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 магистрального трубопровода 5550мм для транспортировки газа

Пояснительная записка

Руководитель работы

Жадько Руслан Владимирович

(должность, фамилия, инициалы)

_____

(подпись)

Студент группы 6СП

Васильев Александр Дмитриевич

(фамилия, имя, отчество)

_____

(подпись)

Консультант по разделу_____

_____

(должность, фамилия, инициалы, подпись)

_____

(дата)

Великий Новгород

2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ 5
1.1 Характеристика сварочно – монтажных работ 5
1.2 Сущность метода ручной дуговой сварки 9
1.3 Дефекты сварных соединений 11
2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 14
2.1 Выбор материалов для выполнения сварочных работ 14
2.2 Выбор режима сварки 16
2.3 Контроль качества 23
2.3.1 Контроль качества основного материала 24
2.3.2 Контроль качества углекислого газа 25
2.3.3 Контроль заготовок технологического процесса 25
2.3.4 Контроль за исполнением технологического процесса 25
2.3.5 Контроль качества сварных соединений 25
3. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ЧАСТЬ 28
3.1 Оснащенность сборочного участка 28
3.2 Контроль качества сварочных работ 35
3.3 Охрана труда 40
4. ОСОБЕННОСТИ СВАРКИ ТРУБ 45
5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 48
5.1 Расчет себестоимости изготовления сварной конструкции 48
5.2 Расчет расхода сварочных материалов 50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 54
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 55

ВВЕДЕНИЕ

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

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.

Целью дипломной работы является проектирование и расчет технологического процесса изготовления сборки и сварки магистрального трубопровода 5550мм для транспортировки газа.

Объектом работы является сборка и сварка трубопровода диаметром 5550 мм для транспортировки газа.

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Характеристика сварочно-монтажных работ

Сварочно-монтажные работы выполняют для соединения отдельных труб в непрерывную нитку магистрального трубопровода. При производстве сварочно-монтажных работ приняты две основные схемы их организации:

1) сварка отдельных труб длиной 6 и 12 м на трубосварочной базе в трубные секции длиной 24 или 36 м с последующей их доставкой на трассу сооружаемого участка;

2) вывоз отдельных труб непосредственно на трассу, где их и сваривают.

При строительстве магистральных трубопроводов применяют, в основном, электродуговую сварку. В этом случае к трубе и к электроду подведены разноименные электрические заряды. При приближении электрода к трубе на определенное расстояние возникает непрерывный электрический разряд, называемый дугой. От тепла электрической дуги металл свариваемых деталей и электрода плавится. При этом металл электрода формирует сварочный шов, упрочняющий место сварки.

В полевых условиях сварку труб магистральных трубопроводов производят с использованием сварочных генераторов - источников постоянного тока. Сварочные генераторы работают от дизельных или карбюраторных двигателей внутреннего сгорания. Для удобства перемещения вдоль трассы строящегося трубопровода сварочный генератор устанавливают на тележку с автомобильными колесами. Широко используют также самоходные сварочные агрегаты, представляющие собой сварочный генератор, установленный на гусеничном тракторе; при этом приводом генератора является двигатель трактора.

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.

Достоинствами ручной электродуговой сварки является возможность сварки неповоротных стыков трубопровода (т.е. отсутствует необходимость вращения труб) и менее жесткие требования к подготовке труб к сварке, чем при ее выполнении другими способами.

Автоматическая электродуговая сварка была разработана в нашей стране в 30-е годы и применяется при сооружении магистральных трубопроводов с 1948 г.

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.

До начала сварочных работ проводят подготовку кромок труб: их зачистку и разделку кромок. Зачистка необходима во избежание образования большого числа пор в сварном шве. Заключается зачистка в том, что торцовую часть каждой трубы на длине около 1 м очищают от грязи, наледи и снега. Кроме того, на расстоянии 10.20 мм от торца трубы наружную и внутреннюю поверхности труб, а также их кромки очищают от окалины, ржавчины и грязи до металлического блеска стальными щетками или портативными шлифовальными машинками с абразивными кругами. Разделка кромок заключается в снятии фаски различной формы с торцов труб с целью обеспечения их полного провара. Разделка может быть односторонней, выполняемой с внешней поверхности трубы (ее делают на заводах по производству труб), и двусторонней, выполняемой снаружи и изнутри.

Origo™ Tig 4300iw AC/DC - мощный инверторный аппарат ESAB для профессиональной аргонодуговой сварки постоянным и переменным током любых материалов (в т.ч. алюминиевых сплавов). Максимальный ток - 430 А. Питание от сети 380 В

В поставку входит 5-метровый сетевой кабель с разъемом CEE и кабель заземления длиной 4,5 м, шланг для подачи газа длиной 2 м с зажимами.

Профессиональная сварка TIG с использованием переменного/постоянного тока

QWave™ - тихая дуга переменного тока с высокой динамикой

True AC Rating™ - правильное отображение фактического значения сварочного тока

Профессиональная сварка MMA с использованием постоянного и переменного тока

Регулировка ArcPlus™ с возможностью подстройки функций горячего старта, форсирования дуги и переключения полюсов (при постоянном токе)

Класс защиты IP 23 – для работы вне помещений

ELP (ESAB LogicPump) - автоматически запускает водяное охлаждение

Защита от перегрева

Дистанционное управление для увеличения/уменьшения тока

Встроенное водяное охлаждение



Рисунок 1 – Сварочный инвертор Origo™ Tig 4300iw AC/DC

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".

Недостатком электроконтактной сварки являются более жесткие требования к торцам труб (меньшие допуски по овальности, разностенности и др.), чем при электродуговой и автоматической сварке.

К перспективным методам сварки труб относятся сварка лазером, трением, взрывом и т.д.

1.2 Сущность метода ручной дуговой сварки

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.

Металл сварного шва - закристаллизовавшейся сварочной ванны - будет состоять из смеси металла труб и металла электродов. Его физико-химические характеристики будут зависеть как от качества и правильности принятия решений по выбору технологии сварки, так и от качества

выполнения сварочных работ и последующей термообработки сварного шва.

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.

Для объекта данной работы используется: Ультразвуковая дефектоскопия (УЗД) основана на использовании ультразвуковых колебаний (УЗК), которые представляют собой колебания упругой Среды со сверх-высокими частотами (более 20 кГц), не воспринимаемыми человеческим ухом. Ультразвуковые волны могут проникать в металл на большую глубину и отражаться от неметаллических включений и других дефектов. Для контроля применяют колебания частотой 0,5 - 10 Мгц.

Введение этих колебаний осуществляют пьезоэлементами (пьезопреобразователями), которые состоят из пьезопластин толщиной, равной половине длины волны, излучаемой УЗК. Пьезоэлектрические материалы обладают способностью преобразовывать действие электрического поля в механические деформации и наоборот - действие механических деформаций в электрические заряды.

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 Выбор материалов для выполнения сварочных работ

Для изготовления труб диаметром 50мм используется низколегированная сталь 10ХГС. 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	Не более						
				Cr	P	N	Cu	S	As	Ni
10ХГС	0.11-0.16	0.9-1.3	0.4-0.7	0.5-0.8	0.035	0.012	0.3	0,04	0.08	0.3

Механические свойства стали представлены в таблице 2.

Таблица 2

Механические свойства при Т=200С

Марка стали	Предел прочности	Предел текучести	Относительное удлинение
		Толщина образца	
		до 20	до 20
10ХГС	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

Характеристика применяемых электродов

Тип электрода	Марка электрода	Марка сварочной проволоки	Род тока и полярность	Положение	Коэффициент наплавки	Режим прокалки	
						Т0С	Время мин.
УОНИ 13/55	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.

2.2 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 труб диаметром 50мм 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 K - 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:

$$V_{св} = A/S \quad (5)$$

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

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

4. Диаметр присадочного прутка: 3 мм.

5. Угол наклона мундштука: 30 - 400.

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.

$$nз = \sigma т/\sigma$$

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:

для обычных методов контроля швов (наружным осмотром и обмером)

Rссв = 1800 кгс/см2;

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

$$N = Rссв*S*l \quad (6)$$

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:

$$S = 2\pi R2 \quad (7)$$

Где S - площадь сечения

R - радиус трубы = 25мм

S = 2*3,14*252= 3925 мм = 392,5см

По формуле 8 рассчитаем длину шва:

$$Lok= 2\pi R \quad (8)$$

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

количество швов = 4

$$L\text{шв.} = Lok*4 \ (9), \ L\text{шв} = 16*4 = 64\text{см}$$

Таким образом, общая длина шва 64 см.

Затем рассчитаем объем наплавленного металла по формуле 10:

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

где S-площадь сечения шва

Lшв - длина шва

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

Определение веса наплавленного металла произведем по формуле 11:

$$Ghm=V* l_н \quad (11)$$

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

$$Ghm =25,29*8,5 =214,97 \text{ (г)}$$

Вес электродов определим по формуле 12:

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

где Кр - коэффициент расходования металла

Сн. м-вес наплавки металла

$$С_{эл} = 214,97*1,6/1000 = 0,344 \text{ кг}$$

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:

$$Ray = 0,85 \text{ x } 345 = 2293,25 \text{ МПа.}$$

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

$$Rwyyc = 204 * 0,9 = 183,6 \text{ МПа}$$

$$180,000 \text{МПа} \leq 183,6 \text{ МПа,}$$

Следовательно, условие прочности выполняется.

2.3 Контроль качества

Система контроля качества сварных соединений

На всех этапах производства сварные конструкции контролируются. Так же периодически проверяют оборудование и приспособления. Во время провидения предварительного контроля основные и вспомогательные материалы подвергаются проверке. Проверяют их соответствие чертежам и техническим условиям.

Одним из ответственейших моментов является контроль правильности выполнения сварки. При контроле сварочных работ выделяют два варианта: первый это контроль самого процесса сварки либо контроль полученных изделий.

Различают разрушающие и неразрушающие методы контроля.

К методам неразрушающего контроля сварных соединений относится:

-визуальный-внешний осмотр;

- контроль на непроницаемость;

- контроль выходящих на поверхность дефектов;

- контроль внутренних и скрытых дефектов.

Среди отраслей промышленности неразрушающий контроль сварных соединений представлен как самостоятельный технологический процесс, так как в большинстве случаев трудоемкость контроля соизмерима с трудоемкостью процесса сварки. Затраты на контроль при изготовлении ряда конструкций превосходят затраты на их сварку, а стоимость контрольных операций может достигать 25 — 35% общей стоимости конструкции. Прежде всего, это обьсняется тем, что уровень механизации и автоматизации сварочных работ достаточно высок (~ 35-40%). В то время как доля автоматизированного неразрушающего контроля незначительна (1-2%).

Одним из самых простых методов контроля качества является внешний осмотр с обмерами сварных швов. Данная операция являются первым

контрольным испытанием при приеме готового сварного узла или изделия. В независимости от того как сварные швы будит испытываться в дальнейшем они подвергаются этим видам контроля.

Такие наружные дефекты как: наплывы, подрезы, поры, непровары, наружные трещины подвергаются внешнему осмотру. Внешний осмотр производится как невооруженным глазом, так и с применением лупы с десятикратным увеличением.

О качестве сварных швов можно судить по его обмерам. прочность шва уменьшается при его недостаточном сечении, слишком большое - увеличивает внутренние напряжения и деформации. Размеры сечения шва проверяют в зависимости от типа соединения. У стыкового шва проверяют его ширину, высоту, размер выпуклости со стороны корня шва, в угловом - измеряют катет. Все параметры должны соответствовать ГОСТам или ТУ.

Качество сварки нельзя определить только по внешнему осмотру и обмеры сварных швов. При внешнем осмотре можно определить внешние дефекты шва и позволяют определить сомнительные участки шва, которые могут быть проверены более точными способами.

В настоящее время введена и разработана программа по внедрению в сварочное производство современных средств и методов неразрушающего контроля. В дальнейшее развитие получат и традиционные методы неразрушающего контроля.

2.3.1 Контроль качества основного материала

Заводы поставщики вместе с партией металла должно предоставлять сертификата на качество основного материала. Основными дефектами в металлах являются раковины, трещины, неметаллические включения, дефекты поверхности, несоответствие размерам, химическому составу, механическим и физическим свойствам, структуре. Из перечисленных дефектов каждый по-своему влияет на служебные свойства изделий.Для

выявления некачественного металла для сварки проводится предварительная проверка, которая является необходимой и обязательной.

2.3.2 Контроль качества углекислого газа

При поставке защитных газов, которые поставляются в баллонах, они должны иметь сертификат от завода-поставщика с указанием ГОСТа, названия газа, процентного количества примесей, влажности и даты выпуска. При отсутствии сертификатов использование баллонов с защитными газами, запрещается.

При появлении в сварочном шве пор, трещин и других дефектов качество защитных газов проверяют даже при наличии сертификатов.

2.3.3 Контроль заготовок

Перед сборкой заготовок проверяют чистоту поверхности металла, который должен быть тщательно очищен от грязи, ржавчины, окалины, масел и инородных включений. Проверяют габариты заготовок, качество разделки кромок и углы их скоса.

2.3.4 Контроль за исполнением технологического процесса

Прежде чем приступить к сварке, сварщик должен ознакомиться с технологическими картами, в которых указывают последовательность операций.

Соблюдение режима сварки является важным фактором. После того как закончена сварка изделия, сварные швы зачищают от шлака, наплывов, а поверхность узла - от брызг металла.

2.3.5 Контроль качества сварных соединений

Контроль металлических вертикальных трубопроводов осуществляют визуальным методом, путем механических испытаний сварных швов, вакуум-

камерами, рентгеновскими и гамма-лучами, металлографическими исследованиями основного металла и сварного шва, химическим анализом. Эти способы контроля применяют на заводе-изготовителе, где происходит сборка, сварка и рулонирование корпусов, трубопроводов, а также кровли и других металлоконструкций (шахтная лестница, стойки).

Внешнему осмотру подвергают все сварные швы днищ, корпусов и кровель резервуаров, а также швы решетчатых конструкций трубопроводов. Геометрические размеры швов замеряют с помощью специальных шаблонов. При определении механических свойств сварного соединения образцы не вырезают непосредственно из конструкции трубопровода, а изготовляют, сваривая идентичные материалы с применением аналогичных режимов сварки: напряжения, величины тока, скорости подачи проволоки и техники наложения сварных швов.

Контроль сварных соединений просвечиванием проводят с помощью рентгено- или гамма-установок. Для определения плотности сварных швов кровли применяют вакуумный контроль.

Металлографические исследования и химический анализ выполняют при контроле наплавленного металла с целью определения качества поступивших на завод металла и сварочных материалов.

Перечисленные способы контроля применяют на заводе-изготовителе. При монтаже трубопроводов применяют: визуальный способ, радиационные методы, вакуумный способ и гидравлические испытания. Визуальному контролю подвергают все швы, а радиационным методам — согласно требованиям проекта.

Каждый трубопровод проверяют на прочность и плотность всех сварных швов и основного металла путем заполнения трубопровода водой. Перед началом гидравлического испытания устанавливают и закрепляют трубопровод, ставят заглушки на все штуцера и люки. Затем трубопровод заполняют водой из водопроводной магистрали и плавно увеличивают

давление до пробного, которое поддерживают в течение 5 мин, после чего снижают до рабочего. Рабочее давление поддерживают в течение всего времени осмотра и обстукивания сварных швов. Дефекты исправляют после полного сброса давления и освобождения резервуара от воды, и повторяют испытание. Корпус трубопровода считают пригодным для эксплуатации, если в процессе испытания не обнаружено падения давления по манометру, запотевания сварных швов или пропуска воды через них.

Испытание проводят в присутствии инженера-контролера Госгортехнадзора, а результаты испытания оформляют актом.

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 Origo™ Tig 4300iw AC/DC. (рис.1).

В таблице 4 приведены технические характеристики инверторв.

Таблица 4

Технические характеристики инвертора

Марка трансформато	Номинальный сварочный ток	Пределы регулировки	ПР %	Номинальное рабочее	Напряжение холостого	Номинальная мощность
Origo™ Tig 4300iw AC/DC	250	16-430	25	30	83	19,4

Электрододержатель - приспособление для закрепления электрода и подвода к нему тока (рис.2).



Рисунок 2 – Электродержатель.

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.

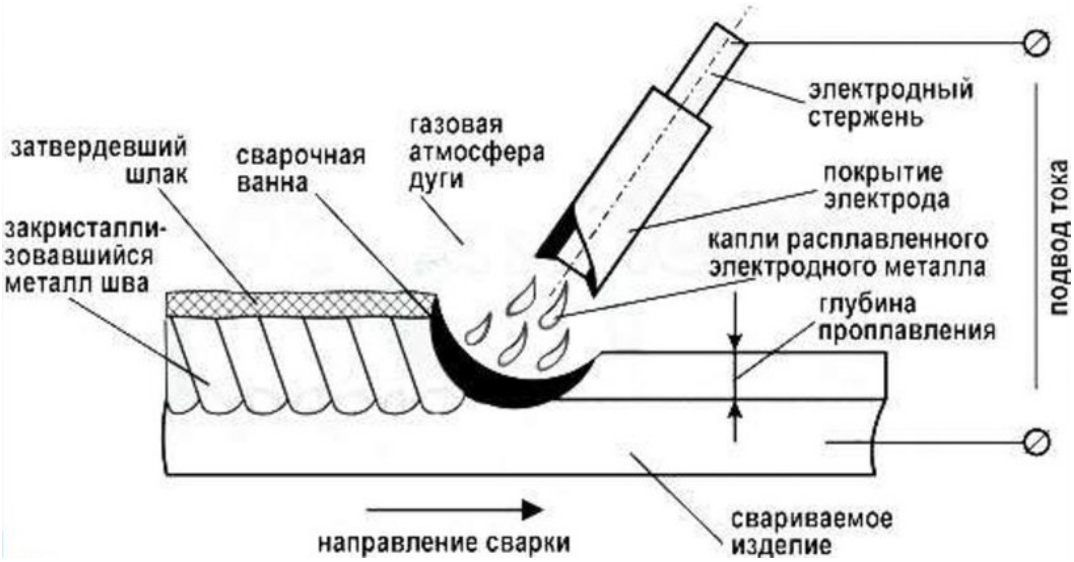


Рисунок 3 - Ручная дуговая сварка.

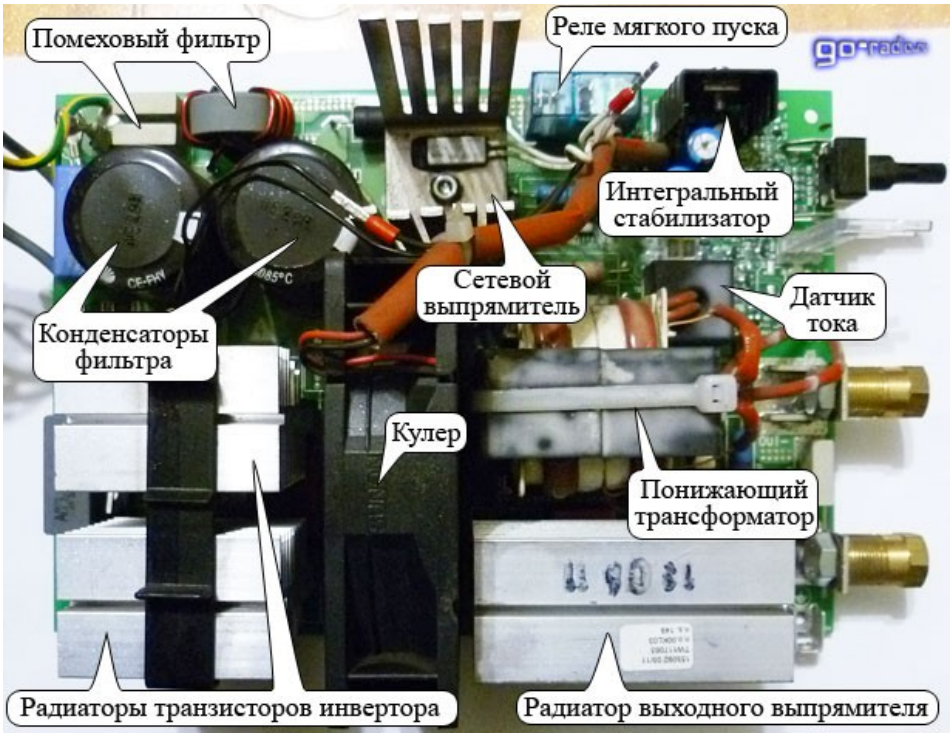


Рисунок 4 - Устройство сварочного инвертора.

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.

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 (рис. 5).



Рисунок 5 – Балон 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. При монтаже санитарно-технических систем наиболее широко применяют ручную газовую сварку. В процессе сварки пламя газов, сжигаемых на выходе из горелки (рис. 7), нагревает кромки соединяемых деталей. Температура пламени достигает 3150°С.



Рисунок 6 - Оборудование для газовой сварки.



Рисунок 7 – Горелка для газовой сварки.

Сварочный пост - это рабочее место сварщика.

Стационарный сварочный пост РДС комплектуется:

1. Система вентиляции,
2. освещение,
3. заземление,
4. источник питания сварочной дуги (ИПД),
5. сварочные кабели - прямой и обратный,
6. электрододержатель,
7. стол и стул сварщика,
8. стакан для электродов,
9. ёмкость для металлоотходов и огарков,
10. инструменты: (металлическая щётка, щётка смётка, напильник, молотки, линейка, угольник, чертилка, шаблон мел, ножовка, ножницы, зубило, молоток для шлака, клеймо).
11. сборочно-сварочные приспособления,
12. спецодежда,
13. маска (щиток),
14. медицинская аптечка,
15. средства пожаротушения.

Площадка для сварки конструкции: должна быть с ровным полом, оборудована специальными защитными шторками, находиться под навесом

или в цеху.

На нестационарных рабочих местах изделие при сварке неподвижно, а сварщик перемещается от шва ко шву по трубам.

В зависимости от типа рабочего места сварщика зависит и его организация, а также оснащенность его оборудованием и инструментом.

Рабочие места сварщиков комплектуются:

а) стационарные рабочие места: сварочным оборудованием, устройствами для сварки и инструментом; приспособлениями для подачи и уборки деталей; приспособлениями для крепления или размещения деталей при сварке; устройствами для вентиляции, как правило, стационарными; кабиной сварщика;

б) нестационарные рабочие места; сварочным оборудованием, устройствами для сварки, инструментом; приспособлениями для крепления или размещения узлов или изделий при сварке; переносными
устройствами для вентиляции зоны сварки; устройствами (переносными) для защиты зоны сварки от излучения дуги.

От правильной организации рабочего места сварщика, оснащенности его необходимым оборудованием, инструментом и приспособлениями, правильного размещения этого оборудования на рабочем месте зависит и эффективность его труда и производительность.

Основными элементами организации труда сварщиков на рабочих местах, от которых зависит наивысшая производительность труда и высокое качество, будут следующие:

а) своевременность получения задания;

б) наличие соответствующего оборудования, поддержание его в работоспособном состоянии и правильное его размещение;

в) своевременность доставки на рабочие места материалов, заготовок, деталей и др.;

г) высокая надежность оборудования и высокое качество материалов;

д) действенный контроль качества сварных соединений;

е) поддержание на рабочем месте надлежащего порядка.

Из изложенного следует, что организация рабочего места сварщика в каждом конкретном случае должна быть тщательно продумана и научно обоснована, так как от этого зависит эффективность его труда.

3.2 Контроль качества сварочных работ

Контроль сварных соединений производится в три этапа:

Предварительный контроль - проверка основного металла, электродов, качества сборки, подготовки под сварку, состоянию сварочной аппаратуры, квалификации сварщика.

Контроль в процессе сварки - проверка правильности выбранного режима, соблюдения технологии

Окончательный контроль качества сварных соединений.

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.

3.3 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;

Допускать к эксплуатации только исправные баллоны, прошедшие установленные по срокам освидетельствования (для баллонов - 5 дет, для пористой массы ацетиленовых баллонов - 1 год).

4. ОСОБЕННОСТИ СВАРКИ ТРУБ

Ручная дуговая варка трубопроводов значительно отличается от работы с плоскими деталями. Тоже самое касается и других видов, которые применяются для водо- или газопроводов (аргонная, газовая). Далее представлены самые основные аспекты сварки труб ручной дуговой сваркой:

Режимы настройки аппарата:

1. сварочный ток рассчитывается следующим образом: диаметр электрода нужно умножить на 35. Это и будет оптимальная сила. Например, при работе с проводником в 3 мм, сила тока будет (3х35) 105А. конечно, эта цифра условная, но в среднем так и получается. При сварке труб малого диаметра и толщины не более 4мм, больше 150Атне потребуется;
2. чтобы удержать дугу, необходимо четко соблюдать расстояние между проводником и металлам. Его рассчитывают исходя из диаметра электрода +1. Например, при электроде в 4 мм, расстоянием для дуги будет 5мм.

Сварка труб малого диаметра (до 10 см):

1. изначально стыки собираются вручную и прихватываются точечным методом (достаточно двух точке, располагающихся друг напротив друга);
2. при стыковке деталей толщиной 4 мм и более варят в два слоя – сначала корневым швом, а потом валиком;
3. горизонтальный шов при сварке труб малого диаметра каждый валик укладывается в противоположном направлении. Например, первый – справа налево, второй – слева направо, третий – справа налево и так далее;
4. детали, толщиной от 3 до 8 сантиметров нужно сваривать небольшими участками, для получения более качественного соединения.

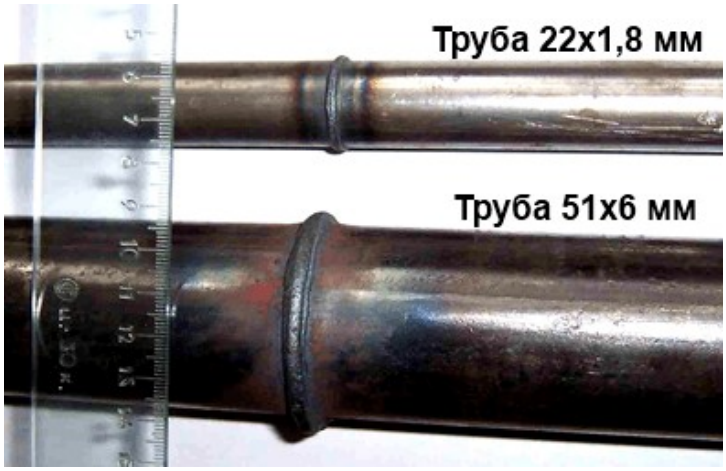


Рисунок 8 - Поворотные стыки и сварка труб большого диаметра

Поворотные стыки и сварка труб большого диаметра:

1. скорость поворота изделия должна равняться скорости ведения проводника (она устанавливается, отталкиваясь от толщины изделия (более толстые свариваются немного дольше);
2. самое выгодное положение сварочной ванны – 30 градусов от верхней точки;
3. при сваривании на участках, где есть возможность повернуть изделие на 180 градусов, работа производится в три этапа. Первый — в два приема сваривают две верхние четверти диаметра трубы в направлении навстречу друг другу в один или два слоя. Второй – повернуть изделие и проварить оставшийся стык. Третий – опять поворачивают на 180 градусов и доваривают шов до конца.

Неповоротные стыки варить намного сложнее, поэтому для сварки труб ручной дуговой сваркой существует определенная технология:

1. вертикальные стыки варятся в два этапа. Периметр стыка условно делится вертикальной прямой линией на два участка. Они оба в итоге три положения: потолочное, горизонтальное и нижнее. Потолочным называется участок, занимающий примерно 20 градусов от самой нижней точки детали. Нижним – 20 градусов от верхней точки изделия. Между этими положениями находится горизонтальное положение.

Работу необходимо начинать с потолочного положения и вести электрод в нижнему. Каждый участок обрабатывается короткими дугами, которые рассчитываются так: D(эл)/2.

2. горизонтальные стыки скрепляются углом назад. По отношению к оси электрод должен располагаться 80 градусов. Работа производится на средней дуге и для сварки труб малого диаметра и большого.

Соблюдая эти правила при сварке водопроводных труб электросваркой получится ровный и красивый шов, а главное герметичный, прочный и долговечный.

В завершении важно отметить, что дуговая сварка труб широко используется для работы с разными типами проводов. Мы рассмотрели, как правильно варить, находящиеся в разных положениях детали. В этом и заключается особенность обработки данных элементов, так как они соединяются разными типами швов, в разных положениях.

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1Расчет себестоимости изготовления сварной конструкции

Экономическая целесообразность технологического процесса изготовления магистрального трубопровода определялась в данной письменной работе с помощью расчета нормы затраченного времени, расходов сварочных материалов.

В условиях единичного производства сварных конструкций норма времени определяется с учетом подготовительно-заключительного времени и называется штучно – калькуляционной – $t_{шт.к.}$:

$$t_{шт.к.} = t_{опер.} + t_{п.з.}, \quad (13)$$

где $t_{опер.}$ – оперативное время, мин

$$t_{опер.} = t_{осн.} + t_{в.н.},$$

где $t_{в.н.}$ – вспомогательное непрерывное время, мин;

$t_{осн..}$ – основное время образования сварного шва путём наплавления электродного металла, при полуавтоматической сварке определяется по формуле:

$$t_{осн} = \frac{80 \cdot F \cdot l \cdot \gamma}{I \cdot \alpha_н}, \quad (14)$$

где l – длина шва, l = 100*2+920·4+324*5= 5500 мм = 550 см;

γ – плотность наплавленного металла, для стали γ = 10,5 г/см^3;

I – сварочный ток, I = 80 А;

$\alpha_н$ – коэффициент наплавки, для проволоки 08Г2С

$\alpha_н$ = 8,33 г/А·ч;

F – площадь поперечного сечения наплавляемого метала шва, см^2.

Площадь поперечного сечения определяется как сумма площадей элементарных геометрических фигур, на которые разбивается сечение сварного шва.

При выполнении угловых швов сечение шва выглядит как прямоугольный равнобедренный треугольник с катетом, длина которого равна толщине металла.

$$F = b^2 / 2 = 1^2 / 2 = 1/2 = 0{,}5 \text{ мм}^2 = 0{,}05 \text{ см}^2$$

Отсюда $t_{осн} = \frac{80 \cdot F \cdot l \cdot \gamma}{I \cdot \alpha_н}$ = (80 · 0,05 · 550 · 10,5) / (55 · 8,33) = 50 мин

Вспомогательное неперекрываемое время определяется по формуле:

$$t_{в.н.} = t_{пер.} + t_{эл.} + t_{упс.} + t_{зач.} + t_{осм.}, \quad (15)$$

где $t_{пер.}$ - время на переходы, мин.

Во время сварки трубопровода выполнялось шесть переходов. Время, затрачиваемое на один свободный переход, равно 1 мин, значит

$t_{пер.}$ = 6 · 1мин = 6 мин

$t_{эл}$ - время на смену электродной проволоки, мин. Время установку на установку катушки с электродной проволокой составляет 1,5 мин, следовательно $t_{эл}$ = 1 мин

$t_{упс}$ - время на установку, повороты и снятие конструкции, мин. Время на установку, повороты и снятие конструкции в нижнем положении составляет 0,5 мин на один поворот. При сварке конструкция поворачивалась 4 раза, значит $t_{упс}$ = 0,5·4 = 2мин

$t_{зач.}$ - время на зачистку, мин. Время на зачистку одного метра шва составляет 1 мин, отсюда $t_{зач.}$ = 1·3,53= 3,53 мин

$t_{осм.}$ - время на осмотр и измерение, мин. Время на осмотр и измерение одного метра сварного шва равно 3 мин, то $t_{осм.}$ = 3·3,53=10,59 мин

Учитывая выше приведенное, получилось, что

$t_{в.н.} = t_{пер.} + t_{эл.} + t_{упс.} + t_{зач.} + t_{осм.}$ = 6+1+1+3

,53+10,59=22,12 мин

Полученные данные для основного и вспомогательного времени можно подставить в формулу для определения оперативного времени:

$t_{опер.}=t_{осн.}+t_{в.н.}$ =50+22,12 =72,12 мин

$t_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время, мин

В единичном производстве подготовительно-заключительное время довольно велико и колеблется в широком интервале. Фактическое его значение определяется с учетом имеющихся нормативов и равен:

$t_{п.з.}$ = 120 мин

Все выше рассчитанные данные подставляются в формулу для расчета штучно-калькуляционного времени изготовления сборки и сварки магистрального трубопровода

$t_{шт.к} = t_{опер.} + t_{п.з.}$ = 72,12 + 120= 192,12 мин = 3,2 ч

5.2 Расчет расхода сварочных материалов

Расход электродной проволоки, необходимой для сварки трубопровода определяется по формуле:

$$G_{п.эл.}=G_{н.}\cdot K_{р.эл.}, \quad (16)$$

где $K_{р.эл.}$– коэффициент расхода электродной проволоки, для 08Г2С составляет 1,15;

$G_{н.}$ – масса наплавленного металла, которая определяется по формуле:

$G_{н.}$ = F · l · γ = 0,05 · 550· 10,5 = 288,75 г

Отсюда $G_{п.эл.}=G_{н.}\cdot K_{р.эл.}$ = 288,75 · 1,15= 289,9 г

Укрупненные справочные данные для полуавтоматической сварки плавящимся электродом в среде защитного газа:

- при сварке металлоконструкций на 1 кг проволоки расходуется 1 кг углекислого газа;
- при сварке листового металла на 1 кг проволоки расходуется 1,5 кг

углекислого газа.

Расход $CO_2=\alpha_н*t_{осн}$; 8,33гА/ч*0,8ч=6,664 = 6,7л

Расчет себестоимости изготовления сварной конструкции рассчитывается при анализе различных способов сварки с целью определения наиболее предпочтительного для производства заданных сварных конструкций, а также при расчетах экономической эффективности внедрения новой сварочной техники.

В технологическую себестоимость включают только те затраты, которые изменяются в сравнительных вариантах

$$Ст = VA + B$$

где Ст – технологическая себестоимость , руб

V – величина условно-переменных статей затрат себестоимости , руб

A – годовая программа выпуска изделия шт

B – годовая величина условно – постоянных затрат себестоимости, руб

Расчет величины условно – постоянных статей затрат производится по формуле в соответственных таблицах. Исходя из расчета данных таблиц технологическая стоимость годового выпуска:

По базовому Сао = 430564 + 394246 = 824810 руб.

По проекту Сто = 396391 + 154372 = 550763 руб.

Таблица 5.

Условно – переменные статьи затрат технологической стоимости

Статья затрат	Затраты руб.				Экономия «+» перерасход «-»
	Базовый вариант		Проект		
	На единицу изделия	На годовую программу	На единицу изделия	На годовую программу	
Материалы сварочные	150	154372	265,0	198602	-44345
Электроэнергия	52,3	24250	135,3	43056	-18889
Зарплата с начислением	1615,75	546100	101,6	109596	438018,15
ИТОГО	1818,05	720722	501,9	296091	374784,15

Таблица 6.

Условно – постоянные статьи затрат технологической себестоимости годового выпуска

Затраты	Затраты ,руб		Экономия «+» перерасходы «-»
	По базовому варианту	По проекту	
Амортизация производственного и вспомогательного оборудования	55125	85620	-30495
Содержание, эксплуатация и текущий ремонт производственного и вспомогательного оборудования	310233	589000	-278767
ИТОГО	365358	674620	-309262

Себестоимость продукции определяется расчетом калькуляции себестоимости продукции по проекту (базовому варианту) по форме

Таблица 7.

Себестоимость сварной конструкции

Статья затрат	Затраты на выпуск единицы изделия, руб		Примечание
	Базовый вариант	Проект	
Вспомогательные материалы	315	153	
Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги кооперированных предприятий	98541	98541	
Топливо и энергия на технологические цели	232,2	33,8	
Транспорта заготовительные	19,36	8,97	Могут изменяться в

расходы			зависимости от вида транспорта.
Основная заработная плата производственных рабочих	24,1	163,6	
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	12,9	171,63	
Отчисление на социальное страхование	116,8	112,9	
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	93,1	87,1	По данным завода (либо 70-80% основной зарплаты).
Возмещение износа инструмента и приспособлений целевого назначения	171,7	157,2	Тот же (80-120% от основной зарплаты).
Цеховые расходы	151,7	137,2	Тот же (80-120% от основной зарплаты)
Итого цеховая себестоимость	99362,86	99413,4	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассмотрена сборка и сварка трубы изготовленной из стали 10ХГС в поворотном положении.

В процессе сварки трубы изготовленной из стали 10ХГС использовалась электро - и газосварка, сварка велась электродами УОНИ 13/55, работы велись постоянным током. Источником питания сварочной дуги служит сварочный инвертор Origo™ Tig 4300iw AC/DC. 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.

Реализовывать перспективные программы по ремонту объектов линейной части магистральных газопроводов, направленных на повышение надежности их эксплуатации.

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.