

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДИАГОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ БОКОВЫМИ РАМАМИ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ТЕЛЕЖКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ДИНАМИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ПОЛУВАГОНА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Определены рациональные значения жесткости диагональных связей между боковыми рамами перспективной тележки для улучшения динамических качеств экипажа и снижения износа колес.

Визначені раціональні значення жорсткості діагональних зв'язків між бічними рамами перспективного візка для поліпшення динамічних якостей екіпажу і зниження зносу коліс.

The rational values of stiffness of diagonal braces between side frames of the promising truck to improve the dynamic properties of the vehicle and the wheel wear reduction are defined.

Повышение скоростей движения и увеличение объемов железнодорожных перевозок требуют совершенствования парка отечественных грузовых вагонов, в частности их ходовых частей. Один из подходов, которому в настоящее время в мире уделяется особое внимание – это применение в тележке различных способов соединения боковых рам и колесных пар, что оказывает влияние на устойчивость движения и способность к вписыванию в криволинейные участки пути [1].

Объектом настоящих исследований является полувагон нового поколения (нагрузка от оси на рельс 245 кН), оборудованный тележками перспективной конструкции. Отличия новой тележки от серийной тележки модели 18-100 заключаются в наличии боковых упруго-диссипативных скользунов постоянного контакта в узлах опирания кузова на тележки (вместо жестких скользунов с зазорами), билинейной упругой характеристики центрального рессорного подвешивания (вместо линейной), адаптеров с упруго-диссипативными элементами в буксовых узлах и дополнительных диагональных связей между боковыми рамами.

Оценим влияние жесткости  $K_{СВ}$  диагональных связей между боковинами тележки на показатели динамических качеств вагона нового поколения. Расчетные возмущения, действующие на экипаж со стороны пути, подобраны с учетом экспериментальных данных о динамических показателях серийного полувагона, полученных на скоростном полигоне Белореченская – Майкоп (Россия) [2]. Полагалось, что полувагон оборудован колесами со стандартным профилем обода. Рассматривались неизношенные колеса (толщина гребня 33 мм) и изношенные в результате эксплуатации до толщины гребней 29 мм (среднеизношенные колеса).

Значение жесткости диагональных связей  $K_{СВ}$  варьировалось в широких пределах, а именно: от 0, что соответствует отсутствию диагональных связей в тележке, до 200000 кН/м, что эквивалентно абсолютно жесткой связи боковых рам тележки между собой. Как показали расчеты, жесткость диагональных связей между боковыми рамами тележки практически не влияет на показатели динамических качеств экипажа в вертикальной плоскости, поэтому далее будем анализировать только динамические показатели в горизонтальной плоскости. Оценивались нормируемые [3] показатели (горизонтальные поперечные ускорения пятников кузова  $\ddot{y}_П$  в долях ускорения свободного падения  $g$  и рамные силы  $H_P$  в долях осевой нагрузки  $P_0$ ) и ненормируемые

(углы поворота кузова относительно тележки при вилянии  $V_T$  и углы виляния колесных пар  $\psi_{КП}$ ).

Результаты расчетов для груженого полувагона нового поколения, оборудованного неизношенными или среднеизношенными колесами, приведены соответственно на рис. 1, 2 (характер аналогичных зависимостей для порожнего полувагона практически такой же). На рисунках линии снизу вверх (от линий с маркерами «кружок» до линий с маркерами «прямой крестик») соответствуют скоростям движения от 40 до 200 км/ч (шаг 40 км/ч); нанесены также допустимые уровни для «отличного» и «хорошего» хода вагона и предельно допустимые значения показателей. Как видно из анализа рис. 1, 2, уровни показателей динамических качеств рассматриваемых экипажей в горизонтальной плоскости снижаются с ростом значения жесткости диагональных связей  $K_{СВ}$ . Наиболее существенное уменьшение нормируемых динамических показателей груженого вагона наблюдается при увеличении  $K_{СВ}$  от 0 до 5000 кН/м. Уровни показателей  $V_T$  и  $\psi_{КП}$  чувствительны к изменению жесткости диагональных связей в несколько большем диапазоне (0 - 10000 кН/м). Однако при увеличении  $K_{СВ}$  от 5000 до 10000 кН/м их значения снижаются уже не столь существенно.

С учетом допустимых нормативных значений уровней динамических показателей грузового вагона нижнюю границу жесткости  $K_{СВ}$  целесообразно принимать не меньше 5000 кН/м. При этом, если вагон предназначен для эксплуатации со скоростями не выше 120 км/ч, его динамические показатели в груженом состоянии обеспечиваются на уровне «хорошего» хода, в порожнем – на уровне «отличного» хода. При максимальных скоростях движения полувагона выше 120 км/ч значения горизонтальных поперечных ускорений кузова груженого вагона в рассмотренном диапазоне скоростей превышают уровень «хорошего» хода, однако остаются значительно ниже предельно допустимых значений. Для порожнего экипажа этот показатель не превышает уровень «хорошего» хода. Показатель  $H_P / P_0$  как для груженого, так и порожнего вагона остается на уровне «отличного» хода.

Для оценки эффективности введения диагональных связей между боковыми рамами тележки выполнено сравнение (рис. 3 – 6) динамических показателей, полученных при движении по прямому участку пути «хорошего» состояния с разными скоростями полувагона нового поколения, оборудованного тележками перспективной конструкции при наличии диагональных связей (с жесткостью  $K_{СВ}=5000$  кН/м, линии с маркерами «залитый кружок») и при их отсутствии (линии с маркерами «прозрачный кружок»), а также серийного полувагона с тележками модели 18-100 (линии с маркерами «залитый треугольник»). На рис. 3, 4 приведены результаты расчетов для груженных и на рис. 5, 6 для порожних полувагонов с неизношенными (рис. 3, 5) и среднеизношенными (рис. 4, 6) стандартными колесами.

Анализ результатов показал, что введение дополнительных диагональных связей между боковыми рамами перспективной тележки приводит к снижению уровней показателей динамических качеств исследуемого полувагона в горизонтальной плоскости, причем более существенному (в несколько раз) при высоких скоростях движения экипажа.

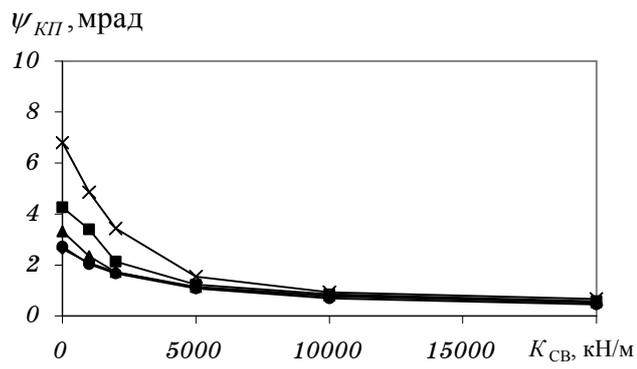
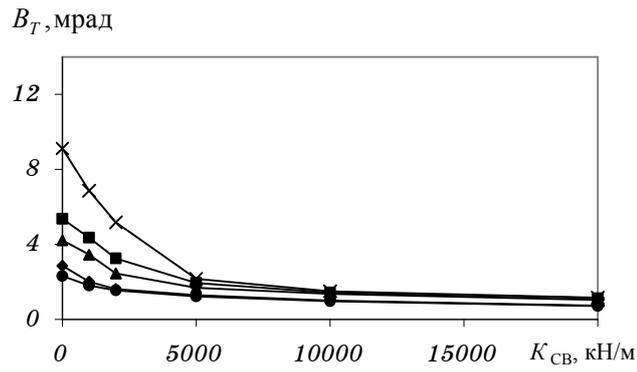
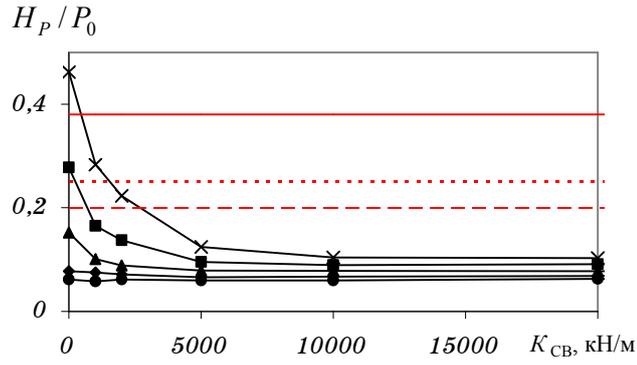
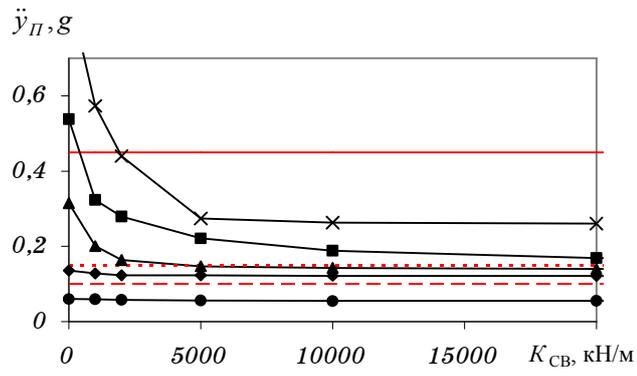


Рис. 1

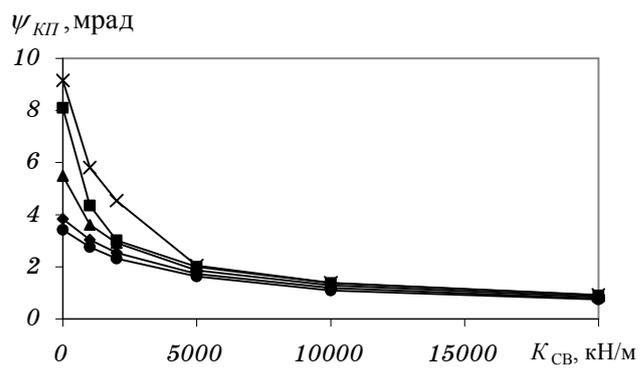
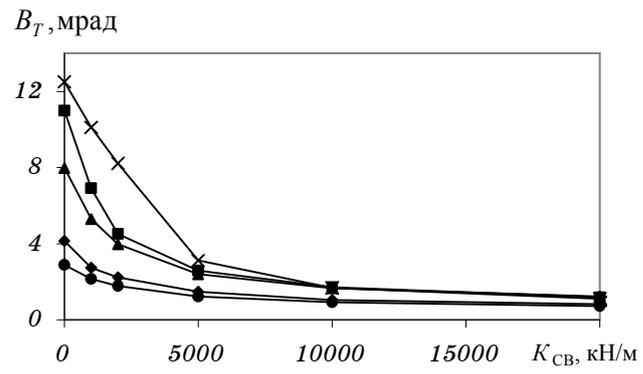
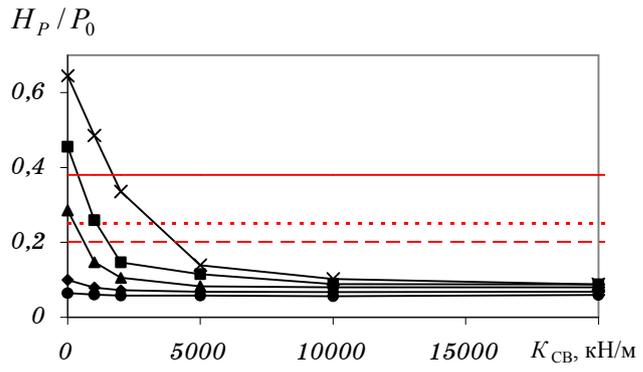
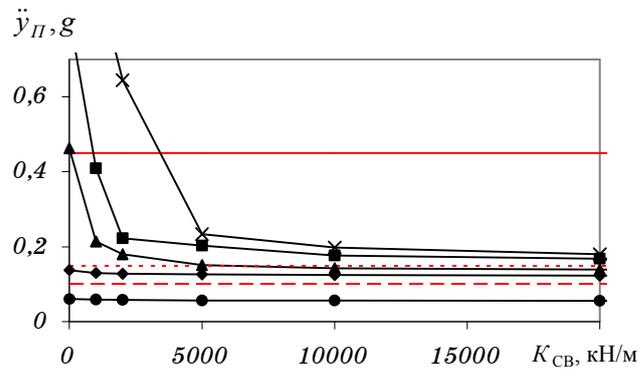


Рис. 2

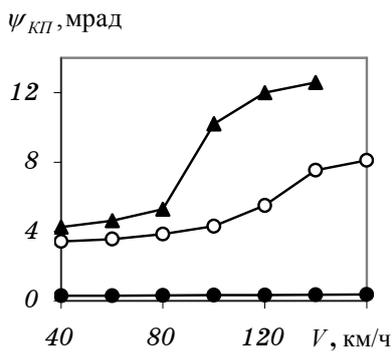
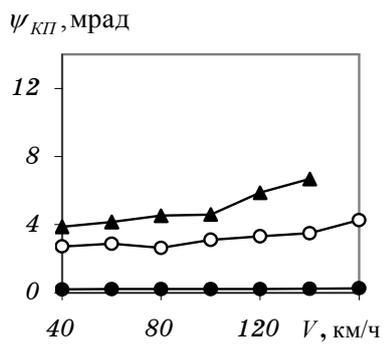
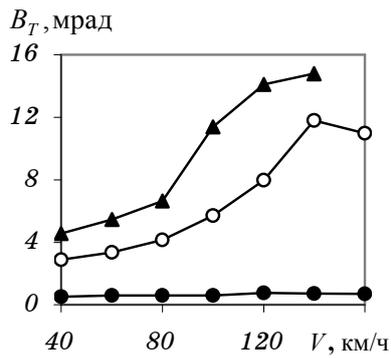
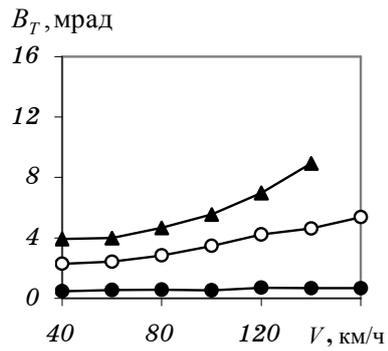
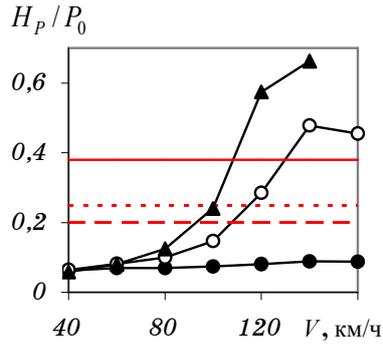
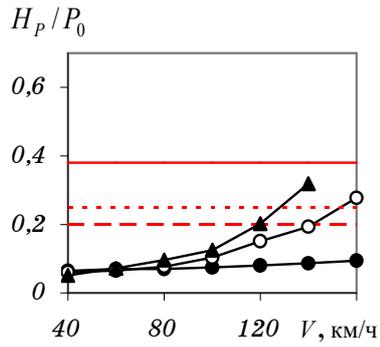
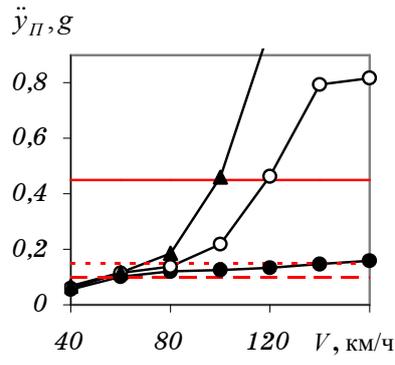
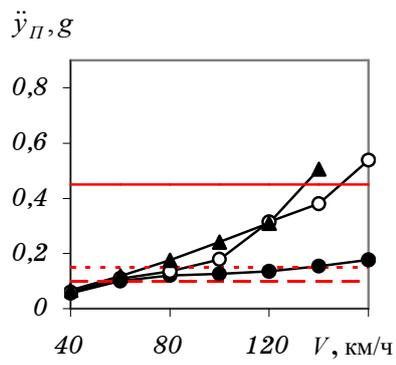


Рис. 3

Рис. 4

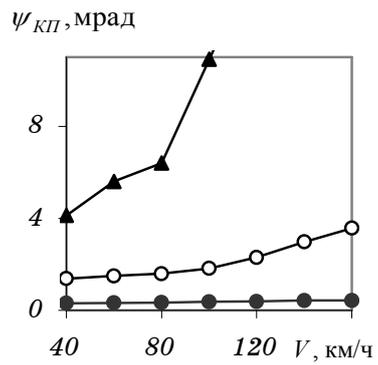
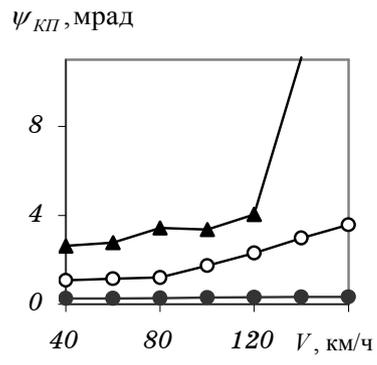
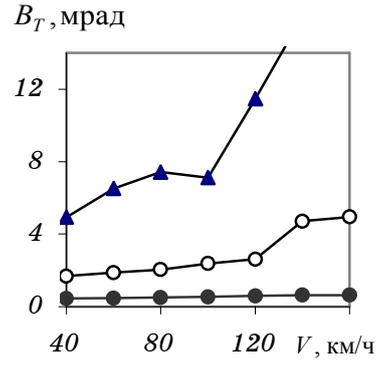
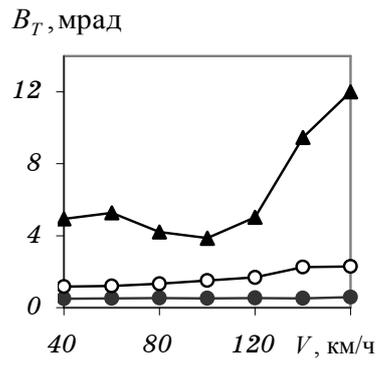
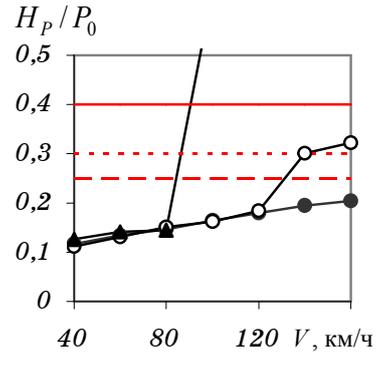
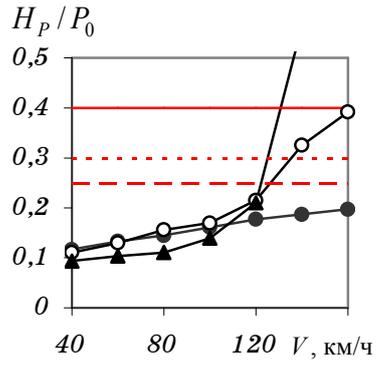
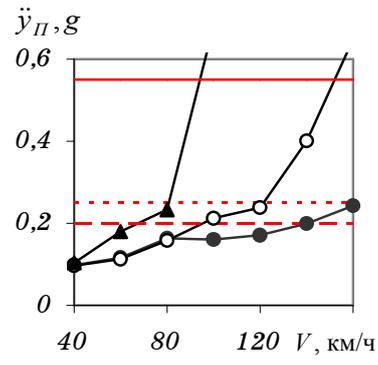
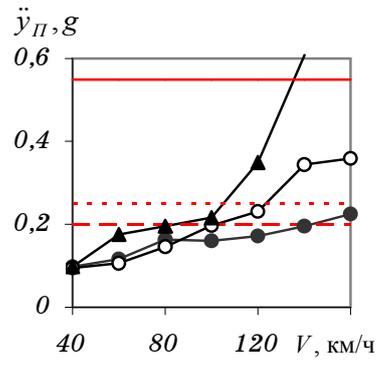


Рис. 5

Рис. 6

Так, у груженого полувагона со среднеизношенными колесами горизонтальные поперечные ускорения пятников кузова  $\ddot{y}_П$  при отсутствии диагональных связей становятся больше уровня «хорошего» хода вагона при скоростях  $V$  выше 80 км/ч и превышают допустимое значение при  $V=120$  км/ч, в то время как при наличии диагональных связей эти показатели не превышают уровень «хорошего» хода вагона во всем рассмотренном диапазоне скоростей движения. Значения рамных сил  $H_P/P_0$  в случае использования тележек без диагональных связей превышают допустимое значение при  $V > 120$  км/ч, а при их наличии – значительно ниже уровня для «отличного» хода при любой скорости из принятого диапазона.

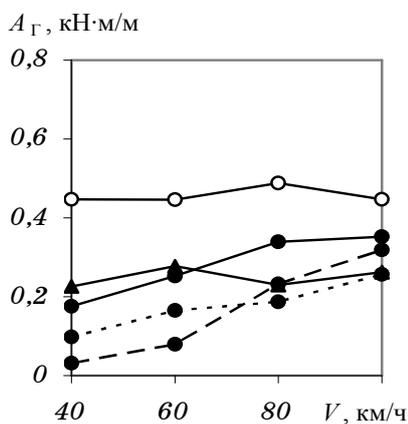


Рис. 7

На рис. 7 приведены показатели  $A_G$  гребневого износа неизношенных стандартных колес вагона нового поколения и вагона-эталона при движении со скоростями 40 – 100 км/ч по крутой круговой кривой радиуса 300 м. Как видно из графиков, при отсутствии диагональных связей в перспективной тележке (сплошная линия с маркерами «прозрачный кружок») износ гребней неизношенных стандартных колес почти в 2 раза выше, чем в тележке модели 18-100 вагона-эталона (сплошная линия с маркерами «залитый треугольник»). При наличии диагональных связей гребневой износ колес в перспективной тележке существенно зависит от жесткости связей  $K_{CB}$ , причем с ее ростом износ снижается. Так, если при  $K_{CB}=5000$  кН/м (сплошная линия с маркерами «залитый кружок») износ колес несколько выше, чем в тележке модели 18-100, то, например, при  $K_{CB}=20000$  кН/м (штриховая линия с маркерами «залитый кружок») он значительно ниже, чем в тележке модели 18-100.

Таким образом, как показали выполненные исследования, оборудование полувагонов нового поколения перспективными тележками с дополнительными диагональными связями между боковыми рамами позволяет существенно улучшить динамические качества экипажа в горизонтальной плоскости, повысить безопасность его движения. Значение жесткости диагональных связей  $K_{CB}=5000$  кН/м можно считать нижней границей диапазона рациональных значений с позиций улучшения динамики экипажа. Однако при этом износ колес остается несколько выше, чем в тележке 18-100. Для получения эффекта и по снижению износа гребней колес значение жесткости  $K_{CB}$  должно быть больше указанной нижней границы, что может быть достигнуто определенным конструктивным решением. Без увеличения жесткости  $K_{CB}$  также можно получить уменьшение износа колес за счет применения износостойкого профиля обода вместо стандартного, например профиля ИТМ-73. Результаты расчета износа колес с профилем ИТМ-73 при отсутствии диагональных связей в перспективной тележке показаны на рис. 7 пунктирной линией с маркером «залитый кружок».

1. Ушкалов В. Ф. Исследование динамики грузового вагона с дополнительными связями между элементами ходовых частей / Ушкалов В. Ф., Серебряный И. А., Лапина Л. Г. // Техническая механика. – 2006. – № 1. – С. 26 – 31.
2. Ромен Ю. С. Динамические качества грузовых вагонов на тележках с осевыми нагрузками до 25 тс / Ромен Ю. С., Заверталюк А. В., Коваленко А. В. // Вестник ВНИИЖТ. – 2006. – № 1. – С. 21 – 26.
3. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). – Москва : ГосНИИВ – ВНИИЖТ, 1996. – 319 с.

Институт технической механики  
НАН Украины и НКА Украины,  
Днепропетровск

Получено 29.01.09  
в окончательном варианте 23.02.09