

ВЛИЯНИЕ УГЛА НАКЛОНА РАБОЧЕЙ ЧАСТИ ГРЕБНЯ НЕИЗНОШЕННОГО КОЛЕСА КОМПЛЕКСНО МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ ТЕЛЕЖКИ ГРУЗОВОГО ВАГОНА НА ИЗНОС КОЛЕС

Цель работы заключалась в оценке влияния увеличения угла наклона рабочей части гребня неизношенного колеса комплексно модернизированной тележки грузового вагона на износ его колес. Применялись методы статистической динамики, численного интегрирования, математической статистики, теории колебаний.

Для дальнейшего совершенствования комплексной модернизации тележек ранее был разработан профиль колес ИТМ-73-01, обеспечивающий их конформный контакт с изношенными рельсами в кривых малого и среднего радиусов. В настоящей статье представлено семейство профилей ободьев колес, которые при неизменном очертании поверхности катания профиля ИТМ-73-01 отличаются максимальными углами наклона рабочей части гребня: 70° , 71° , 72° , 73° и 74° . Приведены результаты теоретических исследований процессов взаимодействия с рельсовой колеей грузовых вагонов с комплексно модернизированными тележками и колесами с данными профилями при вписывании их в круговые кривые радиуса 300 м с различной степенью износа рельсов.

На основании анализа полученных результатов сделан вывод: увеличение сверх 70° максимального угла наклона рабочей части гребня колес с разработанным профилем нецелесообразно. Это вызовет изменение схемы взаимодействия грузовых вагонов с комплексно модернизированными тележками и пути, что может стать причиной повышенного подреза гребней.

Мета роботи полягала в оцінці впливу збільшення кута нахилу робочої частини гребеня незношеного колеса комплексно модернізованого візка вантажного вагона на знос його коліс. Застосовувалися методи статистичної динаміки, чисельного інтегрування, математичної статистики, теорії коливаль.

Для подальшого вдосконалення комплексної модернізації візків раніше було розроблено профіль коліс ИТМ-73-01, що забезпечує їх конформний контакт зі зношеними рейками в кривих малого і середнього радіусів. В даній статті наведено сімейство профілів ободів коліс, які при незмінному окресленні поверхні катання профілю ИТМ-73-01 відрізняються максимальними кутами нахилу робочої частини гребеня: 70° , 71° , 72° , 73° і 74° . Приведено результати теоретичних досліджень процесів взаємодії з рейковою колією вантажних вагонів із комплексно модернізованими візками і колесами з цими профілями при вписуванні їх у кругові криві радіуса 300 м із різним ступенем зносу рейок.

На основі аналізу отриманих результатів зроблено висновок: збільшення понад 70° максимального кута нахилу робочої частини гребеня коліс із розробленим профілем недоцільно. Це викличе змінення схеми взаємодії вантажних вагонів із комплексно модернізованими візками і колії, що може стати причиною підвищеного подрізу гребенів.

The work objective was to estimate the effects of an increase in the slope of the working portion of the flange of an unworn wheel for a comprehensively retrofitted bogie of the freight car on wear of its wheels. Methods of statistic dynamics, numerical integration, mathematical modelling, vibration theory were used.

The profile of the ИТМ-73-01 wheels has been previously developed for further improving a comprehensive retrofit of bogies. This profile provides a conform contact with worn rails in curves of small and average radii. The present paper deals with a family of profiles of wheel treads, which differ in maximum slopes of the working portion of the flange ($70^\circ, 71^\circ, 72^\circ, 73^\circ$ and 74°), when a contour of a roll surface of the ИТМ-73-01 profile is not changed.

Presented are the results of theoretic studies in processes of interactions between a rail gauge and the freight cars with comprehensively retrofitted bogies and wheels with given profiles, when they fit in curves of 300 m radius having various wear.

Based on the analysis of the results obtained, we can conclude: there is a little sense in increasing 70° a maximum slope of the working portion of wheel flange with the profile developed in excess of 70° . This will cause variations in the scheme of interactions between the freight cars with comprehensively retrofitted bogies and the track, resulting in higher undercutting flanges.

С 2004 г. на железных дорогах Украины проводится широкомасштабное внедрение комплексной модернизации тележек (КМТ) грузовых вагонов, предложенной Институтом технической механики Национальной академии наук Украины и Государственного космического агентства Украины (ИТМ НАНУ и ГКАУ) [1]. Одним из элементов этой модернизации является специально разработанный в ИТМ новый износостойкий профиль обода колеса ИТМ-73 для уменьшения интенсивности износа колес и рельсов и облегчения

вписывания вагонов в криволинейные участки пути. С помощью комплексной модернизации тележек удалось достичь более чем двукратного увеличения ресурса колеса по износу гребня, более чем десятикратного уменьшения износа в клиновой системе гашения колебаний грузового вагона, снижения в 4 – 5 раз износа пятникового узла и др.

При проведении работ по совершенствованию данной модернизации были выполнены исследования по созданию еще более износостойкого профиля обода колес с учетом формы износа головок рельсов Р65. В результате был получен новый профиль ИТМ-73-01, при использовании которого колесо имеет конформный гребневой контакт с изношенными наружными рельсами в круговых кривых малого и среднего радиусов. Улучшенные параметры контакта колес с этим профилем и рельсов вызвали дальнейшее существенное уменьшение гребневого износа [2]. Как показали результаты сравнительных эксплуатационных испытаний опытных вагонов, средняя интенсивность износа гребней колес с профилем ИТМ-73-01 в 4 – 4,5 раза ниже, чем колес со стандартным профилем.

Максимальный угол α наклона рабочей части гребня колеса, обточенного по профилю ИТМ-73-01, составляет 70° . Представляет интерес оценка влияния дальнейшего увеличения данного угла на износ колес грузового вагона с КМТ. Были построены модификации вышеупомянутого профиля с максимальными углами α 71° , 72° , 73° и 74° при неизменном очертании поверхности катания. Фрагмент семейства разработанных профилей колес показан на рис. 1. Далее для удобства профили названы Р(70)–Р(74) с указанием в скобках значения в градусах угла наклона гребня.

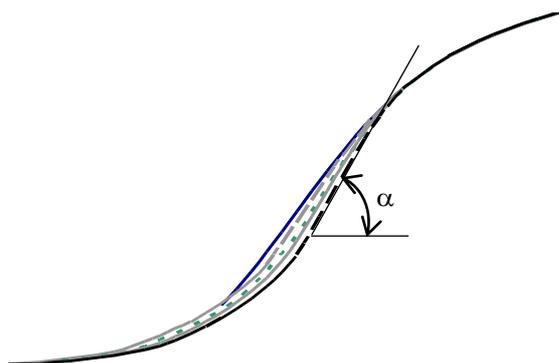


Рис. 1

Влияние на износ колес изменения угла α оценивалось по результатам расчетов вписывания груженых полувагонов с КМТ в круговые кривые радиуса 300 м с разной степенью износа наружных рельсов. Использовалась разработанная математическая модель, позволяющая учитывать конструктивные особенности разных типов вагонов и модернизируемых узлов тележек, а также исследовать пространственные случайные колебания экипажей при движении по пути произвольного очертания в плане. Модель задаваемых возмущений отражает амплитудно-частотный состав реальных неровностей пути и построена на основе записей показаний вагона-путеизмерителя, полученных на участках пути хорошего состояния [2].

Для изношенных рельсов задавались профили (рис. 2), полученные путем усреднения измерений головок наружных рельсов в кривых малого радиуса, выполненных сотрудниками ИТМ на криволинейных участках Львовской железной дороги. В качестве малоизношенного был выбран рельс с боковым износом 3,5 мм (линия 2), среднеизношенного – с боковым износом 7,8 мм (линия 3). Профиль неизношенного рельса Р65 показан на рис. 2 линией 1.

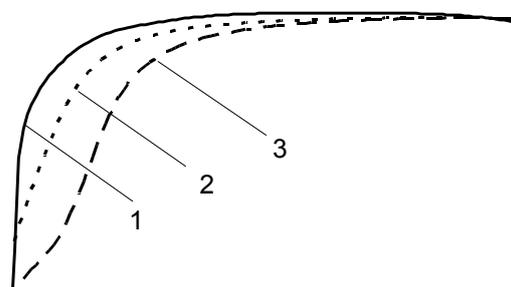


Рис. 2

Зависимости от угла наклона рабочей части гребня показателя максимального гребневого износа A набегающих колес, полученные при расчетах вписывания полувагонов, оборудованных КМТ с рассматриваемыми профилями ободьев Р(70)–Р(74), в кривые со скоростью 60 км/ч, приведены на рис. 3. Номера линий соответствуют таким состояниям рельсов: 1 – неизношенные рельсы, 2 – малоизношенные, 3 – среднеизношенные. Термином «гребневой износ» назван износ рабочих поверхностей галтели и гребня.

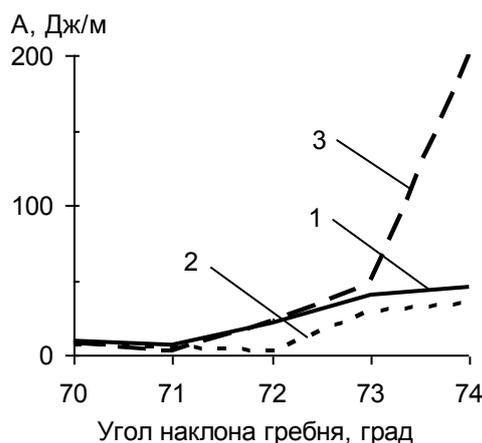


Рис. 3

Как видно, увеличение угла наклона гребня выше 72° вызывает возрастание износа колес, и особенно существенно при среднеизношенных головках рельсов. Исходя из максимального гребневого износа, можно рекомендовать значения α , равные $(70-71)^\circ$.

Распределение износа по поверхности катания набегающих колес, обточенных по профилям Р(70), Р(71) и Р(74), построено на рис. 4 для случаев, когда рельсы в кривой неизношенные (рис. 4 а), малоизношенные (рис. 4 б) и среднеизношенные (рис. 4 в). Зоны контакта на колесах с профилем Р(70) во всех случаях обширны, износ происходит равномерно, контакт приближается

к плотно конформному, и износ гребня осуществляется вблизи галтели. Колеса с профилями Р(71), Р(74) взаимодействуют с рельсом не только поверхностью катания, но и зонами гребня, расположенными близко к его вершине, что ухудшает условия безопасности движения вагона. При этом чем больше угол наклона рабочей части гребня колеса и износ головок рельсов, тем больше интенсивность износа гребней колес.

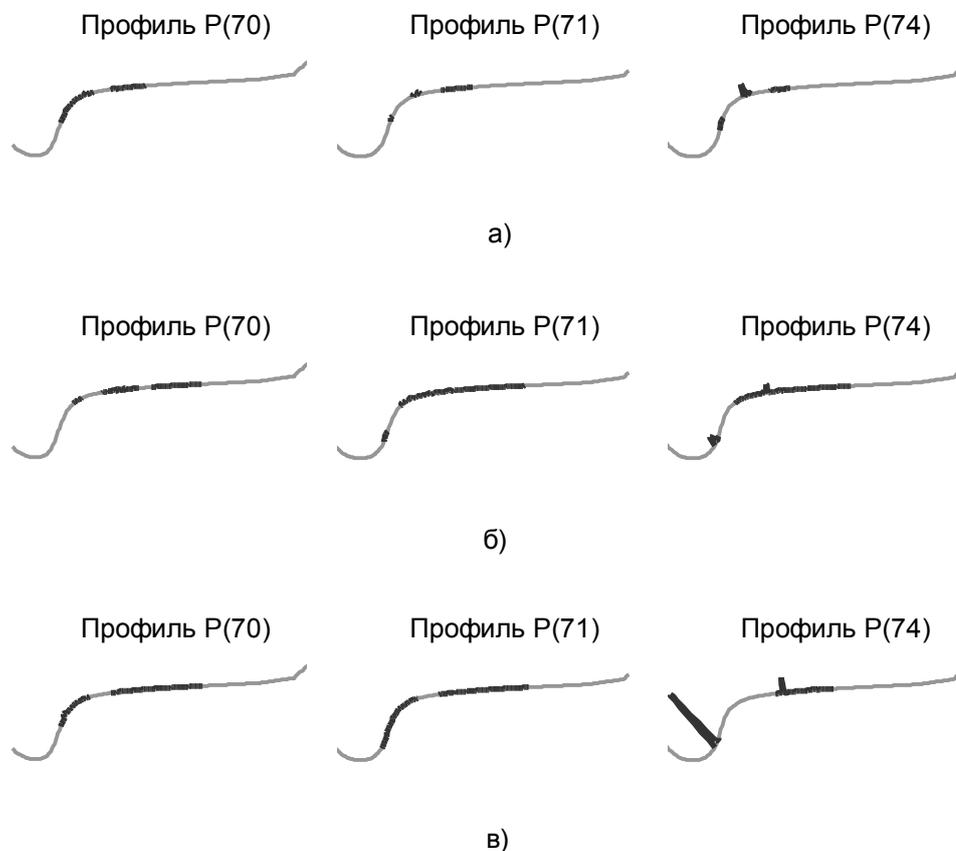
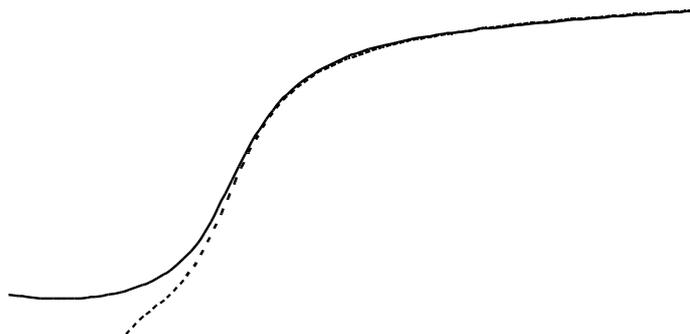


Рис. 4

Схемы контакта колес с профилями Р(70) и Р(74) и среднеизношенного наружного рельса представлены на рис. 5. Видно, что в первом случае профили рабочих поверхностей пары «колесо–рельс» достаточно хорошо согласованы и контакт является плотно конформным. Во втором случае увеличение угла наклона гребня приводит к тому, что контакт становится двухточечным, галтель не взаимодействует с рельсом, а зона контакта на гребне весьма мала, что при интенсивном трении способствует развитию его подреза.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что увеличение максимального угла наклона рабочей части гребня ободьев с разработанным профилем ИТМ-73-01 является нецелесообразным, так как вызовет изменение схемы взаимодействия грузовых вагонов с КМТ и пути, что может стать причиной повышенного износа гребней

Профиль Р(70)



Профиль Р(74)

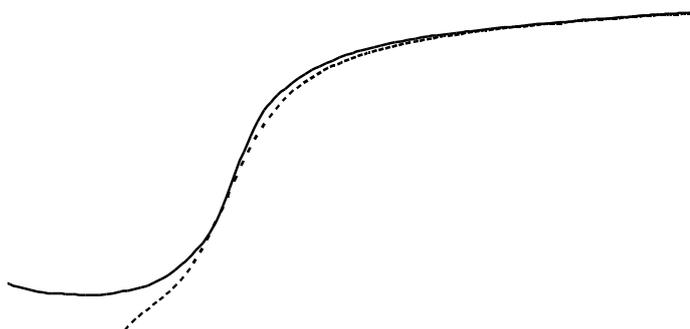


Рис. 5

1. Комплексная модернизация ходовых частей грузовых вагонов / В. Ф. Ушкалов, Т. Ф. Мокрий, И. Ю. Мальшева, И. А. Маценко, С. С. Пасичник // Вагонный парк. – 2007. – № 2. – С. 18 – 22.
2. Обновление парка грузовых железнодорожных вагонов с повышением эксплуатационных качеств и увеличением ресурса ходовых частей / В. Ф. Ушкалов, Т. Ф. Мокрий, И. Ю. Мальшева, И. А. Маценко, Л. Г. Лапина, С. С. Пасичник, И. В. Подъельников, Н. В. Безрукавый // Техническая механика. – 2013. – № 4. – С. 136 – 145.

Институт технической механики
Национальной академии наук Украины и
Государственного космического агентства Украины,
Днепропетровск

Получено 08.09.14,
в окончательном варианте 02.10.14