

ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ТВЕРДОСТИ КОЛЕСА НА КОЛИЧЕСТВО ДЕФЕКТОВ НА ЕГО ПОВЕРХНОСТИ КАТАНИЯ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗНОСА ГРЕБНЯ

Проведен анализ влияния повышения твердости колес грузовых вагонов на количество образуемых дефектов поверхности катания, а также на интенсивность износа гребней. Рассмотрены колеса с различными профилями и толщиной гребня, а также твердостью стали.

Проведено аналіз впливу підвищення твердості коліс вантажних вагонів на кількість виникаючих дефектів поверхні катання, а також на інтенсивність зносу гребній. Розглянуті колеса, які мають різний профіль і товщину гребня, а також твердість сталі.

The effects of an increase in hardness of wheels of freight cars on the quantity of the formable defects of a roll surface as well as on the intensity of the ridge wear are analyzed. Wheels with various profiles, ridge thickness and steel hardness are examined.

В настоящее время на железных дорогах Украины используется некоторое количество колес с повышенной твердостью. Их внедрение было начато в 2004 году. Увеличение твердости было связано с тем, что у колес, которые в то время находились в эксплуатации, интенсивно изнашивались гребни, и вагон поступал в деповской ремонт досрочно по износу гребней, толщина которых, зачастую, была ниже установленных 25 мм. Повышение твердости ободьев колес должно было замедлить интенсивность износа гребней, и вагон, поступивший в плановый деповской ремонт, не всегда нуждался бы в переточке колес по причине тонкого гребня. Это позволило бы Укрзалізнице уменьшить затраты на приобретения новых колес. В условиях жесткого диктата экономических факторов продление срока службы конструктивных элементов подвижного состава, в том числе колес, очень важно для компаний-потребителей [2].

При проведении в 2008 – 2010 годах периодических деповских осмотров сотрудниками Института технической механики Национальной академии наук Украины и Национального космического агентства Украины особое внимание было уделено исследованию влияния твердости колес на износ их гребней и образование дефектов на поверхности катания. При этом обследовались только вагоны с модернизированными тележками [1]. За указанный промежуток времени был проведен детальный осмотр 560 колес с различными профилями поверхности катания, а также с различной твердостью обода колес. Осмотренную группу вагонов условно разделим на 3 подгруппы по типам колес:

1) колеса со стандартным профилем (по ГОСТ 9036) и стандартной твердостью обода, осмотрено 184 колеса;

2) колеса со стандартным профилем (по ГОСТ 9036) и повышенной твердостью обода, осмотрено 232 колеса;

3) колеса с профилем ИТМ-73 и стандартной твердостью обода, осмотрено 144 колеса.

Колеса, которые одновременно имели бы профиль ИТМ-73 и повышенную твердость обода, при деповских осмотрах не обнаружены, т.к. такое сочетание в Украине имеют только колеса тележек 18-7020, но срок их деповского ремонта пока не подошел.

По результатам осмотров колесных пар можно выделить характерные типы обнаруженных дефектов. Наиболее часто встречаются ползуны, выщербины, износ гребня, кольцеобразные выработки, которые возникли в процессе эксплуатации колес. Представляют интерес причины образования некоторых дефектов.

Ползуны образуются в результате плохо отрегулированной тормозной системы вагона или при использовании башмаков для его торможения на сортировочных горках. Отметим, что при вращении колеса небольшие ползуны могут закататься, а более крупные так и останутся или перерастут в выщербины.

Выщербины, как правило, образуются на месте ползунов, а при дальнейшей эксплуатации вагона увеличивают свои размеры от периодических ударов при вращении колеса. Они растут не только на поверхности колеса, но и в его глубину, тем самым образовывая концентраторы напряжения и разрушая целостность обода колеса.

Эти дефекты, связанные с эксплуатацией, обнаруженные в процессе осмотра состояния колесных пар, тщательно измерялись и фиксировались.

Для составления таблиц и гистограмм, получения статистических данных и более наглядного представления сущности проблемы были установлены некоторые границы для размеров дефектов на ободах колес. Выщербины диаметром от 5 мм и глубиной от 1 мм (рис. 1) и ползуны размером от 15 мм и выше (рис. 2) фиксировались. Выщербины диаметром до 4 мм и ползуны до 14 мм тоже фиксировались, но при составлении сводной таблицы их не учитывали, потому что в процессе эксплуатации они закатываются.

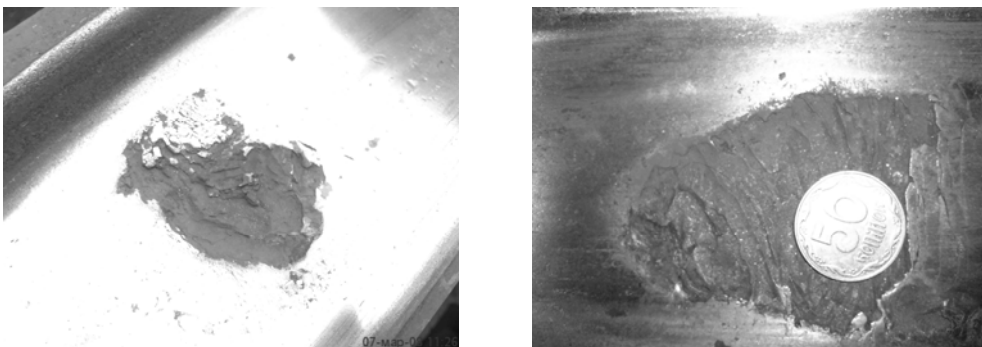


Рис. 1

При осмотре поверхностей катания колес на наличие дефектов проводился подсчет количества выщербин и ползунов на каждом колесе. Было обнаружено, что у колес со стандартной твердостью обода меньше дефектов, чем у колес с повышенной твердостью, причем выщербины и ползуны у последних имели большие размеры по диаметру и глубине.

В качестве примера на рис. 3а и 3б мелом отмечены места с выщербинами или ползунами. Такие колеса нуждаются в переточке для дальнейшей эксплуатации.

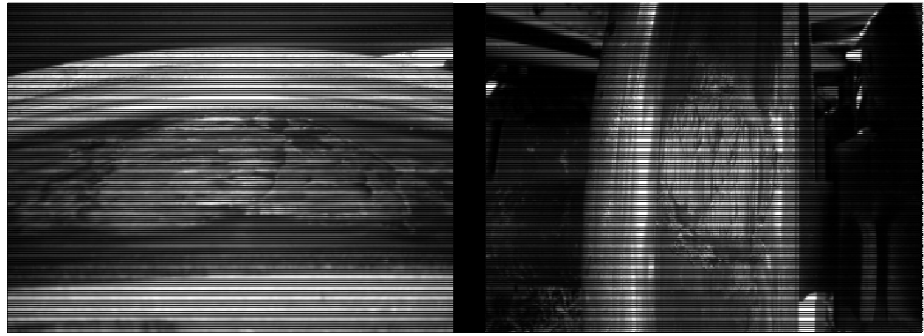


Рис. 2

Все полученные данные в ходе осмотров колес в депо были занесены в таблицу. При составлении таблицы фиксировался номер вагона, его пробег, профиль поверхности катания колеса, толщина гребня и количество выщербин, приходящихся на каждое колесо.



а)



б)

Рис. 3

По полученным данным была построена сводная таблица, в которую были внесены данные по средней толщине гребня, среднему пробегу, количеству обнаруженных выщербин, приходящихся на один вагон, разделенные, как указано выше, на три группы по твердости обода и профилю поверхности катания колеса.

По обработанным данным таблицы построены гистограммы, показанные на рис. 4 и 5. При подсчете среднего количества дефектов на поверхности катания колес ползуны во внимание не принимались, так как их количество определяется не твердостью и профилем ободьев колес, а зависит от регулировки тормозного оборудования и способа торможения вагона на сортировочных горках.

Группа вагонов	Количество осмотренных колес	Среднее число выщербин на один вагон, шт	Средний пробег, км	Средняя толщина гребня, мм
1	184	18	84594	26,2
2	232	7,1	78708	27,6
3	144	7,5	95907	28,9

На рис. 4 показан средний износ гребней колес в мм с различным профилем и твердостью ободьев, приходящихся на один вагон за 10 тыс. км

пробега. Столбцом №1 отмечена группа колес, которые имеют профиль по ГОСТ 9036 и стандартную твердость обода. Столбцом №2 показана группа колес, которые имеют профиль поверхности катания по ГОСТ 9036 и повышенную твердость обода, а столбцом №3 изображена группа колес, имеющих стандартную твердость обода и профиль поверхности катания ИТМ-73.

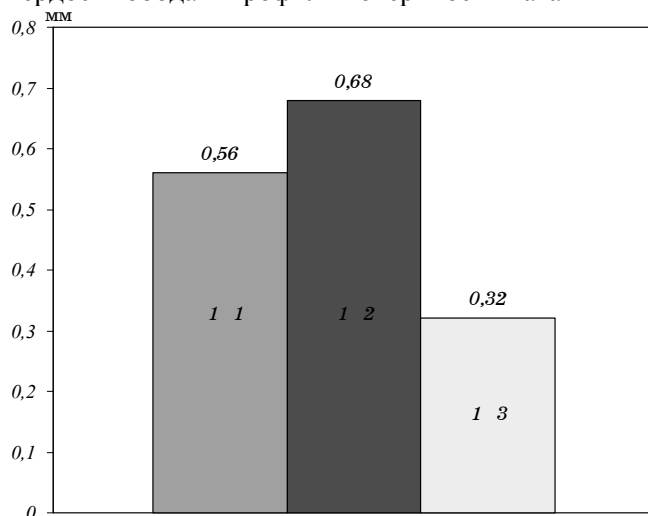


Рис. 4

На рис. 5 показано среднее количество выщербин, приходящихся на один вагон за 10 тыс. км пробега.

Как видно из гистограммы, представленной на рис. 4, износ гребней колес с ободьями обычной твердости и стандартным профилем меньше, чем у колес с ободьями повышенной твердости, на 17%. У колес с профилем ИТМ-73 износ гребней меньше, чем у колес с повышенной твердостью и стандартным профилем, на 37%.

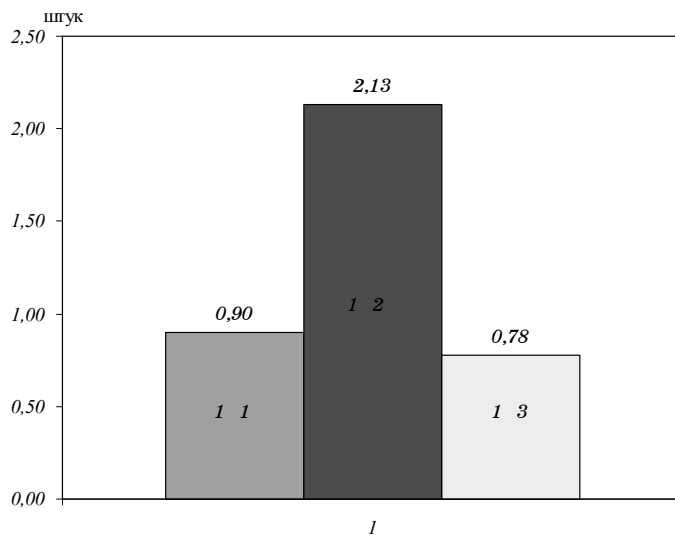


Рис. 5

Количество выщербин на один вагон, приведенное к 10 тыс. км пробега (рис. 5), у колес с повышенной твердостью обода и стандартным профилем

катания в 2,7 раза больше количества выщербин на колесах с профилем катания ИТМ-73 и в 2,3 раза больше количества выщербин на колесах со стандартным профилем поверхности катания и обычной твердостью обода.

Таким образом, колеса, имеющие повышенную твердость обода и стандартный профиль поверхности катания, имеют худшие эксплуатационные показатели, чем колеса с обычной твердостью обода и профилем ИТМ-73. Для большей наглядности на рис. 6 приведен сводный график износа гребней при увеличении пробега для различных подгрупп колес.

Как видно на рис. 6, ниже всех находится линия тренда под номером 3, что соответствует колесам, имеющим профиль катания ИТМ-73 и обычную твердость обода. Соответственно линия 1 построена по данным измерений износа колес, имеющих стандартный профиль с обычной твердостью обода, а линия 2 – по колесам, имеющим стандартный профиль колеса с повышенной твердостью обода. Как видно, линия 3 имеет более пологий угол, а линии 1 и 2 – более крутой. Следовательно, износ гребней таких колес существенно меньше. Наиболее крутой угол имеет линия 2, следовательно износ гребней этих колес происходит интенсивнее как на начальной стадии, так и на стадии эксплуатации. Таким образом, подтверждается гистограмма из рис. 4, на которой колеса, имеющие стандартный профиль катания и повышенную твердость обода, подвержены более интенсивному износу в сравнении с колесами, профиль которых ИТМ-73 или стандартный, а обод имеет обычную твердость.

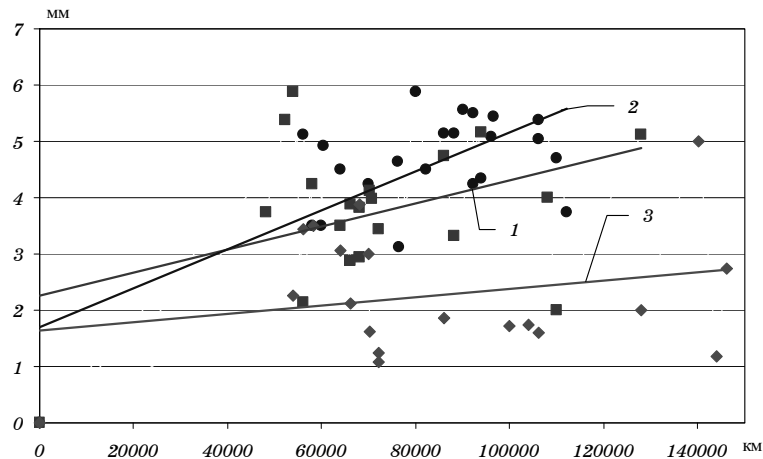


Рис. 6

Эти данные поставили под вопрос целесообразность использования предлагаемых колес с повышенной твердостью на сети железных дорог Украины. По этой причине Укрзалізниця отказалась от дальнейшей закупки колес с повышенной твердостью. Тем не менее, путь повышения твердости ободьев колес не следует считать ошибочным. Повышение твердости следует проводить не увеличением процентного содержания углерода в сплаве стали, а необходимо рассмотреть иные способы. Как показывает практика зарубежных железнодорожных компаний, увеличение осевой нагрузки невозможно без увеличения твердости колес. По данным исследований, проведенным в США, можно прийти к заключению, что износ контактных пар зависит не от соотношения твердостей контактирующих тел, а от конкретных значений твердости каждого из них [3].

1. Інструкція з деповського ремонту та експлуатації візків вантажних вагонів моделі 18-100, модернізованих з встановленням елементів компанії "A.STUCKI" та колісних пар з нелінійним профілем коліс ІТМ-73 : ЦВ-0083. – Київ : Укрзалізниця, 2006. – 30 с. – (Нормативний документ Укрзалізниці. Інструкція).
2. Перспективные материалы для изготовления колес // Железные дороги мира. – 2002. – № 5. – С. 41 – 45.
3. Обобщение передового опыта тяжеловесного движения : вопросы взаимодействия колеса и рельса / У. Харрис, С. Захаров, Д. Ландгрен, Х. Турне, В. Эберсон. – М. : Интекст, 2002. – 408 с.

Институт технической механики
НАН Украины и НКА Украины,
Днепропетровск

Получено 15.09.10,
в окончательном варианте 25.10.10