

УДК 629.463.65.027.2:001.891.5

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ПОЛУВАГОНА НА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕЛЕЖКАХ

Тен А. А., исполнительный директор ЗАО «Промтрактор-Вагон»,
Мямлин С. В., д. т. н., профессор, проректор по научной работе,
Недужая Л. А., к. т. н., доцент,
Днепропетровский национальный университет
железнодорожного транспорта
имени акад. В. Лазаряна

Проведены ходовые динамические испытания, которые позволили сравнить динамические показатели новой тележки с конструкцией типовой тележки, а также представлены результаты совершенствования конструктивной схемы тележки грузовых вагонов.

Основными критериями динамических качеств, определяющих режим эксплуатации подвижного состава, как известно, являются его динамические показатели. С появлением новых конструкций грузовых вагонов особое значение имеет оценка их динамических качеств в зависимости от конструктивного исполнения тележек.

С целью постановки новой продукции на производство и для оценки динамических качеств с использованием новых конструкций тележек были проведены ходовые динамические испытания, которые позволили сравнить динамические показатели (коэффициент вертикальной динамики рамы кузова, коэффициент вертикальной динамики необрессорной массы тележки, отношение рамной силы к статической осевой нагрузке, коэффициент запаса устойчивости от всползания колеса на рельс схода вагона с рельса) новой тележки с конструкцией типовой тележки [1; 2].

Тележка «Моушн Контрол» входит в линейку тележек для грузовых вагонов, которые производит американская компания «Амстед Рейл». Эта тележка отличается от имеющихся в эксплуатации усовершенствованной системой рессорного подвешивания для создания лучших ходовых качеств и повышения жесткости тележки в плане, что уменьшает износ элементов тележки, колес и рельсов [3; 4]. Тележка «Моушн Контрол» широко представлена на железных дорогах США и Канады и ряда других стран.

Совершенствование подвижного состава железных дорог, вызванное стремлением к улучшению технико-экономических показателей и снижению эксплуатационных расходов железных дорог, способствует созданию совершенно новых конструкций. Таким примером может послужить опыт совместного проектирования и изготовления на предприятиях ведущих стран-производителей железнодорожной техники тележек перспективных конструкций для грузовых вагонов, получивших положительные результаты эксплуатации за рубежом, при этом учитывается специфика производства и эксплуатации подвижного состава на железных дорогах колеи 1520 мм. Примером такого сотрудничества может служить создание тележки (рис. 1, а) при участии

ЗАО «Промтрактор-Вагон» (г. Канаш, Чувашская Республика, РФ) с увеличенным межремонтным пробегом 1 млн км [3; 4].

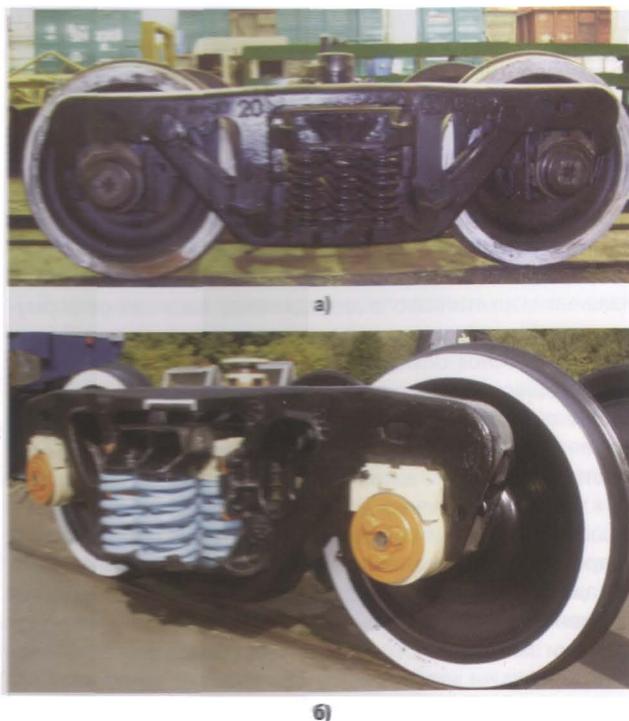


Рис. 1. Тележка полувагона (общий вид):
а — модели 18-9836 ASF KEYSTONE; б — модели 18-194-1

Тележка «Моушн Контрол» имеет следующие конструктивные отличия от основных моделей тележек грузовых вагонов, которые эксплуатируются в России и странах СНГ. Тележка рассчитана на осевую нагрузку 25 тс. Колесные пары этой тележки оборудованы подшипниками кассетного типа, воспринимающими нагрузку от боковых рам через адаптеры

с уменьшенными габаритами и упругой неметаллической накладкой. Накладка используется для защиты опорной поверхности буксового проема боковой рамы и адаптера от износа, улучшения распределения нагрузки в подшипнике, а также для улучшения вписываемости вагона в кривые, что, в свою очередь, ведет к уменьшению износа гребней колес и рельсов [5; 3; 4].

В тележке использованы упругие боковые скользуны постоянного контакта с увеличенным рабочим ходом и оптимальным нажатием. В качестве упругого элемента в скользунах использованы винтовые пружины, жесткость которых не зависит от температуры окружающей среды. Скользуны постоянного контакта не только улучшают динамические характеристики вагона, повышают запас устойчивости колес от схода с рельсов, но и уменьшают износ всех пар трения тележки и, в частности, пары пятник-подпятник [5; 3; 4].

В тележке использованы износостойкие стальные фрикционные клинья с вертикальной поверхностью, с углом наклона клина 37,5° (на российских клиньях — 45°), с наибольшей, по сравнению с другими клиньями, шириной наклонной поверхности. Наклонные поверхности клина и наддрессорной балки имеют в сечении ломаные профили для центрирования клина в карманах наддрессорной балки. При монтаже тележки клин удерживается в кармане наддрессорной балки, что облегчает монтаж тележки. При монтаже между наклонными поверхностями клина и наддрессорной балки наносится графитовая смазка, что способствует уменьшению сил трения указанных поверхностей [3; 4].

Стальная закаленная фрикционная планка крепится в кармане вертикальной стойки боковой рамы с помощью двух болтов с потайными головками и самоконтрящимися гайками. Болты имеют отрывные «хвостики» для нормирования (контроля) момента затяжки. Фрикционные планки установлены в боковой раме практически параллельно, что обеспечивает минимальные перемещения фрикционного клина по отношению к наддрессорной балке с минимизацией износов указанных поверхностей [3; 4].

В тележке использован девятипружинный рессорный комплект (на российских тележках применяется семипружинный комплект), что позволило уменьшить габариты рессорного проема боковой рамы. Подклиновые пружины рессорного комплекта на 57–58 мм выше рабочих пружин, установленных под наддрессорной балкой. Такая разница в высоте пружин

позволяет обеспечивать оптимальную работу фрикционного гасителя при износах клина и фрикционной планки. Увеличенная высота подклиновых пружин обеспечивает также увеличенный коэффициент относительного трения в порожнем режиме, что способствует достижению хороших динамических качеств вагона как в груженом, так и в порожнем режимах [3; 4].

Надрессорная балка и боковые рамы тележки в местах сопряжения имеют ограничительные кронштейны, которые способствуют сохранению прямоугольности очертаний трехэлементной тележки в плане. Устойчивость движения грузового вагона на высоких скоростях движения как в груженом, так и в порожнем режимах обеспечивает сочетание таких факторов, как применение упругих боковых скользунов, фрикционных клиньев с наклонной поверхностью, упругой накладки в адаптерах и, наконец, ограниченный угол поворота между наддрессорной балкой и боковыми рамами. Для защиты от износов опорной и упорных поверхностей подпятника на наддрессорной балке используется съемный износостойкий вкладыш из высокопрочного чугуна с твердостью 153–255 НВ. Такой вкладыш не требует смазки пятникового узла в эксплуатации [3; 4].

Конструкция тележки включает:

- центральное рессорное подвешивание, размещенное на двух боковых рамах, соединенных наддрессорной балкой;
- гасители колебаний;
- колесные пары с буксовыми узлами;
- тормозное оборудование.

Тележка имеет раму нежесткого типа и взаимодействует с кузовом вагона через центральное подпятниковое место, боковые скользуны постоянного контакта и соединительные элементы тормозного оборудования.

Тележка имеет центральное рессорное подвешивание, выполненное из витых цилиндрических пружин. Характеристика подвешивания — билинейная. Одной из особенностей является то, что подклиновые пружины по высоте выше, чем остальные (табл. 1). В рессорном подвешивании используются фрикционные клиновые гасители колебаний. Коэффициент относительного трения должен соответствовать Нормам расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) [6].

Надрессорная балка тележки имеет наклонные поверхности трения фрикционных гасителей колебаний, упорный шарнир тормозной рычажной передачи, оборудована встроенным

Таблица 1

Техническая характеристика тележки модели 18-9836

Параметры	Значение*
Максимальная расчетная статическая нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс)	245 (25)
Конструкционная скорость, км/ч	120
База тележки, мм	1850
Масса одной тележки в сборе, т	4,8
Расстояние от уровня головок рельсов до уровня опорной поверхности подпятникового места в свободном состоянии, мм	813
Расстояние между продольными осями боковых скользунов, мм	1524
Расстояние между продольными осями рессорных комплектов, мм	2036
Статический прогиб рессорного подвешивания под максимально допустимой нагрузкой брутто, мм, не более	54
Статический прогиб рессорного подвешивания под тарой, мм, не менее (при нагрузке от колесной пары на рельсы 60 кН)	4
Коэффициент относительного трения фрикционных гасителей колебаний в рессорном подвешивании: под максимальной нагрузкой брутто	0,1
Диаметр подпятникового места, мм, не более	351
Глубина подпятникового места, мм, не более	35
Габарит вписывания по ГОСТ 9238	02-ВМ
Межремонтный пробег, км	1 млн

* Допускаемые отклонения параметров и размеров указаны в конструкторской документации.

подпятниковым местом. Поверхности пар трения рам и балок тележек защищены износостойкими элементами.

Боковые рамы тележки имеют: фиксаторы положения пружин; кронштейны подвесок тормозных башмаков; опорные кронштейны для балок авторежима; опирание на колесные пары через кассетные подшипники и адаптер с эластичной накладкой из полимера.

Подпятниковое место надрессорной балки имеет сменные износостойкие элементы.

Тележка оборудуется колесными парами по ГОСТ 4835-2005 с цельнокатаными колесами диаметром 957 мм по ТУ.0943-157-01124328 и подшипниками кассетного типа РД 32 ЦВ-ВНИИЖТ-Бренко-2009. Допускается оборудование колесных пар цельнокатаными колесами по другой нормативной документации, согласованной с ОАО «РЖД» установленным порядком.

Ходовые динамические испытания тележки модели 18-9836 «Моушн Контрол» проведены на скоростном полигоне Белореченская — Майкоп. Тележка испытана под универсальным полувагоном модели 12-1304 (рис. 2, а) производства ЗАО «Помтрактор-Вагон» [5; 4]. Для сравнения результатов испытаний в качестве эталона использована тележка модели 18-194-1 под полувагоном модели 12-196-1 (рис. 2, б) производства ОАО «НПК «Уралвагонзавод» [7]. Ходовые динамические испытания проводились в груженом и порожнем режимах загрузки. В груженом режиме оба вагона были загружены до осевой нагрузки 25 тс.



а)



б)

Рис. 2. Полувагон (общий вид): а — модели 12-1304; б — модели 12-196-1

ОАО «НПК «Уралвагонзавод» разработана и запущена в серийное производство грузовая тележка 18-194-1 (рис. 1, б) с осевой нагрузкой 25 тс [7]. Основными системными принципами, заложенными при создании тележки, были повышение безопасности движения, обеспечение высокого качества и низкой стоимости жизненного цикла за счет увеличения межремонтных пробегов.

Многолетний опыт эксплуатации грузовых тележек в США, Канаде, России и других странах показывает, что трехэле-

ментные тележки с нежесткой рамой обладают более высокой степенью устойчивости от схода с рельсов при проходе перекосов и просядок пути. Конструктивно данные тележки более просты, а дополнительные конструктивно-технологические решения, реализованные в тележке 18-194-1, позволили значительно снизить влияние недостатков, свойственных трехэлементным тележкам. Кроме того, максимально использованы конструктивные решения, опробованные в эксплуатации с учетом освоенных технологических процессов в литейном производстве и при обслуживании и ремонте в эксплуатации.

К основным конструктивным особенностям тележки, по мнению разработчиков [7], можно отнести:

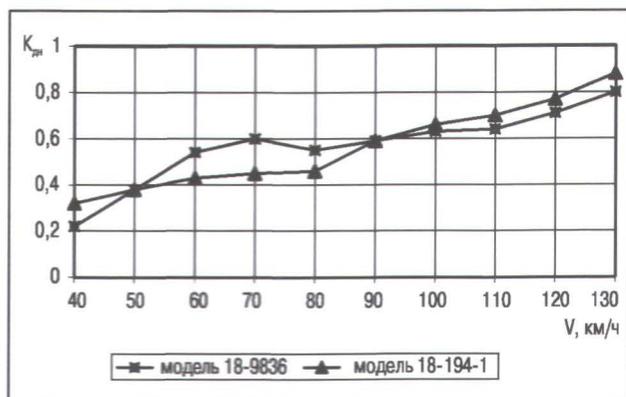
- литые несущие элементы тележки оригинальной конструкции;
- защиту пар трения;
- упругие элементы в буксовом узле.

Тележка имеет усиленную конструкцию литых несущих деталей (боковые рамы, надрессорная балка), которые имеют повышенный коэффициент запаса усталостной прочности.

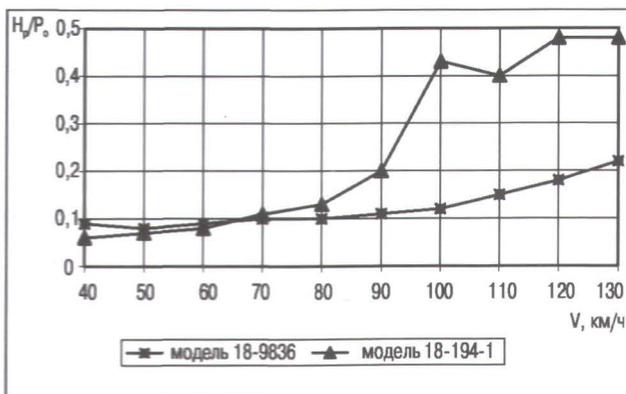
На рис. 3–5 показаны результаты исследований динамических характеристик вагонов на тележках рассматриваемых конструкций:

– коэффициент вертикальной динамики необрессорной рамы тележки ($K_{дн}$) и отношение боковой рамной силы к статической осевой нагрузке (H_p/P_o) на прямых участках пути (рис. 3, а–б) и отношение боковой рамной силы к статической осевой нагрузке (H_p/P_o) в кривой $R = 650$ м (рис. 3, в) в порожнем режиме;

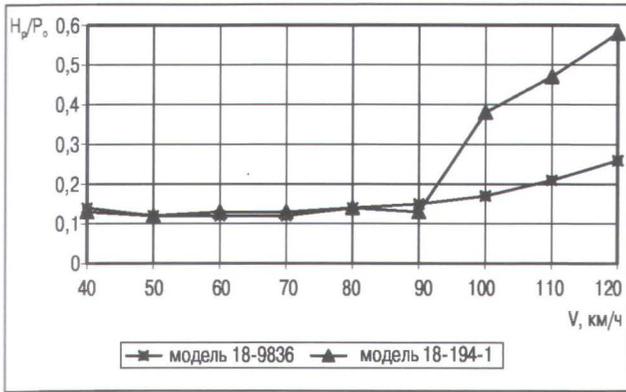
– коэффициент вертикальной динамики рамы кузова (K_d), коэффициент вертикальной динамики необрессорной рамы тележки ($K_{дн}$), отношение боковой рамной силы к статической осевой нагрузке (H_p/P_o) на прямых (рис. 4, а–в) и кривых $R = 650$ м (рис. 5, а–в) участках пути в груженом режиме.



а)

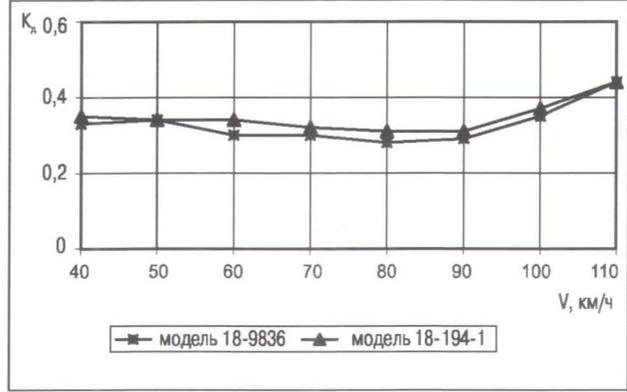


б)

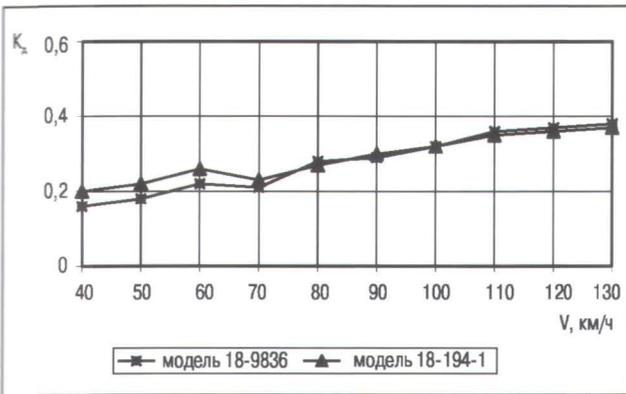


в)

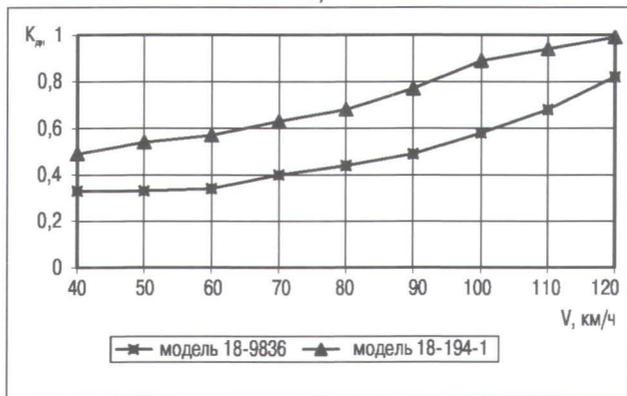
Рис. 3. Графики зависимости динамических показателей от скорости движения в порожнем режиме:
а – коэффициент вертикальной динамики необрессорной рамы тележки $K_{дн}$ (прямая); б – отношение боковой рамной силы к статической осевой нагрузке H_v/P_0 (прямая); в – отношение боковой рамной силы к статической осевой нагрузке H_v/P_0 (кривая R = 650 м)



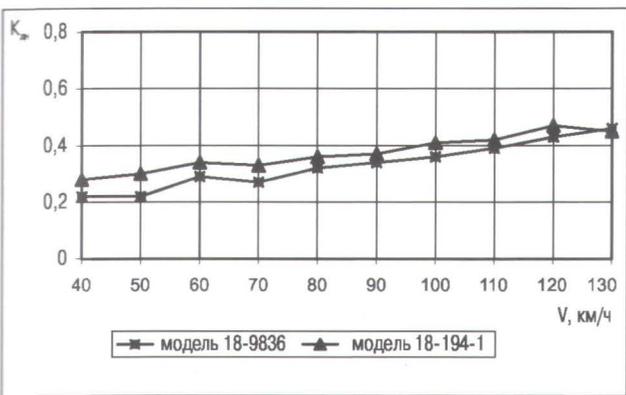
а)



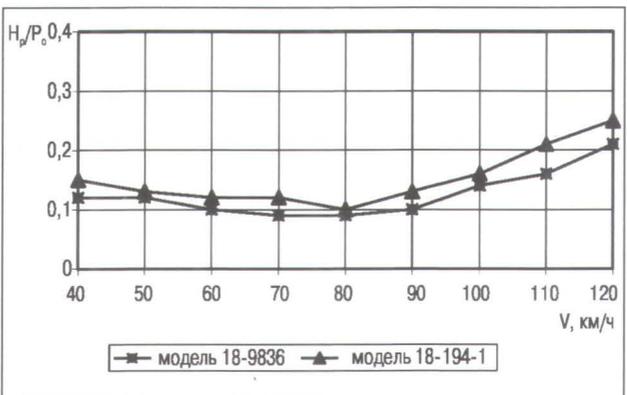
а)



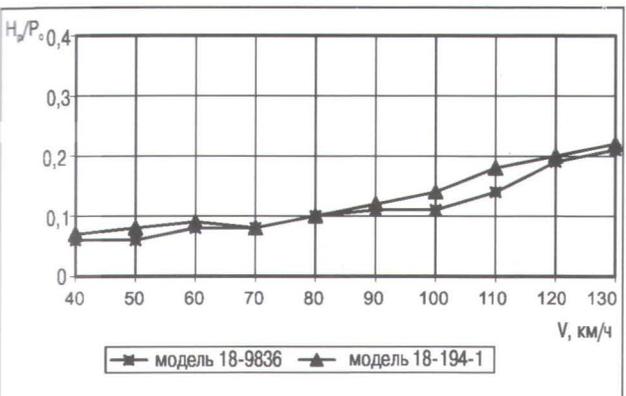
б)



б)



в)



в)

Рис. 4. Графики зависимости динамических показателей от скорости движения в груженом режиме на прямых участках пути:
а – коэффициент вертикальной динамики рамы кузова (K_d); б – коэффициент вертикальной динамики необрессорной рамы тележки ($K_{дн}$); в – отношение боковой рамной силы к статической осевой нагрузке (H_v/P_0)

Рис. 5. Графики зависимости динамических показателей от скорости движения в груженом режиме в кривых участках пути (R = 650 м):
а – коэффициент вертикальной динамики рамы кузова (K_d); б – коэффициент вертикальной динамики необрессорной рамы тележки ($K_{дн}$); в – отношение боковой рамной силы к статической осевой нагрузке (H_v/P_0)

Результаты исследований динамических характеристик полувагонов на новых и изношенных колесах тележек моделей 18-9836 и 18-194-1 свидетельствуют о том, что все показатели находятся в пределах нормативных значений и не превосходят максимально допустимых [6]. Например, анализ значений коэффициента вертикальной динамики необрессорной рамы тележки ($K_{дн}$) (рис. 3, а), отношение боковой рамной силы к статической осевой нагрузке (H_v/P_0) на прямом участке пути при конструктивной скорости 120 км/ч (рис. 3, б) и в кривой R = 650 м (рис. 3, в) показывает, что динамические показатели полувагонов на новых тележках лучше, чем на тележках модели 18-194-1. Это подтверждает, что скользучи постоянного контакта улучшают ходовые качества грузовых вагонов, снижая нагрузки, передаваемые от подвижного состава на железнодорожное полотно.

Для наглядности значения коэффициента запаса устойчивости от схода вагона с рельса (K_v) по результатам динамических испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2

Значения коэффициента запаса устойчивости

V, км/ч	Участок пути					
	Прямая		Кривая R = 350 м		Кривая R = 650 м	
	Тележка модели 18-9836	Тележка модели 18-194-1	Тележка модели 18-9836	Тележка модели 18-194-1	Тележка модели 18-9836	Тележка модели 18-194-1
40	2,32	2,44	2,36	2,47	2,81	2,74
50	2,33	2,43	2,40	2,48	2,80	2,64
60	2,13	2,21	2,23	2,40	2,77	2,37
70	2,10	2,08	2,15	2,14	2,69	2,36
80	2,07	2,03	1,71	1,93	2,46	2,30
90	2,03	1,65	—	—	2,39	2,30
100	1,86	1,31	—	—	2,16	1,31
110	1,71	1,08	—	—	—	—
120	1,50	1,02	—	—	—	—

Таким образом, полученные результаты наглядно подтверждают не только возможность совершенствования конструктивной схемы тележки грузовых вагонов, но и правильность инженерных решений по совершенствованию конструкции тележек грузовых вагонов [1; 8; 9].

Сопоставление основных динамических показателей безопасности движения грузовых вагонов в порожнем и груженом режимах на тележках различных конструкций по результатам экспериментальных исследований показало, что для всех моделей тележек величины основных динамических показателей полувагонов находятся в пределах требований нормативных документов и не превосходят допустимых значений. В то же время значения коэффициентов динамики новой тележки модели 18-9836 подтверждают правильность конструкторских решений, т. к. динамические показатели вагонов на новой тележке несколько лучше, чем на типовой. При этом остаются еще резервы улучшения динамических характеристик грузовых вагонов на тележке новой конструкции. 

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бороненко Ю. П. Опыт проектирования трехэлементных тележек / Ю. П. Бороненко, А. М. Орлова // Железнодорожный транспорт. — 2006. — № 5. — С. 58–62.
2. Determination of Dynamic Performance of Freight Cars Taking Into Account Technical Condition of Side Bearers / S. Myamlin, L. Neduzha, O. Ten, A. Shvets // Наука та прогрес транспорту. Вісник ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. — Вип. 1 (43). — 2013. — С. 162–169.
3. Тележка «Моушн Контрол» для грузовых вагонов / А. А. Тен, М. Д. Лондон, И. Н. Комиссарова [и др.] // Вагоны и вагонное хозяйство. — 2011. — № 4. — С. 16–19.
4. Тен А. А. Инновационные разработки концерна «Тракторные заводы» в области вагоностроения / А. А. Тен // Вагоны и вагонное хозяйство. — 2010. — № 2. — С. 6–8.
5. Инновационные разработки в области грузового вагоностроения / В. Ф. Муханов, А. А. Тен, С. В. Мямлин, Л. А. Недужая // 36. наук. праць ДонІЗТ. — Вип. 22. — 2010. — С. 76–82.
6. Нормы расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС 1520 мм (несамоходных), с изменениями и дополнениями. — М.: ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. — 352 с.
7. Тележка для грузовых вагонов нового поколения с повышенными осевыми нагрузками / В. П. Ефимов, А. А. Пранов, А. Н. Баранов, К. А. Белоусов // Железнодорожный транспорт. — 2009. — № 6. — С. 58–61.
8. Kik W. Project INFRA-RADIAL — bodies for axle loads of 25 t — test and simulation / W. Kik, D. Scholdan, J. Stephanides // Сб. науч. статей. — СПб.: ПГУПС, 2009. — С. 126–128.
9. Research of friction indices influence on the freight car dynamics / S. Myamlin, L. Neduzha, O. Ten, A. Shvets // TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. Vol. 13, No 4. — Lublin — Rzeszyw. — 2013. — P. 159–166.

Получено 04.08.2014

ВЫПУСК ВАГОНОВ В УКРАИНЕ УПАЛ НА 76%

Украинские вагоностроители в январе-июле снизили выпуск грузовых вагонов почти на 76% — до 4,2 тыс. ед. В июле предприятиями были выпущены 773 вагона, что на 68% меньше аналогичного показателя прошлого года.

«Вагоностроительная отрасль Украины за 7 мес. снизила производство грузовых вагонов на 75,9% к сопоставимому периоду 2013 г. — до 4,2 тыс. ед.», — сообщает портал Delo.ua.

Утраченный объем составил 13,2 тыс. вагонов. Вместе с тем сообщается, что в июле выпущено 773 вагона, что на 68% меньше июля 2013 г. (–1,6 тыс. ед.). В то же время в сравнении с предыдущим месяцем текущего года в июле зафиксирован существенный рост — на 18,3% (+119 ед.).

Напомним, в 2013 г. вагоностроители Украины снизили выпуск грузового парка на 46,5% до 25,2 тыс. ед. В 2012 г. снижение составило 10% (до 47 тыс. ед.).

В частности, Крюковский вагоностроительный завод (КВСЗ) в январе-июле 2014 г. снизил производство грузовых вагонов на 68% по сравнению с аналогичным периодом 2013 г. — до 1,43 тыс. ед. В июне завод выпустил 503 грузовых вагона, тогда как в 2013 г. ежемесячно производилось порядка 1 тыс. ед.

КВСЗ по итогам 2014 г. планирует уменьшить производство грузовых вагонов на 44,8% — до 2,93 тыс. ед. Об этом сказано в сообщении пресс-службы предприятия.

По данным КВСЗ, в текущем году завод не планирует производить пассажирские вагоны, а проведет модернизацию 95 вагонов метро киевского метрополитена.

По материалам ubr.ua

Библиографический список

1. Бороненко, Ю. П. Опыт проектирования трёхэлементных тележек / Ю. П. Бороненко, А. М. Орлова // Железнодорожный транспорт. – 2006. – № 5. – С. 58-62.
2. Determination of Dynamic Performance of Freight Cars Taking Into Account Technical Condition of Side Bearers / S. Myamlin, L. Neduzha, O. Ten, A. Shvets // Наука та прогрес транспорту. – Вип. 1 (43). – 2013. – С. 162-169.
3. Тележка «Моушн Контрол» для грузовых вагонов / А. А. Тен, М. Д. Лондон, И. Н. Комиссарова, А. В. Додонов, А. В. Жеменев, В. Н. Белоусов // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2011. – № 4. – С. 16-19.
4. Тен, А. А. Инновационные разработки концерна «Тракторные заводы» в области вагоностроения / А. А. Тен // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2010. – № 2. – С. 6-8.
5. Инновационные разработки в области грузового вагоностроения / В. Ф. Муханов, А. А. Тен, С. В. Мямлин, Л. А. Недужая // Зб. наук. праць ДонІЗТ. – Вип. 22. – 2010. – С. 76-82.
6. Нормы расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС 1520 мм (несамоходных) и изменения и дополнения. – М.: ГосНИИВ – ВНИИЖТ, 1996. – 352 с.
7. Тележка для грузовых вагонов нового поколения с повышенными осевыми нагрузками / В. П. Ефимов, А. А. Пранов, А. Н. Баранов, К. А. Белоусов // Железнодорожный транспорт. – 2009. – № 6. – С. 58-61.
8. Kik, W. Project INFRA-RADIAL – bodies for axle loads of 25 t – test and simulation / W. Kik, D. Scholdan, J. Stephanides // Сб. науч. статей. – СПб.: ПГУПС, 2009. – С. 126-128.
9. Research of Friction Indices Influence on the Freight Car Dynamics / S. Myamlin, L. Neduzha, O. Ten, A. Shvets // ТЕКА Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. Vol. 13, No 4. – Lublin-Rzeszów. – 2013. – P. 159-166.