



CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED SCIENCES

Volume: 02 Issue: 05 | May 2021 ISSN: 2660-5317

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕСА МОСТОВОГО КРАНА С ПРИМЕНЕНИЕМ НАПЛАВКИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Бобоев Хамза Хамидуллаевич

заведующие кафедры «Технология машиностроения»

ТГТУ АФ им.И.Каримова

Гапуров Бекпулат Эшбоевич

ассистент кафедры «Технология машиностроения»

ТГТУ АФ им.И.Каримова

Умуров Улугбек Мейлиевич

ассистент Алмылыкский филиал Ташкентского Государственного технического
университета имени Ислама Каримова,

Абдуллаев Абдуманнон Холдорович

ассистент Алмылыкский филиал Ташкентского Государственного технического
университета имени Ислама Каримова,

Received 29th April 2021, Accepted 6th May 2021, Online 9th May 2021

Abstract– Описаны принципы оптимизации технологии восстановления кранового колеса мостового крана из стали 50 с применением наплавки. Приведены переход от метода механизированной наплавки проволокой Св-08Г2С в среде защитных газов к методу автоматической наплавки под слоем флюса ПП-АН-01 с применением сварочных материалов, которые в отличие от базового метода, обеспечить повышение твердости наплавленного слоя, что приведёт к увеличению срока службы колеса.

Ключевые слова: Мостовой кран, колесо, рельсовый путь, обод, реборда колёс, наплавка, флюс, износ, нагрузка, перекося моста и т.д.

Введение. Проблема повышения срока службы колёс мостовых кранов и рельсов, снижение знакопеременных нагрузок на металлические конструкции крана и сооружений возникла более ста лет тому назад и до сих пор не имеет должного решения. Первым исследователем причин перекося применительно к кранам с раздельным приводом был Балашов В.П. Результаты его исследований были опубликованы в работе [4], вышедший в 1959 году. В ней перекосям крана посвящена глава, где приведён перечень возможных причин их появления, включающий: разность диаметров ведущих колёс, проскальзывание или пробуксовывание одного из ведущих колёс, различные скорости вращения электродвигателей вследствие различной их загрузки или различных жёсткостей их характеристик, перекося осей ведущих и ведомых колёс в горизонтальной плоскости.

Основной причиной износа и нагрузок. – движение моста с перекосом относительно рельсов или «забегание» одной из его сторон относительно другой. При этом колёсные реборды выступают в контакт с боковыми сторонами рельсов, вызывая появления нагрузок и износа. Для восстановления кранового колеса мостового крана до сих пор используется метод механизированной наплавки с применением сварочной проволоки марки Св-08Г2С[2].

Актуальность. В последнее время наметилась тенденция к установке на кранах замкнутых систем автоматического управления их электроприводом, включающих функцию устранения перекоса моста [1]. Они обеспечивают такое движение крана, при котором реборды практически не вступают в контакт с рельсами устраняя износ реборд и снижая нагрузки на металлоконструкции. Однако, это очень затратное решение как при внедрении, так и в эксплуатации[1].

Существующая технология при дальнейшем исследовании закономерностей свободного движения крана, применяемых на промышленных предприятиях, до наступления контакта реборд и рельсов рассмотрены [2,3]. Одной из задач исследований – выяснение наиболее значимых причин появления перекоса моста с целью последующего их устранения.

Нахождение причин износа и оптимизация технологии восстановления кранового колеса мостового крана с применением наплавочных материалов обеспечивающих увеличение твёрдости наплавленного слоя и соответственно срока службы кранового колеса[3].

За последние годы произошло некоторое переосмысление механизма взаимодействия крановых колёс с рельсами и в обиход были введены понятия о продольном и поперечном упругих скольжениях колёс относительно рельсов, которые не учитывались в [4]. Кроме того, на горнодобывающих предприятиях в данное время применяются думпкары с большей грузоподъёмностью, экскаваторы с большим объёмом ковша, нагрузка на колёса вагонов увеличилась, естественно и колёса изнашиваются быстрее. При демонтажных работах мостовой кран поднимает большегрузные вагоны, нагрузка на колёса мостовых кранов увеличивается сокращается межремонтный период.

Оптимизация технологии восстановления кранового колеса мостового крана с применением наплавки обеспечивается за счет решения следующих задач:

- анализ материала изделия;
- проанализировать базовый вариант восстановления колеса;
- подобрать и обосновать проектируемый способ наплавки колеса;
- провести необходимые расчеты режимов наплавки;
- выбрать сварочное оборудование и материалы;
- разработать технологию наплавки ;

- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида работ;
- провести расчет экономического обоснования от внедрения проекта.

Колеса должны изготавливаться согласно требований ГОСТ 28648 - 90 из сталей с механическими характеристиками не ниже, чем у стали марки 45 по ГОСТ 1050 – 2013. Твердость поверхности катания колеса не должна превышать значения твердости рельса, изготовленных из стали 63, так как замена изношенных рельсовых путей имеет гораздо большую трудоемкость и затраты. Поэтому рельсы, по согласованию с заказчиком, изготавливаются по ГОСТ 4121 -96 с твердостью головки 390 НВ.

Колеса мостовых кранов изнашиваются под воздействием сил трения, которые усиливаются в зависимости различных факторов. Самый распространенный ошибки установки при монтаже колес с перекосом относительно рельс и друг друга. Мостовой кран относится Грузоподъемным механизмам группы 4М и 5М по ГОСТ 25835 – 83, то твердость рабочей поверхности колеса должна составлять не менее 300 НВ. Характеристика материала изделия стали 50 является конструкционной углеродистой качественной сталью, изготавливаемой по ГОСТ 1050-2013. Применяется для изготовления зубчатых колес, прокатных валков, штоков, осей, бандажей, колес и других деталей, работающих на трение. Механические свойства и химический состав стали 50 приведены в таблице 1 и таблице 2.

Механические свойства стали 50 по ГОСТ 1050-2013

Таблица 1

Предел текучести, δ_t , Н/мм ²	Временное сопротивление, δ_b , Н/мм ²	Относительное удлинение, δ_5 , %	Относительное сужение, ψ , %
375	630	14	40

Химический состав стали 50 по ГОСТ 1050-2013

Таблица 2

Химический элемент	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
Содержание, %	0,47-0,55	0,17-0,37	0,50-0,80	>0,03 0	>0,035	>0,25	>0,30	>0,30

Сталь 50 относится к трудно свариваемым сталям. В сварочной практике существуют такие понятия, как физическая и технологическая свариваемость. Физическая свариваемость подразумевает возможность получения монолитных сварных соединений с химической связью. Такой свариваемостью обладают практически все технические сплавы и чистые металлы, а также ряд сочетаний металлов с неметаллами. Технологическая свариваемость — это характеристика металла, определяющая его реакцию на воздействие сварки и способность образовывать сварное соединение с заданными эксплуатационными свойствами. В этом случае свариваемость рассматривается как степень соответствия свойств сварных соединений одноименным свойствам основного металла или их нормативным значениям. Свариваемость оценивается степенью соответствия свойств сварного соединения тем же свойствам основного материала и его склонностью к образованию дефектов. Материалы делятся на хорошо, удовлетворительно, плохо и ограниченно свариваемые.

Европейский стандарт EN 1011-2-2011 рекомендует оценивать склонность материала к образованию горячих трещин по соотношению: $UCS = 230C + 190S + 75P + 45Nb + 12,3Si + 5,4 Mn - 1$, [1]

где UCS – единицы склонности к горячим трещинам; C, S, P, Nb, Si, Mn – содержание соответствующих химических элементов в составе стали, %. Для расчета применяем усредненные значения химического состава стали 50 по ГОСТ 1050-2013. $UCS = 230 \cdot 0,5 + 190 \cdot 0,02 + 75 \cdot 0,02 + 12,3 \cdot 0,25 + 5,4 \cdot 0,6 + 1 = 112,985$

Так как значение $UCS > 30$, то сталь 50 при сварке склонна к образованию горячих трещин. Склонность стали к образованию холодных трещин также можно оценить по эквиваленту углерода [2]

$$C_{\text{эkv}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{13} + \frac{V}{14} + \frac{P}{2}. \quad [2]$$

Для расчета применяем усредненные значения химического состава стали 50 по ГОСТ 1050-2013.

$$C_{\text{эkv}} = 0,5 + \frac{0,6}{6} + \frac{0,2}{24} + \frac{0,2}{40} + \frac{0,2}{5} + \frac{0,2}{13} + \frac{0,02}{2} = 0,678.$$

Так как значение $C_{\text{эkv}} > 0,45$, то сталь 50 склонна к образованию холодных трещин. Температуру предварительного подогрева рассчитаем по методике Д.Сефериана[3]

$$360C_x = [360C + 40(Mn + Cr) + 20Ni + 28Mo]. \quad (3)$$

$$C_x = \frac{360 \cdot 0,5 + 40(0,6 + 0,2) + 20 \cdot 0,2}{360} = 0,6.$$

$$C_p = C_x(1 + 0,005 \cdot \delta),$$

$$C_p = 0,6(1 + 0,005 \cdot 130) = 0,99,$$

где δ – толщина металла, примем равной 130мм.

$$[C] = C_x \cdot C_p,$$

$$T_o = 350 \sqrt{[C] - 0,25},$$

$$T_o = 350 \sqrt{0,99 \cdot 0,6 - 0,25} = 205^\circ\text{C}.$$

Особенности материала и конструкции
Основными сложностями при восстановлении рабочей поверхности кранового колеса наплавкой являются:

- 1) склонность к образованию горячих трещин;
- 2) склонность к образованию холодных трещин.

Большая толщина детали способствует быстрому охлаждению зоны термического влияния, что также приводит к трещинообразованию.

Поэтому, при разработке технологии наплавки, следует учесть эти особенности, применив методы, уменьшающие появление горячих и холодных трещин при наплавке.

Подготовка детали к наплавке
Крановые колеса, которые находятся в эксплуатации, требуют жесткого технического контроля. Главная цель контроля заключается в исключении поломки и аварийной остановки подъемно-транспортного оборудования, а также прогнозирование текущего ремонта оборудования. При выявлении критической величины износа кранового колеса, останавливается для проведения текущего ремонта и восстановления размера колес. Далее осуществляется подготовка колеса к наплавочным работам. Процесс подготовки соответствует описанию в базовой технологии в пункте 2.1 настоящей пояснительной записки. Выбор сварочных материалов На обработанную поверхность колеса наплавляется 2-3 слоя сварочной проволокой марки Св-08ГА в под флюсом марки АН-22,обеспечивая «смягчающий подслоя» для наплавки проволокой большей твердости. Рабочий слой наплавляется проволокой марки Св-12Х13 в сочетании с флюсом марки ОК Flux 10.33 EN ISO.

Выбор проволоки Св-12Х13 и флюса АН-22 обоснован тем, что наличие в составе проволоки и флюса достаточного количества марганца, оксидов алюминия, которые выводят серу из шва, значительно уменьшают вероятность появления горячих трещин. Так же данный подслоя обеспечит хорошую свариваемость проволокой Св-12Х13, которая, в свою очередь, обеспечит поверхность колеса требуемой твердостью. Флюс ОК Flux 10.33 предназначен для наплавки износо стойких поверхностей, минимально легируя наплавленный металл, но при этом максимально выводит вредные примеси, типа серы и фосфора, обеспечивая минимальную возможность появления трещин после сварки. После сварочных работ будет проводится термическая обработка (отпуск при 500⁰С), после которой твердота наплавленного рабочего слоя снижается до 350 НВ.

Химический состав сварочных материалов по ГОСТ 2246-70 приведен в таблице 7.

Химический состав проволоки Св-08ГА и Св-12Х13 по ГОСТ2246-70

Таблица 7

Марка	C, %	Si, %	Mn, %	Ni, %	S, %	P, %	Cr, %	N, %
Св-08ГА	До 0,1	До 0,06	0,8 – 1,1	До 0,25	До 0,025	До 0,03	До 0,1	До 0,01
Св-12Х13	0,09-0,14	0,3-0,7	0,3-0,7	До 0,6	До 0,025	До 0,03	12-14	-

Химический состав флюсов представлен в таблицах 8 и 9.

Состав флюса АН-22 по ГОСТ 9087-81

Таблица 8

SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	CaF ₂
------------------	--------------------------------	-----	-----	-----	------------------

18-21,5	19-23	6-9	12-15	11,5-15	20-24
---------	-------	-----	-------	---------	-------

Флюсы перед сваркой требуется прокалывать по режимам, требуемым поставщиками.

Для улучшения качества наплавки рабочего слоя, деталь, после наплавки подслоя, отправляется на промежуточную термообработку для снятия сварочных напряжений. Колесо подвергается отпуску при температуре 580 – 600 °С выдерживается в течение 8 часов. Изделие охлаждается вместе с печью до температуры 300°С. Затем охлаждение выполняется на воздухе.

После проведения термообработки деталь подвергается дробеструйной очистке. Данное решение позволит смягчить наплавленный металл, снять напряжение с основного металла и очистить поверхность для проведения визуального контроля и последующей наплавки. Дефекты, выявление при контроле, удаляются слесарным способом и завариваются электродами УОНИ 13/65, диаметром 3мм. После окончания наплавки рабочего слоя колеса требуется обеспечить медленное охлаждение детали – укрыть в два слоя асбестовым полотном. Далее проводится визуальный контроль, исправление выявленных недопустимых дефектов и термическая обработка (отпуск при температуре 500°С, выдержка в течении 8 часов, остывание в печи до 300°С с последующим остыванием на воздухе). Это обеспечит снятие сварочных напряжений, стабилизирует структуру металла и обеспечит требуемую твердость в 350 НВ. После термической обработки деталь требуется механически обработать с припуском 1 мм на радиус. Далее производится визуальный контроль для выявления дефектов наплавки (пор, трещин) с применением лупы. Выявленные дефекты удаляются слесарным способом и завариваются электродами УОНИ-13/НЖ, диаметром 3мм. В случае, если дефекты глубиной более 3 мм и общей площадью более 15% поверхности наплавки, то после исправления производится повторная термическая обработка.

Литература:

1. Федулова М.А. Методические рекомендации по выполнению и оформлению выпускной квалификационной работы / М.А Федулова, Д.Х.Билалов. - Екатеринбург: ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2016. - 49 с.
2. Корчунов, А.Г. Механическое оборудование металлургических заводов / А.Г. Корчунов, Слободянский М.Г. – Магнитогорск: МГТУ, 2017 – 72с
3. Смородинский, Я.Г. Сварка и диагностика на транспорте. Тезисы докладов форума / Сост.: Я.Г. Смородинский, М.П. Шалимов, Д.С. Бужорина, А.М. Фивейский. – Екатеринбург: УРФУ, 2017. – 85 с.
4. Темников, В.Г. Металлические конструкции [Электронный ресурс] / Темников В.Г. – Иркутск: ИГТУ, 2007 – 122 с. Режим доступа <http://studfiles.net/lib/> (Дата обращения 06.02.2017)

5. Зайцев, Е.И. Сварочные работы в строительстве. Конспект лекций, часть II [Электронный ресурс] / Зайцев Е.И., Назим Я.В., Бусько М.В. – Макеевка: ДонНАСА. – 2007. – 38 с. Режим доступа <http://studfiles.net/lib/>
6. Норходжаев Ф.Р., Шакиров Ш.М., Умуров У. М., Гапуров Б. Э. (2021). Керамические покрытия в технике и возможности использования местного сырья для получения покрытий. *CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL & APPLIED SCIENCES*, 2(4), 165-172.
7. Аюпов У.М., асс. Умуров У.М., доц. Алимджанова Д.И. (2020) Шамотные тигли для пробирного анализа на основе каолина марки АКС-78, *Труды молодых ученых, магистрантов и студентов бакалавриата Ташкентского химико-технологического института*, 57-59.