

W.M. GREGG HANSEN, A. Stucki Company, Pittsburgh (USA)  
А.Д. ЛАШКО, Укрзалізниця (Україна),  
В.Ф. УШКАЛОВ, чл.-корр. НАН України, ИТМ НАНУ (Україна)  
Т.Ф. МОКРИЙ, канд. техн. наук, ИТМ НАНУ (Україна)  
И.Ю. МАЛЫШЕВА, канд. техн. наук, ИТМ НАНУ (Україна)  
И.А. МАЩЕНКО, канд. техн. наук, ИТМ НАНУ (Україна)

## КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕЛЕЖЕК 18-100 ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ИЗНОСА КОЛЕС И ПОВЫШЕНИЯ ХОДОВЫХ КАЧЕСТВ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

Через теоретичні та експериментальні дослідження запропонована комплексна модернізація стандартних (модель 18-100) візків вантажних вагонів, що дозволяє підвищити їх максимальну експлуатаційну швидкість на 30...40 км/год, збільшити ресурс елементів системи демпфірування коливань у ресорному підвішенні в 5...10 разів, помітно зменшити інтенсивність зносу елементів п'ятникового вузла, приблизно в 2 рази понизити знос гребенів коліс, завдяки зменшенню сил взаємодії пари «колесо-рейка» знизити витрати енергії на тягу поїздів.

На основании теоретических и экспериментальных исследований предложена комплексная модернизация стандартных (модель 18-100) тележек грузовых вагонов, позволяющая повысить их максимальную эксплуатационную скорость на 30...40 км/ч, увеличить ресурс элементов системы демпфирования колебаний в ресорном подвешивании в 5...10 раз, заметно уменьшит интенсивность износа элементов пятникового узла, примерно в 2 раза понизит износ гребней колес, благодаря уменьшению сил взаимодействия пары «колесо-рельс» снизит затраты энергии на тягу поездов.

Based on theoretical and experimental studies, combined retrofit of standard (18-100) freight-car trucks is proposed. This retrofit makes it possible to increase the maximum running speed by 30 to 40 km/h, to extend the service life of damping system elements of bolster suspension by a factor of 5 to 10, to reduce substantially the center plate arrangement wear intensity, to decrease the wheel flange wear nearly by a factor of 2, to reduce traction power consumption by decreasing the wheel/rail interaction.

Грузовые вагоны Украины и других стран СНГ оборудованы в основном трехэлементными тележками модели 18-100. Конструкция этих тележек довольно простая и стоимость производства невелика. Однако невысокое качество сборки этих тележек, а также определенные конструктивные недостатки, такие, например, как склонность к самовозбуждению колебаний виляния, несовершенная фрикционная система демпфирования, устаревший профиль обода колеса и др., привели к тому, что в эксплуатации тележки 18-100 стали слишком «дорогими». По мере износа колес наблюдается резкое снижение критической скорости движения порожних грузовых вагонов (со 100...120 км/ч при неизношенных колесах до 60...70 км/ч при изношенных колесах). Потеря устойчивости экипажа приводит к повышенному износу элементов ходовых частей и верхнего строения пути. При этом возможны нарушения условий безопасности движения, сходы с рельсов. К недостаткам следует отнести также потребность в частых ремонтах элементов кли-

новой системы демпфирования и переточках колесных пар из-за предельного износа гребней.

В связи с этим возникла необходимость замены тележек модели 18-100 или существенно лучшими новыми (что было бы очень эффективно, но на это нужны десятки лет и большие финансовые затраты), или на первом этапе – модернизированными трехэлементными тележками с сохранением основных наиболее металлоемких элементов модели 18-100 и введением нескольких узлов (элементов) модернизации.

На основании результатов теоретических и экспериментальных исследований предложен вариант комплексной модернизации тележек модели 18-100, которая заключается в изменении профиля колес (разработка Украины, рис. 1,а) и использовании трех элементов компании А. Стаки (США): боковых упруго-катковых скользунгов постоянного контакта (рис. 1,б), усовершенствованной клиновой системы (износостойких фрикционных планок и фрикционных клиньев с упругими полиурета-

новыми накладками на наклонных поверхностях, рис.1,в), эластомерных прокладок между пятником и подпятником (рис. 1,г).

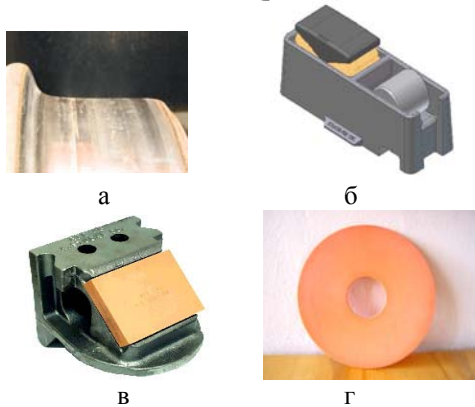


Рис. 1

Боковые скользуны предназначены для гашения колебаний боковой качки и виляния тележки относительно кузова (повышения критической скорости вагона), изменения в клиновой системе демпфирования – для уменьшения износа и увеличения ресурса ее элементов, эластомерные прокладки между пятником и подпятником – для улучшения работы пятникового узла и уменьшения его износа, колеса с новым нелинейным профилем – для снижения интенсивности износа колес и рельсов и облегчения вписывания вагонов в криволинейные участки пути.

В результате теоретических исследований определены рациональные параметры [1] боковых упругодиссипативных скользунов, использование которых позволяет эффективно гасить колебания виляния тележки и тем самым повысить (примерно на 30...40 км/ч) критические скорости грузовых вагонов, улучшить их динамические качества.

Для различных типов грузовых вагонов из ряда моделей боковых скользунов постоянного контакта, изготовленных по технологии компании А. Стаки, выбирались скользуны с параметрами, наиболее близкими к рациональным. Рассматривались колончатые упругие (ССВ) и упруго-катковые (CDA) модели скользунов с увеличенным до 16 мм ходом, а также упруго-катковые скользуны ISB-12. При этом исследовались варианты колончатых скользунов, которые отличаются величиной силы предварительного сжатия, а именно ССВ-4500 и CDA-4500 (номинальная сила сжатия 20,4 кН), ССВ-6000 и CDA-6000 (сила сжатия 27,2 кН). Кроме того, рассматривалась возможность применения скользунов ISB-12 (сила сжатия 24,5 кН) без катков.

Анализировалось влияние использования указанных скользунов на величину критической скорости и динамические качества разных типов грузовых вагонов (полувагон, крытый вагон, платформа и др.). При расчетах их база и масса тары варьировались в диапазонах, охватывающих значения масс и баз, существующих в отечественном парке грузовых вагонов данного типа. В целях обеспечения безопасности движения вагонов при применении конкретной модели скользунов проверялось выполнение требования отсутствия их обезгруживания.

На основании анализа результатов расчетов, а также с учетом ограничений по весу порожнего вагона для возможности реализации установочной высоты скользунов, данных экспериментальных исследований и опыта эксплуатации различных моделей скользунов на американских железных дорогах [2] получено, что в разных типах грузовых вагонов целесообразно применять различные модели скользунов компании А. Стаки. Для примера на рис. 2 показаны зависимости максимальных амплитуд хода упруго-катковых скользунов разных типов от массы тары крытого вагона при его вписывании в круговую кривую радиуса 300 м.

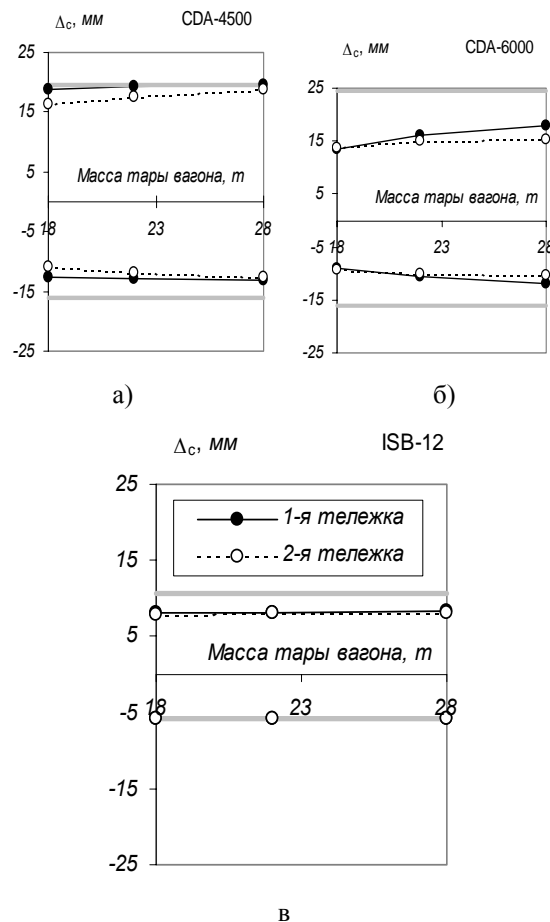


Рис. 2

Отрицательные значения соответствуют ходу вниз от состояния статического нагружения (т.е. дополнительному сжатию упругих элементов скользунов), положительные – ходу вверх. Сплошными серыми линиями, параллельными оси абсцисс, показаны предельные значения деформаций (от состояния статического нагружения) упругих элементов скользунов: в верхней части графиков это величина их предварительного статического сжатия, в нижней части – величина зазора между износостойкой планкой и катком. Как видно, в крытых вагонах скользуны CDA-4500 близки к полному обезгруживанию (рис. 2,а), что связано с более высоким расположением центра масс у данного типа экипажей. В этих вагонах целесообразно применять скользуны CDA-6000, поскольку они имеют больший ход до полного обезгруживания (рис. 2,б), или скользуны ISB-12, имеющие более жесткие упругие элементы (рис. 2,в).

Следует отметить, что применение скользунов А. Стаки в сочетании со стандартным (для стран СНГ) профилем колес позволяет значительно улучшить динамические качества вагона, но по сравнению с использованием серийного варианта жестких скользунов несколько повышает износ колес, который на отечественных железных дорогах и без того очень большой. Существенно уменьшить износ пары «колесо – рельс» и создать благоприятные предпосылки для эффективного применения устройств А. Стаки на тележках модели 18-100 позволяет разработанный в Украине износостойкий профиль обода колес ИТМ-73. На рис. 3 для сравнения приведены обобщенные показатели износа колес серийного полувагона и полувагонов с модернизированными устройствами А. Стаки тележками, имеющими колеса со стандартным профилем обода и профилем ИТМ-73. Показатель износа определяется как удельная работа сил трения в контакте пары «колесо – рельс». Обобщенный показатель учитывает износ колес, полученный при исследовании движения порожних и груженых экипажей по прямым и криволинейным отрезкам пути, а также их долевое соотношение на участке Кривой Рог – Ужгород. Как видим, наиболее целесообразным является одновременное использование устройств А. Стаки и износостойкого профиля колес ИТМ-73.

На интенсивность износа колес вагонов с разными базами влияет величина сдвиговой жесткости  $K_S$  упругих элементов скользунов в продольном направлении. На рис. 4 приведены

зависимости от изменения базы показатели износа колес при вписывании в кривую радиуса 300 м груженого полувагона, оборудованного скользунами с разной жесткостью  $K_S$ . Пределы изменения величины  $K_S$  соответствуют данным для скользунов А. Стаки. Как видим, у вагонов с удлиненной базой при применении скользунов с повышенной сдвиговой жесткостью износ колес существенно возрастает.

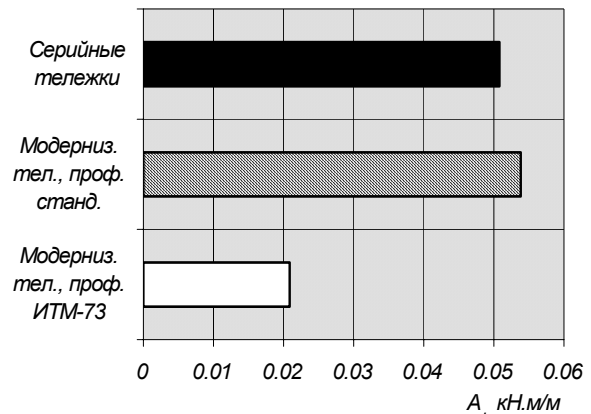


Рис. 3

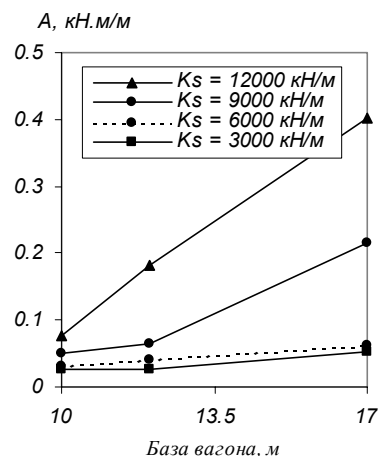


Рис. 4

Изменения в системе демпфирования тележки модели 18-100 заключаются в использовании износостойких фрикционных планок и клиньев с полиуретановыми накладками на наклонных поверхностях. Введение упругих накладок позволяет во много раз понизить износ наклонных поверхностей контактной пары «фрикционный клин – надрессорная балка» и практически исключить, как показано в [1], явление «jamming» (заедание) в грузовой тележке.

Украинским научно-исследовательским институтом вагоностроения, Днепропетровским национальным университетом железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна и Институтом технической механики НАН Ук-

раины и НКА Украины проведены ходовые динамические и эксплуатационные сравнительные испытания типовых полувагонов и полувагонов с комплексно модернизированными тележками (использовались скользуны модели ISB-12). Получены многочисленные записи колебаний при разных скоростях движения порожних и груженых полувагонов с различным износом колес во время ходовых испытаний по

прямым и криволинейным участкам пути. Из анализа этих записей следует существенное преимущество вагонов с модернизированными тележками (по сравнению с серийным вагоном), которое выражается в значительно более низкой интенсивности боковых колебаний и колебаний виляния, особенно при повышенных скоростях движения экипажей.

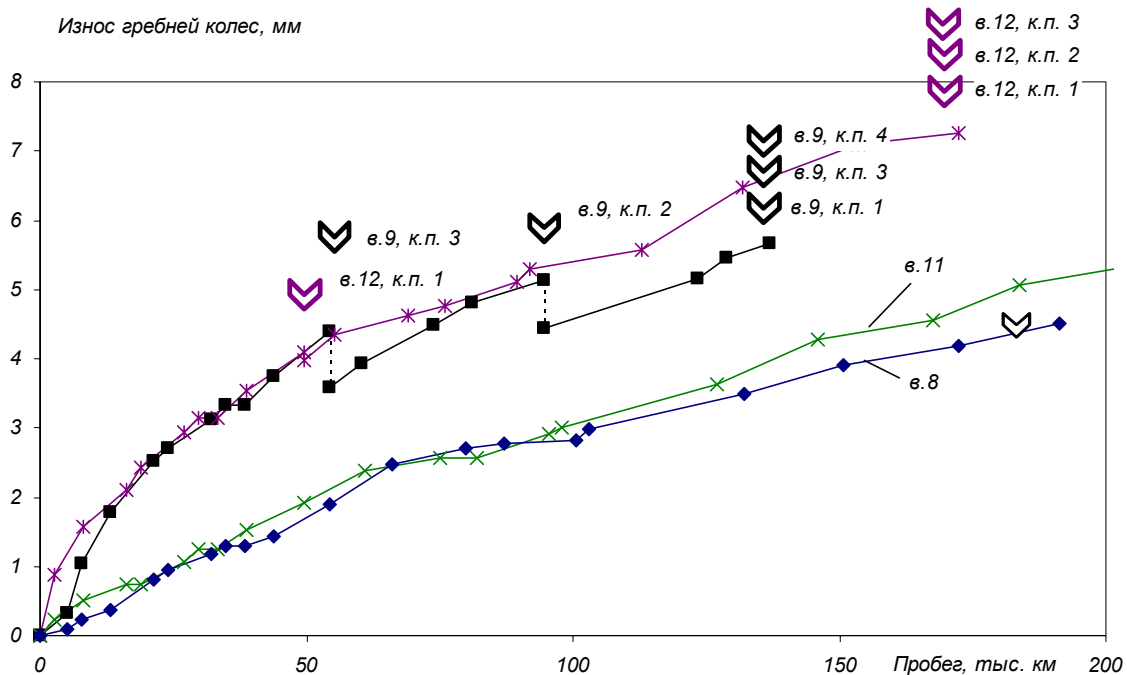


Рис. 5

Данные по износу колес опытных полувагонов (рис. 5) с типовыми (вагон 12) и модернизированными (вагоны 8,9,11) тележками в поезде на маршруте Кривой Рог – Кошице свидетельствуют о том, что применение колес с профилем ИТМ-73 (в. 8, 11) позволяет существенно (более чем в 2 раза) уменьшить интенсивность износа гребней по сравнению со стандартными колесами (в. 9, 12). При пробеге около 200 тыс. км ни одна колесная пара (к.п.) с нелинейным профилем обода ИТМ-73 опытных вагонов с модернизированными тележками не поступала в переточку, в то время как все колесные пары со стандартным профилем обода в опытных вагонах перетачивались, причем некоторые по несколько раз (на рис. 5 замены или переточки к.п. отмечены знаком  $\nabla$ ).

Кроме того, у вагонов с модернизированными тележками, оборудованными колесами с профилем ИТМ-73, износ пятниковых узлов почти на порядок ниже, чем в случае использования стандартных колес (рис. 6).

На рис. 7 показано изменение критериев качества вагонов с модернизированными тележками относительно критериев типового вагона при применении каждого элемента модернизации в отдельности, а также всех вместе. Как видим, использование лишь клиньев с накладками значительно повышает ресурс элементов тележки, но несколько снижает запас устойчивости хода вагона. Применение лишь скользунов постоянного контакта приводит к существенному повышению устойчивости движения вагона, увеличению ресурса элементов тележки, но несколько повышает износ колес. Использование износоустойчивого профиля колес позволяет существенно уменьшить их износ, повысить ресурс колесных пар, но может понизить устойчивость движения экипажа. И только при использовании всех указанных элементов модернизации вместе имеем существенный одновременный выигрыш, а именно:

- возможность увеличения диапазона эксплуатационных скоростей движения порожних грузовых вагонов на 30...40 км/ч;

– увеличение запаса устойчивости вагонов против схода с рельсов, т. е. повышение безопасности движения при сохранении ограничений на скорость движения;

– увеличение ресурса элементов системы демпфирования колебаний в рессорном подвешивании примерно в 5...10 раз;

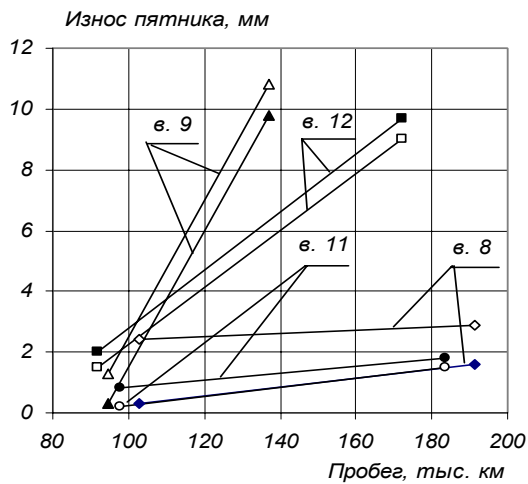
– эффективное гашение колебаний виляния и боковой качки;

– полное исключение явления «jamming» во фрикционной системе демпфирования;

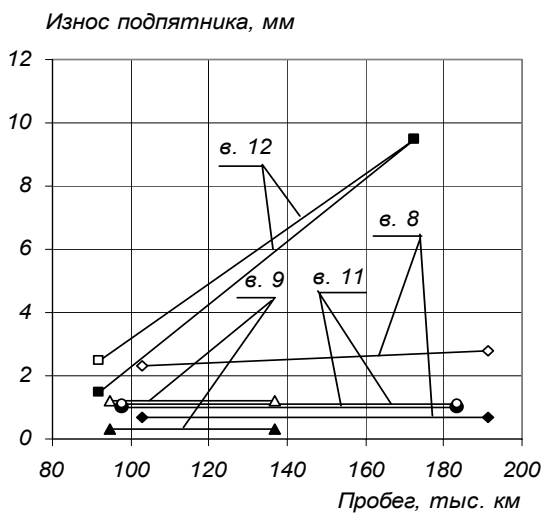
– значительное снижение износа контактирующих поверхностей колес и рельсов, увеличение ресурса колесных пар по износу гребней колес более чем в 2 раза;

– заметное уменьшение износа элементов пятникового узла;

– уменьшение затрат энергии на тягу благодаря уменьшению сил взаимодействия колес с рельсами.



а



б

Рис. 6

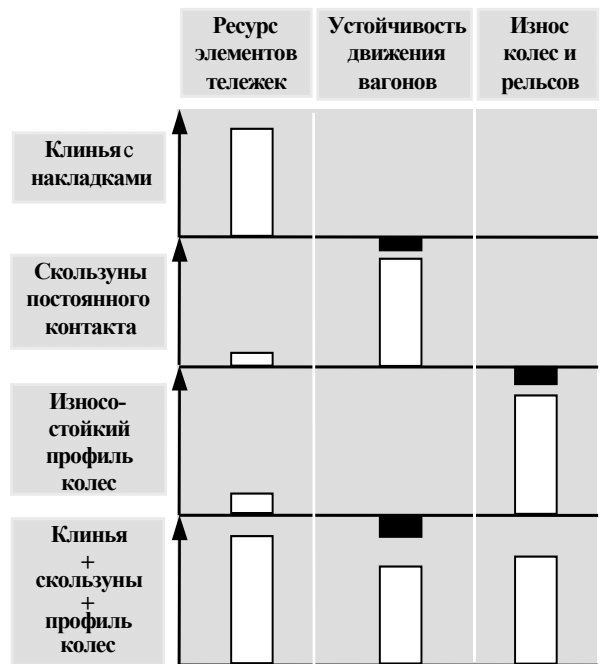


Рис. 7

Стоимость элементов модернизации составляет примерно 4% от стоимости нового вагона (при покупке устройств компании А. Стаки в США с учетом затрат на транспортировку через океан). При производстве их в России или Украине этот процент будет еще ниже.

Вагоны с модернизированными тележками могут успешно эксплуатироваться с повышенными скоростями движения, в частности, на магистралях международных транспортных коридоров. Кроме того, их также целесообразно эксплуатировать и с существующими скоростями движения (вместо типовых вагонов), так как, при прочих равных условиях, они имеют больший запас устойчивости хода.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ушкалов В.Ф., Мокрий Т.Ф., Жечев М.М., Серебряный И.О., Малишева И.Ю. Модернізація ходових частин вантажних вагонів // Залізничний транспорт України. – 2003. – № 5. – С. 33-36.
2. Her D., Walker R. Good stability or steering? // Railway Age. – 2003. – April. – P. 46-47.