

### ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ГРЕБНЯ КОЛЕС НА ИХ ИЗНОС И ДИНАМИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА ГРУЗОВОГО ВАГОНА С МОДЕРНИЗИРОВАННЫМИ ТЕЛЕЖКАМИ, ОБОРУДОВАННЫМИ ДИАГОНАЛЬНЫМИ СВЯЗЯМИ

Выполнен анализ влияния толщины гребня неизношенных и изношенных колес на динамические качества и износ колес грузового вагона с комплексно модернизированными тележками и диагональными связями между боковыми рамами.

Виконано аналіз впливу товщини гребеня незношених та зношених коліс на динамічні якості та знос коліс вантажного вагона з комплексно модернізованими візками та діагональними зв'язками між боковими рамами.

The influence of unworn and worn wheels flange thickness on a dynamic performance and wear of the freight car wheels with complexly improved trucks and diagonal coupling between side frames is analyzed.

Современный железнодорожный парк грузовых вагонов Украины включает в себя более 12 тысяч грузовых вагонов, оборудованных комплексно модернизированными тележками по проекту С03.04.

Одним из путей дальнейшего совершенствования модернизации тележек может быть установка диагональных связей между боковыми рамами для уменьшения их забегания. В данной работе оценено влияние толщины гребня неизношенных и изношенных колес на динамические качества и износ колес полувагона с трехэлементными тележками модели 18-100, не только комплексно модернизированными [1], но и дополнительно оборудованными диагональными связями между боковыми рамами. Рассматривались колеса, имеющие профиль ИТМ-73 с разной толщиной гребней: 33, 31, 29 и 27 мм.

Типовые формы изношенных профилей ИТМ-73 описаны в статье [2]. Исследовалось взаимодействие таких колес с неизношенным рельсом Р65, имеющим подуклонку 1/20.

**Оценка влияния толщины гребня неизношенных и изношенных колес на динамические характеристики вагона.** Для анализа влияния толщины гребня колес на динамические характеристики полувагона с модернизированными тележками рассматривалось его движение в порожнем состоянии по прямым участкам пути со скоростями 60, 80, 100 и 120 км/ч. Динамические качества экипажа оценивались по нормируемым максимальным значениям вертикальных и поперечных горизонтальных ускорений пятников кузова, отнесенным к ускорению свободного падения ( $Z_{II}/g$ ,  $Y_{II}/g$ ), а также по значениям рамных сил в долях осевой нагрузки ( $H_p/P_o$ ). Результаты расчетов получены путем численного интегрирования дифференциальных уравнений колебаний экипажа с учетом вертикальных и горизонтальных поперечных неровностей пути, соответствующих его «хорошему» состоянию. На рис. 1 – 3 представлены зависимости от скорости расчетных динамических показателей вагона, оборудованного комплексно модернизированными тележками с диагональными связями между боковыми рамами и без них, при неизношенных колесах с различной толщиной гребня. На рис. 4 – 6 показаны аналогичные характеристики вагона при изношенных колесах.

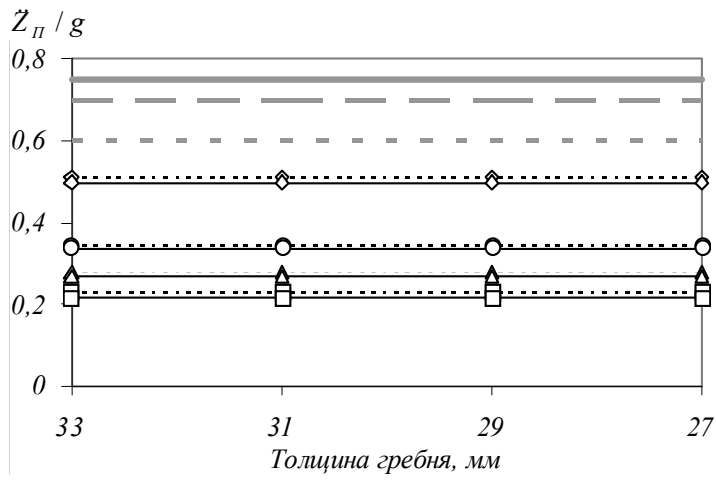


Рис. 1

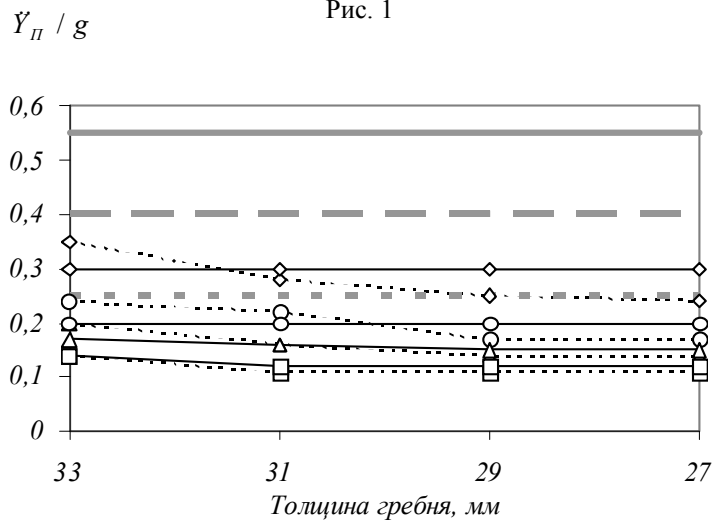


Рис. 2

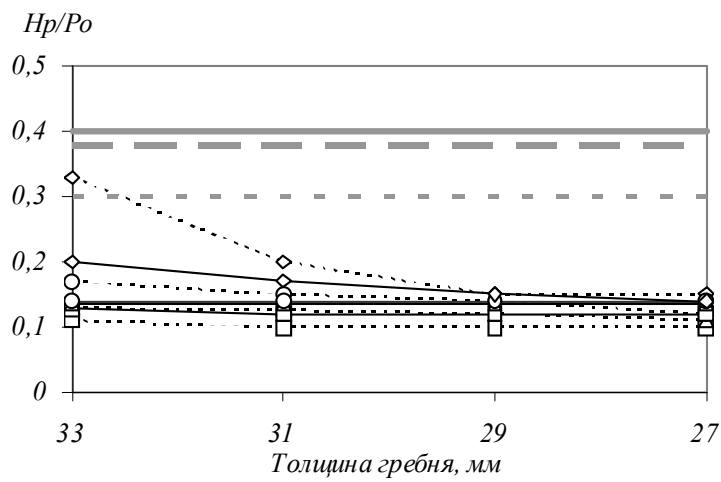


Рис. 3

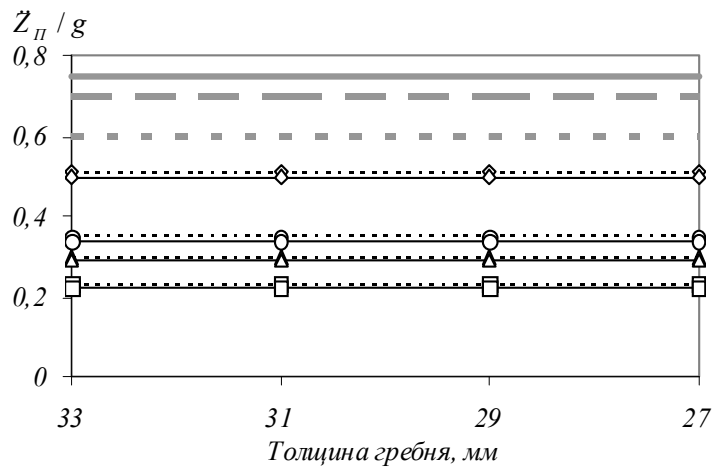


Рис. 4

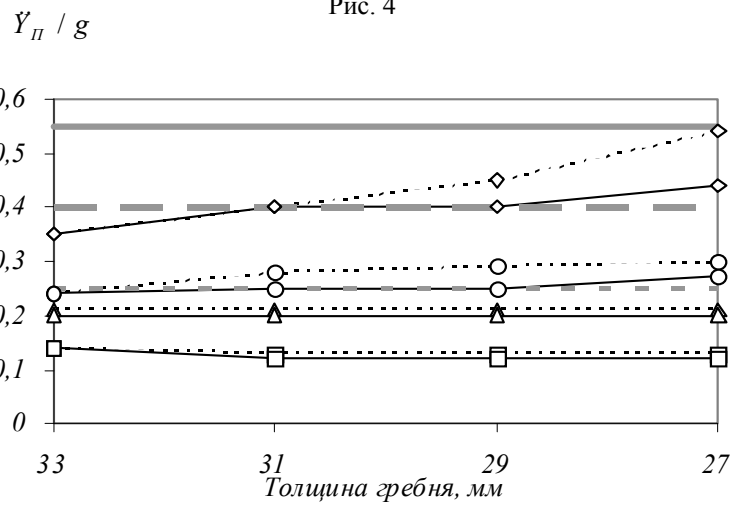


Рис. 5

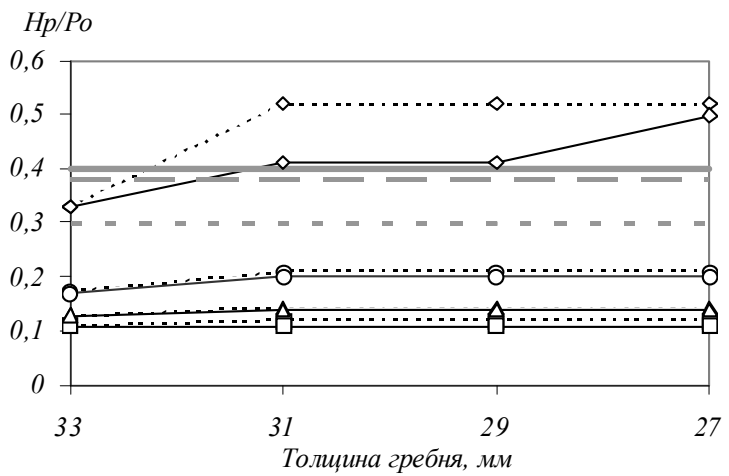


Рис. 6

На этих рисунках разные маркеры в обозначениях линий соответствуют динамическим показателям вагона при различных скоростях движения:

«квадрат» – 60 км/ч, «треугольник» – 80 км/ч, «кружок» – 100 км/ч, «ромб» – 120 км/ч. Тонкими пунктирными линиями нанесены показатели полувагона с модернизированными тележками без введения диагональных связей, тонкими сплошными линиями – с введением диагональных связей между боковыми рамами. Горизонтальными утолщенными линиями на рисунках показаны установленные нормами [3] предельные уровни показателей для «отличного» (пунктирные линии), «хорошего» (штриховые линии) и «допустимого» (сплошные линии) хода грузового вагона.

Из анализа приведенных рисунков видно, что изменение толщины гребня неизношенных и изношенных колес в пределах 33 – 27 мм влияния на вертикальные ускорения пятников кузова не оказывает как при наличии диагональных связей, так и без них.

Горизонтальные ускорения пятников, с уменьшением толщины гребня неизношенных колес от 33 мм до 27 мм, снижаются на 30% у вагона без диагональных связей и практически не изменяются у вагона с диагональными связями. При уменьшении толщины гребня вследствие износа колес горизонтальные ускорения пятников увеличиваются, особенно при повышенных скоростях движения экипажа. Это характерно как для вагона с диагональными связями, так и без них.

Рамные силы с уменьшением толщины гребня неизношенных колес у вагона без диагональных связей снижаются в значительной степени при скоростях движения 100 км/ч и выше. При наличии диагональных связей снижение рамных сил существенно при скоростях около 120 км/ч.

Следует отметить, что нормируемые показатели динамики порожнего полувагона с неизношенными колесами независимо от начальной толщины гребня и наличия диагональных связей не превышают допустимых значений во всем диапазоне изменения скоростей движения. В случае изношенных колес (при толщине гребня 31 мм и ниже) рамные силы превышают допустимые уровни независимо от наличия диагональных связей при скорости движения вагона 120 км/ч, остальные нормируемые показатели динамики остаются в пределах допустимых значений.

**Оценка влияния толщины гребней неизношенных и изношенных колес вагона на их износ.** Известно, что наибольший износ колес и рельсов происходит под действием боковых сил на криволинейных участках пути. Поэтому нормы содержания пути в крутых кривых предусматривают значительное уширение колеи [4] по сравнению с прямыми участками пути. Это обеспечивает возможность значительного поперечного смещения колесной пары, что в свою очередь снижает вероятность интенсивного гребневого контакта и обеспечивает лучшее вписывание в кривую. Увеличение поперечного смещения колесной пары в кривой также может быть достигнуто уменьшением первоначальной толщины гребня колеса.

Ниже описаны результаты расчетов вписывания в кривую радиусом 300 м груженого полувагона с комплексно модернизированными тележками при наличии диагональных связей между боковыми рамами и без них. По результатам расчетов оценена целесообразность (с точки зрения снижения износа гребней колес) увеличения зазора между гребнем колеса и рабочей гранью головки рельса за счет применения колес с первоначальной толщиной гребня, меньшей 33 мм (обычно применяемой для колес). В качестве показателя износа неизношенных колес принималась удельная работа сил трения на галтели, так как именно эта часть контактирует с рабочей выкружкой неиз-

ношенного рельса Р65. Для изношенных колес с профилем ИТМ-73 в качестве показателя износа принималась работа сил трения на гребне колеса, так как по мере износа колеса его очертание изменяется [2] и зона контакта с боковой поверхностью рельса перемещается на гребень.

На рис. 7, 8 показаны зависимости от толщины гребня показателя износа соответственно галтели и гребня набегающих на наружный рельс неизношенных и изношенных колес при различной скорости движения экипажа с модернизированными тележками без диагональных связей (рис. 7а, 8а) и при их наличии (рис 7б, 8б).

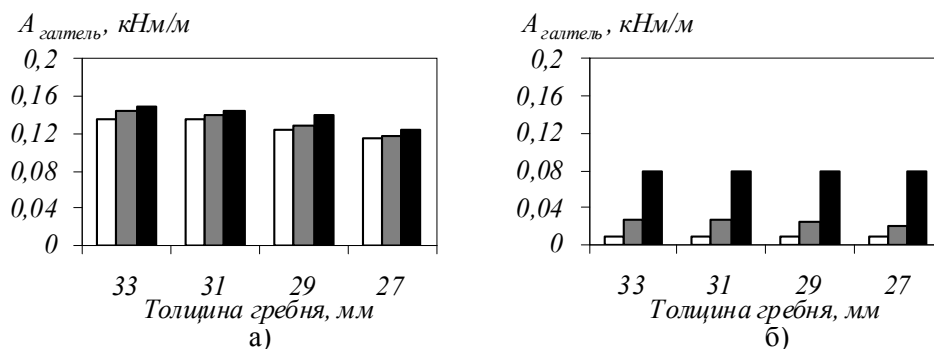


Рис. 7

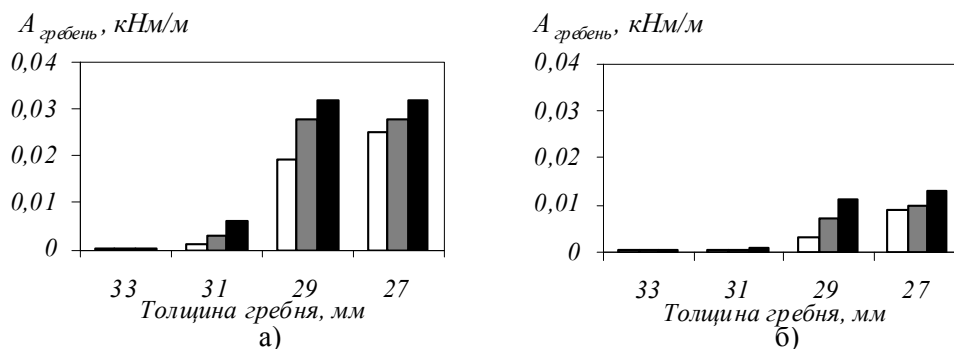


Рис. 8

На рисунках приняты следующие обозначения столбиков: «белый цвет» соответствует износу колес при движении вагона по кривой со скоростью 40 км/ч, «серый цвет» – 60 км/ч, «черный цвет» – 80 км/ч.

Из этих рисунков видно, что с уменьшением толщины неизношенных гребней колес от 33 мм до 27 мм показатель их износа несколько снижается для тележек без диагональных связей. Наибольшее снижение имеет место при скорости 60 км/ч (около 20 %). При наличии диагональных связей показатель износа не изменяется.

С уменьшением толщины гребня изношенного колеса износ гребня несколько увеличивается при наличии диагональных связей и без них. Особенно это характерно при уменьшении толщины гребня вследствие износа с 31 мм до 29 мм. Это объясняется существенным изменением формы поверхности катания по мере износа колеса. Необходимо отметить, что здесь показатель износа гребня  $A_{\text{гребень}}$  отражает суммарный износ всей его рабочей части, а не только точки, в которой измеряется износ гребня колеса (18 мм от вершины гребня).

Из приведенных расчетов следует, что наличие диагональных связей резко снижает износ галтели (для неизношенного колеса) и гребня (для изношенного колеса).

**Выводы.** Уменьшение первоначальной толщины гребня неизношенных колес не оказывает влияния на вертикальные динамические показатели вагона, улучшает горизонтальные показатели, а также снижает износ колес при движении вагона в кривых.

При уменьшении толщины гребня колес вследствие износа вертикальные динамические показатели вагона не изменяются, а горизонтальные ухудшаются при повышенных скоростях движения.

Введение в тележку диагональных связей между боковыми рамами приводит к улучшению динамических показателей колебаний вагона в горизонтальном направлении, особенно заметному при повышенных скоростях движения вагона, и значительному снижению износа колес в кривых.

1. Ушкалов В. Ф. Модернізація ходових частин вантажних вагонів / В. Ф. Ушкалов, Т. Ф. Мокрій, М. М. Жечев, І. О. Серебряний, І. Ю. Малишева // Залізничний транспорт України. – 2003. – № 5. – С. 33 – 36.
2. Ушкалов В. Ф. Типовые формы изношенных профилей колес / В. Ф. Ушкалов, И. В. Подъяельников // Техническая механика. – 2009. – №1. – С. 50 – 55.
3. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) / Гос. НИИВ – ВНИИЖТ. – Москва : Гос. НИИВ – ВНИИЖТ, 1996. – 319 с.
4. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України / Міністерство транспорту та зв'язку України. Державна адміністрація залізничного транспорту України. Головне управління колійного господарства. – Київ, 2006. – 336 с.

Институт технической механики  
НАН Украины и НКА Украины,  
Днепропетровск

Получено 25.05.10,  
в окончательном варианте 25.05.10