

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет «Материаловедение и металлургические технологии»
Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ М.А. Иванов

« ____ » _____ 2018 г.

Восстановление изношенных поверхностей крановых колес
электродуговой наплавкой

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-15.03.01.2018.151 ПЗ ВКР**

Руководитель работы

_____ доцент, А.К.Тиньгаев
И.О., Фамилия

Подпись

« ____ » _____ 2018 г.,

Автор работы
студент группы П-440

_____ А.Р.Шарафутдинов

« ____ » _____ 2018 г.,

Нормоконтролёр
преподаватель

_____ Ю.В. Безганс

« ____ » _____ 2018 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	5
1.1 Анализ конструкции изделия	5
1.2 Материал изделия и его свариваемость	6
1.3 Условия эксплуатации изделия	8
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	11
2.1 Базовый вариант технологического процесса	11
2.2 Проектируемый вариант технологического процесса	14
2.3 Выбор способа сварки.....	15
2.4 Выбор сварочных материалов	18
2.5 Расчет режимов сварки	20
2.6 Выбор сборочного и сварочного оборудования	22
3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	27
3.1 Способы и средства контроля качества	27
3.2 Допустимые и недопустимые дефекты	34
3.3 Оборудование для контроля качества	37
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	46
4.1 Анализ вредных и опасных факторов в технологическом процессе.....	46
4.2 Техника безопасности при производстве сварочных работ.....	47
4.2.1 <i>Электробезопасность</i>	47
4.2.2 <i>Обеспечение пожарной безопасностью</i>	49
4.3 Обеспечение санитарно – гигиенических условий труда	51
4.3.1 <i>Расчет вентиляции. Микроклимат</i>	51
4.3.2 <i>Расчет освещения</i>	52
4.4 Безопасность при работе с подъемно – транспортными устройствами.....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	54
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	55

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

ВВЕДЕНИЕ

Вопрос сокращения текущих расходов на предприятиях всегда актуален для решения вопроса повышения рентабельности любого производства, особенно в кризисной ситуации, когда снижение текущих затрат является одним из основных направлений для выживания как отдельных предприятий, так и целых отраслей промышленности.

Одной из значимых расходных статей для поддержания жизнедеятельности любого производства являются затраты, связанные с ремонтом машин и агрегатов, обеспечение их запасными деталями и узлами.

В вопросе значительного уменьшения этой статьи расходов большую помощь оказывает технология восстановительной и упрочняющей наплавки.

Наплавка – это процесс нанесения на поверхность детали слоя металла путем их обоюдного расплавления. В качестве источника тепла, необходимого для расплавления присадочного металла и металла детали, используются электрическая дуга, газовое пламя, луч лазера.

Наплавка находит широкое применение как при изготовлении новых деталей, так и при ремонте вышедших из строя. При изготовлении детали из углеродистой стали с применением наплавки на рабочую поверхность можно нанести сплав, обладающий необходимым для этой детали комплексом свойств: износостойкостью, жаропрочностью, термостойкостью, коррозионной стойкостью и др. Наплавка при ремонте позволяет многократно восстанавливать первоначальные размеры изношенных деталей, при этом, правильно выбрав наплавочный материал и технологию, можно не только обеспечивать эксплуатационные характеристики на уровне новых деталей, но даже превзойти их. Так как масса наплавленного металла обычно не превышает нескольких процентов от массы наплавляемой детали, используя восстановительную наплавку, можно многократно восстанавливать изношенные детали, экономить большие средства на их приобретение или металл и затраты на их изготовление. Используя

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

упрочняющую наплавку при изготовлении деталей можно значительно уменьшить расход дорогостоящих высоколегированных сталей и сплавов.

Кроме этого, в результате увеличения упрочняющей наплавкой срока службы деталей, узлов и механизмов, от которых зависит работа высокопроизводительного оборудования, сокращается время и количество ремонтных простоев и тем самым повышается производительность агрегатов и уменьшаются затраты на ремонт. Это обуславливает большую экономическую и технологическую эффективность наплавки в металлургии, горнодобывающей промышленности, на транспорте и в других отраслях промышленности, где большое количество деталей работают в тяжелых условиях, быстро выходят из строя и требуют замены.

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Анализ конструкции изделия

Колесо мостового крана – колесо, предназначенное для перемещения мостового крана по рельсовым путям. Колеса должны изготавливаться согласно требований ГОСТ 28648 – 90 из сталей с механическими характеристиками не ниже, чем стали марки 45 по ГОСТ 1050 – 2013 (рисунок 1.1).

Твердость поверхности катания колеса не должна превышать значения твердости рельс, изготовленных из стали 63, так как замена изношенных 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 – установка при монтаже колес с перекосом относительно рельс и друг друга [1].

Колесо, технологию восстановления которого требуется оптимизировать, изготавливается из стали 65Г. Так как грузоподъемный механизм относится к рабочей группе 4М и 5М по ГОСТ 25835 – 83, то твердость рабочей поверхности должна составлять не менее 300 НВ.

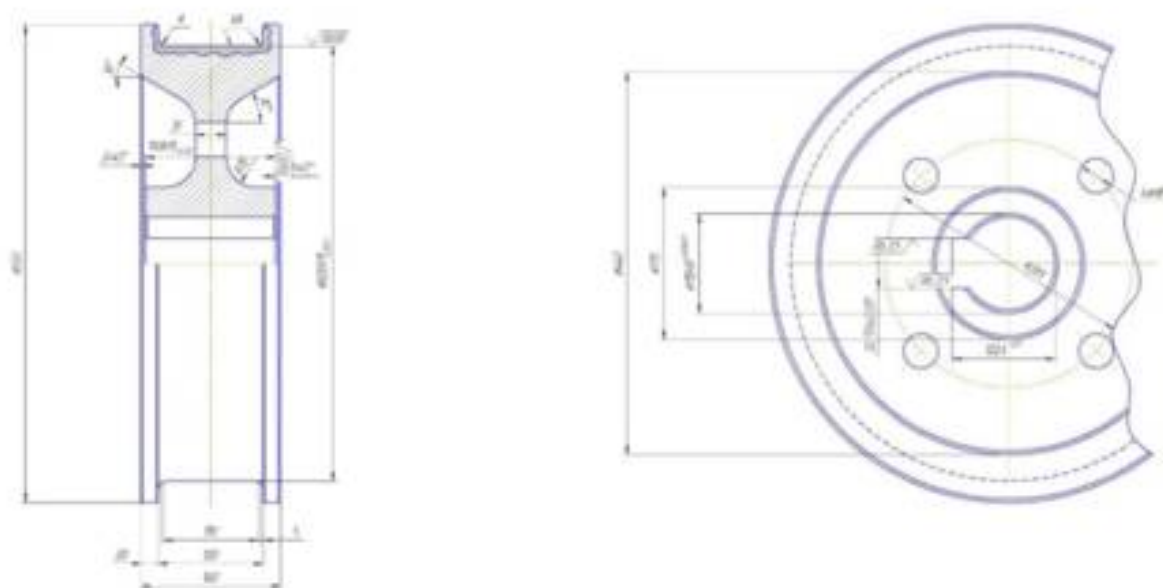


Рисунок 1.1 – Колесо мостового крана

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Таблица 1.1 –Технические характеристики колеса [1]

Наименование параметра	Показатель	
Диаметр поверхности катания (D), мм	500	
Диаметр колеса(D1), мм	550	
Ширина поверхности катания (B), мм	110	
Ширина обода (B1), мм	160	
Ширина ступицы (L), мм	150	
Диаметр оверстия (d), мм	115	
Материал	65Г	
Масса, кг	145	
Твердость поверхности катания и реборд	320-390	НВ

1.2 Материал изделия и его свариваемость

Сталь 65Г является конструкционно рессорно-пружинной качественной сталью, изготавливаемой по ГОСТ 14959-79.

Использование в промышленности: колеса мостового крана, плоские и круглые пружины, рессоры, пружинные кольца и другие детали пружинного типа, от которых требуются высокие упругие свойства и износостойкость; бандажи, тормозные барабаны и ленты, общего и тяжелого машиностроения. Механические свойства и химический состав стали 65Г приведены в таблицах 1.2 и 1.3 [1, 2].

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 65Г

Предел текучести, δ_T , Н/мм ²	Временное сопротивление, δ_B , Н/мм ²	Относительное удлинение, δ_5 , %	Относительное сужение, ψ , %
785	980	8	30

Таблица 1.3 – Химический состав стали 65Г

Химический элемент	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
Содержание, %	0,57-0,65	0,17-0,37	0,7-1	До 0,25	До 0,035	До 0,035	До 0,25	До 0,2

Свариваемость.

Свариваемость – свойство металлов или сплавов образовывать при установленной технологии сварки неразъемное соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия. 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.

Склонность стали к образованию холодных трещин можно оценить по эквиваленту углерода (1) [3]:

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{13} + \frac{V}{14} + \frac{P}{2} \quad (1)$$

Для расчета применяем усредненные значения химического состава стали 65Г по ГОСТ 14959-79 (2):

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,65 + \frac{1}{6} + \frac{0,37}{24} + \frac{0,25}{40} + \frac{0,25}{5} + \frac{0,2}{4} + \frac{0,035}{13} + \frac{0,035}{2} = 0,75415 \quad (2)$$

Так как значение $C_{\text{ЭКВ}} > 0,45$, то сталь 65Г склонна к образованию холодных трещин.

Температуру предварительного подогрева рассчитаем по методике Д.Сефериана, уравнения (3) и (4):

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

$$C_X = \frac{360 \cdot 0,65 + 40(1 + 0,25) + 20 \cdot 0,25}{360} = 0,8$$

$$C_P = C_X(1 + 0,005 \cdot \delta),$$

$$C_P = 0,8(1 + 0,005 \cdot 150) = 1,57,$$

где δ – толщина металла, примем равной 150мм.

$$[C] = C_X \cdot C_P, \quad (4)$$

$$T_0 = 350\sqrt{[C] - 0,25},$$

$$T_0 = 350\sqrt{0,8 \cdot 1,57 - 0,25} = 351^\circ\text{C}$$

1.3 Условия эксплуатации изделия

Колеса мостовых кранов изнашиваются под воздействием сил трения, которые усиливаются в зависимости различных факторов. Самый распространенный – установка при монтаже колес с перекосом относительно рельс и друг друга.

Перекося ходовых колес крана является главной причиной преждевременного износа и разрушения подкранового пути. Этот недостаток часто наблюдается как на новых кранах, так и на кранах, прошедших ремонт.

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

При установке колес на краны и механизмы должны быть обеспечены точность и взаимное расположение в соответствии с техническими условиями на изготовление кранов и механизмов.

Эксплуатация колес допускается при износе их реборд не более 50 % первоначальной толщины и (или) поверхности катания не более 1,15 % первоначального диаметра D [3].

При эксплуатации ходовых колес кранов необходимо своевременно осматривать и заменять изношенные детали. При осмотрах ходовых колес проверяют: наличие смазки в подшипниках, состояние крепления букс и зубчатых венцов, износ реборд и поверхности катания, а также отсутствие трещин в теле колеса. При обнаружении повышенного износа поверхности катания колеса, который допускается не более 20% первоначальной толщины обода, а также трещин, ходовые колеса меняют. Замену ходовых колес производят при общем износе реборд на 50% их первоначальной толщины, а также, при наличии отогнутых, или частично обломанных реборд.

Необходимо систематически проверять равномерность износа ходовых ведущих колес. Разность диаметров окружностей катания, спаренных ведущих ходовых колес (сидящих на одном валу или связанных системой зубчатых передач) должны быть не более 0,001 их диаметра. При больших разностях в размерах диаметров колес одна сторона крана забегает, что ведет к перекосу моста, и кран может сойти с рельсов кранового пути.

Основной причиной выхода из строя ходовых колес является износ реборд при перекосе крана относительно рельсов кранового пути из-за неправильной установки колес относительно моста. Иногда наблюдается сход колес тележки и моста с рельсов из-за попадания под них посторонних предметов. При сужении (уширении) колеи подтележных рельсов происходит заклинивание тележки при движении ее на мосту крана. Отрицательно сказывается на работоспособности ходовых колес пробуксовка, которая возникает при установке на механизме передвижения двигателя завышенной мощности (это обстоятельство является

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

причиной повышения уровня динамических нагрузок на механизм передвижения и на кран в целом).

Причинами выработки рабочих поверхностей катания ходовых колес являются:

1. Различие диаметров колес, приводимых в движение от одного двигателя (в результате чего происходят пробуксовывание и повышенный износ);
2. Применение литых колес вместо штампованных;
3. Отсутствие или некачественное выполнение термообработки колес.

Выработка реборд ходовых колес объясняется неточностью укладки кранового пути, наличием поперечного уклона и больших отклонений ширины колеи от номинальных размеров, а также не параллельностью осей колес. При поперечном уклоне пути кран под действием собственной силы тяжести стремится сдвинуться в сторону уклона. При этом реборды постоянно прижаты к рельсам, что приводит к быстрому износу реборд. То же самое происходит и при отклонении по ширине колеи и не параллельности осей колес, когда при движении крана колеса постоянно прижимаются к рельсам то одной, то другой ребордой.

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Базовый вариант технологического процесса

В базовой технологии производится механизированная наплавка в среде защитных газов.

Сварочные материалы.

Сварочная проволока Св-08Г2С диаметром 1.2 мм, изготовленная по ГОСТ 2246-70 имеет химический состав и механические свойства, приведенные в таблице 2.1 и таблице 2.2 соответственно [4].

Таблица 2.1 – Химический состав проволоки Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70

Химический элемент	C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
Содержание, %	0,05-0,11	0,70-0,95	1,80-2,10	>0,20	>0,25	0,025	0,030

Таблица 2.2 – Механические свойства проволоки Св-08Г2С

Предел текучести, Мпа	Предел прочности, Мпа	Удлинение, %	Ударная вязкость 2 КСУ, Дж/см ²
400	510	2	43 при – 60 °С 47 при – 20 °С

Технологический процесс наплавки:

1. К наплавочным работам приступать только после контроля детали на соответствие требованиям чертежа и разрешения ТК на наплавку;

Поверхности под наплавку должны быть зачищены до металлического блеска от ржавчины, окалины, масла, грязи, краски и других загрязнений, а также

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

обезжирены уайт-спиритом. Подготовка поверхности под наплавку должна быть принята ТК с отметкой.

Сварочные работы выполнять в соответствии с аттестованной технологией в НАКС.

Подготовку ходовых колес к наплавке произвести согласно требованиям чертежа. Результаты контроля поверхности приложить к настоящей технологии.

Ходовые колеса с оставшейся толщиной реборды меньше 12 мм к наплавке не допускаются и бракуются (ГОСТ 28648)

2. Установка изделия, выверка биения, снятие изделия;

Установить изделие на вращатель и надежно его закрепить с помощью кулачков патрона и центра задней бабки.

Допускаемое радиальное биение изделия не более 1.5 мм.

Поверхность изделия под наплавку очистить от загрязнений, обезжирить и протереть ветошью насухо.

Подготовка поверхности под наплавку должна быть принята ТК цеха с отметкой в сопроводительной документации.

Проверить работоспособность сварочного оборудования для механизированной наплавки и вращателя установки У-83. Работа на неисправном оборудовании – запрещена.

3. Предварительный подогрев изделия;

Перед началом наплавки произвести предварительный подогрев изделия до температуры 300 – 350 С. Подогрев производить при непрерывном вращении изделия. Подогрев выполнять газопламенной горелкой на стойке. При проведении газопламенных работ соблюдать правила безопасности.

Контроль температуры подогрева производить пирометром. Предъявить ТК для контроля.

4. Процесс наплавки;

Полуавтоматическую наплавку в смеси защитных газов на основе аргона и углекислого газа производить на установке У – 83 в соответствии с требованиями чертежа, данной технологии.

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Для полуавтоматической наплавки изделия использовать сварочную проволоку диаметром 1.2 мм, марки Св – 08Г2С, аттестованную в НАКС (ПТО).

Режимы наплавки: ток сварки $I_{св} = 260 - 280$ А, напряжение 24 – 26 В.

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

При наплавке температура подогрева детали не должна опускаться ниже 350 °С. При перерывах в работе более 30 минут деталь укрывать асбестовым полотном в 2 – 3 слоя, а при возобновлении наплавки производить повторный предварительный подогрев до температуры 350 °С.

После наплавки каждого слоя произвести исправление выявленных недопустимых дефектов наплавки электродами УОНИ 13/55, диаметром 4 мм (НАКС).

Ток сварки (наплавки) 160 – 210 А.

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

ТК контролировать выполнении требований данной технологии с отметкой в сопроводительной документации.

Перед окончательной механообработкой (по припуску 1 мм на сторону) произвести ВИК наплавленного металла с оценкой по РД 24.090.97–98.

5. В случае наличия недопустимых дефектов – удалить дефектный участок до «здорового» металла и заварить ручной дуговой сваркой электродами УОНИ 13/55, диаметром 3 мм (НАКС), ток сварки (наплавки) 100 – 130 А.

После окончательной механической обработки произвести контроль МПД качества наплавленного металла с оценкой по РД 24.090.97–98.

Анализ базовой техники.

Базовая технология механизированной наплавки в защитных газах колес имеет ряд значимых недостатков

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Главным является влияние человеческого фактора на качество наплавки вследствие низкой автоматизации труда. Это несет в себе большую вероятность появления дефектов в наплавленном металле. Автоматизация позволит получать более качественную наплавку.

Так же использование проволоки марки Св – 08Г2С обеспечивает крайне малую износостойкость наплавленной поверхности. Твердость такой наплавки составляет 250 – 300 НВ (80% значений твердости нового колеса). Этот фактор способствует быстрому изнашиванию деталей, частому ремонту и долгому простаиванию подъемно-транспортному оборудованию [4].

Исключается необходимость защиты от светового и теплового излучения дуги.

Экономические затраты при массовом производстве выше вследствие оплаты дорогостоящего труда сварщиков соответствующей квалификации, затрат на защитный газ и частый ремонт деталей.

2.2 Проектируемый вариант технологического процесса

Базовая технология механизированной наплавки в защитных газах колес имеет ряд значимых недостатков

Главным является влияние человеческого фактора на качество наплавки вследствие низкой автоматизации труда. Это несет в себе большую вероятность появления дефектов в наплавленном металле. Автоматизация позволит получать более качественную наплавку.

Так же использование проволоки марки Св-08Г2С обеспечивает крайне малую износостойкость наплавленной поверхности. Твердость такой наплавки составляет 160-180 НВ (50% значений твердости нового колеса). Этот фактор способствует быстрому изнашиванию деталей, частому ремонту и долгому простаиванию подъемно-транспортному оборудованию [4, 5].

Экономические затраты при массовом производстве выше вследствие оплаты дорогостоящего труда сварщиков соответствующей квалификации, затрат на защитный газ и частый ремонт деталей.

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

2.3 Выбор способа сварки

Виды сварки:

- Вибродуговая сварка;
- Сварка и наплавка в среде защитных газов;
- Плазменная наплавка;
- Автоматическая наплавка.

Вибродуговая сварка.

Этот метод основан на использовании тепла кратковременной дуги, которая возникает в момент разрыва цепи между вибрирующим электродом и наплавляемой поверхностью [6].

Преимущества:

- Незначительный нагрев деталей;
- Малая деформация детали в процессе наплавки;
- Получение твердой поверхности без термообработки;
- Несложное оборудование;
- Высокая производительность;
- Получение равномерного слоя наплавленного металла.

Недостатком вибродугового способа наплавки является непрерывное охлаждение и прерывистый характер процесса, способствующий образованию мелких газовых пор, которые вызывают неравномерную твердость наплавленного слоя.

Этот метод основан на использовании тепла кратковременной дуги, которая возникает в момент разрыва цепи между вибрирующим электродом и наплавляемой поверхностью.

Сварка и наплавка в среде защитных газов.

При применении нейтрального газа для выполнения наплавочной операции в область горения электродуги подают подготовленный газ (операция выполняется

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

под малым давлением). Делается это для того, чтобы он смог вытеснить из указанной зоны воздух. Это нужно не просто так, а для того, чтобы содержащиеся в нем кислород и азот не смогли отрицательно воздействовать на сварочную ванну [6].

Преимущества

Востребованность описываемой технологии наплавки обусловлена следующими факторами:

- Малая чувствительность основного металла к любым видам загрязнений, в том числе и к тем, которые вызываются коррозионными явлениями;
- Малая область структурных модификаций металла при сохранении высокой плотности тока и уровня концентрации электродуги;
- Возможность автоматизации и качественной механизации наплавочной операции;
- Высокий уровень производительности процесса;
- Практически полная защищенность ванны от негативных влияний окружающей среды;
- Возможность выполнения наплавки в разных положениях электрода в пространстве.

Недостатки:

Методики признается разбрызгивание металла, которое происходит, если выбранная сила тока более 500 ампер. Данное явление выдвигает необходимость регулярной очистки (а также и специальной защиты) сопла горелки. Кроме того, нужно применять особую проволоку с раскислителями, вести наплавку исключительно на постоянном токе, а при увеличении его значения требуется постоянно охлаждать горелку. "Минусом" технологии можно считать и то, что сварщику необходимо использовать дорогостоящие защитные средства из-за высокой мощности излучения электродуги.

Плазменная наплавка.

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Суть применения плазмы достаточно проста. Для покрытия используется материал в виде проволоки либо гранулированного мелкого порошка, который подается в струю плазмы, где он сначала нагревается, а затем расплавляется. Именно в расплавленном состоянии защитный материал и попадает на деталь, подвергаемую наплавке. В то же самое время происходит и ее непрерывный нагрев [6, 7].

Преимущества:

- Плазменный поток позволяет наносить разные по своим параметрам материалы, причем в несколько слоев (за счет этого металл можно обрабатывать разными покрытиями, каждый из которых имеет собственные защитные особенности);
- Энергетические свойства плазменной дуги допускается регулировать в широких границах, так как она считается самым гибким источником тепла;
- Поток плазмы характеризуется очень высокой температурой, благодаря чему он без труда расплавляет даже те материалы, которые описываются повышенной тугоплавкостью;
- Геометрические параметры и форма детали для наплавки не ограничивают технические возможности плазменного способа и не снижают его результативность.

Недостатки:

- Относительно невысокая производительность;
- Необходимость в сложном оборудовании.

Исходя из этого мы остановимся на варианте наплавки под флюсом, имеющий ряд достоинств по сравнению с остальными видами наплавки.

Автоматическая наплавка

Автоматическая наплавка имеет ряд положительных эффектов [7]:

- уменьшение влияние человеческого фактора на качество наплавочных работ;

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

- повышение качества и скорости наплавки;
- сокращение экономических затрат на производство.

Деталь имеет цилиндрическую форму. К тому же, сталь 65Г склонна к образованию холодных и горячих трещин. Данные факторы позволяют сделать выбор в пользу автоматической сварки под слоем флюса, так как:

1. Удобный постоянный подогрев детали (для уменьшения вероятности появления трещин) в следствии высокой скорости сварки и безопасного расположения газопламенной горелки;
2. Легирование наплавляемого металла необходимыми компонентами флюсов, что позволяет так же сократить вероятность появления горячих трещин и повысить качество наплавленного металла;
3. Повышенная культура и безопасность труда: автоматизация производства требует дополнительной аттестации сварщиков, автоматическая сварка под слоем флюса не дает УФ излучения от дуги и почти отсутствуют вредные пары и газы.

Но у данного вида сварки есть и ряд недостатков, которые следует учесть при разработке технологии:

- невозможность наблюдения за формированием сварочной ванны и шва;
- возможность осуществлять наплавку и сварку только в нижнем положении.

2.4 Выбор сварочных материалов

На обработанную поверхность колеса будет производится наплавка сварочной проволокой марки Нп–18Х2Г2 и флюсом АН–348А [21].

Выбор проволоки Нп–18Х2Г2 (таблица 2.3) и флюса АН–348А (таблица 2.4) обоснован тем, что расчетом эквивалентного углерода показано, что проволоки Нп–18Х2Г2 имеют более высокую способность к получению повышенной твердости в наплавленном слое, чем в базовом варианте. Для проверки выполнена наплавка изношенного (сорбитизированного) колеса Ø700 мм из стали 65Г. Одна

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

реборда наплавлялась проволокой Нп–18Х2Г2, а другая – проволокой Св – 08Г2С [21].

Типовой режим: $I = 450 \text{ А}$, $U_d = 30 \text{ В}$, $V_n = 25 \text{ м/ч}$. Наплавка производилась без предварительного подогрева, т. к. во время наплавки обод колеса быстро разогревается за счет автоподогрева. После наплавки колесо было укрыто асбестовой тканью для замедленного остывания. Из наплавленного колеса газовой горелкой врезали сегмент обода с длиной окружности 300 мм. Из средней части был приготовлен макрошлиф для замеров твердости, которые показали, что твердость наплавки Нп–18Х2Г2 (HV324...383), соответствует твердости сорбитизированного колеса.

В работе [21] были приведены результаты экспериментальных исследований. В металлургическом цехе на мультяда-магнитный кран были установлены: новые колеса Ø400 мм (холостые) и колеса с наплавкой проволокой Нп–18Х2Г2 (приводные). Было установлено – стойкость наплавленных колес в 3,1 раза выше стойкости колес без наплавки. В механическом цехе на мостовом кране были установлены четыре наплавленных Нп–18Х2Г2 крановых колеса Ø 600 мм. Наблюдения показали, что наплавка увеличила срок службы колес в 2,3...2,8 раза.

Применение проволоки Нп–18Х2Г2 обеспечивает в наплавленном слое твердость HB290–340, соответствующую твердости крановых колес, прошедших сорбитизацию. Их применение не требует дополнительных мер по предупреждению трещин по сравнению с традиционной наплавкой Нп–30ХГСА. Кроме того, показана возможность восстановления наплавкой колес с остаточной толщиной реборд до 5 мм [21].

После сварочных работ будет проведена термическая обработка (отпуск при 500С), в следствие чего, наплавленный рабочий слой примет значение твердости, равное, приблизительно, 350 HB [21].

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Таблица 2.3 – Химический состав проволоки Нп–18Х2Г2

Марка	Концентрация вещества, %						
	C	S	P	Si	Ni	Mn	Cr
Нп–18Х2Г2	0,15- 0,22	0,025	0,030	0,35	0,30	1,7-2,1	1,7-2,2

Таблица 2.4 – Химический состав флюса АН-348А

Концентрация вещества, %											
SiO ₂	MnO	CaF ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Mn ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P	S
41,0- 44,0	34,0- 38,0	4,0- 5,5	≤ 4,5	-	≤ 6,5	5,0- 7,5	-	0,10 0,30	≥2,0	≥0,12	≥0,15

2.5 Расчет режимов сварки

Европейский стандарт EN 1011-2-2011 рекомендует оценивать склонность материала к образованию горячих трещин по соотношению (5):

$$UCS = 230C + 190S + 75P + 45Nb + 12,3Si + 5,4Mn - 1, \quad (5)$$

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 65Г по ГОСТ 14959-79:

$$UCS = 230 \cdot 0,65 + 190 \cdot 0,035 + 75 \cdot 0,035 + 12,3 \cdot 0,37 + 5,4 \cdot 1 - 1 = 167,726$$

Так как значение $UCS > 30$, то сталь 65Г при сварке склонна к образованию горячих трещин.

Чтобы обеспечить максимальную производительность примем диаметр сварочной проволоки, равный 4мм.

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Рассчитаем ток наплавки по формуле (6):

$$I_H = \frac{\pi \cdot d_{\text{э}} \cdot a}{4}, \quad (6)$$

где d – диаметр электрода;

мм; a – плотность тока.

При наплавке под слоем флюса значение плотности тока принимают равным 35-60 А/мм².

Для уменьшения перемешивания металла, с целью снижения появления трещин, примем значение плотности тока, равное 40 А/мм², формула (7).

$$I_H = \frac{3,1416 \cdot 4^2 \cdot 40}{4} = 422,824 = 420 \quad (7)$$

Вычислим напряжение на дуге по формуле (8):

$$U_D = 20 + \frac{0,05 \cdot I_H}{\sqrt{d_{\text{э}}}} \quad (8)$$

$$U_D = 20 + \frac{0,05 \cdot 420}{\sqrt{4}} = 31$$

Определим скорость наплавки по выражению (9):

$$V_{\text{нап}} = \frac{A}{I_{\text{СВ}}}, \quad (9)$$

где A – константа, зависящая от диаметра электрода, $A = d^2 \cdot 10^3$

$$V_{\text{нап}} = \frac{16 \cdot 10^3}{420} = 38 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$$

Рассчитаем скорость подачи проволоки по формуле (10):

$$V_{\text{ПП}} = \frac{V_{\text{нап}} \cdot \alpha_H \cdot S_B \cdot 4}{\pi \cdot d^2 \cdot \rho}, \quad (10)$$

где S_B – площадь поперечного сечения валика (11):

$$S_B = b \cdot h \cdot k, \text{ мм}^2 \quad (11)$$

где b и h – соответственно ширина и высота наплавленного валика;

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

К – коэффициент, учитывающий отклонения площади наплавленного валика от площади прямоугольника, равный 0,7 – 0,8.

Толщину наплавленного слоя примем равную 3мм.

Ширина наплавленного валика равна (12):

$$b = (2 - 4) \cdot d_{\text{э}} \quad (12)$$

$$b = 3 \cdot 4 = 12\text{мм}$$

$$S_{\text{в}} = 12 \cdot 3 \cdot 0,8 = 28,8$$

$$V_{\text{ПП}} = \frac{38 \cdot 12 \cdot 28,8 \cdot 4}{3,1416 \cdot 4^2 \cdot 7,8} = \frac{52531,2}{392,071} = 134 \text{ м/ч}$$

Определим вылет электрода:

$$l_{\text{э}} = 10 \cdot d_{\text{э}} = 10 \cdot 4 = 40\text{мм}$$

Шаг наплавки принимается:

$$S_{\text{нап}} = (2 - 2,5) \cdot d_{\text{э}}$$

Для обеспечения перекрытия 1/3 ширины предыдущего валика:

$$S_{\text{нап}} = 2,5 \cdot 4 = 10\text{мм}$$

Величина смещения электрода (смещение «от зенита») примем:

$$E = 0,05D, \text{ мм}$$

где D – диаметр наплавленной детали.

$$E = 0,05 \cdot 500 = 25 \text{ мм}$$

2.6 Выбор сборочного и сварочного оборудования

Описание конструкции сборочной установки

Установка для автоматической наплавки под слоем флюса состоит из сварочного автомата АД-231 и комплекса вспомогательного оборудования, оснащенного балкой для перемещения сварочной головки, передвижным вращателем [8].

Сварочный автомат АД-231 (рисунок 2.1) используется для автоматической дуговой сварки и наплавки слоя металла на поверхность изделия электродной проволокой под слоем флюса при постоянном токе.

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Сварочный комплекс позволяет рационально расположить сварочный автомат, чтобы в полной мере использовать его не только с целью наплавки крановых колес. Перемещение автомата обеспечивается электродвигателем по направляющей балке. Вращатель обеспечивает движение изделие вокруг оси, а также горизонтальное перемещение по заданным скоростям.



Рисунок 2.1 – Автомат АД-231

Технические данные установки и автомата приведены в таблицах 2.5, 2.6 и 2.7 [9, 10].

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Таблица 2.5 - Технические данные установки для наплавки тел вращения

Характеристика	Минимальное значение	Максимальное значение
Диаметр наплавляемого изделия, мм	250	1500
Длина наплавляемого изделия, мм	400	12000
Масса изделия, кг	40	75000
Грузоподъемность вращателя, кг	37500	
Частота вращения изделия с плавным регулированием, мин	0,1	1,2
Маршевая частота вращения, мин	4,2	
Скорость наплавки, м/час	4	60
Грузоподъемность задней бабки, кг	37500	
Скорость перемещения задней бабки, м/мин	3	
Скорость перемещения пиноли, мм/мин	214	
Ход пиноли, мм	250	
Грузоподъемность крана, кг	250	
Высота подъема, м	6	
Скорость подъема, м/мин	8	
Скорость перемещения крана, м/мин	29	
Перемещение крана, мм	18500	
Угол поворота консоли, градус	300	
Вылет консоли, мм	3200	
Габаритные размеры, мм	21880x6866	
Масса, кг	58200	

Таблица 2.6 - Технические характеристики автомата АД-231

Характеристика	Значение
Номинальный ток, А	1200
Рабочая скорость перемещения, м/час	
Минимальная	6
Максимальная	58
Маршевая скорость перемещения автомата, м/час	800
Скорость подачи электродной проволоки, м/час	
В 1-м диапазоне	5-50
Во 2-м диапазоне	23-230
Вертикальный ход механизма подъема, мм	700
Скорость механизма подъема, м/час	24
Скорость поперечных колебаний, м/час	
Минимальная	29
Максимальная	116
Емкость флюсобункера, дм ³	55
Мощность электродвигателя, кВт	3
Габаритные размеры	1090x860x2350
Масса, кг	310

Таблица 2.7 - Технические характеристики ВДУ-1250

Характеристика	Значение
Питание сети	380 В, 50Гц, 3 фазы
Номинальный сварочный ток, А	1250
Пределы регулирования сварочного тока, А	250-1250
Пределы регулирования сварочного напряжения, В	24-44
Напряжение холостого хода, В	55
Потребляемая мощность, кВа	75
Масса, кг	520
Габариты, мм	790x610x1410

3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

3.1 Способы и средства контроля качества

Контроль качества сварочных работ, выполняемых на производстве, может быть [11]:

1. Разрушающим;
2. Неразрушающим.

Первые методы используются выборочно. Проверяется одно или несколько изделий из большой партии, или часть металлоизделия в строительной конструкции.

Оно проверяется по различным параметрам определенным протоколом испытаний. Но главным образом используют специальные приборы или материалы, позволяющие проверить качество сварных соединений без разрушения конструкции.

В нашем случае будет использоваться неразрушающий метод контроля, так как материал литой и нет возможности вырезать из нее части.

При проведение сварочных работ должно учитываться проведение входного контроля

Все наплавочные материалы перед наплавкой должны пройти входной контроль качества согласно требований и иметь свидетельство НАКС (ПТО).

Марка сварочных материалов должна соответствовать требованиям чертежа и технического процесса на изготовление изделия. Номер сертификата, партии, плавки сварочных материалов, используемых при наплавке, должны быть отражены в паспорте или сопровождающей документации на изделие и заверяться клеймом технического контроля. Обезличенные материалы применять категорически запрещается.

При выполнении наплавки должно применяться исправное сварочное оборудование, аттестованное в НАКС (ПТО), обеспечивающее соблюдение режима наплавки, заданных технологическим процессом, а также иметь годные, со

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

штампом проверки, контрольно-измерительные приборы (амперметр, вольтметр и др.), обеспечивающие контроль заданных режимов наплавки. Результаты приемки сварочного оборудования и контрольно-измерительных приборов должны быть отражены в журнале контроля сварочного оборудования [12].

Для проверки качества наплавки мостового крана будем использовать:

1. Ультразвуковой контроль;

С помощью ультразвукового контроля будет проверяться наличие трещин после наплавки в самом колесе.

2. Магнитопорошковую дефектоскопию;

Контроль качества поверхности катания осуществляется магнитопорошковой дефектоскопией.

3. Контроль твердости наплавленного металла с помощью ультразвукового твердомера.

Ультразвуковой контроль

Швы в конструкциях со сварными соединениями должны постоянно подвергаться контролю. И это не зависит от того, когда соединение было сделано. Для этого используются различные методы, один из которых – ультразвуковая дефектоскопия (УЗД). Она по точности проведенных исследований превосходит и рентгеноскопию, и радио-дефектоскопию, и гамма-дефектоскопию.

Необходимо отметить, что эта методика не нова. Ее используют с тридцатых годов прошлого столетия, и сегодня ультразвуковой контроль сварных соединений популярен, потому что с его помощью можно выявить мельчайшие дефекты внутри сварочного шва. И, как показывает практика, именно скрытые дефекты являются основными серьезными причинами ненадежности свариваемой конструкции.

В основе ультразвуковых колебания лежат обычные акустические волны, которые имеют частоту колебания выше 20 кГц. Человек их не слышит. Проникая внутрь металла, волны попадают между его частицами, которые находятся в равновесии, то есть, колеблются в одной фазе (рисунок 3.1) [13].

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

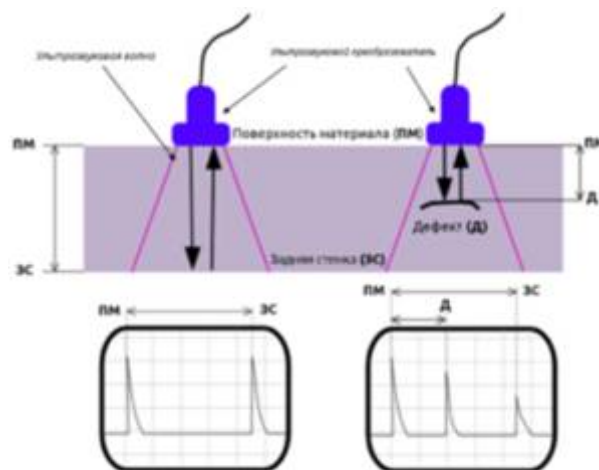


Рисунок 3.1. – Технология ультразвуковой дефектоскопии (слева отсутствие дефекта, справа дефект).

Расстояние между ними равно длине ультразвуковой волны. Этот показатель зависит от скорости прохождения через металлический шов и частоты самих колебаний. Зависимость определяется по формуле [13]:

$$L = \frac{c}{f} \quad (13)$$

Где L – это длина волны; c – скорость ее перемещения; f – частота колебаний.

Скорость же зависит от плотности материала. К примеру, в продольном направлении ультразвуковые волны двигаются быстрее, чем в поперечном. То есть, если на пути волны попадают пустоты (другая среда), то изменяется и ее скорость. При этом, встречая на своем пути различные дефекты, происходит отражение волн от стенок раковин, трещин и пустот. А соответственно и отклонение от направленного потока. Изменение движения оператор видит на мониторе УЗК прибора, и по определенным характеристикам определяет, какой дефект встал на пути движения акустических волн.

К примеру, обращается внимание на амплитуду отраженной волны, тем самым определяется размер дефекта в сварочном шве. Или по времени распространения ультразвуковой волны в металле, что определяет расстояние до дефекта.

Параметры оценки результатов

Чувствительность прибора – основной фактор качества проводимых работ. Как с его помощью можно распознать параметры дефекта.

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Во-первых, определяется количество изъянов. Даже при самых близких друг к другу расстояниях эхо-метод может определить: один дефект в сварочном шве или два (несколько). Их оценка производится по следующим *критериям*:

- Амплитуда акустической волны;
- Ее протяженность (условная);
- Размеры дефекта и его форма.

Протяженность волны и ширину изъяна можно определить путем перемещения излучателя вдоль сварочного соединения. Высоту трещины или раковины можно узнать, исходя из разницы временных интервалов между отраженной волной и излученной раньше. Форма же дефекта определяется специальной методикой. В основе ее лежит форма отраженного сигнала, появляющаяся на мониторе.

Метод ультразвуковой дефектоскопии сложный, поэтому качество полученных результатов зависит от квалификации оператора и соответствия полученных показателей, которые регламентирует ГОСТ.

Достоинства и недостатки ультразвукового контроля.

К *достоинствам* метода для контроля сварных швов можно отнести следующие характеристики:

- Обследование проходит быстро;
- Диагностический результат высокий.

Метод контроля сварных швов с помощью ультразвука – самый дешевый вариант. Он же и самый безопасный для человека. Устройство для контроля качества шва – портативный прибор, поэтому мобильность технологии обеспечивается.

Ультразвуковая диагностика проводится без повреждения исследуемой детали. Нет необходимости останавливать оборудование или объект для того, чтобы провести контроль сварки. Можно проверять стыки нержавеющей металлов, черных и цветных.

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

У данного вида контроля также существует ряд *недостатков*, приведенных ниже.

Контроль сварных соединений не дает точности по форме найденного дефекта. Все дело в том, что в трещинах или раковинах сварного шва могут присутствовать воздух (газ) или шлак. У двух материалов плотность разная, а значит, и разная отражательная способность.

Сложно определить дефекты в деталях со сложной конфигурацией. Отправленные волны могут отразиться на другом участке шва, а не на исследуемом, за счет кривизны. А это выдаст некорректную информацию.

Сложно провести ультразвуковой контроль, если металл, из которого они изготовлены, имеет крупнозернистую структуру. Внутри материала будет происходить рассеивания направленного потока и затухание отраженных волн.

Важно ответственно подойти к очистке сварного шва. Его волнистость или загрязнение, ржавчина или окалины, капли разбрызганного металла или воздушные седла и поры на поверхности создадут преграду к получению правильных показателей, соответствующих ГОСТ.

Проконтролированный шов – это гарантия, что сварная конструкция находится под надзором. Исследования подтверждают его качественно состояние. То есть, оно низкое или достаточное, чтобы объект был принят в эксплуатацию или продолжал эксплуатироваться. Поэтому существуют определенные нормативы, касающиеся временного периода проведения проверок. Их необходимо строго соблюдать.

Магнитопорошковая дефектоскопия

Магнитопорошковый метод предназначен для выявления поверхностных и под поверхностных (на глубине до 1,5 ... 2 мм) дефектов типа нарушения сплошности материала изделия: трещины, волосовины, расслоения, не проварка стыковых сварных соединений, закатов и т.д.

Магнитный поток в бездефектной части изделия не меняет своего направления; если же на пути его встречаются участки с пониженной магнитной

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

проницаемостью, например, дефекты в виде разрыва сплошности металла (трещины, неметаллические включения и т.д.), то часть силовых линий магнитного поля выходит из детали наружу и входит в нее обратно, при этом возникают местные магнитные полюсы (N и S) и, как следствие, магнитное поле над дефектом.

Так как магнитное поле над дефектом неоднородно, то на магнитные частицы, попавшие в это поле, действует сила, стремящаяся затянуть частицы в место наибольшей концентрации магнитных силовых линий, то есть к дефекту. Частицы в области поля дефекта намагничиваются и притягиваются друг к другу как магнитные диполи под действием силы так, что образуют цепочные структуры, ориентированные по магнитным силовым линиям поля (рисунок 3.2).

Наибольшая вероятность выявления дефектов достигается в случае, когда плоскость дефекта составляет угол 90 град. с направлением намагничивающего поля (магнитного потока). С уменьшением этого угла чувствительность снижается и при углах, существенно меньших 90град. дефекты могут быть не обнаружены.

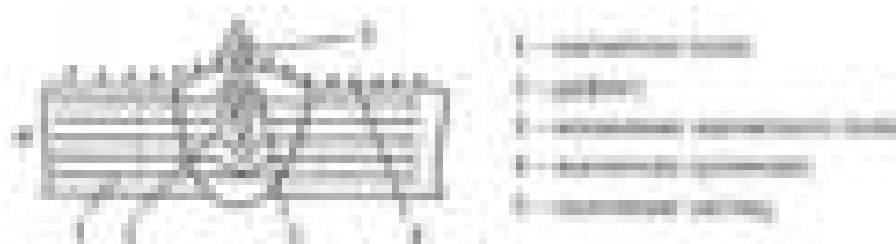


Рисунок 3.2 – Схема магнитопорошковой дефектоскопии

Преимущества магнитопорошковой дефектоскопии.

Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля относится к наиболее перспективным и эффективным направлениям анализа и измерений в металлургии, машиностроении, нефти и газовой промышленности. Он широко применяется при контроле состояния колес мостового крана, трубопроводов горячей и холодной воды, газо- и нефтепроводов, позволяет производить оценку и диагностику структуры материалов.

К основным преимуществам магнитопорошковой дефектоскопии можно отнести:

- Сравнительно небольшие трудоемкость и временные затраты на проведение диагностики;
- Высокая точность метода, возможность обнаружения поверхностных и подповерхностных дефектов;
- Одинаковая эффективность в выявлении как полых дефектов, так и несплошностей заполненных другими веществами, например, водой, нефтью или пылью;
- Возможность эффективного поиска усталостных трещин, возникающих в ходе эксплуатации объекта.

Контроль твердости наплавленного металла с помощью ультразвукового твердомера

Принцип действия ультразвукового твердомера основан на использовании явления затухания колебаний (метод UCI — ультразвуковой контактный импеданс). Суть метода UCI заключается в следующем:

1. Алмазную пирамидку индентора прижимают к исследуемому образцу;
2. Обеспечивается постоянное усилие;
3. Возбуждаются упругие колебания.

По глубине продавливания определяется твёрдость: чем глубже индентор продавливает поверхность, тем меньше твёрдость образца.

Преимущества ультразвуковых твердомеров перед аналогами других типов.

Ультразвуковые твердомеры имеют ряд преимуществ:

- Производят измерение твердости изделий толщиной от 1 мм, что является невозможным для динамических твердомеров;
- На месте проведения испытания (на поверхности изделия) остаётся маленький отпечаток. Поэтому, возможен контроль твёрдости шеек коленчатых валов, зеркальных поверхностей, ножей и т. д.;
- Возможны измерения в широком диапазоне показателей твердости;
- Комфорт при проведении испытаний.

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Инструмент оснащается различными девайсами, позволяющими значительно повышать производительность и качество труда: графический индикатор, устройство контроля уровня заряда аккумуляторной батареи и т. д.

3.2 Допустимые и недопустимые дефекты

При наплавке не допустимы практически все дефекты. К ним относятся:

- Трещины;
- Поры;
- Шлаквые включения.

Трещины

Причинами образования трещин могут быть:

1. Наплавка деталей из конструкционных легированных сталей в жёстко заделанных контурах;
2. Глубокий провар детали из толстолистовой кипящей стали вследствие повышенного содержания серы, ликвирующей в толще металла при кристаллизации наплавленного металла;
3. Высокая скорость охлаждения при наплавке углеродистых сталей, склонных к закалке на воздухе;
4. Применение высокоуглеродистой электродной проволоки при наплавке конструкционной легированной стали;
5. Малый коэффициент формы провара (глубокие и узкие швы) при автоматической наплавке под флюсом;
6. Выполнение наплавочных работ при температуре, когда пластические свойства основного металла низкие;
7. Наличие в наплавленном металле других пороков, являющихся концентратами напряжений (непровары, поры, шлаковые включения и т.д.).

Для предотвращения образования трещин обычно применяют следующие меры:

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

1. Предварительный и сопутствующий подогрев во время наплавки для поддержания заданной температуры нагрева основного металла, например, представленный для стеллита в таблице 10.1;
2. Нагрев изделий непосредственно после наплавки и замедленное охлаждение наплавленного металла;
3. Последующую термообработку для снятия напряжений;
4. Наплавку пластичного подслоя на поверхность основного металла;
5. Уменьшение числа слоёв при многослойной износостойкой наплавке;
6. Выбор для износостойкой наплавки способов, вызывающих меньшие термические напряжения в изделиях; при наплавке участков поверхности с потенциальной концентрацией напряжений следует применять, например, наплавку в два приёма;
7. Правильный выбор наплавочного материала для первого слоя коррозионностойкой наплавки с учётом характера влияния основного металла на состав наплавленного слоя;
8. Выполнение наплавки только после удаления с поверхности основного металла поверхностного слоя, содержащего дефекты или имеющего повышенную твёрдость.

Поры

Поры в наплавленном металле появляются, как правило, в результате большой газонасыщенности и быстрого затвердевания расплавленного металла. При охлаждении наплавленного металла растворимость газов в нём уменьшается. Газы стараются выделиться из металла, но кристаллизирующийся металл шва препятствует их выходу, в результате чего часть газов остаётся в металле наплавки.

Причины образования пор в наплавленном металле следующие:

1. При ручной наплавке с использованием электродов с покрытием, содержащим органические составляющие (крахмал, декстрин и т.д.); в результате разложения этих органических составляющих происходит насыщение металла водородом и окисью углерода;

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

2. Повышенное содержание углерода в основном металле или сварочном материале (в процессе наплавки происходит выгорание углерода, в металле шва возникают поры, заполненные углекислым газом и окисью углерода);
3. Повышенная влажность электродного покрытия или флюса, когда в процессе наплавки происходит разложение паров воды, при диссоциации которых выделяется водород, растворяющийся в жидком металле;
4. Высокая скорость наплавки, когда вследствие быстрого затвердевания сварочной ванны замедляется выход газов из расплавленного металла;
5. Наличие на наплавляемой поверхности масла, ржавчины, краски и т.п.
6. Недостаточная защита сварочной дуги от окружающего воздуха;
7. Применение газов с повышенным содержанием паров воды при наплавке в среде защитного газа.

Одиночные поры не снижают вибрационной прочности наплавленной детали. С увеличением количества пор предел выносливости падает незначительно, однако при наличии цепочки пор его снижение уже существенно.

Поры являются менее опасным дефектом наплавки, чем трещины, но их наличие делает металл неплотным и проницаемым для газов и жидкостей, что снижает прочность и износостойкость наплавленного металла. Поры в металле чаще образуются при наплавке в среде защитных газов и при вибродуговой наплавке, реже – при наплавке под флюсом.

В металле могут образоваться как отдельные поры, так и их группы или цепочки. Поры могут выходить на поверхность металла или находиться внутри наплавленного слоя.

Для предотвращения образования пор и раковин необходимо:

1. Зачищать поверхность основного металла от ржавчины, масла и других загрязнений;
2. Обеспечить хранение флюса и наплавочных материалов в условиях, исключающих поглощение влаги, и их прокалку перед использованием для наплавки;

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		36

3. При газовой наплавке воздерживаться от подачи наплавочного материала к очагу наплавки до момента запотевания поверхности основного металла и от резкого удаления пламени при окончании наплавки, применять горючие смеси, обеспечивающие получение науглероживающего пламени;
4. При дуговой наплавке воздерживаться от применения большой силы тока и излишних поперечных колебаний электрода, поддерживать оптимальную длину дуги;
5. Предотвращать проведение наплавки в условиях неудовлетворительной защиты зоны дуги (обеспечение необходимой защиты сварочной ванны флюсом-шлаком или защитным газом).

Шлаковые включения

Шлаковые включения чаще наблюдаются при многослойной наплавке. Они являются результатом наплавки по не удалённой или плохо удаленной шлаковой корке с предыдущих слоев. При этом шлак не успевает расплавиться и всплыть на поверхность металла, вследствие чего остается в металле в виде шлаковых включений.

3.3 Оборудование для контроля качества

Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70 (рисунок 3.3)



Рисунок 3.3 – Внешний вид ультразвукового дефектоскопа УД2-70

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70 предназначен для контроля продукции на наличие дефектов типа нарушения сплошности и однородности материалов, полуфабрикатов, готовых изделий и сварных соединений, для измерения глубины и координат их залегания, измерения отношений амплитуд сигналов от дефектов (таблица 3.1). Также имеются специальные меню, которые применяются для выявления дефектов в деталях и узлах локомотивов и МВПС и в деталях элементов колесных пар вагонов, в которых записаны типовые настройки прибора [10, 13].

Особенности ультразвукового дефектоскопа:

- Малые габариты;
- Построение ард диаграмм;
- Два независимых строга асд;
- Автоматическая регулировка усиления;
- Иммерсионный режим работы;
- Возможность синхронизации с внешними устройствами;
- Возможность обновления программного обеспечения потребителем;
- В-скан;
- Большой цветной дисплей с высокой контрастностью и разрешающей способностью;
- Встроенные часы и календарь;
- Прочный алюминиевый корпус для тяжелых условий эксплуатации;
- Возможность подключения внешних usb устройств (клавиатура, мышь, внешние накопители информации).

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		38

Таблица 3.1 – Технические характеристики

Характеристика	Значение
Диапазон толщин контролируемого материала (по стали)	от 2 до 5000 мм
Рабочие частоты	0,4; 1.25; 1.8; 2.5; 5.0; 10.0 МГц
Диапазон рабочих частот приемного тракта	0,2-12 МГц
Частота зондирующих импульсов	30; 60; 120; 250; 500; 1000 Гц
Амплитуда зондирующего импульса на нагрузке 50 Ом	не менее 180 В
Длительность зондирующего импульса	не более 80 нс
Диапазон регулировки усиления	0...100 дБ
Шаг регулировки усиления	0,5 или 1,0 дБ
Дискретность изменения усиления скачком "+дБ"	3 ... 30 дБ
Диапазон задержки развертки	минус 2 ... 5000 мм
Диапазон измерения глубины залегания дефектов (по стали)	2 ... 5000 мм
Дискретность измерения глубины	0,1 мм
Погрешность измерения глубины залегания дефектов	$\pm (0,5 + 0,02 N)$ мм
Погрешность измерения отношений амплитуд сигналов	$\pm (0,2 + 0,003 N)$ дБ
Дискретность измерения расслоений	0,1мм
Диапазон установки угла ввода ПЭП	0...90°
Дискретность установки	1°
Диапазон установки скорости УЗК	1000...15000 м/с
Диапазон регулировки ВРЧ	От 0 до 80 дБ
Отсечка - линейная	0...100% высоты экрана
Развертка	А-скан, В-скан

Магнито-порошковый дефектоскоп МД-12ПС (рисунок 3.4)



Рисунок 3.4 – Внешний вид магнито-порошкового дефектоскопа МД-12ПС

Дефектоскоп МД-12ПС применяется для намагничивания различных деталей подвижного состава способом приложенного поля с целью обнаружения поверхностных поперечных трещин методом магнитопорошкового контроля и последующего размагничивания во внутренних шейках и средних частях осей локомотивных и вагонных колёсных пар, хомутах, хвостовиках автосцепок и других крупногабаритных деталях из магнитомягкой стали по техническим указаниям ЦВ, ЦЛ и ЦТ. Дефектоскоп имеет диаметр рабочего отверстия 270 мм.

Дефектоскоп МД-12ПС предназначен для контроля деталей длиной более 600 мм, диаметром или максимальным размером поперечного сечения не менее 100 мм, а также крупногабаритных деталей и узлов, намагничивание которых с помощью неразъемных соленоидов дефектоскопов типа МД-12ПШ и МД-12ПЭ невозможно (средняя часть оси колесной пары в сборе, тяговый хомут).

Намагничивающее устройство дефектоскопа МД-12ПС выполнено в виде соленоида, изогнутого в виде седла (далее – СНУ). При намагничивании деталей СНУ необходимо учитывать характер распределения магнитного поля вокруг его проводников, обусловленный особенностями его конструкции. В центре СНУ между проводниками магнитное поле имеет большую нормальную составляющую H_n , а необходимая для выявления дефектов тангенциальная составляющая H_t практически отсутствует. Поэтому на часть поверхности детали, находящуюся

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

между проводниками катушки под центральной частью СНУ, магнитную суспензию не наносят. Контролируют (наносит магнитную суспензию и осматривают) участки детали, находящиеся с двух внешних сторон от проводников СНУ (таблица 3.2) [10, 12].

Дефектоскоп МД-12ПС позволяет реализовать магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов в соответствии с руководящим документом РД 32.159 – 2000.

Принцип действия

Возможность выявления дефектов основана на явлении притяжения частиц магнитного порошка в местах выхода на поверхность магнитного потока, связанного с наличием в контролируемой детали нарушений сплошности. Намагничивание контролируемой детали производится намагничивающим устройством. В намагниченных деталях дефекты вызывают перераспределение магнитного потока и выход части его на поверхность. На поверхности детали создаются локальные магнитные полюсы, притягивающие частицы магнитного порошка, в результате чего место дефекта становится видимым.

Таблица 3.2 – Технические характеристики МД-12ПС

Характеристика	Значение
Диаметр рабочего отверстия соленоида	270
Потребляемая мощность, кВт, не более	2,5
Амплитудное значение напряженности магнитного поля намагничивающего устройства без контролируемой детали, у верхнего края рабочего отверстия, А/м, не менее	15 000

Продолжение таблицы

Характеристика	Значение
Эффективное значение тока намагничивания дефектоскопа при номинальном напряжении сети с включенным намагничивающим устройством без контролируемой детали, А, не менее	46
Габаритные размеры блока управления, мм	275x380x320
Масса блока управления, кг, не более	20
Габаритные размеры намагничивающего устройства, мм	472x215x353
Масса принадлежностей, кг	3
Масса намагничивающего устройства, кг	17
Материал корпуса намагничивающего устройства	многокомпонентный полиэфир с стеклоармированием
Длина сетевого кабеля, м, не менее	5
Длина соединительного кабеля, м, не менее	10

Ультразвуковой твердомер ТКМ-459М

Высокоточный надежный прибор для оперативного измерения твердости металлов, в т. ч. поверхностноупрочненных слоев (цементация, азотирование, закалка ТВЧ и др.), гальванических покрытий (хром), оценки механической прочности (рисунок 3.5).

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42



Рисунок 3.5 – Ультразвуковой твердомер ТКМ-459М

Высокоточный надежный прибор для оперативного измерения твердости металлов, в т. ч. поверхностноупрочненных слоев (цементация, азотирование, закалка ТВЧ и др.), гальванических покрытий (хром), оценки механической прочности.

Твердомер ТКМ-459М реализует измерения в основных, стандартизованных в России шкалах твердости - HB, HRC, HV, а также шкалах HRA, HRB, HSD и предел прочности на разрыв (пересчет по ГОСТ 22761-77 для сталей перлитного класса).

Ультразвуковой твердомер ТКМ-459 (модификации ТКМ-459С, ТКМ-459М) прошел метрологическую аттестацию:

1. Внесен в Государственный Реестр средств измерений Российской Федерации (номер в реесте № 48907-12);
2. Внесен в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь (номер в реесте № РБ 03 03 3798 12);
3. Зарегистрирован в Государственной системе обеспечения единства измерений Республики Казахстан (номер в реесте № KZ.02.03.05067-201348907-12).

Допущен к применению в России, Украине, Беларуси и Казахстане. Имеет награды. В твердомере реализован интерактивный, интуитивно-понятный интерфейс, с гибкой системой настроек, организованный по принципу "включай и

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

измеряй". Твердомер предназначен для применения в полевых, производственных и лабораторных условиях. В основу принципа действия прибора заложен UCI метод (Ultrasonic Contact Impedance - ультразвуковой контактный импеданс).

Преимущества твердомера в эксплуатации:

1. Малое влияние толщины и массы изделия на результаты измерения;
2. Отсутствие заметного глазом отпечатка на "зеркальных" поверхностях;
3. Обеспечения контроля тонкостенных изделий и изделий сложного профиля;
4. Сверхмалая минимальная площадь зоны контроля. Отсутствие влияния пространственного положения датчика на результат измерения;
5. Малая чувствительность к отклонению датчика от нормали к контролируемой поверхности на показания твердомера;
6. Малая чувствительность к кривизне поверхности изделия;
7. Оснащение дополнительными сменными датчиками, различной конструкции и нагрузки, позиционирующими насадками, штативом;
8. Оперативная корректировка показаний прибора по одной или двум образцовым мерам твердости;
9. Оперативное создание дополнительных индивидуальных калибровок, с использованием не более чем двух контрольных образцов (режим "обучение");
10. Создание пользователем дополнительных собственных шкал;
11. Гибкая организация памяти для записи результатов измерений;
12. Графический ЖК-дисплей;
13. Интуитивно понятный русский и английский интерфейс - обеспечивающий работу оператора по принципу "ВКЛЮЧАЙ И ИЗМЕРЯЙ".

Работа с твердомером может производиться в трех режимах:

1. Измерения по основным шкалам - используется для подавляющего большинства случаев применения прибора;

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

2. Измерения с использованием дополнительных калибровок к основным шкалам - используется при контроле твердости высоколегированных сталей, специализированных чугунов и цветных металлов;
3. Измерения по дополнительным шкалам определенным пользователем или добавленным производителем по его требованию - используется для решения специальных задач.

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Анализ вредных и опасных факторов в технологическом процессе

При наплавке колес мостового крана, в цеховых условиях, одной из главных задач является создание здоровых и безопасных условий труда.

В разработанном технологическом процессе применяется автоматическая сварка под флюсом. При данном способе сварки в спроектированном технологическом процессе к вредным производственным факторам относятся:

1. Опасные уровни напряжения в электрических цепях.

При эксплуатации электрического оборудования возникает опасность поражения электрическим током. Это могут быть ожоги, металлизация, электроудар при прикосновении к токоведущим частям, остановка сердца. Вследствие больших величин сварочного тока дуговой разряд является источником мощного электромагнитного поля, которое может привести к нарушениям функционирования внутренних органов и головного мозга [14].

2. Наличие предметов с высокой температурой поверхности.

Нагретые до высокой температуры поверхности изделия или оборудования, шлаковая корка, брызги и выбросы расплавленного металла могут привести к ожогам различной степени тяжести, также создают опасность возникновения пожара.

3. Движущиеся машины и механизмы, перемещающие грузы и изделие, незащищенные подвижные элементы сварочного оборудования и оснастки могут привести к ушибам, увечьям людей, вывести из строя установки.

4. Повышенный уровень электромагнитных излучений.

Основным источником электромагнитных излучений является сварочная дуга: видимые лучи ослепляют, так как их яркость превышает физиологически допустимую дозу; ультрафиолетовые лучи могут вызвать электроофтальмию; инфракрасные лучи, обладая главным образом тепловым эффектом, могут вызвать перегрев организма.

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

5. Наличие источников повышенной яркости вызывает необходимость частой переадаптации зрения. Недостаточное освещение рабочего места может вызвать утомление глаз, снижение внимания, работоспособности.
6. Неблагоприятный микроклимат может вызвать перегрев или переохлаждение организма рабочего, влиять на самочувствие, функциональное состояние, здоровье человека.
7. Высокая вероятность возникновения пожаров, ожогов, так как на участке находится много нагретых до высокой температуры предметов.
8. Нерациональная планировка участка может вызвать опасность столкновений грузовых тележек с рабочими или оборудованием, вызвать трудности при эвакуации, передвижении по участку.
9. Нервно-психические перегрузки.

4.2 Техника безопасности при производстве сварочных работ

4.2.1 Электробезопасность

Все электрооборудование участка должно соответствовать «Правилам устройства электроустановок» и действующим ГОСТ12.2.007.8-75 и ГОСТ 12.2.007.0-75, его эксплуатация – «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей» и ПОТ Р М-020-2001 «Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах», в связи с этим выполняются следующие требования [14, 15]:

- Источники сварочного тока могут присоединяться к сетям напряжением не выше 660 вольт;
- Корпус передвижной электросварочной установки должен иметь индивидуальное заземление;
- Токоведущие кабели сварочной цепи по всей длине изолированы и защищены от механических повреждений;
- Должны быть заземлены все цеховые и межцеховые газопроводы. Электрическое сопротивление между заземляющим устройством и любой точкой газопровода не должно превышать 100 ом;
- Сварочные цепи источников сварочного тока не должны иметь гальванических соединений с цепями, присоединяемыми к сети;

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

- Отдельные элементы сварочной цепи, а также отрезки сварочных кабелей при наращивании длины должны быть соединены разъемными соединительными муфтами. Запрещается применять соединения сварочной цепи скруткам с оголенным кабелем. Токоведущие кабели сварочной цепи должны быть по всей длине изолированы и защищены от механических повреждений;
- В качестве обратного провода служат гибкие, а также металлические шины достаточного сечения;
- Зажим вторичной обмотки трансформатора, к которому подключается обратный провод, следует заземлять;
- При электросварочных работах должны применяться оборудование, аппараты и приспособления, удовлетворяющие требованиям действующих стандартов и нормалей на соответствующее сварочное оборудование;
- Сварочные установки защищены предохранителями со стороны питающей сети. Многопостовые сварочные агрегаты должны также иметь автомат в общем проводе сварочной цепи и предохранители на каждом проводе в сварочном посту;
- Весь персонал, обслуживающий электросварочные установки, должен периодически проходить обучение и аттестацию на соответствующую квалификационную группу по электро - безопасности инструктаж об опасности поражения электрическим током и оказании первой помощи;
- Кроме того, напряжение в цепях автоматической аппаратуры выше, чем при ручной дуговой сварке, поэтому все неподвижные провода заключают в металлические трубки, а подвижные – в резиновые рукава, обшитые брезентом или обмотанные в два слоя киперной (прорезиненной) лентой. Все части автоматов, которые в случае повреждения изоляции могут оказаться под напряжением, должны быть надежно заземлены. Номинальный ток плавких предохранителей не должен быть выше предельного тока, указанного в паспорте установки;

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

- Переключающее устройство снабжают защитным кожухом во избежание случайных прикосновений. Во время снятия или установки наплавляемой детали, смены кассеты с электродной лентой и при других подготовительных работах наплавочную установку следует отключать от питающей сети;
- Наружные клеммы электрооборудования защитить кожухами. Не допускается прикасаться голыми руками к токоведущим частям включенного сварочного оборудования;
- Шкаф управления постоянно закрыт на замок. Доступ в шкаф управления разрешается только специально назначенному лицу. При осмотрах и ремонте шкафа управления необходимо схему полностью отключить на цеховом щите;
- При обнаружении повреждений электрических цепей в источнике питания, автомате и полуавтомате необходимо отключить оборудование и сообщить мастеру;
- Состояние изоляции проводов проверяют не реже 1 раза в месяц;
- Ремонт электрической части оборудования производят только электромонтеры и наладчики в соответствии с категорией допуска.

4.2.2 Обеспечение пожарной безопасностью

В соответствии с НПБ 105-95 и ПОРТ РМ 020-2011, сварочный участок относится к категории «Г» – пожароопасного производства, в котором обращаются негорючие вещества и материалы в горячем состоянии [16].

Пожароопасны различные виды сварки не только из-за отлетающих раскаленных металлических частиц, но и по причине возможности возникновения пожара из-за неисправности сварочного оборудования. Так, при неправильном устройстве обратного провода, соединяющего аппарат с изделием, его сопротивление прохождению тока может оказаться выше, чем сопротивление других обходных путей, и тогда часть сварочного тока (так называемый блуждающий ток) протекает по этим новым путям, что приводит к искрению и

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

нагреву мест со значительным переходным сопротивлением. В результате этого может произойти воспламенение горючих материалов, расположенных в зоне прохождения обратного провода.

Предусмотрено, что места, отведенные для проведения сварочных работ и установки сварочных агрегатов и трансформаторов, должны быть очищены от легковоспламеняющихся материалов в радиусе не менее 5 м [17].

При проведении сварочных работ запрещается пользоваться одеждой и рукавицами со следами масел и жиров, бензина, керосина и других горючих жидкостей.

Перед началом работы сварщик проверяет исправность сварочной аппаратуры, подготовленность рабочего места в противопожарном отношении: наличие средств пожаротушения, внутренних пожарных кранов, песка, огнетушителей. Если рабочее место не подготовлено, к работам приступать нельзя. Во время работы не допускается попадание искр расплавленного металла и разбрасывание электродных огарков на горючие конструкции и материалы, а после работы рабочее место тщательно осматривается.

Нельзя загромождать и закрывать пожарные проходы к пожарному инвентарю.

Курить необходимо в специально отведенных местах, оборудованных средствами пожаротушения.

Лица, не прошедшие аттестацию по сварочным работам, а также не прошедшие предварительную проверку знаний ими правил пожарной безопасности, к выполнению сварочных работ, даже временных, не допускаются.

При возникновении пожара или загорания необходимо немедленно отключить сварочную установку. Подать сигнал пожарной тревоги и сообщить о пожаре мастеру, позвонить в пожарную охрану. До прибытия пожарной охраны необходимо приступить к ликвидации пожара наиболее целесообразными для данной ситуации способами.

Для ликвидации возможных очагов пожара в соответствии с инструкцией на каждые 600-800 м² цеха установлены [18]:

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

- Огнетушители ОВП-10 (количество 2 шт.);
- Огнетушитель ОУ - 8 (количество 1 шт.);
- Ящик с песком и лопатой.

Все пожарное оборудование окрашено в ярко красный цвет. В цехе предусмотрено не менее двух выходов. Эвакуация предусмотрена по переходным мостикам и далее по общезаводским маршрутам эвакуации.

4.3 Обеспечение санитарно – гигиенических условий труда

4.3.1 Расчет вентиляции. Микроклимат

При выполнении наплавочных работ внутри помещения системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха должны обеспечить определенную температуру, скорость движения воздуха и его чистоту.

Воздух в рабочей зоне не должен содержать пыли, вредных веществ, паров в количестве, превышающем предельно допустимые концентрации (ПДК).

При наплавке под флюсом в качестве наплавочного материала используется флюс марок АН-60 и ОК Flux 10.71. Борьба с газовыделениями и пылью ведется как путем ликвидации вредных веществ, так и с помощью системы общеобменной приточно-вытяжной вентиляции [17, 18].

Все наплавочные установки оборудованы вытяжными зонтами. Вытяжные зонты служат для улавливания потоков вредных веществ, направленных вверх. Целесообразно применять зонты с выдвижными козырьками, обеспечивающими максимальное приближение плоскости всасывающего отверстия к месту образования пыли, паров, газов.

Количество вредных веществ, локализуемых вытяжными зонтами, составляет 75%. Остающееся количество вредных веществ должно разбавляться до ПДК при помощи общеобменной вентиляции.

Для защиты атмосферного воздуха от загрязнений вредными веществами - ми, образующимися при выполнении наплавочных работ, должны быть предусмотрены мероприятия в соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.302-78

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

«Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями».

Оценка состояния воздушной среды рабочей зоны при наплавке стальными проволоками должна проводиться на предприятиях – потребителях проволоки в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности». При этом методы отбора и анализа проб воздуха, периодичность контроля должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.016-79 «Воздух рабочей зоны. Требования к методикам измерения концентраций вредных веществ» [13, 18].

Санитарный контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны проводится периодически согласно графику контроля воздушной среды в цехах предприятий, согласованному с органами санитарного надзора.

4.3.2 Расчет освещения

Естественное освещение применяется в дневное время, а в вечернее – искусственное, согласно.

Естественное освещение осуществляется за счет боковых створок, расположенных в верхней части здания. Правильное естественное освещение способствует созданию благоприятных условий труда, исключая быстрое утомление зрения, возникновение несчастных случаев и способствует повышению производительности труда.

Согласно ПОТ РМ-020-2001 «Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах» определяем разряд зрительных работ [17, 19].

При выполнении работ по наплавке средних и крупных изделий разряд зрительной работы должен соответствовать IVa.

По СНиП 23–05–95* «Естественное и искусственное освещение» нормативные значения параметров световой среды производственных помещений будут: освещённость при системе общего освещения 300 лк, коэффициент пульсации 20%.

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

4.5 Безопасность при работе с подъемно – транспортными устройствами

Безопасность труда при подъеме и перемещении грузов зависит от конструкции подъемно - транспортных устройств и соответствия их правилам и нормам Госгортехнадзора.

В связи с работой в цехе мостового крана следует принимать меры безопасности при работе. Закрывать все доступы для людей на необорудованные проходными галереями крановые пути работающего мостового крана. Все двигающиеся и вращающиеся части механизмов ограждаются. Все работы с краном, связанные по перемещению груза, выполняет аттестованный стропальщик. Работы, предусмотренные технологическим процессом по погрузке сборочных и сварочных приспособлений с помощью подъемно-транспортных устройств, выполняют сварщики. Для всех сварщиков, работающих на участке, предусмотрены удостоверения стропальщиков.

На участке все подъемно транспортные работы, связанные с готовым изделием выполняет мостовой кран грузоподъемностью 5 тонн.

Межоперационные транспортировки выполняются с помощью рольгангов и подъемно-поворотных устройств.

Капитальный ремонт производится каждые 7 лет, средний - каждые 2-3 года, текущий - каждый год. Осмотр проводят 2 раза в месяц [19, 20].

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте было предложено усовершенствовать технологию восстановления и упрочнения крановых колёс наплавкой с помощью применения современных наплавочных материалов и современного оборудования, облегчающего труд наплавщика, увеличивающего производительность, улучшающего культуру и эффективность труда.

На основании анализа проведенного патентного поиска были выявлены основные способы повышения прочности и износостойкости при процессе наплавки. Выбран способ путем применения порошковой проволоки с легирующими элементами. Рассчитаны режимы наплавки под слоем флюса.

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балановский, А.Е. Сварка и наплавка. Пособие по выбору наплавочных материалов фирмы / А.Е. Балановский, Ю.Б. Чупин, А.Б. Беликов. Технический перевод О.Н. Вагнер- 2010г.
2. Нассонов, В.С. Автоматическая вибродуговая наплавка/ В.С.Нассонов, А.И. Горчаков, И.Е. Ульман. – «Колос». Москва,- 1972г.
3. Механическое сварочное оборудование/ – «Отраслевой каталог». Москва,- 1990г.
4. Недорезов В.Е., Электросварочные машины/ – «Машиностроение». Ленинград,- 1977г.
5. Гитлевич, А.Д. Альбом механического оборудования сварочного производства/ А.Д. Гитлевич, Л.А. Животинский, А.И. Клейнер.-«Высшая школа». Москва,- 1977г.
6. Горошкин, А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник/ А.К. Горошкин. -«Машиностроение». Москва,- 1979г.
7. Атанасян, Л.С. Геометрия 7-9 классы.Учебник для общеобразовательных учреждений/ Л.С. Атанасян, В.Ф. Бутузов. – «Просвещение». Москва,- 2010г.
8. Шебеко, Л.П. Экономика, организация и планирование сварочного производства/ Л.П. Шебеко, А.Д. Гитлевич. -«Машиностроение». Москва,- 1986г.
9. Толстов, И.А. Справочник по наплавке/ И.А. Толстов, В.А. Коротков.- «Металлургия». Челябинск,- 1990г.
10. Ближевский, Л.А. Справочник по нормированию станочных работ в единичном и мелкосерийном производстве/ Л.А. Ближевский, М.М. Хорбов, А.В. Сергеев. Москва,- 1958г.
11. Куликов, Г.Д. Современные способы восстановления деталей наплавкой/ Г.Д. Куликов – «Южно-Уральское книжное издательство». Челябинск,- 1974г.

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

12. Голиков, В.Н. Экономический раздел в дипломном проекте. Учебное пособие/ В.Н. Голиков.- «Издательство ЮУрГУ». Челябинск,- 2006г.
13. Тищенко, Н.Ф. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе/ Н.Ф. Тищенко.–«Химия». Москва,- 1991г.
14. Пожбелко, Г. С. БЖД в примерах и задачах/ Г.С Пожбелко –« Издательство ЮУрГУ». Челябинск,- 1998г.
15. ПОТ РМ-020-2001. Межотраслевые правила по охране труда и электро- и газосварочных работах/,- «Москва».Москва,- 2001г
16. Белов, С.В. Безопасность производственных процессов: Справочник/ С.В Белов, В.Н. Бринза, Б.С. Векшин. – «Машиностроение». Москва,- 1985г.
17. ПОТ Р М-020-2001 Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах/,- «Москва».Москва,- 2001г.
18. Куликов, О.Н. Охрана труда при производстве сварочных работ/ О.Н. Куликов, Е.И. Ролин.-«АСАДЕМА». Москва,- 2004г.
19. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности/. Москва,-2003г.
20. Красовский, А.И. Основы проектирования сварочных цехов/ А.И Красовский.-«Машиностроение». Москва,- 1980г.
21. Сварка.Реновация.Триботехника: тезисы докладов научно практической конференции . Нижний Тагил,- 2015

					15.03.01.2018.151.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		56