

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ДИАМЕТРОВ ПЯТНИКОВ И ПОДПЯТНИКОВ ГРУЗОВОГО ВАГОНА НА ЕГО ДИНАМИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА

Приведены результаты исследования влияния увеличения диаметров пятников и подпятников грузового вагона со стандартными и комплексно модернизированными тележками на его динамические качества. Показано, что увеличение диаметров элементов пятникового узла незначительно улучшает показатели динамических качеств вагона, но уменьшает углы боковой качки кузова относительно надресорных балок тележек.

Приведені результати дослідження впливу збільшення діаметрів п'ятників та підп'ятників вантажного вагона зі стандартними та комплексно модернізованими візками на його динамічні якості. Показано, що збільшення діаметрів елементів п'ятникового вузла несуттєво покращує показники динамічних якостей вагона, але зменшує кути бічної качки кузова відносно надресорних балок візків.

The research results for the effects of increasing diameters of center plates and center bowls of the freight car with standard and completely refitted bogies on its dynamic properties are presented. It is shown that an increase in diameters of center plate elements improves moderately the dynamic properties of the car but decreases angles of body rolling in reference to bogie bolsters.

Безопасность движения грузового подвижного состава, скорость доставки грузов, уровень эксплуатационных расходов в значительной степени зависят от конструкции ходовых частей.

В течение последних 50-ти лет на железных дорогах Украины используются тележки серийной модели 18-100, которые имеют как преимущества (простота конструкции, технологичность в ремонте, невысокая стоимость изготовления), так и существенные недостатки (неудовлетворительные характеристики при вписывании в кривые, значительный износ колес и рельсов, склонность к самовозбуждению колебаний виляния во время движения на прямых участках пути, низкие динамические качества и др.).

Одним из основных направлений улучшения конструкции ходовых частей для грузовых вагонов, по которому в течение последних десятилетий в Украине интенсивно ведутся работы, является совершенствование отдельных узлов и элементов тележек модели 18-100.

Так, на основании теоретических и экспериментальных исследований Института технической механики Национальной академии наук Украины и Национального космического агентства Украины (ИТМ НАНУ и НКАУ) совместно с компанией «А. Стаки» (США) была разработана и предложена комплексная модернизация тележек грузовых вагонов модели 18-100, которая включает [1]: замену стандартных жестких скользунов с зазорами упругодиссипативными скользунами постоянного контакта для повышения степени связанности тележек с кузовом; установку клиньев из высокопрочного чугуна и замену фрикционных планок износостойкими планками для существенного уменьшения износа клиновой системы демпфирования колебаний (что позволяет значительно увеличить ресурс ее элементов); укладку в подпятнике полимерной прокладки, предназначенной для улучшения работы пятникового узла; использование вместо стандартного профиля колес специально разработанного в ИТМ НАНУ и НКАУ нового износостойкого профиля обода колес ИТМ-73 для уменьшения интенсивности износа колес и рельсов и облегчения вписывания вагонов в криволинейные участки пути.

Как показали экспериментальные исследования, такая модернизация по-

зволяет: на (20 – 40) км/ч увеличить диапазон эксплуатационных скоростей движения порожних грузовых вагонов; увеличить ресурс колес (по гребневому износу) в 2,5 – 3 раза, пятникового узла в 4 – 5 раз, клиновой системы демпфирования более чем в 10 раз; снизить затраты энергии на тягу благодаря уменьшению сил взаимодействия колес и рельсов и др.

Данная работа посвящена вопросу дальнейшего совершенствования конструкции проблемных узлов трехэлементных тележек.

Известно, что, как правило, разрабатываемые в России и Украине новые тележки для грузовых вагонов с повышенной грузоподъемностью имеют увеличенные по сравнению с серийной тележкой диаметры пятника и подпятника для снижения износа их рабочих контактных поверхностей. Так, для вагонов с нагрузкой от оси на рельсы 25 тс диаметры пятников и подпятников увеличены с 300 до 350 мм. Это вагоны с тележками моделей 18-194-1 (ОАО «НПК «Уралвагонзавод»), 18-9800 (ОАО «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава», г. Коломна), 18-9836 (Motion Control, разработка американской компании ASF-Keystone), 18-9855 (Barber S-2-R, разработка американской компании Standart Car Truck), 18-7033 (ПАО «Крюковский вагоностроительный завод») и 18-4129 (ОКБ ООО «София-Инвест») [2, 3].

Уменьшить износ поверхностей контакта пятника и подпятника за счет увеличения их диаметров можно также и в вагонах со стандартными тележками модели 18-100. Так, увеличение диаметра пятника на 50 мм при неизменной грузоподъемности вагона (нагрузка от оси на рельсы 23 тс) дает возможность уменьшить распределенную нагрузку на зеркало пятника примерно на 15%.

Однако изменение диаметров плоских пят в тележках влечет за собой изменение моментов, действующих на кузов и надрессорные балки в моменты перевалки кузова, что, в свою очередь, может оказывать влияние на динамические качества вагона, особенно в условиях повышенных скоростей движения экипажа.

В работе выполнены исследования по оценке влияния увеличения диаметра элементов пятникового узла грузовых вагонов со стандартными и комплексно модернизированными тележками на их динамические качества.

Для моделирования движения грузового вагона использовался программный комплекс «Универсальный механизм». Модель грузового вагона представлена в виде механической системы, состоящей из 23 твердых тел (кузова, двух надрессорных балок, четырех боковых рам, четырех скользунов, четырех колесных пар и восьми клиньев), соединенных упругодиссипативными элементами.

Исследовались колебания порожних вагонов, оборудованных стандартными тележками модели 18-100 и комплексно модернизированными тележками со скользунами постоянного контакта моделей PLP-5600 и ISB-12C (RB27), при движении экипажей со скоростями 80, 100 и 120 км/ч по прямым участкам пути хорошего состояния. В расчетах задавались следующие значения диаметров пятников и подпятников: 300, 350, 400, 450 и 500 мм. Рассматривались вагоны с сильноизношенными профилями колес (толщины гребней 27 мм). Анализировались зависимости от величины диаметра пятника d максимальных значений нормируемых показателей динамических качеств вагонов: вертикальных \ddot{z}_D и горизонтальных \ddot{y}_D ускорений пятника в долях g ; рамных сил H_p в долях осевой нагрузки P_0 ; коэффициента вертикальной ди-

намики кузова $K_{ДК}$, а также ненормируемого угла боковой качки θ кузова вагона относительно наддресорной балки тележки.

На рис. 1 приведены зависимости от диаметров пятника и подпятника нормируемых показателей экипажей при скорости движения 120 км/ч. На

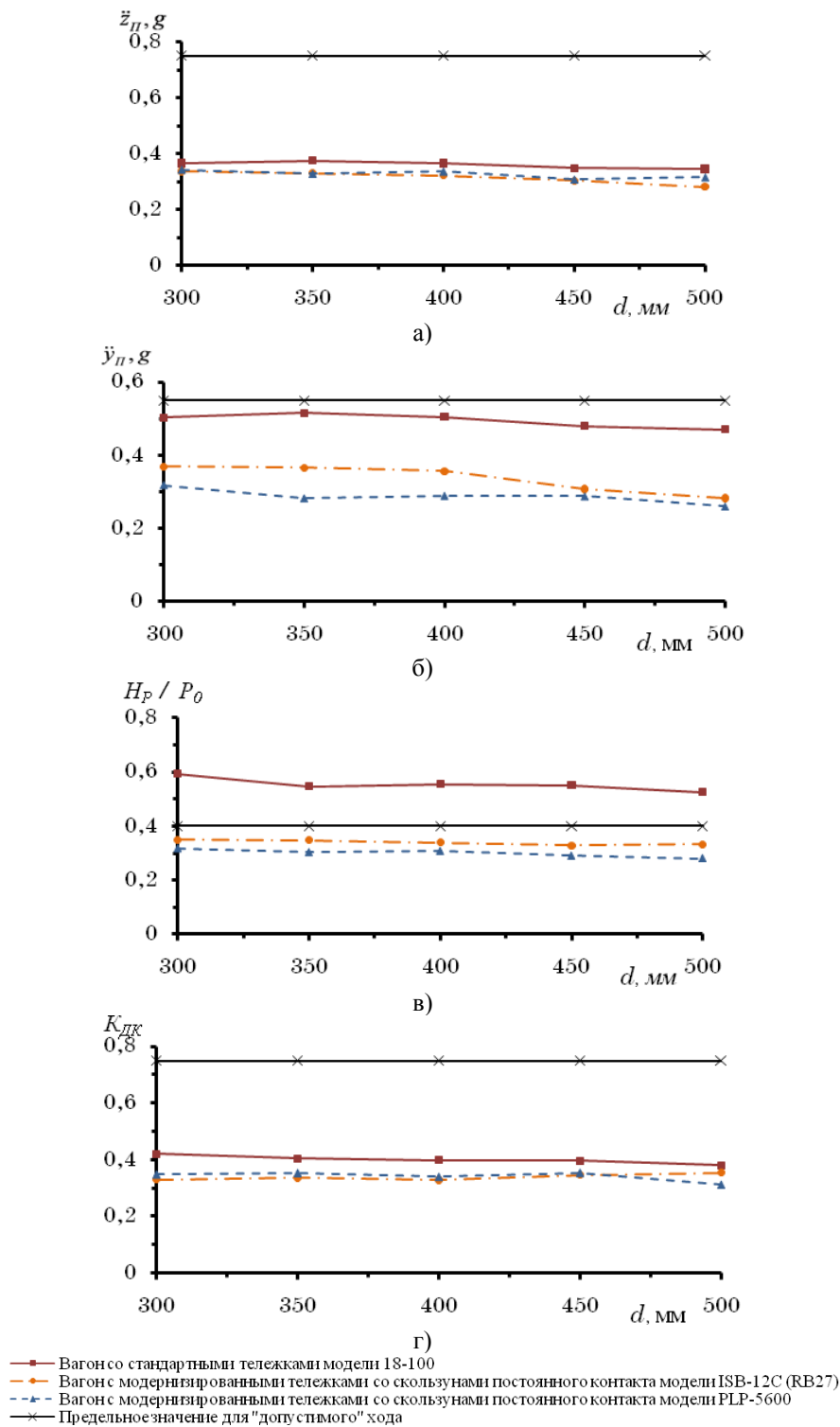


Рис. 1 – Зависимости от диаметра пятника нормируемых показателей порожних экипажей при скорости движения 120 км/ч

рис. 1,а – максимальных значений вертикальных ускорений пятника в долях g , на рис. 1,б – максимальных значений горизонтальных ускорений пятника в долях g , на рис. 1,в – равных сил в долях осевой нагрузки, на рис. 1,г – коэффициента вертикальной динамики кузова.

Как видим, увеличение диаметров пятника и подпятника с 300 мм до 500 мм у вагона с модернизированными тележками приводит к незначительному улучшению показателей его динамических качеств: значения показателей снижаются в среднем на 5 – 10%. У вагона со стандартными тележками модели 18-100 такое же увеличение диаметров d оказывает более существенное влияние: значения его динамических показателей уменьшаются в среднем на 10 – 20%.

Следует отметить, что у вагонов со стандартными тележками модели 18-100 показатели динамики в горизонтальном направлении (см. рис. 1,б и рис.1,в) значительно выше, чем вагонов, оборудованных комплексно модернизированными тележками. Более того, показатель H_P/P_0 у вагона со стандартными тележками при всех рассмотренных значениях диаметра пятника превысил допустимые значения, в то время как у вагонов с модернизированными тележками этот показатель находится ниже допустимого уровня.

Оценено влияние изменения диаметров пятника и подпятника на угол боковой качки θ кузова вагона относительно надрессорной балки тележки.

Установлено, что увеличение диаметров пятников и подпятников грузового вагона оказывает значительное влияние на угол боковой качки кузова вагона относительно надрессорной балки.

На рис. 2 показаны зависимости максимальных значений угла θ при

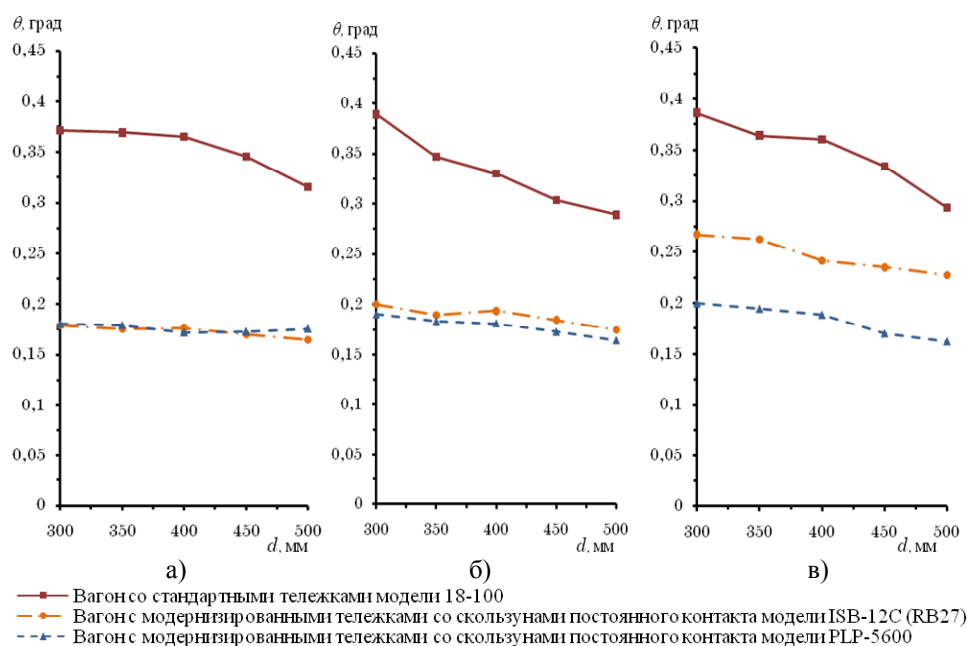


Рис. 2 – Зависимости от диаметра пятника угла боковой качки порожних экипажей скоростях движения вагонов 80 (рис.2,а), 100 (рис.2,б) и 120 км/ч (рис. 2,в).

Анализ этих результатов показал, что существенное влияние на угол боковой качки вагона оказывает прежде всего модернизация тележек, которая позволяет уменьшить этот угол почти в два раза. Увеличение диаметров пят-

ника и подпятника также способствует уменьшению угла боковой качки θ , но в значительно меньшей степени. Так, с изменением диаметра d с 300 мм до 500 мм у вагона с модернизированными тележками максимальный угол θ заметно уменьшается только при максимальной скорости движения 120 км/ч, причем не более чем на 15%. При тех же изменениях параметра d у вагона со стандартными тележками наблюдается снижение значений анализируемого угла при всех рассмотренных скоростях движения вагона до 25%.

Исходя из приведенных выше результатов, можно сделать вывод, что увеличение диаметров пятников и подпятников вагона незначительно улучшает нормируемые показатели динамических качеств вагона. Вместе с тем, оно положительно влияет на изменение ненормируемого угла боковой качки вагона, способствуя его уменьшению.

1. Ушкалов В. Ф. Комплексная модернизация ходовых частей грузовых вагонов / В. Ф. Ушкалов, Т. Ф. Мокрый, И. Ю. Мальшева, И. А. Мащенко, С. С. Пасичник // Вагонный парк. – 2007. – № 2. – С. 18 – 22.
2. Ушкалов В. Ф. Сравнительный анализ динамических показателей полувагонов нового поколения с нагрузкой от оси на рельсы 245 кН при использовании разных типов тележек / В. Ф. Ушкалов, Т. Ф. Мокрый, И. Ю. Мальшева, И. А. Мащенко, Л. С. Заславский, А. А. Радзиховский, П. Вайк // Техническая механика. – 2009. – №3. – С. 26 – 30.
3. Бороненко Ю. П. Инновации в тележках грузовых вагонов: реальность и перспективы / Ю. П. Бороненко, Е. А. Рудокова, А. М. Орлова // Наука и транспорт. – 2009. – С. 14 – 17.

Институт технической механики
НАН Украины и НКА Украины,
Днепропетровск

Получено 15.10.12,
в окончательном варианте 15.10.12