

УДК 629.4.027.11

ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС С ТОНКИМ ОБОДОМ

© И.А. Иванов, Н.Ю. Сколотнева

Россия, Санкт-Петербург, ПГУПС

Ivanov I.A., Skolotneva N.Y. Increasing of the durability of railway wheels with thin border. In the paper is considered the method of increasing of the durability of railway wheels with thin border, including the local disk strengthening from the both sides. At the same time wheels static durability is increased too. The evaluation of the tiredness of wheels with local surface disk strengthening shows its increasing in comparison with the base data.

Безопасность работы железнодорожного транспорта в значительной степени зависит от состояния цельнокатанных колес, поэтому в грузовом движении из эксплуатации изымаются колеса, имеющие толщину обода меньше 24 мм. Повышение прочности и усталостной прочности колес в процессе ремонта позволит использовать в эксплуатации колеса с толщиной обода до 20 мм и сократить расходы на приобретение новых колес.

Для оценки напряженно-деформированного состояния и возможностей повышения прочности колес были выполнены расчеты напряжений в колесе при приложении к нему эксплуатационных нагрузок. Анализ общего напряженного состояния колес произведен с использованием МКЭ. При формировании конечно-элементной схемы использованы объемные конечные элементы в форме произвольных шестигранников с 8-ю узлами в каждой вершине и тремя линейными степенями свободы в каждом узле. Напряженное состояние колеса определялось действием вертикальной и боковой эксплуатационной нагрузки, термической, возникающей при торможении, и остаточными напряжениями, сформированными в процессе изготовления колеса и последующей надрессовки на ось. Общая картина напряженного состояния колеса была получена с использованием принципа суперпозиции.

Расчет производился в рамках линейной теории деформирования изотропного материала с модулем упругости первого рода 205939,65 МПа и коэффициентом Пуассона – 0,3.

В результате расчета и последующего анализа отмечены зоны концентрации напряжений в ободе, а также в приободной и предступичной части поверхности диска с внутренней и наружной стороны. Величины напряжений в колесах, имеющих минимально допустимую в эксплуатации толщину обода, возрастают в среднем на 17-20 % по сравнению с новым (рис. 1).

Для повышения прочности тонкомерных колес использовался эффект «ребра жесткости», создаваемый путем локального поверхностного упрочнения диска [1]. В качестве одного из возможных способов упрочнения применялась поверхностная локальная термообработка диска.

При проведении эксперимента на поверхности дисков колес были нанесены термоупрочненные зоны

различной формы (рис. 2): в виде спирали из двух витков, в виде 6 радиальных изогнутых спиц, в виде 6 радиальных зигзагообразных спиц и др.

Локальные термоупрочненные зоны - в виде «ребра жесткости» - наносились равномерно с внутренней и наружной стороны диска колеса напротив друг друга, захватывая зоны перехода диска

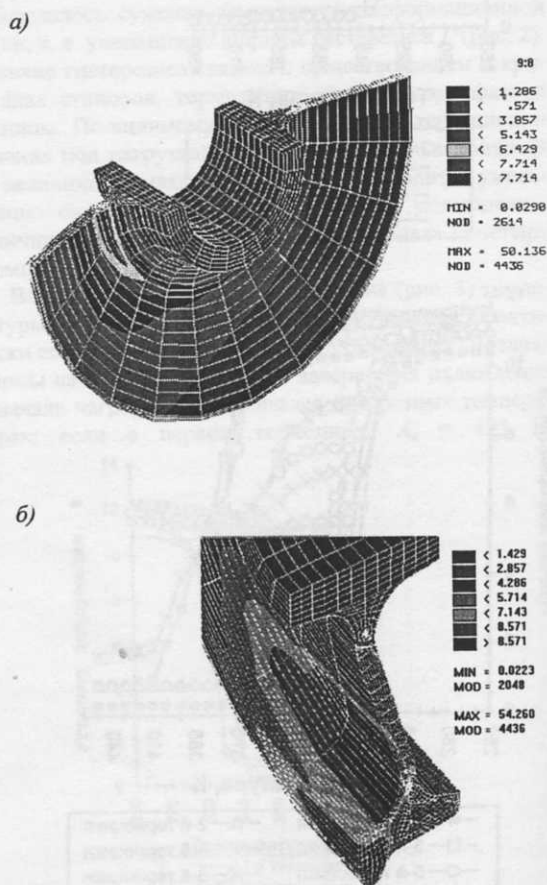


Рис. 1. Напряженно-деформированное состояние цельнокатаного колеса: нового (а) и с изношенным диском (б).

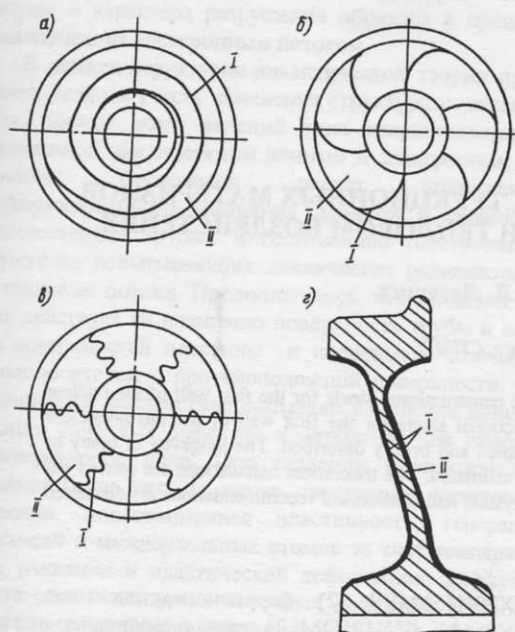


Рис. 2. Схемы локального упрочнения колес.

в обод и диска в ступицу. В результате нагрева создавались участки термообработанного металла шириной 25...50 мм. В глубину диск прокаливался на 1,5...2 мм с каждой стороны.

Для оценки эффективности предложенного метода упрочнения цельнокатаных железнодорожных колес использована методика усталостных испытаний, разработанная во ВНИИЖТе, с применением блок-программного нагружения [2, 3]. В качестве критерия окончания испытаний принимали либо прохождение базы испытаний без повреждений, либо наличие в приободной части диска колеса усталостной трещины длиной около 100 мм. Этот показатель соответствует

возможности обнаружения трещины в диске колеса в депоовских условиях.

Усталостные испытания, выполненные ранее ВНИИЖТом, показали, что блочное нагружение стандартных колес с черновой поверхностью диска и толщиной обода 45 мм приводит их к разрушению в пределах одного повторения блока нагружения, максимальные нагрузки которого составляют 825 и 875 кН. Изломы таких колес происходили после 1,2-1,3 млн. циклов, тогда как длительность одного блока составляла 1,6 млн. циклов.

Колеса, имеющие толщину обода 22,24 мм и подвергнутые локальному термоупрочнению дисков, выдерживали без образования трещин 1,6 - 3 млн. циклов нагружения, за исключением колеса, где усталостная трещина появилась на месте явного дефекта термообработки.

ВЫВОДЫ

1. Произведена оценка напряженно-деформированного состояния цельнокатаных железнодорожных колес с новым и изношенным ободом.
2. Предложен метод повышения прочности цельнокатаных колес при ремонте, обеспечивающий продление их срока службы.
3. Результаты испытаний на усталость показали эффективность локального поверхностного упрочнения дисков цельнокатаных колес.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов И.А., Сколотнева Н.Ю. Повышение эксплуатационной надежности цельнокатаных колес с тонким ободом при ремонте: Тез. докл. / II Междунар. симпозиум по трибофатике. М.: РАН, 1996. С. 53.
2. Школьник Л.М., Сунгуров А.С. Прогнозирование предела выносливости и циклической несущей способности цельнокатаных колес вагонов // Вестн. ВНИИЖТ. 1986. № 6. С. 34-39.
3. Сунгуров А.С. Причины разрушения в эксплуатации вагонных колес по диску и их упрочнение: Дис. ... канд. техн. наук. М.: ВНИИЖТ, 1987.