Областное государственное автономное

Профессиональное образовательное учреждение

«Новгородский химико-индустриальный техникум»

22.02.06 «Сварочное производство»

(код, название специальности)

«К защите»

Заместитель директора по УПР

_____И.С. Васильева

«_____» _____ 2020 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На тему: Проектирование и расчет технологического процесса изготовления сборки и сварки бака и рамы буровой установки УГБ.

Пояснительная записка

Руководитель работы

Жадько Руслан Владимирович

(должность, фамилия, инициалы)

_____

(подпись)

Студент группы 6СП

Ерошкин Артем Вячеславович

(фамилия, имя, отчество)

_____

(подпись)

Консультант по разделу_____

_____

(должность, фамилия, инициалы, подпись)

_____

(дата)

Великий Новгород

2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ	6
1.1 Характеристика сварочно – монтажных работ	6
1.2 Сущность метода ручной дуговой сварки	9
1.3 Дефекты сварных соединений	13
2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	15
2.1 Материалы для сварочных работ	15
2.2Выбор материалов для выполнения сварочных работ	18
2.3 Выбор режима сварки	20
2.4 Технология выполнения сварочного шва ёлочкой	26
3. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ЧАСТЬ	28
3.1 Оснащенность сборочного участка	28
3.2 Контроль качества сварочных работ	33
4. ОХРАНА ТРУДА	40
5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	49

ВВЕДЕНИЕ

По версии Министерства труда Российской Федерации сварщик входит в рейтинг 50 самых востребованных профессий в стране. И это не удивительно. Без сварки не обходятся многие отрасли: от стройки до нефтепереработки и ракетостроения. Профессиональные сварщики получают достойную оплату и работают не только в России, но и заграницей.

Сварщик - профессия ответственная, почти виртуозная, от качества работы которого зависит многое - долговечность и устойчивость строительных конструкций, работа и срок службы различной техники.

Сварка осуществляется с помощью специального оборудования, которое нагревает детали и соединяет их воедино без использования каких-либо крепежных элементов. Проще говоря, во время сварки детали скрепляются друг с другом под воздействием нагрева.

Сварка металлов широко применяется во многих отраслях промышленности и в строительстве и является высокопроизводительным процессом, позволяющим при небольших материальных и трудовых затратах создавать конструкции с высокими технико-экономическими показателями.
Важнейшими направлениями в развитии сварочного производства являются: повышение уровня механизации и автоматизации сварочных процессов, повышение производительности сварочного оборудования, улучшение качества сварных изделий и снижение их себестоимости.

При сварке меньше расходуется металла, так как не применяются накладки и заклепки; сокращаются сроки и снижается стоимость работ вследствие уменьшения трудоемкости изготовления конструкций; снижаются затраты на оборудование, так как сварочное оборудование дешевле, чем сверлильные и дыропробивные станки и клепальные гидравлические машины; увеличивается прочность и герметичность соединений, что особенно важно при изготовлении котлов, сосудов, трубопроводов и других конструкций, что и определяет актуальность темы настоящей дипломной

работы.

На данный момент сварка необходима во многих сферах. Сварщика можно встретить на строительной площадке, на малом и крупном производстве, в коммунальных службах. Также сварщики собирают ракеты, самолеты, каркасы зданий и мостов. Появление сварки по-настоящему изменило мир и позволило получить прочные соединения даже в труднодоступных местах.

Целью дипломной работы является проектирование и расчет технологического процесса изготовления сборки и сварки бака и рамы буровой установки УГБ.

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Характеристика сварочно-монтажных работ

Различают ручную и автоматическую электродуговую сварку.

Сварочный пост для ручной электродуговой сварки оборудуют источником питания электрической дуги (сварочным генератором) и двумя электрическими кабелями с прочной изоляцией, на конце одного из которых находится электрододержатель клещевого типа. Электрододержатель предназначен для крепления и подвода тока к электроду. Второй кабель от источника сварочного тока присоединяют к свариваемой трубе с помощью специального зажима. Рабочий-сварщик перемещает электрододержатель с закрепленным в нем электродом вдоль линии соприкосновения труб и формирует сварочный шов.

Каждый электрод состоит из стального стержня диаметром 3.5 мм, изготовленного из малоуглеродистой проволоки, и специального покрытия на поверхности стержня. Покрытие электродов предназначено для достижения сразу нескольких целей:

а) для защиты металла сварного шва от проникновения в него из воздуха азота и кислорода, что значительно повысило бы хрупкость шва;

б) для обеспечения стабильного горения дуги;

в) для легирования металла сварного шва и т.д. В связи с этим электродные покрытия имеют достаточно сложный состав.

При автоматической сварке применяют не отдельные электроды, а сварочную проволоку диаметром 2.4 мм, которая подается к месту сварки из бухты. Никакого покрытия проволока не имеет. Вместо этого к месту сварки из бункера сварочной головки непрерывно поступает и укладывается слоем толщиной 40.50 мм специально приготовленный зернистый материал - флюс. Слой флюса играет ту же роль, что и покрытие электродов.

Сварка закрытой дугой под флюсом обеспечивает хорошее качество сварного шва, несмотря на высокую скорость ее выполнения - 60.100 м/ч. Однако автоматическую сварку под флюсом можно выполнять только в нижнем положении, что достигается вращением труб - то есть на трубосварочных базах. Однако и здесь автоматическую сварку применяют только после того как трубы будут "прихвачены" друг к другу, т.е. когда ручной сваркой выполнен самый первый (корневой) шов.

Сварочный инвертор Caddy® Arc 151i (рис. 1) является идеальным партнером для сварки любых металлов. Можно использовать электроды диаметром от 1,6 до 3,2 мм. Аппараты исключительно надежны и стабильны в работе.

Многофункциональность панели управления A33 и улучшенные сварочные характеристики программного обеспечения (спокойное горение дуги, меньшее брызгообразование, меньшие размеры капель переносимого расплавленного металла и колебания без пауз) гарантируют отличное качество сварки вне зависимости от колебаний напряжения питающей сети. Возможность использования сетевого кабеля длиной более 100 м!

Стоит добавить горелку для аргонодуговой сварки с газовым клапаном, газовый редуктор и баллон с газом и ваш аппарат Caddy® готов к TIG сварке. Зажигания дуги методом касания (панель A31) или электронно контролируемое зажигания LiveTig™ (панель A33).

В комплект поставки входят сварочный и обратный кабели длиной 3 метра.

Аппарат Caddy® оснащен большими разъемами OKC 50 дпя выдерживания больших нагрузок. Благодаря компактной конструкции и поглощающему удары полимерному корпусу он отличается легкостью и удобством транспортировки. Большой блок охлаждения и тщательно выполненная конструкция обеспечивают длительный срок службы и позволяют работать даже в самых сложных условиях. Новый контроллер ArcPlus™ дополнительно оптимизирует процесс сварки, уменьшает

разбрызгивание и улучшает повторное возбуждение дуги.

Аппарат Caddy® разработан так, что все основные компоненты в машине поддерживаются чистыми и без осаждения пыли. Аппарат Caddy® соответствует требованиям по защите класса IP 23 и поэтому подходит для использования вне помещений. Долговечная конструкция и отличные сварочные свойства обеспечивают ее надежное повседневное использование.



Рисунок 1 - Сварочный инвертор Caddy® Arc

С 1952 г. на строительстве магистральных трубопроводов применяется электроконтактная стыковая сварка оплавлением. Она предусматривает нагрев торцов труб до высокой температуры и их последующее соединение под воздействием осевого сдавливания. Преимуществом электроконтактной сварки является ее высокая производительность, поскольку сварное соединение в данном случае образуется сразу по всему периметру стыка в течение 5.10 мин. При электродуговой же сварке сварное соединение формируется последовательным наложением нескольких слоев шва по периметру трубы.

Основой установки для электроконтактной сварки являются кольцевые трансформаторы, устанавливаемые на торцы свариваемых труб. Кроме того, в состав установки входят механизмы центровки труб, равномерного подвода

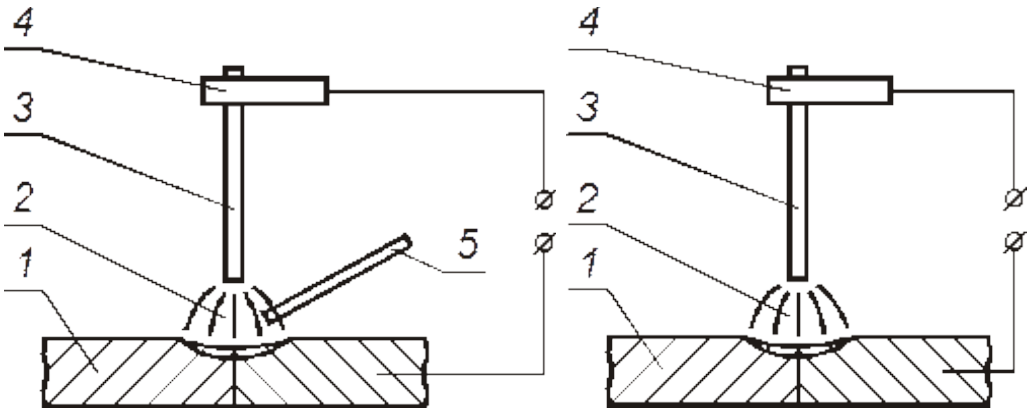
тока, перемещения труб в процессе оплавления, а также снятия частиц затвердевшего металла (грата) с внутренней и наружной поверхности труб. Все перечисленные операции выполняют передвижные комплексы "Север".

1.2 Сущность метода ручной дуговой сварки

Ручная дуговая сварка относится к термическому классу сварки. Процесс осуществляется сварочными электродами, подача которых в дугу и перемещение вдоль свариваемых заготовок выполняется сварщиком вручную. В процессе сварки происходит оплавление поверхностей свариваемых заготовок под воздействием электрической дуги с образованием общей ванны расплавленного металла, после кристаллизации которой и получается неразъемное соединение.

Электрическая дуга представляет собой мощный стабильный электрический разряд в газах, сопровождаемый выделением значительного количества тепла и света. Возникновение дуги обусловлено эмиссией электронов с катода и ионизацией газового промежутка. Выделение электронов с поверхности катода достигается за счет термо- и автоэлектронной эмиссии, а также эмиссии в результате ударов положительных ионов. Ионизацию газового промежутка вызывают нагрев, облучение и соударение частиц.

Дуга горит между сварочным электродом и свариваемым (основным) металлом. Применяют неплавящиеся и плавящиеся электроды (рис. 1). Неплавящиеся электроды изготавливают из электротехнического угля, синтетического графита или вольфрама. Для плавящихся электродов наиболее распространенным материалом является холоднотянутая проволока, а также ленты и электронные пластины.



а б

Рисунок. 2. Схема ручной дуговой сварки неплавящимся (а) и плавящимся (б) электродом: 1 – свариваемый металл; 2 – электрическая дуга; 3 – электрод; 4 – электродержатель; 5 – присадочный материал

Ручной дуговой сваркой соединяют углеродистые, легированные и высоколегированные стали, чугуны, медь, алюминий, титан и сплавы на основе указанных металлов. Применяют постоянный или переменный электрический ток.

Электроды для ручной сварки представляют собой стержни длиной 50…450 мм с нанесенными на них покрытиями, которые обеспечивают стабильное горение дуги, защиту расплавленного металла, получение шва заданного состава и свойств. При сварке сталей в качестве стержней используют стальную сварочную проволоку диаметром, мм 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 и 8,0. Покрытия в зависимости от химического состава бывают рутиловыми (обозначаются буквой "Р"), кислыми (А), основными (Б), целлюлозными (Ц), смешанными (например РБ) и прочими (П).

По назначению стальные электроды, согласно государственным стандартам, подразделяются на 4 типа:

1) Электроды для сварки конструкционных сталей. Обозначаются буквой "Э" и цифрой, указывающей минимальный предел прочности в 10-1 МПа, например: Э38, Э50, Э85, Э150. Здесь различают электроды для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей

с временным сопротивлением разрыву до 600 МПа (в условном обозначении электродов ставится буква "У") и электроды для сварки легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву свыше 600 МПа (обозначаются "Л").

2) Электроды для сварки легколегированных теплоустойчивых сталей, например: Э-09М, Э-05Х2М, Э-10Х1М1НФС. Здесь и далее число, стоящее после буквы "Э", указывает содержание углерода в сотых долях процента, последующие буквы и цифры показывают гарантированное содержание легирующих элементов в наплавленном металле по тем же правилам, что и при маркировке сталей. В условном обозначении ставится буква "Т".

3) Электроды для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами (В): Э-02Х11НВМФ, Э-02Х19Н9Б. Эти электроды применяют для сварки коррозионностойких, жаропрочных и жаростойких высоколегированных сталей.

4) Электроды для наплавки поверхностных слоев, например: Э-10Г2, Э-80В18Х4Ф, Э-350Х26Г2Р2СТ обозначаются "Н".

Каждому типу электрода соответствует одна или несколько марок электродов, т.е. негостированных обозначений электродов, присвоенных заводом-изготовителем. Марка электродов характеризуется определенным составом покрытия, маркой электродной проволоки, технологическими свойствами и характеристиками наплавленного металла.

Условное обозначение электродов для сварки сталей состоит из марки электрода, его типа, диаметра, типа покрытия, механических характеристик наплавл

Сущность всех дуговых методов сварки заключается в использовании тепла электрической дуги - мощного стационарного самостоятельного газового разряда с низким катодным напряжением, существующего в промежутке между двумя электродами, роль которых при сварке выполняют плавящийся или неплавящийся электрод и металл свариваемого изделия. Это тепло идет на расплавление основного и присадочного металлов, сообщения

их атомам энергии активации, образование физического контакта и др. процессы, имеющие место при сварке.

При ручной дуговой сварке в качестве анода и катода выступают металл свариваемого изделия и сварочный электрод - металлический стержень, покрытый слоем особого состава - обмазкой, или, согласно официальной терминологии, покрытием. Назначение покрытия - стабилизация дуги, защита и легирование расплавленного металла сварочной ванны. Различают четыре вида покрытия: основной, целлюлозный, рутиловый и кислый; для сварки магистральных трубопроводов разрешены только электроды первых двух видов. Различные виды покрытия электродов по-разному взаимодействуют с металлом в процессе сварки. Химический состав металла электрода и покрытия определяется химическим составом металла свариваемого изделия (труб) и выбранной технологией сварки.

Возбуждение электрической дуги при ручной дуговой сварке основано на использовании явления короткого замыкания. При этом происходит следующее: в месте контакта на катоде образуется катодное пятно, которое настолько сильно нагрето, что становится способным к электронной эмиссии (т.е. испусканию электронов) при приложении напряжения в 60-70 В. Для возникновения сварочной дуги как газового разряда необходимо наличие заряженных частиц, направленное движение которых и будет электрическим током. Явлением, обеспечивающим появление этих частиц, является термическая, или ударная ионизация. Эмитированные катодом электроны в результате соударения с нейтральными ионами приводят к появлению ионов. В результате в газовом промежутке между двумя электродами возникают носители электричества - отрицательно заряженные электроны и положительно заряженные ионы, создаются условия для возникновения сварочной дуги, тепло которой используется при сварке.

1.3 Дефекты сварных соединений

Согласно ГОСТ 23055 - 78* для соединений, выполненных сваркой плавлением, возможно образование шести видов дефектов:
пористость шва: сферическая, канальная, цепь пор, группа пор, линейная (протяжённая).

1. шлаковые и металлические включения: разделяются на шлак компактный, шлак линейный, металлические включения, поверхностные включения.
2. несплавления: по кромкам и между слоями многослойного шва.
3. дефекты формы шва: чрезмерный провар корня (прожог, протёк), неровности (наплывы, вмятины и пр.), подрезы, несовпадения кромок и т.п.

Все эти дефекты ухудшают механические свойства сварных соединений и, следовательно, работоспособность конструкций. Часть из них, такие, как наружная пористость и наружные включения, прожоги, неплотность шва, подрезы, вмятины, недостаточные размеры швов и усилений, должна быть исправлена немедленно при обнаружении силами сварщика, допустившего дефект.

Наиболее опасны и недопустимы трещины всех видов, при обнаружении которых сварного соединения бракуется или же подлежит исправлению. Исправление возможно при наличии единичных трещин, а сварное соединение с множественными трещинами исправлению не подлежит. Для ликвидации единичной трещины предварительно засверливают металл на расстоянии примерно 30 - 50 мм от её концов, после чего делают разделку трещины, затем подогревают участку металла на её концах до температуры 100 - 150°С и одновременно заваривают подготовленную трещину.

Пластины изготавливают из пьезоэлектрической керамики или кварца и наклеивают на призмы из оргстекла, полистирола, капрона и других

материалов, которые поглощают ультразвук и обеспечивают высокое затухание колебаний, что позволяет получать короткие зондирующие импульсы. Для приложения и съёма электрического поля на противоположных поверхностях пластины нанесени серебряные электроды.

Пьезопреобразователь обладает свойством излучать УЗК в металл через контактирующую смазку (глицерин, солидол и т.п.) синхронно с приложенным высокочастотным током и воспринимать отражённые от дефектных мест обратные УЗК, преобразуя их в электрические импульсы, фиксируемые электронно-лучевой трубкой. Чаще всего применяют наклонный преобразователь, работающий по совмещённой схеме и служащий одновременно излучателем и приёмником УЗК.

Применяются также раздельно совмещённый преобразователь, в котором одна пьезопластина служит излучателем УЗК, а другая приёмником. Контроль, как правило, проводят с одной стороны соединения (для толщины до 50 мм), но с обеих сторон шва, как показано на рисунке. В настоящее время УЗК применяют всё более широко для проверки качества стыковых и угловых швов и даже стыков арматурной стали. Иногда для большей надёжности сомнительные места просвечивают.

2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Материалы для сварочных работ

Известно более 60-ти видов сварочных процедур, для каждой из которых предусматриваются особые расходные материалы для сварки, отличающиеся спецификой применения.

К числу таких материалов могут быть отнесены различные сварочные флюсы, обладающие заданными техпроцессом характеристиками, а также специальные инертные газы, используемые для защиты зоны сварки от окисления воздухом.

Помимо защиты материалы для сварочного процесса способны выполнять функцию химической очистки металлов, а также влиять на прочность образуемого соединения (шва).

Конкретный выбор сварочных материалов определяется используемым оборудованием и спецификой протекающих при сварке процессов. Государственный реестр содержит большое количество наименований изделий, которые принято называть расходными и которые используются по своему прямому назначению.

По способу использования в технологической цепочке основные виды расходного материала делятся на следующие группы:

1. газы (газовые смеси);
2. сварочные флюсы;
3. присадочные проволоки;
4. плавильные стержни (электроды);
5. специальные керамические прокладки.

Ассортимент инертных газообразных веществ очень разнообразен и включает в свой состав такие распространённые газы, как аргон, углекислота, ацетилен и кислород. Гораздо реже в различных режимах сварки применяются гелий и водород.

Полный перечень функций, выполняемых вспомогательными сварочными материалами, выглядит следующим образом:

1. поддержание полноценного и устойчивого дугового разряда;
2. блокирование кислорода, содержащегося в окружающем воздухе;
3. обеспечение заданных параметров самого процесса сварки и свойств обрабатываемых при этом металлов.

Рассмотрим, каким образом связана характеристика каждого из перечисленных сварочных материалов с особенностями его применения.

Электроды



Рисунок 3. Электроды

Основное предназначение этих обязательных компонентов сварочного процесса – подведение электрического тока той или иной формы и полярности в зону сварки и обеспечение условий для плавления металла.

По своим конструктивным особенностям электроды подразделяются на металлические или неметаллические «расходники». Изделия на металлической основе делают из стали, вольфрама и других цветных металлов (меди, бронзы и им подобным), а неметаллические – с покрытием из неплавящихся угольных и графитовых составляющих.

Второй тип электродов (их ещё называют покрытыми), как правило, применяется при организации ручного сваривания заготовок, а в качестве стержня в них используется высоколегированная или углеродистая сталь.

Любые разновидности электродных материалов должны обеспечивать не только устойчивое горение в зоне сварки, но и изоляцию сварочной ванны

от атмосферного кислорода, а также снижать эффект разбрызгивания частиц металла.

Проволока



Рисунок 4. Проволока

Проволочные материалы так называемого «сплошного» типа идут на изготовление и производство специальных плавящихся электродов и присадочных прутков и могут применяться как в автоматических режимах сварки, так и для полуавтомата. Химический состав и основной типоразмер (диаметр) сварочной проволоки определяется толщиной свариваемых заготовок и химическими свойствами металла.

Ещё одна разновидность этих изделий называется «порошковой» и выглядит как трубка, наполненная внутри порошкообразным веществом. Заполняющий внутренние полости порошок выполняет в ней функцию, аналогичную покрытию на электродных стержнях.

Газы



Рисунок 5. Газовые балоны.

Сварочные газообразные материалы (аргон, углекислота, гелий и кислород) применяются как по отдельности, так и в смесях. В первом случае

они обеспечивают изоляцию сварочной ванны от кислорода, содержащегося в окружении, а во втором – способствуют повышению качества шва (повышают его механические и прочностные показатели).

Специальные керамические подкладки стали применяться при сварке не так давно, но уже сумели зарекомендовать себя с самой лучшей стороны. К достоинствам этих вспомогательных приспособлений следует отнести универсальность их применения, позволяющую использовать их практически в любых сварочных операциях.

2.2 Выбор материалов для выполнения сварочных работ

Для изготовления бака и рамы используется низколегированная сталь 14ХГС. В таблицах 1 и 2 приводится химический состав и механические свойства стали. Данная сталь сваривается с ограничением по тепловому режиму, сварка возможна при подогреве до 100-1200С и последующей термообработке при правильно подобранном режиме сварки. Химический состав стали представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Химический состав стали в процентах

Марка стали	Содержание элементов, %									
	C	Mn	Si	Cr	P	N	Cu	S	As	Ni
14ХГ	0.11	0.9	0.4	0.5	0.03	0.01	0.3	0.01	0.08	0
С	0.16	1.3	0.7	0.8	5	2	0	4	0	3

Механические свойства стали представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Механические свойства при Т=200С

Марка стали	Предел прочности	Предел текучести. Толщина образца до 20	Относительно удлинение.Толщина образца до 20
14ХГС	490	345	22

Для ручной дуговой сварки применяют металлические электроды - стальные стержни круглого сечения с нанесенным покрытием. Электроды изготовляют из стальной углеродистой, легированной, высоколегированной проволоки. Данные электродов приводятся в таблице 3.

Таблица 3.

Характеристики применяемых электродов

Тип электрода	Марка электрода	Марка сварочной проводки	Род тока, полярность	Положение сварки	Коэффициент наплавки		
						T^oC	Время, мин.
Э42	МР-3	СВ-08 СВ-08А	Переменный, постоянный	Все положения	8-8,5	150 - 180	60-90

Электроды этой группы пригодны для сварки во всех пространственных положениях переменным и постоянным током и характеризуются достаточно большой скоростью расплавления.

Недостатками этих электродов являются пониженная стойкость против образования кристаллизационных трещин, повышенное разбрызгивание металла и выделение в процессе сварки марганцовистых соединений, вредно

влияющих на организм человека.

Для газовой сварки данных труб используют горючие газы: кислород и ацетилен.

Кислород - газ без цвета и запаха, его получают из воздуха и доставляют в стальных баллонах, окрашенных в голубой цвет.

Кислород в баллонах находится под давлением до 15 МПа.

Ацетилен - бесцветный газ с резким характерным запахом, представляющий собой химическое соединение углерода и водорода. Длительное вдыхание его может привести к отравлению.

Раствор ацетилена в ацетоне под давлением 1,5-1,8 МПа доставляют к месту сварки в баллонах, окрашенных в белый цвет. Чтобы предохранить ацетилен от взрыва, в баллон набивают пористую массу из специального угля.

Ацетилен можно получить также из карбида кальция CaC2 в ацетиленовых генераторах.

2.3 Выбор режима сварки

Для электросварки.

Под режимом сварки понимают совокупность контролируемых параметров, обеспечивающих устойчивое горение дуги и получение швов заданных размеров, формы и свойств.

По степени влияния на процессе сварки параметры режима подразделяют на основные и дополнительные.

К основным параметрам относят диаметр стержня покрытого электрода, силу сварочного тока, его род и полярность, а также напряжение дуги.

Диаметр электродов выбирают в зависимости от толщины металла, катета шва и положения в пространстве.

Примерное соотношение между толщиной S металла и диаметром d электрода при сварке шва в нижнем положении таково:

S, mm 1 - 2 3 - 5 4 - 10 12 - 24 30 - 60

d, mm 2 - 3 3 - 4 4 - 5 5 - 6 6 и более

Для сварки бак аи рамы применяется электрод диаметром 3 мм.

Силу сварочного тока обычно устанавливают в зависимости от выбранного диаметра электрода.

При сварке швов в нижнем положении её значение, А, рассчитывают, пользуясь электрическими формулами:

$$Iсв = Kd \quad (1)$$

$$I\ св = (20 + 6d)\ d \quad (2)$$

где К - коэффициент, принимающий в зависимости от диаметра электрода d следующие значения:

d, mm 23456 K 25……30 30……45 35……50 40……45 45……60

$$I\ св = (20 + 6 \times 3)\ 3 = 144А$$

Род и полярность тока устанавливают в зависимости от вида свариваемого металла и его толщины. Напряжение дуги при ручной дуговой сварке изменяется в пределах 20….36 В и регламентируется производителем электродов. В процессе сварки постоянное значение напряжения поддерживают за счет низменной длины дуги, которая зависит от марки и диаметра электрода. Ориентировочно нормальная длина дуги определяется по формуле 3 в мм:

$$Lд = (0{,}5……1{,}1)\ d \quad (3)$$

Длина дуги существенно влияет на качество сварного шва и его форму.

Для газовой сварки:

1. Мощность пламени зависит от толщины металла (5 мм) и химического состава металла (низколегированная сталь 14Г2), определяется по формуле 4:

$$M = c \times S \quad (4)$$

где с - удельный коэффициент мощности пламени;
S - толщина металла, мм;

$$M = 80 \times 5 = 400 \text{ л/ч.}$$

2. Состав пламени - нормальное;

3. Скорость сварки определяется по формуле 5:

$$Vсв = A/S \quad (5)$$

где А - коэффициент, зависящий от свойств металла (12-15) м · мм/ч;
S - толщина металла (5) мм;

$$Vсв = 12 \times 5 = 60 \text{ м/ч.}$$

4. Диаметр присадочного прутка: 3 мм.

5. Угол наклона мундштука: 30 - 400 [9].

В сварных соединениях некоторые швы являются рабочими, а некоторые - связующими. Рабочими называются швы, воспринимающие нагрузку от внешних усилий. При разрушении рабочего шва может разрушиться и сварное соединение. Связующими называются швы, служащие для соединения нескольких элементов конструкции (например, полос), несущих основную нагрузку.

Прочность сварного соединения должна быть не ниже прочности основного металла.

Прочность сварного соединения характеризуется величиной фактических напряжений, возникающих в нем от действующих усилий. Чтобы соединение было прочным, фактические напряжения должны быть ниже тех, при которых металл шва разрушается. Принимаемые при расчете напряжения называются расчетными и обозначаются ст.

Расчетное напряжение, т.е. напряжение от расчетных усилий, не должно превышать расчетного сопротивления металла R. т.е. $\sigma \leq R$

Величина расчетных сопротивлений (напряжений) регламентируется нормами, установленными для тех или иных конструкций, в зависимости от их назначения, применяемого металла, условий работы, методов контроля и пр.

Расчетное напряжение всегда ниже предела текучести данного металла. Отношение предела текучести σт к расчетному напряжению σ называется запасом прочности.

$$nз = \sigma т/\sigma \qquad (6)$$

где nз - запас прочности.

Для стальных изделий запас прочности по пределу текучести обычно равен nз=1,2-1,6. Для металлов, не обладающих ясно выраженным пределом текучести, запас прочности определяют по отношению к временному сопротивлению разрыву ов. В этом случае запас прочности составляет обычно nз = 3 - 4.

Расчетные сопротивления металла стыковых швов Rссв, принимаемые при расчетах сварных швов стальных строительных конструкций, регламентируются "Строительными нормами и правилами".

По этим нормам для ручной, полуавтоматической и автоматической сварки стыковых швов на стали Ст3 и Ст4 величина Rссв при растяжении

равна:

1. для обычных методов контроля швов (наружным осмотром и обмером) Rссв = 1800 кгс/см2;
2. для повышенных способов контроля (рентгено- и гаммаграфия, ультразвуковая и магнитографическая дефектоскопия и др.) Rссв= 2100 кгс/см2,при срезе Rссв = 1300 кгс/см2.

Стыковые швы на прочность рассчитывают по формуле

$$N = Rссв*S*l \quad (7)$$

где N - предельно допускаемое действующее расчетное усилие, кгс;

Rссв - расчетное сопротивление растяжению для металла шва, кгс/см2;

S - толщина металла в расчетном сечении, см;

l - длина шва, см.

Если Rссв = 1800 кгс/см2; S = 0,5 см, l = 16 см, то такой шов может безопасно работать при наибольшем усилии, равном N = 1800* 0,5 *16 = 14400 кгс.

Определим площадь сечения шва по формуле 7, если наружный Ø трубы = 50мм = R=25мм:

$$S = 2\pi R2 \quad (8)$$

где S - площадь сечения

R - радиус трубы = 25мм

$$S = 2*3,14*252= 3925 \text{ мм} = 392,5\text{см}$$

По формуле 9 рассчитаем длину шва:

$$Lok= 2\pi R \quad (9)$$

$$Lok= 2*3,14*25 = 157 \text{ мм} = 16\text{см}$$

количество швов = 4

$$L_{шв.} = L_{ok}*4 \ (9), \ L_{шв} = 16*4 = 64см$$

Таким образом, общая длина шва 64 см.

Затем рассчитаем объем наплавленного металла по формуле 10:

$$V = S. * L_{шв} *10\text{-}3 \qquad (10)$$

где S-площадь сечения шва

Lшв - длина шва

$$V. = 392,5*64*10\text{-}3 = 25,29см\text{-}3$$

Определение веса наплавленного металла произведем по формуле 11:

$$G_{hm} = V* l_{н} \qquad (11)$$

где Кн - коэффициент наплавки металла. V - объем наплавки металла

$$G_{hm} = 25,29*8,5 = 214,97 \ (г)$$

Вес электродов определим по формуле 12:

$$G_{эл} = G_{нм} K_{расх} \qquad (12)$$

где Кр - коэффициент расходования металла

Сн. м-вес наплавки металла

Сэл =214,97*1,6/1000 = 0,344 кг

Определяем расчетное сопротивление шва (Ray). Согласно табл.2 приложения стыковой шов, работающий на растяжение при ручной сварке рассчитывают по пределу текучести (Ry): равном345 МПа.

Следовательно, для рассчитываемого стыка: Ray:

Ray = 0,85 х 345 = 2293,25 МПа.

Расчетные размеры шва по конструктивным требованиям
толщина шва - t = tmin = 5 мм = 0,005 м;
длина шва 0,16 м.

Проверяем прочность шва с помощью коэффициента условий работы, который определяется по 41 СП 16.13330.2011, где γ_c = 0,9.

Таким образом, 14400* 103/0,005 * 0,16 = 180,000 МПа

Rwyyc = 204 * 0,9 = 183,6 МПа

180,000МПа $\leq$ 183,6 МПа,

Следовательно, условие прочности выполняется.

2.4. Технология выполнения сварочного шва ёлочкой

Для увеличения скорости сварки вертикальных сварных швов используют колебательные движения электродом "Ёлочка" или второе название "Треугольник". На примере сварки углового соединения, я постараюсь подробно рассказать о движениях электродом "Ёлочка".

Перед началом сварки "Ёлочкой" необходимо наплавить небольшую площадку, иначе если этого не сделать металл начнет в процессе сварки

"Ёлочкой" стекать. Техника сварки "Ёлочкой" очень простая. В середине фаски зажигаем электрод и ведем влево – вправо и снова возвращаемся в середину чуть выше. И таким образом повторяем движения.

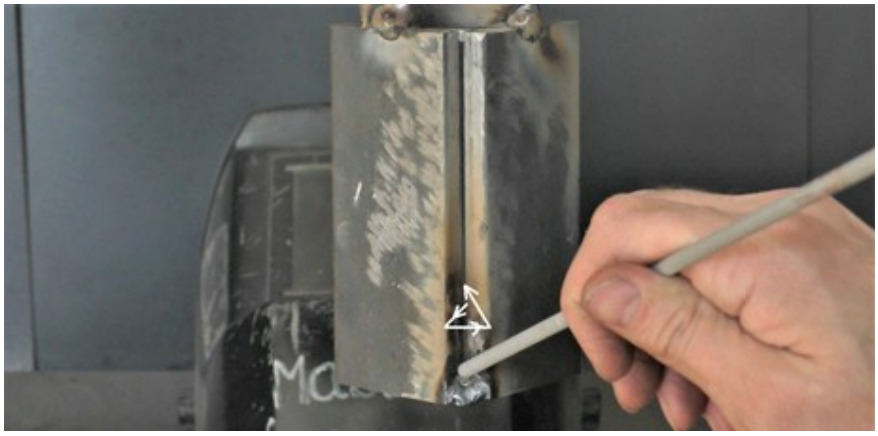


Рисунок 6. Сварка с наплавленной площадки

Электрод при сварке направляем углом вниз. Сварочный ток для электрода диаметром 3 мм примерно 73 А, полярность обратная плюс на электроде. Марка электродов УОНИ 13/55.

Вы можете оценить сварной шов полученный движениями электрода "Ёлочка". Преимущество "Ёлочки" в увеличении скорости сварки, но есть большой недостаток, это сильный перегрев сварного соединения.



Рисунок 7. Готовый сварной шов "Ёлочкой"

3. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ЧАСТЬ

3.1 Оснащенность сборочного участка

Для электросварки.

Ручную дуговую сварку производят электротоком, который через электрододержатель и сварочный провод подводится к электроду от источника тока и по второму проводу - к свариваемому металлу.

Для электросварки применяется сварочный инвертор Caddy® Arc. (рис.1).

В таблице 4 приведены технические характеристики трансформатора.

Таблица 4.

Технические характеристики трансформатора

Марка трансформатора.	Номинальный сварочный ток, А.	Пределы регулировки тока, А.	ПР, %	Номинальное рабочее напряжение, В.	Напряжение холостого хода, В.	Номинальная мощность
Caddy® Arc	250	100-300	25	30	80	19,4

Электрододержатель - приспособление для закрепления электрода и подвода к нему тока (рис.10).

Среди всего многообразия применяемых электрододержателей, наиболее безопасными являются пружинные, изготавливаемые по требованиям и классификации ГОСТ 14651-78Е: I типа - для тока до 125 А; II типа - для тока 125 - 315 А; III типа - для тока 315-500 А.

По конструкции различаются винтовые, пластинчатые, вилочные и пружинные электрододержатели.

Щитки сварочные изготавливаются двух типов: ручные и головные из легких негорючих материалов по ГОСТ 12.4.035-78.

Масса щитка не должна превышать 0,50 кг.7

Кабели и сварочные провода необходимы для подвода тока от источника питания к электрододержателю и изделию.

Кабели изготавливают многожильными (гибкими) по установленным нормативам для электротехнических установок согласно ПУЭ из расчета плотности тока до 5 А/мм2 при токах до 300 А.

Электрододержатели присоединяются к гибкому (многожильному) медному кабелю марки ПРГД или ПРГДО (ГОСТ 6731-77Е).

Применять провод длиной более 30 м не рекомендуется, так, как это вызывает значительное падение напряжения в сварочной цепи.

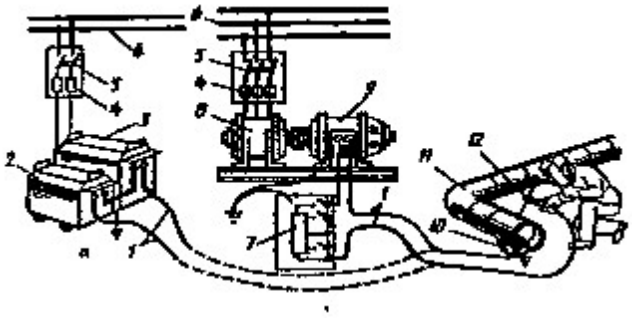


Рисунок 8 - Ручная дуговая сварка: а - переменным током; 1 - провода; 2 - дроссель; 3 - трансформатор; 4 - предохранители; 5 - рубильники; 6 - электрическая сеть; 10 - зажим; 11 - трубопровод; 12 - электрододержатель.

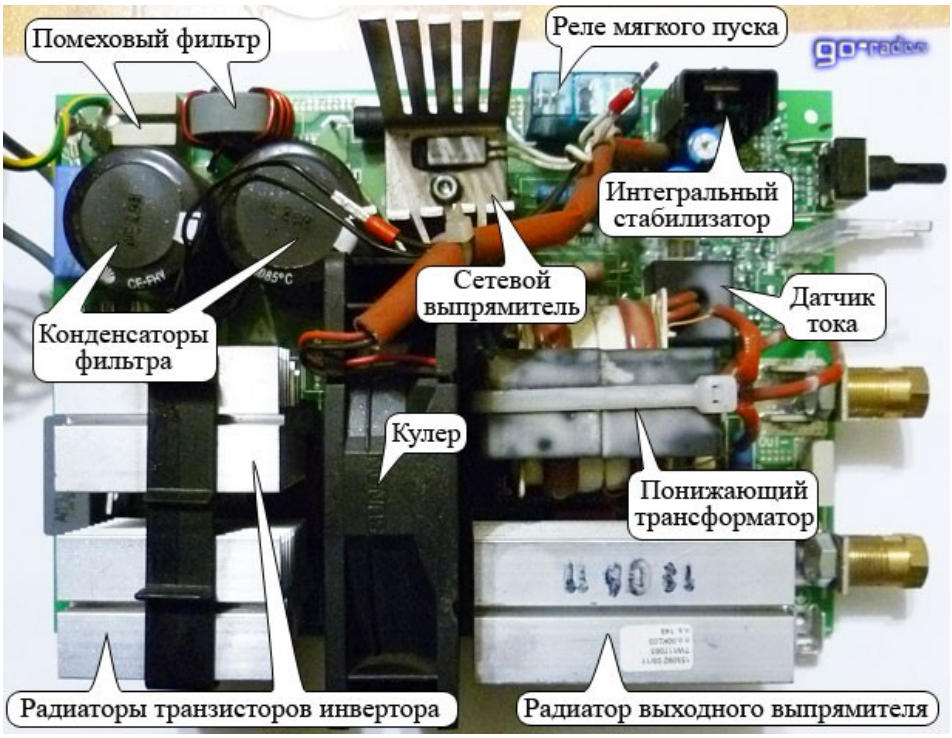


Рисунок 9 - Устройство сварочного инвертора.



Рисунок 10 – Электродержатель.

При электродуговой сварке энергия, расходуемая на нагрев и плавление металла, выделяется дуговым разрядом, возникающим между свариваемым металлом и электродом.

Для газовой сварки

Для выполнения ручной газовой сварки используют баллоны, редукторы, шланги и горелку.

Давление горючих газов, находящихся в баллонах, снижают до давления, необходимого для работы горелки (0,1-0,4 МПа), ацетиленовыми и кислородными редукторами.

Из баллона можно отбирать газ до остаточного давления не ниже 0,05 МПа.



Рисунок 11 – Горелка для газовой сварки.

Полностью выпускать газ из баллона нельзя, так как при этом на заводе потребуется проверка баллона.

Сварочная горелка служит для смешения горючего газа с кислородом и получения сварочного пламени. Количество кислорода и ацетилена, подаваемое к горелке, регулируют соответственно вентилями.

В инжекторе кислород и ацетилен смешиваются, и через наконечник горючая смесь поступает в мундштук. Смесь сгорает на выходе из мундштука, создавая пламя, которое расплавляет металл.

Горелки комплектуются несколькими сменными наконечниками, позволяющими сваривать детали различной толщины.

Ручная газовая сварка выполняется с использованием кислорода и ацетилена.

Ацетилен может вырабатываться при помощи генератора или поставляется к месту сварки в баллонах белого цвета с черной надписью "ацетилен".

Для предотвращения взрыва ацетиленовый баллон заполняется пористой массой (пемза, активированный уголь и т.д.).

Рукава служат для подвода газа в горелку или резак. Рукава резиновые для газовой сварки и резки металлов изготавливаются по техническим условиям ГОСТ 9356-75 или по требованиям международного стандарта Per. № ИСО 3821-77. Требования ГОСТа 9356-75 распространяются на резиновые рукава с нитяным каркасом, применяемые для подачи под давлением ацетилена, городского газа, пропана, бутана, жидкого топлива и кислорода к инструментам для газовой сварки или резки металлов.



Рисунок 12 - Оборудование для газовой сварки.

3.2 Контроль качества сварочных работ

Контроль качества сварочных работ включает: предварительный контроль, контроль в процессе выполнения сварки (текущий контроль), контроль качества сварных соединений и конструкций.

Цель первых двух видов контроля — предупредить образование дефектов. С помощью третьего вида контроля устанавливают дефекты, определяют необходимые характеристики и свойства сварных соединений и конструкций.

Предварительный контроль. Целью предварительного контроля является ознакомление с технической документацией на изделия, проверка качества состояния средств механизации сборки и сварочного оборудования, электроизмерительных приборов, квалификации сборщиков и сварщиков.

Качество каждой партии металла определяют по маркировке и сертификату, поступившему с завода-поставщика.

В сертификате указываются номер плавки, химический состав и механические свойства металла. Данные сертификата должны отвечать требованиям ГОСТа и ТУ. Металл без сертификата необходимо подвергать химическому анализу, механическим и технологическим испытаниям.

При проверке электродной проволоки и флюса устанавливают, соответствуют ли данные сертификатов требованиям ГОСТа и ТУ. В сертификате на каждую партию проволоки указывается: завод- изготовитель, диаметр, марка, масса проволоки и номер плавки, результаты химического анализа и ГОСТ. Аустенитные нержавеющие проволоки проверяют на горячие трещины по специальным инструкциям.

На каждой бухте электродной проволоки и таре флюса должны быть бирки.

Рекомендуется проводить испытания флюса, при которых определяют, как данный флюс влияет на формирование шва, устойчивость процесса сварки, стойкость металла шва против появления горячих трещин и пор.

Устойчивость процесса сварки и качество формирования шва определяется путем наплавок под испытуемым флюсом на различных режимах. Об устойчивости процесса сварки судят по показаниям приборов, а качество формирования швов определяют визуальным контролем наплавок. При наличии трещин в шве флюс должен быть подвергнут полному химическому анализу.

Влияние флюса на пористость шва проверяют в производственных условиях при сварке типичных для данного производства швов на металле обычной загрязненности. Сравнивается пористость швов, выполненных в равных условиях под испытуемым и эталонным флюсами.

В случае образования в швах чрезмерной пористости флюс подвергают полному химическому анализу. Если химический состав флюса не соответствует требованиям ГОСТа или ТУ, его бракуют.

Проверять качество заготовок внешним осмотром и замерами следует до начала сборки. Размеры заготовок и углы скоса кромок должны соответствовать требованиям чертежа. Протяженность зарезов и выхватов на кромках после газовой резки не должна превышать 10% длины кромки при глубине зареза <1,5—2 мм.

Качество сборки проверяют внешним осмотром и замерами. При этом определяют перекосы, несовмещения кромок, величину и постоянство зазора между деталями, правильность взаимного расположения деталей, размеры и места расположения прихваток, габаритные размеры собранного узла или конструкции.

Проверка приспособлений для сборки (стеллажей, кондукторов, кантователей, манипуляторов и др.) заключается в определении горизонтальности и шероховатости поверхностей, контроле базовых размеров, состояния упоров, фиксаторов и крепежных деталей люфтов, состояния приводных механизмов и надежности их действия, Чтобы сборочные приспособления были в исправном состоянии, необходимо проводить профилактические и восстановительные ремонты.

Измерительный и вспомогательный инструменты сборщиков и сварщиков должны быть в образцовом состоянии.

Контроль состояния сварочного оборудования заключается в проверке действия механической и электрической частей, чистоты и плотности прилегания электрических контактов, возможности получения необходимого режима сварки и установления его стабильности, а также в определении точности и правильности регулировки параметров режима. На таких приборах, как амперметры и вольтметры, должны быть пломбы, эти приборы необходимо систематически проверять у Госповерителя.

В конце каждой смены следует тщательно очищать сборочное и сварочное оборудование от пыли и других загрязнений, а также систематически заменять изношенные детали.

К выполнению работ по сборке и сварке допускаются рабочие, сдавшие специальные теоретические и практические испытания.

Сборщикам и сварщикам, сдавшим испытания, выдаются удостоверения.

Для контроля качества сварного шва могут применяться различные методы, основанные на использовании разных материалов, приспособлений и устройств.

Государственными стандартами определены следующие способы, с помощью которых можно оценить, насколько качественно была проведена сварка и последующая зачистка сварных швов.

Визуальный осмотр

Самый простой и очевидный метод, призванный определить явные дефекты шва. Он может производиться без сторонних приспособлений либо с применением лупы.

В рамках подготовки к осмотру производится специальная обработка сварных швов: поверхность очищают от загрязнений и шлаков, некоторые виды сталей дополнительно подвергают химической обработке.

При осмотре оценивают размер сварного шва, замеряют обнаруженные дефектные участки. Если были обнаружены трещины, их границы определяют засверливанием, подрубкой, шлифовкой и завершающим травлением. Трещины обнаруживаются при нагреве металла, выявляясь зигзагообразными линиями.

Если должна быть произведена термическая обработка сварных швов, то внешний осмотр проводится и до процедуры, и после нее.

Просвечивание сварного шва

В этом случае используют гамма-лучи или рентген (пленку прикладывают с обратной стороны металлической заготовки). Если оборудование для сварных швов подвело, то в местах, где имеются дефекты, на пленке будут видны пятна более темного оттенка.

Именно так можно выявить шлаковые включения, непровар и поры. Метод не дает возможности выявить трещины, расположенные под углом менее пяти градусов относительно центрального луча и слипания металлов без шлаковой или газовой прослойки.

Этот метод позволяет определять дефекты в металлических заготовках толщиной до 6 сантиметров. Если в швах обнаруживаются дефекты, просвечивают удвоенное число стыков. Если дефекты снова обнаружены, то проверяют швы всех заготовок, выполненные этим сварщиком, а после удаления дефектов швы проверяют вновь.

Магнитографический метод

В его основе лежит обнаружение поля рассеивания, которое образуется на месте наличия дефектов при намагничивании заготовки. Рассеиваемые поля фиксируются на магнитной ленте, прижатой к поверхности швов. Запись проводится на дефектоскоп, а потом считывается. Если сварка и обработка сварных швов были проведены недостаточно качественно, то этот метод выявит трещины, поры, непровары, шлаковые включения.

С меньшей точностью таким образом можно обнаружить поперечные трещины, широкие непровары, округлые поры.

Метод подходит для работы с металлом толщиной в 0,4-1,2 сантиметра.

Проверка ультразвуком

Этот способ основан на отражении направленных пучков звуковых колебаний от металлов и несплошностей в нем. Он используется для контроля качества сварного шва в цветных металлах и стали.

Для того чтобы получить ультразвуковые волны, применяют пьезоэлектрические кварцевые пластины, вставленные в щуп. Отраженные колебания улавливаются искателями, преобразуются в электрический импульс, подаются на усилитель, воспроизводятся индикатором. Чтобы обеспечить акустический контакт, поверхность изделия покрывается автолом или компрессорным маслом.

Вскрытие шва

Этот способ используется при необходимости определить дефекты, которые подозреваются, но не были выявлены при использовании других методов. В этом случае применяется оборудование для сварных швов, которым вскрывается подозрительный участок соединения. В этом случае просверливается углубление диаметром несколько больше ширины шва, а потом поверхность шлифуется и протравливается раствором азотной кислоты. Границы шва при этом проявляются очень отчетливо.

Химический метод

До начала испытания необходима тщательная зачистка сварных швов от шлаков и загрязнений. В этом случае наружный слой металла обрабатывается четырехпроцентным раствором фенолфталеина либо накрывается тканью, пропитанной пятипроцентным раствором азотнокислого серебра. Изделие нагнетается смешанным с аммиаком воздухом, и в местах, где имеются локальные течи, азотнокислое серебро становится серебристо-черным, а фенолфталеин - красным.

Цветная дефектоскопия (ГОСТ 3242-79)

Полость дефекта наполняется флуоресцентным раствором, которая светится под действием ультрафиолетового луча.

Цветная дефектоскопия дает возможность выявлять дефекты при помощи проявляющей белой краски. В этом случае проявляется рисунок, повторяющий форму дефекта.

Такими методами можно выделить поверхностный дефект сварного шва - в основном это трещины, которые образуются в сварных соединениях.

Проба керосином

Этот метод может использоваться при необходимости определения плотности сварного шва на металлическом соединении толщиной до одного сантиметра. Он позволяет выявить дефекты, размер которых составляет от 0,1 миллиметра.

В этом случае шов покрывается суспензией из каолина либо мела и подсушивается, а другая сторона два или три раза смачивается керосином. Если шов проницаем, на поверхности, смазанной суспензией, проступят желтые жирные пятна. Срок испытания составляет порядка четырех часов.

Испытание пневматикой

В этом случае с одной стороны шва создается избыточное воздушное давление, а другая промазывается мыльной пеной, на которой под воздействием воздуха, проникающего через неплотности, будут образовываться пузыри.

Вакуумный метод

Такие испытание предназначены для определения плотности днища резервуаров и прочих подобных конструкций. Они способны выявить сквозную неплотность размером от 0,1 миллиметра на металлических заготовках толщиной до 1,5 сантиметров.

Пенным индикатором в этом случае выступает мыльный раствор, а для создания вакуума применяют сегментные, плоские и кольцевые камеры.

Технологические пробы

Способ позволяет определить сплавление металла, характер излома (по металлу или шву), качество зачистки сварных швов, внутренние дефекты и непровары. Место соединения изучают при помощи лупы с десятикратным

увеличением. В основном этот метод применяют при испытании сварочных материалов и новых технологий, а также при аттестации сварщиков.

Выявление склонности шва к коррозии

Этот способ предназначен для проверки склонности ферритных, аустенитных сталей и их сплавов к межкристальной коррозии и позволяет оценить качество оборудования для зачистки сварных швов. Образцы на протяжении какого-то времени подвергают воздействию особого раствора, затем моют, сушат и сгибают под углом 90 градусов. Если на поверхности появятся трещины, это будет означать, что образец не прошел испытания.

Металлографический метод

Этот способ позволяет определить глубину проплавления металла и наличия внутренних дефектов посредством осмотра образца, вырезанного поперек сварного шва абразивным или режущим инструментом (к примеру, может использоваться огневая резка или фрезер по металлу). Поверхность шлифуется и подвергается травлению реактивами, которые позволяют точно выявить ее структуру.

Подобные исследования дают возможность достаточно точно определить, насколько четко соблюдалась технология сварки и обработки швов.

Проверка на твердость

Этот способ используют для проверки качества термической обработки швов. Применяется на трубопроводах их хромомарганцевых, углеродистых и легированных сталей ферритных и перлитных классов.

Твердость измеряется по окружности стыков на изделиях, диаметр которых составляет более 100 миллиметров.

4. ОХРАНА ТРУДА

Каждый сварщик обязан перед началом работы проверить исправность аппаратуры и готовность места сварки в противопожарном отношении (наличие средств пожаротушения - ящиков с песком, лопат, ведер с водой, огнетушителей).

Во время работы нельзя допускать попадания искр, расплавленного металла, пламени горелки, электродных огарков на сгораемые конструкции и материалы.

После выполнения сварочных работ необходимо тщательно осмотреть рабочее место, нижележащие площадки и этажи и в случае обнаружения воспламенения полить их водой.

К проведению сварочных работ допускаются сварщики, прошедшие противопожарный минимум и получившие специальные квалификационные удостоверения и специальный талон на право допуска их к проведению огневых работ.

Разрешение на право проведения огневых работ выдается начальником или главным инженером строительства.

При проведении сварочных работ запрещается:

а) приступать к работе при неисправной аппаратуре;

б) производить сварку или резку свежеокрашенных конструкций до полного высыхания краски;

в) пользоваться при сварке одеждой и рукавицами со следами масел и жиров, бензина и других горючих жидкостей;

г) хранить в сварочных кабинах или в зоне сварки горючие либо взрывчатые предметы и материалы;

д) допускать к сварочным работам сварщиков или учеников сварщиков, не сдавших испытаний по противопожарной безопасности при выполнении сварочных работ;

е) выполнять сварку емкостей, содержащих горючие или взрывчатые

вещества, а также сварку сосудов, находящихся под давлением, сварку работающего оборудования или оборудования, находящегося под напряжением;

ж) допускать соприкосновение электрических проводов с баллонами газа;

з) перегревать баллоны с газами;

и) работать вблизи газовых баллонов инструментом, вызывающим появление искры;

к) вешать на газопроводы тряпки, промасленную ветошь;

л) выпускать полностью газ из баллонов (давление газа при его расходовании снижают до 0,05-0,1 МПа, т.е. до 0,5-1 кгс/см2) | м) переносить баллоны на руках, плечах.

При электросварочных работах во избежание поражения электрическим током необходимо:

а) надежно заземлять корпуса источников питания сварочной дуги и сварочного вспомогательного оборудования, а также свариваемые изделия. Заземление осуществляют медным проводом, один конец которого прикрепляют к специальному болту с надписью "Земля" на корпусе источника питания сварочной дуги, а второй - к заземляющей шине.

Заземление передвижных источников питания производится до их включения в силовую сеть, а снятие заземления - только после отключения от силовой сети;

б) использовать для подключения источников питания сварочной дуги к сети настенные ящики с рубильниками, предохранителями и зажимами. Длина проводов сетевого питания должна быть не более 10 м.

При необходимости нарастить провод применяют соединительную муфту с прочной изоляционной оболочкой. Провод подвешивают на высоте 2,5-3,5 м над землей. Спуски заключают в металлические трубы. Вводы и выводы должны иметь втулки или воронки, предохраняющие провода от перегибов, а изоляцию от порчи;

в) размещать сварочное оборудование при наружных работах под навесом, в палатке или в будке для предохранения от дождя и снега.

При отсутствии таких укрытий сварочные работы не производят, а сварочную аппаратуру защищают от воздействия атмосферных осадков;

г) возлагать на электриков обязанности по присоединению электросварочного оборудования к сети и отсоединению его, а также по наблюдению за его исправным состоянием в процессе эксплуатации;

д) проверять исправность изоляции всех сварочных проводов и их соответствие применяемому напряжению. Использовать провода с ветхой и растрепанной изоляцией категорически запрещается;

е) пользоваться при сварке внутренних швов резервуаров, котлов, труб и других закрытых и сложных конструкций резиновым шлемом и галошами. Для освещения следует пользоваться переносной лампой напряжением 12 В.

Все электросварочное оборудование должно быть оснащено устройствами автоматического отключения напряжения холостого хода или его ограничения до безопасной величины (АСТ-500, АСН-1, АСН-30).

При работах внутри резервуара или при сварке сложной металлической конструкции, а также при сварке емкостей из-под горючих и легковоспламеняющихся жидкостей рядом со сварщиком должен находиться дежурный, обеспечивающий безопасность работ и при необходимости оказывающий сварщику первую помощь.

При поражении электрическим током пострадавшего освобождают от электропроводов, обеспечивают доступ к нему свежего воздуха и, если пострадавший потерял сознание, немедленно вызывают скорую медицинскую помощь; при необходимости до прибытия врача производят искусственное дыхание;

ж) закрывать лицо для защиты глаз и кожи от световых видимых лучей дуги щитком, маской или шлемом, в смотровое отверстие которых вставлено специальное стекло - светофильтр.

Это требование относится как к электросварщикам, так и к их

подручным. Для защиты светофильтра от брызг металла снаружи в смотровое отверстие вставляется обычное прозрачное стекло. Светофильтры выбирают в зависимости от величины сварочного тока.

Предусмотрены четыре типа стеклянных светофильтров: Э-1 (для токов 30-75 А), Э-2 (для токов 75-200 А), Э-3 (для токов 200-400 А) и Э-4 (для токов более 400 А).

Для подсобных рабочих предусмотрены светофильтры В-1, В-2 и В-3. Для защиты окружающих от воздействия излучений дуги в стационарных цехах устанавливают закрытые сварочные кабины, а при строительных и монтажных работах применяют переносные щиты или ширмы;

з) работать во избежание ожогов в спецодежде из брезента или плотного сукна, в рукавицах и головном уборе. Куртку не следует заправлять в брюки. Карманы должны быть плотно закрыты клапанами. Брюки надо носить с напуском на обувь. При сварке потолочных, горизонтальных и вертикальных швов необходимо надевать брезентовые нарукавники и плотно завязывать их поверх рукавов у кистей рук.

Зачищать сварные швы от шлака и флюса лишь после их полного остывания и обязательно в очках с простыми стеклами.

При газовой сварке и резке металлов необходимо выполнять следующие требования:

а) устанавливать оборудование и производить сварочные работы вдали от огнеопасных материалов;

б) производить сварку внутри резервуаров, котлов и цистерн с перерывами при непрерывной вентиляции и низковольтном освещении под наблюдением постоянного дежурного. Перед производством работ убеждаться в отсутствии в указанных емкостях взрывоопасных смесей;

в) хранить карбид кальция в герметически закрытых барабанах в сухих и хорошо проветриваемых помещениях. Вскрывать барабаны только специальным ножом, при этом крышку на участке резания покрывать маслом (можно просверлить отверстие, а затем сделать вырез ножницами). Не

пользоваться стальным зубилом и молотком. Эти меры предупреждают образование искр, опасных для ацетилено-воздушных смесей;

г) заправлять ацетиленовые генераторы водой до установленного уровня.

Применять карбид кальция только той грануляции, которая установлена паспортом генератора.

После загрузки карбида продувать генератор от остатков воздуха. При работе на открытом воздухе и низких температурах пользоваться ватным чехлом. Во избежание замерзания генератора сливать воду после прекращения работ.

Категорически запрещается отогревать замерзший генератор открытым пламенем. Его можно отогревать только ветошью, смоченной горячей водой, или паром. Выгружать ил только после полного разложения данной порции карбида и только в иловые ямы с надписью о запрещении курения и взрывоопасное.

Важным условием безопасности работы генератора является наличие, исправность и заправленность водяного затвора;

\

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Анализ сравнительной эффективности процессов сварки ведут на основании технологической себестоимости, стоимости сварочных материалов, величины инвестиций.

Таблица 5.

Содержание технологических процессов свариваемых вариантов.

Базовая технология	Проектируемая технология
Технология изготовления крыши резервуара 2000 м^3 заключается в применении ручной дуговой сварки штучными покрытыми электродами. Технологические недостатки: невысокая производительность процесса сварки, большие деформационные влияния на конструкцию.	Технология изготовления крыши резервуара 2000 м^3 заключается в применении механизированной сварки в среде углекислого газа. Технологические улучшения: большая производительность способа сварки, меньшие деформационные влияния на конструкцию.

Сравнение технологий будем проводить для соединений, выполняемых на заводе изготовителе. При использовании как базовой, так и проектируемой технологии необходимо выполнить 321,93 м сварных швов.

Таблица 6.

Исходные данные для расчетов.

№	Наименование показателей	Базовый вариант	Проектный вариант
1	2	3	4
1	Программа изготовления крыши резервуара, (шт.)	10	10
2	Цена основного материала ВСт3сп5, (руб./кг)	24,2	24,2
3	Коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{т.з.}$)	0,03	0,03
4	Цена электродов УОНИИ 13/55(ESAB),(руб./кг)	98	
5	Цена сварочной проволоки Св-08ГС, (руб. / кг)		51
6	Цена 1 м^3 защитного газа (CO_2), руб.		71,4

7	Цена одного КВт часа электроэнергии, (руб.)	5,2	5,2
8	Цена используемого оборудования, (руб.):		
	аппарат тракторного типа АДС - 1000 – 4 источник питания - трансформатор ТДФ - 1001 УЗ Инверторный источник питания ВДУ-504 Сварочный полуавтомат ПДГ 502	90286 190000 54256 32680	–
	Сварочный выпрямитель ВДУ-506	-	74590
	Сварочный полуавтомат FUBAG INMIG 400T DG + DRIVE INMIG DG 68	-	105631
9	Нормы амортизационных отчислений на сварочное оборудование, (%)	26	26
10	Коэффициент полезного действия оборудования	0,85	0,85
11	Разряд рабочего, необходимый для выполнения работ	5	5
12	Часовая тарифная ставка рабочего	50,86	50,86
13	Коэффициент доплат к основной заработной плате	1,6	1,6
14	Отчисления на социальные нужды, (%)	30	30
15	Суммарная цена рабочего инструмента, руб.	2365	1217
16	Норма амортизационных отчислений на инструмент, %	12	12
17	Суммарная цена приспособлений, используемых при изготовления крыши резервуара, руб.	38250	38250
18	Срок службы приспособлений, используемых при изготовления крыши резервуара, руб.	8	8
19	Норма амортизационных отчислений на приспособления, руб.	15	15

Расчетные данные представлены в табл. 7 – 10

Таблица 7.

Затраты на сварочные материалы

Исходные данные и расчетная формула	букв. обозн.	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб./изд.
		Старый вариант	Новый вариант	
Масса наплавленного металла, кг/изд.	$g_{эм}$	79,74	79,74	0
Коэффициент, учитывающий отношен. веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла	$k_п$	1,134	0,8	0,334
Цена сварочной проволоки за 1 кг, руб./кг	$Ц_{см}$	98	51	47
Расчетная формула: $С_{см}=g_{нм} \cdot k_п \cdot Ц_{эм}$ (руб./изд.)	$С_{см}$	8861,67	3253,39	5608,27

Таблица 8.

Затраты на защитный газ

Исходные данные и расчетная формула	букв. обозн.	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб./изд.
		Старый вариант	Новый вариант	
Норма расхода газа, л/мин	$g_{газ}$	0	33,53	-33,53
Основное время на сварку, мин/м	t_o	169	69	100
Протяженность сварного шва, м	l	147,9	147,9	0
Цена за единицу газа, руб./л.	$Ц_{газ}$	0,071	0,071	0
Расчетная формула: $C_{см}=g_{нм}\cdot l_ш\cdot k_п\cdot Ц_{эм}$ (руб./изд.)	$C_{газ}$	0	24294,57	-24294,57

Таблица 9.

Затраты на заработную плату рабочих

Исходные данные и расчетная формула	букв. обозн.	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб./изд.
		Старый вариант	Новый вариант	
Среднемесячная зарплата рабочих	$C_{мз}$	20000	20000	0
Месячный фонд времени работы рабочих, час/месяц $F_{мр}$ = 170 ч/мес.	$F_{мр}$	173	173	0
Штучно калькуляционное время, мин/изд.	$t_{шк}$	25012	10200	14812
Расчетная формула: $C_з = \frac{C_{мз}\cdot t_{шк}}{F_{МР}\cdot 60}$, *руб / изд*	$C_з$	48192,68	19651,18	28539,5

Таблица 10.

Отчисления на социальные цели

Исходные данные и расчетная формула	букв. обозн.	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб./изд.
		Старый вариант	Новый вариант	
% отчисления на социальные цели от основной и дополнительной зарплаты.(30%)	$k_{отч}$	30	30	0,00
Затраты на заработную плату раб.	Сз	48192,68	19651,18	28539,5
Расчетная формула: $C_{отч} = \frac{k_{отч}\cdot C_з}{100}$	$C_{отч}$	14457,80	5895,95	8561,85

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассмотрено проектирование и расчет технологического процесса изготовления сборки и сварки бака и рамы буровой установки УГБ.

.В процессе сварки трубы изготовленной из стали 14ХГС использовалась электро - и газосварка, сварка велась электродами Э42, работы велись постоянным током. Источником питания сварочной дуги служит трансформатор ТД-306 У2. При выполнении газосварочных работ использовался ацетилен и кислород.

При выполнении электро- и газосварочных работ необходимо соблюдение охраны труда для создания безопасных условий, сохранения здоровья.

Для совершенствования процесса ремонтного обслуживания необходимо внедрять АСУ - автоматизированные системы управления ремонтом, которые отвечают всем современным требованиям обеспечения надежности оборудования при любых условиях эксплуатации (многосменность, непрерывность) и могут широко использоваться на предприятиях промышленности.

Увеличение объемов транспортировки газа за счет постройки новых газопроводов либо модернизаций старых (увеличение диаметра трубопровода).

Уменьшение количества чрезвычайных ситуаций за счет внедрения более новой системы контроля над всеми процессами предприятия, загазованностью на промышленном объекте, а так же более тщательно следить за выполнением предписаний по технике безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поповский Б.В. Сборка и монтаж крупногабаритных аппаратов и емкостей: учебник для ВУЗов/ Б.В. Поповский.- М.- Машиностроение.- 1986. -240 с.
2. ГОСТ Р 31385-2016 Резервуары горизонтальныецилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия. Введ. - 01.03.2017. – М.: Изд-во стандартов, 2016 – IV, 92 с.: ил.
3. Справочник сварщика: справочное пособие / под ред. В. В. Степанова - М.- Машиностроение.- 1983. - 560 с.
4. ГОСТ Р 380—2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки. Введ. - 30.06.2008. – М.: Изд-во стандартов, 2009 – IV, 10 с.: ил.
5. ГОСТ Р 27772-2015 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия. Введ. - 01.09.2016. – М.: Изд-во стандартов, 2016 – IV, 19 с.: ил.
6. ГОСТ Р 19903-2015 Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. Введ. - 01.09.2016. – М.: Изд-во стандартов, 2016 – IV, 12 с.: ил.
7. ГОСТ Р 22727-88 Прокат листовой. Методы ультразвукового контроля. Введ. - 30.06.1989. – М.: Изд-во стандартов, 1988 – IV, 14 с.: ил.
8. ГОСТ Р 8509-93 Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент. Введ. - 01.01.1997. – М.: Изд-во стандартов, 2016 – IV, 14 с.: ил.
9. ГОСТ Р 26020-83 Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Сортамент. Введ. - 01.01.1986. – М.: Изд-во стандартов, 2003 – IV, 14 с.: ил.
10. ГОСТ Р 7565-81 Чугун, сталь и сплавы. Метод отбора проб для химического состава. Введ. - 30.06.1989. – М.: Изд-во ст-тов, 1988 – IV, 14 с.
11. ГОСТ Р 19281-2014 Прокат повышенной прочности. Общие технические условия. Введ. - 01.01.2015. – М.: Изд-во стандартов, 2015 – IV, 48 с.: ил.