

УДК 629.013
DOI: 10.34029/2311-4061-2019-132-3-21-28

Д-р техн. наук Мямлин С. В.

**ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ВНЕДРЕНИЕ
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА
С НАГРУЗКОЙ 25 ТОНН НА ОСЬ**

Ключевые слова: *инновационный подвижной состав, грузовые вагоны, локомотивы, тележка, осевая нагрузка.*

Повышение экономической эффективности деятельности железнодорожного транспорта является одной из ключевых задач [1, 2]. При этом возможно применение, как инновационных технических средств, так и прогрессивных технологий, которые способствуют достижению необходимого результата. Одним из примеров органичного соединения инноваций и машиностроительных технологий может служить разработка кон-

струкций и освоение производства грузовых вагонов нового поколения с нагрузкой 25 тонн на ось. Как известно, повышение осевой нагрузки грузовых вагонов является одним из способов увеличения провозной способности железных дорог, а в сочетании с применением более совершенных технических решений это дает желаемый результат по повышению экономической эффективности функционирования железнодорожного транспорта. Рассмотрим далее более подробно основные аспекты разработки и использования инновационного подвижного состава.

Статистические данные, представленные в таблицах 1 и 2 [3], свидетельствуют о сохранении существенных объемов перевозки грузов всеми видами транспорта Украины, несмотря на некоторый спад в последние несколько лет. При этом железнодорожный транспорт несколько уступает в динамике автотранспорту и не в полную силу использует свой транзитный потенциал. Поэтому целесообразно эти резервы использовать, насколько это возможно.

Табл. 1 - Объёмы грузов по видам транспорта (тыс.т) перевезенные в Украине

Год	Железнодорожный		Морской	Речной	Автомобильный	Авиационный	Трубопроводный
	отправление	перевозки					
2012	378102,3	457454,5	3457,5	4294,7	1259697,7	122,6	128439,8
2013	377318,3	443601,5	3428,1	2840,5	1260767,5	99,2	125941,1
2014	325171,0	386276,5	2805,3	3144,8	1131312,7	78,6	99679,5
2015	294301,2	349994,8	3291,6	3155,5	1020604,0	69,1	97231,5
2016	292104,7	343433,5	3032,5	3641,8	1085663,4	74,3	106729,2
2017	277288,9	339550,5	2253,1	3640,2	1121673,6	82,8	114810,4
2018	267639,1	322342,1	1892,0	3698,0	1205530,8	99,1	109418,2

Табл. 2 – Грузовые перевозки железнодорожным транспортом Украины по видам грузов в январе-июне 2019 года

	Выполнено, млн. т	в % к январю-июню 2018 г.
Перевезено грузов всего,	156,8	98,8
из них отправлено,	129,9	99,4
в т.ч. по номенклатуре грузов:		
каменного угля	19,4	95,1

кокса	2,2	87,3
нефти и нефтепродуктов	1,7	103,2
руды железной и марганцевой	35,6	105,6
черных металлов	9,9	97,1
лома черных металлов	1,3	86,7
лесных грузов	0,6	40,7
химических и минеральных удобрений	1,9	117,7
зерна и продуктов перемола	18,6	123,6
цемента	2,5	93,9
строительных материалов	13,7	75,1
других грузов	22,5	103,9

Как видим, основной объем грузов составляют сыпучие грузы (уголь, руда, минеральные удобрения, зерновые), строительные материалы и металл. При этом наблюдается устойчивый рост перевозки руды, удобрений и зерновых. Обеспечение таких объемов перевозки грузов требует и соответствующего парка подвижного состава, в первую очередь, грузовых вагонов.

Машиностроительные предприятия, не только удовлетворяя возросший спрос на грузовые вагоны, совместно с железнодорожными администрациями разработали ряд критериев, которым должен соответствовать перспективный грузовой вагон. Развитие машиностроительных технологий, разработка новых материалов и прогрессивных технических решений позволили вагоностроительным предприятиям освоить производство грузовых вагонов нового поколения. И если с кузовами особых проблем не было, то при создании двухосных тележек, разработ-

чикам пришлось отходить от типовых технических решений для получения необходимых инновационных характеристик, а проще говоря, создать тележки нового поколения, существенно лучше тележки модели 18-100, конструкция которой основана на технических решениях 30-х годов прошлого века. Конструктивное исполнение некоторых трехэлементных тележек нового поколения представлено на рисунках 1 - 5.

Например, тележка двухосная модели 18-578 (изготовитель АО «НПК «Уралвагонзавод», РФ) по своим динамическим качествам, а также по показателям прочности и ресурса значительно превосходит серийную тележку модели 18-100. Она предназначена для подкатки под грузовые железнодорожные вагоны с изменённой ответной частью скользуна на раме вагона и оборудованных авторежимом, предназначенным для тележек с повышенным статическим прогибом (рис. 1).

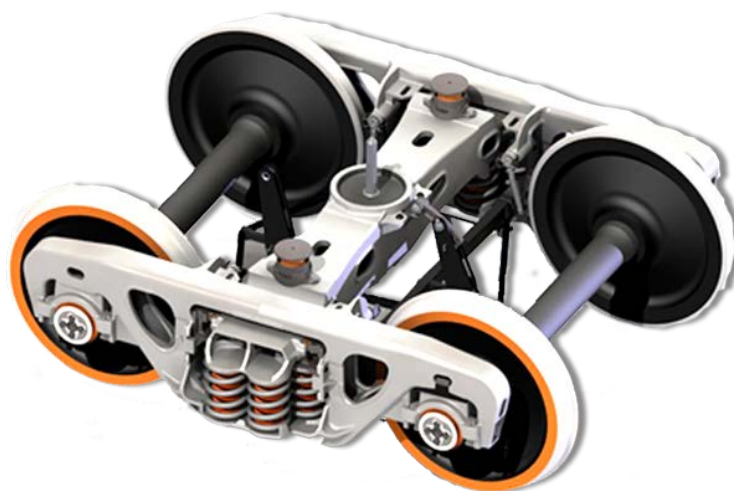


Рис. 1 - Тележка двухосная модели 18-578, с осевой нагрузкой 23,5 тс и скоростью движения до 120 км/ч

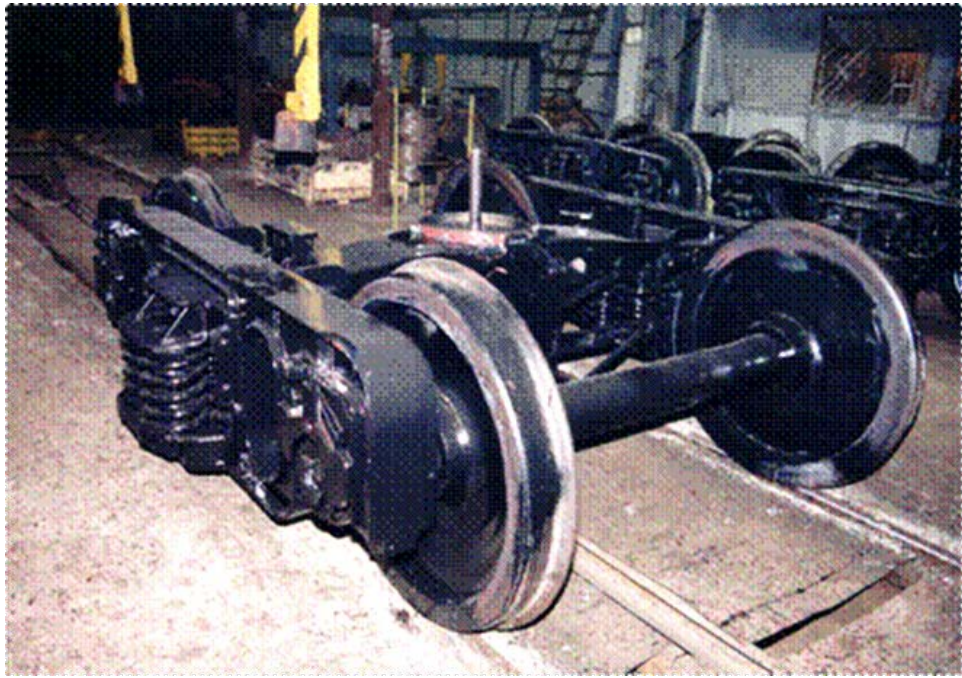


Рис. 2 – Тележка с самоцентрирующимися колесными парами, на базе трехэлементной рамы тележки модели 18-1711

Тележка модели 18-1711 с самоцентрирующимися колесными парами (рис. 2) разработана «ГСКБВ им. Бубнова» (Украина). В конструкции тележки реализовано центральное билинейное подвешивание и фрикционные клиновые гасители колебаний пространственного действия. Упругая связь боковых рам тележки и колесных пар осуществляется через шевронные амортизаторы типа "Меги" и обеспечивает параллельность осей колесных пар, с возможностью их радиусной самоустановки при прохождении кривых участков пути. Гашение энергии колебаний обеспечивается за счёт её диссипации в полимерном материале амортизаторов.

Рама тележки состоит из двух боковых рам и надрессорной балки, опирающейся на них через рессоры центрального подвешивания. Конфигурация элементов рамы тележки выбрана как наиболее рациональная на основании математического моделирования статической и усталостной прочности различных вариантов конструктивного исполнения этого узла [4].

Тележка модели 18-7033 также относится к типу 3 (то есть с нагрузкой до 25 т/ось). Её конструктивные решения обеспечивают увеличенные сроки между деповскими ремонтами.

Тележка модели 18-7033 состоит из колесных пар с буксовыми коническими двухряд-

ными подшипниками кассетного типа ТВУ 150x250x160, с применением адаптера и колёс повышенной прочности; боковых рам и надрессорной балки усиленной конструкции; комплекта центрального рессорного подвешивания с нелинейной силовой характеристикой, в который входят цилиндрические пружины с клиновыми фрикционными гасителями колебаний; тормозной рычажной передачи; комплекта опорных скользунов постоянного контакта (рис. 3).



Рис. 3 – Тележка двухосная модели 18-7033

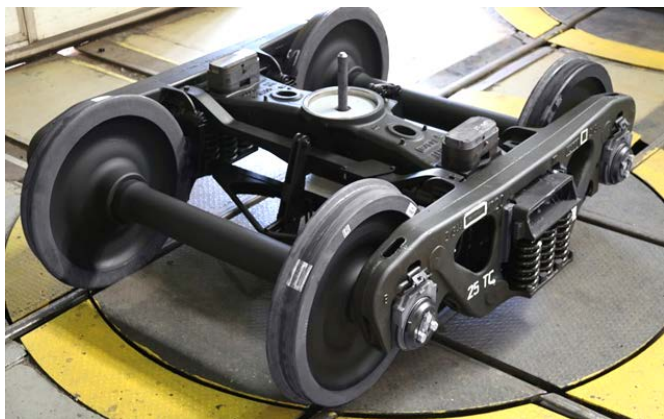


Рис. 4 – Тележка двухосная модели 18-9855

Инновационные ходовые части (тележки) модели 18-9855 разработаны «Научно-исследовательским центром транспортных технологий» (Украина) на основе эскизного проекта компании Standart Car Truck корпорации Wabtec (США). В конструкцию тележек заложены современные мировые технологии, которые позволили создать ходовую часть грузовых вагонов с принципиально новыми показателями безопасности, эксплуатационной надежности и стоимости жизненного цикла.

Основные особенности тележек этого типа (по данным завода изготовителя):

- рама тележки нежесткого типа, состоящая из двух боковых рам и надрессорной балки;

- глубина и диаметр подпятника увеличены, по сравнению с тележкой модели 18-9810;

- колесные пары оборудованы двухрядными кассетными коническими подшипниками;

- тормозная рычажная передача обеспечивает одностороннее нажатие тормозных колодок на колёса тележки, которая оборудуется композиционными или чугунными (для особых условий эксплуатации) тормозными колодками;

- предусмотрено безрезьбовое крепление тормозного башмака на триангеле тележки;

- наличие износостойких элементов в конструкции тележки.

Благодаря примененным конструкторским решениям грузовой вагон нового поколения, несмотря на его повышенную осевую нагрузку, оказывает пониженное воздействие на железнодорожный путь (по сравнению с типовыми вагонами). Улучшенная динамика, в совокупности с использованием колёс повышенной твердости (в некоторых моделях тележек) и специальных тормозных колодок, снижает скорость износа колёс и темпы развития выщербин на их поверхностях катания, что увеличивает срок эксплуатации колёс до 12 лет.



Рис. 5 - Тележка двухосная модели 18-9836, тип 3

Тележка двухосная модели 18-9836 изготовлена ПАО «КВСЗ» по лицензии компании «Amsted Rail» и предназначена для установки под все типы грузовых вагонов с нагрузкой от колесной пары на рельсы 25 тс. Эта тележка имеет оригинальную конструкцию рессорного подвешивания, с билинейной характеристикой, и упругие скользуны. На плоской опорной поверхности подпятника установлен износостойкий вкладыш (чаша), уменьшающий износ подпятника. Для установки колесных пар с кассетными подшипниками в буксовые проёмы боковых рам применены адаптеры, состоящие из корпуса и эластичной прокладки, через которую боковая рама опирается на корпус.



Рис. 6 – Межведомственная приёмочная комиссия по приёмке полувагона Крюковского вагоностроительного завода и его тележки 25 т/ось

На рисунке 6 представлен полувагон с тележками 25 т/ось и члены Межведомственной приёмочной комиссии на Крюковском вагоностроительном заводе, заседание которой по приёмке этих изделий состоялась в г. Кременчуге ещё 7 лет назад (2012 г.). Аналогичные разработки проводились и на предприятиях концерна «Азовмаш», например, тележка модели 18-1711 с нагрузкой 25 т/ось и соответствующие модели грузовых вагонов [4-8]. То есть, потенциал отечественных вагоностроителей достаточный для создания современных конструкций грузовых вагонов и их тележек.

Предприятие «ЭКСПРЕСС ИНДУСТРИЯ» (Украина), в сотрудничестве с немецкой компанией «TransTec F&E Vetschau GmbH», разработало конструкторскую документацию на двухосную трехэлементную штамповар-

ную тележку модели 18-9999, тип 3, с максимальной статической нагрузкой от колесной пары на рельсы 245кН (25,0 тс) и конструкционной скоростью 120 км/час, с улучшенными технико-эксплуатационными характеристиками (рис. 7).

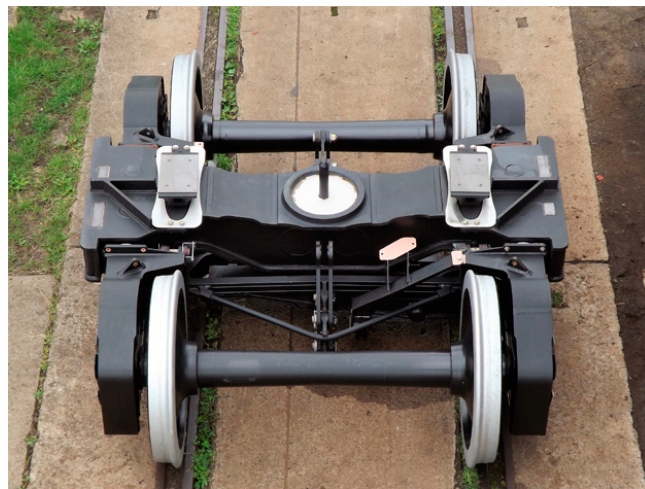


Рис. 7 - Тележка двухосная модели 18-9999, тип 3

Особенностью этой двухосной тележки является её штамповарная конструкция, с соединением боковых рам тележки между собой посредством шарнирного сцепления, что позволило добиться снижения износа гребней колес в кривых участках пути и обеспечить повышенную устойчивость движения вагона при высоких скоростях. Одним из существенных достоинств данных тележек является их увеличенный межремонтный пробег до 800 тыс км или 8 лет.

Тележки с нагрузкой 25,0 т/ось отличает от тележек предыдущего поколения наличие центрального рессорного подвешивания с билинейной и кусочно-линейной характеристиками, что позволяет варьировать жёсткостные параметры системы гашения колебаний. Наличие упругих скользунов и упругих адаптеров в буксовых узлах тележек существенно улучшает динамические качества вагона в целом. При этом уменьшается необрессоренная масса тележки и становится более стабильным её поведение при движении по рельсовому пути. Наличие в буксовых узлах кассетных подшипников также способствует стабилизации движения тележки и уменьшает сопротивление её движению, что позволяет снизить до 10-15 % затраты на тягу поезда.

Развитие конструкций тележек грузовых вагонов не ограничивается обеспечением их несущей нагрузки 25 т/ось - имеются конструктивные решения для колеи 1520 мм с нагрузками 27 (рис. 8) и 30 т/ось. Например, в тележке модели 18-6863 для осевой нагрузки 27 тс используется в полтора раза более мягкое рессорное подвешивание, расчетный

статический прогиб которого для груженого режима составляет 70 мм, что на 20 мм больше, чем у типовых тележек, также на 20 мм увеличена её база [9]. Отличие необрессоренной массы этой тележки от тележек моделей 18-100 и 18-9855 составляет не более 5%. В колёсных парах тележки применены колеса из стали повышенной твёрдости.



Рис. 8 – Тележка двухосная модели 18-6863

Опыт эксплуатации тележек с такими и более высокими нагрузками имеется на Североамериканских железных дорогах США, Канады и Австралии, а также в Китае и Швеции [10, 11]. Работы по созданию тележек нового поколения начинались в Украине ещё в 1988 году и активно продолжились в начале 2000-х годов.

Рассмотрим, какие наработки имеются, в части создания грузовых вагонов с повышенными нагрузками на их ходовые части, у представителей разных железнодорожных администраций пространства колеи 1520 мм. В первую очередь, это железные дороги стран СНГ и Балтии. Естественно, что основными законодателями в этом направлении в ближайшем окружении являются страны, в которых используется наибольшее количество грузовых вагонов и имеются соответствующие вагоностроительные предприятия, это: РФ, Украина, Республика Беларусь и Республика Казахстан. При создании грузовых вагонов нового поколения были проведены многочисленные теоретические и экспериментальные исследования, а также нормативные расчёты. Анализ результатов

этих исследований свидетельствуют об улучшении основных характеристик разработанных конструкций двухосных тележек и грузовых вагонов для тяжеловесного движения по сравнению с вагонами на тележках модели 18-100 и её аналогами.

Отдельно рассматривался опыт эксплуатации вагонов и локомотивов с нагрузкой 25 т/ось в Республике Беларусь, куда была направлена делегация АО «Укрзалізниця», с участием представителей всех основных департаментов акционерного общества. Изучение работ тяжеловесных вагонов в соседней стране показало, что каких-либо ограничений или особых условий эксплуатации подвижного состава с нагрузкой 25 т/ось не предусматривается. Наоборот, планируется увеличить межремонтные сроки по ремонту и содержанию пути в связи с достаточным техническим состоянием элементов верхнего строения пути, обеспечивающим необходимый уровень безопасности движения поездов [12]. Аналогичный подход к грузовому тяжеловесному движению имеется в РФ и в других железнодорожных администрациях [13-17].

Опыт эксплуатации подвижного состава с нагрузкой 25 т/ось имеется и на Украине. И это не только опыт эксплуатации в советское время обычных грузовых вагонов с перегрузом до 25 тонн на ось. Но и эксплуатация электровозов серии ВЛ82, с фактической нагрузкой от колёсных пар на рельсы около 25 тонн, которые более 30 лет используются при перевозке грузовых поездов, а также постановка на производство 3-х типов специализированных тележек, испытания и подконтрольная эксплуатация 6 полувагонов с нагрузкой 25 т/ось. При этом концерн «Азовмаш» провёл испытания тяжеловесных грузовых вагонов не только в Украине на магистральных участках её железных дорог, но и в 2013 году на скоростном полигоне ВНИИЖТа на Северо-Кавказской железной дороге (РФ), с разработкой эксплуатационных инструкций для их обращения на всех типах верхнего строения пути.

Результаты выполненных исследований и опыт эксплуатации грузовых вагонов с нагрузкой от оси на рельсы 25 тонн позволяют отнести к их основным преимуществам следующее:

- увеличение объёмов грузовых перевозок;
- уменьшение динамического воздействия грузовых поездов на инфраструктуру;
- уменьшение затрат на тягу поездов;
- снижение общей нагруженности на инфраструктуру;
- повышение надежности элементов подвижного состава;
- увеличение гарантированных участков обращения;
- увеличение межремонтных сроков для подвижного состава;
- снижение себестоимости грузовых перевозок;
- повышение экономической эффективности коммерческой деятельности железнодорожного транспорта.

Выводы

Опыт железнодорожных администраций стран СНГ и Балтии свидетельствует о достаточности проведённых исследовательских, приёмочных и эксплуатационных испытаний грузовых вагонов с нагрузкой 25 т/ось для эксплуатации данного подвижного состава на инфраструктуре железных дорог колеи 1520 мм.

Корректировка норм содержания пути, при введении в эксплуатацию подвижного

состава с нагрузкой от оси на рельсы 25 тонн, на железных дорогах стран СНГ и Балтии не производится, благодаря его улучшенным динамическим характеристикам по воздействию на железнодорожный путь.

Внедрение в эксплуатацию инновационного грузового подвижного состава нового поколения позволяет существенно улучшить технико-экономические показатели деятельности железнодорожного транспорта за счет снижения затрат на тягу поездов.

Литература

1. Журавель І. Л., Журавель В. В., Донченко А. Т., Павленко О. Ю. Актуальність впровадження інноваційного рухомого складу на вантажному залізничному ринку перевезень / І. Л. Журавель, В.В. Журавель, А.Т. Донченко, О.Ю. Павленко // Вагонний парк. – 2017. – № 9-10. – С. 34-38.

2. Потапенко О. А. Проблемы современных перевозок грузовыми вагонами в странах СНГ и направления их решения / О.А. Потапенко // Вісник Східноукраїнського національного університету імені В. Даля. – 2015. – № 2 (219). – С. 57-61.

3. Статистична інформація. Обсяг перевезених вантажів за видами транспорту (1995-2018) [Електрон. ресурс] // Державна служба статистики України. – 2019. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

4. Манкевич Н. Б. Динамика грузовых вагонов на тележках модели 18-1711 с разной конструкцией клиньев рессорного подвешивания / Н.Б. Манкевич // Наука та прогрес транспорту. – 2014. – № 1. – С. 142-150.

5. Бубнов В. М. Пути совершенствования прочностных характеристик ходовых частей грузовых вагонов / В.М. Бубнов, С.В. Мямлин, Н.Б. Манкевич // Вагонный парк. – 2012. – № 2. – С. 4-6.

6. Бубнов В. М. Воздействие на путь грузовых вагонов на тележках моделей 18-1711 с разной конструкцией клина рессорного подвешивания / В.М. Бубнов, С.В. Мямлин, Н.Б. Манкевич // Трансп. Рос. Федерации. – 2013. – № 3. – С. 36–38.

7. Bubnov V. Dynamic performance of freight cars on bogies model 18-1711 / V. Bubnov, S. Myamlin, N. Mankevych // Наука та прогрес транспорту. - 2013. - № 4 (46). – С. 118-126.

8. Myamlin S. Investigation of dynamic characteristics of gondola cars on perspective bogies

/ S. Myamlin, V. Bubnov, Ye. Pysmennyi // Наука та прогрес транспорту. - 2014.- №5 (53). – С. 126-137. Doi 10.15802/stp2014/30789.

9. Савушкин Р.А. О результатах испытаний вагонов с осевой нагрузкой 27 тс на тележках модели 18-6863 / Р.А. Савушкин, А.М. Орлова, Е.А. Рудакова, А.В. Гусев, С.В. Дмитриев // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2017. - № 2 (50). – С. 22-24.

10. Nielsen J. C. O., Stensson A. Enhancing freight railways for 30 tonne axle loads // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit. – 1999. – Vol. 213, iss. 4. – P. 255–263. Doi 10.1243/0954409991531191.

11. Xu X., Fu M., Xu Z., Chen Z. A new lever-type variable friction damper for freight bogies used in heavy haul railway // Journal of Modern Transportation. – 2016. – Vol. 24, iss. 3. – P. 159-165. Doi 10.1007/s40534-016-0116-4.

12. Баранкевич А. Э. Оценка воздействия на железнодорожный путь тяжеловесных поездов с осевой нагрузкой 25 тс / А.Э. Баранкевич, О.В. Холодилов // Проблемы безопасности на транспорте: материалы VIII Международ. науч.-практ. конф. : в 2 ч. Ч. 2; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель: БелГУТ, 2017. – С. 12-14.

13. Токмурзина-Коберняк Н.А. Перспективы повышения осевых нагрузок в республике Казахстан / Н.А. Токмурзина-Коберняк // Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика: материалы XLII Международ. научно-практ. конф., Алматы, 18 апреля 2018 г. – Алматы: Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, 2018. – Т. 4. – С. 94-98.

14. Prospects for the Use of Gondola Cars on Bogies of Model ZK1 in the Organization of

Heavy Freight Traffic in the Republic of Kazakhstan / G. Imasheva, S. Abdullayev, N. Tokmurzina, N. Adilova, G. Bakyt // Mechanika. – 2018. – Vol. 24, No 1. – P. 32-36. Doi 10.5755/j01.mech.24.1.17710

15. Ромен Ю. С., Орлова А. М., Тихов М. С., Заверталюк А. В. Установление условий обращения вагонов с увеличенной осевой нагрузкой / Ю.С. Ромен, А.М. Орлова, М.С. Тихов, А.В. Заверталюк // Транспорт Российской Федерации. – 2013. –№ 3 (46). – С. 25-35.

16. Бороненко Ю. П. Оценка возможности и эффективности повышения осевых нагрузок грузовых вагонов / Ю.П. Бороненко, А.В. Третьяков, М.В. Зимакова // Техника железных дорог. – 2017. – № 1 (37). – С. 32-37.

17. Дмитриев С.В. О втором этапе подконтрольной эксплуатации инфраструктуры участка Качканар-Смычка под полувагонами с осевой нагрузкой 27 тс / С.В. Дмитриев, В.С. Лесничий, Р.А. Савушкин, Е.Ю. Семенов, А.М. Соколов // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2018. - №1 (53). – С. 27-29.

СВЕДЕНИЯ О АВТОРЕ

Мямлин Сергей Витальевич,

д. т. н., профессор, первый заместитель директора филиала «Научно-

исследовательского и конструкторско-технологического института железнодорожного транспорта» АО «Укрзалізниця».

Ул. И. Федорова, 39, г. Киев, 03038, Украина. Тел.: +38 044 465 39 95.

E-mail: sergeymyamlin@gmail.com,

<http://orcid.org/0000-0002-7383-9304>.

Рішенням Міністерства освіти та науки України
науково-практичний журнал «Залізничний транспорт України»
внесено до Переліку наукових фахових видань України,
в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на
здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук у галузі
технічних наук

(наказ МОНУ від 11.07.2019, № 975)