

Бояршина Л.А.

г. Луганск

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕСНЫХ ПАР  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ**

В статье анализируются особенности и проблемы технологий электрической дуговой наплавки при восстановлении изношенных в процессе эксплуатации колесных пар

**Ключевые слова:** колёсная пара, износ, восстановление, электрическая дуговая наплавка, трещины, предварительный подогрев, вкатка.

В настоящее время вопросы экономии всех видов ресурсов – энергетических, материальных, трудовых – приобретают всё большую остроту. При этом многократно возрастает значимость надёжной работы всех технических средств и, в частности, локомотивов, т.к. их отказы в пути следования, вызывая задержки поездов, нарушение графика движения, сбой ритма перевозочного конвейера, приводят к значительным потерям пропускной способности, а в ряде случаев создают угрозу безопасности движения поездов [1].

Одними из самых ответственных узлов механической части локомотивов являются колёсные пары, в которых наиболее изнашиваемыми элементами являются гребни и поверхность катания. Сила трения, возникающая при контакте колеса с рельсом, приводит к потере до 10 % тяговой мощности локомотива и к активному износу гребней и поверхностей катания [2].

В настоящий момент с переходом на новую колею, проблема износа бандажей колёсных пар локомотивов и вагонов встала особенно остро. И, как следствие, в локомотивных депо возросли объёмы работ по восстановлению колёсных пар подвижного состава.

Характерными неисправностями их являются: износ бандажей — прокат, выбоины или ползуны, подрез гребня; ослабление бандажа, колесного центра, зубчатого колеса; трещины, вмятины, отколы зубьев зубчатого колеса; трещины, риски, забоины, вмятины на шейках оси и др

Прокат бандажей колесных пар устраняют обточкой на специальных станках с выкаткой и без выкатки из-под тепловоза. По мере обточки толщина бандажа уменьшается, и наименьшая его толщина при выпуске из текущего ремонта допускается 43 мм и не менее 50 мм для тепловозов, работающих со скоростями свыше 120 км/ч. Такого рода ограничения по использованию при ремонте колёсных пар обточек инициируют изыскание и разработку альтернативных технологий восстановления изношенных в процессе эксплуатации колёс.

Широкое применение в отрасли нашли практически все традиционные способы сварки и наплавки: ручная, механизированная и автоматическая наплавка под слоем флюса, в среде защитных газов и порошковыми проволоками, газовая и газопрессовая сварка [2, 3, 4]. Их применение позволяет в 1,5...2 раза сократить потребности в запасных частях, продлить срок службы эксплуатируемых деталей.

Столь широкий спектр возможных способов восстановления изношенных в процессе эксплуатации деталей требует их четкого анализа.

Промышленный опыт применения технологий автоматической дуговой наплавки под слоем флюса показывает высокое качество наплавленного слоя. Но при решении проблем восстановления вагонных колес с применением дуговой наплавки необходимо учитывать следующие обстоятельства:

1. Поскольку колеса изготовлены из высокоуглеродистой стали, то их поверхность катания в результате эксплуатации подвержена местной поверхностной закалке и глубокому наклепу под влиянием тепловых и механических воздействий. Часто они имеют по два-три «ползуна» глубиной 1...2 мм, выщерблины металла глубиной 5 мм и более, дефекты на поверхности катания (выдавливание металла на периферию поверхности катания, расслоения металла, трещины, повреждения усталостного характера в зоне контакта колеса с рельсом). Поэтому перед наплавкой обода колеса его необходимо обтачивать на глубину залегания дефектов. В противном случае последние могут действовать в наплавленных слоях как концентраторы напряжений, приводящие к разрушению колеса.

2. При восстановлении колес наплавкой происходит потеря уровня сжимающих напряжений, создаваемых закалкой колес на заводе-изготовителе.

3. Колесная пара относится к категории трудносвариваемых, т.е. подверженных образованию трещин. Для уменьшения вероятности образования горячих трещин в наплавленном металле необходимо предпринимать различные меры, обеспечивающие содержание углерода в нем не более 0,2 %:

- процесс наплавки колес выполнять низкоуглеродистой проволокой;
- увеличивать скорость наплавки;
- уменьшать силу сварочного тока;
- снижать проплавление основного металла и долю его участия в образовании наплавленного слоя.

Для предотвращения образования холодных трещин, которые возникают в результате образования закалочных структур, воздействия сварочных напряжений и диффузионного водорода, применяется целый ряд мер:

- предварительный подогрев обода колеса перед наплавкой;
- замедленное его остывание после наплавки;
- удаление водородсодержащих соединений (влаги, ржавчины, масел и т.п.) из зоны наплавки путем прокалки флюса, тщательной очистки поверхностей сварочной проволоки и наплавляемой детали.

4. С увеличением толщины износа требуется более интенсивный нагрев и тепловложение на единицу площади наплавляемой поверхности, что не только повышает вероятность появления трещин и в наплавленном, и в основном металле, но и снижает производительность процесса восстановления колес. Например, время наплавки обода с износом 4 мм возрастает до 4 ч.

5. При любом способе наплавки в зоне термического влияния происходят структурные изменения, приводящие к увеличению зерна и ухудшению прочностных свойств металла. Измельчению зерна и уменьшению вероятности образования трещин способствует отжиг подвергаемого восстановительной наплавкой колеса, после которого наплавку можно вести без обточки дефектов на поверхности катания. Однако после отжига поверхности катания твердость металла уменьшается более чем в 2 раза.

6. Существенно повысить производительность процесса восстановления колес можно, используя многоэлектродную наплавку. Однако при этом ванна жидкого металла значительно увеличивается в объеме и поэтому медленнее охлаждается в процессе кристаллизации. Это приводит к крупностолбчатому строению наплавленного металла, перегреву основного металла в зоне его сплавления с металлом наплавленного слоя, увеличению зерна. В результате катания наблюдается ухудшение механических свойств колеса, особенно ударной вязкости.

В ИЭС им. Е.О. Патона на базе модернизированного промышленного сварочного оборудования разработана технология восстановления гребней и полного профиля цельнокатаных колес с использованием двухдугового способа наплавки под слоем флюса. Такая технология позволяет существенно снизить температуру предварительного подогрева колес (менее 100 °С), более чем в 1,5 раза повысить производительность процесса при улучшении качества наплавленного металла. Колеса одной горизонтально расположенной пары наплавляют одновременно двумя аппаратами. Для на-

плавки используются стандартные сварочные материалы: флюсы типов АН-60, АН-348 и проволоки сплошного сечения типов Св-08ХМ, Св-08ГСМТ.

В ВНИИЖТе проведены исследования по совершенствованию технологии автоматической наплавки под флюсом, которые привели к разработке наплавочной проволоки марки Св-08ХГ2СМФ, обеспечивающей более высокую износостойкость в сравнении с обычно применяемой проволокой. При этом, несмотря на повышение твердости наплавленного металла до 290-320 НВ, уменьшается также и износ рельсов.

В отрасли разработана технология восстановительной наплавки колёс грузовых вагонов, предусматривающая выкат колёсных пар из-под вагонов без бандажирования, предварительный нагрев до 300 °С, наплавку реборд под флюсом низколегированной проволокой Св-08ХГ2СМФ по спирали за 7-8 проходов и замедленное охлаждение [5]. Эта технология обеспечивает твёрдость не более 300 НВ в зоне термического влияния и не менее 250 НВ в наплавленном слое, т.е. достаточную износостойкость и предотвращение образования холодных и горячих трещин.

Однако изложенная технология требует выката – отделения колёс от локомотивов и подвижного состава – и длительного вывода из эксплуатации, что недопустимо на действующих предприятиях.

В МГТУ им. Н.Э.Баумана и ООО «Сабарос» проведены исследования, позволившие разработать новую технологию восстановления колёс рельсового транспорта методом электрической дуговой наплавки без их выкатки [6]. Проблема образования холодных и горячих трещин в процессе и в результате наплавки решена за счет применения аустенитной самозащитной порошковой проволоки 40Х14Г15С (Сабарос С 102). Высокое содержание марганца в составе этой проволоки нейтрализует влияние неизбежных примесей серы и фосфора и подавляет образование горячих трещин. Наплавленный ею металл обладает невысокой твёрдостью (до 300 НВ), которая, как показали испытания, быстро увеличивается до 450 НВ при интенсивном эксплуатационном наклёпе в результате образования мартенсита деформации, характерного для сталей с высоким содержанием хрома и марганца.

Применение самозащитной порошковой проволоки позволяет механизировать процесс наплавки на колесо непосредственно в составе транспортного средства за счет малых габаритов соответствующей сварочной головки и оснастки, не содержащей флюсопитателей или трубопроводов для защитных газов.

Таким образом, дуговую наплавку реборд колёс локомотивов аустенитной проволокой на основе Fe-Cr-Mn, как показано в работе [6], возможно выполнить без образования трещин при минимальном стартовом подогреве (100 °С) лишь первого слоя, совмещённом с очисткой поверхности от масляных загрязнений.

Главные преимущества высоколегированной наплавки – высокая сопротивляемость образованию холодных и горячих трещин, хорошая обрабатываемость наплавки, сочетающаяся с резким повышением твердости в начале обкатки в результате перехода аустенита в мартенсит деформации, имеющий твёрдость 400 НВ.

Согласно данным, полученным на ОАО Северсталь, износостойкость колёс, наплавленных хромомарганцевой проволокой, превышает 12 месяцев

**Выводы:** 1. Электрическая дуговая наплавка – известный, широко используемый в отрасли способ восстановления колесных пар, изношенных в процессе эксплуатации, – не лишен сложностей и недостатков. 2. Более широкие возможности и повышение производительности и качества обеспечивает использование при наплавке самозащитной порошковой проволоки на основе Fe-Cr-Mn.

#### Литература

1. Омарбеков А.К. Организация ремонта и управление техническим состоянием колёсных пар тягового подвижного состава. Автореф. дис. докт. техн. наук. М.: - 2001.
2. Бояршина Л.А. Пути повышения ресурса колёсных пар подвижного состава. // Вагонный парк. – 2011. – № 3. – С.38-39.

3. Патент 2106949 России. Способ восстановления железнодорожного колеса и устройство для его реализации / В.В. Глазов, А.Н. Дьяков, Ю. Е. Алексеев, Д.Е. Шихин . - Оpubл.: 20.03.1998.
4. Дуговая наплавка в CO<sub>2</sub> гребней цельнокатаных вагонных колёс без предварительного подогрева. / В.В.Шефель, Э.Л.Макаров, Б.Ф.Якушин и др. // Сварочное производство. – 2000. - № 8. – С. 35-40.
5. Павлов Н.В., Козубенко Н.Д, Быков Н.Е. Наплавка гребней вагонных колёсных пар // Железнодорожный транспорт . – 1993. - № 7. – С. 38-40.
6. Якушин Б.Ф., Сударев А.В., Прудников С.В. О преимуществах хромомарганцевых наплавочных материалов при восстановлении деталей рельсового транспорта. // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2011. -№ 1. – С. 2-7.

У статті аналізуються особливості та проблеми електричного дугового наплавлення як ефективного методу відновлення зношених під час експлуатації колісних пар.

**Ключові слова:** колісна пара, знос, відновлення, електричне дугове наплавлення, тріщини, попередній підігрів, викочування

In the article the features of restoration method of worn-out under operation wheel pairs have been analyzed,

**Key words:** restoration, wheel pair, electric arc deposition

Бояршина Л. А. – к.т.н., доц. кафедри «Обработка металла давлением и сварка» ВНУ им. В. Даля, г. Луганск, Украина, mail: svarka@snu.edu.ua

**Рецензент:** д.т.н., проф. Горбунов Н.И.

УДК 629.4.067.3

**Горбунов Н.И., Попов С.В., Ноженко В.С.,  
Клюев С.А., Клюев А.С., Тасанг Э.Х., Прудченко И.П.**

г. Луганск

### **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИНЕЙНОЙ СКОРОСТИ ЛОКОМОТИВА**

В статье рассмотрен способ определения линейной скорости движения локомотива с помощью автоматической локомотивной сигнализации с учетом недостатков существующих систем использующих датчик пути и скорости и систему ГЛОНАСС/GPS.

**Ключевые слова:** локомотивная сигнализация, линейная скорость, пройденный путь, датчик пути и скорости.

Для обеспечения безопасности движения поездов и оценки работы машиниста в пути следования необходимо как можно точнее определять линейную скорость локомотива. Высокая точность измерений линейной скорости позволяет правильно рассчитать величину тормозного пути, длина которого зависит от квадрата скорости, определить текущую координату или пройденный путь, что особенно важно в условиях следования поезда в границах станции, в том числе при его остановке на ограниченном участке. Имея информацию о линейной скорости локомотива можно надежно идентифицировать, режимы боксования и юза.

На сегодняшний день на локомотивах для измерения скорости и пройденного пути в основном устанавливают колёсные датчики пути и скорости (ДПС). Их крепят на оси колёс локомотива, одному повороту колеса при этом соответствует определённое количество импульсов в выходной шине датчика. Поскольку колесо соприкасается с рельсом, то непредсказуемое влияние на точность показаний датчиков оказывают