

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные
процессы»
(наименование)

15.04.01 Машиностроение
(код и наименование направления подготовки)

Производство и ремонт сварных конструкций газонефтехимического
оборудования
(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему Исследование и разработка процесса изготовления и сборки
закладной детали опоры освещения

Студент

Г.Д. Каркашадзе

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

к.т.н., доцент К.В.Моторин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Анализ исходных данных и технических решений.....	6
1.1 Опоры фланцевые трубчатые несилловые (ОТ).....	6
1.2 Конструкция фланцевой опорной части.....	6
1.3 Описание конструкции с анализом ее технологичности	9
1.4 Классификация и методы изготовления фланцев.....	12
1.5 Особенности фланцевых соединений	14
1.6 Область применения фланцев.....	15
1.7 Способы сваривания трубы с фланцем.....	16
1.8 Разработка технологического процесса изготовления сварной конструкции, изготовление заготовки и подготовка кромок.	18
1.8.1 Зачистка листа и подготовка поверхности	18
1.8.2 Выбор способов сборки и сварки.	19
1.8.3 Контроль качества фланцевых узлов	19
1.9 Преимущества приварных фланцев	20
1.10 Характеристики свариваемого материала	20
1.10.1 Свойства материала закладной детали	21
2 Расчеты прочности закладных деталей и расчет зависимости ветровой нагрузки на поверхность опоры освещения.....	25
2.1 Расчет фланца приваренного встык	25
2.2 Методика инженерного расчета ветровой нагрузки на поверхность опоры освещения	28
3 Источники питания, используемые для работы	29
3.1 Для механизированной сварки плавящейся проволокой сплошного сечения	29
3.2. Для ручной дуговой сварки	31
4 Сварка плавящимся электродом в среде защитных газов.....	33
5 Контроль качества сварного шва.....	38
5.1 Ультразвуковой контроль сварных соединений.....	38
5.2 Фазируемые решетки	40
6 Проверка механических свойств сварных соединений	42

6.1 Испытание на статический изгиб	42
6.2 Механические испытания на излом специальных сварных соединений - прямых врезок	44
6.3 Оценка механических свойств.....	45
7 Цинкование металла. Методы цинковки.....	47
7.1 Методы цинкования.....	48
7.2 Горячее цинкование.....	49
7.3 Холодное цинкование.....	52
7.4 Гальванический метод.....	54
7.5 Термодиффузионное цинкование.....	56
7.6 Газо-термическое напыление цинка	58
8 Технология сборки и сварки опор освещения	60
8.1 Входной контроль материала и подготовка к сборке	60
8.2 Разделка кромок под сварку	61
8.3 Сборка закладных деталей и опор освещения	63
8.4 Сварка.....	63
8.5 Контроль качества.....	69
8.6 Оцинковка.....	70
Заключение.....	72
Список используемых источников.....	73

Введение

Опоры освещения одни из наиболее важных конструкций на улицах любой жилой местности, они обеспечивают безопасность автовладельцев и пешеходов движущихся вдоль авто дорог, напрямую зависит от хорошей видимости в темное время суток. Высота опоры, качество и дальность освещения влияет на его рентабельность в той или иной местности.

Кроме этого опоры применяются для освещения парковых зон. Они бывают торшерного типа и могут применяться для создания искусственного освещения и благоустройства в городах на прогулочных бульварах, различных парков, скверов, аллей, дворовых, спортивных и детских площадок, набережных, коттеджных поселков и станций АЗС. В целом сфера применения опор наружного освещения безгранична.

Опоры производятся из трубы разного диаметра труб от 76 до 159 мм с толщиной стенки 3 или 4 мм, с высотой опоры от 0,8 до 9 метров. Трубы разного сечения придают опорам жесткость и эстетичный вид. Наружная поверхность опоры защищена методом горячего оцинковывания, что позволяет опоре служить долгие годы, не подвергаясь коррозии. Возможно порошковое окрашивание.

В нижней части опоры имеются фланец для крепления к фундаментному блоку, а на боковой поверхности люк, который позволяет осуществлять монтаж и обслуживание электрического и коммутационного оборудования. В верхней части опоры на фланце находятся два пояса приваренных гаек с резьбой М-10, предназначенных для фиксации, который необходим для установки осветительных приборов, ламп венчающих макушку опоры. Конструкция опоры предусматривает исключительно подземный подвод кабеля питания. Опора может выдерживать нагрузку до 100 килограмм. Данные опоры запрещается использовать в качестве силовых опор.

При больших размерах, необходима надежная фиксация длинномерных конструкций, для этого используются специальные закладные детали. Они

располагаются под землей и являются штучным продуктом, т.е. не производятся на конвейере, каждая часть проектируется и производится под индивидуальный заказ. Опоры устанавливаются в тело фундамента заранее, впоследствии крепятся, посредством высокопрочных болтовых или анкерных соединений, с частью находящейся на поверхностью земли.

Закладные детали представляют собой специальные элементы из стали. Главное их назначение - соединять сборные, сборно-монолитные конструкции из железобетона и изделия между собой, а также с другими конструкциями. Наличие большого разнообразия изготавливаемых материалов и свариваемых конструкций, требующихся для изготовления, способствуют применению различных способов сварки и применения современного оборудования. Если раньше конструкции производились в основном из легко сваривающихся материалов, то в настоящее время, наряду с традиционными материалами, для сварных конструкций применяются материалы с различными физическими характеристиками.

Закладные детали опор освещения, состоящие из трубы и фланца, в настоящее время свариваются ручной дуговой сваркой покрытыми электродами. Исходя из анализа известной информации проведенной в бакалаврской работе, свою актуальность показал и механизированный способ сварки, который позволил повысить производительность при изготовлении, а так же минимизировать затраты на производство.

Однако, использование ручной сварки не позволяет получить высокую производительность при изготовлении опор с соединительными фланцами.

Поэтому цель магистерской диссертации является повышение производительности при производстве фланцевого соединения опоры освещения. Данная работа позволит найти наиболее рациональные решения, позволяющие не только минимизировать затраты при их производстве, но и упростить сам процесс производства, а так же увеличить срок службы как фланцевого соединения, так и для опоры освещения в частности.

1 Анализ исходных данных и технических решений

1.1 Опоры фланцевые трубчатые несиловые (ОТ)

Это современное светотехническое оборудование, имеющее широкую сферу применения. На трубчатые опоры уличного освещения возложена организация функционально-декоративного наружного освещения городских улиц и площадей, прилегающих территорий административных и культурных зданий, архитектурных строений и зон отдыха, таких как парки, скверы, набережные, аллеи, не редко их можно увидеть около частных домов, торговых комплексов, ресторанов и клубов и многое другое. Опоры трубчатые несиловые в фланцевом исполнении, в силу своей конструкции и технических особенностей, отличаются относительно легким весом, небольшими габаритами, мобильностью в установке и низкой ценой.

Фланцевая трубчатая опора предназначена для установки на неё осветительных приборов наружного освещения – консольных светильников при помощи кронштейнов или торшерных светильников, а также прожекторов. Данный тип опор не допускается применять в линиях с воздушным подводом кабеля. Максимально возможное количество светильников, допускаемое для установки на одной опоре, зависит от ветрового района установки, размеров устанавливаемого кронштейна, а также от размеров самого осветительного прибора.

Для опор фланцевых трубчатых несиловых предусмотрена исключительно подземная подводка кабеля. В фундаментном блоке для осуществления ввода и вывода токоведущего кабеля изготавливаются два противоположенных окна. В нижней части опоры расположен ревизионный лючок для обслуживания. Данный лючок необходим для осуществления отвода провода питания к осветительному прибору от основной токоведущей линии и последующего обслуживания электрокомплектующих

установленных в опоре. Размеры люка обслуживания следует сверять с требованиями по размещению электрооборудования.

1.2 Конструкция фланцевой опорной части

«На современном рынке присутствуют две группы закладных изделий, способных выполнить надежную фиксацию опоры к фундаменту вне зависимости от ее высоты и веса. Основным отличием рассматриваемых элементов является вариант узлового крепления. По этому признаку закладные детали фундамента делят на: фланцевые (ЗФ или ЗДФ) – с квадратной (тип К) или круглой (тип Д) опорной частью (фланцем) и анкерные (ЗА или ЗДА) – с квадратными или круглыми кондукторами.

Данные изделия предназначены для удержания опор освещения и опор рекламных щитов в вертикальном положении без внешних растяжек и распорок. Они вкапываются на глубину до трех метров, после чего бетонируются. Таким образом, сжимающие и опрокидывающие нагрузки передаются на грунт» [8]. (рис.1.1).



Рисунок 1.1 – Общий вид опоры освещения

«Закладные детали под опоры освещения изготавливаются из металла. Они имеют несколько типов размеров и разный вес. Их рекомендовано использовать в: зонах с умеренно холодным, умеренно влажным, умеренно теплым и жарким сухим климатом; районах с разными показателями ветровых нагрузок; слабоагрессивной внешней среде.

Выступающие из фундаментного блока части закладных элементов опор и мачт, в том числе крепежи, обрабатывают антикоррозионными составами. Они могут иметь оцинковку или битумное покрытие» [9].

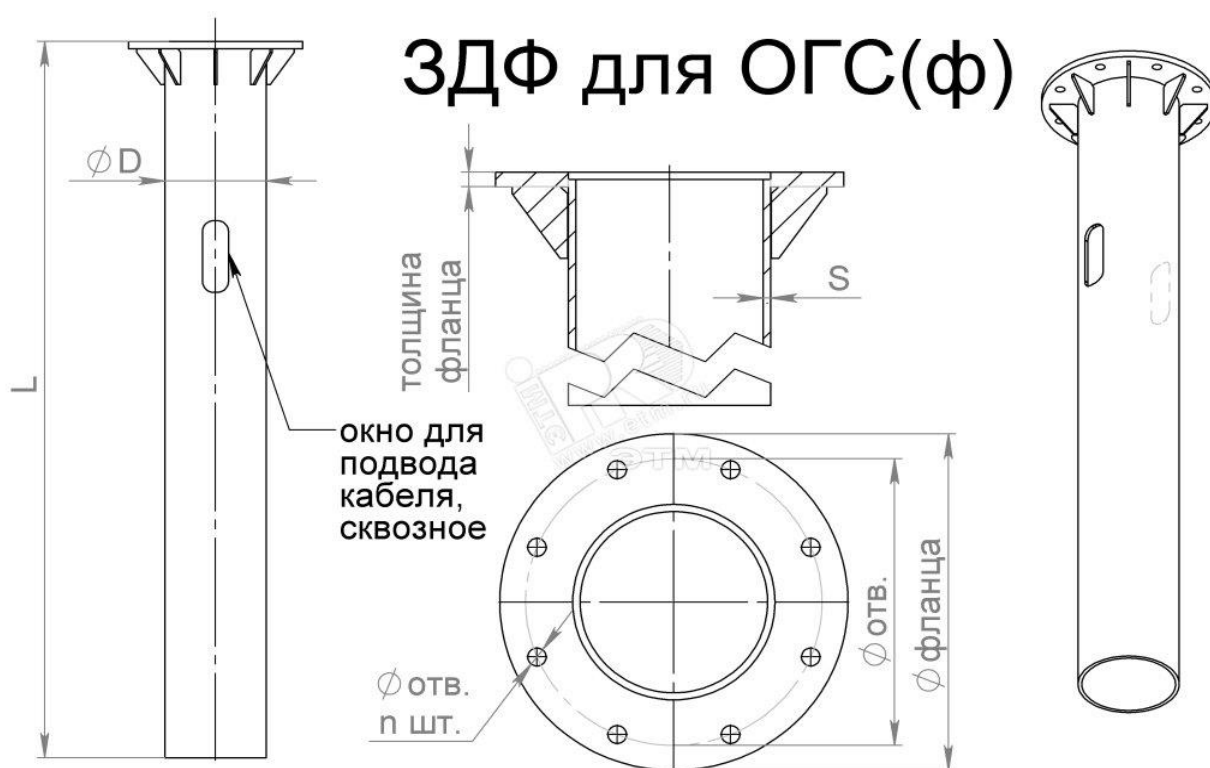


Рисунок 1.2 – Опорная часть для столбов опоры освещения

«Закладные детали производятся из стальных труб разных диаметров, начиная от 168 мм и заканчивая 426 мм. К верхней части металлопроката приваривается толстый фланец круглой или квадратной формы, имеющий посередине отверстие, соответствующее внешнему диаметру трубы (описано на данном примере).

Вырезы, предназначенные под болтовые соединения, располагаются следующим способом: тип К (квадратный фланец) – всего 4 штуки, только по углам; тип Д (круглый фланец) – по периметру (количество отверстий зависит от диаметра накладного элемента).

С обратной стороны фланца размещают металлические подпорки в форме косынок. Они значительно упрочняют накладную площадку, не давая ей деформироваться в горизонтальной плоскости. На боковой поверхности металлической трубы вырезается сквозное отверстие овальной формы. Окно предназначается для подвода к опоре освещения подземных электрических кабелей.

Фланцевые закладные детали для опор или мачт обозначаются буквами и цифрами. Например, изделие ЗФ-24/12/Д396-2,5-б расшифровывается как закладная деталь с фланцевым соединением круглой формы. По периметру она имеет 12 монтажных отверстий под болты диаметром 24мм» [9].

1.3 Описание конструкции с анализом ее технологичности

Технологичность сварной конструкции можно назвать, возможность производства всех ее компонентов с применением высокопроизводительной техники и минимизацией трудозатрат.

Фланец – это элемент разного рода конструкций, в которых необходимы качественные сборно-разборные узлы соединений. Фланцевые соединения применяют для соединений трубоопор, трубопроводов и для соединения разного рода механизмов. Распространенность фланцевых соединений, не просто так считается качественным и удобным, они обеспечивают хорошую надежность и герметичность в месте соединения.

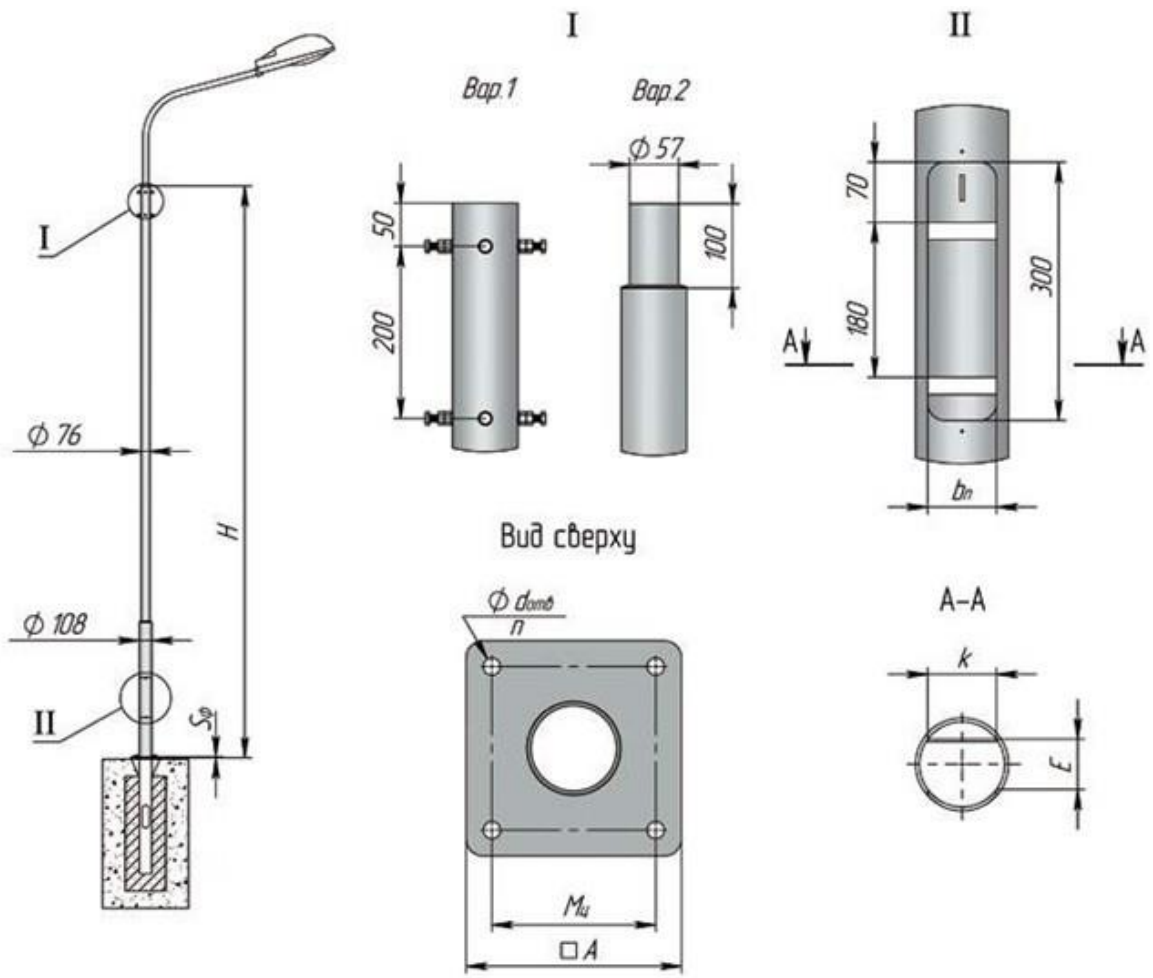


Рисунок 1.3- Опоры фланцевые трубчатые тип 108/76

Таблицы 1.1- Данные опоры типа 108/76

Обозначение опоры	D	d	H	Масса	Установочное место кронштейна	Фланец опоры				
						A	Sфл	Мц	n	dotв
	мм	мм	м	кг		мм	мм	мм	шт	мм
ОТф(108/76)- 1,5	108	76	1,5	20	Φ2 / Φ3	250x250	10	160	4	20
ОТф(108/76)- 2,0	108	76	2	23	Φ2 / Φ3	250x250	10	160	4	20
ОТф(108/76)- 2,5	108	76	2,5	27	Φ2 / Φ3	250x250	10	160	4	20
ОТф(108/76)- 3,0	108	76	3	29	Φ2 / Φ3	250x250	10	160	4	20
ОТф(108/76)- 3,2	108	76	3,2	30	Φ2 / Φ3	250x250	10	160	4	20
ОТф(108/76)- 3,5	108	76	3,5	32	Φ2 / Φ3	250x250	10	160	4	20
ОТф(108/76)- 4,0	108	76	4	35	Φ2 / Φ3	250x250	10	160	4	20
ОТф(108/76)- 4,5	108	76	4,5	38	Φ2 / Φ3	250x250	10	160	4	20
ОТф(108/76)- 5,0	108	76	5	41	Φ2 / Φ3	250x250	10	160	4	20
ОТф(108/76)- 5,5	108	76	5,5	47	Φ2 / Φ3	250x250	10	160	4	20
ОТф(108/76)- 6,0	108	76	6	50	Φ2 / Φ3	250x250	10	160	4	20

- D- диаметр нижней трубы опоры, мм
- d- диаметр верхней трубы опоры, мм
- Н- высота опоры, м
- А - линейный размер фланца опоры, мм
- Sфл - толщина фланца опоры, мм
- Мц - межцентровое расстояние крепежных отверстий на фланце, мм
- n - количество крепежных отверстий, шт
- dотв - диаметр крепежного отверстия, мм

Конструкция является технологичной, так как ее можно сваривать самыми распространенными способами сварки; ручной, автоматической, и полуавтоматической.

1.4 Классификация и методы изготовления фланцев

«Основным методом изготовления фланцев считается методом горячей штамповки на заводах при помощи специальных прессов с усилием до 4500 кН. После штамповки фланцев следует процесс сверловки и обработки поверхностей изделия на специальных токарных станках. Сами по себе фланцы не играют роли как скрепляющих частей, они просто служат опорой соединительных болтов или заклепок.

Согласно действующим ГОСТам в РФ выпускаются следующие основные виды фланцев:

- Фланец плоский приварной по ГОСТ 12820-80 применяется при температурах -70 до 450°С и рабочем давлении до 25 кгс/см².

- Стальной фланец приварной встык («воротниковый фланец») по ГОСТу 12821-80 применяется при температурном режиме от -253 до 600°C и давлениях до 200 кгс/см².

- Стальной свободный фланец на приварном кольце по ГОСТ 12822-80, отличаются удобством монтажа, поэтому применяются в труднодоступных местах и при частом ремонте и используются при температурах -70 до 450°C с давлением до 25 кгс/см²

Для простоты заказов и избегания путаницы, используют следующие обозначения фланцев в технической и проектной документации, типы фланцев обозначаются следующим образом:

- Фланец 1-65-25 09Г2С ГОСТ 12821-80, где 1 — исполнение фланца; 65 — условный проход (Ду); 25 — условное давление (Р_у); 09Г2С — марка стали, из которой изготовлено изделие.

- Стальной плоский фланец приваренный по ГОСТ 12820-80 применяется для присоединения трубопроводов работающих под давлением от 0,1 МПа до 2,5 МПа и при температуре среды от -60°C до +300°C.

- Фланец воротниковый по ГОСТ 12821-80 применяется для соединения трубопроводов под давлением от 0,1 МПа до 20 МПа и при температуре среды от -70°C до +450°C.

- Фланец свободный на приварном кольце по ГОСТ 12820-80 применяют для присоединения трубопроводов под давлением от 0,1 МПа до 2,5 МПа и рабочей температуре среды от -30°C до +300°C» [13].

Для того чтобы обеспечить высокую герметичность фланцев в различных исполнениях они соединяются различными способами: с помощью шипа, паза, впадины или соединительного выступа.

При изготовлении фланцев могут применяться такие материалы как углеродистая, легированная и нержавеющая сталь (марки СТ 20, СТ 20а, СТ 09Г2С, СТ 15Х5М, СТ 12Х18Н10Т, СТ 08Х18Н10Т, СТ 10Х17Н3М2Т).

В настоящий момент фланцы изготавливаются по следующим актуальным стандартам, действующим в РФ: ГОСТ 12815-80 — фланцы

арматуры, соединительных частей и трубопроводов на P_u от 0,1 до 20,0 МПа (от 1 до 200 кгс/см²):

- ГОСТ 12820-80 — фланцы стальные плоские приварные на P_u от 0,1 до 2,5 МПа (от 1 до 25 кгс/см²).
- ГОСТ 12821-80 — фланцы стальные приварные встык на P_u от 0,1 до 20,0 МПа (от 1 до 200 кгс/см²).
- ГОСТ 12822-80 — фланцы стальные свободные на приварном кольце на P_u от 0,1 до 2,5 МПа (от 1 до 25 кгс/см²).

«При выборе стали для фланцев следует всегда учитывать условия эксплуатации изделия и тщательно контролировать сварные швы. Разнообразие материала, из которого изготавливаются фланцы, позволяет использовать эту продукцию в качестве соединительных деталей трубопровода практически при любых условиях внешней среды (температура, влажность и т.д.) и в соответствии со средой, проходящей по трубопроводу (в том числе и агрессивной средой)» [13].

1.5 Особенности фланцевых соединений

«Понятие «фланец» подразумевает и вид сантехнической арматуры, и сам способ соединения труб, применяющийся в практически любой отрасли промышленности. Фланцевое соединение стальных труб герметичное и прочное, при этом разборное, что дает возможность после демонтажа проводить профилактические работы или повторно использовать участок трубопровода(трубоопоры). В зависимости от назначения системы используются фланцы различных типов, выполненные из различных материалов. Отдельные конструкции предусматривают углубления под прокладки разных типов и форм. Изолирующие фланцевые соединения газовых труб требуют особенно тщательного контроля качества этого элемента» [8].

«Размеры и количество болтовых отверстий на фланце устанавливаются производителем в соответствии с ГОСТ 9399-81».

1.6 Область применения фланцев

«Сам фланец не является соединительным элементом: его задача — опора для крепежных болтов и обеспечение герметичности этого стыка. Как запорные или соединительные элементы фланцы применяются в коммуникациях системы ЖКХ, нефтяной и химической промышленности, топливной и газовой отрасли. Достаточно прочное и долговечное фланцевое соединение труб применяется и для установки на систему измерительных приборов. Различные технологии и типы материалов, применяющиеся для изготовления фланцев, позволяют успешно эксплуатировать даже системы, проводящие агрессивные среды под высоким давлением» [9].

Приварные фланцы широко используются в различных отраслях:

- химической промышленности;
- нефтегазовом комплексе;
- на транспорте;
- машиностроении и судостроении;
- электроэнергетике и других отраслях.

С помощью приварных фланцев происходит соединение:

- трубопроводной арматуры;
- различных резервуаров;
- приборов;
- патрубков;
- деталей машин и аппаратов.

Использование фланцевых соединений возможно в различных климатических условиях.

1.7 Способы сваривания трубы с фланцем

«Сварке подвергаются практически любые металлы и неметаллы в любых условиях на земле, в воде и космосе. Соединения, получаемые сваркой, характеризуются высокими механическими свойствами, небольшим расходом металла, низкой трудоемкостью и невысокой себестоимостью. Надежность соединений, выполняемых сваркой, позволяет применять ее при сборке самых ответственных конструкций.

Научно-технические, экспериментальные и практические работы, выполняемые в последнее время (примерно с 1970-х годов) в области сварки, позволили создать принципиально новые конструкции машин. Главное требование- это соответствие эксплуатационному назначению. Конструкции должны быть прочными, жесткими и надёжными, а так же экономичными и минимально трудоемкими при изготовлении и монтаже. Каждая конструкция проходит 3 этапа: проектирование, изготовление и сборка или монтаж.

Основоположниками дуговой сварки являются российские ученые и инженеры - В.В.Петров, Н.Н.Бенардос, и Н.Г.Славянов. В дуговой электросварке источником тепла является электрическая дуга, которая возникает между электродом и металлом. Сущность электродуговой сварки в том, что свариваемый металл плавится теплом дуги.

При дуговой сварке плавящимся электродом шов образуется за счет расплавления электрода и свариваемого металла. При сварке неплавящимся электродом шов заполняется металлом свариваемых частей, но иногда присадочным металлом, подаваемым в зону дуги со стороны» [9].

Первый способ – это сваривание встык для плоского и воротникового. Фланец состыковывается с трубой по всему периметру торца трубы, делаются прихватки и затем полностью обваривается. Такой процесс приваривания довольно сложен, поскольку сварочный процесс предусматривает применение всех видов сварочных швов:

- горизонтальных
- потолочных

- вертикальных

«При этом для выполнения качественного соединения от сварщика требуется наличие довольно высокой квалификации».

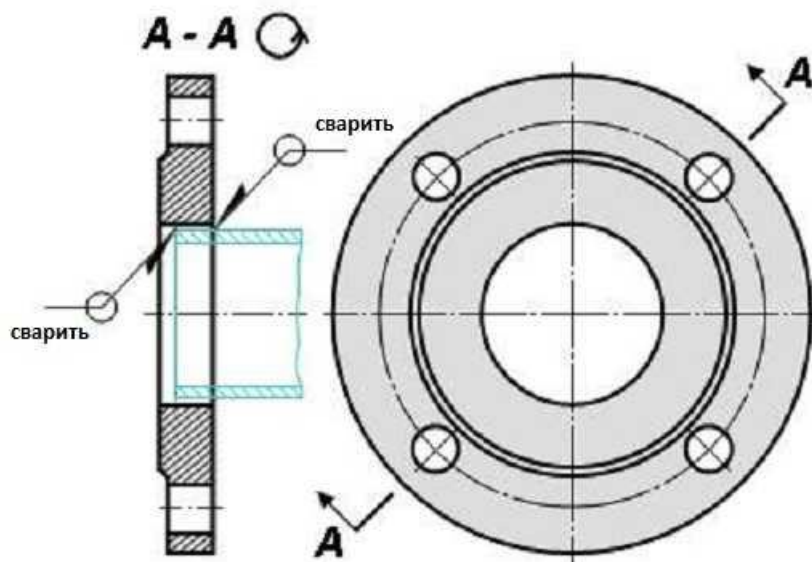


Рисунок 1.4 – Сварка плоского накладного фланца

Второй способ сваривания предусматривает, что плоские фланцы надеваются на трубу, после чего привариваются. Приварной фланец такого вида отличается значительным образом от приварного фланца встык. По ГОСТ 12820-80, плоские приварные фланцы, которые надеваются на трубу, должны иметь технологический зазор 1-3мм, в зависимости от наружного диаметра трубы и внутреннего диаметра фланца. После того как плоский приварной фланец надет на трубу, выполняется сварка по внутренней части самого фланца и, соответственно, по его наружной части угловым кольцевым швом. Аналогично сварочному процессу приваривания фланца встык, сварочные швы в данном случае используются в трех видах: потолочном, вертикальном и горизонтальном. Однако швы расположены в двух местах на закрепленной трубе.

1.8 Разработка технологического процесса изготовления сварной конструкции, изготовление заготовки и подготовка кромок.

Изготовление заготовки фланца можно разбить на следующие этапы:

- правка листа
- зачистка листа и подготовка поверхности
- подготовка кромок под сварку
- правка листа

«Листа правильные многовалковые машины предназначены для правки листового проката и листовых заготовок. Правкой осуществляет между рядами вращающихся валков, расположенных в шахматном порядке расстояния между нижним и верхним рядами валков регулируют и устанавливают в зависимости от толщины выправленного листа. При прохождении между валками каждый участок листа получает многократный изгиб в противоположные стороны и выправляется. В зависимости от величины искривления листа правка производится за один или несколько проходов листа правильные многовалковые машины имеют 23 валка. Заготовка проходит между двумя рядами правильных роликов, расположенных в шахматном порядке, многократно изгибается и выправляется. Ролики выполняют сменными в зависимости от конфигурации сечения выпрямляемого материала, что позволяет править на одной машине различные профили» [9].

1.8.1 Зачистка листа и подготовка поверхности

«Очистку применяют для удаления с поверхности металла средств консервации, загрязнений, смазочно-охлаждающих жидкостей, ржавчины, окалин, заусенцев, графа и шлака, затрудняющих процесс сварки, вызывающих дефекты сварных швов и препятствующих нанесению. Для очистки проката, деталей и сварных узлов применяют механические и химические методы. К механическим методам относятся способом очистки: дробеструйная, дробеметная, на зачистных станках, в галтовочных

барабанах, с помощью ручных пневматических и электрических машин. К химическим- обезжиривание и травление, выполняемые ванным или струйным способами.

Дробеструйный и дробеметный способы применяют для очистки листов и профильного проката и сварных узлов от окалины, ржавчины и загрязнений при толщине металла 3мм и более. При дробеструйном и дробеметном способах очистки дробь выбрасывается с большой скоростью на очищаемый металл и ударяясь, удаляет имеющиеся на нем загрязнения, ржавчину и окалину» [9].

1.8.2 Выбор способов сборки и сварки.

«Для изготовления сварных конструкций высокого качества требуется правильная сборка деталей свариваемого изделия.

Процесс сборки свариваемого изделия из ряда последовательных операций. Сначала детали подаются на рабочее место, затем собирается изделие или сварной узел. Для этого необходимо установить детали в сборочном устройстве в определенном положении. В этих положениях детали должны быть закреплены, после чего их сваривают. Подача деталей к месту сборки и установка их в требуемом положении осуществляется универсальным или специальным подъемно-транспортным оборудованием. Положение деталей во время сборки определяется установочными элементами приспособления или другими смежными деталями» [9].

1.8.3 Контроль качества фланцевых узлов

При проверке качества фланцевых соединений возможно применение всех типов неразрушающих методов контроля:

- ультразвуковая диагностика;
- рентгенография;
- визуальный осмотр;
- дефектоскопия.

Положительные результаты достигаются и при проведении контроля в процессе сварки, соответствии расходных материалов основному металлу, использовании соответствующей сварочной проволоки.

1.9 Преимущества приварных фланцев

«Фланцевые соединения представляют собой разновидность разъемного способа крепления. Применение металлических дисков позволяет, при необходимости, проводить разборку участка трубопоры для проведения регламентных работ. Сварные фланцы, в отличие от резьбовых аналогов, обеспечивают более высокую надежность соединений и являются экономически обоснованным способом присоединения труб к другим изделиям» [9].

1.10 Характеристики свариваемого материала

Свариваемость металла можно трактовать как способность металлов и сплавов создавать прочное неразъемное соединение без сколов, трещин и т.д.

Содержание углерода в низколегированных сталях составляет до 0,23%, так же имея легирующие добавки, зачастую называются сталями повышенной прочности.

Низколегированные стали при сварке ведут себя так же как низкоуглеродистые, но есть отличия при воздействии термо-циклов.

- При перегреве склонность к росту зерен в околошовной зоне
- Стойкость металла шва против образования горячих трещин ниже из-за легирующих элементов.
- Чувствительность к концентраторам напряжений и даже к тепловым «ожогам».

Определим свариваемость стали 09Г2С. Приблизленно оценим свариваемость стали 09Г2С по формуле:

$$C_3 = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni + Cu}{15},$$

$$C_3 = 0,12 + \frac{1}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3+0,3}{15} = 0,39 \leq 0,5\%$$

Свариваемость стали 09Г2С – хорошая, предварительный и сопутствующий подогрев при сварке ей не требуется.

1.10.1 Свойства материала закладной детали

«Закладные детали выполнены из стали 09Г2С. Сплав 09Г2С относится к классу конструкционных низколегированных сталей, поскольку общее количество добавок колеблется в пределах 2,5%. Конструкционная сталь — сплав, который применяется для изготовления конструкций в машиностроении и строительстве и др. областях, обладает хорошими механическими, физическими и химическими свойствами (табл.1.1, 2.2, 1.3,1.4)» [9].

Таблица 1.2 - Химический состав стали 09Г2С в %

Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Медь	Никель	Сера	Фосфор
				Не более			
До-0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	До 0,3	0,3	0,3	0,04	0,0035

«Сталь 09Г2С не перегревается и не закаливается в процессе сварки. Ее пластические свойства остаются на высоком уровне, а зернистость не увеличивается. Все эти характеристики делают такой сплав идеальным для использования в сварных конструкциях. Процесс сварки может осуществляться с предварительным подогревом (приблизительно до 100°-120°) и без него» [9].

Таблица 1.3 – Механические свойства стали 09Г2С

Термообработка, состояние поставки	Сечение, мм	s _{0,2} , МПа	s _B , МПа	d ₅ , %	d ₄ , %
Сортовой и фасонный прокат	<10	345	490	21	
Листы и полосы (образцы поперечные)	10-20	325	470	21	
Листы и полосы (образцы поперечные)	20-32	305	460	21	
Листы и полосы (образцы поперечные)	32-60	285	450	21	
Листы и полосы (образцы поперечные)	60-80	275	440	21	
Листы и полосы (образцы поперечные)	80-160	265	430	21	
Листы после закалки, отпуска (образцы поперечные)	10-32	365	490	19	
Листы после закалки, отпуска (образцы поперечные)	32-60	315	450	21	
Листы горячекатаные	2-3,9		490		17

Таблица 1.4 – Механические свойства при повышенных температурах

t испытания, °С	s _{0,2} , МПа	s _B , МПа	5, %	y, %
Нормализация 930-950 °С				
20	300	460	31	63
300	220	420	25	56
475	180	360	34	67

Таблица 1.5 – Механические свойства в зависимости от температуры отпуска

t отпуска, °С	s _{0,2} , МПа	s _B , МПа	d ₅ , %	y, %
Листы толщиной 34 мм в состоянии поставки НВ 112-127 (образцы поперечные)				
20	295	405	30	66
100	270	415	29	68
200	265	430		
300	220	435		
400	205	410	27	63
500	185	315		63

«К тому же материал довольно прочный и долговечный, что обуславливает безопасность сооружения. Стальные изделия из этой марки представлены в виде труб и трубопроводной арматуры.

Свойства стали 09Г2С: Удельный вес этого сплава составляет 7,85 г/см³. Свариваемость этой стали не ограничена» [9].

Температура критических точек составляет:

$$A_{c1} = 725^{\circ}$$

$$A_{c3}(A_{cm}) = 860^{\circ}$$

$$A_{c3}(A_{cm}) = 860^{\circ}$$

$$A_{r1} = 625^{\circ}$$

У материала отсутствуют флокеночувствительность и склонность к отпускной хрупкости.

Температураковки:

$$\text{начало} - 1250^{\circ}\text{C}$$

$$\text{конец} - 850^{\circ}\text{C}$$

Обработываемость резанием доступна в нормализованном отпущенном состоянии $\delta B=520$ МПа, $K_u \text{ б.ст}=1,0$ $K_u \text{ тв. спл}=1,6$

Предел текучести при разных температурах:

$$250^{\circ}\text{C} = 2207,25 \text{ кгс/см}^2 (225 \text{ МПа})$$

$$300^{\circ}\text{C} = 1912,95 \text{ кгс/см}^2 (195 \text{ МПа})$$

$$350^{\circ}\text{C} = 1716,75 \text{ кгс/см}^2 (175 \text{ МПа})$$

$$400^{\circ}\text{C} = 1520,55 \text{ кгс/см}^2 (155 \text{ МПа}).$$

«Таким образом, такие преимущества стали 09Г2С, как высокая механическая прочность, долговечность – срок службы деталей из этой стали более 30 лет; широкий диапазон рабочей температуры – от -70°C до $+425^{\circ}\text{C}$ отсутствует склонность к отпускной хрупкости; после отпуска вязкость стали не снижается; не теряет пластичность и не изменяет зернистость при сварке элементов, позволяют применять ее для закладных деталей опор рекламных щитов и опор освещения. Кроме этого ст. 09Г2С хорошо сваривается всеми способами плавления. Однако нормативные документы на сварку закладных

деталей для опор рекомендуют применять ручную дуговую (РДС), аргонодуговую (АДС) плавящимся электродом под флюсом и с газовой защитой и электрошлаковую (ЭШС)» [9].

2 Расчеты прочности закладных деталей и расчет зависимости ветровой нагрузки на поверхность опоры освещения

2.1 Расчет фланца приваренного встык

Для труб и трубной арматуры выбираем фланцы стальные приварные

ВСТЫК

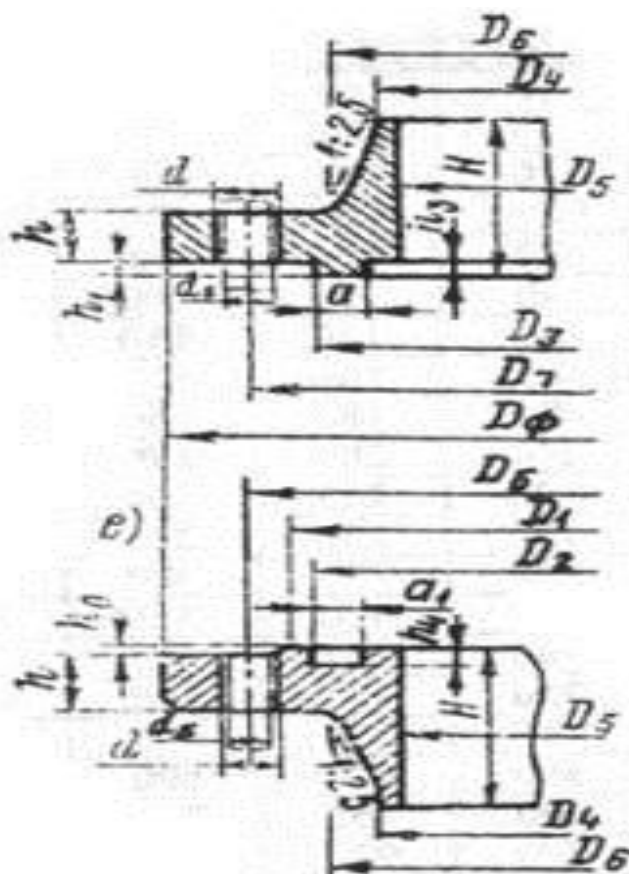


Рисунок 2.1 – Исходные размеры фланца

$$d_R = \frac{d + 2c_1}{\sin \alpha} = \frac{125 + 2 \cdot 2}{\sin 30^\circ} = 258 \text{ мм} \quad S_R = \frac{PD_R}{2[\sigma]_f \varphi - P} = \frac{0,7 \cdot 2771,3}{2 \cdot 171 \cdot 1 - 0,7} = 5,68 \text{ мм}$$

Таблица 2.1 - Данные по фланцу

Наименование параметра	Заготовка 1	Заготовка 2	Заготовка 3
Py, мм	2,5	2,5	1
Dy, мм	50	80	125
Dф, мм	160	195	245
Dб, мм	125	160	210
D1, мм	102	138	188
D2, мм	88	121	176
D3, мм	58	90	135
D4, мм	49	78	121
D5, мм	76	110	156
H, мм	48	55	60
h, мм	17	19	19
D, мм	18	18	18
z	4	8	8

Максимальное напряжение в сечения S1 фланца наблюдается в месте соединения втулки с плоскостью фланца:

$$\sigma_1 = \frac{TM_0 \omega}{D(S_1 - c_1)^2} = \frac{1,83 \cdot 0,492 \cdot 0,6745}{2,2 \cdot (0,066 - 0,002)^2} = 67,39 \text{ МПа}$$

Где M0 - расчетное значение приведенного изгибающего момента соответствующее большему из приведённых изгибающих моментов;

Γ - безразмерный параметр, определяемый по диаграмме и зависящий от K .

Максимальное напряжение в сечения S0 фланца.

Напряжение в кольце фланца от действия M_0 :

$$\sigma_k = \frac{M_0[1 - \omega(1 + 0,9\lambda)]\psi_2}{Dh^2} = \frac{0,492 \cdot [1 - 0,6745 \cdot (1 + 0,9 \cdot 0,37)] \cdot 18}{2,2 \cdot 0,113^2} = 31,8 \text{ МПа}$$

Напряжения во втулке фланца от внутреннего давления:

$$\sigma_x = \frac{PD}{2(S_0 - c)} = \frac{2,28 \cdot 2,2}{2 \cdot (0,03 - 0,003)} = 92,89 \text{ МПа}$$

$$\sigma_y = \frac{PD}{4(S_0 - c)} = \frac{2,28 \cdot 2,2}{4 \cdot (0,03 - 0,003)} = 46,44 \text{ МПа}$$

Условия прочности фланца:

в сечении S1:

$$\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_k^2 + \sigma_1 \cdot \sigma_k} \leq [\sigma_1] = \sigma_m = 256 \text{ МПа}$$

$$\sqrt{67,39^2 + 31,8^2 + 67,39 \cdot 31,8} < 256$$

в сечении S0:

$$\sqrt{(\sigma_0 + \sigma_y)^2 + \sigma_x^2 - (\sigma_0 + \sigma_y) \cdot \sigma_x} \leq [\sigma_0] \cdot \varphi$$

$$\sqrt{(124,67 + 46,44)^2 + 92,89^2 - (124,67 + 46,44) \cdot 92,89} < 372 \cdot 1$$

условие выполняется.

2.2 Методика инженерного расчета ветровой нагрузки на поверхность опоры освещения

Основными нагрузками, действующие на опоры освещения являются ветровые. Для определения нормативного значения средней составляющей ветровой нагрузки над поверхностью земли следует использовать формулу 6, СНиП 2.01.07-85.

$$W_m = W_0 \cdot k \cdot C \quad (1.1)$$

где $k = 0,75$ м - коэффициент, учитывающий изменения ветрового давления по высоте, п.6.5 СНиП 2.01.07-85.

W_0 – нормативное значение ветрового давления. Для Самарской области, III ветровой район согласно СНиП 2.01.07-85 составит 38 кгс/м^2 ;

$c = 0,8$ - аэродинамический коэффициент, п. 6.6 СНиП 2.01.07-85.

Тогда для кронштейна размером $0,3 \times 2$ м, расположенного на высоте 5 м, получим значение

Расчетная нагрузка определяется

$$W = W_m \cdot \gamma_f \cdot F \quad (1.2)$$

где γ_f – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, согласно п. 6.11 СНиП 2.01.07-85 составляет 1,4;

F – площадь поля кронштейна, составляет $0,6 \text{ м}^2$.

$$W_m = 38 \cdot 0,75 \cdot 0,8 = 22,8 \text{ кгс/м}^2$$

$$W = 22,8 \cdot 1,4 \cdot 0,6 = 19,152 \text{ кгс.}$$

Изгибающий момент, максимальная величина у заделки стоек, определим исходя из высоты стоек $L = 9$ метров.

$$M_{изг} = W \cdot L \quad (1.3)$$

$$M_{изг} = 19,152 \cdot 9 = 172,36 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 17236 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

Осевой момент сопротивления, способный воспринимать изгибающий момент для стали 3, $[\sigma] = 30 \text{ кг/мм}^2$, определим:

$$W_x = M_{изг}/[\sigma] \quad (1.4)$$

$$W_x = 17236/3000 = 5,745 \text{ см}^3.$$

Таким образом, сопротивление ветровой нагрузке обеспечит сечение с осевым моментом сопротивления $\approx 5,7 \text{ см}^3$.

3 Источники питания, используемые для работы

3.1 Для механизированной сварки плавящейся проволокой сплошного сечения

Неразъемные соединения закладных деталей для опор производятся на постоянном токе обратной полярности плавящимся электродом сплошного сечения. Технические характеристики инверторного сварочного полуавтомата Aurora PRO OVERMAN 180 Mosfet 10041 (рис.3.1) показывают, что он приспособлен для сварки MIG/MAG (табл.3.1).



Рисунок 3.1 - Инверторный сварочный полуавтомат Aurora PRO
OVERMAN 180 Mosfet

Таблица 3.1 - Технические данные инвертора Aurora PRO OVERMAN 180

Наименование параметра	Единица измерения	Величина	Примечание
Uсети	В	220	
f	Гц	50/60	
Uхх	В	40	Регулир плавно
I _{min} -I _{max}	А	40-180	
V _{пр}	м/мин	2-15	Регулир.плавно
D _{пр}		0,6-1,2	
Индуктивность	Гн	-	Регулир. дискр.

Ь			
---	--	--	--

Регуляторы индуктивности, сварочного тока, сварочного напряжения дают возможность качественно формировать сварное соединение. Возможна установка аппарата на тележку Augo PRO для легкой транспортировки. Толщина изделия, с которой позволяет работать прибор от 0,6 мм. Скорость подачи проволоки составляет 2-15 м/мин. Сварочная проволока 08Г2С.

3.2. Для ручной дуговой сварки

Для приварки фланца к трубе ручным дуговым способом покрытыми электродами выбран аппарат NOVASTICK 162 (рис. 3.3).



Рисунок 3.2 - Сварочный инвертор NOVASTICK 162

Таблица 3.2- Технические данные инвертора NOVASTICK 162

Тип	ММА
Диаметр электрода	1-4 мм
Максимальная мощность сварки	8.1 кВА
ПВ/ПН при полной нагрузке	60%
U _{хх}	35 В
I _{min} -I _{max}	10-160 А
Uсети	220

Особенности:

Novastick 162 - надёжный промышленный инверторный источник для ручной дуговой сварки электродами диаметром до 4 мм;

Аппарат имеет функции: HotStart - регулировка стартового тока для облегчения зажигания дуги; ArcForce – форсирование дуги, предотвращает залипание электрода;

Для приварки выбранных фланцев используются электроды основного покрытия марки УОНИИ 13/45.

4 Сварка плавящимся электродом в среде защитных газов

«Механизированная сварка плавящимся проволочным электродом в углекислом газе относится к группе электродуговых способов сварки в среде защитных газов, в которую входят: автоматическая и полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в углекислом газе, в инертных газах, в смесях углекислого газа с аргоном с добавками кислорода, и сварка самозащитными порошковыми проволоками. Эти способы сварки находят всё более широкое применение в промышленности, с успехом заменяя ручную электродуговую электродами с покрытием и автоматическую под флюсом. Механизированная сварка плавящимся электродом в углекислом газе и в смесях с кислородом и аргоном применяют при изготовлении изделий из низко - и среднеуглеродистых, низко-среднелегированных и легированных сталей. Благодаря своим преимуществам она успешно заменяет ручную электродуговую сварку электродами с покрытием, как на производстве, так и в строительстве. Механизированная сварка в среде углекислого газа исключительно эффективна при сварке тонколистовых сталей, где газовая и электродуговая сварка широкого применения не находят» [9].

Ручная дуговая сварка сохранилась в машиностроении, несмотря на большой выбор автоматов для сварки, она применяется при сварке в труднодоступных местах в монтажных условиях. Ее применение стало возможно после создания покрытия предохраняющего зону сварки от окружающего воздействия. Покрытие электродов существенно увеличило качество сварного шва, если сварка производилась обычной стальной проволокой без покрытия, это приводило, к воздействию кислорода и азота на капли электродного металла проходящих через дуговой заряд. Это вызывало резкое ухудшение механических свойств из-за того что металл шва отличался от основного по составу и свойствам, за счет выгорания углерода, марганца и т.д. Для повышения качества сварного соединения и облегчения работы сварщика, были разработаны специальные покрытия.

«Преимущества сварки плавящимся электродом: 1. Высокая степень концентрации дуги и низкая погонная энергия вызывают относительно небольшие деформации сварных изделий по сравнению с другими способами сварки плавлением. 2. Возможность визуального контроля и регулирования процесса сварки. 3. Возможность сварки металлов толщиной от 0,5 до десятков миллиметров в различных пространственных положениях. 4. Высокоэффективная защита расплавленного металла сварочной ванны позволяет получать качество сварных швов лучше, чем при сварке покрытыми электродами за счёт меньшего содержания кислорода, азота и водорода в металле шва. 5. Производительность сварки в углекислом газе в 1,4-4 раза выше, чем при ручной сварке электродами с покрытиями, и в 1,5 раза выше, чем при сварке под флюсом. 6. Стоимость наплавки 1 кг металла в 2-2,5 раза меньше чем при ручной сварке, и незначительно меньше чем при автоматической сварке под флюсом» [9].

«Сварка технологический процесс получения монолитных соединений конструкционных материалов, обеспечивающих эксплуатационные требования, предъявляемые к сварным изделиям. Механизированная сварка плавящимся электродом в углекислом газе– процесс сварки, при котором подача сварочной проволоки в зону сварки механизирована, а возбуждение дуги и перемещение газосварочной горелки в направлении сварки и её завершения осуществляются сварщиком вручную» [9].

Для проведения эксперимента были выбраны два типа фланца одного материала: воротниковый (рис.5.1; 5.4) и плоский (рис.5.3; 5.5). На начальном этапе их надо подготовить к сварке, а именно очистить и обезжирить поверхность которую собираемся приваривать.



Рисунок 4.1 - Фланец воротниковый

Отличительной особенностью воротникового фланца, является наличие «юбки, воротника» отлитой целю с крепежной частью. Воротниковые фланцы, в зависимости от своего исполнения, могут выдерживать давление от 0,1 МПа до 20МПа, а диаметр воротниковых фланцев варьируется от 10мм до 1600мм.

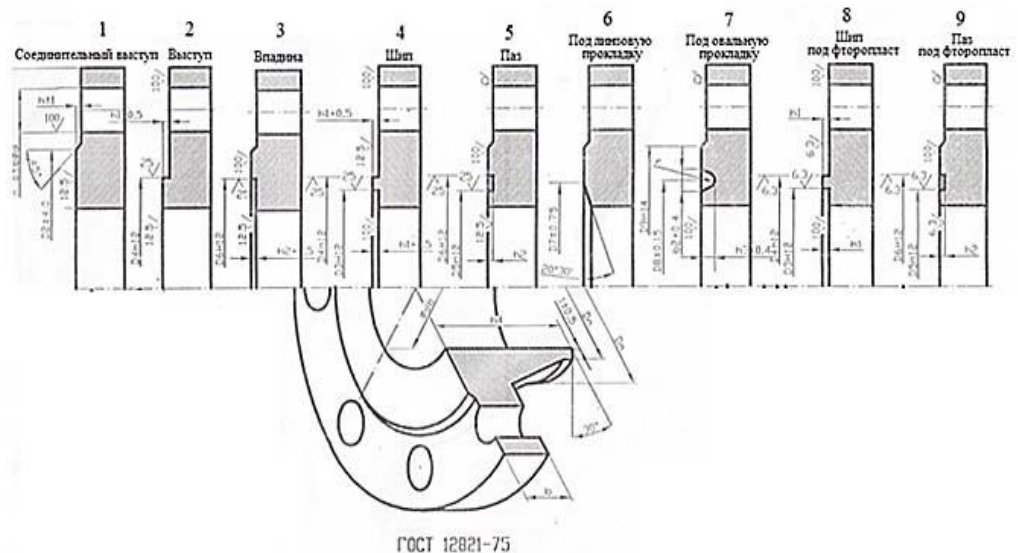


Рисунок 4.2 – Варианты воротникового фланца

Фланцы воротниковые приварные изготавливаются по ГОСТ 12821-80 и могут быть изготовлены в 9-ти различных исполнениях:

- 1 – это фланцы воротниковые с соединительным выступом;
- 2 – это фланцы воротниковые с выступом;
- 3 – это фланцы воротниковые с впадиной;
- 4 – это фланцы воротниковые с шипом;
- 5 – это фланцы воротниковые с пазом;
- 6 – это фланцы воротниковые с вырезом под линзовую прокладку;
- 7 – это фланцы воротниковые с вырезом под овальную прокладку;
- 8 – это фланцы воротниковые с шипом под фторопласт;
- 9 – это фланцы воротниковые с пазом под фторопласт;



Рисунок 4.3 - Фланец плоский

Плоский фланец — фланец рассчитанный на рабочее давление от 0,1 до 2,5 МПа. Плоские фланцы отличаются от воротниковых отсутствием воротника (юбки). Изготовление фланца плоского регламентирует ГОСТ 12820-80, особенность этих фланцев является легкий способ монтажа

соединения с ответными элементами. Плоские фланцы одеваются сверху на трубу и фиксируются сваркой.

После процесса подготовки фланца в зависимости от толщины стенок трубы и воротника необходимо произвести разделку кромок.

Толщина стенок воротника и фланца должна быть одинаковой по ГОСТ 12821-80. Труба и фланец должны быть сделаны из одинакового материала или материала близким по химическому составу, так же как электроды которыми их варят согласно ГОСТ 14771–76.

Далее делаются прихватки в количестве 4 штук толщиной 2.5-3 мм равномерно распределенные по контуру фланца.

5 Контроль качества сварного шва

5.1 Ультразвуковой контроль сварных соединений

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

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

В основе ультразвуковых колебания лежат обычные акустические волны, которые имеют частоту колебания выше 20 кГц. Человек их не слышит. Проникая внутрь металла, волны попадают между его частицами, которые находятся в равновесии, то есть, колеблются в одной фазе. Расстояние между ними равно длине ультразвуковой волны. Этот показатель зависит от скорости прохождения волн через металлический шов и частоты самих колебаний. Зависимость определяется по формуле:

$$L=c/f,$$

где

L – это длина волны;

c – скорость ее перемещения;

f – частота колебаний.

Скорость же зависит от плотности материала. К примеру, в продольном направлении ультразвуковые волны двигаются быстрее, чем в поперечном. То есть, если на пути волны попадутся пустоты (другая среда), то изменится и ее скорость. При этом, встречая на своем пути различные

дефекты, происходит отражение волн от стенок раковин, трещин и пустот. А соответственно и отклонение от направленного потока. Изменение движения оператор видит на мониторе УЗК прибора, и по определенным характеристикам определяет, какой дефект встал на пути движения акустических волн.

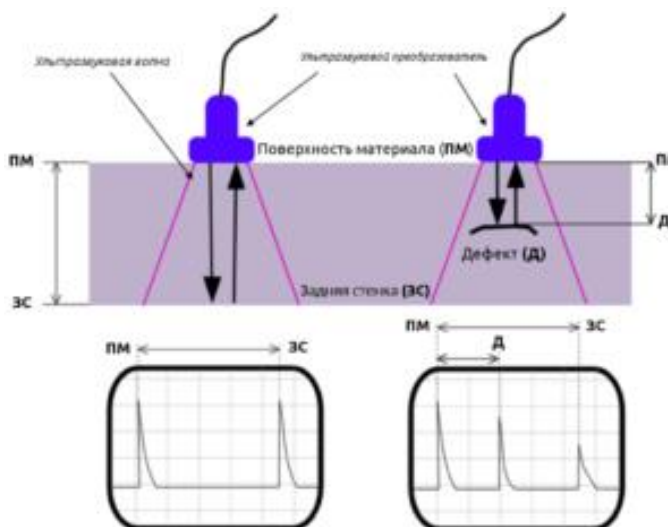


Рисунок 5.1 - Технология ультразвуковой дефектоскопии.
(Слева отсутствие дефекта, справа дефект)

«На сегодняшний день в промышленности применяют пять основных методов проведения УЗК (ГОСТ 23829 – 79), которые отличаются между собой только способом регистрации и оценки данных:

Теневой метод. Заключается в контроле уменьшения амплитуды ультразвуковых колебаний прошедшего и отраженного импульсов.

Зеркально-теневой метод. Обнаруживает дефекты швов по коэффициенту затухания отраженного колебания.

Эхо-зеркальный метод. Заключается в использовании двух аппаратов, которые переключаются в работе и с разных сторон подходят к дефекту.

Дельта-метод. Основывается на контроле ультразвуковой энергии, переизлученной от дефекта. Эхо-метод. Основан на регистрации сигнала отраженного от дефекта» [17].

5.2 Фазированные решетки

УЗД с использованием фазированных решеток отличается от обычного способа за счет того, что можно менять угол наклона луча и его фокусировку, это является хорошим преимуществом данного метода. Геометрия эхо-сигналов за счет своей регулируемости сводит ложные к минимуму, а различные углы ввода многоэлементного датчика позволяют увеличить вероятность выявления дефекта. Этот метод контроля дает проверить сложные по своей геометрии заготовки без надобности сместить датчик или сому заготовку. Очень быстрая, скорость отображения положения дефекта и его размеры.

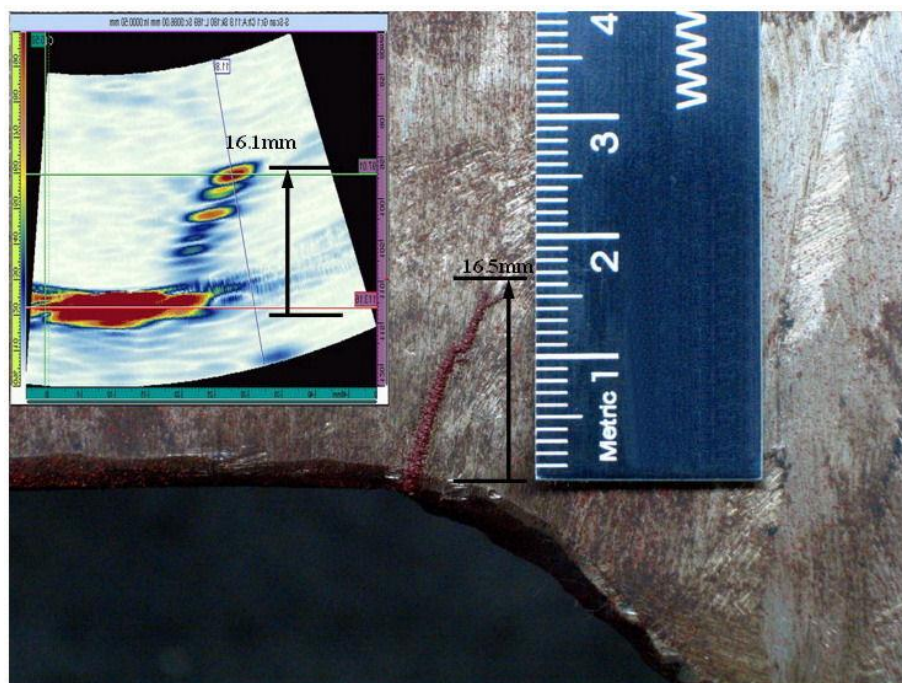


Рисунок 5.2 - Обнаружение и визуализация трещины

«Фазированные решетки представляют собой набор нескольких пьезоэлементов, конструктивно объединенных в одном корпусе преобразователя. Физический принцип работы фазированных решеток в составе УЗ-дефектоскопа заключается в генерации УЗ-волн всеми пьезоэлементами, которые в комплексе формируют УЗ-пучок. Электронное управление углом ввода пучка и анализ отраженных эхосигналов позволяют в режиме реального времени формировать на экране дефектоскопа S-скан, в

виде двумерного изображения сечения. S-скан не только предоставляет оператору наглядную информацию о расположении и координатах дефектов, но и позволяет во многих случаях измерять их реальные размеры. УЗ-пучок от преобразователя типа фазированной решетки может быть направлен под различными углами и сфокусирован на любой глубине, что значительно повышает достоверность обнаружения разно расположенных дефектов. Все это, а также подробная визуализация и скорость контроля являются ключевыми преимуществами данной технологии перед традиционным УЗ-контролем» [17].

«Способ контроля качества сварных соединений ультразвуком широко распространился благодаря простоте и удобству применения, относительно недорогому оборудованию, безопасности использования по сравнению с радиационным методом» [17].

Главным недостатком ультразвукового контроля фазированными решетками является трудность расшифровки графического изображения. Проведения контроля качества таким методом может провести только сертифицированный специалист. Этот метод сложно применять с крупнозернистыми сталями по типу чугуна, но так как в данной магистерской работе металлы такого типа не используются, способ наиболее актуален для труб и фланца большого диаметра.

6 Проверка механических свойств сварных соединений

После того как процесс сварки завершен необходимо выбрать наиболее прочный способ соединения фланца с трубой, для этого необходимо разрезать образцы и проверить их прочность на излом для плоского фланца и на статический изгиб для воротникового фланца.

«При испытании образцов на разрыв (растяжение) предел прочности сварного соединения должен быть не ниже, нижнего предела прочности основного металла труб по ГОСТУ 6996-66»

Полученные после сварки закладные детали фиксируем в тиски для дальнейшего разрезания их на отрезном станке.

6.1 Испытание на статический изгиб

«Испытание на статический изгиб проводится для определения способности сварного шва выдерживать заданную пластическую деформацию, характеризуемую углом изгиба, или для оценки предельной пластичности металла при изгибе. Предельная пластичность характеризуется углом изгиба до образования первой трещины» [29].

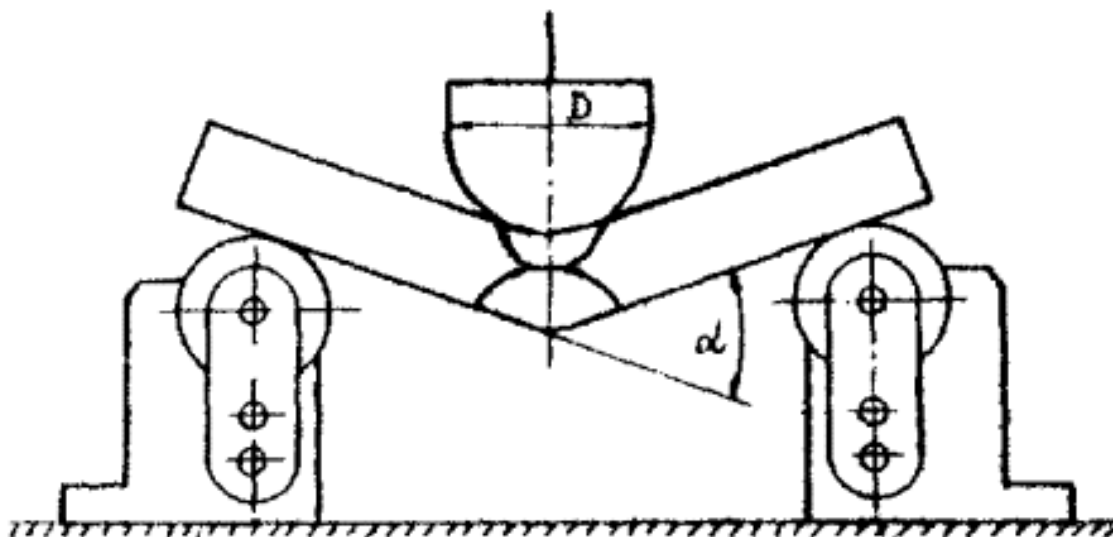


Рисунок 6.1 - Схема испытаний на изгиб до определенного угла α ,
(до первой трещины)

«Обязательным условием проведения испытаний на статический изгиб является плавность нарастания нагрузки на образец. Испытания проводят со скоростью деформации не более 15 мм/мин».

Таблица 6.1 - Размеры плоских образцов в мм

Толщина основного металла, мм	Ширина рабочей части образца, мм	Ширина захватной части образца, мм	Длина рабочей части образца, мм	Общая длина образца, мм
До 6 вкл.	$15 \pm 0,5$	25	50	200
От 6 до 10	$20 \pm 0,5$	30	60	210
От 10 до 20	$25 \pm 0,5$	35	100	250
Более 20	$10 \pm 0,5$	20	100	280

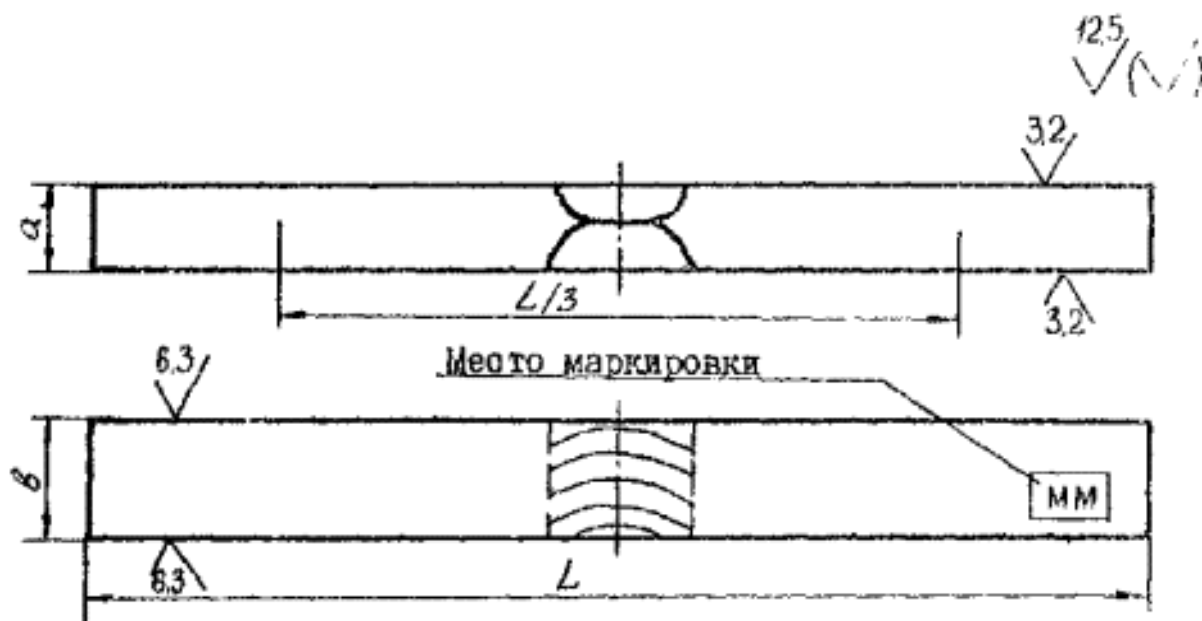


Рисунок 6.2 - Образец на статический изгиб сварного соединения толщиной основного металла до 60 мм

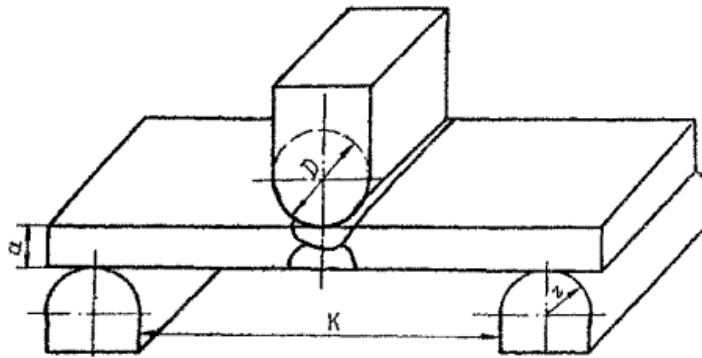
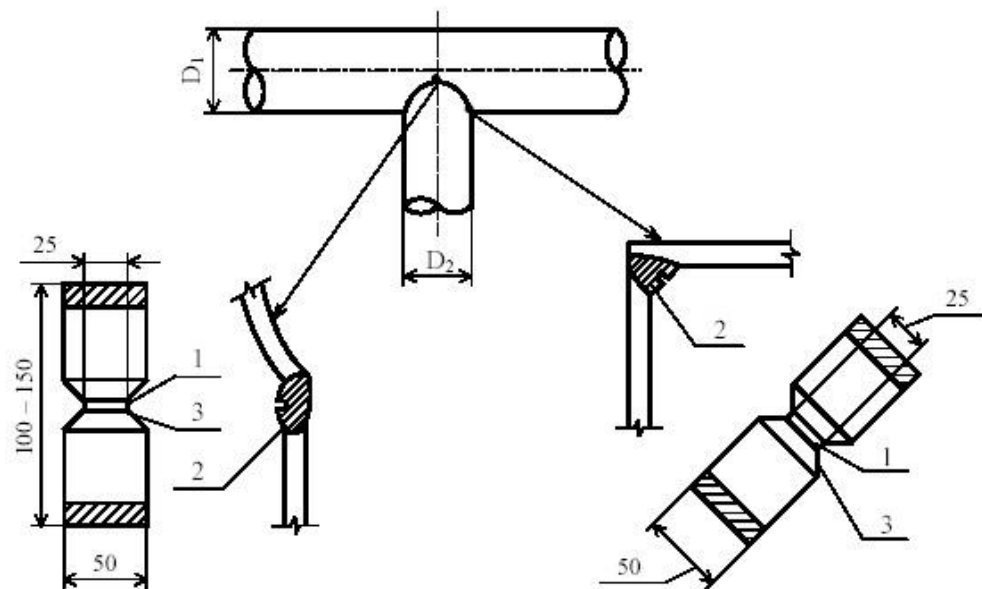


Рисунок 6.3 - Схема испытаний на статический изгиб сварного соединения

* $K = 2,5 D$ - расстояние между опорами

6.2 Механические испытания на излом специальных сварных соединений - прямых врезок

Образцы для испытаний углового соединения должны иметь ширину ≈ 50 мм (± 2 мм) и длину 100-150 мм. Надрез по оси сварного шва выполняют ножовкой на глубину 1,5 мм. (Рис.6.)



1 - надрез ножовкой по оси шва глубиной 1,5 мм; 2 - сварной шов;

3 - обработка сварного шва газовой резкой

Рисунок 6.4 - Форма и размеры образцов для испытания металла шва углового соединения на излом

«При испытаниях металла шва на излом образцы разрушают ударом по свободному участку образца при закрепленном другом участке. Удар наносится со стороны корневого слоя шва. Поверхность излома каждого образца должна продемонстрировать полный провар и сплавление между слоями шва. Максимальный размер любой газовой поры не должен превышать 2 мм, а суммарная площадь всех газовых пор не должна быть более 2% площади излома образца. Глубина шлаковых включений - не более 1 мм, а их длина - не более 3,5 мм. Расстояние между соседними шлаковыми включениями должно быть не менее 13 мм. Любые трещины являются браковочным признаком» [29].

6.3 Оценка механических свойств

Порядок выполнения сварных контрольных соединений и проверка их на отсутствие недопустимых дефектов должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации на контролируемое изделие.

Качество сварных соединений считается неудовлетворительным, если в них при любом виде контроля будут обнаружены внутренние или наружные дефекты, выходящие за пределы норм, установленных нормативно-технической документацией на изготовление контролируемого изделия и производственными инструкциями по сварке и контролю соединений.

«При выполнении испытаний по определению характеристик механических свойств контрольных сварных соединений на отдельных образцах, вырезка заготовок для изготовления образцов должна производиться в соответствии со схемами, установленными производственными инструкциями по сварке и контролю сварных соединений (в зависимости от специфики сварных соединений и положения сварки на различных участках шва).

Все вырезаемые заготовки (для изготовления образцов) должны быть замаркированы по системе, позволяющей определить номер (клеймо, шифр) контрольного соединения и положение, в котором выполнялась сварка на

данном участке (система маркировки заготовок должна быть установлена соответствующей производственной инструкцией).

Образцы, имеющие коробление, трещины, возникающие в результате механической или термической обработки, расслоение, поверхностные дефекты в виде инородных включений (песчаных, шлаковых, газовых раковин и т.д.), плен и механических повреждений, испытаниям не подвергаются.

Готовые образцы передаются вместе с сопроводительным документом в лабораторию механических испытаний. Данные о результатах испытаний заносятся в лабораторный журнал установленного образца. Одновременно производится оформление результата испытаний по определению характеристик механических свойств на бланках установленного образца для выдачи ОТК (Отдел тех. контроля) или цеху.

До начала испытаний все изготовленные образцы должны быть проконтролированы на соответствие формы, размеров, шероховатости поверхностей. Все забракованные образцы, в том числе с выявленными сварочными дефектами, должны быть заменены новыми, вырезанными из этого же контрольного соединения. В случае обнаружения дефектов в металле шва (непроваров, шлака и т.д.) после проведения испытаний образец также заменяется новым» [9].

7 Цинкование металла. Методы оцинковки

В настоящее время защищенность металлоконструкций и любых металлических изделий от возникновения коррозии является очень актуальным вопросом. Цинкование – это самый распространенный способ защиты металла, что считается отличным решением, позволяющим продлить как срок службы конструкции, так и ее эксплуатационную надежность. Методику цинкования можно производить разными технологиями, каждая из которых подбирается индивидуально в зависимости от того типа конструкции к которому ее применяют, но при этом все методы имеют как свои достоинства, так и недостатки. Этот метод подразумевает защиту готовой продукции путем нанесения на поверхность покрытия, в химическом составе которого может находиться до 95% цинка.

Хорошо всем известный факт что металлоконструкции и любые изделия, произведенные из стали, очень сильно подвергаются разного рода коррозиям, особенно в местах эксплуатации с повышенной влажностью. Если оцинковать металлоконструкцию, то это обеспечит ей хорошую защиту от внешних воздействующих факторов, объясняется это тем, что основной металл, с нанесенным на нем цинком создают гальваническую пару, в которой цинк имеет большую степень электроотрицательного заряда в сравнении со сталью.

При воздействии на конструкцию агрессивных факторов внешней среды, основной удар получает именно цинковое покрытие, при этом химическая реакция основного металла практически исключается. Из этого выходит, что защита металлоконструкции будет обеспечена до тех пор, пока цинковое покрытие полностью не разрушится. При всем этом в случае, когда на каких-то участках конструкции по тем или иным причинам покрытия из цинка разрушается под воздействием влаги и кислорода, образуется гидроксид цинка, который тоже обладает хорошими защитными свойствами.



Рисунок 7.1 –преимущество цинкования в сравнение с покрасиванием

Оцинковка стали позволяет обеспечить не только барьерную защиту, но и электрохимическую. Оцинковка производится по разным технологиям с использованием различного оборудования для каждого из них, в некоторых можно выполнить цинкование в домашних условиях, что так же позволит получить хороший результат.

7.1 Методы цинкования

На сегодняшний день цинкование металла осуществляется с помощью следующих методов:

- горячего;
- холодного;
- гальванического;
- газотермического;
- термодиффузионного.

Выбранный метод оцинковки металлоконструкций и других деталей из стали, напрямую зависит от условия их эксплуатации, габаритных

характеристик, состава стали и от характеристик которым должен соответствовать защитный слой. Заранее определяется толщина защитного слоя, не смотря на то какая технология цинкования применяется при производстве, это зависит от того какое время воздействия на металл осуществляет рабочая среда, а так же от температуры обработки. Следует учесть, что при использовании металлических конструкций с покрытым цинком, они не должны подвергаться значительным механическим воздействиям, так как защитное покрытие является достаточно хрупким и может разрушиться.

7.2 Горячее цинкование

Метод горячего цинкования является самым распространенным при производстве опор рекламных щитов, опор освещения и т.д. Данный способ оцинковки хоть и производит одно из самых качественных покрытий цинком в соотношении качества и срока службы обрабатываемой конструкции, но при всем перечне покрытия стальных деталей, заготовок и прочего другого, он занимает второе место. Все это из-за возникновения проблем с экологической безопасностью от того что при работе используются сильные химические реагенты, а сам процесс покрытия идет в расплавленном цинке.

Перед нанесением на поверхность металлоконструкции слой расплавленного цинка, ее нужно подготовить. От качества подготовки поверхности зависит степень сцепления покрытия с основным металлом. Основные этапы подготовки включают в себя: Обезжиривание, промывку после обезжиривания, травление, промывку после травления и последний этап подготовки –флюсование.

Обезжиривание проводится для удаления масляных и других органических загрязнений, для этого используют щелочные и кислотные растворы. Выбор реагента напрямую зависит от типа загрязнения, процесс

проходит при температуре от 60 до 80°. По окончании обезжиривания проводится промывка изделия для удаления остатков жира и раствора.

Следующим этапом подготовки является травление, оно проводится для удаления окалин и ржавчин. При комнатной температуре в 20-25° заготовку окунают в ванну с раствором соляной кислоты при концентрации 120-200г/л. Данный метод очистки очень эффективен, так как позволяет получить блестящую ровную поверхность за счет растворения хлоридов железа. После окончания процедуры травления, так же как и после обезжиривания идет промывка металлоконструкции для снятия остатков раствора травления и солей. Во время промывки на поверхности снова образуются окислы железа, для их удаления делается флюсование, которое является завершающим этапом очистки.

Флюсование позволяет получить тонкий слой пленки, которая позволяет избегать дальнейшего окисления. Основными составными флюса является хлорид аммония и хлорид цинка. Обработка ведется при температуре 60° с концентрацией раствора 400-600 г/л. Ванна должна вовремя очищаться, а состав флюса контролироваться, для этого используют добавки перекись водорода. Вследствие чего на дно ванны осаживаются соли трехвалентного железа.

Далее производится сушка изготовляемого материала, время затраченное на сушку превышает время самого цинкования. Печь для сушки позволяет избавиться от влаги на поверхности металла и дополнительно нагреть заготовку до температуры в 100°.

Для получения качественного покрытия влияет качество и температура цинка, качество стали, а так же время погружения, скорость погружения и скорость поднятия. Если изделие погружать слишком медленно, то флюс расплавится намного раньше, чем нужно и изделие покроется окислами. Слишком быстрое погружение приведет к тому, что флюс не успеет расплавиться и покрытие будет дефектным. Время погружения составляет от

3 до 10 минут, за это время образуется слой шлака, перед тем как достать заготовку его необходимо убрать специальным скребком.

На толщину покрытия влияет скорость поднятия изделия из ванны, чем медленнее извлечение, тем больше толщина покрытия. Это связано со скоростью кристаллизации расплава. Для каждого изделия в зависимости от его габаритов, скорость подъема и наклон определяется индивидуально.

Основные достоинства метода горячей оцинковки:

- Дешевизна (в сравнение с некоторыми другими методами)
- Высокая производительность
- Хорошая теплопроводность
- Многократное увеличение устойчивости конструкции к коррозии
- Способность цинка к самовосстановлению, при получении незначительных повреждений
- Простота оборудования

Основные недостатки метода:

- Размер обрабатываемой детали ограничен габаритами ванны
- Толщина покрытия относительно неравномерна (невозможно получить тонкое покрытие)
- Оцинкованные материалы в основном не поддаются сварочным работам

При помощи этого метода цинкования получают толщину защитного покрытия от нескольких микрон до одного миллиметра.



Рисунок 7.2 –промышленная линия горячей цинковки

7.3 Холодное цинкование

Огромная известность и распространенность, которую в последние годы приобрел метод холодного цинкования, выражается рядом причин. Главная причина состоит в том, что при простоте реализации и высокой технологичности, этот метод оцинковки стали позволяет создавать на поверхности заготовки слой, выделяющийся высокими защитными свойствами. Один из основных факторов холодной оцинковки является то, что для него не требуется никакого оборудования для нанесения слоя цинка. Метод холодного цинкования легко реализуем своими руками.

Метод холодной оцинковки заключается в том, что на поверхность обрабатываемого материала наносится слой цинкосодержащей смеси. При нанесении слоя цинконола или другой смеси можно использовать обычные кисти или валики, а в тех случаях, когда обрабатываемое изделие имеет сложную конфигурацию с труднодоступными местами можно использовать окрасочный пистолет. Защитный слой, на поверхности заготовки получаемый при нанесении цинконола или других смесей, во время холодной оцинковки, содержит от 87 до 93% цинка.



Рисунок 7.3 –схема холодного цинкования

Метод холодного цинкования является безальтернативным в случаях, когда, материалу которому требуется защита от коррозии, не подходят иные методы оцинковки. Использование других технологий оцинковки является невозможным у уже установленных опор линий электропередач, элементов железнодорожных путей, а так же прочих металлических элементов металлоконструкций находящихся в стационарном состоянии (смонтированных в месте эксплуатации).

Цинконол и альтернативные смеси, используемые для покрытия металла, имеют широкое применение в ремонтных работах по восстановлению поврежденных участков, при которых на конструкции необходимо обновить цинковое покрытие. В частных случаях данный способ восстановления очень распространен при ремонте кузовных частей автомобиля (более того, использование цинконола и альтернативных смесей возможно и для первоначального цинкования кузова автомобиля своими руками).

Выполнение метода холодной оцинковки металлических изделий возможно в достаточно большом температурном диапазоне, при том само нанесенное покрытие имеет не только хорошие защитные свойства, но и высокую эластичность, устойчивость к резким перепадам температур.

Метод холодного цинкования как и прочие имеет свои недостатки, к таким можно отнести невысокую устойчивость нанесенного покрытия при возникновении механических воздействий, а так же строгое соблюдение техники безопасности при проведении этого метода, который требует использования органических растворителей.

7.4 Гальванический метод

Метод гальванического цинкования, отличается высокой точностью по толщине нанесенного слоя, при этом слой имеет минимальную шероховатость (хорошая гладкость). Такого результата позволяет достигнуть, электрохимическое воздействие, при котором толщина нанесенного защитного покрытия составляет от 20 до 30 микрон.

«Гальваническое цинкование позволяет регулировать толщину формируемого защитного слоя, при этом он отличается равномерностью и высокой декоративностью. За счет того, что при выполнении гальванической оцинковки металл и цинк, который наносится на его поверхность, соединяются на молекулярном уровне, готовое покрытие отличается исключительно высокой адгезией с основным металлом. Между тем на степень адгезии оказывает влияние наличие на поверхности обрабатываемого изделия жировых и окисных пленок, удалить которые полностью (особенно в условиях массового производства) практически невозможно» [27].



Рисунок 7.4 –гальваническая линия цинкования

«Гальваническое цинкование выполняют следующим образом. Конструкцию, которую необходимо обработать помещают вместе с цинковыми пластинами в электролитный раствор и подключают положительному и отрицательному контактам источника электрического тока. Таким образом, при формировании разности электрических потенциалов пластины начинают растворяться в электролите, молекулы цинка устремляются к поверхности обрабатываемого материала, тем самым оседая на нем и образуя однородный защитный слой.

К наиболее значимому недостатку данного метода можно отнести его достаточно высокую себестоимость, которая складывается не только из стоимости цинковых пластин и электролита. Например, использованный электролит, который содержит достаточно большое количество опасных отходов, необходимо тщательно очищать перед отправкой в канализацию, что также серьезно отражается на себестоимости метода». [27]

7.5 Термодиффузионное цинкование

Термодиффузионная технология цинкования металла (ТДЦ), которую часто называют шерардизацией, была разработана еще в 20-х годах прошлого столетия, но долгое время применялась недостаточно активно. С конца прошлого века оцинковывание металла по данной технологии вновь обрело популярность.

«Сутью данного способа покрытия металла цинком заключается в том, что обрабатываемую деталь вместе с цинкосодержащей сухой смесью помещают в герметичный контейнер, в котором поддерживается температуры 2600° . Под воздействием такой высокой температуры атомы цинка переходят в газообразное состояние, что значительно облегчает их диффузионное проникновение в поверхностный слой обрабатываемого изделия. Используют такую технологию цинкования преимущественно в тех случаях, когда на поверхности обрабатываемого металла необходимо сформировать защитный слой, толщина которого превышает 15 мкм» [27].



Рисунок 7.5 – установка для термодиффузионного цинкования

Термодиффузионное покрытие изделий из металла цинком, подготовка к которому выполняется так же, как и при горячем цинковании, отличается рядом преимуществ, к которым следует отнести:

- полную экологическую безопасность процесса, так как он выполняется в герметичном контейнере;
- практически полное отсутствие пор на готовом защитном покрытии, отличающемся высокой адгезией к обрабатываемой поверхности;
- высокую защитную способность покрытия, полученного по данной технологии (в 5 раз выше, чем у цинкового слоя, сформированного гальваническим способом);
- возможность регулировать толщину цинкового слоя в достаточно большом диапазоне;
- сохранение даже сложной формы и геометрических параметров покрытого цинком изделия;
- отсутствие необходимости в специальной утилизации образующихся отходов.



Рисунок 7.6 – изделия покрытые методом ТДЦ

Есть у данного метода покрытия металлических изделий цинком и свои недостатки, к которым следует отнести:

- не слишком привлекательный грязно-серый цвет готового покрытия и отсутствие металлического блеска;
- невысокую производительность;
- наличие включений цинковой пыли в окружающем воздухе при выполнении такого процесса, что наносит вред человеческому здоровью;
- неоднородность цинкового покрытия по толщине.

7.6 Газо-термическое напыление цинка

«Чтобы покрыть слоем цинка металлический лист или объемную деталь, можно использовать газотермический метод цинкования. Суть такого метода заключается в том, что цинк, присутствующий изначально в составе сухой смеси или проволоки, напыляется на поверхность обрабатываемого изделия в составе газовой среды. Использовать такую технологию оптимально в тех ситуациях, когда цинковый слой надо нанести на крупногабаритные изделия, которые нельзя подвергнуть обработке другими способами» [27].

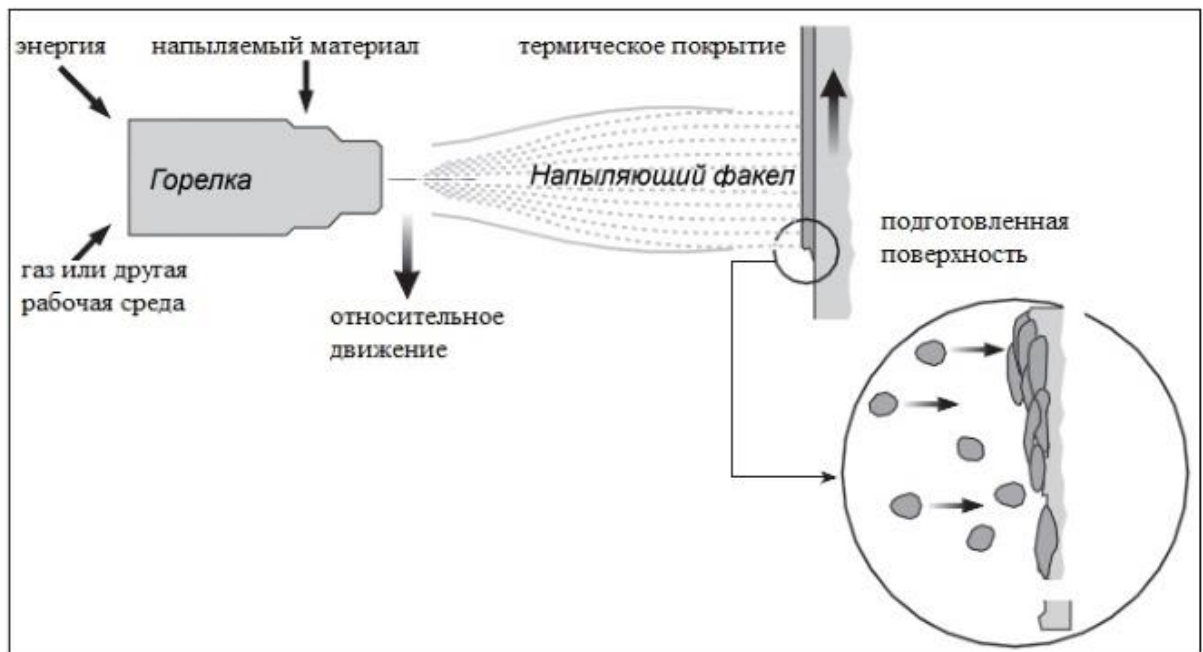


Рисунок 7.7 – принцип газо-термического цинкования

Цинковое покрытие материала при использовании данного метода происходит следующим образом. Сталкиваясь с поверхностью покрываемой конструкции, частицы расплавленного металла формируют тонкий слой схожий с чешуей, это покрытие, имея большое количество пор, дополняют лакокрасочным покрытием. По итогу такого комбинирования нанесенный защитный слой позволяет металлоконструкции долгое время эксплуатироваться в агрессивных средах (повышенная влажность, воздействие морской воды и т.д.).

8 Технология сборки и сварки опор освещения

8.1 Входной контроль материала и подготовка к сборке

На начальном этапе в цех, на входной контроль, поступает труба из стали 09Г2С соответствующая заказанным параметрам. Производится визуальный осмотр на наличие дефектов, замеры толщины стенок трубы при помощи штангенциркуля с отклонением не более ± 0.5 мм, от номинального значения и при помощи рулетки длина трубы с отклонением не более ± 2 мм. Трубы поставляются с прямоугольными или овальными отверстиями (отклонение ± 1 мм) под подводку электрокабелей, либо вырезаются на производстве, если есть необходимое оборудование, но это нецелесообразно, так как занимает лишнее время при производстве. По завершению осмотра трубы отправляют в сборочный цех.



Рисунок 8.1– Закладные детали опоры освещения

Так же как и трубы на входной контроль поступают фланцевые заготовки, того же сплава 09Г2С, которые будут к ним привариваться. Производится визуальный осмотр и замеры всех параметров фланца;

- толщина стенок воротника (должна соответствовать толщине стенок трубы)
- количество болтовых отверстий и их диаметр
- внутренний диаметр центрального отверстия
- диаметр фланца
- высота воротника
- высота дисковой части



Рисунок 8.2—фланец воротниковый

8.2 Разделка кромок под сварку

Предварительная разделка кромок под сварку при толщине металла от 5 мм выполняется обязательно, согласно сварочным нормам. Это делается

для того, чтобы проварка элементов была глубокой, жидкий металл электрода или сварочной проволоки заполнил полости между соединяемыми частями, и застывший шов обеспечил прочность конструкции.

Так как внешний диаметр фланца не превышает 800мм и сварка производится с одной стороны в три прохода, выбирается V-образная разделка кромок с углом 60-70 градусов.

«При односторонней сварке разделку стыков делают в виде буквы V или U. При сварке с обеих сторон реализуется K или X-образные разделки».

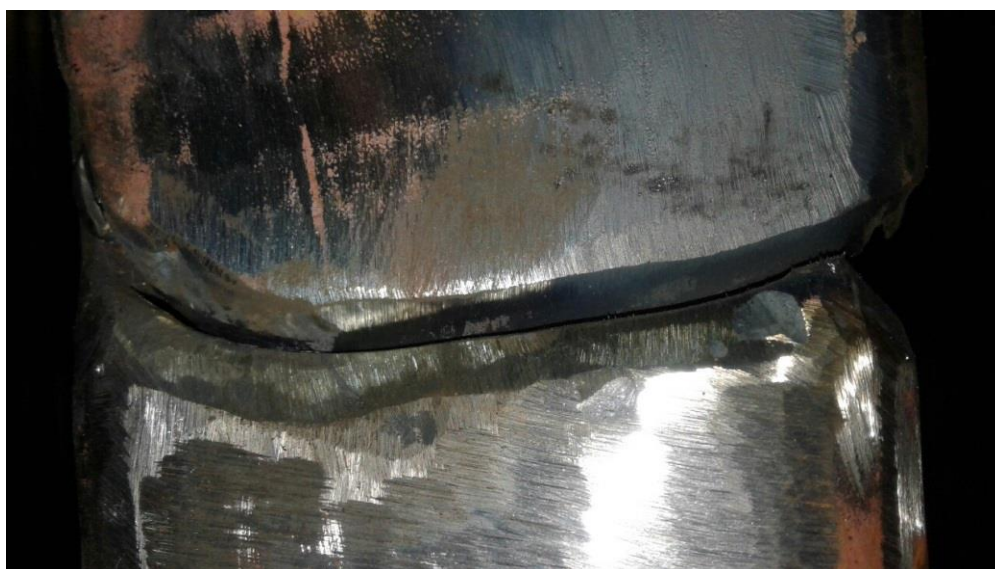


Рисунок 8.3 - V-образная разделка кромок труб

Разделка кромок труб под сварку ГОСТ 16037-80 распространяется на соединения из стали и учитывает особенности соединяемых элементов и типов соединений:

- Параметры конструкции элементов (труб, арматуры);
- Габаритные размеры (диаметр и толщина);
- Тип соединения (С - стыковое, У - угловое и Н - нахлесточное).

Условия и требования, описываемые в стандартах, обязательны к соблюдению и являются определяющими признаками качественной и «правильной» сварки. Они подходят для работы ручной дуговой сваркой,

дуговой сваркой в защитном газе, дуговой сваркой под флюсом и газовой сваркой. Основные условные обозначения подробно описаны в стандарте 16037-80. Принципиально разделка кромок между воротниковым и плоским фланцем не отличается, меняется угол разделки, соответственно 60-70° и 45-55°.

8.3 Сборка закладных деталей и опор освещения

После контроля качества и разделки кромок под сварку начинается сборка. Фланец устанавливается на специальном сборочно-сварочном столе с фланцевой оснасткой, расположенным горизонтально. Фиксируется металлическими креплениями за болтовые отверстия для устойчивости во время сборки. В наружный центратор, который расположен на горизонтальном столе, помещается труба и подводится к фланцу. Труба закрепляется горизонтальными опорами, расположенными на металлических столах, так чтобы максимальное отклонение составляло не более $\pm 2^\circ$ и с зазором между трубой и фланцем в 2.5-3 мм. Зазор между трубой и фланцем нужен для прихваток в количестве 4 штук, которые расположены равноудаленно по всему диаметру детали.

Затем прихватки зачищаются до цвета металла. По окончании процесса сборки начинается процесс сварки.

8.4 Сварка

Сварка экспериментальных образцов будет производиться на том же месте что и сборка.



Рисунок 8.4 –Фланец воротниковый с v- образной обработкой кромки

Размеры воротникового фланца:

D фланцевого отверстия внешний – 92мм;

D фланцевого отверстия внутренний – 80мм;

Толщина стенок воротника– 12мм;

Четыре болтовых отверстия d – 18мм;

D дисковой части – 185 мм;

h фланца без учета воротника – 22,5 мм;

h фланца с воротником – 41 мм.



Рисунок 8.5 –Фланец плоский

Размеры плоского фланца:

D фланцевого отверстия – 56 мм;

D дисковой части – 126 мм;

Четыре болтовых отверстия d – 16 мм;

h фланца – 29 мм.

Марка стали образцов и привариваемых к ним труб 09Г2С, внутренний диаметр трубы соответствует внутреннему диаметру для плоского фланца, для воротникового фланца соответствуют параметрам воротника.

Первым для сварки берем воротниковый фланец со стыковым соединением с трубой и производим механизированную сварку плавящимся электродом в круговую полуавтоматом от сварочного источника инверторного типа марки Ауroma PROOVERMAN 180 MOSFET в 3 прохода.

Силой тока составляет $I=170\text{A}$ (при возможном отклонении в $\pm 10\text{A}$). В процессе сварки при нажатии кнопки на горелке, подается проволока марки Св-08Г2С, $d=1,2\text{мм}$ сплошного сечения, со скоростью подачи $V_{п}=250\text{м/ч}$. Сварка происходит в смеси защитных газов углекислого и аргона ($\text{CO}_2\text{-}90\% + \text{Ar-}10\%$) с расходом 10л/м . За 10 минут производится 3 прохода.

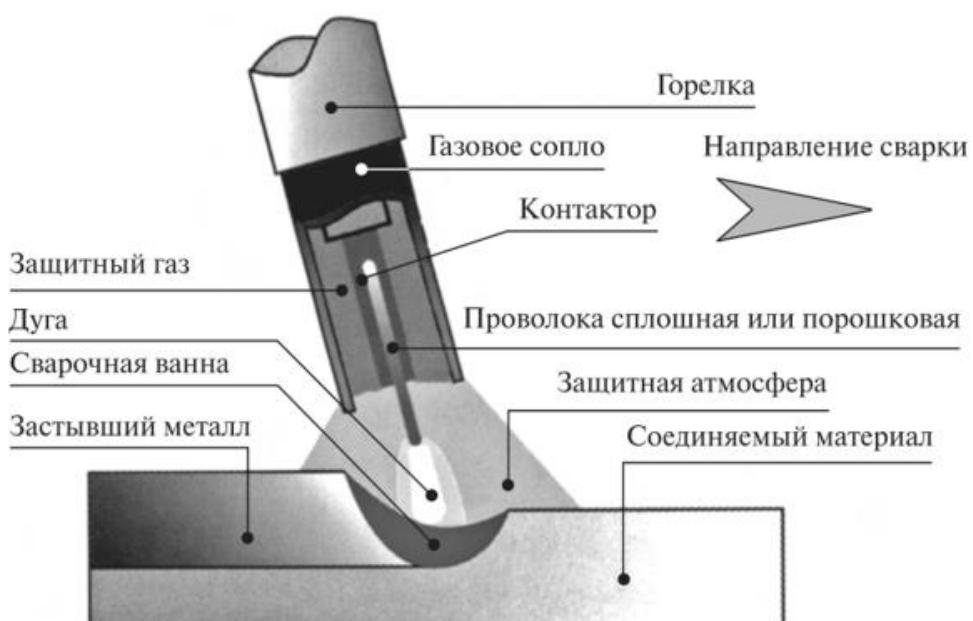


Рисунок 8.6 –Схема сварки плавящимся электродом в среде защитных газов

Вторым берем такой же образец воротникового фланца для сварки ручным способом от сварочного источника тока инверторного типа NOVASTICK 162. Сварочный инвертор NOVASTICK 162 за проход. Силой тока составляет $I=90\text{A}$ (при возможном отклонении в $\pm 5\text{A}$). Электроды, используемые для работы марки УОНИ 13/45. Сварочный электрод УОНИ 13/45 $d=3\text{мм}$, $L_{эл.} = 350\text{ мм}$ с расходом $1,6\text{ кг}$ на 1 кг наплавленного металла. Коэффициент наплавки – $9,5\text{ г/А}\cdot\text{ч}$.

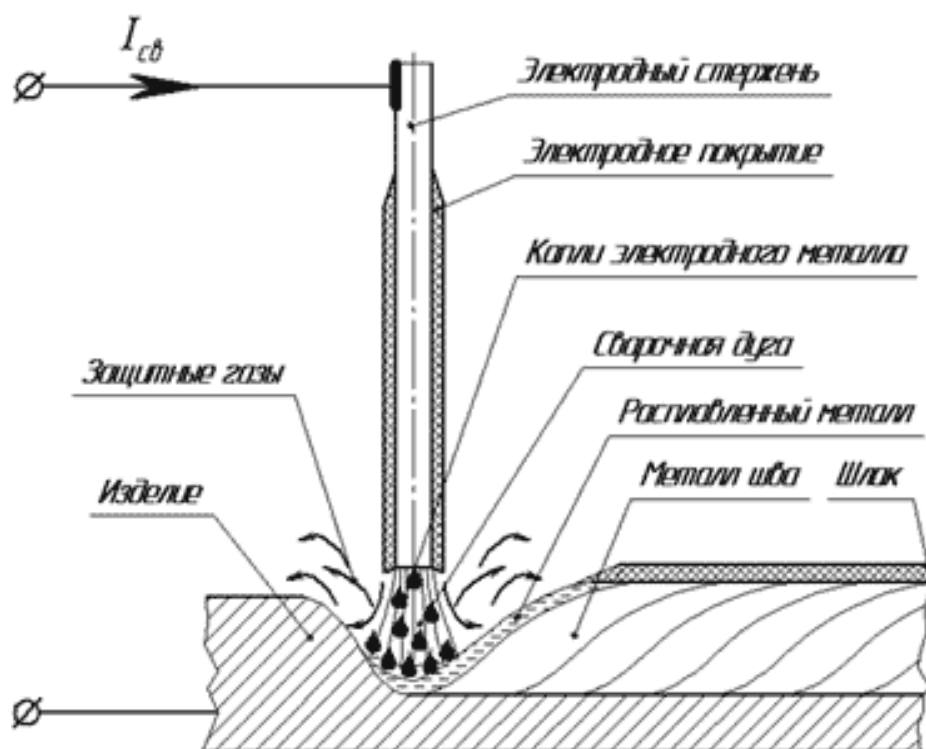


Рисунок 8.7 –Схема сварки ручной дуговой сварки штучным электродом

Далее производится визуальный контроль качества шва.

Сварка плоского фланца производится на тех же режимах сварки и с тем же оборудованием. Сварка производится на внешнем диаметре стыковки трубы и фланца с предварительной разделкой кромок, а так же на второй стороне (внутреннем диаметре) у основания закладной детали по ГОСТ 16037-80, это делается для уплотнения шва. По окончанию процесса сварки производится визуальный контроль и зачистка сварного шва.



Рисунок 8.8 –Сварка плоского накидного фланца опоры освещения



Рисунок 8.9 – Сварка трубы и плоского фланца (внутренний шов)



Рисунок 8.10 –Сварка трубы и плоского фланца (внешний шов)

8.5 Контроль качества

По завершению всех работ по сборке и сварке продукция является практически готовой для отправки на место установки опор освещения. Ультразвуковая дефектоскопия является предпоследним этапом производства. Устанавливаются два датчика; на внешнюю и внутреннюю стенки труб. УСД-50 воспроизводит высокочастотные колебания (около 20кГц), проникающие в стенки металла, при наличие дефекта они отталкиваются и отображают на мониторе на каком расстоянии существует недочет при производстве.



Рисунок 8.11 –УСД 50

8.6 Оцинковка

Завершающим этапом производства опор освещения является оцинковка, сталь 09Г2С не является антикоррозионной, а значит подвержена различного рода химических, термических и др. рода воздействий . За основу взят метод горячего цинкования. Все металлические опоры освещения оцинковываются методом горячего цинкования с толщиной покрытия от 60 до 120 мкм в соответствии с требованиями ГОСТ 9.307-89.

Перед тем как начать оцинковку опора проходит следующие этапы очистки:

1. Очистка и обезжиривание;
2. Травление с использованием кислотных растворов;
3. Промывка после травления;
4. Флюсование
5. Тщательная просушка.

После того как фланцевая опорная часть прошла все предварительные процедуры очистки, ее погружают в специальную ванну, заполненную расплавленным цинком. В результате на поверхности стального изделия формируется тонкий слой, состоящий из железа и цинка (Fe-Zn), который и обеспечивает надежную защиту от коррозии. После извлечения фланцевой закладно детали из цинковой ванны, ее сушат сжатым воздухом, благодаря чему обеспечивается не только просушка, но и удаления излишков цинка. Главным недостатком такого метода является то что, обрабатываемые изделия ограничены размерами цинковой ванны. Между тем крупные предприятия предпочитают именно данный вид обработки от коррозий. Строительные леса, опоры ЛЭП, мачты освещения и другие трубчатые конструкции – осуществляются именно этим методом цинкования.



Рисунок 8.12 – Погружение опор в ванну с горячим цинком

Заключение

Несилловые фланцевые опоры, используемые при производстве фонарных столбов для обеспечения светом область ее применения, являются технически сложной конструкцией, еще на этапе проектирования следует учесть много нюансов, таких как: местность, в которой будет происходить эксплуатация, расчет ветровых нагрузок оказывающих давление на кронштейн, материал изготовления и многое другое.

В ходе проведения данной магистерской диссертации был проведен анализ производства опор освещения который включает в себя: способы крепления фланца с трубой под опоры, методы оцинковки для обеспечения защиты основного металла от коррозии, сравнительный анализ двух используемых способов сварки при производстве, методики контроля качества. Была так же проанализирована конструкции фонарного столба в целом, изучены отличительные особенности воротникового и плоского фланцев по их производству, методов сварки с трубой, а так же экономическая составляющая.

Целью работы являлось повышение производительности фланцевого соединения при производстве фланцевой опоры освещения. Цель была достигнута путем анализа и проведения эксперимента, результатами которого было выявлено, то, что использование плоского фланца в таких конструкциях является не целесообразным. Воротниковый фланец является наиболее приоритетным за счет простоты монтажа на месте установки, скорости сварки фланца с трубой, поскольку выполняется один стыковой шов. Главным преимуществом является возможность демонтажа и повторное использование либо самого фланца, либо трубы, к которой он приварен, что является экономически выгодным любому предприятию.

Список используемых источников

1. В.В. Овчинников, М. А. Гуреева. Механические испытания. Металлы, сварные соединения, покрытия. Учебник. 2015. 230 с.
2. В.С. Виноградов, Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки. М.: Академия. 2001. 319 с.
3. А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007. 247 с.
4. Г.А. Николаев, С.А. Куркин, В.А. Винокуров. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформации конструкций.1982. 272 с.
5. В.Г. Лупачев. Ручная дуговая сварка. 2010. 416 с.
6. В.С. Милютин, Р.Ф. Катаев. Источники питания и оборудование для электрической сварки плавлением. Учебник. 2013. 318 с.
7. Л.П. Шебеко. Оборудование и технология автоматической и полуавтоматической сварки. 1975. 344 с.
8. Ключев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика. Машиностроение, 1995. 390 с.
9. Г.Д. Каркашадзе. Технология сборки и сварки закладных деталей фундамента опоры рекламных щитов. Бакалаврская работа. 201. 68 с.
10. Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ по программам бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры. Тольяттинский государственный университет. 2020. 39 с., ил.
11. ГОСТ 12820-80. Фланцы стальные плоские приварные. 1983. 31 с.
12. ГОСТ 12821-80. Фланцы стальные приварные встык. 1983. 40 с.

- 13.ГОСТ 33259. Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов 2015. 101 с.
- 14.ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные 2009. 39 с.
- 15.Интернет магазин [Электронный ресурс]:
<http://semidelov.ru/mar/zakladnaya-detel-fundamenta-opory-osobennosti-flantsevykh-i-anker/>(Дата обращения: 1.01.2020).
- 16.Интернет магазин [Электронный ресурс]:
<http://lunova.ru/katalog/zakladnye-detali-fundamenta/flantsevye-zakladnye-detali/> (Дата обращения: 2.01.2020).
- 17.Интернет пособие[Электронный ресурс]:
<https://www.pergam.ru/press/blogs/uz-control.htm> дата обращения 29.05.2019
- 18.Справочник статей [Электронный ресурс] :
<http://xlom.ru/spravochnik/stal-09g2s-xarakteristika-primenenie-i-svoystva-stali-09g2s/> (Дата обращения: 27.03.2020).
- 19.Интернет ресурс [Электронный ресурс]: <http://metall.org/obrabotka/prochie/tsinkovanie-metalla-v-domashnih-usloviyah-otsinkovka.html> (Дата обращения: 20.05.2020).
- 20.Справочник антикоррозионных покрытий [Электронный ресурс] :
<http://chem21.info/info/62697/> <https://stroyvopros.net/kryisha/bitumnaya-mastika-vidyi-harakteristiki-i-osobennosti-primeneniya.html> (Дата обращения: 27.05.2020).
- 21.Интернет портал [Электронный ресурс] : http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/09G2s/ (Дата обращения: 28.05.2020).

22. Интернет магазин [Электронный ресурс] :
<http://semidelov.ru/mar/zakladnaya-detal-fundamenta-opory-osobennosti-flantsevykh-i-anker/> (Дата обращения: 19.05.2020).
23. Интернет магазин [Электронный ресурс]:
<http://lunova.ru/katalog/zakladnye-detali-fundamenta/flantsevye-zakladnye-detali/> (Дата обращения: 19.05.2020).
24. Интернет магазин [Электронный ресурс]:
<http://lunova.ru/katalog/zakladnye-detali-fundamenta/ankernye-zakladnye-detali/> (Дата обращения: 19.05.2020).
25. Интернет магазин [Электронный ресурс]: <https://vektor-grupp.ru/articles/1214/> (Дата обращения: 29.05.2020).
26. Интернет магазин [Электронный ресурс]: http://www.aurora-online.ru/catalog/welding/invertornie_poluavtomati/4140/ (Дата обращения: 1.06.2020).
27. Интернет портал [Электронный ресурс]: <http://met-all.org/obrabotka/prochie/tsinkovanie-metalla-v-domashnih-usloviyah-otsinkovka.html/> (дата обращения 13.04.2020)
28. Behavior of bolted circular flange connections subject to tensile loading [Электронный ресурс]: <https://link.springer.com/> (дата обращения 13.04.2020)
29. Machine-assisted travel speed control in manual welding torch operation [Электронный ресурс]: <https://link.springer.com/> (дата обращения 13.04.2020)
30. Finite-element simulation of tack welds in girth welding of a pipe-flange joint [Электронный ресурс]: <https://link.springer.com/> (дата обращения 14.04.2020)

31. Statistical properties of weld beads in butt welded joints with backing plate

[Электронный ресурс]: <https://link.springer.com/> (дата обращения 14.04.2020)

32. The influence of individual components of an industrial gas mixture on the

welding process and the properties of welded joints [Электронный ресурс]:
<https://link.springer.com/> (дата обращения 14.04.2020)