

УДК 621.791.92

Иванов В.П., Сергиенко Ю.В., Сорочан Е.Н., Таранина Е.В.

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НАПЛАВЛЕННЫХ КРАНОВЫХ КОЛЕС

Исследовалось влияние сварочных материалов и режимов термообработки на свойства наплавленных крановых колес. Установлены параметры предварительного подогрева изделий, позволяющие предотвратить образование закалочных структур в наплавленном слое. Предложена технология наплавки, обеспечивающая повышение долговечности наплавленного кранового оборудования.

Ключевые слова: крановые колеса, предварительный подогрев, микротвердость, электродуговая наплавка, долговечность.

Цикл эксплуатационного нагружения крановых колес характеризуется периодическим резким скачком амплитудных напряжений при прохождении стыков, крестовин и неровностей на рельсах, а также от воздействия неровностей на поверхности катания.

Высокий нагрев верхних слоев и быстрое охлаждение их при выходе из зоны контакта приводят к структурным изменениям металла. Нормальные и касательные усилия, температурные нагрузки, структурные превращения, которым подвергается каждый участок поверхности катания колеса с большой частотой циклов, вызывает износ, пластические деформации и различные виды контактных усталостных повреждений (рис. 1).

Образование дефектов и скорость нарастания износа колес зависят от многих факторов: условий эксплуатации, химического состава и механических свойств основного и наплавленного металла, размеров колеса, качества формирования наплавленной поверхности, времени года, климатических условий и т.д.



Рис. 1 – Виды износа ходовых колес портального крана: а - отслоение поверхности катания, деформация реборды; б - разрушение колеса.

Износостойкость наплавленных крановых колес в большой степени зависит от твердости рабочего слоя, однако чрезмерно высокая твердость приводит к быстрому изнашиванию подкрановых рельсов, заменять или восстанавливать которые значительно дороже, чем колеса.

Оптимальными следует считать такие способы восстановления и упрочнения, при которых обеспечивается твердость поверхности катания крановых колес, несколько меньшая

Машинобудування і зварювальне виробництво

Режим доступу: <http://eir.pstu.edu/handle/123456789/2>

твердости рельсов [1]. В большой степени это определяется свойствами материала наплавленного слоя и сопутствующей и последующей термообработкой.

Краткое описание техники проведенных экспериментов, используемого оборудования и материалов.

С целью оптимизации технологии восстановления исследовалось влияние температуры предварительного подогрева на свойства наплавленной поверхности катания.

Наплавку производили на образцы из стали 55Л толщиной 10-12 мм сварочной проволокой Св 08ХЗГ2СМ с параметрами жима, указанными на рис. 1.

Замер микротвердости проводили при помощи микротвердомера марки ПМТ-3 с нагрузкой 50 г. Распределение микротвердости в зоне термического влияния описывается кривыми с максимумами, причем образец без подогрева имеет максимальную твердость 9000 МПа, что указывает на наличие мартенситных структур и подтверждается металлографическими исследованиями. При подогреве пластины до 100 °С максимальная твердость снизилась до 8200 МПа. При нагреве пластины до 200 °С наблюдается более заметное снижение максимальной твердости до 4800 МПа. При подогреве пластины до 300 °С максимальная твердость не поднималась выше 3500 МПа, что незначительно отличается от твердости основного металла.

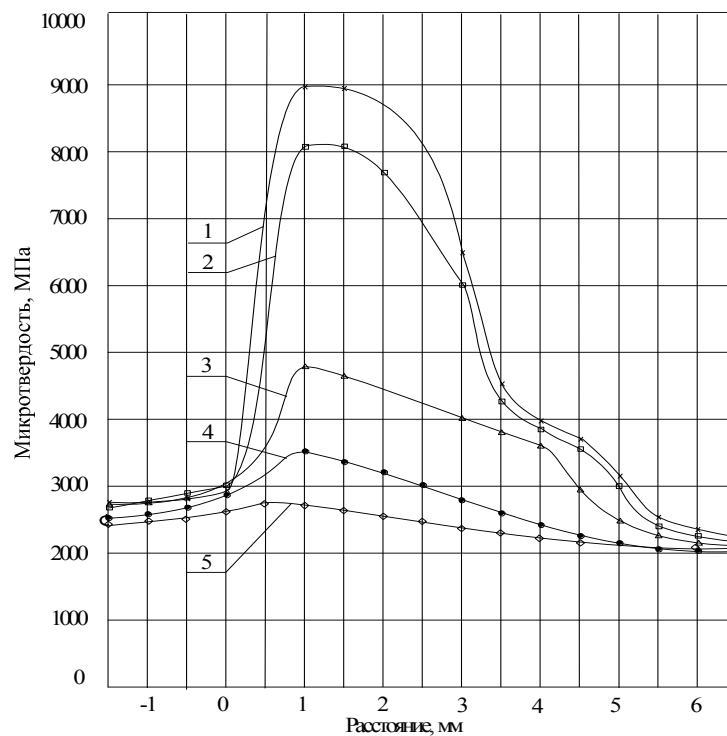


Рис. 2 – Влияние температуры предварительного подогрева на микротвердость зоны термического влияния стали 55Л. Режим сварки $I_H=320A$; $U_D=30B$; $V_H=10m/ч$:

- 1 - без подогрева - ×;
- 2 - подогрев до 100 °С - □;
- 3 - подогрев до 200 °С - △;
- 4 - подогрев до 300 °С - ●;
- 5 - подогрев до 250 °С с местным локальным сопутствующим подогревом - ◇

Для указанных наплавленных образцов были рассчитаны кривые охлаждения. Установлено, что кривые охлаждения образцов № 1, 2, 3 (без подогрева, подогрев до 100 °С и до 200 °С) попадают в зону мартенситных превращений. Кривая охлаждения образца № 4 (подогрев до 300 °С) попадает в зону бейнитных превращений. Уровень микротвердости образца № 5 практически соответствует уровню основного металла (рис. 1). Это позволяет избежать закалочных структур, и, соответственно, трещин в зоне термического влияния.

Твердость упрочненных в процессе изготовления колес доходит до 4800 МПа [2], поэтому предложено для наплавки рабочего слоя изменить технологию, что позволит получить в рабочем слое наплавленный металл, не отличающийся по твердости от металла рельсового пути.

Оценка эффективности технологии наплавки проводилась как по пределу усталости, так и по долговечности. При проведении исследований по определению прочностных характеристик оценивались следующие технологические варианты (см. рис. 2):

- вариант 1 представлял собой контрольные образцы, вырезанные из цельного колеса;
- вариант 2 – образцы, наплавленные без подогрева;
- вариант 3 и 4 – образцы, наплавленные с предварительным и сопутствующим подогревом с использованием сварочных материалов, соответственно, Св08Г2С и Св08Х3Г2СМ.

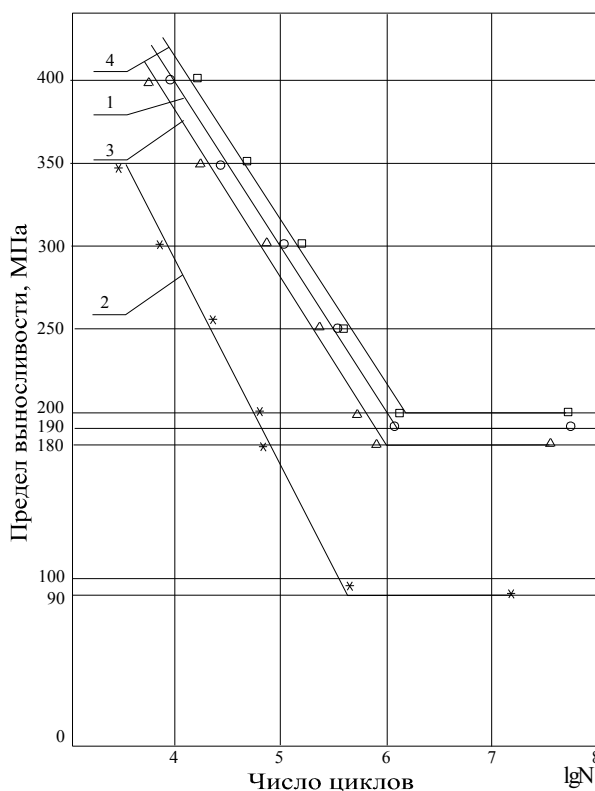


Рис. 3 – Кривые выносливости наплавленных образцов

Оценка эффективности рассмотренных технологий сварки выполнялась путем сравнения предела выносливости образца, вырезанного из цельного колеса, и наплавленных по различным вариантам технологии:

$$\eta_{G-1} = \frac{\sigma_{-1}^i}{\sigma_{-1}^A}, \quad (1)$$

где σ_{-1}^i – предел выносливости образца, соответствующего i -той технологии, МПа;
 σ_{-1}^A – предел выносливости образца, взятого из цельного колеса.

Оценка долговечности образцов проводилась в соответствии с уравнением:

$$\eta_N = \frac{N\sigma_i}{N\sigma_A}, \quad (2)$$

где $N\sigma_i$ – долговечность образцов i -той технологии сварки при уровне напряжений σ ;

$N\sigma_A$ – долговечность контрольных образцов при том же уровне напряжений.

Анализ полученных результатов. Результаты исследований, представленные на рис. 2, свидетельствуют, что предел выносливости контрольных образцов (первая серия) составил $\sigma_{-1}^1=190$ МПа.

Предел выносливости 190 МПа принимался в дальнейших расчетах за 100%. Во второй серии образцов предел выносливости составил 90 МПа, в третьей – 180 МПа, в четвертой – 215 МПа. Соответственно, $\eta_{\sigma-1}^2=45$ %, $\eta_{\sigma-1}^3=94,5\%$, $\eta_{\sigma-1}^4=99,5$ %.

Следовательно, наилучшую усталостную прочность получали образцы четвертой серии. Степень увеличения долговечности, в сравнении с базовой, соответствующей 10^4 степени циклов, составила для второй серии $\eta_N^2=0,4$; для третьей серии $\eta_N^3=0,6$; для четвертой серии $\eta_N^4=1,0$. Для уровня 10^5 степени циклов картина изменения долговечности такая же.

ВЫВОДЫ

1. Рекомендованный вариант технологии обеспечивает долговечность на уровне основного металла.

2. Установлено, что при наплавке колёсной пары подогрев до 300°C позволил снизить твердость в зоне термического влияния с 9000 МПа до 3500 МПа, что выше твердости основного металла на 1300 МПа. С целью снижения твердости зоны термического влияния предложено проводить предварительный подогрев до 340-360°C с применением сопутствующего локального подогрева, что обеспечивает превращение в перлитной области и снижение твердости зоны термического влияния до твердости основного металла. Это позволило избежать появления закалочных структур в зоне термического влияния.

3. Проведенные усталостные испытания показали, что применение предварительного и сопутствующего подогрева при наплавке колёсной пары обеспечивает прочностные характеристики сварного шва не ниже основного металла.

Список использованных источников

1. Совершенствование технологии наплавки крановых колес / С.П. Ананьев, В.А. Коротков, Б.Л. Головизнин, В.В. Козлов // Сварочное производство. – 2007. – №1. – С.23–27.

Машинобудування і зварювальне виробництво

Режим доступу: <http://eir.pstu.edu/handle/123456789/2>

2. Комбинированная наплавка крановых колес / Н.С. Назаров, Н.А. Бондарчук, Н.П. Данильчук // *Металлургическое машиноведение и ремонт оборудования*. – 1980. – №9. – С.70–72.

Іванов В.П., Сергієнко Ю.В., Сорочан О.М., Тараніна Є.В.

ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ НАПЛАВЛЕНИЙ КРАНОВИХ КОЛЕС

Досліджувався вплив зварювальних матеріалів та режимів термообробки на властивості наплавлених кранових коліс. Встановлені параметри попереднього підігріву виробів, що дозволяють запобігти утворення гартівних структур в наплавленому шарі. Запропонована технологія наплавлення, що забезпечує підвищення довговічності наплавленого кранового обладнання.

Ключові слова: кранові колеса, попередній підігрів, мікротвердість, електродугове наплавлення, довговічність.

Ivanov V.P., Sergienko Yu.V., Sorochan E.N., Taranina E.V.

IMPROVE EFFICIENCY OF WELDED CRANE WHEELS

We studied the influence of welding materials and heat treatments on the properties of the weld of crane wheels. The parameters of pre-heating products, to prevent the formation of hardening structures in the deposited layer. The technology of welding, providing increased durability of the weld of crane equipment.

Keywords: crane wheel, pre-heating, micro-hardness, electric arc welding, durability.

Рецензент: д.т.н., проф. Ищенко А.А.

Статья поступила 10.08.2016

УДК 666.97.033.16:621.34.1

Бочарова Е.А.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ВИБРАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

В статье рассмотрены варианты резьбовых соединений вибромашин. отмечена возможность применения простых и дешевых самотормозящихся гаек, принцип действия которых основан на увеличении радиальных деформаций и момента трения при соединении гайки с болтом.

Ключевые слова: самотормозящиеся гайки, жесткость контактирующих деталей, распределение контактных напряжений, момент трения, схема деформации.

Вибромашины нашли широкое применение в технологиях строительного, машиностроительного и металлургического производства, так как позволяют реализовать такие варианты нагружения, которые невозможны при других традиционных подходах.

Машинобудування і зварювальне виробництво

Режим доступу: <http://eir.pstu.edu/handle/123456789/2>