



ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Оригинальная статья

УДК 629.4.028

EDN: <https://elibrary.ru/oncqgm>

Нагруженность и износ автосцепок в пассажирском вагоне локомотивной тяги

А. В. Белянкин¹✉, В. В. Балакин², В. К. Мешков³, М. А. Федоров⁴¹Тихвинский испытательный центр железнодорожной техники (ТИЦ ЖТ),
Тихвин, Российская Федерация²Производственное объединение «Бежицкая сталь»,
Брянск, Российская Федерация³Тверской вагоностроительный завод (ТВЗ),
Тверь, Российская Федерация⁴Федеральная пассажирская компания (ФПК),
Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Введение. При применении автосцепки СА-3 в пассажирских вагонах локомотивной тяги ввиду ряда конструктивных особенностей подвижного состава и условий эксплуатации наблюдается повышенный износ трущихся поверхностей автосцепки, что требует проведения мероприятий по их упрочнению. Для грузовых вагонов вопрос нагруженности автосцепок хорошо изучен и представлен в научно-технической и нормативной документации. Для случая применения автосцепки СА-3 в пассажирском вагоне локомотивной тяги, по мнению авторов, недостаточно экспериментальных данных по продольным усилиям и относительным перемещениям автосцепок при эксплуатационных режимах. Отсутствие подобных исследований не позволяло изготовителям автосцепки СА-3, предназначенной для использования в пассажирском подвижном составе, обоснованно внедрять технологические процессы по упрочнению контактных поверхностей. Основной целью исследования являлось получение надежных экспериментальных данных по относительным перемещениям автосцепок при движении в составе пассажирского поезда, а также действующим продольным силам.

Материалы и методы. Основным методом проводимого исследования являлся метод непосредственных измерений относительных перемещений с использованием контактных датчиков перемещений. Для определения продольных сил применялись тензорезисторы, установленные на корпусе автосцепки. Предварительно до проведения опытной поездки осуществлялось определение масштаба измерительных схем растягивающими и сжимающими силами с использованием стендового оборудования испытательной лаборатории Тихвинского испытательного центра железнодорожной техники.

Результаты. Получены статистически достоверные данные по величинам продольных сил и перемещений автосцепок при движении вагона в составе пассажирского поезда локомотивной тяги.

Обсуждение и заключение. Определены продольные силы и перемещения автосцепки СА-3 при ее использовании в пассажирском вагоне локомотивной тяги. Полученные данные предназначены для последующего использования при проведении стендовых ресурсных испытаний автосцепки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: пассажирские вагоны, автосцепка СА-3, продольные силы, поездные испытания

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Белянкин А. В., Балакин В. В., Мешков В. К., Федоров М. А. Нагруженность и износ автосцепок в пассажирском вагоне локомотивной тяги // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2024. Т. 83, № 2. С. 101–110.

✉ abelyankin@railtest.ru (А. В. Белянкин)

© Белянкин А. В., Балакин В. В., Мешков В. К., Федоров М. А., 2024



TECHNICAL MEANS OF RAILWAY TRANSPORT

Original article

UDK 629.4.028

EDN: <https://elibrary.ru/oncqgm>



Load and wear of automatic couplers in locomotive traction passenger car

Alexey V. Belyankin¹✉, Vadim V. Balakin², Vladimir K. Meshkov³, Maksim A. Fedorov⁴

¹Tikhvin Trial Centre for Railway Transport,
Tikhvin, Russian Federation

²Bezhitskaya Steel Production Association,
Bryansk, Russian Federation

³Tver Carriage Works,
Tver, Russian Federation

⁴Federal Passenger Company,
Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. A number of design features of the rolling stock and operating conditions of the SA-3 automatic coupler in locomotive traction passenger cars cause increased wear of the rubbing surfaces of the automatic coupler, which requires measures to strengthen them. The issue of automatic coupler loading for wagons is studied and presented in research, technical and regulatory documentation. The authors consider the experimental data on longitudinal forces and relative displacements of automatic couplers under operating modes to be insufficient in the case of the SA-3 automatic coupler in a locomotive traction passenger car. Lack of such studies did not allow manufacturers of SA-3 automatic couplers intended for use in passenger rolling stock to reasonably implement processes for hardening of contact surfaces. The study was primarily intended to obtain reliable experimental data on the relative displacements of automatic couplers during motion as part of a passenger train, as well as on the acting longitudinal forces.

Materials and methods. The main method of the research was direct measurements of relative displacements using contact displacement sensors. Longitudinal forces were determined by resistance strain gauges mounted on the automatic coupler body. The test ride was preceded by scaling of the measuring circuits by tensile and compressive forces using the bench equipment of the test laboratory of the Tikhvin Trial Centre for Railway Transport.

Results. The authors obtained statistically reliable data on longitudinal forces and displacements of automatic couplers when the carriage moves in a locomotive traction passenger train.

Discussion and conclusion. The authors determined the longitudinal forces and displacements of the SA-3 automatic coupler used in a locomotive traction passenger car. These data are intended for further use in bench service life testing of the automatic coupler.

KEYWORDS: passenger cars, SA-3 automatic coupler, longitudinal forces, train test

FOR CITATION: Belyankin A. V., Balakin V. V., Meshkov V. K., Fedorov M. A. Load and wear of automatic couplers in locomotive traction passenger car. *Russian Railway Science Journal*. 2024;83(2):101-110. (In Russ.).

✉ abelyankin@railtest.ru (A. V. Belyankin)

© Belyankin A. V., Balakin V. V., Meshkov V. K.,
Fedorov M. A., 2024

Введение. Пассажирские вагоны оснащены туповой полужесткой автосцепкой СА-3 по ГОСТ 32885–2014 с нижним ограничителем вертикальных перемещений¹. Применение автосцепки СА-3 на пассажирском подвижном составе осуществляется совместно с буферными устройствами, обеспечивающими поддержание автосцепок в растянутом состоянии с целью уменьшения зазоров и, как следствие, более плавную передачу продольных тягово-тормозных сил [1]. Центральное подвешивание пассажирских вагонов характеризуется существенными величинами прогибов относительно подвешивания грузовых вагонов, что в совокупности с наличием постоянных растягивающих сил от буферных устройств предположительно приводит к более интенсивному износу трущихся поверхностей автосцепок [2]. Практика применения автосцепки СА-3 на пассажирском подвижном составе локомотивной тяги показывает, что для обеспечения требуемого ресурса автосцепок на пробег вагона до 600 тыс. км. требуется проводить мероприятия по нанесению износостойких наплавов на трущиеся поверхности автосцепок².

Вопрос определения продольных сил для грузового подвижного состава и электропоездов различных категорий и типов рассматривался в работах ВНИИЖТ, см., например, [3, 4], и ООО «ВНИЦТТ» [5]. Данные по нагруженности автосцепных устройств спектрами продольных сил применительно к грузовым вагонам приведены в нормативных документах^{3, 4}, однако ни в стандарте⁵, ни в нормах для расчета и проектирования спектра по продольным нагрузкам и относительным перемещениям автосцепок для пассажирских вагонов не приведено. Имеются публикации, посвященные исследованиям надежности автосцепок [6] и формированию требований к уровню прочностной надежности литых деталей грузовых вагонов в целом и его обеспечению за счет механических свойств материалов [7]. Что касается пассажирских вагонов, то здесь испытывается недостаток исследований и, соответственно, данных как по спектру нагружения, так и по относительным перемещениям автосцепок.

Настоящая работа выполнена с целью получения статистически надежных данных по продольным

усилиям и перемещениям автосцепок при их эксплуатации в составе пассажирских поездов локомотивной тяги и определения нагрузжений, обуславливающих интенсивность износа трущихся поверхностей автосцепок. Полученные данные предполагается использовать для выбора режимов стендовых ресурсных испытаний по определению износостойкости наплавов, применяемых на трущихся поверхностях автосцепок. Помимо этого, данные могут быть использованы изготовителем автосцепок для обоснованного выбора параметров упрочняемого слоя.

Работа выполнялась в два этапа: на первом этапе проводились поездные испытания автосцепок на пассажирском вагоне локомотивной тяги при его движении в составе поезда с целью сбора и анализа данных по продольным усилиям и перемещениям автосцепок. На втором этапе были выполнены стендовые натурные испытания на основании данных, полученных на первом этапе работы. В настоящей статье рассматриваются результаты первого этапа — поездных испытаний.

Методика определения продольных сил и взаимных относительных перемещений автосцепок. Для определения продольных сил были оборудованы тензорезисторами два образца автосцепок согласно рекомендации стандарта⁶. При планировании перечня фиксируемых в ходе испытаний процессов учитывались следующие основные виды возможных взаимных перемещений автосцепок: линейные перемещения относительно кузова в продольном направлении, угловые перемещения относительно кузова в горизонтальной плоскости, угловые перемещения автосцепки относительно кузова в вертикальной плоскости и взаимные относительные линейные перемещения автосцепок в вертикальном направлении. Эти перемещения могут оказывать влияние на износы автосцепок при движении и могут быть в последующем реализованы в ходе стендовых ресурсных испытаний.

Для измерения угловых перемещений в горизонтальной и вертикальной плоскостях использовался трехкоординатный датчик ИС 375 с возможностью измерения угловых отклонений от -75 до $+65^\circ$ с погрешностью измерения углов не более $\pm 3^\circ$. В качестве

¹ ГОСТ 32885–2014. Автосцепка модели СА-3. Конструкция и размеры: дата введения 2015-06-01. М.: Стандартиформ, 2015. 26 с.

² О введении новой системы технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов [Электронный ресурс]: приказ МПС РФ от 04.04.1997 № 9Ц (ред. от 13.01.2011). URL: <https://base.garant.ru/70489520> (дата обращения: 10.02.2024).

³ Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). М.: ГосНИИВ; ВНИИЖТ, 1996. 317 с.

⁴ Нормы для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных): утв. МПС 11.07.1983; утв. Министерством тяжелого и транспортного машиностроения 01.11.1983. М., 1983. 260 с.

⁵ ГОСТ 34681–2020. Вагоны пассажирские локомотивной тяги. Общие технические требования: дата введения 2021-03-01. М.: Изд-во стандартов, 2020. 35 с.

⁶ ГОСТ 33788–2016. Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и динамические качества: дата введения 2017-05-01. М.: Изд-во стандартов, 2016. 42 с.

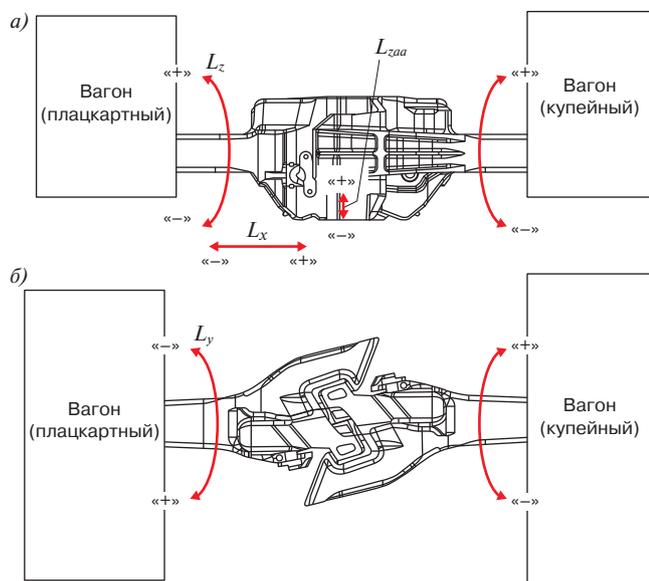


Рис. 1. Регистрируемые при испытаниях процессы (кузова вагонов показаны условно) вид сбоку (а), вид сверху (б): L_x — линейные перемещения автосцепки относительно кузова в продольном направлении; L_y — угловые перемещения автосцепки относительно кузова в горизонтальной плоскости; L_z — угловые перемещения автосцепки относительно кузова в вертикальной плоскости; L_{z00} — взаимные относительные линейные перемещения автосцепок в вертикальном направлении

Fig. 1. Processes recorded in the tests (car bodies are shown conventionally) side view (a), top view (b): L_x — linear displacements of the automatic coupler relative to the body in longitudinal direction; L_y — angular displacement of the automatic coupler relative to the body in the horizontal plane; L_z — angular displacement of the automatic coupler relative to the body in the vertical plane; L_{z00} — mutual relative linear displacements of automatic couplers in vertical direction

первичных преобразователей для измерения линейных перемещений применялись тросовые датчики серии RX50 с диапазоном измерения от 0 до 250 мм с максимальной погрешностью $\pm 0,5\%$. Регистрация производилась с частотой дискретизации 600 Гц с использованием универсального измерительного усилителя QuantumX MX1615 класс точности 0,05, нелинейность характеристики не более 0,02%.

Регистрация приведенных выше динамических процессов производилась путем цифровой записи данных в файлы в непрерывном режиме. Схема автосцепки с обозначением регистрируемых процессов приведена на рис. 1.

Проводилось определение масштабов измерительных схем при приложении сжимающих и растягивающих сил с использованием стендового оборудования испытательной лаборатории. Величины растягивающих и сжимающих нагрузок при определении масштабов измерительных схем составляли 1500 кН.

Далее автосцепки устанавливались в пассажирские вагоны (купейный и плацкартный) в поезде нормальной длины (15 вагонов), следующем по маршруту Санкт-Петербург, Октябрьская ж. д. — Анапа, Северо-Кавказская ж. д. и обратно. Суммарная протяженность маршрута составила 4734 км. При поездке от ст. Санкт-Петербург до ст. Анапа вагоны находились в головной части состава — вагон (купейный) первый по ходу движения, вагон (плацкартный) второй по ходу движения. При поездке от ст. Анапа до ст. Санкт-Петербург вагоны находились в хвостовой части состава — вагон (купейный) последний по ходу движения, вагон (плацкартный) предпоследний по ходу движения. Маршрут выбирался исходя из представительной длины участка, разнообразия профиля и планов пути, различных типов пути (стыковой/бесстыковой), распределения скоростей, характерных для режима движения пассажирского поезда (см. рис. 2).

Поездные испытания проводились в сентябре 2023 г., температура окружающего воздуха лежала в пределах от $+14,5$ до $+25,0$ °С, относительная влажность воздуха от 56 до 91%.

Результаты испытаний. Характерные примеры записи процессов продольной силы и относительных вертикальных перемещений автосцепок для случая движения вагона в голове и хвосте состава приведены на рис. 3 и 4. Анализ подобных графиков по маршруту следования показывает стохастический характер процессов вертикальных перемещений автосцепок друг относительно друга, имеют место резкие скачки, срывы трения, что характерно для процессов сухого трения. Прямой зависимости между наличием продольной силы в автосцепке и вертикальными перемещениями выявить не удалось: срывы трения проявляются как при наличии продольной силы, так и без нее. Указанное справедливо для положения вагонов в голове и хвосте состава.

Регистрируемые в ходе проведения испытаний процессы относятся к случайным, для статистической обработки результатов была выполнена их схематизация методом полных циклов. Данный метод обработки стандартизован⁷ и широко применяется при ходовых динамико-прочностных испытаниях подвижного состава [8].

В качестве основных результатов работы следует рассматривать полученные гистограммы распределения размахов исследуемых процессов продольных сил в автосцепках и процессов перемещений и их количества, приведенные к 10 тыс. км пробега (рис. 5–10). Данные графики позволяют наглядно

⁷ ГОСТ 25.101–83. Расчеты и испытания на прочность. Методы схематизации случайных процессов нагружения элементов машин и конструкций и статистического представления результатов: дата введения 1984-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1983. 25 с.

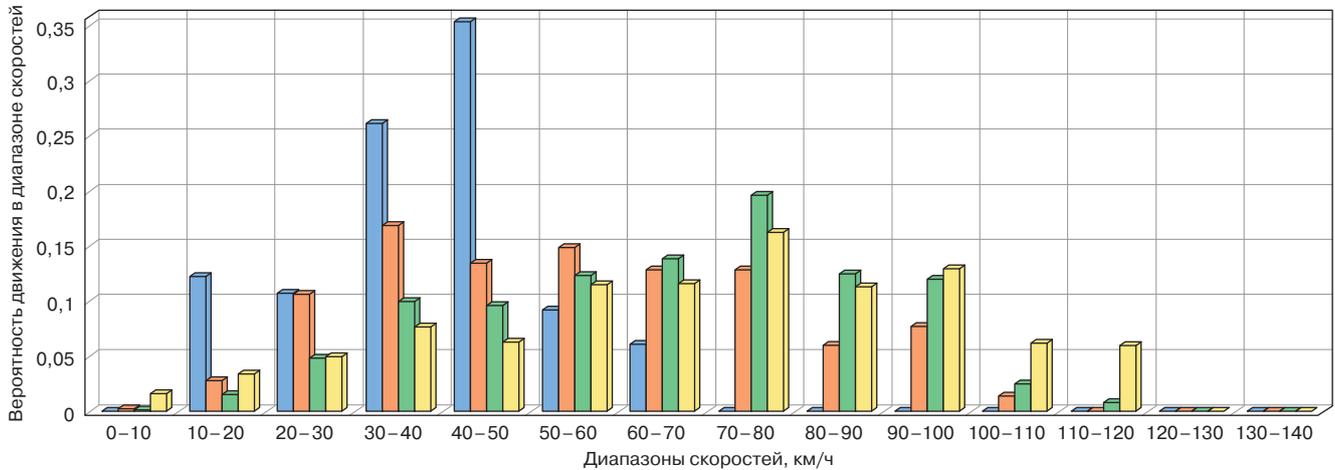


Рис. 2. Гистограмма распределения скоростей движения вагона в составе поезда для различных участков пути по маршруту следования Анапа – Санкт-Петербург:

■ — кривые радиусом до 400 м; ■ — кривые радиусом от 400 до 700 м; ■ — кривые радиусом от 700 до 1000 м; ■ — прямые

Fig. 2. Car speed distribution histogram in the train for different track sections on the Anapa – St. Petersburg route:

■ — curves with a radius up to 400 m; ■ — curves with a radius from 400 to 700 m; ■ — curves with a radius from 700 to 1000 m; ■ — straight lines

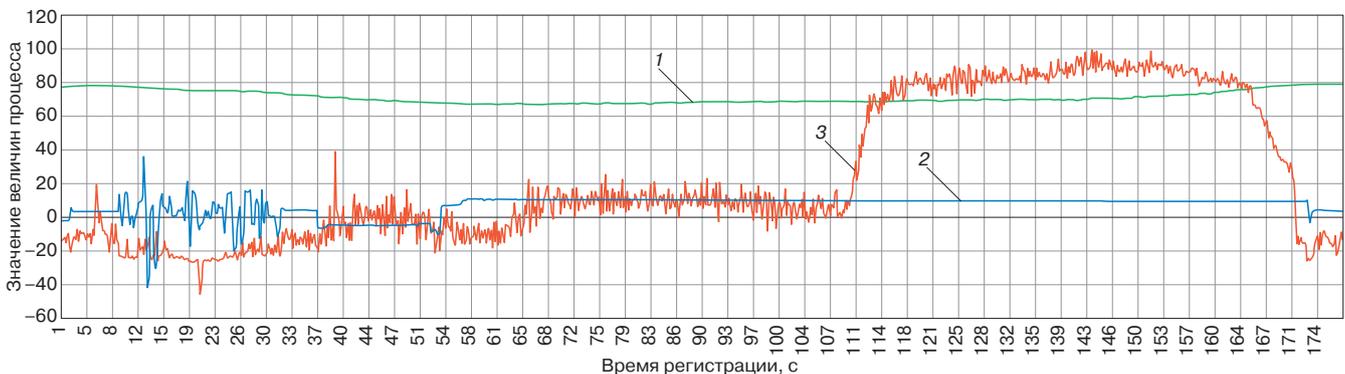


Рис. 3. Пример записи процессов продольной силы и относительных вертикальных перемещений автосцепок для случая движения вагона в голове состава:

1 — скорость движения вагона, км/ч; 2 — относительные вертикальные перемещения автосцепок, мм; 3 — продольная сила в автосцепке, кН

Fig. 3. Sample recording of the longitudinal force and relative vertical displacements of automatic couplers for a car motion in the head of a train:
1 — car velocity, km/h; 2 — relative vertical displacements of automatic couplers, mm; 3 — longitudinal force in the automatic coupler, kN

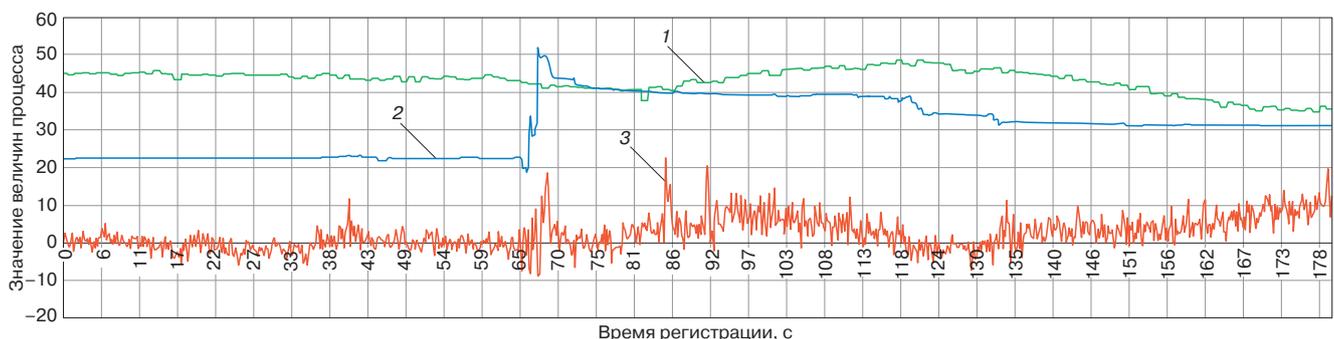


Рис. 4. Пример записи процессов продольной силы и относительных вертикальных перемещений автосцепок для случая движения вагона в хвосте состава:

1 — скорость движения вагона, км/ч; 2 — относительные вертикальные перемещения автосцепок, мм; 3 — продольная сила в автосцепке, кН

Fig. 4. Sample recording of the longitudinal force and relative vertical displacements of automatic couplers for a car motion in the tail of a train:
1 — car velocity, km/h; 2 — relative vertical displacements of automatic couplers, mm; 3 — longitudinal force in the automatic coupler, kN

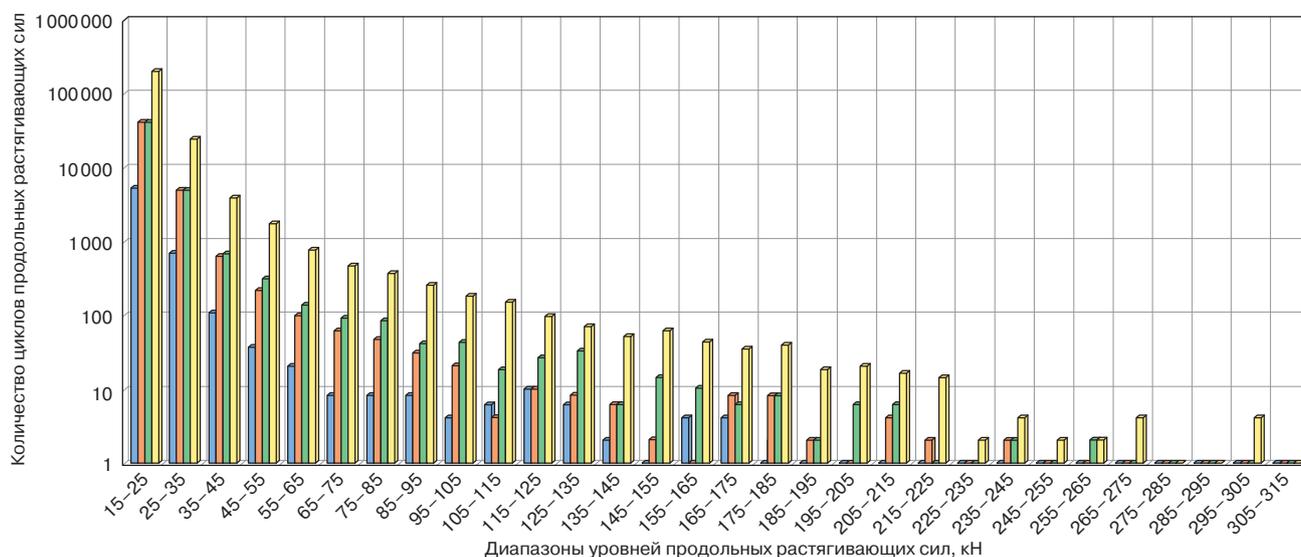


Рис. 5. Статистическая гистограмма распределения размахов продольных растягивающих сил в автосцепке для различных участков пути по всему маршруту следования, на 10 тыс. км пробега:

■ — кривые радиусом до 400 м; ■ — кривые радиусом от 400 до 700 м; ■ — кривые радиусом от 700 до 1000 м; ■ — прямые

Fig. 5. Statistical distribution histogram of longitudinal tensile force magnitudes in automatic coupler for different track sections along the entire route, per 10 000 kilometers of mileage:

■ — curves with a radius up to 400 m; ■ — curves with a radius from 400 to 700 m; ■ — curves with a radius from 700 to 1000 m; ■ — straight lines

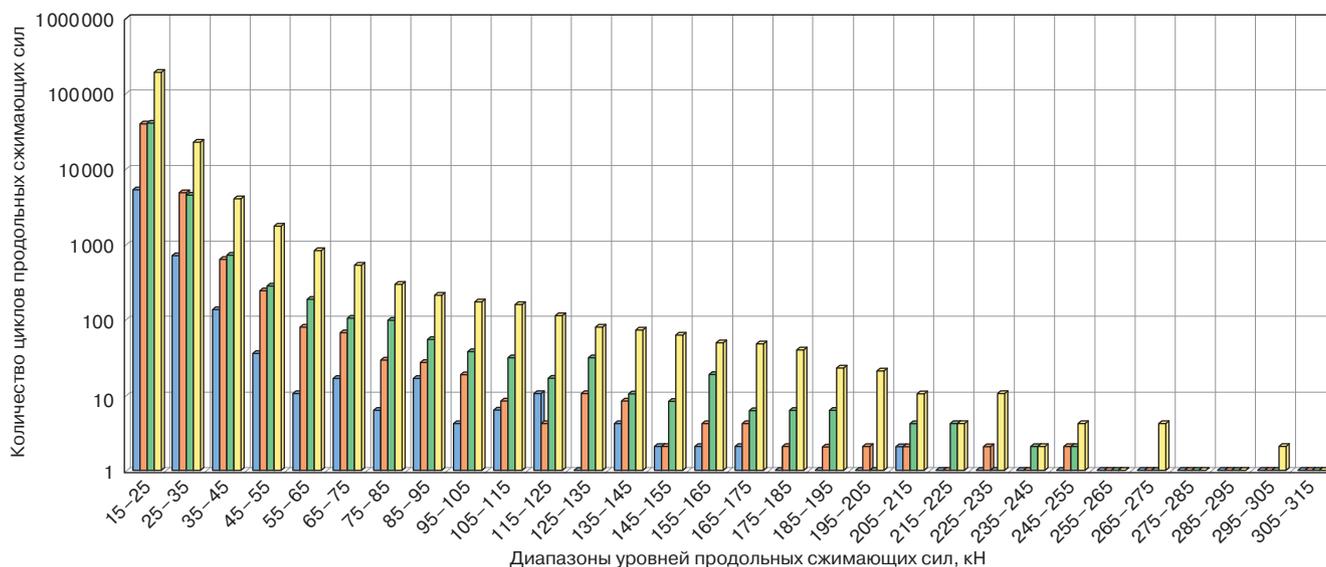


Рис. 6. Статистическая гистограмма распределения размахов продольных сжимающих сил в автосцепке для различных участков пути по всему маршруту следования, на 10 тыс. км пробега:

■ — кривые радиусом до 400 м; ■ — кривые радиусом от 400 до 700 м; ■ — кривые радиусом от 700 до 1000 м; ■ — прямые

Fig. 6. Statistical distribution histogram of longitudinal compressive force magnitudes in automatic coupler for different track sections along the entire route, per 10 000 kilometers of mileage:

■ — curves with a radius up to 400 m; ■ — curves with a radius from 400 to 700 m; ■ — curves with a radius from 700 to 1000 m; ■ — straight lines

оценить уровни регистрируемых процессов, количество и распределение применительно к различным участкам пути. Выделялись прямые и кривые участки с радиусом более 1000 м, кривые большого радиуса от 700

до 1000 м, кривые среднего радиуса от 400 до 700 м и кривые малого радиуса до 400 м.

Гистограммы на рис. 5–10 приведены с логарифмической шкалой по оси ординат. Зафиксированные

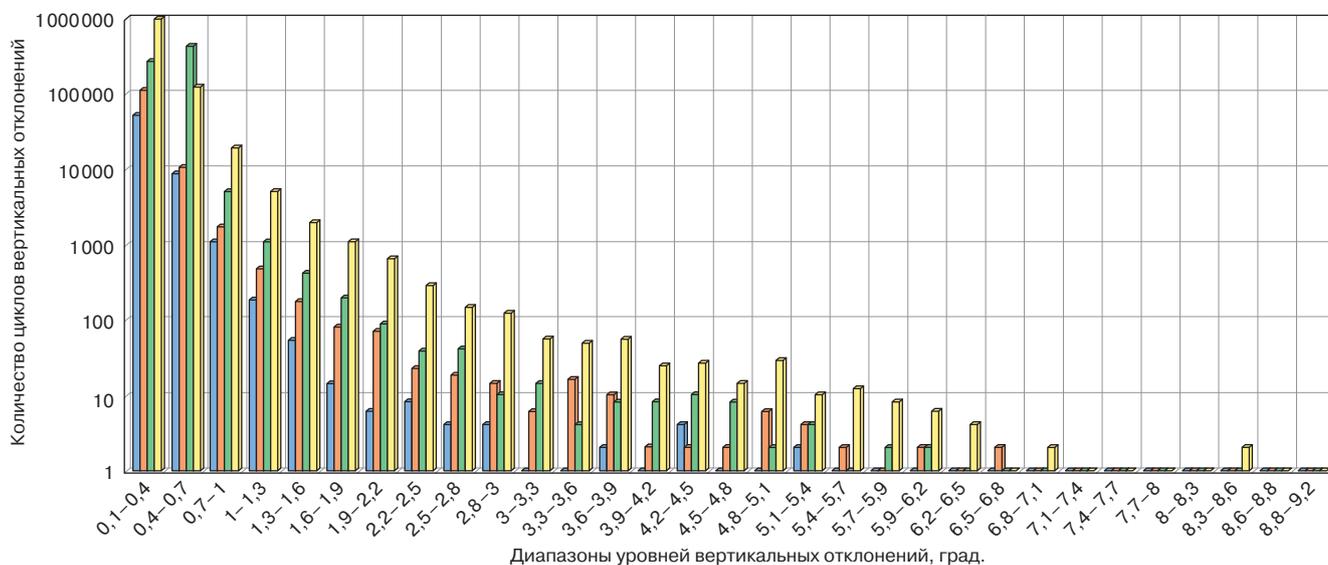


Рис. 7. Статистическая гистограмма распределения размахов вертикальных угловых отклонений автосцепки для различных участков пути по всему маршруту следования, на 10 тыс. км пробега:

— кривые радиусом до 400 м; — кривые радиусом от 400 до 700 м; — кривые радиусом от 700 до 1000 м; — прямые

Fig. 7. Statistical distribution histogram of vertical angular deviation magnitudes of automatic couplers for different track sections along the entire route, per 10 000 kilometers of mileage:

— curves with a radius up to 400 m; — curves with a radius from 400 to 700 m; — curves with a radius from 700 to 1000 m; — straight lines

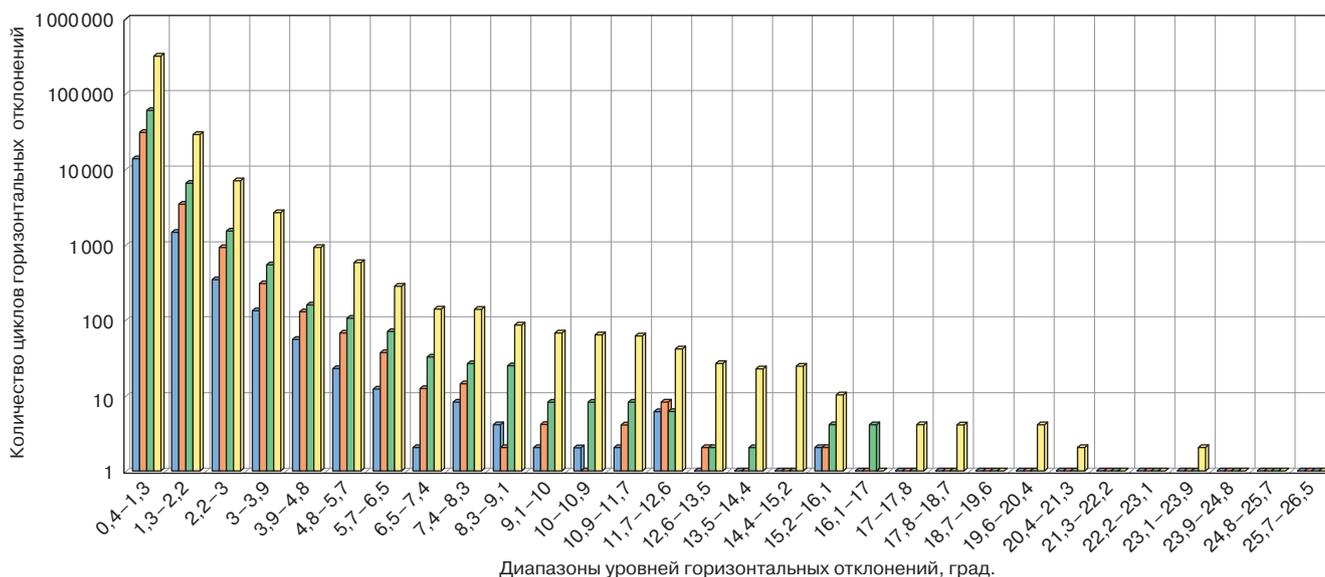


Рис. 8. Статистическая гистограмма распределения размахов горизонтальных угловых отклонений автосцепки для различных участков пути по всему маршруту следования, на 10 тыс. км пробега:

— кривые радиусом до 400 м; — кривые радиусом от 400 до 700 м; — кривые радиусом от 700 до 1000 м; — прямые

Fig. 8. Statistical distribution histogram of horizontal angular deviation magnitudes of automatic couplers for different track sections along the entire route, per 10 000 kilometers of mileage:

— curves with a radius up to 400 m; — curves with a radius from 400 to 700 m; — curves with a radius from 700 to 1000 m; — straight lines

положительные/отрицательные значения (см. схему на рис. 1) перемещений и отклонений практически равны, приведенные гистограммы для удобства восприятия построены для одного из направлений.

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие основные выводы:

1. Для всех исследуемых процессов наибольшие величины получены для случая движения вагонов в

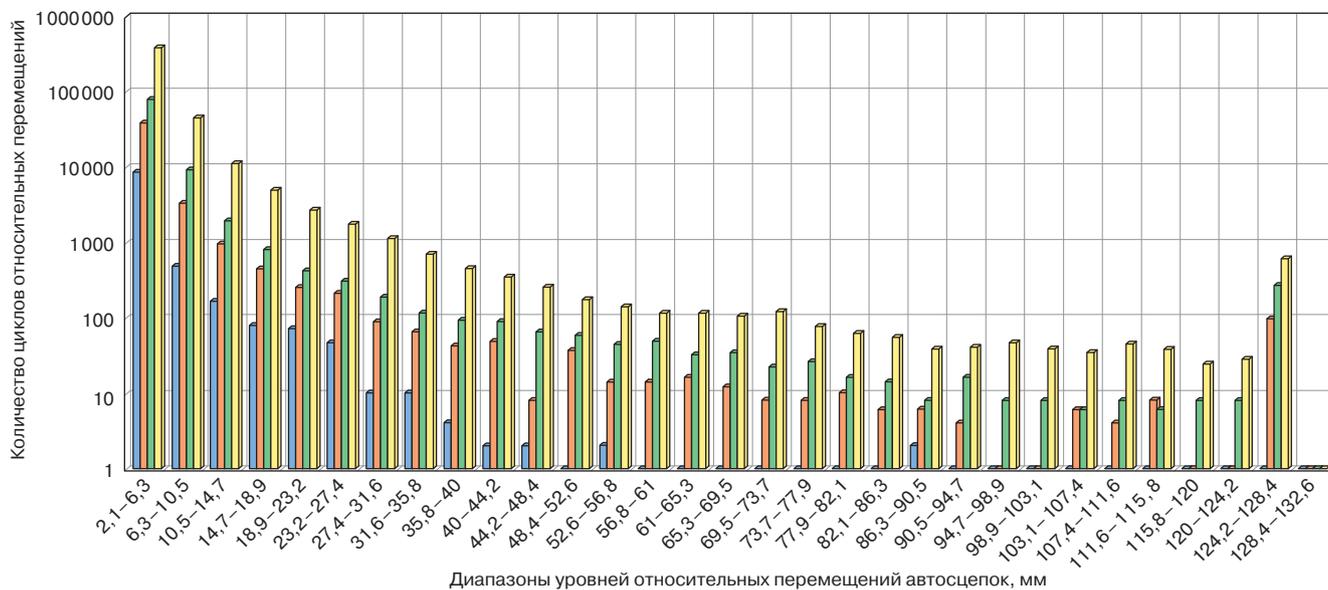


Рис. 9. Статистическая гистограмма размахов относительных перемещений автосцепок для различных участков пути по всему маршруту следования, на 10 тыс. км пробега:

■ — кривые радиусом до 400 м; ■ — кривые радиусом от 400 до 700 м; ■ — кривые радиусом от 700 до 1000 м; ■ — прямые

Fig. 9. Statistical distribution histogram of automatic coupler relative displacement magnitudes for different track sections along the entire route, per 10 000 kilometers of mileage:

■ — curves with a radius up to 400 m; ■ — curves with a radius from 400 to 700 m; ■ — curves with a radius from 700 to 1000 m; ■ — straight lines

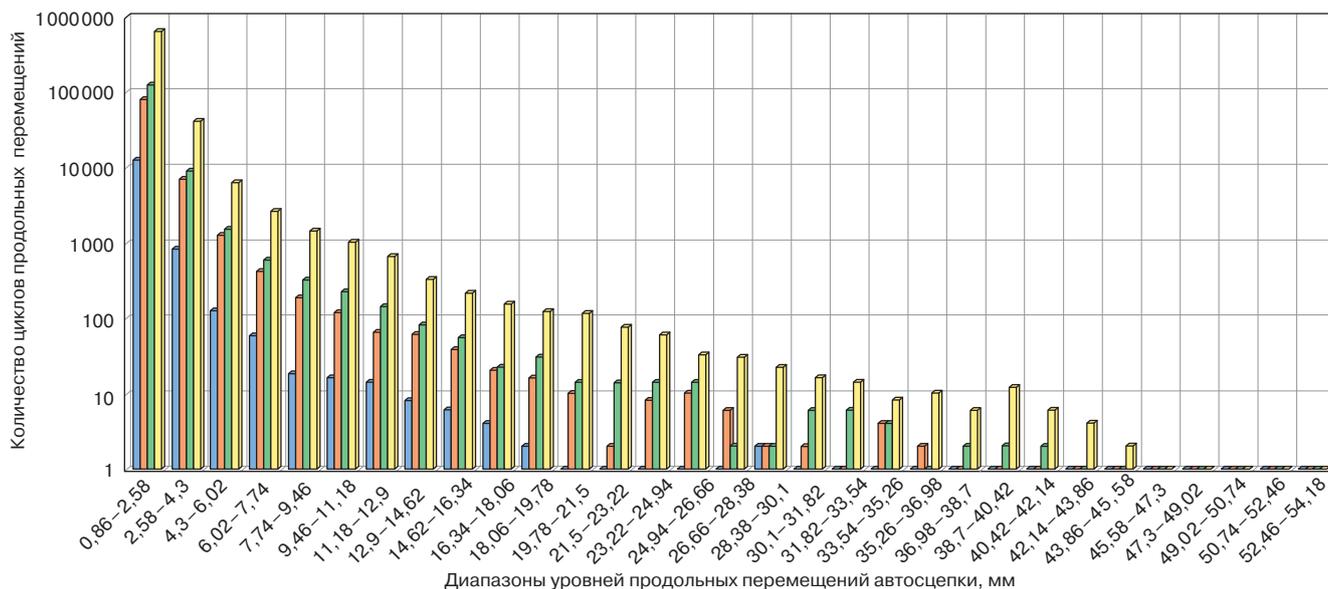


Рис. 10. Статистическая гистограмма распределения размахов продольных перемещений автосцепки относительно кузова для различных участков пути по всему маршруту следования, на 10 тыс. км пробега:

■ — кривые радиусом до 400 м; ■ — кривые радиусом от 400 до 700 м; ■ — кривые радиусом от 700 до 1000 м; ■ — прямые

Fig. 10. Statistical distribution histogram of longitudinal displacement magnitudes of automatic coupler relative to the body for different track sections along the entire route, per 10 000 kilometers of mileage:

■ — curves with a radius up to 400 m; ■ — curves with a radius from 400 to 700 m; ■ — curves with a radius from 700 to 1000 m; ■ — straight lines

прямых участках пути и кривых большого радиуса, что возможно объяснить нестационарностью режима ведения поезда на данных участках (набор скорости, торможение и др.), а также более высокими

скоростями движения, что подтверждается гистограммой распределения скоростей, приведенной на рис. 2.

2. Зарегистрированные сжимающие и растягивающие продольные усилия для реализованной в ходе

поездки тяги одним локомотивом в голове состава с достаточной степенью точности распределены по ровну. Указанное справедливо для кривых разных радиусов и прямых участков пути (см. рис. 5 и 6).

3. Уровень продольных сжимающих и растягивающих сил лежит в пределах до ± 250 кН, что существенно ниже величин продольных сил, установленных ГОСТ 33434–2015⁸ и в требованиях по проектированию автосцепных устройств в соответствии с Нормами для расчета и проектирования⁹. По количеству превалируют продольные силы с уровнем до ± 20 кН.

4. Зафиксированные величины отклонений автосцепок в горизонтальном (максимально до 20°) и в вертикальном направлении (максимально до 10°) лежат в пределах отклонений автосцепки за счет имеющихся допускаемых зазоров при прохождении кривых участков пути [9] (см. графики на рис. 7 и 8).

5. Продольные перемещения автосцепки относительно кузова вагона лежат в пределах до 45 мм (см. график на рис. 10). Предположительно данные перемещения связаны с естественными зазорами в автосцепном устройстве между поверхностями контура зацепления смежных автосцепок, клином тягового хомута, отверстиями в хомуте и хвостовике корпуса, которые могут достигать 40 мм на вагон [10].

6. Зафиксированы существенные, до 126 мм, относительные перемещения автосцепок относительно друг друга в вертикальной плоскости (рис. 9). Учитывая значительное количество, периодичность и величины данных перемещений, следует отметить их существенный вклад в износ трущихся поверхностей автосцепки.

Обсуждение и заключение. Основной целью исследования на данном этапе являлось получение статистически надежных данных по силовому и кинематическому взаимодействию автосцепок в пассажирском вагоне локомотивной тяги для режима движения реального пассажирского поезда. Анализ исследуемых процессов показывает, что к основным возмущениям, определяющим износ автосцепок, следует отнести значительные относительные перемещения автосцепок в вертикальной плоскости в совокупности с действующими величинами продольных сил. Полученный уровень продольных сил находится в пределах до 250 кН, что приближено к теоретически ожидаемому уровню, принимая во внимание результаты подобных исследований в электропоездах.

В ходе проведения работы получен представительный набор экспериментальных данных, описывающих кинематическое и силовое взаимодействие автосцепок в пассажирском вагоне локомотивной

тяги для режима движения реального пассажирского поезда.

Основным направлением дальнейших исследований является применение полученных результатов для определения ресурса автосцепок при проведении стендовых ресурсных испытаний. По результатам ходовых испытаний осуществляется суммирование полученных перемещений (градусов) по каждому отклонению (продольное, вертикальное, поперечное) за пройденный участок пути. Определяется доля кривых (малого, среднего, большого радиуса), подъемов, спусков с привязкой к профилю пути. Относительно полученных данных выполняется расчет числа циклов и величин нагружения таким образом, чтобы обеспечивающее воздействие было эквивалентно по повреждаемости эксплуатационному воздействию. Далее на стендовом оборудовании осуществляется приложение указанного спектра нагрузок и проводится оценка ресурса автосцепок на назначенный срок службы.

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. Анисимов П. С. Испытания вагонов: монография. М.: Маршрут, 2004. 197 с.
Anisimov P. S. *Car testing*. Moscow: Marshrut Publ.; 2004. 197 p. (In Russ.).
2. Влияние конструкции межвагонных связей пассажирских вагонов на их динамические характеристики / Е. С. Чечулин [и др.] // Вестник Брянского государственного технического университета. 2014. № 4. С. 28–31. <https://doi.org/10.12737/23109>.
3. Влияние конструкции межвагонных связей пассажирских вагонов на их динамические характеристики / Е. С. Чечулин [и др.] // Вестник Брянского государственного технического университета. 2014. № 4. С. 28–31. (In Russ.). <https://doi.org/10.12737/23109>.
3. Определение нагруженности сцепных устройств электропоездов / В. И. Беляев [и др.] // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2022. Т. 81, № 4. С. 297–305. <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2022-81-4-297-305>.
4. Оценка преобладающих тяговых нагрузок в сцепках электрических поездов / В. И. Беляев, Д. В. Горский, Д. А. Ступин, А. Н. Конышков. *Russian Railway Science Journal*. 2022;81(4):297-305. (In Russ.). <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2022-81-4-297-305>.
4. Численное моделирование динамики сцепления автосцепок / Д. В. Шевченко [и др.] // Вестник Научно-исследовательского

⁸ ГОСТ 33434–2015. Устройство сцепное и автосцепное железнодорожного подвижного состава. Технические требования и правила приемки: дата введения 2016-09-01. М.: Стандартинформ, 2016. 14 с.

⁹ Нормы для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). М., 1983.

института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2019. Т. 78, № 3. С. 155–161. <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2019-78-3-155-161>.

Shevchenko D. V., Kudryavtsev M. A., Orlova A. M., Ponomarev S. A., Sokolov A. M., Savushkina Yu. V. Numerical modeling of the dynamics of the clutch couplers. *Russian Railway Science Journal*. 2019;78(3):155-161. (In Russ.). <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2019-78-3-155-161>.

5. Костина Н. А. Уточнение характеристик нагруженности вагона продольными силами через автосцепку // Вестник Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 1981. № 4. С. 36–39.

Kostina N. A. Clarification of the characteristics of the loading of a car by longitudinal forces through an automatic coupler. *Russian Railway Science Journal*. 1981;(4):36-39. (In Russ.).

6. Цветков В. Д. Надежность автосцепок с трещинами для случая внезапных хрупких разрушений: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.01. Брянск, 1982. 185 с.

Tsvetkov V. D. *Reliability of automatic couplers with cracks for the case of sudden brittle fractures: Cand. Sci. (Eng.) thesis: 05.05.01*. Bryansk; 1982. 185 p. (In Russ.).

7. Татаринцев В. А. Обоснование уровня прочности надежности литых деталей грузовых вагонов и его обеспечение за счет механических свойств материала: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.01. Брянск, 1984. 234 с.

Tatarintsev V. A. *Justification of the level of strength and reliability of cast parts of freight cars and its provision due to the mechanical properties of the material: Cand. Sci. (Eng.) thesis: 05.05.01*. Bryansk; 1984. 234 p. (In Russ.).

8. Серенсен С. В., Кобаев В. П., Шнейдерович Р. М. Несущая способность и расчет деталей машин на прочность. М.: Машиностроение, 1975. 488 с.

Serensen S. V., Kogayev V. P., Shneyderovich R. M. *Bearing capacity and strength calculation of machine parts*. Moscow: Mashinostroyeniye Publ.; 1975. 488 p. (In Russ.).

9. Беляев В. И., Ступин Д. А. Сцепные и автосцепные устройства железнодорожного подвижного состава. М.: Трансinfo, 2012. 414 с.

Belyaev V. I., Stupin D. A. *Couplers and automatic couplers of railway rolling stock*. Moscow: Transinfo Publ.; 2012. 414 p. (In Russ.).

10. Гребенюк П. Т. Продольная динамика поезда. М.: Интекст, 2003. 96 с. (Труды Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта).

Grebenyuk P. T. *Longitudinal train dynamics*. Moscow: Intext Publ.; 2003. 96 p. (Proceedings of the Railway Research Institute). (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексей Владимирович БЕЛЯНКИН,

руководитель испытательной лаборатории, Тихвинский испытательный центр железнодорожной техники (ТИЦ ЖТ, 187556, Ленинградская область, г. Тихвин, Промплощадка, д. 6, стр. 1), Author ID: 1242583, <https://orcid.org/0009-0005-8798-9935>

Вадим Владимирович БАЛАКИН,

технический директор, производственное объединение «Бежичская сталь» (241035, г. Брянск, ул. Сталелитейная, д. 1, корп. А, оф. 1), <https://orcid.org/0009-0000-9130-5659>

Владимир Константинович МЕШКОВ,

главный сварщик, Тверской вагоностроительный завод (ТВЗ, 170003, г. Тверь, Петербургское шоссе, д. 45б), SPIN-код: 7627-4298, <https://orcid.org/0009-0008-7500-7545>

Максим Александрович ФЕДОРОВ,

главный эксперт Управления развития технологии и разработки нового подвижного состава, Федеральная пассажирская

компания (ФПК, 107078, г. Москва, ул. Маши Порываевой, д. 34), <https://orcid.org/0009-0001-7278-9800>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexey V. BELYANKIN,

Test Laboratory Manager, Tikhvin Trial Centre for Railway Transport (187556, Leningradskaya Oblast, Tikhvin, 6/1, Promploschadka), Author ID: 1242583, <https://orcid.org/0009-0005-8798-9935>

Vadim V. BALAKIN,

Technical Director, Bezhitskaya Steel Production Association (241035, Bryansk, 1A, Office 1, Staleliteynaya St.), <https://orcid.org/0009-0000-9130-5659>

Vladimir K. MESHKOV,

Chief Welder, Tver Carriage Works (170003, Tver, 45b, Petersburg Highway), SPIN-код: 7627-4298, <https://orcid.org/0009-0008-7500-7545>

Maksim A. FEDOROV,

Chief Expert of the Department for Technology Development and New Rolling Stock Design, Federal Passenger Company (107078, Moscow, 34, Masha Poryvaeva St.), <https://orcid.org/0009-0001-7278-9800>

ВКЛАД АВТОРОВ

Алексей Владимирович БЕЛЯНКИН. Проведение испытаний. Статистическая обработка результатов испытаний (55%).

Вадим Владимирович БАЛАКИН. Изготовление и предоставление образцов автосцепных устройств для проведения испытаний (15%).

Владимир Константинович МЕШКОВ. Анализ результатов испытаний (15%)

Максим Александрович ФЕДОРОВ. Определение исходных параметров для проведения поездных испытаний (15%).

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Alexey V. BELYANKIN. Testing. Statistical processing of the test results (55%).

Vadim V. BALAKIN. Manufacture and provision of samples of automatic couplers for testing (15%).

Vladimir K. MESHKOV. Test result analysis (15%).

Maksim A. FEDOROV. Determination of initial parameters for train tests (15%).

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The authors have read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию 19.02.2024, рецензия от первого рецензента получена 04.03.2024, рецензия от второго рецензента получена 01.04.2024, принята к публикации 02.04.2024.

The article was submitted 19.02.2024, first review received 04.03.2024, second review received 01.04.2024, accepted for publication 02.04.2024.