



УДК 621.792.048

Л.Т. Плаксина¹, С.В. Кандалов²,

М.О. Костромин³, В.А. Копысов⁴

¹ФГАОУ ВО Российский государственный профессионально-педагогический университет,

^{2,3,4} ПАО «Уралмашзавод»

г. Екатеринбург, Россия

E-mail: plt2006@yandex.ru

Дата поступления: 09.11.2017

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТНОЙ НАПЛАВКИ КОЛЕСА МОСТОВОГО КРАНА

Аннотация

Приведена базовая технология полуавтоматической наплавки ходового колеса мостового крана. Спроектирована технология ремонтной наплавки с использованием автоматической сварки под слоем флюса. Приведенные технико-экономические расчеты показывают значительный экономический эффект проектируемой технологии.

Ключевые слова: колесо мостового крана, совершенствование технологии, автоматическая наплавка под слоем флюса, экономический эффект.

Введение

В данной работе предложено технологическое решение восстановления геометрических размеров изношенного ходового колеса мостового крана на основе анализа действующей технологии полуавтоматической наплавки в смеси защитных газов и технико-экономического обоснования спроектированной технологии автоматической наплавки под слоем флюса.

Основная часть

Ходовое колесо мостового крана (Рисунок 1) – колесо, предназначенное для перемещения крана по рельсовым путям,

изготовлено из стали марки 50 [1].

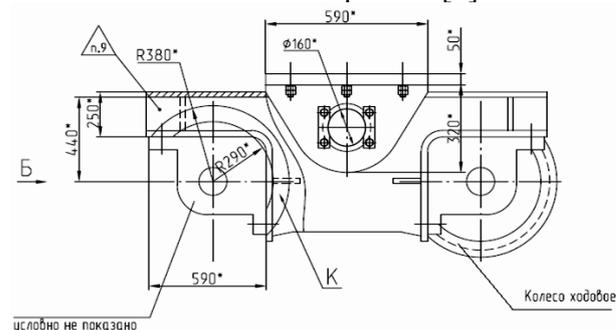


Рисунок 1. Колесо мостового крана

Таблица 1

Химический состав стали 50 [1]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0,47-0,55	0,17-0,37	0,50-0,80	0,30	0,035	0,030	0,25	0,30

Таблица 2

Механические свойства

Марка стали	Механические свойства			
	Предел текучести σ_T , Н/мм ²	Временное сопротивление σ_B , Н/мм ²	Относительное удлинение δ_5 , %	Относительное сужение Ψ , %
50	375	630	14	40

Оценку свариваемости выполняем в соответствии с ГОСТ 19281-2014 [2]:

$$C_{эKB} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2} \quad (1)$$

$$C_{эKB} = 0,72\%$$

Так как сталь 50 относится к плохо свариваемым [2], рекомендуется выполнять сварку (наплавку) с предварительным и сопутствующим подогревом и последующей термической обработкой для снятия сварочных напряжений.

В базовом (действующем) варианте восстановление геометрических размеров, изношенных ходовых крановых колес осуществлялось в соответствии со следующим технологическим процессом [3 - 5]:

1. Термообработка (отжиг) для снятия эксплуатационных напряжений.

Перед термообработкой проводится осмотр на наличие сколов, трещин, острых кромок, поверхностных и других дефектов.

После чего деталь погружается в печь и производится отжиг (600-650°C, выдержка 8 часов).

2. После осуществления термообработки заготовки перед механической обработкой и последующей наплавкой осуществляется контроль твердости детали.

3. Осуществление механической обработки колеса до вывода следов износа на поверхности катания (Рисунок 2).

4. Проведение магнитопорошковой дефектоскопии (МПД) на наличие дефектов (трещин, сколов).

5. При изготовлении металлоконструкций с использованием наплавки необходимо руководствоваться конструкторской, технологической и научно-технической документацией на данное изделие и вид наплавки.

Все сварочные материалы должны пройти входной контроль и иметь свидетельство НАКС.

6. Зачистка поверхности от загрязнений, обезжиривание растворителем.

7. Перед наплавкой осуществляется предварительный подогрев детали до температуры 200 - 250°C, так как колесо изготовлено из плохо свариваемой марки стали.

8. Наплавка.

Полуавтоматическая наплавка в смеси защитных газов Corgon-20 (80% Ar + 20% CO²) в соответствии с требованиями чертежа и настоящей технологии.

Электрогазосварщики, осуществляющие наплавку, должны быть аттестованы в НАКС (подъемно-транспортное оборудование) и иметь разряд не ниже 5-го.

Для полуавтоматической наплавки изделия используется сварочная проволока Ø1,2мм, марки Св-08Г2С, аттестованная в НАКС.

Режим наплавки: сварочный ток – I_{св}=260-280 А; напряжение на дуге – U_д=24-26 В.

Суммарная толщина наплавленного металла на участке размера 130 мм и на боковых поверхностях каждой реборды ходового колеса должна обеспечивать припуск под последующую механическую обработку не менее 10 мм (Рисунок 3).

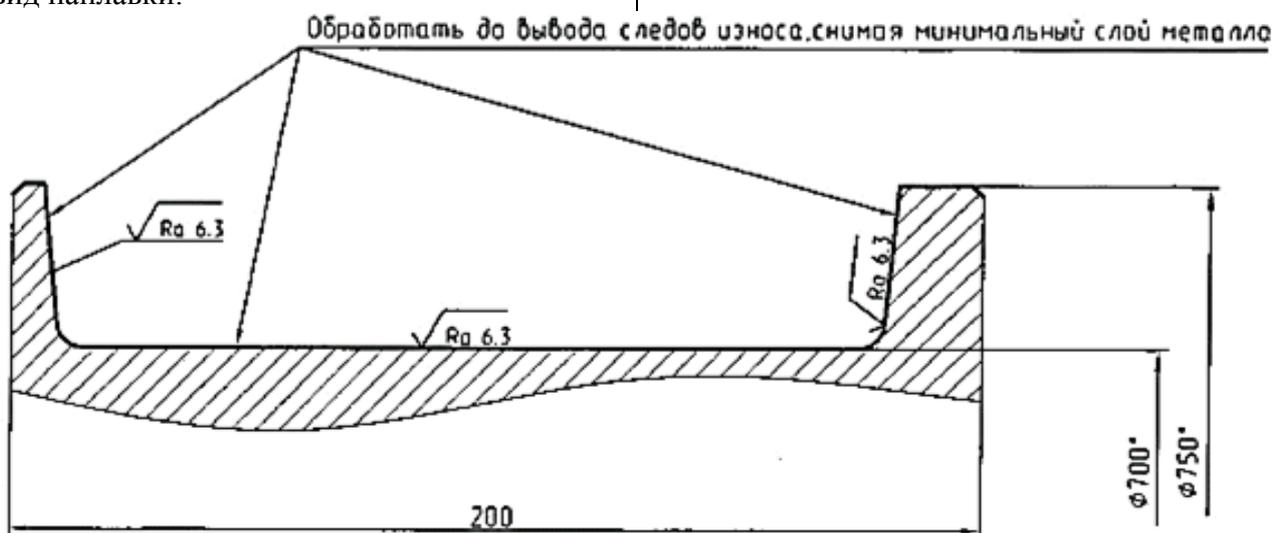


Рисунок 2. Эскиз механической обработки детали перед наплавкой

При наплавке температура детали не должна опускаться ниже 200°C. При перерывах в работе более 30 мин. Деталь необходимо укрывать асбестовым полотном в 2-3 слоя, а при возобновлении наплавки производить повторный предварительный подогрев до температуры 200-250 °С.

9. После наплавки каждого слоя произвести исправление выявленных недопустимых дефектов наплавки электродами УОНИ 13/55 Ø3мм (аттестация НАКС). Сварочный ток – 100-130 А.

10. После окончания наплавки обеспечить замедленное охлаждение изделия под двухслойным асбестовым полотном.

11. Перед окончательной механической обработкой произвести визуальный контроль качества наплавленного металла с оценкой по РД 24.090.97-98 [3].

Согласно нормам оценки по РД 24.090.97-98 [3]: недопустимыми дефектами наплавленного металла, выявленными

внешним осмотром, являются: трещины, скопление пор в количестве 5 штук на 1 см² площади наплавленного металла.

В случае обнаружения дефектов – удалить дефектный участок до «здорового» металла и заварить ручной дуговой сваркой электродами УОНИ 13/55 Ø3 мм (аттестация НАКС), сварочный ток – 100-130 А.

12. Механическая обработка детали после наплавки.

13. После механической обработки проводится контроль качества способом МПД на наличие дефектов.

14. В заключение технологического процесса ремонта ходового кранового колеса производится его термообработка в печи для снятия сварочных напряжений.

После чего колесо готово для дальнейшей эксплуатации.

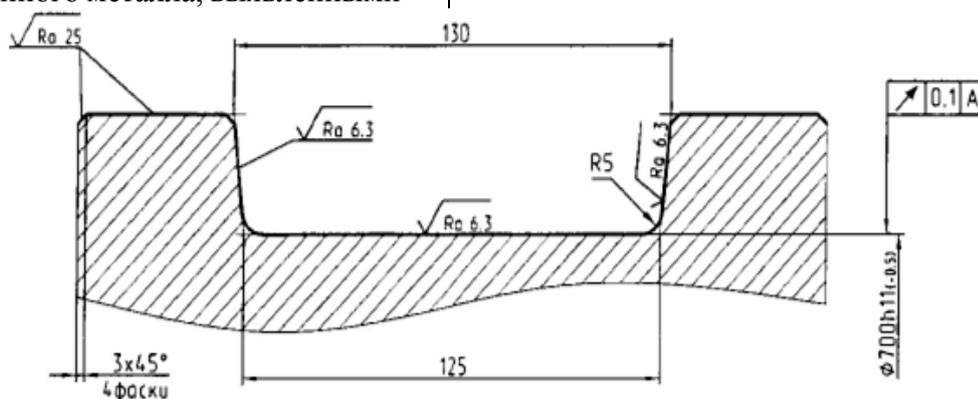


Рисунок 4. Эскиз механообработки после наплавки

В результате анализа базовой технологии выявлены следующие недостатки:

1. Значительная трудоемкость полуавтоматической наплавки.

2. Отсутствие средств механизации для осуществления наплавки.

3. Несоответствие физико-механических свойств наплавленного и основного металла (низкая твердость наплавленного слоя, вследствие чего происходит интенсивный износ рабочей поверхности катания колеса).

Предложено следующее технологическое решение по совершенствованию технологии наплавки – переход от полуавтоматической наплавки в смеси защитных

газов на основе аргона к автоматической наплавке под слоем флюса.

Предлагается замена сварочных материалов: вместо сварочной проволоки Св-08Г2С Ø1,2 мм будет использована сварочная проволока Св-08ГА Ø4 мм и 30ХГСА Ø4 мм.

Несколько слоёв проволоки Св-08ГА будут наноситься для более беспрепятственной последующей наплавки проволокой 30ХГСА, которая в свою очередь обеспечивает получение более высоких механических свойств и значений усталостной прочности, по сравнению с изначально использовавшейся проволокой Св-08Г2С.

При сварке проволокой Св-08ГА будем использовать флюс АН-22 по ГОСТ 9087-81 [6], так как данный флюс предназначен для использования при автоматической наплавке низколегированной стали.

При сварке проволокой 30ХГСА будем использовать флюс АН-47 по ГОСТ 9087-81 [6], так как данный флюс предназначен для использования при автоматической наплавке низколегированной и среднелегированной стали повышенной и высокой прочности.

Данные изменения увеличат срок эксплуатации крановых колес, и в результате сэкономят средства предприятия.

Предложен следующий технологический процесс восстановления ходового кранового колеса:

1. Термообработка (отжиг) для снятия эксплуатационных напряжений.

Перед термообработкой проводится осмотр на наличие сколов, трещин, острых кромок, поверхностных и других дефектов. Затем деталь погружается в печь и производится отжиг (600-650°C, выдержка 8 часов).

2. После осуществления термообработки заготовки перед механической обработкой и наплавкой осуществляется контроль детали на твердость.

3. Осуществление механической обработки колеса до вывода следов износа на поверхности катания.

4. Проведение МПД на наличие дефектов (трещин, сколов).

5. Нагрев колеса перед наплавкой до температуры 250-300 °С.

6. Наплавка. Для повышения уровня механизации процесса наплавки предложено применение вращателя установки для автоматической сварки под слоем флюса (установка У-83).

Наплавка сварочной проволокой Св-08ГА в два слоя (5-6мм) для выполнения подслоя на сталь 50 для улучшения свариваемости при последующей наплавке поверхности детали сварочной проволокой 30ХГСА, флюс АН-22 (ГОСТ 9087-81) [6].

После нанесения каждого слоя необходимо проводить визуальный осмотр на наличие дефектов и исправление дефектов ручной дуговой сваркой электродами

УОНИ 13/55 Ø4 мм, Сварочный ток – 160-210А.

7. Снятие детали с установки У-83.

8. Проведение промежуточной термообработки и механической обработки детали для более качественной последующей наплавки сварочной проволокой 30ХГСА и предотвращения образования дефектов.

9. Проведение МПД на наличие дефектов. При обнаружении дефектов удалить участок до «здорового» металла и заварить ручной дуговой сваркой электродами УОНИ 13/55 Ø3 мм, ток сварки 100-130 А.

10. После проведения МПД и исправления дефектов деталь снова закрепляется на установку У-83.

11. Произвести наплавку сварочной проволокой 30ХГСА с припуском под последующую механическую обработку не менее 3 мм на сторону, флюс АН-47 (ГОСТ 9087-81) [6]. После наплавки каждого слоя производить визуальный осмотр на наличие дефектов и их исправление ручной дуговой сваркой электродами УОНИ-13/65 Ø4 мм, сварочный ток – 100-130 А.

12. Снятие колеса с установки У-83.

13. Проведение термической обработки и механической обработки детали. Проверка на наличие дефектов.

При обнаружении дефектов необходимо исправить их ручной дуговой сваркой электродами УОНИ-13/65 Ø3 мм, сварочный ток – 100-130 А.

14. Окончательный контроль на наличие дефектов способами МПД или краскокапиллярной дефектоскопии (ККД).

Все сварочные материалы должны пройти входной контроль и иметь свидетельство НАКС. Электрогазосварщики, осуществляющие наплавку, должны быть аттестованы в НАКС (ПТО) и иметь разряд не ниже 5-го.

Технико-экономические расчеты базового и проектируемого вариантов восстановления геометрических размеров изношенного ходового колеса мостового крана показывают безусловное преимущество предлагаемой технологии наплавки даже без учета увеличения срока эксплуатации крановых колес (таблица 3).

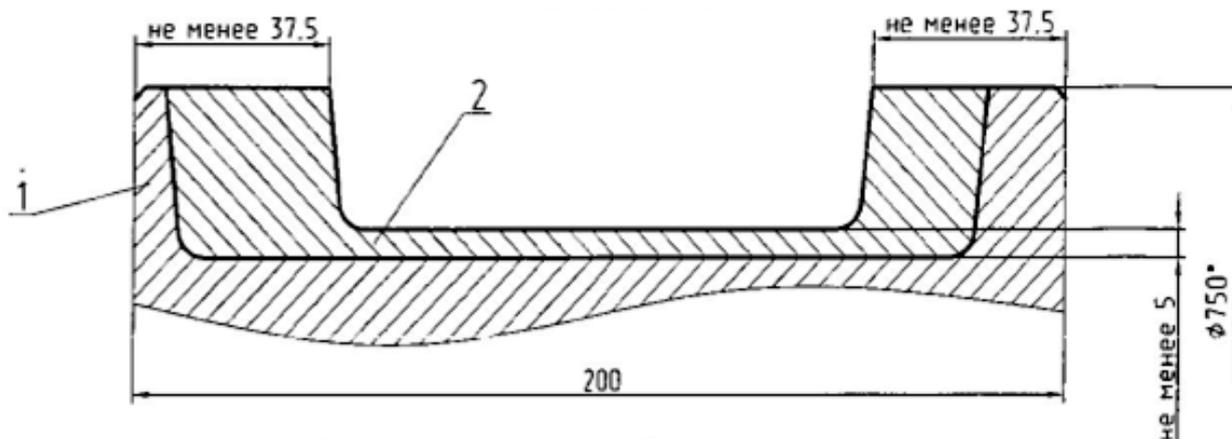


Рисунок 5. Эскиз наплавки: 1 – деталь; 2 – наплавленный металл

Таблица 3

Экономические преимущества предлагаемой технологии:

№	Наименование операции	Расход материалов Наименование	Трудоёмкость, н/ч	Стои- мость, руб
Базовая технология				
1	Подготовка поверхности изделия под наплавку и обезжиривание		0,9	990
2	Предварительный подогрев изделия		0,4	440
3	Полуавтоматическая наплавка рабочего слоя в смеси газов сварочной проволокой	Поволока Св-08Г2С 61 Газовая смесь Corgon-20 18 Электрод УОНИ-13/55 0,6	19,18	31135
4	Сдача ТК цеха		0,1	95
Итого на операцию:				32660
1	Подварка дефектов наплавки перед окончательной мех/обработкой	Электрод УОНИ-13/55 0,5	0,7	665
Итого на операцию:				665
Итого на деталь:				33325
Предлагаемая технология				
1	Установка изделия, выверка бие-ния, снятие изделия		0,3	400
2	Подготовка поверхности изделия под наплавку и обезжиривание		0,9	990
3	Предварительный подогрев		0,4	440
4	Автоматическая наплавка рабочего слоя под слоем флюса сварочной проволокой	Поволока Св-08ГА 23,8 Флюс АН-22 29,5 Электрод УОНИ-13/65 0,6	2,68	3216 2975 1475
5	Подготовка поверхности изделия под наплавку		0,9	990
6	Автоматическая наплавка рабочего слоя под слоем флюса сварочной проволокой	Поволока 30ХГСА 45,4 Флюс АН-47 54,4 Электрод УОНИ-13/65 0,6	4,98	6225 5448 2176
7	Сдача ТК цеха		0,1	95
Итого на операцию:				24430
1	Подварка дефектов наплавки перед окончательной мех/обработкой	Электрод УОНИ-13/65 0,5	0,7	665
Итого на операцию:				665
Итого на деталь:				25095

Проведенные технико-экономические расчеты базового и проектируемого вариантов технологий восстановления геометрических размеров показывают, что экономический эффект предлагаемых технических решений по совершенствованию технологии наплавки колес мостового крана составляет 8230 руб/ шт. При годовой потребности по ремонту колес мостового крана в объеме 300 шт. эффект составляет 2 469 000 руб/год.

Заключение

Изменение базовой технологии позволит:

1. Автоматизировать технологический процесс наплавки крановых колес.
2. Сократить трудозатраты на выполнение наплавки.
3. Повысить эксплуатационный ресурс колес за счет применения высокопрочных сварочных материалов.
4. Повысить качество наплавленных деталей.
5. Получить значительный экономический эффект.

Библиографический список

1. ГОСТ 1050-2013.Metalloprodukcija iz nелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия. - М.: Стандартинформ. 2014. - 31 с.
2. ГОСТ 19281-2014.Прокат повышенной прочности. Общие технические условия. - М.: Стандартинформ. 2015. - 47 с.

3. РД 24.090.97-98. Руководящий документ. Оборудование подъемно-транспортное. Требования к изготовлению, ремонту и реконструкции металлоконструкций грузоподъемных кранов.
4. РД 24.090.100-99. Руководящий документ. Оборудование подъемно-транспортное. Указания по проведению входного контроля качества конструкционных сталей и сварочных материалов для изготовления, ремонта, реконструкции и монтажа металлоконструкций грузоподъемных кранов.
5. РД 22-322-02. Руководящий нормативный документ. Краны грузоподъемные. Технические условия на капитальный, полнокомплектный и капитально-восстановительный ремонты.
6. ГОСТ 9087-81. Флюсы сварочные плавные. Технические условия. М.: ИПК Издательство стандартов. 1998. – 27 с.

Information about the paper in English

**L.T. Plaksina¹, S.V. Kandalov²,
M.O. Kostromin³, V.A. Kopysov⁴**

¹Russian State Vocational Pedagogical University,
^{2,3,4}Uralmashzavod PJSC
Yekaterinburg, Russia
E-mail: plt2006@yandex.ru
Received 09.11.2017

OPTIMIZATION OF OVERHEAD CRANE WHEEL REPAIR TECHNIQUE BY WELDING

Abstract

This article describes the basic (existing) semi-automatic welding technique applied to overhead crane wheels. The authors designed a repair technique based on the use of automatic submerger arc welding. The feasibility study given indicate a significant ROI of the new process.

Keywords: overhead crane wheel, process optimization, automatic submerger arc welding, ROI.
