CC BY 4.0

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Оригинальная научная статья
УДК 625.151
EDN: https://elibrary.ru/lxbikh
DOI: https://doi.org/10.21780/2223-9731-2025-84-3-169-178
Научная специальность: 2.9.2. Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог

Анализ возможности сходов колес с рельсов из-за вкатывания на остряк

Б. Э. Глюзберг, Е. А. Тимакова✉, Г. Р. Юргельс

Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ),
Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Введение. Проведенные специалистами АО «ВНИИЖТ» в 2018–2019 гг. на железных дорогах страны исследования состояния колес грузовых вагонов в эксплуатации включали оценку формы износа их рабочих поверхностей. При этом были выявлены колеса с изношенными гребнями, имеющими неблагоприятную форму. В сочетании с другими факторами такие формы износа могут представлять угрозу безопасности движения, в частности, возможно вкатывание колес на остряк стрелочного перевода при движении по стрелке. На безопасное прохождение по стрелочному переводу грузового вагона влияет толщина гребней колес и их форма, характеризующаяся углом наклона образующей гребня.

Материалы и методы. Исследования проведены на основе данных о фактической геометрии колесных пар и рабочих поверхностей рельсовых элементов стрелочных переводов. Обмеры геометрических параметров стрелочных переводов и поверхности катания колес грузовых вагонов на сети Российских железных дорог выполнялись с использованием лазерного профилометра.

Результаты. Выполнен анализ условий вкатывания колес на остряк стрелочного перевода при движении по стрелке. Определена расчетная схема для оценки возможности схода колеса с рельса из-за вкатывания колеса на остряк. Математические расчеты, проведенные на основании многообразия значений геометрических параметров колесных пар и стрелочных переводов из эксплуатации, позволили проанализировать варианты их неблагоприятных сочетаний и показали, что величину предельно допустимого угла наклона гребней колес грузовых вагонов следует нормировать.

Обсуждение и заключение. Результаты проведенных динамико-прочностных испытаний и математических расчетов показали, что на безопасное прохождение по стрелочному переводу грузового вагона влияет наличие колес с гребнями, имеющими угол наклона, стремящийся к 90°, и остроконечный накат вблизи его вершины. Показана взаимная зависимость геометрических параметров в системе «колесная пара — рельсовая колея» на стрелочных переводах. Даны предложения по нормированию предельного положения наклона гребней колес грузовых вагонов для обеспечения безопасности прохода колесными парами стрелочных переводов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: колесная пара, колесо, стрелочный перевод, остряк, рельсовые элементы, вкатывание колеса на остряк, наклон образующей гребня, нормы износа, горизонтальная проекция образующей гребня колеса, остроконечный накат

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Глюзберг Б. Э., Тимакова Е. А., Юргельс Г. Р. Анализ возможности сходов колес с рельсов из-за вкатывания на остряк // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2025. Т. 84, № 3. С. 169–178. DOI: https://doi.org/10.21780/2223-9731-2025-84-3-169-178.

✉ timakova.elena@vniizht.ru (Е. А. Тимакова)

© Глюзберг Б. Э., Тимакова Е. А., Юргельс Г. Р., 2025

CC BY 4.0

TECHNICAL MEANS OF RAILWAY TRANSPORT

Original article
UDK 625.151
EDN: https://elibrary.ru/lxbikh
DOI: https://doi.org/10.21780/2223-9731-2025-84-3-169-178
Scientific specialty: 2.9.2. Railway track, survey and design of railways

Analysis of possible wheel derailments from rolling onto contact tongue

Boris E. Glyuzberg, Elena A. Timakova✉, Gleb R. Yurgels

Railway Research Institute,
Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The research was conducted by the specialists of the Railway Research Institute in 2018–2019 on the condition of wagon wheels in operation and included an assessment of the form of wear of their working surfaces. At the same time, wheels with worn ridges of unfavorable shape were identified. In combination with other factors, such forms of wear may pose a threat to traffic safety and, in particular, wheels rolling onto contact tongue of turnout switch when moving along the point. The safe passage of a wagon is influenced by the thickness of wheel ridges and their shape, characterised by the inclination angle of ridge generatrix.
Materials and methods. The research was carried out on the basis of data on the actual geometry of wheel pairs and working surfaces of rail elements of the turnout switches. Measurements of geometric parameters of the turnout switches and the rolling surface of wagon wheels on the Russian Railways were performed using a laser profilometer.
Results. Analysis of the conditions for wheels rolling onto contact tongue of the turnout switch when moving along the point was performed and calculation scheme was defined to assess the possibility of wheel derailment due to the wheel rolling onto contact tongue. Mathematical calculations carried out on the basis of a variety of values of geometric parameters of wheel pairs and turnout switches from operation allowed to analyse their unfavorable combinations and showed that the value of the parameter of the maximum permissible inclination angle of ridges of wagon wheels should be normalised.
Discussion and conclusion. The results of dynamic strength tests and mathematical calculations show that the safe passage of wagon is influenced by wheels with ridges with inclination angle tending to 90°, and a sharp flange close to its vertex. The mutual dependence of geometric parameters in the "wheel pair — rail track" system on the turnout switches is shown. The proposals are made to normalise the maximum inclination position of the wheel ridges of wagons to ensure the safety of wheel pairs passage of turnout switches.

KEYWORDS: wheel pair, wheel, turnout switch, contact tongue, rail elements, wheel rolling onto contact tongue, inclination of ridge generatrix, horizontal projection of the wheel flange generatrix, sharp flange

FOR CITATION: Glyuzberg B. E., Timakova E. A., Yurgels G. R. Analysis of possible wheel derailments from rolling onto contact tongue. *Russian Railway Science Journal*. 2025;84(3):169–178. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21780/2223-9731-2025-84-3-169-178.

✉ timakova.elena@vniizht.ru (E. A. Timakova)

© Glyuzberg B. E., Timakova E. A., Yurgels G. R., 2025

Введение. Устойчивость колеса от схода с рельсов определяется соотношением вертикальных и боковых нагрузок, передаваемых через колесо на рельс, геометрическими параметрами колесных пар и рельсовой колеи, а также коэффициентом трения в зоне контакта. Минимальные и максимальные значения толщины гребней колес подвижного состава определяются, в первую очередь, условиями безопасного прохождения колесными парами стрелочных переводов (зоны стрелки и крестовины) и крутых кривых.

Коэффициент устойчивости колесной пары против схода с рельса в кривой (по условию «вкатывания» гребня колеса) в настоящее время определяется по ГОСТ 33211–2014[1]. Одним из обязательных критериев оценки данного коэффициента в данном документе является угол наклона образующей гребня колеса к горизонтали для колес по ГОСТ 10791–2011[2], равный 60°.

В работе [1] для решения задачи предупреждения сходов вагонов предлагается исследовать их техническое состояние с учетом износов и деформаций, полученных в процессе эксплуатации. Для оценки безопасного направления движения колесных пар в прямых и кривых радиусах пути предлагается рассматривать в том числе имеющиеся в эксплуатации формы профилей поверхностей катания колес.

Даже при благоприятном уровне показателей устойчивости колес в рельсовой колее на стрелочном переводе возможны случаи сходов подвижного состава с рельсов из-за вкатывания колес на острие остряка [2]. Теоретическими и прямыми экспериментальными исследованиями доказано, что безопасность движения поездов по стрелочному переводу можно обеспечить только введением геометрических параметров, ограничивающих как взаимное расположение остряка и рамного рельса, так и крутизну образующей гребня колеса [3].

Вариант вкатывания колеса на остряк в эксплуатации возможен, если оно одновременно будет касаться рабочей поверхности рамного рельса и острия остряка, поэтому угол наклона гребня колеса должен быть меньше, чем угол наклона касательной к рабочей поверхности рамного рельса, проходящей через вершину остряка в его острие. Наклон этой линии для пары «остряк — рамный рельс» может изменяться в процессе работы стрелочного перевода в пути. Результаты массовых обмеров стрелочных переводов показали, что в процессе их эксплуатации износ рельсов изменяет взаимное положение поверхностей головки рамного рельса и остряка [4].

При допускаемых значениях бокового износа рамного рельса 6 мм и неприлегания остряка к рамному рельсу 4 мм угол наклона касательной к выкружке головки рамного рельса и головки остряка, равный 60°, принимается в качестве контрольного по взаимному положению головки остряка относительно рамного рельса при текущем содержании стрелочных переводов [5, 6]. Непосредственно контроль указанных параметров в эксплуатации осуществляется с помощью специального шаблона КОР (рис. 1).

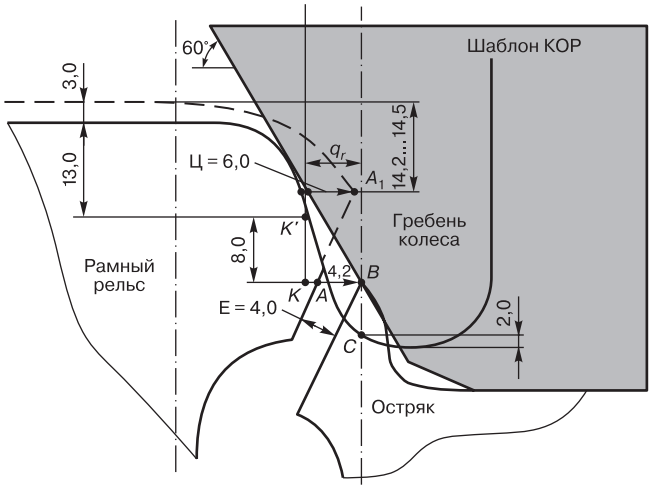


Рис. 1. Зависимость взаимного положения гребня колеса, изношенного рамного рельса и остряка*
* Источник: [2]

Fig. 1. Dependence of the relative position of the wheel ridge, worn stock rail and contact tongue*
* Source: [2]

[1] ГОСТ 33211–2014 Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам: введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 июня 2015 г. № 565–ст. М.: Стандартинформ, 2020. 54 с.

[2] ГОСТ 10791–2011. Колеса цельнокатаные. Технические условия: введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 июня 2011 г. № 142–ст. М.: Стандартинформ, 2011. 27 с.

В процессе износа поверхности катания колеса могут образовываться опасные формы их гребней с точки зрения прохода зоны стрелки стрелочного перевода [7]. В этом смысле наиболее опасными являются колеса с гребнями, имеющими угол наклона, стремящийся к 90°, а также остроконечный накат в браковочной зоне (вблизи его вершины), определяемый с помощью специального приспособления Т1346.000 (рис. 2).

В действующих на сети железных дорог колеи 1520 (1524) мм нормативных документах для колесных пар грузовых и пассажирских вагонов[3, 4, 5] установлен запрет на эксплуатацию колес, имеющих вертикальный подрез гребня. Для выявления данного дефекта применяют специальный шаблон (рис. 3). Обмеры колеса проводятся в соответствии с требованиями[6]. При отсутствии зазора между шаблоном и гребнем на расстоянии 18 мм от основания гребня производится браковка данного колеса, колесная пара выкатывается из-под вагона и отправляется на ремонтное предприятие. Таким образом, браковка колес вагонов с вертикальным подрезом гребня проводится фактически, путем прижатия к нему шаблона и установления факта наличия или отсутствия зазора между шаблоном и гребнем без получения конкретного количественного показателя. Таким показателем является qR[7]. Численного значения параметра qR для колес, забракованных по наличию вертикального подреза гребня, в нормативной документации не установлено.

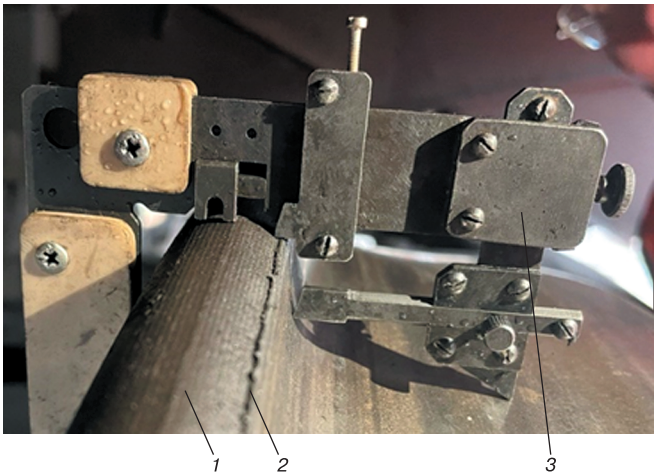


Рис. 2. Выявление остроконечного наката в зоне браковки приспособлением Т1346.000*:
1 — гребень колеса; *2* — остроконечный накат;
3 — приспособление
* Источник: фото авторов

Fig. 2. Detection of sharp flange in the rejection zone using the T1346.000 device*:
1 — wheel flange; *2* — sharp flange; *3* — device
* Source: authors' photo

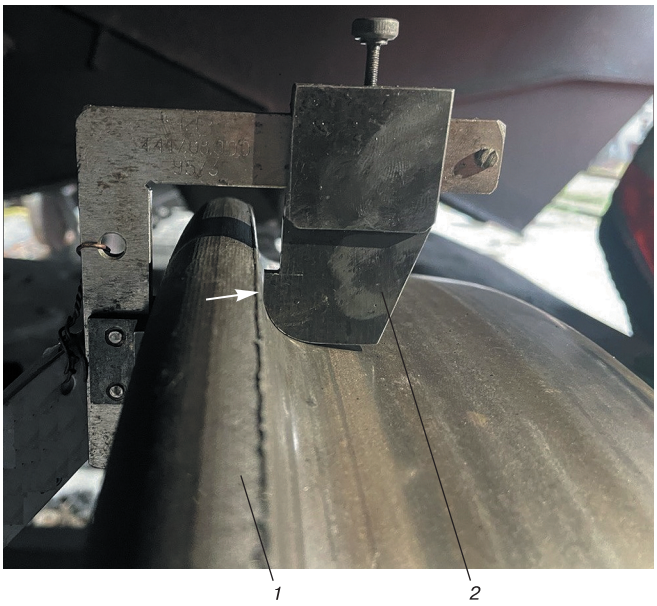


Рис. 3. Контроль вертикального подреза гребня специальным шаблоном*. Отсутствие зазора свидетельствует о наличии вертикального подреза:
1 — гребень колеса; *2* — шаблон
* Источник: фото авторов

Fig. 3. Control of vertical ridge undercut with special template*. The absence of a gap indicates the presence of a vertical flange:
1 — wheel flange; *2* — template
* Source: authors' photo

Таким образом, цель настоящей работы — показать, что введение ограничений формы рабочей поверхности колес по параметру qR является актуальным.

Результаты проводимых на Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ» динамико-прочностных испытаний по проверке прочности основных элементов

[3] РД ВНИИЖТ 27.05.01-2017. Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами грузовых вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524) мм: утв. Советом по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества, протокол от 19–20 октября 2017 г. № 67.

[4] Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами пассажирских вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524) мм: утв. Советом по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества, протокол от 4–5 ноября 2015 г. № 63.

[5] Инструкция по техническому обслуживанию вагонов в эксплуатации (инструкция осмотрщику вагонов) № 808-2022 ПКБ ЦВ: утв. Советом по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества, протокол от 21–22 мая 2009 г. № 50.

[6] РД 32 ЦВ 058-2019. Методика выполнения измерений при техническом обслуживании и ремонте колесных пар грузовых вагонов железных дорог колеи 1520 (1524) мм: утв. Советом по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества, Приложение 19 к Протоколу от 15–16 октября 2019 г. № 71.

[7] ГОСТ 33211–2014. Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам.

стрелочного перевода при движении по нему опытного сцепа из грузовых вагонов с колесами, имеющими толщину гребней 24 мм и менее в груженом и порожнем режимах с различными скоростями, приведены в работе [8].

Результаты математического моделирования, описывающие процесс движения грузового вагона по стрелочному переводу, в зависимости от геометрических параметров колесной пары и путевых элементов стрелочного перевода и положения в колее его первой тележки перед набеганием на остряк [9], показали, что на безопасность прохождения по стрелочному переводу подвижного состава влияет не только толщина гребней колес, но и форма гребня, характеризующаяся углом наклона образующей гребня колеса, величина которого определяется его горизонтальной проекцией — параметром *qR*.

Массовые обмеры геометрических параметров колесных пар грузовых вагонов в эксплуатации, проводимые специалистами лаборатории «Колесные пары и буксовый узел» АО «ВНИИЖТ» в период 2018–2019 гг. (в том числе профилей поверхности катания колес с использованием лазерного профилометра [10]), показали, что в эксплуатации встречаются колеса с остроконечным накатом на вершине гребня (вне браковочной зоны). Примеры таких профилей колес показаны на рис. 4, *а* и 4, *б*.

Все допускаемые в эксплуатации диапазоны геометрических параметров колесных пар грузовых и пассажирских вагонов устанавливались на основании

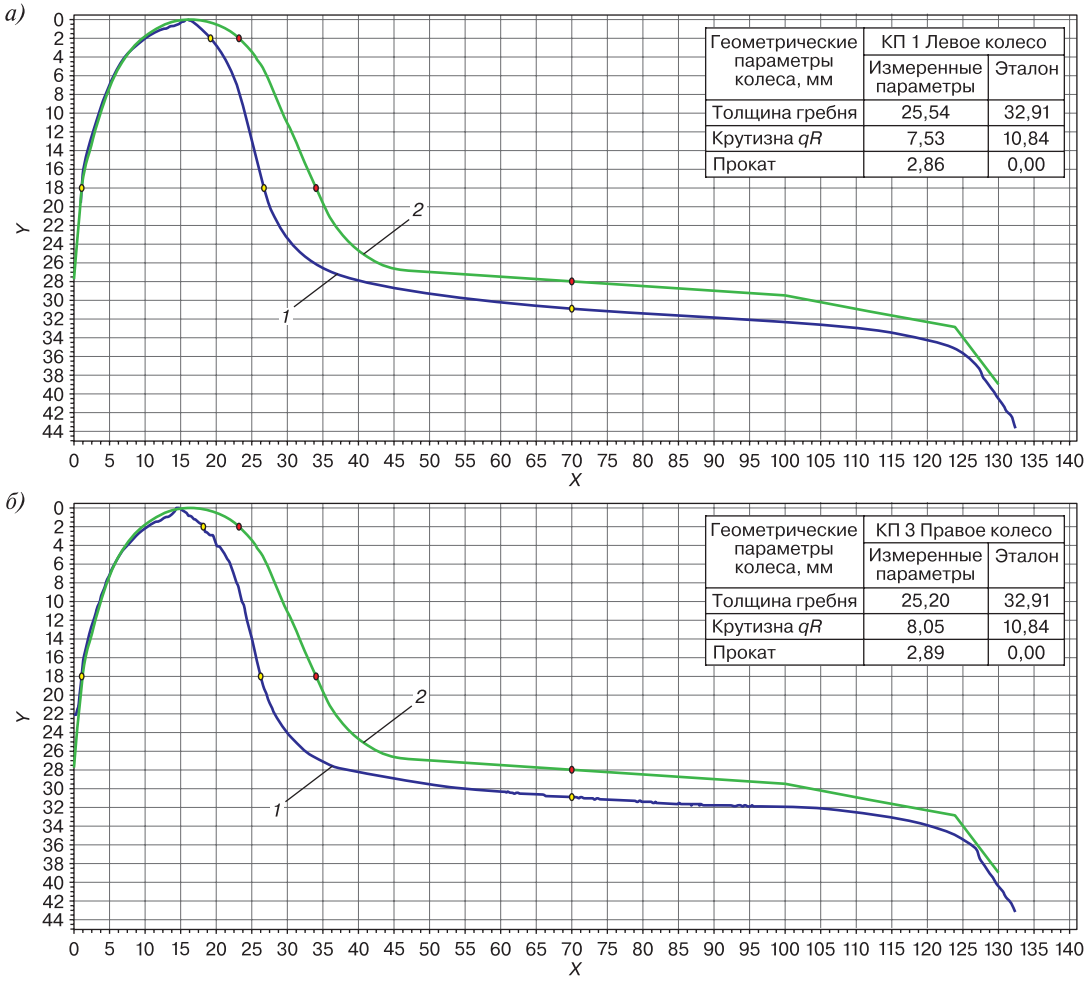


Рис. 4. Профилограммы колес из эксплуатации с остроконечным накатом *:
а — профиль колеса с остроконечным накатом на гребне и толщиной гребня 25,54 мм; *б* — профиль колеса с остроконечным накатом на гребне и толщиной гребня 25,20 мм; *1* — из эксплуатации; *2* — по ГОСТ 10791–2011
* Источник: данные авторов

Fig. 4. Chart of wheel profiles with sharp flange*:
a — wheel profile with a sharp flange and a flange thickness of 25.54 mm; *б* — wheel profile with a sharp flange and a flange thickness of 25.20 mm; *1* — from operation; *2* — GOST 10791–2011
* Source: authors' data

исследований и испытаний, проведенных учеными АО «ВНИИЖТ» преимущественно еще в 20 веке. За более чем полувековой период времени многое изменилось: появились новые модели вагонов с повышенной осевой нагрузкой, увеличились скорости, претерпели изменения конструкции элементов верхнего строения пути, в том числе стрелочные переводы.

Методика исследования. С целью изучения возможности схода колеса с рельса из-за вкатывания его на остряк для колес с различными формами и величинами износа, имеющимися в эксплуатации в настоящее время, рассмотрим вариант прохода колес с различной степенью износа гребней по стрелке стрелочного перевода с изношенным рамным рельсом.

Анализ условий схода колеса с рельса из-за вкатывания его на остряк проводился методом условных вероятностей, который в настоящее время является основным, используемым при формировании норм геометрических параметров стрелочных переводов, закрепленных в действующей нормативной документации ОАО «РЖД». Техника использования этого метода подробно описана в работе [2]. В данном случае была определена расчетная схема, представленная на рис. 1 [2, 8], допускающая следующие условия:

- боковой износ головки рамного рельса у острия остряка — 6,0 мм;
- неприлегание остряка к рамному рельсу — 4,0 мм;
- вертикальный износ рамного рельса (при боковом износе 6,0 мм) — 3,0 мм (по результатам обмеров);
- взаимное положение остряка и рамного рельса соответствует требованиям шаблона КОР;
- профиль боковой рабочей грани изношенного рамного рельса совпадает с профилем изношенного колеса (форма изношенной поверхности рамного рельса определяется формой проходящих колес).

Как видно из расчетной схемы, острие остряка на новом рамном рельсе укрыто под головкой рамного рельса и безопасность движения поездов обеспечивается даже при вертикальном подрезе гребня. Однако при увеличении бокового износа точка A (рис. 1), являющаяся пересечением поверхности головки изношенного рамного рельса и остроганной части головки неизношенного рамного рельса, постепенно опускается, уменьшая укрытие острия остряка.

Необходимая минимальная величина параметра qR определяется исходя из условия обеспечения невозможности набегания колеса на острие остряка.

При боковом износе головки рамного рельса, составляющем 6,0 мм, точка A располагается на уровне около 25 мм от верха головки, т. е. на уровне острия остряка (рис. 1). При этом угол наклона изношенной части головки рамного рельса равен 73,7°.

Величина параметра qR — это сумма расстояний от проекции на горизонталь точки C, расположенной на расстоянии 2,0 мм от вершины гребня, до точки K, расположенной на наклонной изношенной поверхности головки рамного рельса на уровне измерения толщины гребня колеса.

Исходя из нормативного понижения острия остряка относительно верха головки нового рамного рельса и уровня измерения толщины гребня колеса, точка K' располагается на 8,0 мм выше острия остряка.

Таким образом, величина параметра qR, гарантирующая безопасное прохождение колесом рамного рельса, рассчитывается исходя из условий, представленных в формуле (1) [2]:

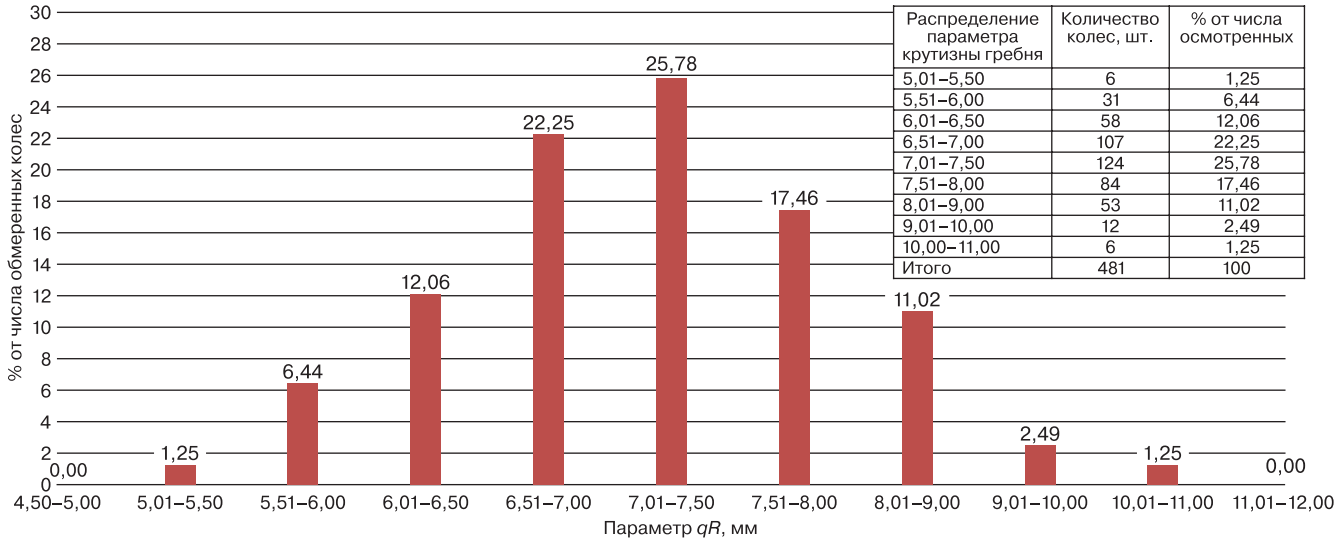
$$qR = AB + AK = 4{,}2 + 8/(\mathrm{tg}\ 73{,}7^\circ) = \\ = 4{,}2 + 2{,}3 = 6{,}5\ \text{мм}. \quad (1)$$

У нового колеса, имеющего толщину гребня 33 мм и угол наклона гребня 60°, значение параметра qR составляет 10,8 мм, т. е. если значение qR больше 6,5 мм — безопасный проход колес через острие остряков стрелочного перевода обеспечивается.

Случай, рассмотренный на расчетной схеме (рис. 1), является предельно допустимым. Анализ фактических контактов изношенных колес и рамных рельсов показывает, что на уровне измерения толщины гребня между колесом и боковой рабочей гранью рамного рельса имеется зазор порядка 0,5–1,0 мм, поэтому опасными являются случаи, когда величина qR менее 6,0 мм. Массовые обмеры колес, проводимые на сети железных дорог специалистами АО «ВНИИЖТ» в период 2018–2019 гг., показали, что в эксплуатации имеются колеса с параметром qR менее 6,0 мм (рис. 5). Анализ результатов показал, что доля таких колес в эксплуатации порядка 7 %. Следует отметить, что значения qR, близкие к опасным, имеют колеса с малой толщиной гребней.

Полученные результаты обмеров колесных пар, находящихся в эксплуатации, позволили проанализировать изменение параметра qR в процессе износа рабочих поверхностей колес. На рис. 6 представлена зависимость величины qR от толщины гребня колеса. Очевидно, что по мере износа гребня колеса (уменьшения его толщины) параметр qR также уменьшается.

Зависимость, представленная на рис. 6, свидетельствует о том, что значения параметра qR, близкие к опасным, наблюдаются в том числе у колес, имеющих достаточный запас по толщине гребня (27...26 мм). При толщине гребней, близкой к минимально допустимой в эксплуатации (24 мм), значительная часть колес имеет параметр qR менее 6,0 мм, а при толщине гребня 23 мм среднее значение qR составляет 5,3 мм. В сочетании с остроконечным накатом такие колеса могут представлять прямую угрозу безопасности движения грузовых вагонов по стрелочным переводам.



Распределение параметра крутизны гребня	Количество колес, шт.	% от числа осмотренных
5,01–5,50	6	1,25
5,51–6,00	31	6,44
6,01–6,50	58	12,06
6,51–7,00	107	22,25
7,01–7,50	124	25,78
7,51–8,00	84	17,46
8,01–9,00	53	11,02
9,01–10,00	12	2,49
10,00–11,00	6	1,25
Итого	481	100

Рис. 5. Распределение колес грузовых вагонов в зависимости от параметра qR*
* Источник: данные авторов

Fig. 5. Distribution of wagon wheels depending on the qR parameter*
* Source: authors' data

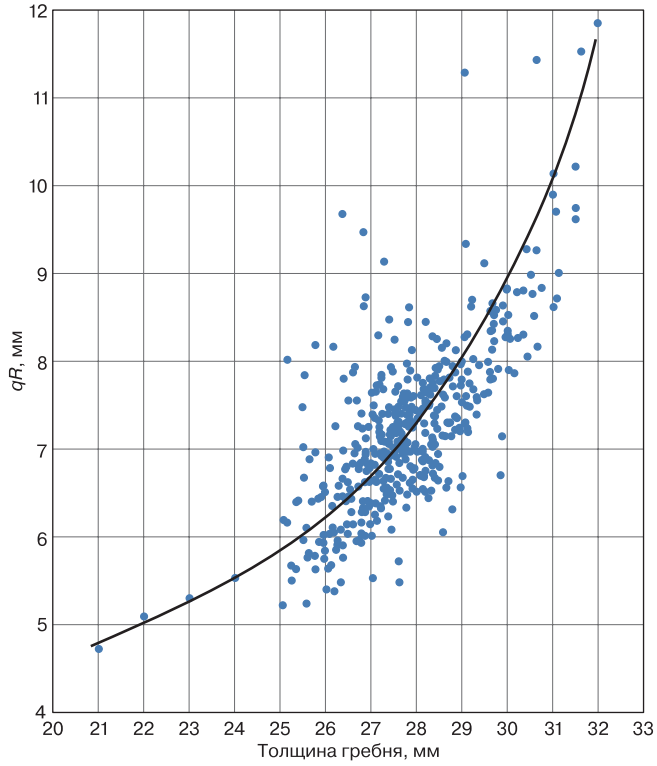


Рис. 6. Значения параметра qR колес грузовых вагонов в зависимости от толщины гребней колес* (колеса с толщиной гребня 24 мм и менее — экспериментальные)
* Источник: данные авторов

Fig. 6. Measurement data of wagon wheels in relation to the dependence of the qR parameter on the ridge thickness* (wheels with ridge thickness of 24 mm and less are experimental)
* Source: authors' data

Анализ результатов. Для наглядности вышеприведенных выкладок были проанализированы условия контактирования составляющих системы «изношенный рамный рельс — остряк — изношенное колесо» на основе обмеров реальной геометрии профилей колес и элементов стрелочных переводов с использованием их натурных профилограмм. На рис. 7–10 показаны условия прохождения колесами (с различной величиной qR) острия остряка и рамных рельсов с предельным боковым износом, откуда видно, что при qR больше, чем 6,5 мм, колеса проходят острие остряка свободно. При qR, равном 6,5 мм, колеса начинают

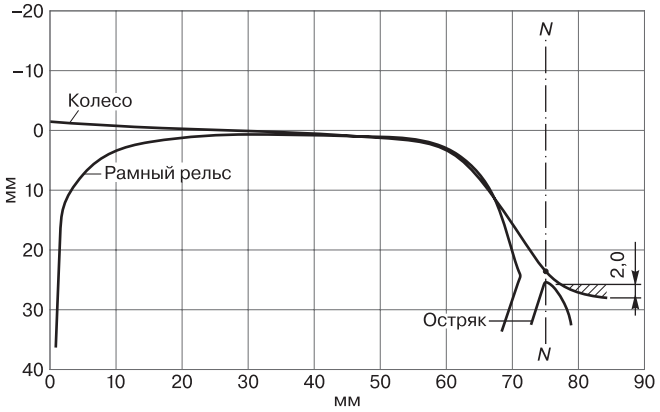


Рис. 7. Контакт колеса и рамного рельса*: боковой износ рельса 6,0 мм. Колесо новое ($qR = 9{,}0$ мм)
* Источник: данные авторов

Fig. 7. Contact of the wheel and contact tongue*: lateral wear of the rail is 6.0 mm. The wheel is new ($qR = 9.0$ mm)
* Source: authors' data

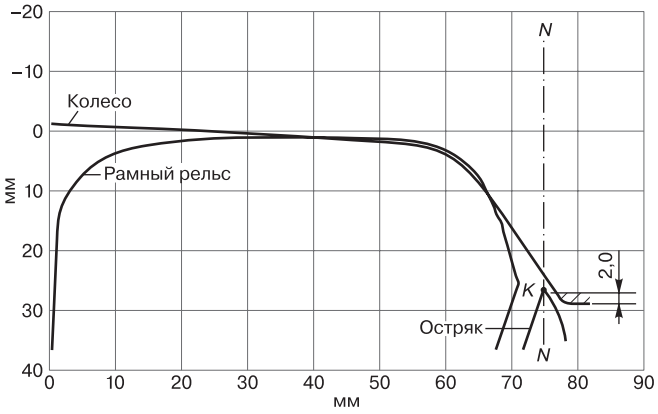


Рис. 8. Контакт колеса и рамного рельса*: боковой износ 6,0 мм. Колеса с невысокой степенью износа ($qR = 8{,}0$ мм)
* Источник: данные авторов

Fig. 8. Wheel and frame rail contact*: lateral wear 6.0 mm. Wheels with low wear ($qR = 8.0$ mm)
* Source: authors' data

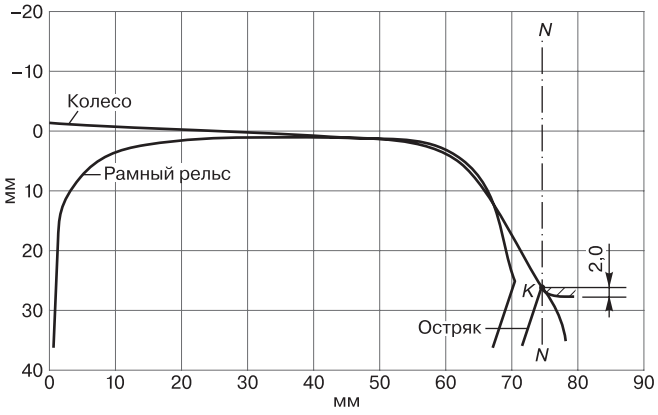


Рис. 9. Контакт колеса и рамного рельса*: боковой износ рельса 6,0 мм. Колесо среднеизношенное ($qR = 6{,}5$ мм)
* Источник: данные авторов

Fig. 9. Contact of the wheel and the frame rail*: lateral wear of the rail is 6.0 mm. The wheel is moderately worn ($qR = 6.5$ mm)
* Source: authors' data

касаться острия остряка (рис. 9). Кроме того, при наличии на них остроконечного наката или при отступлениях от допустимых значений во взаимном положении остряка и рамного рельса возможно вкатывание колеса на остряк. При значении $qR = 5{,}5$ мм (рис. 10) и предельно изношенном рамном рельсе вероятность набегания колеса на острие остряка при прижатом к рамному рельсу колесе очень высока. Наличие на колесе остроконечного наката может привести к необратимым последствиям или повреждению остряка, что потребует остановки движения и его немедленной замены.

Во избежание возможности вкатывания колес на остряк и схода колесной пары с рельсов необходимо

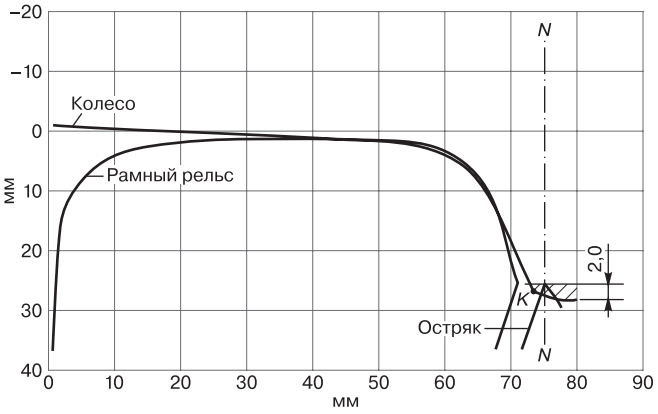


Рис. 10. Контакт колеса и рамного рельса*: боковой износ рельса 6,0 мм. Колесо изношено, гребень стремится к предельно допустимому значению ($qR = 5{,}5$ мм)
* Источник: данные авторов

Fig. 10. Contact between the wheel and the frame rail*: lateral wear of the rail is 6.0 mm. The wheel is worn, the flange tends to the maximum permissible value ($qR = 5.5$ mm)
* Source: authors' data

соблюдать требования по взаимному положению остряка и рамного рельса, а также нормировать предельно допустимую величину параметра qR для всех видов подвижного состава.

Для контроля взаимного положения остряка и рамного рельса в 90-х годах 20 века был разработан и введен шаблон КОР, использование которого для работников путевого хозяйства является обязательным. Контроль параметра qR для подвижного состава железных дорог США, Японии, стран Европы, и др. также является обязательным. В России данный параметр является необходимым для всех типов локомотивов, моторвагонных подвижных составов (далее — МВПС), всех видов скоростного пассажирского подвижного состава. Исключение составляют грузовые и пассажирские вагоны.

В связи с этим целесообразно рассмотреть возможность введения контроля гребней колес пассажирских и грузовых вагонов по параметру qR. При этом предельную величину параметра qR рекомендуется рассматривать в пределах от 5,5 до 6,0 мм. Измерение данного параметра в эксплуатации в настоящее время возможно с использованием современных лазерных профилометров [10], позволяющих не только получать численные значения данного параметра, но и сохранять их в базы данных, а также передавать в электронном виде по каналам, используемым в системе железнодорожного транспорта. Для ее уточнения необходимо проведение комплексных исследований, учитывающих изменения взаимного расположения остряка и рамного рельса в динамике под поездами.

Обсуждение и заключение. По итогам проведенного в статье исследования можно заключить следующее:

1. Безопасность прохождения подвижным составом стрелок стрелочных переводов обеспечивается взаимосвязанными соотношениями геометрических размеров в системе «колесная пара — рельсовая колея».

2. Важнейшими характеристиками, обеспечивающими безопасность прохождения колесных пар с изношенными гребнями колес по стрелочным переводам без вкатывания колес на остряки и рамные рельсы и без последующего схода подвижного состава с рельсов, являются минимально допускаемая толщина гребня колеса и величина угла наклона его образующей (параметр qR).

3. В мировой практике, помимо минимальной толщины гребня колеса, для предотвращения схода колес с рельсов нормируется параметр qR. В России этот параметр используется при контроле состояния колес локомотивов, МВПС и высокоскоростного подвижного состава. Необходимо рассмотреть возможность его введения для колес грузового и пассажирского вагонного парка.

4. При существующих нормах износа элементов стрелочных переводов и взаимного положения их рельсовых элементов допускаемой величиной параметра qR для вагонов грузового парка следует считать 5,5–6,0 мм, однако с учетом фактического состояния стрелочных переводов и колесных пар до проведения специальных исследований этот норматив целесообразно принять равным 6,0 мм.

5. Вопрос установления численных значений предельно допускаемой величины параметра qR для колес грузовых и пассажирских вагонов является актуальным и требует дальнейшей комплексной проработки, включающей проведение анализа экспериментально полученных и расчетных данных, результатов обмеров колесных пар и элементов стрелочных переводов из эксплуатации, а также проведения технико-экономической оценки введения данного параметра в нормативную документацию.

Финансирование: авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Funding: the authors received no financial support for the research, authorship, and publication of this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов и не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest and no financial interests in any material discussed in this article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Ермоленко И. Ю. Анализ критериев устойчивости колеса на рельсе применяемых при расследованиях схода подвижного состава // Молодая наука Сибири. 2018. № 1. URL: http://mnv.irgups.ru/toma/11-2018 (дата обращения: 05.10.2018). EDN: https://www.elibrary.ru/mzbkwl.

Ermolenko I. Yu. Analysis of the criteria of stability of wheel on the rail of those used during the investigations of gathering the rolling stock. *Young science of Siberia*. 2018;(1). URL: http://mnv.irgups.ru/toma/11-2018 (accessed 05.10.2018). (In Russ.). EDN: https://www.elibrary.ru/mzbkwl.

2. Глюзберг Б. Э. Влияние параметров гребней вагонных колес на безопасность движения по стрелочным переводам // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2018. Т. 77, № 2. С. 67–76. https://doi.org/10.21780/2223-9731-2018-77-2-67-76. EDN: https://www.elibrary.ru/xmgddn.

Glyuzberg B. E. Influence of the parameters of the car wheel flanges on the safety operation in turnouts. *Russian Railway Science Journal*. 2018;77(2):67–76. (In Russ.). https://doi.org/10.21780/2223-9731-2018-77-2-67-76. EDN: https://www.elibrary.ru/xmgddn.

3. Путря Н. Н., Крысанов Л. Г., Тейтель А. М., Глюзберг Б. Э. и др. Стрелочные переводы // Перспективы развития техники путевого хозяйства. М.: Транспорт, 1976. С. 111–120.

Putrya N. N., Krysanov L. G., Teytel' A. M., Glyuzberg B. E. et al. Turnouts. *Prospects for the development of track management technology*. Moscow; Transport Publ. 1976. P. 111–120. (In Russ.).

4. Крысанов Л. Г. Эксплуатационные характеристики колесных пар грузовых вагонов // Железнодорожный транспорт. 1970. № 2. С. 58–62.

Krysanov L. G. Operational characteristics of wagon wheel pairs. *Railway Transport*. 1970;(2):58–62. (In Russ.).

5. Елсаков Н. Н., Радыгин Ю. Н. Стрелочные переводы колеи 1520 мм // Путь и путевое хозяйство. 1977. № 5. С. 15–17.

Elsakov N. N., Radygin Yu. N. Turnouts for tracks of gauge 1520 mm. *Railway Track and Facilities*. 1977;(5):15–17. (In Russ.).

6. Каменский В. Б., Федулов В. Ф., Глюзберг Б. Э. Новая инструкция // Путь и путевое хозяйство. 1998. № 4. С. 22–30.

Kamenskiy V. B., Fedulov V. F., Glyuzberg B. E. New instruction. *Railway Track and Facilities*. 1998;(4):22–30. (In Russ.).

7. Желнин Г. Г. Особенности установления допускаемых скоростей на стрелочных переводах // Решение задач взаимодействия подвижного состава и пути реального очертания. М.: Транспорт, 1985. С. 34–38.

Zhelnin G. G. Specifics of the establishment of permissible speeds on the switches. *Solving problems of interaction between rolling stock and ways of real outlines*. Moscow; Transport Publ. 1985. P. 34–38. (In Russ.).

8. Глюзберг Б. Э., Титаренко М. И., Тимакова Е. А., Савченко А. А., Кузнецов С. В., Калачев А. М. Динамическое воздействие вагонов, имеющих колесные пары с тонкими гребнями, на стрелочные переводы // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2020. Т. 79, № 4. С. 202–208. https://doi.org/10.21780/2223-9731-2020-79-4-202-208. EDN: https://www.elibrary.ru/aprxey.

Glyuzberg B. E., Titarenko M. I., Timakova E. A., Savchenko A. A., Kuznetsov S. V., Kalachev A. M. Dynamic effect on turnouts of cars having wheelsets with thin flanges. *Russian Railway Science Journal*. 2020;79(4):202–208. (In Russ.). https://doi.org/10.21780/2223-9731-2020-79-4-202-208. EDN: https://www.elibrary.ru/aprxey.

9. Ромен Ю. С., Глюзберг Б. Э., Тимакова Е. А., Быков В. А. Особенности математического моделирования динамических процессов прохождения вагоном стрелочного перевода // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2020. Т. 79, № 3. С. 119–126. https://doi.org/10.21780/2223-9731-2020-79-3-119-126. EDN: https://www.elibrary.ru/hkjvrw.

Romen Yu. S., Glyuzberg B. E., Timakova E. A., Bykov V. A. Features of mathematical modeling of dynamic processes of car passing railroad turnouts. *Russian Railway Science Journal*. 2020;79(3):119–126. (In Russ.). https://doi.org/10.21780/2223-9731-2020-79-3-119-126. EDN: https://www.elibrary.ru/hkjvrw.

10. Горякина О. В., Мартыненко Л. В., Тимакова Е. А., Фофонова А. И., Шахова Н. И. Оценка работы комплекса технических

измерений и применение инновационных технологий на Восточно-Сибирской железной дороге // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2019. № 2(62). С. 119–127. https://doi.org/10.26731/1813-9108.2019.2(62).119-127. EDN: https://www.elibrary.ru/oerznz.

Goryakina O. V., Martynenko L. V., Timakova E. A., Fofonova A. I., Shakhova N. I. Estimating the work of the technical measurements complex and using innovative technologies on the East-Siberian railway. *Modern technologies. System analysis. Modeling*. 2019;2(62):119–127. (In Russ.). https://doi.org/10.26731/1813-9108.2019.2(62).119-127. EDN: https://www.elibrary.ru/oerznz.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Борис Эйнихович ГЛЮЗБЕРГ,
д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник института, научный центр «Инфраструктура», Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ, 129626, г. Москва, ул. 3-я Мытищинская, д. 10, стр. 1), Author ID: 298472, https://orcid.org/0000-0003-2430-7894

Елена Андреевна ТИМАКОВА,
канд. техн. наук, руководитель группы «Колесные пары и буксовый узел», Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ, 129626, г. Москва, ул. 3-я Мытищинская, д. 10, стр. 1), Author ID: 1080576, https://orcid.org/0009-0008-5208-5751

Глеб Романович ЮРГЕЛЬС,
аспирант, инженер группы «Колесные пары и буксовый узел», Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ, 129626, г. Москва, ул. 3-я Мытищинская, д. 10, стр. 1), https://orcid.org/0009-0007-0193-6627

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Boris E. GLYUZBERG,
Dr. Sci. (Eng.), Professor, Chief Researcher of the Institute, Infrastructure Science Centre, Railway Research Institute (129626, Moscow, bldg. 1, 10, 3rd Mytishchinskaya St.), Author ID: 298472, https://orcid.org/0000-0003-2430-7894

Elena A. TIMAKOVA,
Cand. Sci. (Eng.), Head of Wheel Pairs and Axlebox Mount Group, Railway Research Institute (129626, Moscow, bldg. 1, 10, 3rd Mytishchinskaya St.), Author ID: 1080576, https://orcid.org/0009-0008-5208-5751

Gleb R. YURGELS,
Postgraduate Student, Engineer, Wheel Pairs and Axlebox Mount Group, Railway Research Institute (129626, Moscow, bldg. 1, 10, 3rd Mytishchinskaya St.), https://orcid.org/0009-0007-0193-6627

ВКЛАД АВТОРОВ

Борис Эйнихович ГЛЮЗБЕРГ. Планирование экспериментов и проведение математических расчетов. Методика выполнения обмеров стрелочных переводов и их элементов. Проведение обмеров стрелочных переводов и их элементов в эксплуатации (50 %).

Елена Андреевна ТИМАКОВА. Методика выполнения обмеров колесных пар. Проведение обмеров колесных пар в эксплуатации. Обработка полученных результатов. Редактирование и подготовка текста рукописи (40 %).

Глеб Романович ЮРГЕЛЬС. Участие в проведении обмеров колесных пар в эксплуатации. Проведение измерений профилей колес с использованием лазерного профилометра поверхности катания колесной пары серии ИКП. Участие в обработке результатов обмеров колесных пар в эксплуатации. Оформление статьи (10 %).

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Boris E. GLYUZBERG. Experiment planning and mathematical calculations performance. Methodology of measuring of turnout switches and their elements, its performance in operation (50 %).

Elena A. TIMAKOVA. Methodology of measuring wheel pairs in operation. Obtained results processing. Manuscript editing and preparation (40 %).

Gleb R. YURGELS. Participation in measurements performance of wheel pairs in operation. Measurements performance of wheel profiles using a laser profilometer of the rolling surface of a wheel pair of IKP (LLC RIFTEK) series. Participation in the measurement results processing of wheel pairs in operation. Article preparation (10 %).

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.
The authors have read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию 03.06.2025, рецензия от первого рецензента получена 23.06.2025, рецензия от второго рецензента получена 27.06.2025, рецензия от третьего рецензента получена 30.06.2025, рецензия от четвертого рецензента получена 03.07.2025, принята к публикации 29.07.2025.

The article was submitted 03.06.2025, first review received 23.06.2025, second review received 27.06.2025, third review received 30.06.2025, fourth review received 03.07.2025, accepted for publication 29.07.2025.