

С. В. МЯМЛИН (ДИИТ), Л. И. ВАКУЛЕНКО (Вагонное депо «Нижеднепровск-Узел», Днепропетровск)

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС

Формирование поврежденных железнодорожных колес в процессе эксплуатации связано с возникновением повышенных внутренних напряжений от совместного влияния деформации по поверхности катания и циклической смены температур при торможении тормозными колодками.

Ключевые слова: железнодорожное колесо, сталь, прочность, структура, эксплуатация

В процессе эксплуатации железнодорожные колеса подвергаются разнообразным нагрузкам. Совместное, либо последовательное влияние указанных воздействий сопровождается развитием достаточно сложных процессов перестройки внутреннего строения металла колеса. Так в процессе качения, определенной толщины приповерхностный слой металла обода подвергается наклепу до предельных значений, выше которых наблюдается начало формирования различных повреждений. Более того, учитывая достаточно малые значения площади контакта колеса и рельса, величина пластической деформации по поверхности катания имеет высокую степень неоднородности распределения. С другой стороны, при торможении приповерхностные объемы железнодорожного колеса, за счет взаимодействия с тормозной колодкой, способны разогреваться до температур, которые могут превышать начало развития процессов изменения фазового состава углеродистой стали [1]. Таким образом, в результате совместного влияния нагрева и пластической деформации в металле железнодорожного колеса и, в первую очередь в объемах вблизи с поверхностью катания, обязательно начнут свое развитие процессы, которые приведут к качественным изменениям внутреннего строения. При этом наблюдаемые изменения могут достигать такого уровня, что от первоначального структурного состояния металла обода колеса (например, после термической упрочняющей обработки) практически не останется свидетельств.

На основании этого, представляет определенный интерес исследование изменений внутреннего строения металла обода железнодорожного колеса (грузовых вагонов) после торможения.

Цель работы является анализ наблюдаемых изменений внутреннего строения металла колеса при его эксплуатации.

Материалом для исследования служила углеродистая сталь железнодорожного колеса, которое было изготовлено в соответствии с требованиями ГОСТ 10791. Исследования внутреннего строения металла осуществляли под световым микроскопом типа «Eriquant». Подготовку объекта для исследования микроструктуры проводили в соответствии с методиками, изложенными в [2].

При изготовлении железнодорожных колес используется сталь типа 60, с колебаниями по содержанию углерода в пределах марочного состава (0,55...0,65 %). В последнее время, с целью повышения прочностных характеристик металла железнодорожных колес (тип КП-Т) используют сталь с повышенным содержанием углерода (0,63...0,67 % С) [3]. В этом случае величина объемной доли структурно свободного феррита снижается, что находит отражение на комплексе свойств металла.

С другой стороны, с целью повышения сопротивления формированию повреждений при эксплуатации, окончательной операцией является упрочняющая термическая обработка [4]. В результате принудительного охлаждения обода железнодорожного колеса по поверхности катания, с учетом размеров его сечения, структура металла представляет собой феррито – перлитную смесь различной дисперсности (рис. 1). Причем, степень измельчения как зерен структурно свободного феррита, так и перлитных колоний, в значительной степени зависит от интенсивности охлаждения. После завершения этапа ускоренного охлаждения, за счет тепла внутренних объемов, приповерхностные слои металла обода колеса подвергаются нагреву, с неизбежными изменениями внутреннего строения. В результате формируется типичная структура, представленная на рис.1, с определенным соотношением глобулярных и пластинчатых структур (рис. 2).

На основе анализа микроструктуры слоев металла обода железнодорожного колеса, которые подвергались суммарному воздействию холодной пластической деформации по поверхности катания и разогреву (при торможении) до температур 600...650 °С, обнаружены свидетельства качественных изменений. В объемах перлитных колоний наблюдается увеличение доли структур с явными признаками развития сфероидизации пластинчатого цементита.



Рис. 1. Структура обода термически упрочненного железнодорожного колеса типа КП-2 (1 – перлитные колонии, 2 – зерна структурно свободного феррита). Увеличение 1000



Рис. 2. Структура слоев металла обода удаленных от поверхности катания. Увеличение 1000

При уменьшении расстояния слоев металла обода от поверхности катания, в процессе интенсивного торможения может достигаться в них разогрев до температур выше начала фазовых превращений. Одновременно с этим, указанные объемы металла, по мере приближения к поверхности катания, подвергаются большим по величине пластическим деформациям. На основании этого суммарный эффект должен приводить к более существенным отклонениям от исходного структурного состояния. Действительно, в местах возникновения незначи-

тельных проскальзываний колеса по рельсу, можно наблюдать формирование структур, которые подтверждают приведенные положения. Более того, после завершения этапа торможения, набегающего воздушного потока может быть достаточно для достижения скоростей охлаждения вблизи критического значения. На основании этого следует ожидать формирование структур, по внешним признакам подобных наблюдаемым как и при развитии превращения по сдвиговому или промежуточному механизмам.

Анализ внутреннего строения металла железнодорожного колеса в области возникновения ползуна выявил присутствие участков с достаточно неравноосной структурой (рис. 3).

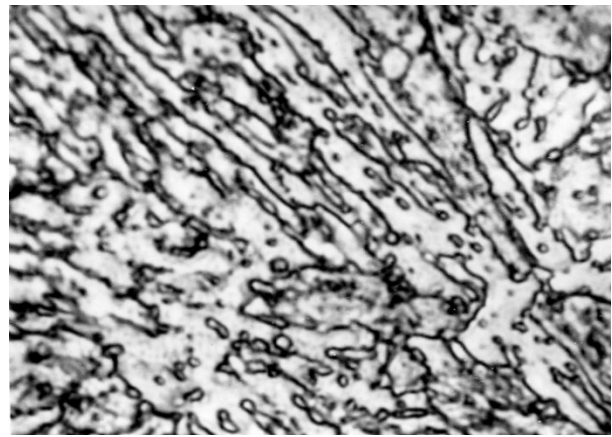


Рис. 3. Структура металла обода железнодорожного колеса в области формирования ползуна. Увеличение 2000

Приведенные структурные изменения свидетельствуют о разогреве металла обода колеса (тонкий приповерхностный слой) до температур явно превышающих значения начала фазовых изменений (температура A_{c1}). Кроме этого, за счет градиента температур при нагреве и неравномерного распределения пластической деформации по поверхности катания, формируется структура, которой должна соответствовать высокая степень неоднородности металла. Указанная структурная неоднородность вероятнее всего полностью или частично наследуется металлом обода железнодорожного колеса.

Таким образом, даже в случае частичного удаления такого участка с поверхности катания (структуры сформированные по сдвиговому или промежуточному механизмам), ограниченный ресурс накопления дефектов металлом при эксплуатации колеса, существенно повысит вероятность формирования повреждений в виде трещин или выщербин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перков, О. Н. Структурные изменения в металлы железнодорожных колес при формировании термических трещин [Текст] / О. Н. Перков, И. А. Вакуленко, Г. В. Рейдемейстер // *Заліз. трансп. України*. – 2006. – № 1. – С. 44–45.
2. Вакуленко, І. О. Структурний аналіз в матеріалознавстві [Текст] / О. Н. Перков, І. О. Вакуленко. – Д. : Маковецький, 2010. – 124 с.
3. Низькотемпературна циклічна тріщиностійкість сталей залізничних коліс [Текст] / О. П. Остах [та ін.] // *Фізико-хімічна механіка матеріалів*. – 2008. – № 4. – С. 52–57.
4. Бернштейн, М. Л. Термомеханическая обработка металлов и сплавов [Текст] / М. Л. Бернштейн. – М. : Металлургия, 1968, т. 1, 2. – 1171 с.

Поступила в редколлегию 09.04.2012.
Принята к печати 12.04.2012.

С. В. МЯМЛІН, Л. І. ВАКУЛЕНКО

ВПЛИВ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЙ НА ВНУТРІШНЮ БУДОВУ МЕТАЛУ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІС

Формування ушкоджень залізничних коліс в процесі експлуатації зв'язане з виникненням підвищених внутрішніх напружень від сумісного впливу деформації по поверхні кочення та циклічної зміни температури при гальмуванні гальмівними колодками.

Ключові слова: залізничне колесо, сталь, міцність, структура, експлуатація

S. V. MYAMLIN, L. I. VAKULENKO

THE INFLUENCE ON METAL STRUCTURE OF CONDITIONS AT EXPLOITATION RAILWAY WHEELS

Cleavage formation is a process nucleation caused by the high internal stress produced followed by joint deformation on the surface and cycles change of temperature in railway wheels after braking using brake shoes.

Keywords: railway wheels, steel, strength, structure, exploitation