В., Сотников В.В., Чугуй Ю.В. Автоматический контроль геометрических параметров

колесных пар во время движения поезда // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lazernyy-diagnosticheskiy-kompleks-dlya-kontrolya-kolesnyh-par-vagonov-na-hodu-poezda> (дата обращения: 06.05.2019).

13. Hauschild G. Автоматическая диагностика колесных пар с помощью системы ARGUSÄ// *Glaser's Annalen*, 2001, № 12, S. 615-625.

14. Morgan R. Оценка систем измерения колес // *Railway Track & Structures*, 2002, № 7, P 13-15.

15. Венедиктов А. З., Демкин В. Н., Доков Д. С. Измерение параметров колесных пар подвижного состава в движении // *ЖДМ*, 2003, № 9.

16. Инструменты и принадлежности осмотрщика-ремонтника вагонов. URL: [http://www.xn--80adeukqag.xn--p1ai/2016/01/blog-post\\_42.html](http://www.xn--80adeukqag.xn--p1ai/2016/01/blog-post_42.html)(дата обращения: 06.05.2019).

17. Сайт Группы компаний "РИФТЭК", Лазерный профилометр поверхности катания колесных пар // URL: <https://riftek.com/ru/products/~show/equipment/railway-devices/railway-wheel-profile-gauge-ikp> (дата обращения: 06.05.2019).

18. Лазерный профилометр поверхности катания колесных пар. Принцип работы. // URL: <https://riftek.com/ru/products/~show/equipment/railway-devices/railway-wheel-profile-gauge-ikp> (дата обращения: 06.05.2019).

## REFERENCES

1. Lazarev A. N., Mirgorodsky A. P., Ignatiev I. K. Vibrational spectra of complex oxides. Moscow: Nauka, 1989, 298 p.

2. Saperov A.V. How to increase the reliability of the axle box node [Text] / A.V. Saperov // *VA-gons and wagon economy*, 2009-no. 3. - P. 13-15.

3. Timakova E. A. "Buksol" no longer stalled. Beep. Issue # 124 (26263), 25.07.2017. URL: <https://gudok.ru/newspaper/?ID=1381119> (accessed 20.04.2020)

4. Smith A. L. Applied IR spectroscopy, Moscow: Mir, 1982, 328 p.

5. Fillipov V. N., Smolyaninov A.V., Kozlov I. V., Podlesnikov Ya. d. Innovative wagons and problems of their interaction with infrastructure elements. Traffic safety of trains // *Proceedings of the Seventeenth scientific and practical conference*, Moscow: MGUPS (МИИТ), 2016, Pp. 68-73.

6. Majidov F. A. Evaluation of the safety parameter of a freight car and management of its use efficiency considering changes in the parameters of the operating environment. Traffic safety of trains // *Proceedings of the Seventeenth scientific-practical conference*. - M.: Moscow state railway University (МИИТ), 2016. From 96-98.

7. Strategy of development of railway transport in the Russian Federation until 2030 // *Order of the Government of the Russian Federation of June 17, 2008 no. 877-R*.

8. Motovilov K. V., Lukashuk V. S., Krivorudchenko V. F., Petrov A. A.; ed. Motovilova K. V. // *Technology of production and repair of cars*. - M.: Route, 2013.

9. mikolaichuk T. A. Efficiency of using modern means of diagnostics of rolling stock // *Scientific community of students: interdisciplinary research: collection of articles based on the materials of the XXIII international student scientific and practical conference No. 12(23)*. URL: [https://sibac.info/archive/meghdis/12\(23\).pdf](https://sibac.info/archive/meghdis/12(23).pdf) (accessed: 07.05.2019).

10. Verigo M. F., Kogan A. Ya. Interaction of the track and rolling stock. Moscow: Transport, 1986. 560 p.

11. Gracheva L. O., Pevsner V. O., Anisimov P. S. Indicators of dynamics and impact on the way of freight four-axle wagons at various wear of bogies and deviations from the norms of content in straight sections of the way // *SB. nauch. Tr. VNIIZHT*. Issue 549. m.: Transport, 1976. P.4-25.

12. Baibakov A. N., Gurenko V. M., Paterikin V. I., Molodev S. P., Plotnikov S. V., Sotnikov V. V., chuguy Yu. V. Automatic control of geometric parameters of wheel pairs during train movement // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lazernyy-diagnosticheskiy-kompleks-dlya-kontrolya-kolesnyh-par-vagonov-na-hodu-poezda> (accessed: 06.05.2019).

13. Hauschild G. Automatic diagnostics of wheel pairs using the ARGUS system // *Glaciers Annalen*, 2001, no. 12, S. 615-625.
14. Morgan R. Evaluation of wheel measurement systems // *Railway Track & Structures*, 2002, no. 7, S 13-15.
15. Venediktov A. Z., Demkin V. N., Dokov D. S. Measurement of parameters of wheel pairs of rolling stock in motion // *zhdm*, 2003, no. 9.
16. Tools and accessories of the inspector-repairman of cars. URL: [http://www.xn--80adeukqag.xn--plai/2016/01/blog-post\\_42.html](http://www.xn--80adeukqag.xn--plai/2016/01/blog-post_42.html) (date accessed: 06.05.2019).
17. Website of the group of companies "RIFTLazarev A.N., Mirgorodsky A.P., Ignatev I.K. Vibrational spectra of complex oxides. Moscow: Nauka, 1989. 298 pp.
18. Lazernyj profilometr poverhnosti kataniya kolesnyh par. Princip raboty. // URL: <https://riftek.com/ru/products/~show/equipment/railway-devices/railway-wheel-profile-gauge-ikp> (data obrashcheniya: 06.05.2019).

### **Информация об авторах**

*Железняк Василий Никитович* – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск e-mail: [zheleznyak\\_vn@irgups.ru](mailto:zheleznyak_vn@irgups.ru)

*Кушков Михаил Геннадьевич* – аспирант кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [mike85k@yandex.ru](mailto:mike85k@yandex.ru)

*Мартыненко Любовь Викторовна* – аспирант кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [liuba.martinenko@yandex.ru](mailto:liuba.martinenko@yandex.ru)

### **Authors**

*Zheleznyak Vasily Nikitovich*– candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department Wagons and wagon facilities, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [zheleznyak\\_vn@irgups.ru](mailto:zheleznyak_vn@irgups.ru)

*Kushkov Mikhail Gennadievich*– postgraduate student of the Department Wagons and wagon facilities, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [mike85k@yandex.ru](mailto:mike85k@yandex.ru)

*Martynenko Lyubov Viktorovna*– postgraduate student of the Department Wagons and wagon facilities, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [liuba.martinenko@yandex.ru](mailto:liuba.martinenko@yandex.ru)

### **Для цитирования**

Железняк В.Н. Анализ выявления причин неисправностей буксовых узлов грузовых вагонов на восточном полигоне [Электронный ресурс] / В.Н. Железняк, М.Г. Кушков, Л.В. Мартыненко // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2020. – №2(8). – Режим доступа: <http://mnv.irgups.ru/toma/28-20>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 13.07.2020)

### **For citation**

Zheleznyak V.N. Analysis of identifying the causes of malfunctions of freight car axle units [Electronic resource] / V.N. Zheleznyak, M.G. Kushkov, L.V. Martynenko // "Young science of Siberia": electron. scientific journal – 2020. – № 2(8). – Access mode: <http://mnv.irgups.ru/toma/28-20>, free. – Zagl. from the screen. – Yaz. Russian, English (date of the application 13.07.2020)