

Г. И. Гаджиметов, Ю. А. Панин, И. Е. Ильин, Д. В. Переверзев

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ УПРУГИХ СКОЛЬЗУНОВ И БУКСОВЫХ УЗЛОВ РЕССОРНОГО ПОДВЕШИВАНИЯ ТРЕХОСНОЙ ТЕЛЕЖКИ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА ГРУЗОВОЙ ПЛАТФОРМЫ С ПОВЫШЕННОЙ КОНСТРУКЦИОННОЙ СКОРОСТЬЮ

Аннотация. Конструкция применяемых в эксплуатации грузовых тележек не позволяет реализовать движение грузовых поездов в графике пассажирских поездов. Для этого разработана трехосная тележка, позволяющая повысить конструкционную скорость грузового вагона до 140 км/ч. Характеристики упругой связи колесной пары с рамой тележки и упругих боковых скользунов оказывают влияние на динамические качества вагона.

Проведены исследования динамических качеств и воздействия на путь (экспериментальных поездок) длиннобазной платформы с повышенной конструкционной скоростью с двумя трехосными тележками, оборудованными опытными шпинтонными буксовыми узлами и упругими боковыми скользунами между тележкой и рамой платформы. На основании проведенных исследований выбраны рациональные технические решения шпинтонного буксового узла и упругого бокового скользуна.

Ключевые слова: длиннобазная платформа, трехосная тележка, рессорное подвешивание, боковые скользуны, шпинтонный узел.

Для цитирования: Влияние параметров упругих скользунов и буксовых узлов рессорного подвешивания трехосной тележки на динамические качества грузовой платформы с повышенной конструкционной скоростью / Г. И. Гаджиметов, Ю. А. Панин, И. Е. Ильин, Д. В. Переверзев // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 3. – С. 80–89. – DOI 10.46973/0201-727X_2025_3_80.

Для увеличения скорости движения контейнерных поездов и следования их в графике движения пассажирских поездов заводами АО «СТМ» по конструкторской документации АО «ВНИКТИ» были изготовлены опытные 80-футовые платформы модели 13-6704 для перевозки контейнеров со скоростями до 140 км/ч (далее – платформы). Платформы содержат две трехосные тележки модели 18-6731 с буксовым рессорным подвешиванием, включающим шпинтонные узлы (рис. 1) [1].

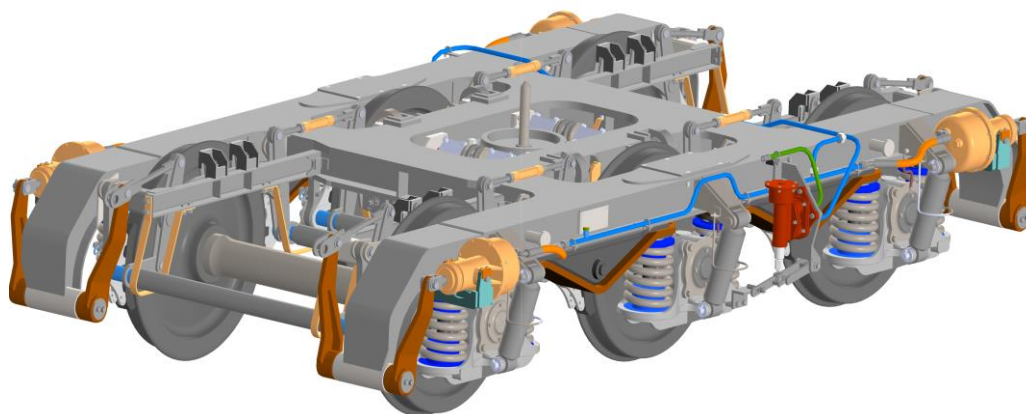


Рис. 1. Общий вид тележки модели 18-6731

Как известно, с повышением скорости движения увеличивается интенсивность вертикальных и горизонтальных колебаний ходовых частей подвижного состава. Для снижения интенсивности колебаний ходовых частей и повышения динамических качеств платформы были проведены исследования платформы на трехосных тележках с различными параметрами шпинтонного узла и упругих боковых скользунов между тележкой и рамой платформы.

В исследованиях [2, 3] отмечено, что колебания перевалки кузова могут оказывать существенное влияние на динамические качества вагона. Для улучшения динамических качеств рекомендовано устанавливать упругие и упруго-фрикционные скользуны. Кроме того, на динамические качества также оказывают влияние параметры связи буксового узла с рамой тележки [4, 5].

Описанию конструкций грузовых вагонов и их тележек посвящено значительное количество работ [6–8]. Упругие и диссипативные связи, применяемые в конструкции эксплуатируемого парка грузовых вагонов, в основном апробированы для конструкционной скорости 120 км/ч.

Проблема выбора в трехосной тележке параметров упругого скользуна и связи колесной пары с рамой тележки является актуальной и требующей проведения исследований для оценки влияния на динамические качества грузовой платформы с повышенной конструкционной скоростью.

Для проведения исследований выполнялась доработка шпинтонного узла связи буксы колесной пары с рамой тележки по опытным техническим решениям, представленным на рис. 2 [9].

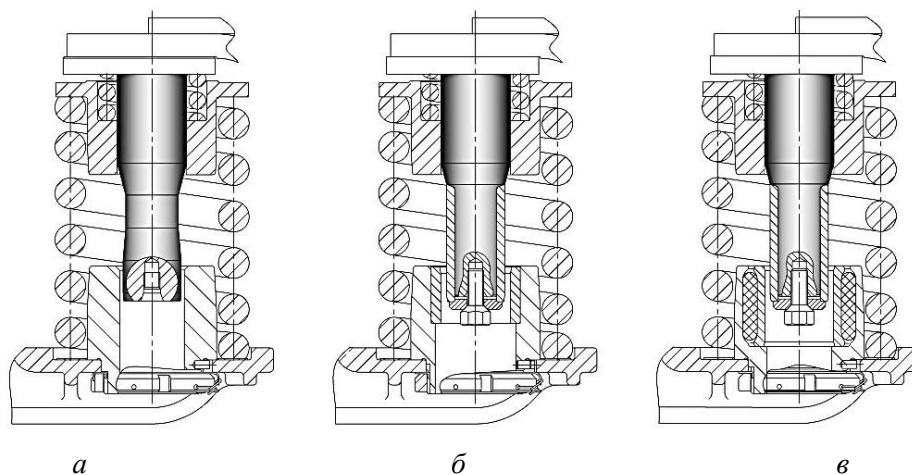


Рис. 2. Технические решения шпинтонного узла при проведении испытаний платформы:

а – с закаленной втулкой и шпинтоном; *б* – с закаленными вставками во втулку и на шпинтон;
в – с закаленной вставкой на шпинтон и с упругим сайлентблоком во втулке.

В первичном исполнении на крайних колесных парах тележки зазоры составляли 4 мм и обеспечивались между нижней частью шпинтонов и смежными втулками с круглыми отверстиями в них, а на средних колесных парах зазоры обеспечивались овальными, вдоль продольной оси тележки, отверстиями в смежных втулках, и составляли 16 мм вдоль оси колесной пары. В доработанных узлах с износостойкими втулками все зазоры были одинаково обеспечены круглыми отверстиями в смежных втулках и составили 6 мм.

Кроме того, при проведении испытаний было реализовано два технических решения боковых скользунов, представленных на рис. 3.

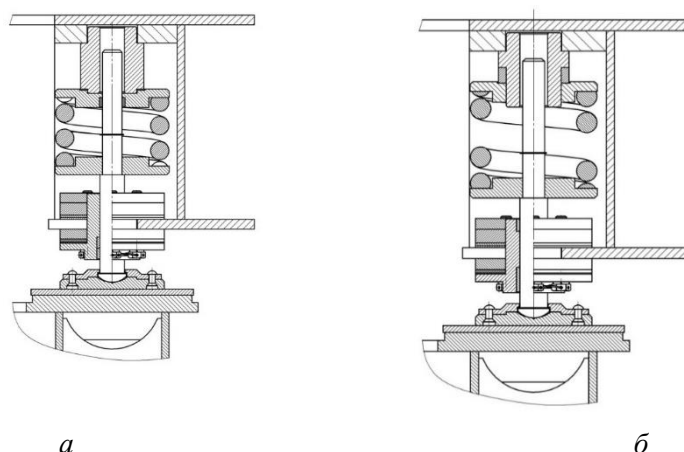


Рис. 3. Конструкция бокового скользуна платформы:

а – с поджатием 19,62 кН; *б* – без поджатия

Испытания проводились с платформой в груженом и порожнем состояниях с поджатыми боковыми скользунами и без поджатия, с зазорами в шпинтонном узле и без зазоров.

Предварительно перед ходовыми испытаниями были выполнены следующие подготовительные работы:

- поколесное взвешивание платформы в порожнем и груженом состояниях измерителем нагрузки на железнодорожное полотно;
- на специальном стенде определялся момент сопротивления повороту трехосных тележек относительно рамы платформы как в груженом, так и в порожнем состоянии;
- на специальном стенде определялась поперечная жесткость связи каждой колесной пары с рамой тележки.

Результаты подготовительных работ отражены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты подготовительных работ для проведения ходовых испытаний

Наименование показателя	Груженная		Порожня
	С поджатием в скользунах	Без поджатия в скользунах	С поджатием в скользунах
Нагрузка от тележки, кН	500,5		219,5
Момент сопротивления повороту тележки, кН·м	39,9	26,7	18,2
Поперечная жесткость связи колесной пары с рамой тележки, кН/мм	2,2		1,17

Из анализа табл. 1 следует, что сопротивление повороту тележки зависит от нагрузки пятника на подпятник и от степени поджатия бокового скользуна. Жесткость буксовой ступени подвешивания колесной пары увеличивается в результате нагружения платформы полезной массой, что связано с увеличением горизонтальной жесткости пружин рессорного подвешивания и с увеличением статического прогиба.

В буксовой ступени рессорного подвешивания трехосной тележки применяются гидравлические демпферы производства ООО «ОКВЭЙ» с изменяемой характеристикой сопротивления в зависимости от выхода штока, которое зависит от загрузки платформы. Перед началом ходовых испытаний гидравлические демпферы колебаний прошли стендовые испытания. Испытания проводились при реализации разных контрольных скоростей перемещения штока демпфера (0,06 и 0,6 м/с). Результаты испытаний подтвердили соответствие рабочих характеристик гидравлических демпферов требованиям ГОСТ 33749 [10] и конструкторской документации (рис. 4).



а

Рис. 4. Результаты испытаний гидравлических демпферов (начало):

а – общий вид стенда

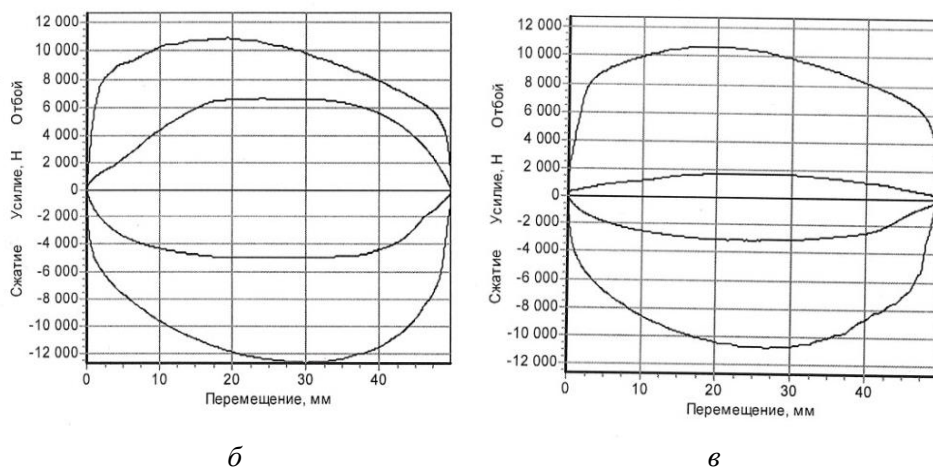


Рис. 4. Результаты испытаний гидравлических демпферов (окончание):

б – в режиме «брутто»; в – в режиме «тара»

Для измерения рамных и вертикальных динамических сил в буксовой ступени рессорного подвешивания на раму трехосной тележки платформы производилась наклейка тензорезисторов, сборка их в измерительные схемы и изолирование от влаги защитными средствами. Для измерения вертикальных и горизонтальных ускорений и регистрации перемещений элементов тележки были установлены акселерометры типа АТ-1105 и датчики перемещения типа WA100/Т соответственно. Схема расположения тензорезисторов на раме тележки представлена на рис. 5.

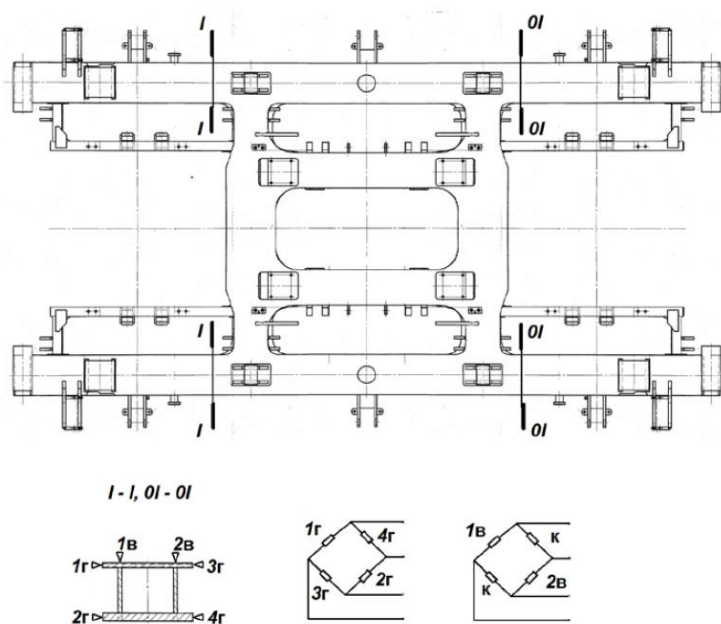


Рис. 5. Схема расположения и соединения тензорезисторов для измерения коэффициентов динамической добавки обрессоренных частей и рамных сил

Для получения масштабных коэффициентов зависимости механических напряжений в металлоконструкциях рамы от приложенной поперечной силы к колесной паре было проведено силовое нагружение рамы платформы на специальном стенде АО «ВНИКТИ».

Экспериментальные испытания платформы по определению оптимальных технических решений шпинтонного узла буксового рессорного подвешивания трехосной тележки и параметров боковых скользунов проводились в сухую погоду в составе сплотки, состоящей из секции тепловоза 2ТЭ116, платформы, вагона-лаборатории (пассажирский вагон), второго пассажирского вагона и второй секции тепловоза 2ТЭ116. Эти испытания предусматривали ходовые динамические и по воздействию на железнодорожный путь испытания и проводились на участках испытательного полигона Голутвин –

Озеры Московской ж.д., оборудованных измерительными схемами, в соответствии с требованиями ГОСТ 34759 [11].

Испытания проводились на скоростях, допускаемых для каждого из участков испытаний. В кривых участках пути скорости реализовались исходя из условия обеспечения непогашенного ускорения $0,7 \text{ м/с}^2$, а в стрелочных переводах – до 40 км/ч . Всего было проведено 12 ходовых поездок. В табл. 2 приведен объем проведенных ходовых испытаний.

Таблица 2

Объем проведенных ходовых динамических и по воздействию на путь испытаний

План пути	Реализованное техническое решение шпиртонного узла		Режим загрузки платформы
Прямая	Шпиртонный узел с зазором 15 мм	С поджатием в скользунах	Груженная
			Порожняя
Кривые R300 и R600	Шпиртонный узел без зазора	Без поджатия в скользунах	Груженная
Прямая			
Прямая / Стрелки	Шпиртонный узел с зазором 6 мм		Порожняя
Кривые R300 и R600			
Прямая	Шпиртонный узел с зазором 6 мм (с сайлентблоками)	Груженная	
Прямая / Кривые R300 и R600			

Результаты испытаний по воздействию на путь от платформы с боковыми зазорами в шпиртонных узлах по 15 и 6 мм в груженом состоянии и без поджатия в боковых скользунах в кривой радиусом 300 м приведены на рис. 6.

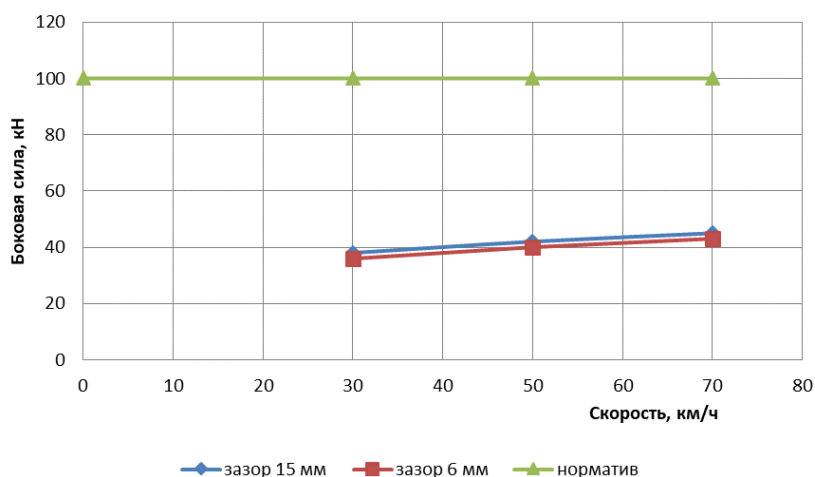


Рис. 6. Боковые силы от груженой платформы в кривой радиусом 300 м при боковом зазоре в шпиртонных узлах и без поджатия боковых скользунов

Из приведенного на рис. 6 графика видно, что увеличение бокового зазора в шпиртонном узле приводит к незначительному повышению бокового воздействия на путь. Вместе с тем, превышения нормируемого показателя 10 тс [11] не зафиксировано, более того, имеется более чем двукратный запас по боковому воздействию на путь.

Уровень бокового воздействия на путь (Уб) груженой платформы сопоставим с воздействием на путь пассажирского вагона (рис. 7).



Рис. 7. Осциллограмма уровня боковых сил грузеной платформы и пассажирского вагона

Результаты ходовых динамических испытаний платформы в порожнем состоянии сведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты динамических испытаний при движении платформы модели 13-6704 в порожнем состоянии без поджатия боковых скользунов

Наименование показателя	Участок пути			Допустимое значение [12]
	Прямая	Кривая		
		Радиус 600 м	Радиус 300 м	
	Скорость, км/ч			
	120	90	70	
Максимальный коэффициент динамической добавки обрессоренных частей	0,50	0,33	0,37	Не более 0,75
Максимальное вертикальное ускорение обрессоренных частей	0,71	0,38	0,40	Не более 0,75*
Максимальное боковое ускорение обрессоренных частей	0,51	0,37	0,29	Не более 0,55*
Максимальное отношение рамной силы к статической осевой нагрузке	0,13	0,20	0,31	Не более 0,40

* – в долях от ускорения свободного падения

Результаты динамических испытаний платформы в грузеном состоянии представлены в таблицах 4 и 5.

Из анализа таблиц 4 и 5 следует, что техническое решение без предварительного поджатия боковых скользунов платформы с трехосными тележками в сравнении техническим решением с поджатием боковой опоры дает следующие преимущества, приведенные в табл. 6.

Таблица 4

Результаты динамических испытаний при движении платформы модели 13-6704 в грузеном состоянии в прямых участках пути

Наименование показателя	Скорость движения, км/ч			Допустимое значение [12]
	100	110	120	
Максимальный коэффициент динамической добавки обрессоренных частей	0,25 / 0,27	0,28 / 0,30	0,29 / 0,34	Не более 0,65
Максимальное вертикальное ускорение обрессоренных частей	0,52 / 0,53	0,58 / 0,60	0,63 / 0,65	Не более 0,65*
Максимальное боковое ускорение обрессоренных частей	0,29 / 0,41	0,33 / 0,43	0,42 / 0,45	Не более 0,45*

Окончание табл. 4.

Наименование показателя	Скорость движения, км/ч			Допустимое значение [12]
	100	110	120	
Максимальное отношение рамной силы к статической осевой нагрузке	0,07 / 0,10	0,13 / 0,18	0,16 / 0,23	Не более 0,38
* – в долях от ускорения свободного падения. Примечание: в числителе для платформы без поджатия боковых скользунов, в знаменателе для платформы с поджатием боковых скользунов				

Таблица 5

**Результаты динамических испытаний при движении платформы модели 13-6704
в груженом состоянии в кривых участках пути**

Наименование показателя	Участок пути						Допустимое значение [12]
	Кривая радиусом 600 м			Кривая радиусом 300 м			
	Скорость, км/ч						
	60	80	90	30	50	70	
Максимальный коэффициент динамической добавки обрессоренных частей	0,21 / 0,29	0,27 / 0,36	0,31 / 0,43	0,28 / 0,35	0,37 / 0,42	0,44 / 0,49	Не более 0,65
Максимальное вертикальное ускорение обрессоренных частей	0,21 / 0,28	0,30 / 0,39	0,33 / 0,41	0,23 / 0,27	0,31 / 0,38	0,32 / 0,41	Не более 0,65*
Максимальное боковое ускорение обрессоренных частей	0,12 / 0,13	0,15 / 0,19	0,16 / 0,21	0,11 / 0,14	0,13 / 0,17	0,15 / 0,20	Не более 0,45*
Максимальное отношение рамной силы к статической осевой нагрузке	0,20 / 0,23	0,25 / 0,29	0,27 / 0,31	0,22 / 0,25	0,26 / 0,28	0,28 / 0,32	Не более 0,38
* – в долях от ускорения свободного падения. Примечание: в числителе для платформы без поджатия боковых скользунов, в знаменателе для платформы с поджатием боковых скользунов							

Таблица 6

**Изменение значений динамических показателей платформы без поджатого бокового скользуна
по сравнению с поджатым боковым скользуном**

Наименование показателя	Участок пути		
	Прямая	Кривая	
		Радиус 600 м	Радиус 300 м
Максимальный коэффициент динамической добавки обрессоренных частей	–15 %	–28 %	–10 %
Максимальное вертикальное ускорение обрессоренных частей	–3 %	–20 %	–22 %
Максимальное боковое ускорение обрессоренных частей	–7 %	–24 %	–25 %
Максимальное отношение рамной силы к статической осевой нагрузке	–30 %	–14 %	–13 %
Примечание: знак «–» указывает на снижение уровня показателя			

Динамические качества платформы при применении технического решения шпинтонного узла с упругим элементом и без упругого элемента оказались сопоставимыми. Учитывая повышенную стоимость упругих элементов, в шпинтонном узле применено техническое решение с калеными втулками, позволяющее повысить ресурс этого узла.

Результаты проведенных ходовых динамических и по воздействию на путь испытаний 80-футовой платформы на трехосных тележках модели 18-6731 с повышенной конструкционной скоростью с разными реализованными техническими решениями шпинтонного узла и уровнем поджатия бокового скользуна позволяют выбрать техническое решение, предусматривающее применение боковых скользунов без предварительного поджатия и шпинтонного узла с зазором 6 мм.

Список литературы

1 Скоростной вагон-платформа для перевозки крупнотоннажных контейнеров модели 13-6704 : особенности конструкции и перспективы применения / В. С. Коссов, В. А. Никонов, А. М. Шевцов [и др.] // Вестник ИПЕМ. Техника железных дорог. – 2021. – № 3. – С. 30–34. – ISSN 1998-9318.

2 **Лукьянчиков, В. П.** Влияние жесткости упругих скользунов и величины их предварительного поджатия на частоты свободных колебаний кузова на подпятниках / В. П. Лукьянчиков, С. В. Павлов // Динамика вагонов : сборник трудов / под общей редакцией М. М. Соколова ; Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта имени академика В. Н. Образцова. – Ленинград, 1982. – С. 42–47.

3 Исследования упругих и демпфирующих характеристик скользунов грузовых вагонов / А. М. Подбелло, Е. А. Корнильев, Н. А. Зоболотский, В. И. Моховик // Динамика вагонов : сборник трудов ; под общей редакцией М. М. Соколова ; Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта имени академика В. Н. Образцова. – Ленинград, 1973. – С. 89–94.

4 **Долматов, А. А.** Влияние жесткости упругих связей между колесными парами и рамой экипажа на боковые колебания / А. А. Долматов // Труды ВНИИЖТ. – Вып. 483. – Москва : Транспорт, 1973. – С. 86–90.

5 **Долматов, А. А.** Динамика и основные технические требования к конструкции ходовых частей пассажирских вагонов для скорости движения до 160 км/ч / А. А. Долматов ; под редакцией С. В. Вершинского // Труды ВНИИЖТ. – Вып. 307. – Москва : Транспорт, 1965. – С. 121–137.

6 **Логинов, А. И.** Вагоны-самосвалы / А. И. Логинов, Н. Е. Афанаскин. – Москва : Машиностроение, 1975. – 192 с.

7 **Егоров, В. А.** Вагоны широкой колеи железных дорог СССР. Краткий справочник / В. А. Егоров, Г. И. Осадчук. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Трансжелдориздат, 1963. – 168 с.

8 **Пастухов, И. Ф.** Конструкция вагонов : учебник для колледжей и техникумов железнодорожного транспорта / И. Ф. Пастухов, В. В. Пигунов, Р. О. Кошкалда. – 2-е изд. – Москва : Маршрут, 2004. – 504 с. – ISBN 5-94069-004-1.

References

1 High-speed flat wagon model for transportation of large-capacity containers of the model 13-670 : design features and application prospects / V. S. Kossov, V. A. Nikonov, A. M. Shevtsov [et al.] // Bulletin of IPEM. Railway Equipment Journal. – 2021. – No. 3. – P. 30–34. – ISSN 1998-9318.

2 **Lukyanchikov, V. P.** Influence of rigidity of elastic side bearings and amount of their preloading on free oscillation frequencies of the car body on the center plates / V. P. Lukyanchikov, S. V. Pavlov // Dynamics of wagons : collection of papers / edited by M. M. Sokolov ; Leningrad Institute of Railway Engineers named after Academician V. N. Obratstov. – Leningrad, 1982. – P. 42–47.

3 Research of elastic and damping characteristics of side bearings of freight wagons / A. M. Podbello, E. A. Kornilyev, N. A. Zabolotsky, V. I. Mokhovik // Dynamics of wagons : collection of papers; edited by M. M. Sokolov ; Leningrad Institute of Railway Engineers named after Academician V. N. Obratstov. – Leningrad, 1973. – P. 89–94.

4 **Dolmatov, A. A.** Influence of rigidity of the elastic links between wheelsets and the vehicle frame on lateral vibrations / A. A. Dolmatov // Proceedings of VNIIZhT (Russian Railway Science Journal). – Issue 483. – Moscow : Transport, 1973. – P. 86–90.

5 **Dolmatov, A. A.** Dynamics and basic technical requirements for the design of running gears of passenger cars for the speeds up to 160 km/h / A. A. Dolmatov ; edited by S. V. Vershinsky // Proceedings of VNIIZhT (Russian Railway Science Journal). – Issue 307. – Moscow : Transport, 1965. – P. 121–137.

6 **Loginov, A. I.** Dump wagons / A. I. Loginov, N. E. Afanaskin. – Moscow : Mashinostroenie, 1975. – 192 p.

7 **Egorov, V. A.** Broad-gauge cars of the USSR railways. Brief reference book / V. A. Egorov, G. I. Osadchuk. – 2nd ed., revised and enlarged. – Moscow : Transzheldorizdat, 1963. – 168 p.

8 **Pastukhov, I. F.** Carriage design : textbook for colleges and technical schools of railway transport / I. F. Pastukhov, V. V. Pigunov, R. O. Koshkalda. – 2nd ed. – Moscow : Marshrut, 2004. – 504 p. – ISBN 5-94069-004-1.

9 **Никонов, В. А.** Шпинтонные узлы в буксовом рессорном подвешивании двухосных и трехосных тележек / В. А. Никонов, Г. В. Фролов, Г. И. Михайлов // Вестник ВНИКТИ. – 2024. – № 108. – С. 92–101. – ISSN 0452-358X.

10 **ГОСТ 33749-2016.** Демпферы гидравлические железнодорожного подвижного состава. Общие технические условия : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 апреля 2016 г. № 284-ст. – Москва : Стандартиформ, 2019. – 11 с.

11 **ГОСТ 34759-2021.** Железнодорожный подвижной состав. Нормы допустимого воздействия на железнодорожный путь и методы испытаний : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 октября 2021 г. № 1068-ст. – Москва : Стандартиформ, 2021. – 27 с.

12 **ГОСТ 33211-2014.** Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 июня 2015 г. № 565-ст. – Москва : Стандартиформ, 2016. – 58 с.

9 **Nikonov, V. A.** Buffer plate suspension rod units in the axle box spring suspension of two-axle and three-axle bogies / V. A. Nikonov, G. V. Frolov, G. I. Mikhailov // Bulletin of VNIKTI. – 2024. – No. 108. – P. 92–101. – ISSN 0452-358X.

10 **GOST 33749-2016.** Hydraulic dampers for railway rolling stock. General specifications : national standard of the Russian Federation : official publication : approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated April 29, 2016 No. 284-st. – Moscow : Standartinform, 2019. – 11 p.

11 **GOST 34759-2021.** Railway rolling stock. Normative limits of railway track interaction and test methods : national standard of the Russian Federation : official publication : approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated October 6, 2021 No. 1068-st. – Moscow : Standartinform, 2021. – 27 p.

12 **GOST 33211-2014.** Freight wagons. Requirements for structural strength and dynamic qualities : national standard of the Russian Federation : official publication : approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated June 5, 2015 No. 565-st. – Moscow : Standartinform, 2016. – 58 p.

G. I. Gadzhimetov, Yu. A. Panin, I. E. Ilyin, D. V. Pereverzev

INFLUENCE OF THE PARAMETERS OF ELASTIC SIDE BEARINGS AND AXLE BOX UNITS OF THREE-AXLE BOGIE SPRING SUSPENSION ON THE DYNAMIC QUALITIES OF A FREIGHT FLAT WAGON WITH INCREASED DESIGN SPEED

Abstract. The design of the freight bogies used in operation does not allow the traffic of freight trains to be implemented within the schedule of passenger trains. For this purpose, a three-axle bogie has been developed, which allows increasing the design speed of a freight wagon up to 140 km/h. The characteristics of the wheelset elastic linkage with the bogie frame and of the elastic side bearings have an effect on the wagon dynamic qualities.

Research was conducted into the dynamic qualities and impact on the track (experimental trips) of a long-base flat wagon with an increased design speed with two three-axle bogies equipped by experimental buffer plate suspension rod units and elastic side bearings between the bogie and the flat wagon frame. Based on the conducted research, rational technical solutions for the spindle axle box unit the buffer plate suspension rod unit and elastic side bearing were selected.

Keywords: long-base flat wagon, three-axle bogie, spring suspension, side bearings, buffer plate suspension rod unit.

For citation: Influence of the parameters of elastic side bearings and axle box units of three-axle bogie spring suspension on the dynamic qualities of a freight flat wagon with increased design speed / G. I. Gadzhimetov, Yu. A. Panin, I. E. Ilyin, D. V. Pereverzev // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putej Soobshcheniya. – 2025. – No. 3. – P. 80–89. – DOI 10.46973/0201-727X_2025_3_80.

Сведения об авторах**Гаджиметов Гаджимет Исамединович**

АО «Научно-исследовательский
и конструкторско-технологический институт
подвижного состава» (АО «ВНИКТИ»),
руководитель ИЦ ПС,
e-mail: gajimetov-gi@vnikti.com

Панин Юрий Алектинович

АО «Научно-исследовательский
и конструкторско-технологический институт
подвижного состава» (АО «ВНИКТИ»),
кандидат технических наук,
заведующий отделом динамики,
e-mail: panin-ua@vnikti.com

Ильин Илья Евгеньевич

АО «Научно-исследовательский
и конструкторско-технологический институт
подвижного состава» (АО «ВНИКТИ»),
заведующий лабораторией динамики экипажных
частей подвижного состава,
e-mail: ilyin-ie@vnikti.com

Переверзев Денис Вячеславович

АО «Научно-исследовательский
и конструкторско-технологический институт
подвижного состава» (АО «ВНИКТИ»),
главный специалист лаборатории динамики
экипажных частей подвижного состава,
e-mail: pereverzev-dv@vnikti.com

Information about the authors**Gadzhimetov Gadzhimet Isamedinovich**

JSC “Scientific-Research
and Design-Technology Institute
of Rolling Stock” (JSC “VNIKTI”),
Head of Rolling Stock Testing Center,
e-mail: pereverzev-dv@vnikti.com

Panin Yuri Alektinovich

JSC “Scientific-Research
and Design-Technology Institute
of Rolling Stock” (JSC “VNIKTI”),
Candidate of Engineering Sciences,
Head of Dynamics Department,
e-mail: pereverzev-dv@vnikti.com

Ilyin Ilya Evgenyevich

JSC “Scientific-Research
and Design-Technology Institute
of Rolling Stock” (JSC “VNIKTI”),
Head of Laboratory of Rolling Stock,
Undercarriage Dynamics,
e-mail: pereverzev-dv@vnikti.com

Pereverzev Denis Vyacheslavovich

JSC “Scientific-Research
and Design-Technology Institute
of Rolling Stock” (JSC “VNIKTI”),
Chief Specialist of Laboratory
of Rolling Stock, Undercarriage Dynamics,
e-mail: pereverzev-dv@vnikti.com