

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет «Заочный»

Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ М.А. Иванов

« ____ » _____ 2019 г.

Совершенствование конструкции и технологии сварки вала
катушки топливозаправщика

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-15.03.01.2019. ПЗ ВКР**

Руководитель работы

Должность

_____ П. А. Данилкин

Подпись

И.О., Фамилия

« ____ » _____ 2019 г.

Автор работы

студент группы П-540

Малкин А. В.

« ____ » _____ 2019 г.

Нормоконтролёр

старший преподаватель

_____ Ю.В. Безганс

« ____ » _____ 2019 г.

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Челябинск, 2019

ВВЕДЕНИЕ

Российская Федерация является одной из наиболее крупных мировых держав, которые производят запасные части к летательным аппаратам. Продукция Российских предприятий широко известна на мировом рынке.

Это стало возможно благодаря применению качественных материалов, грамотных технологий и высокому качеству выпускаемой продукции.

Запасные части выпускаются в виде полностью готовых двигателей, турбин, навигационных приборов и прочих составных элементов. Сборочные единицы изготавливаются на предприятиях Российской Федерации и укрупняются в узлы.

Одним из таких элементов является катушка топливозаправщика АЦ-14. Катушка состоит из сердечника и колес. Наиболее важной частью катушки является сердечник, представляющий собой ось с заглушкой и переходником. Ось изготавливается из нержавеющей стали, поэтому к технологии изготовления применяется повышенное и усиленное внимание.

Катушки предназначены для намотки четырех раздаточных рукавов (каждый длиной 9 м) типа ОРТ-32 (по два раздаточных рукава на катушку) с раздаточными кранами РКТ-32 на катушку в транспортное положение.

Вращающаяся часть катушки с подшипниками установлена на оси, опирающейся на опоры. Топливо из напорной магистрали поступает в полость корпуса оси и в раздаточный рукав.

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

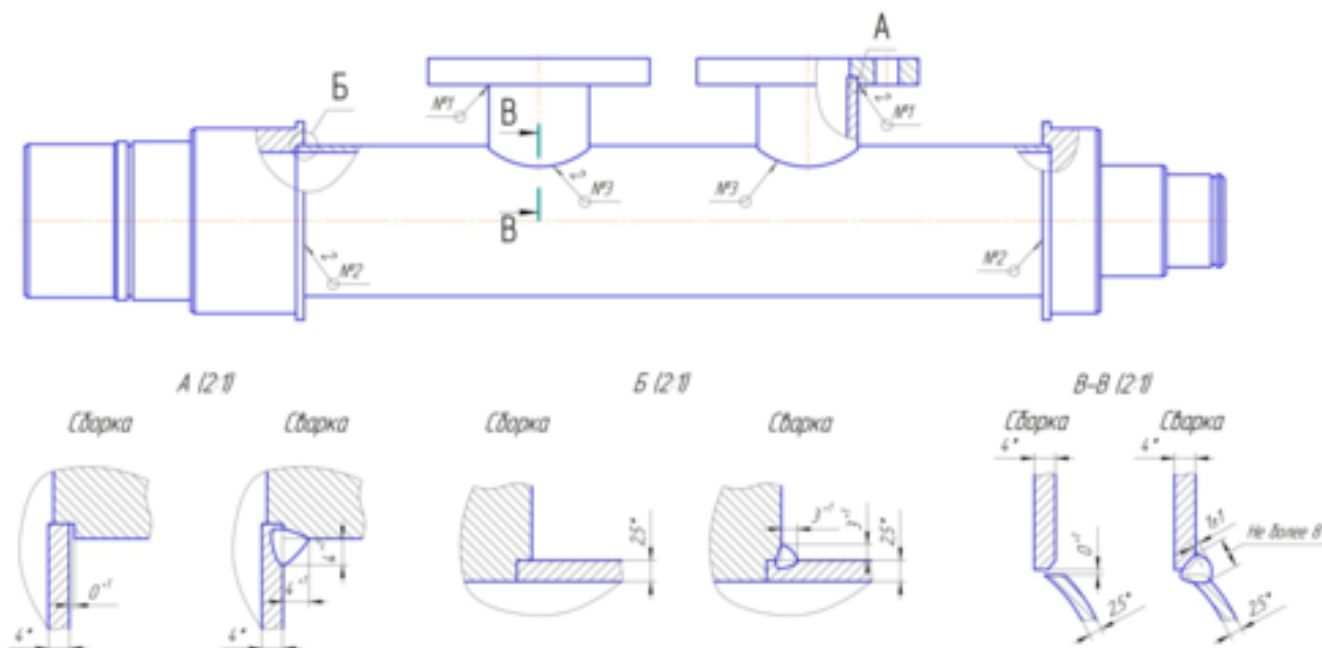


Рисунок 1.2 – Схема расположения и общий вид сварных швов

Конструкция сваривается дуговой сваркой неплавящимся электродом. Ось работает под гидравлическим давлением порядка 0,6 МПа, поэтому сварные швы должны быть прочными, плотными и достаточно пластичными.

При исследовании конструкции был выявлен конструкционный недостаток, в сварочном соединении между деталями конструкции 1 – Патрубок и к нему прилегаемыми деталями 2 – Заглушка и 3 – Переходник. Так как соединения, рассматриваемых деталей, осуществляются ручной аргодуговой сваркой неплавящимся электродом. Существует большой риск не полного проплавления соединения, что может привести к образованию искусственной трещины внутри шва. В свою очередь контрольные испытания данный дефект выявить не в состоянии, так как целью испытаний является задача лишь выявить герметичность исследуемого изделия. А выявленный недостаток в виде внутренней искусственной трещины, проявится на поверхности сварного шва лишь в ходе эксплуатации изделия, что нарушит его герметичность.

1.2 Материал изделия и его свариваемость

Рассмотрим сталь 12Х18Н10Т. Данная сталь используется в тяжелой и легкой промышленности для изготовления деталей, работающих при температурах, не превышающих 600 °С. Также, она используется при изготовлении сварных

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

аппаратов и сосудов, которые работают в различных растворах азотной, уксусной, фосфорной кислот, а также в растворах щелочей и солей. Она может применять и для иных изделий, работающих под давлением при температуре от -196 до +600 °С. В агрессивных же средах рабочая температура не должна превышать значения +350 °С.

Химический состав стали 12X18H10T регламентируется ГОСТ 5632-2014 «Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки». Массовая доля химических элементов в стали 12X18H10T показана в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Массовая доля химических элементов в стали 12X18H10T

В процентах

C	Si	Mn	Ti	S	P	Cr	Ni
Не более							
0,12	0,8	2,0	0,6	0,02	0,04	17,0...19,0	9,0...11,0

Механические свойства стали 12X18H10T регламентируются требованиями ГОСТ 9941-81. Они представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 12X18H10T

Предел текучести σ_T , МПа, не менее	Предел прочности σ_B , МПа, не менее	Относительное удлинение δ_5 , %, не менее
216	549	35

Нержавеющие стали имеют высокий коэффициент теплового расширения, что затрудняет сварку таких изделий. При нагреве сталь быстро расширяется, а при охлаждении межзатомные расстояния приводятся к прежнему значению. Если нагрев будет слишком резким либо будет слишком быстрое охлаждение, то в сварном соединении появятся горячие трещины, а после остывания также и холодные. Поэтому, при разработке технологии сварки конструкций из аустенитных марок сталей должны применяться такие режимы и техника,

$$Cr_{ЭКВ} = Cr + 1,37Mo + 1,5Si + 2Nb + 3Ti, \quad (1)$$

где Cr, Mo, Si, Nb, Ti – массовые доли хрома, молибдена, кремния, ниобия и титана по результатам контроля химического состава методом ковшовой пробы, %. Их значения выбираются по максимальным значениям из таблицы 1.1.

Рассчитаем $Cr_{ЭКВ}$ по формуле (1):

$$Cr_{ЭКВ} = 19 + 1,5 \cdot 0,8 + 3 \cdot 0,6 = 22 \text{ \%}.$$

Определим $Ni_{ЭКВ}$ по формуле:

$$Ni_{ЭКВ} = Ni + 0,31Mn + 22C + 14,2N + Cu, \quad (2)$$

где Ni, Mn, C, N, Cu – массовые доли никеля, марганца, углерода, азота и меди по результатам контроля химического состава методом ковшовой пробы, %. Их значения выбираются по максимальным значениям из таблицы 1.1.

Рассчитаем $Ni_{ЭКВ}$ по формуле (2):

$$Ni_{ЭКВ} = 11 + 0,31 \cdot 2 + 22 \cdot 0,12 = 14,26 \text{ \%}.$$

Вероятность образования горячих трещин определяется из условия

$$\frac{Cr_{ЭКВ}}{Ni_{ЭКВ}} = \frac{22}{14,26} = 1,54. \quad (3)$$

Полученное значение отношения $Cr_{ЭКВ}/Ni_{ЭКВ} > 1,5$, следовательно, сталь марки 12X18H10T не склонна к образованию горячих трещин и применять предварительный подогрев перед сваркой оси не требуется.

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

1.3 Условия эксплуатации изделия

Пропуск через себя дизельного топлива со скоростью не более 500 литров в минуту и под давлением не более 0,5МПа.

Катушки предназначены для намотки четырех раздаточных рукавов (каждый длиной 9 м) типа ОРТ-32 (по два раздаточных рукава на катушку) с раздаточными кранами РКТ-32 на катушку в транспортное положение.

Вращающаяся часть катушки с подшипниками установлена на оси, опирающейся на опоры. Топливо из напорной магистрали поступает в полость корпуса оси и в раздаточный рукав.

Между напорной и всасывающей магистралью установлен предохранительный клапан.

Предохранительный клапан предназначен для ограничения давления в напорной магистрали. Пружина предохранительного клапана отрегулирована на начало открытия при давлении 0,4 МПа (4 кгс/см²). В случае повышения давления в напорной магистрали более 0,5 МПа клапан открывается полностью и топливо перемещается во всасывающий трубопровод, предохраняя насос и трубопроводы от чрезмерного повышения давления.

Регулировка клапана производится на заводе-изготовителе.

В состав системы входят:

- напорные и всасывающие трубопроводы, выполненные из коррозионностойкой стали 12Х18Н10Т;
- дренажный трубопровод с условным проходом Ду25 с двумя шаровыми кранами для слива отстоя из отстойника цистерны;
- сливные трубопроводы с кранами для слива остатков топлива из трубопроводов;

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Базовый вариант технологического процесса

Изготовление деталей производится в цехе механической обработки, поэтому в данном разделе не описывается.

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Все детали, предназначенные для изготовления оси, проходят операцию входного контроля, на которой сверяются сертификатные данные на металл, а также проводится проверка геометрических параметров деталей.

Патрубок изготавливается из трубы $\text{Ø}57 \times 2,5$ мм. Общий вид патрубка показан на рисунке 2.1.

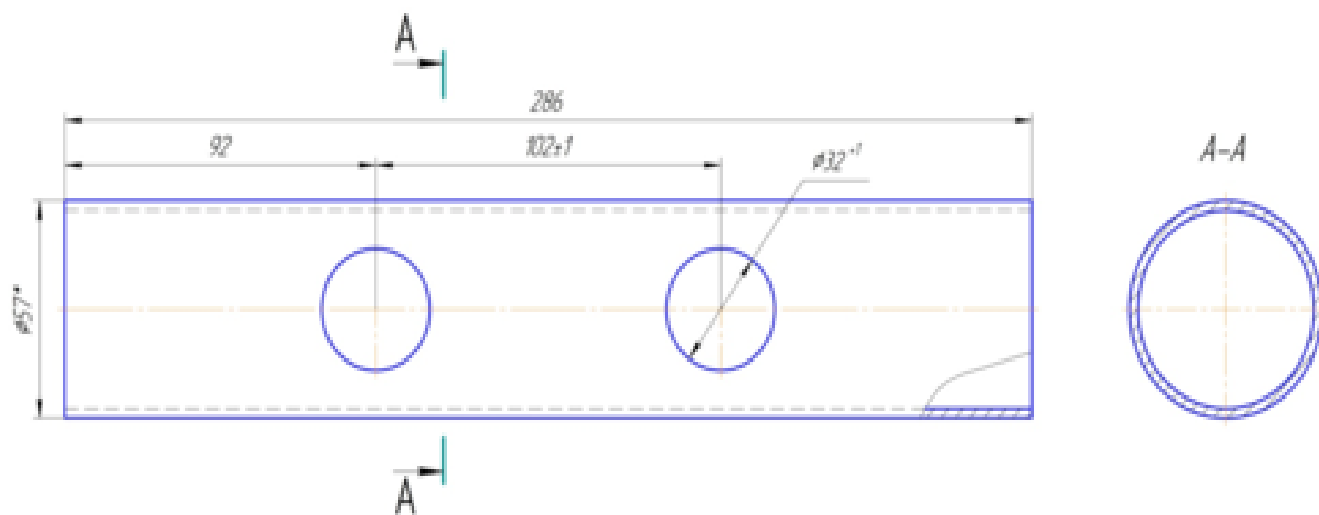


Рисунок 2.1 – Общий вид патрубка

Патрубок имеет два отверстия для установки патрубков (поз. 4).

Заглушка изготавливается точением из круглого проката диаметром 76 мм. Общий вид заглушки до механической обработки перед сваркой и после сварки в составе оси показан на рисунке 2.2.

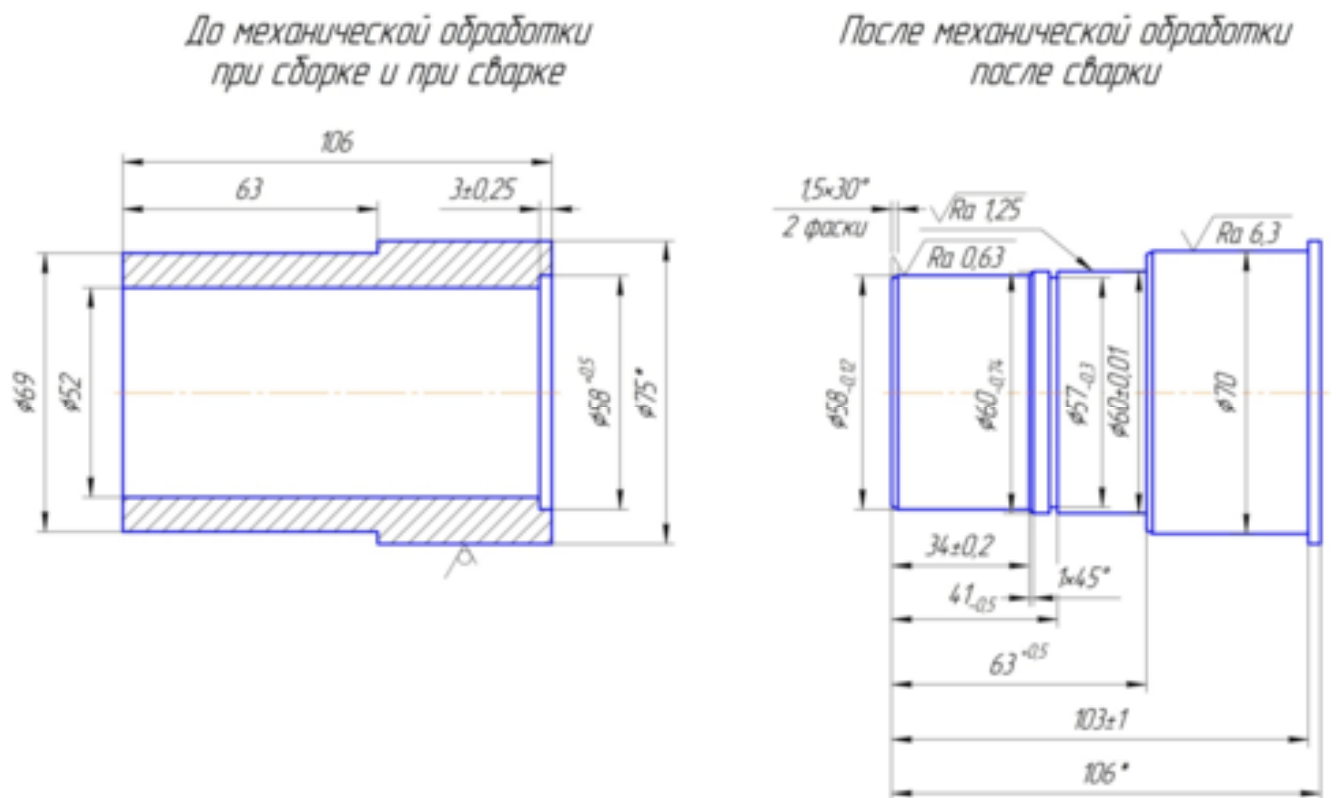


Рисунок 2.3 – Общий вид переходника до механической обработки перед сваркой и после сварки в составе оси

Патрубок изготавливается из трубного проката $\text{Ø}38 \times 4$ мм. Общий вид патрубка показан на рисунке 2.4.

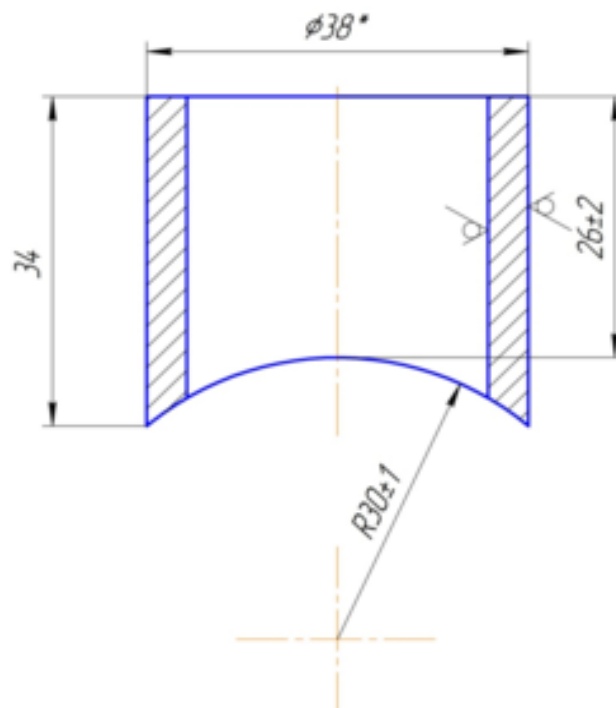


Рисунок 2.4 – Общий вид патрубка

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.382.00 ПЗ

Лист

16

- ветошь;
- шкаф для хранения инструмента;
- тиски слесарные;
- баллоны с аргоном для сварки;
- система местной вентиляции.

Для фиксации элементов между собой при сборке используются упоры и прижимы.

Сборка патрубка с фланцем осуществляется без применения каких-либо приспособлений.

Порядок сборки следующий рисунок 1.1:

- сборка патрубков (поз. 4) с фланцами;
- сборка патрубка (поз. 1) с заглушкой и переходником;
- укрупнительная сборка.

Сборка элементов между собой фиксируется прихватками длиной не более 5 мм с катетом не более 2 мм. Перед сборкой детали протирают «Уайт-спиритом».

Первым этапом сборки является сборка патрубка (поз. 4) с фланцем. Схема сборки показана на рисунке 2.6.

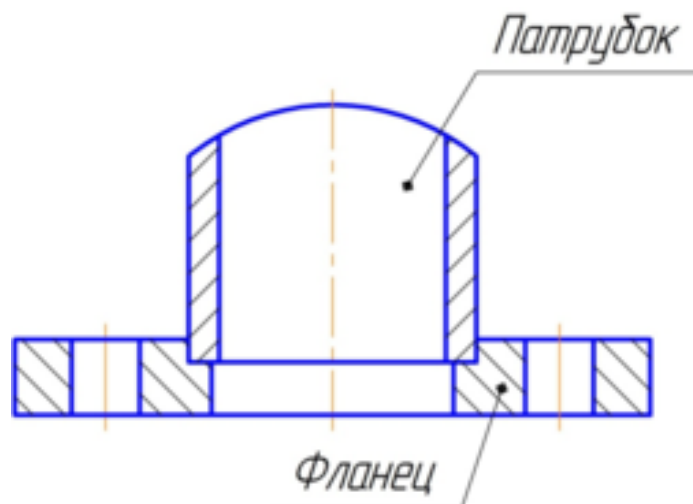


Рисунок 2.6 – Схема сборки патрубка (поз. 4) с фланцем

Сборка фиксируется прихватками. После сборки производится сварка. Шов, соединяющий фланец и патрубок является нестандартным. Общий вид шва показан на рисунке 2.7.

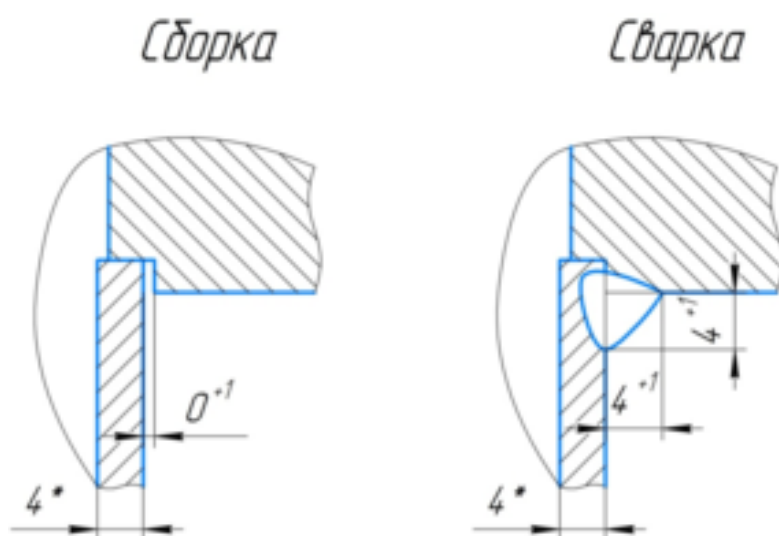


Рисунок 2.7 – Общий вид шва, соединяющего фланец и патрубок (поз. 4)

Сварка производится неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона с присадочной проволокой. Режимы сварки шва показаны в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Режимы сварки швов

И _{св} , А	U _д , В	V _{св} , см/с	Вылет электрода, мм
120...160	15...17	0,2...0,5	3...8

После сварки шов осматривается.

Следующим этапом сборки является сборка патрубка (поз. 1) с заглушкой и переходником. Схема сборки показана на рисунке 2.8.

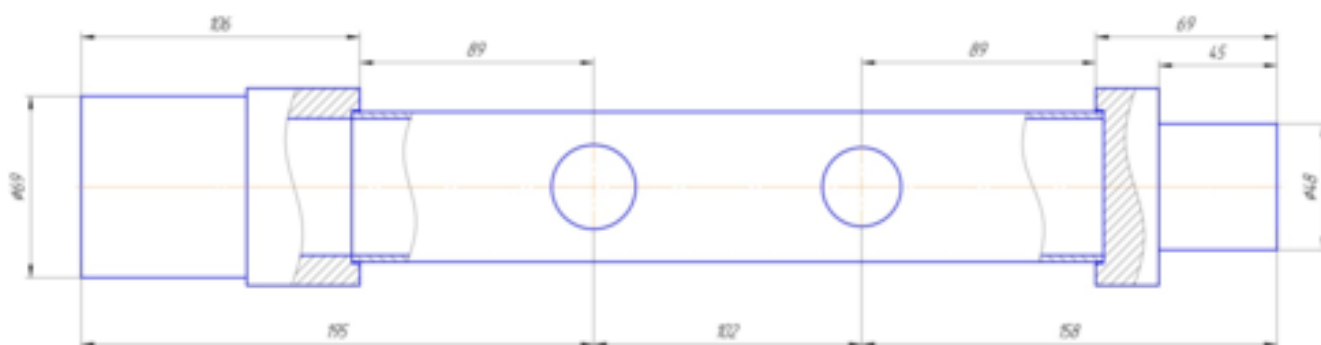
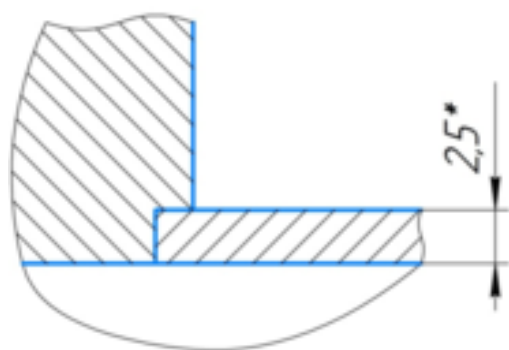


Рисунок 2.8 – Схема сборки патрубка (поз. 1) с заглушкой и переходником

Сборка фиксируется прихватками. После сборки производится сварка. Шов, соединяющий патрубок с заглушкой и патрубок с переходником является нестандартным. Общий вид шва показан на рисунке 2.9.

Сборка



Сварка

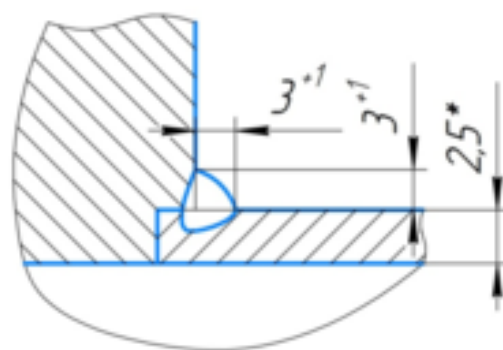


Рисунок 2.9 – Общий вид шва, соединяющего фланец и патрубок (поз. 4)

Режимы сварки шва приведены в таблице 3.

После сварки шов осматривается.

Далее производится укрупнение узла. Схема сборки показана на рисунке 2.10.

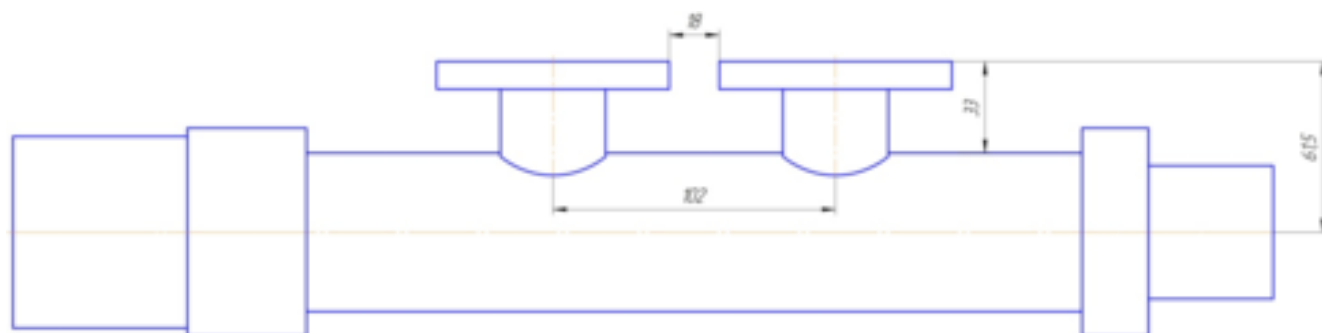


Рисунок 2.10 – Схема сборки при укрупнении

Сборка фиксируется прихватками. После сборки производится сварка. Шов, соединяющий патрубок (поз. 1) с патрубком (поз. 2) является нестандартным. Общий вид шва показан на рисунке 2.11.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.382.00 ПЗ

Лист

20

B-B (2:1)

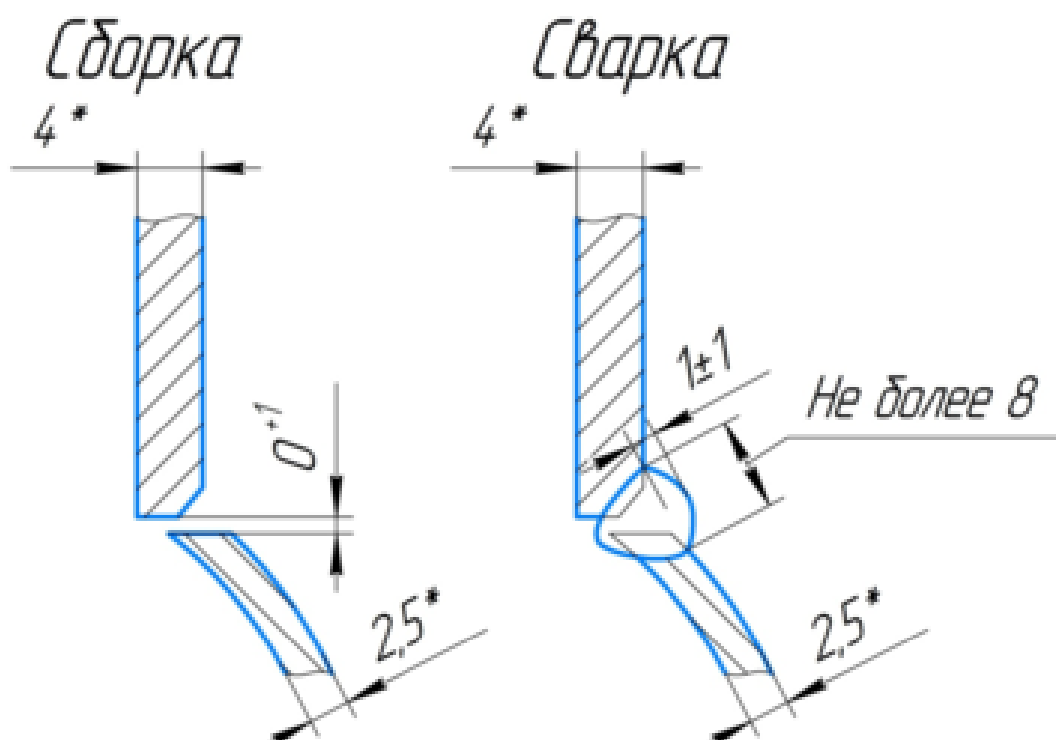


Рисунок 2.11 – Общий вид шва, соединяющего патрубок (поз. 1) с патрубком (поз. 2)

Режимы сварки шва приведены в таблице 2.1. Данный шов сваривается за два прохода.

После сварки шов осматривается.

Сварка всех швов производится после сборки на сварочном посту, огороженном от основного места сборки. На сварочном посту присутствует следующее оборудование:

- стол для сварки;
- источник питания сварочной дуги;
- оборудование для заточки вольфрамового электрода;
- сварочная горелка для сварки неплавящимся электродом;
- туба для хранения присадочной проволоки с самой проволокой;
- баллон с аргоном;
- обезжириватель «Уайт-спирит»;
- борфреза для зачистки сварных швов;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.382.00 ПЗ

Лист

21

- универсальный шаблон сварщика №3;
- универсальный шаблон сварщика №2.

Порядок проведения сварки:

- после доставки собранных узлов на сварочный пост, каждый узел по отдельности укладывается на стол сварщика;
- производится осмотр прихваток. При наличии в прихватке кратера либо трещины, собранный узел возвращается на участок сборки, прихватка вырезается и узел собирается заново;
- после осмотра и принятия решения о качестве прихваток, производится повторное обезжиривание свариваемого стыка «Уайт-спиритом»;
- после обезжиривания производится непосредственно сварка. Сначала варится одна половина периметра шва на режимах, указанных в таблице 2.1;
- производится осмотра сваренной части шва на предмет наличия кратеров и трещин в начале и конце шва. При необходимости производится зачистка дефектных мест;
- далее узел переворачивается на 180° и начинается сварка второй части периметра шва. Начало и конец сварки должны быть смещены относительно предыдущей части на расстояние не менее 5 мм;
- замковые соединения после окончания сварки зачищаются;
- производится визуальный и измерительный контроль сварного шва. При обнаружении недопустимых дефектов, производится ремонт.
- после окончательной сварки узла и визуального и измерительного контроля проводится контроль на герметичность с помощью подачи воздуха в полость оси, и помещение изделия в ёмкость с водой для выявления сквозных отверстий сварочных швов детали.
- после прохождения всех видов неразрушающего контроля и признания стыков годными, проводятся гидравлические испытания. Узел устанавливается в рабочее положение на участке гидроиспытаний. Производится сборка согласно требуемым монтажным размерам. После этого в систему подается давление воды, равное 0,7 МПа и производится выдержка под этим давлением не менее чем 10

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

минут. При этом фиксируется отсутствие течей, потения и остаточной деформации.

После прохождения всех видов испытаний и признания узла годным он отправляется на дальнейшую сборку.

В качестве метода сварки применяется аргонодуговая сварка неплавящимся вольфрамовым электродом. Диаметр вольфрамового электрода равен 3 мм и выбран исходя из толщины свариваемых элементов. Марка вольфрамового электрода, используемая при сварке, WT-20 (красный). Данный тип электрода легирован помимо чистого вольфрама оксидом тория. Данные электроды широко применяются при сварке постоянным током прямой полярности. Рекомендуемый и нежелательный вид заточки вольфрамового электрода показаны на рисунке 2.12.

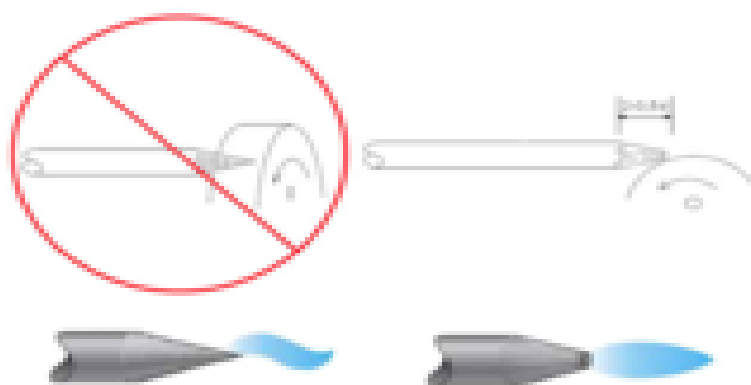


Рисунок 2.12 – Рекомендуемый и нежелательный вид заточки вольфрамового электрод

Согласно рисунку 2.12 рекомендуемый тип заточки электрода должен быть с притуплением торца для равномерности горения дуги. При острой заточке дуга горит неравномерно и имеет место ее отклонение от оси шва.

Для автоматизации данной операции предлагаю использование машинки для заточки вольфрамовых электродов марки WEG 40



Рисунок 2.13 – Машинка для зачистки вольфрамовых электродов WEG 40

В качестве защитной среды используется аргон газообразный высшего сорта, поставляемый согласно ГОСТ 10157-79.

Недостатками применяемой технологии изготовления системы запираания являются:

- сборка и сварка производятся на одном участке, но в разных местах. Это приводит к нежелательным перемещениям собранных изделий и возможному повреждению прихваток и нарушению геометрии узлов;
- сварка производится вручную, что требует высокой квалификации сварщика и повышает вероятность появления дефектов;
- заточка вольфрамовых электродов производится в ручном режиме на шлифовальном станке, что может привести к получению травмы.

При исследовании конструкции мной выявлен конструкционный дефект, в сварочном соединении между деталями конструкции рисунок 1.1 1 – Патрубок и к нему прилегаемыми деталями 2 – Заглушка и 3 – Переходник. Так как

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

соединения, рассматриваемых мною деталей, осуществляются ручной аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом. Существует большой риск не полного проплавления соединения, что может привести к образованию искусственной трещины внутри шва. В свою очередь контрольные испытания данный дефект выявить не в состоянии, так как целью испытаний является задача лишь выявить герметичность исследуемого изделия. А выявленный мной дефект в виде внутренней искусственной трещины, проявится на поверхности сварного шва лишь в ходе эксплуатации изделия, что в итоге нарушит его герметичность.

В ходе выпускной квалификационной работы, уходим от выявленной проблемы двумя способами.

– добавления фаски в 2 мм вместе стыка с 4-патрубком на двух деталях: это 2-заглушка и 3-переходник, что позволит обеспечить полное проплавление соединения;

– добавления ещё одной сварочной операции, для сварки заглушки и переходника с патрубком, это орбитальная сварка. Что поможет полностью исключить появления дефекта из-за некачественной работы выполненной рукой не опытного сварщика.

2.2 Проектируемый вариант технологического процесса

В ходе анализа недостатков базового технологического процесса, предлагаю на их основе внести в базовый технологический процесс следующие изменения:

– для обеспечения гарантированного и полного провара изделия в месте предполагаемого дефекта шов №2 Рисунок 1.1 внести конструкционные изменения в виде добавления фаски на заглушки и переходнике в ходе предварительной механической обработки на токарном станке, высоту фаски определить как 2 мм под углом 45°.

Как изображено на рисунке 2.14

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

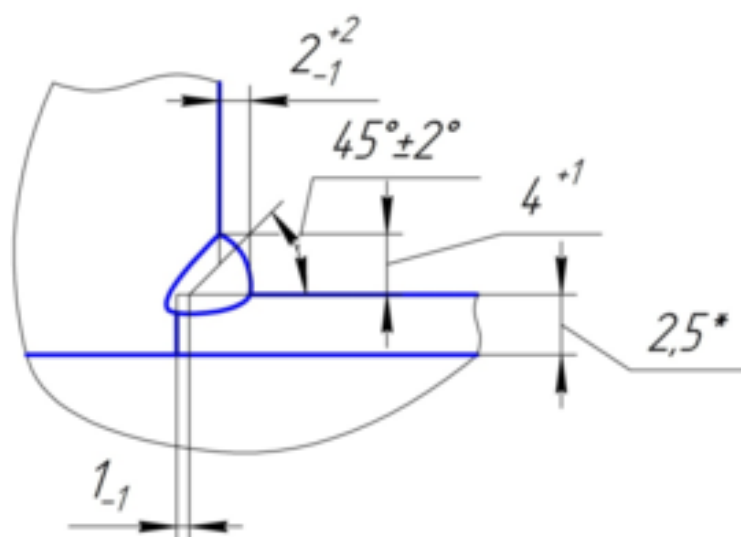


Рисунок 2.14 – Изменение конструкции соединения шва №2

2.3 Выбор способа сварки.

Способ сварки, данного изделия, подразумевается базовым технологическим процессом это аргодуговая сварка неплавящимся вольфрамовым электродом. Этот способ является самым оптимальным для сварки изделий из рассматриваемой стали марки 12X18H10T.

Но так как выявлен недостаток в виде образования нежелательной внутренней трещины в шве № 2 Рисунок 1.1. Для автоматизации производства при условиях увеличения количества изготавливаемых деталей предложено шов №2 Рисунок 1.1 проваривать с помощью полуавтоматического многофункционального сварочного аппарата Rebel™ EMP 215i MIG/MMA/Lift TIG Рисунок 4.14 и при этом использовать автоматический поворотный комплекс «Сварочный вращатель модели KB-100» Рисунок 2.15. Что увеличит производительность и уменьшит риск образования не провара, что в сумме введенной фаской в 2 мм увеличит надёжность изделия. Остальные сварочные соединения №1 и №3 Рисунок 1.1 производить аргодуговой сваркой неплавящимся вольфрамовым электродом.

2.4 Выбор сварочных материалов.

Изделие состоит из стандартной нержавеющей стали марки 12X18H10T. Сварочные материалы, которые можно использовать для сварки данного изделия.

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.382.00 ПЗ				

В качестве присадочного материала используется сварочная проволока в виде прутка марки ОК Tigrod 347Si диаметром 2 мм производства фирмы Esab. Химический состав сварочной проволоки ОК Tigrod 347Si представлен в таблице 4.

Таблица 2.2 – Химический состав сварочной проволоки ОК Tigrod 347Si

В процентах

C, не более	Mn	Si	Cr	Ni	Nb	P	S
						Не более	
0,08	1,0...2,5	0,65...1,0	19,0...21,0	9,0...11,00	0,8...1,0	0,03	0,02

Механические свойства металла, наплавленного при помощи прутка ОК Tigrod 347Si, приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Механические свойства металла, наплавленного при помощи прутка ОК Tigrod 347Si

Предел текучести σ_T , МПа, не менее	Предел прочности σ_B , МПа, не менее	Относительное удлинение δ_5 , %, не менее
440	640	35

Но для рассматриваемого нами шва №2 Рисунок 1.2 предпочтительней сварочная проволока Св.-06Х19Н9Т

Таблица 2.4 – Химический состав сварочной проволоки Св.-06Х19Н9Т

C, не более	Mn	Si	Cr	Ni	Ti	P	S
						Не более	
0,08	1,0...2,0	0,4...1,0	18,0...20,0	8,0...10,00	0,5...1,0	0,03	0,015

2.5 Расчёт режимов сварки

Шов нестандартный и показан на рисунке 2.14.

Сварку будем производить в среде защитных газов сварочной проволокой марки Св.-06Х19Н9Т диаметром 1 мм. Площадь наплавленного металла составляет $F_H = 10 \text{ мм}^2 = 0,1 \text{ см}^2$.

При малом значении площади наплавленного металла возможно сварить

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.382.00 ПЗ					

соединение с разделкой кромок за один проход. При этом, в первую очередь, рассчитываются режимы сварки при условии отсутствия зазора и разделки кромок, а затем с разделкой кромок без зазора. Сварку будем производить на постоянном токе прямой полярности.

Примем, что сила сварочного тока составляет 120 А.

Плотность принятого сварочного тока при диаметре электродной проволоки 1 мм рассчитывается по формуле

$$j = \frac{4I_{СВ}}{\pi d_{Э}^2} = \frac{4 \cdot 120}{3,14 \cdot 1^2} = 152,9 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}. \quad (4)$$

где $I_{СВ} = 120$ – сила тока, А;

$d_{Э} = 1$ – диаметр электродной проволоки, мм.

При диаметре электрода 1 мм плотность сварочного тока находится в интервале 110...300 А/мм². Полученное значение входит в указанный интервал.

Рассчитаем напряжение на дуге по формуле

$$U_{Д} = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{d_{Э}}} I_{СВ} \pm 1, \text{ В}, \quad (5)$$

где $d_{Э} = 1$ – диаметр электродной проволоки, мм;

$I_{СВ} = 120$ – сила сварочного тока, А.

Тогда, по формуле (4,5) получим, что

$$U_{Д} = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{1}} \cdot 120 \pm 1 \approx 26 \pm 1 \text{ В}.$$

Рассчитаем скорость сварки по формуле

$$V_{СВ} = \frac{V_{ПОД}}{F_{Н}} \cdot F_{ЭЛ}, \frac{\text{см}}{\text{с}}, \quad (6)$$

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

где $V_{\text{ПОД}}$ – скорость подачи электродной проволоки, см/с;

$F_{\text{Н}}=0,1$ – площадь поперечного сечения наплавленного металла, см²;

$F_{\text{Э}} = 0,0079$ – площадь сечения электродной проволоки, см².

Рассчитаем скорость подачи электродной проволоки по формуле

$$V_{\text{ПОД}} = \frac{\alpha_{\text{Р}} I_{\text{СВ}}}{3600 F_{\text{ЭЛ}} \gamma}, \frac{\text{см}}{\text{с}}, \quad (7)$$

где $\alpha_{\text{Р}}$ – коэффициент расплавления, г/Ач;

$F_{\text{ЭЛ}} = 0,0079$ – площадь сечения электродной проволоки, см²;

$\gamma = 7,9$ – плотность стали 12Х18Н10Т, г/см³.

Рассчитаем коэффициент расплавления по формуле

$$\alpha_{\text{Р}} = \alpha'_{\text{Р}} + \Delta\alpha_{\text{Р}}, \quad (8)$$

где $\alpha'_{\text{Р}}$ – составляющая, обусловленная тепловложением дуги, г/Ач;

$\Delta\alpha_{\text{Р}}$ – составляющая, зависящая от тепловложения вследствие предварительного нагрева вылета электрода протекающим током, г/Ач.

Составляющая, обусловленная тепловложением дуги $\alpha'_{\text{Р}}$ при сварке постоянным током прямой полярности рассчитывается по формуле

$$\alpha'_{\text{Р}} = 6,3 + \frac{0,0702 I_{\text{СВ}}}{d_{\text{Э}}^{1,035}} = 6,3 + \frac{0,0702 \cdot 120}{1^{1,035}} = 14,7 \frac{\text{г}}{\text{Ач}}. \quad (9)$$

Рассчитаем составляющую, зависящую от тепловложения вследствие предварительного нагрева вылета электрода протекающим током по формуле

$$\Delta\alpha_{\text{Р}} = \frac{3600 Q_{\text{ПП}}}{q_{\text{Э}} I_{\text{СВ}}}, \quad (10)$$

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

где Q_{III} – количество теплоты, расходуемое на предварительный подогрев вылета электродной проволоки протекающим по нему током, кал;

$q_{\text{Э}} = 325$ – количество теплоты, необходимое для расплавления 1 г электродной проволоки, кал/г.

Рассчитаем значение количества теплоты по формуле

$$Q_{\text{III}} = 0,1884j^2 \rho_0 d_{\text{Э}}^2 \left(\frac{V_{\text{Э}}}{a\alpha\beta} (e^{-p_2 l} - 1) - \frac{\alpha(T_{\text{пл}} - T_0)}{p_1} \right), \quad (11)$$

где $j = 15290$ – плотность тока в электроде, А/см²;

$\rho_0 = 0,0000075$ – удельное электрическое сопротивление электродной проволоки Св.-06Х19Н9Т при нуле градусов, Ом·см;

$d_{\text{Э}} = 0,1$ – диаметр электродной проволоки, см;

$V_{\text{Э}}$ – условная скорость подачи электрода, см/с;

$a = 0,0376$ – коэффициент температуропроводности для сварочной проволоки Св.-06Х19Н9Т, см²/с;

$\alpha = 0,0083$ – коэффициент изменения электрического сопротивления с изменением температуры, °С⁻¹;

β – коэффициент, ед;

$l = 1,2$ – вылет электродной проволоки, см;

$T_{\text{пл}} = 1500$ – температура плавления проволоки, °С;

$T_0 = 20$ – начальная температура проволоки, °С;

p_1 и p_2 – коэффициенты, ед.

Рассчитаем коэффициент β по формуле

$$\beta = \frac{0,24j^2 \rho_0}{a\gamma} = \frac{0,24 \cdot 15290^2 \cdot 0,0000075}{0,0376 \cdot 0,96} = 8953,4 \text{ ед.} \quad (12)$$

где $c\gamma = 0,96$ – объемная теплоемкость для сварочной проволоки Св.-06Х19Н9Т, кал/см³°С.

Рассчитаем условную скорость подачи проволоки по формуле

$$V_{\text{Э}} = \frac{4\alpha_p' I_{\text{СВ}}}{3600\pi\gamma d_{\text{Э}}^2} = \frac{4 \cdot 14,7 \cdot 120}{3600 \cdot 3,14 \cdot 7,9 \cdot 0,1^2} = 7,9 \text{ см/с.} \quad (13)$$

Рассчитаем коэффициенты p_1 и p_2 по формуле

$$\begin{cases} p_1 = -\frac{V_{\text{Э}}}{2a} - \sqrt{\frac{V_{\text{Э}}^2}{4a^2} - \alpha\beta} = -\frac{7,9}{2 \cdot 0,0376} - \sqrt{\frac{7,9^2}{4 \cdot 0,0376^2} - 0,0083 \cdot 8953,4} = -209,8 \text{ ед;} \\ p_2 = -\frac{V_{\text{Э}}}{2a} + \sqrt{\frac{V_{\text{Э}}^2}{4a^2} - \alpha\beta} = -\frac{7,9}{2 \cdot 0,0376} + \sqrt{\frac{7,9^2}{4 \cdot 0,0376^2} - 0,0083 \cdot 8953,4} = -0,4 \text{ ед.} \end{cases} \quad (14)$$

Тогда, по формуле (11) получим, что

$$Q_{\text{III}} = 0,1884 \cdot 15290^2 \cdot 0,0000075 \cdot 0,1^2 \cdot \left(\frac{7,9}{0,0376 \cdot 0,0083 \cdot 8953,4} (e^{-0,4 \cdot 1,2} - 1) - \frac{0,0083 \cdot (1500 - 20)}{-209,8} \right) = 6,1 \text{ кал.}$$

Следовательно, по формуле (10)

$$\Delta\alpha_p = \frac{3600 \cdot 6,1}{325 \cdot 120} = 0,6 \frac{\text{г}}{\text{Ач}}.$$

Тогда, по формуле (9) коэффициент расплавления

$$\alpha_p = 14,7 + 0,6 = 15,3 \frac{\text{г}}{\text{Ач}}.$$

									Лист
									31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.382.00 ПЗ				

Следовательно, по формуле (7) получим, что

$$V_{\text{ПОД}} = \frac{15,3 \cdot 120}{3600 \cdot 0,0079 \cdot 7,8} = 8,2 \frac{\text{см}}{\text{с}}.$$

Тогда, по формуле (6) получим, что

$$V_{\text{СВ}} = \frac{8,2}{0,1} \cdot 0,0079 = 0,62 \frac{\text{см}}{\text{с}}.$$

Рассчитаем погонную энергию при сварке по формуле

$$q_{\text{ПОГ}} = \frac{0,24 U_{\text{Д}} I_{\text{СВ}} \eta}{V_{\text{СВ}}}, \frac{\text{кал}}{\text{см}}, \quad (15)$$

где $\eta = 0,85$ – эффективный КПД нагрева изделия дугой.

Тогда, по формуле (15) получим, что

$$q_{\text{ПОГ}} = \frac{0,24 \cdot 26 \cdot 120 \cdot 0,85}{0,62} = 1026,6 \frac{\text{кал}}{\text{см}}.$$

Рассчитаем глубину провара по формуле

$$h = 0,0165 \sqrt{\frac{q_{\text{П}}}{\psi_{\text{ПР}}}}, \quad (16)$$

где $q_{\text{П}}$ – величина погонной энергии, кал/см;

$\psi_{\text{ПР}}$ – коэффициент формы провара, ед.

Рассчитаем коэффициент формы провара по формуле

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

$$\Psi_{\text{ПР}} = \frac{k'(19-0,01I_{\text{СВ}})d_{\text{Э}}U_{\text{Д}}}{I_{\text{СВ}}}, \quad (17)$$

где $k' = 1,12$ – коэффициент, зависящий от плотности и полярности тока при плотности тока $j > 120 \text{ А/мм}^2$, ед.

Тогда, по формуле (17) получим, что

$$\Psi_{\text{ПР}} = \frac{0,92 \cdot (19-0,01 \cdot 120) \cdot 1 \cdot 26}{120} = 4,3 \text{ ед.}$$

Тогда, по формуле (16) получим, что

$$h = 0,0165 \cdot \sqrt{\frac{1026,6}{4,3}} = 0,25 \text{ см.}$$

Рассчитаем ширину шва по формуле

$$B = \Psi_{\text{ПР}} h = 4,3 \cdot 0,25 = 1,08 \text{ см.} \quad (18)$$

Рассчитаем высоту валика по формуле

$$C = \frac{F_{\text{Н}}}{0,73B} = \frac{0,1}{0,73 \cdot 1,08} = 0,17 \text{ см.} \quad (19)$$

Рассчитаем общую высоту шва по формуле

$$D = h + C = 0,25 + 0,17 = 0,42 \text{ см.} \quad (20)$$

Рассчитаем параметры режима сварки наружной части шва №2 рисунок 1.1 при условии наличия разделки кромок и отсутствия зазора. При данном условии

										Лист
										33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.382.00 ПЗ					

высота валика рассчитывается по формуле

$$C_2 = \frac{F_H - h^2 \operatorname{tg} \alpha}{0,73B} = \frac{0,1 - 0,2^2 \cdot 1}{0,73 \cdot 1,08} = 0,1 \text{ см.} \quad (21)$$

Рассчитаем значение глубины провара по формуле

$$h_1 = D - C_2 = 0,42 - 0,1 = 0,32 \text{ см.} \quad (22)$$

Рассчитаем мгновенную скорость охлаждения металла по формуле

$$\bar{\omega} = \bar{\omega} 2\pi\lambda \frac{(T_M - T_0)^2}{k_1 q_{\text{ПОГ}}}, \frac{^\circ\text{C}}{\text{с}}, \quad (23)$$

где $\bar{\omega}$ – безразмерный критерий процесса, ед;

$\lambda = 0,129$ – коэффициент теплопроводности, кал·с/см °С;

$T_M = 500$ – температура наименьшей устойчивости аустенита, °С;

$T_0 = 20$ – начальная температура изделия, °С;

$k_1 = 2/3$ – коэффициент приведения для углового шва, ед.

Безразмерный критерий процесса $\bar{\omega}$ зависит от другого безразмерного критерия, который определяется по формуле

$$\frac{1}{\theta} = \frac{2k_1 q_{\text{ПОГ}}}{\pi(\delta k_2)^2 c\gamma (T_M - T_0)} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 1026,6}{3 \cdot 3,14 \cdot (0,25 \cdot 1)^2 \cdot 0,96 \cdot (500 - 20)} = 15,1. \quad (24)$$

где $c\gamma = 0,96$ – объемная теплоемкость, кал/см³°С;

$k_2 = 1$ – коэффициент приведения для углового шва, ед.

При значении безразмерного критерия 15,1 величина $\bar{\omega}$ рассчитывается по формуле

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$\bar{\omega} = \frac{2}{\pi \cdot 1/\theta} = \frac{2}{3,14 \cdot 15,1} = 0,04. \quad (25)$$

Тогда, по формуле (20) получим, что

$$\omega = 0,04 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 0,129 \cdot \frac{3 \cdot (500 - 20)^2}{2 \cdot 1026,6} = 10,9 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{с}}.$$

Интервал мгновенных скоростей охлаждения для стали 12Х18Н10 составляет 6...50 °С/с. Полученное значение входит в указанный интервал.

2.5 Выбор сварочного оборудования.

– для повышения производительности и ухода от высокой квалификации сварщика в случае выявленным недостатком, предлагаю производить сварку шва №2 рисунок 1.1 с автоматической подачи проволоки диаметром 1 мм многофункциональный сварочный аппарат Rebel™ EMP 215i MIG/MMA/Lift TIG



Рисунок 2.15 – Многофункциональный сварочный аппарат Rebel™ EMP 215i MIG/MMA/Lift TIG

Сварочные аппараты серии Rebel™ имеют универсальное питание 120/230 В и поддерживают новейшие технологии сварки. В революционной конструкции

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35



Рисунок 2.16 – Сварочный вращатель модели KV – 100

Сварочный вращатель модели KV – 100 предназначен для позиционирования свариваемой заготовки массой до 100 кг от вертикального до горизонтального положения, как при сборке, так и при сварки. Используется для сварки кольцевых швов труб, обечаек, валов и тому подобных изделий. Позиционер оснащен планшайбой, на которой крепится зажимной патрон, с помощью которого заготовка крепко фиксируется на сварочном столе. После этого выставляется необходимый угол наклона заготовки и на блоке управления устанавливаются необходимые параметры скорости вращения.

Сварочный позиционер KV – 100 имеет максимальную грузоподъемность в 100 кг при вертикальном положении планшайбы и 50 кг при горизонтальном. Скорость вращения регулируется плавно в пределах от 0,5 до 5 оборотов в минуту, что позволяет с абсолютной точностью выставить скорость равную скорости сварки. Наклон планшайбы осуществляется за счет вращения рукоятки механизма наклона, угол наклона планшайбы можно точно выставить от 0 до 90 градусов, для этого на вращателе установлена угловая шкала наклона. В центре планшайбы имеется сквозное отверстие диаметром 45 мм для зажима длинных труб и арматуры. Максимальный диаметр изделий для зажима с использование комплектного быстрозажимного патрона составляет 170 – 280 мм при зажиме с

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

внутренней части, при зажиме снаружи изделия диаметр составляет 10 – 400 мм. В стандартной комплектации позиционер оснащается быстрозажимным 3-х кулачковым патроном KD-100.

Таким образом, сварочный позиционер KB-100 представляет собой вспомогательную установку для сварки металлических заготовок цилиндрической формы, со сложной геометрией, резки труб и другой обработки, где требуется вращение заготовок. Дополнительно установку можно оснастить холостой роликовой секцией для изделий большой длины, штативом для сварочной горелки и плазменного резака.

Сварка производится швов №1 и №3 Рисунок 1.1 при помощи сварочной горелки, предназначенной для аргодуговой сварки марки WP-26F 180A. Общий вид горелки WP-26F 180A показан на рисунке 2.17.

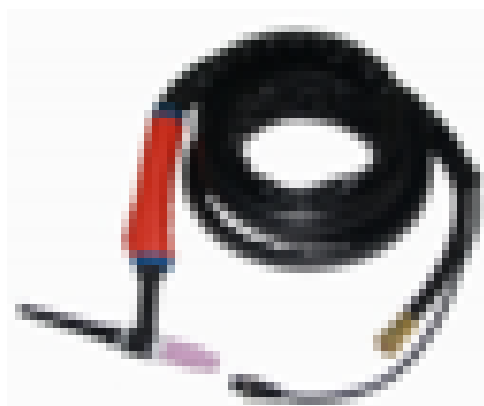


Рисунок 2.17 – Общий вид горелки WP-26F 180A

Технические характеристики горелки WP-26F 180A представлены в таблице 6.

Таблица 2.6 – Технические характеристики горелки WP-26F 180A

Характеристика	Значение
Максимальный сварочный ток, А:	
– постоянный	180
– переменный	130
Диаметр используемых электродов, мм	1,6...4,0
Продолжительность нагрузки, %	35
Тип охлаждения	Газовое
Длина шланга, м	4

Строение горелки показано на рисунке 2.18



Рисунок 2.18 – Строение горелки

Как видно из рисунка 2.18 строение грелки относительно простое. Цанга при помощи резьбы вкручивается в корпус, затем также монтируется сопло. Через тыльный колпачок вольфрамовый электрод подается в зону сварки.

В качестве источника питания сварочной дуги используется инверторный источник питания марки AuroraPRO IRONMAN 200 AC/DC. Общий вид источника питания AuroraPRO IRONMAN 200 AC/DC показан на рисунке 2.19.

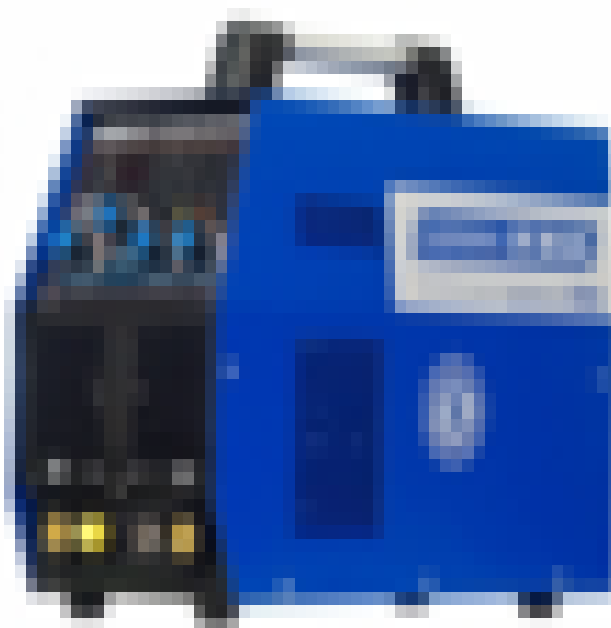


Рисунок 2.19 – Общий вид источника питания AuroraPRO IRONMAN 200 AC/DC

Технические характеристики источника питания AuroraPRO IRONMAN 200 AC/DC показаны в таблице 2.7.

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Таблица 2.7 – Технические характеристики источника питания AuroraPRO
IRONMAN 200 AC/DC

Характеристика	Значение
Напряжение питающей сети, В	220
Потребляемая мощность, кВт	4,5
Напряжение холостого хода, В	56
Диапазон сварочного тока, А	10...200
Режим работы при 40°C, %	60
Габаритные размеры, мм	455×204×368
Масса, кг	14,7

Аргон поставляется в баллоне, показанном на рисунке 2.20



Рисунок 2.20 – Баллон для аргона

Существующая технология изготовления позволяет изготавливать 12 узлов за одну смену. При этом задействовано следующее количество работников:

- на операции сборки – 1 сборщик и 1 сварщик;
- на операции сварки – 1 сварщик;
- на операции контроля – 1 контролер;
- на операции капиллярного контроля – 1 дефектоскопист.

Сборка производится на столе слесарном. Общий вид слесарного стола показан на рисунке 2.21.

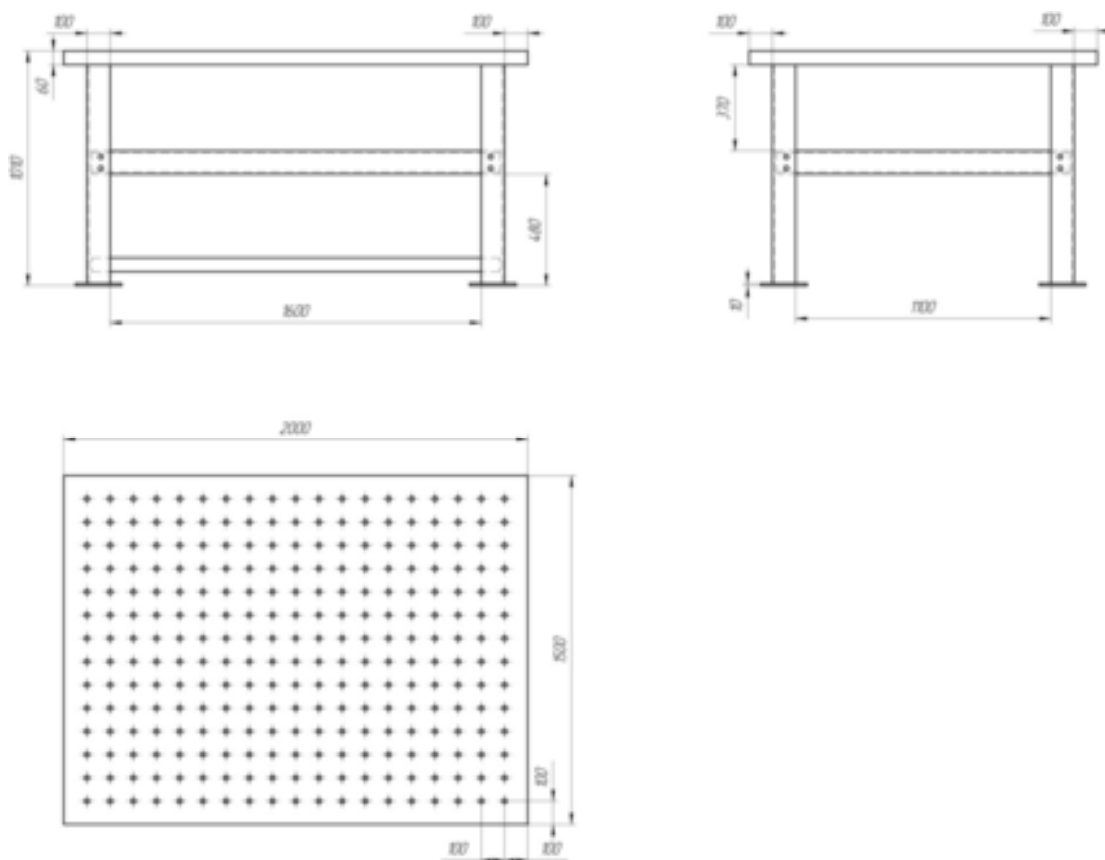


Рисунок 2.21 – Общий вид слесарного стола

Сборка и фиксирование узлов производится при помощи ложементов и упоров, показанных на рисунках 2.22 и 2.23 соответственно.

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

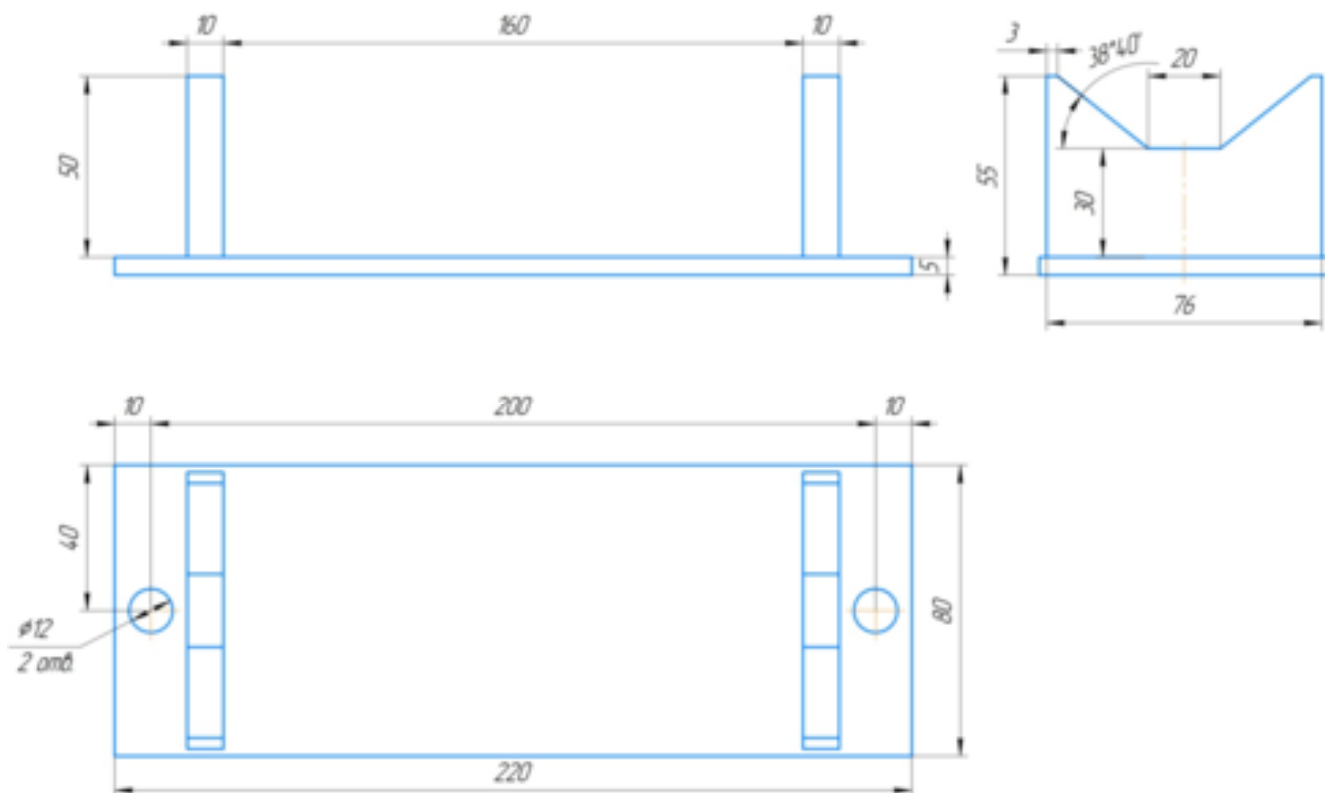


Рисунок 2.22 – Ложмент

Ложмент предназначен для того, чтобы фиксировать положение патрубка (поз. 1) при сборке.

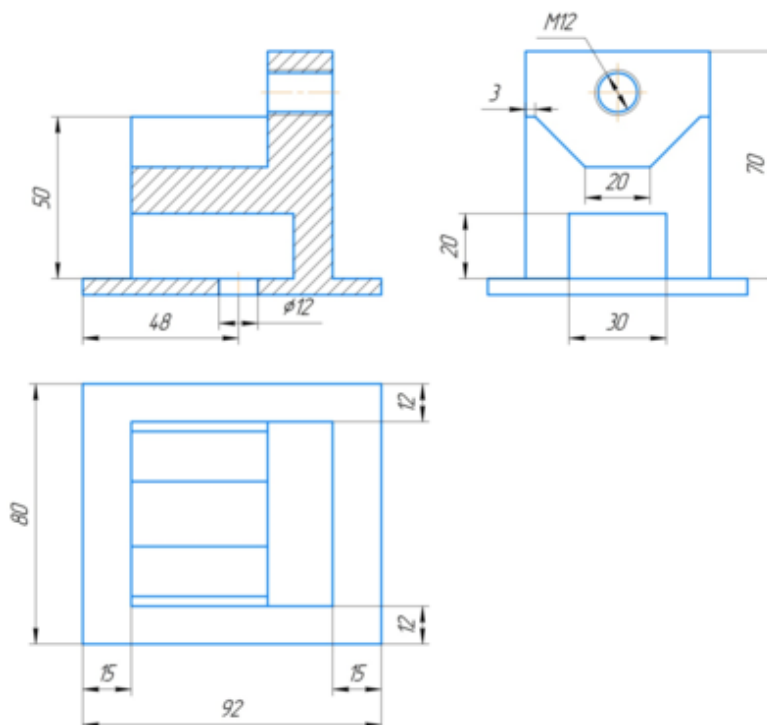


Рисунок 2.23 – Упор для фиксации переходника и заглушки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.382.00 ПЗ

Лист

42

Упор предназначен для фиксации положения и для сборки заглушки и переходника с патрубком. В упоре имеется отверстие с резьбой М12 для закручивания болта при сборке.

Все упоры и ложементы устанавливаются на сборочном столе при помощи болтов М10.

3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

3.1 Способы и средства контроля качества

Основными методами контроля качества сварных швов оси катушки являются:

- Исследование изделия на герметичность;
- визуальный и измерительный (ВИК);
- цветная дефектоскопия (ЦКД).

ВИК применяется на всех операциях при изготовлении и приемке готовой продукции, а также на входном контроле.

На операции входного контроля проверяется соответствие качества основных, сварочных материалов и полуфабрикатов, а также комплектующих. Проверка материалов осуществляется путем сравнения маркировки и приложенного сертификата качества.

При проверке сварочных материалов контролируется внешний вид на предмет отсутствия:

- ржавчины;
- механических повреждений.

Одновременно в лаборатории проводятся испытания сварочных материалов сваркой контрольного сварного соединения и проверки технологических, механических и металлографических свойств. Особенно важным параметром является проверка на склонность к межкристаллитной коррозии.

Поставляемый аргон проверяется на чистоту и соответствие паспортным данным. Контроль проводится ротаметрами.

При летучем контроле проверяется качество сборки, узлов, разделки, смещение кромок, наличие зазора.

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

В процессе и после сварки проверяется внешний вид шва, его геометрические параметры, а также контрольный промер изделия. Параллельно при сварке контролируются параметры режима.

Визуально-измерительный метод контроля качества используется не только непосредственно в процессе сварки, но и при контролировании операций заготовки, комплектования, сборки.

Для проведения визуального и измерительного контроля применяется следующее оборудование:

- универсальный шаблон сварщика №3;
- универсальный шаблон сварщика №2;
- рулетка измерительная;
- набор щупов №3;
- линейка поверочная;
- фонарик;
- лупа измерительная 10×.

При капиллярном контроле используется набор для капиллярного контроля с составляющими марки Клевер. Общий вид набора показан на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Общий вид набора

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

По результатам проведения ВИК в сварном шве контролируется наличие (отсутствие) следующих видов дефектов:

- трещины всех видов и направлений;
- поры, выходящие на поверхность, в т. ч. скопления и цепочки пор;
- шлаковые включения, выходящие на поверхность;
- несплавления;
- нарушение геометрии сварного шва;
- неполное заполнение разделки кромок;
- неисправленные кратеры.

По результатам проведения ЦКД в сварном шве контролируется наличие (отсутствие):

- трещин всех видов и направлений;
- свищей любых диаметров;
- пор, выходящих на поверхность

4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов

При сварке различных металлов на исполнителей работ оказывают воздействие различные вредные и опасные производственные факторы. К вредным производственным факторам относятся:

- запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение дуги при сварке, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемых изделий;
- электромагнитные поля;
- ионизирующие излучения;
- шум.

При сварке в зоне дыхания исполнителей работ имеются в наличии различные сварочные аэрозоли, которые содержат в составе твердой фазы окислы металлов и другие химические соединения, а также выделяемые токсичные газы. Воздействие на организм всех этих вредных веществ является причиной острых и хронических

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

профессиональных заболеваний и отравлений.

Интенсивность излучения сварочной дуги в оптическом диапазоне, а также его спектр зависят от:

- мощности сварочной дуги;
- применяемых материалов как сварочных, так и основных;
- состава защитных и плазмообразующих газов.

При отсутствии защиты повышается риск поражения органов зрения и ожоги кожных покровов. Отрицательное воздействие на здоровье оказывает также инфракрасное излучение изделий, предварительно подогретых, а также устройств нагревательных.

Источниками повышенного шума на предприятиях являются плазмотроны, пневмоприводы, генераторы, вакуумные насосы и т. д. Источниками ультразвука являются ультразвуковые генераторы, рабочие органы установок и т. д.

4.2 Техника безопасности при производстве сварочных работ

Опасными производственными факторами являются:

- электрический ток;
- искры и брызги расплавленного металла;
- вероятность взрыва баллонов и систем, которые находятся под давлением;
- движущиеся механизмы и изделия.

При неправильной эксплуатации электрооборудования может произойти поражение электрическим током.

При эксплуатации электрических сварочных установок применяются различные средства защиты, которые делятся на:

- изолирующие;
- ограждающие;
- заземление электрооборудования;
- вспомогательные.

Средства защиты изолирующие подразделяются на:

- основные;

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

– дополнительные.

Основные предназначены для того, чтобы длительное время выдерживать напряжение электрической установки. Именно поэтому ими допускается касание токоведущих частей, которые находятся под включенным напряжением.

Основными изолирующими средствами защиты являются:

- резиновые перчатки диэлектрические;
- инструмент с изолирующими рукоятями и токовыми искателями.

Дополнительные изолирующие средства защиты не могут защитить человека от поражения током из-за недостаточной электрической прочности. К таким средствам относятся:

- обувь резиновая;
- коврики;
- подставки изолирующие.

Коврики и обувь резиновая используются на технологических операциях, выполняемых основными защитными средствами.

Средства защиты ограждающие предназначаются для временного ограждения токоведущих частей. К ним относятся:

- щиты;
- клетки;
- прокладки изолирующие;
- изолирующие колпаки.

Вспомогательные средства защиты предназначаются для защиты от воздействий световых, тепловых и механических. К ним относятся очки защитные, рукавицы и т.п.

4.4 Планировка оборудования и рабочих мест цеха (участка)

Перед работой проводится осмотр и проверка надежности контактов и креплений заземляющих проводов с корпусом сварочных машин, оснастки, исправности пусковых и отключающих устройств, таких как рубильники, магнитные пускатели, выключатели, а также освещенность.

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Переносной светильник должен быть оснащен защитной сеткой, изолированной рукояткой и проводами.

Одновременное применение сварочных аппаратов заставляет располагать их так, чтобы минимальное расстояние между ними составляло 40см. Сварочный провод допускается прокладывать через дверные или оконные проемы. При этом провод заключается в металлическую трубку.

Минимальная ширина проходов, необходимых для безопасного прохода между оборудованием, движущимися механизмами и перемещающимися деталями, а также между стационарными, многопостовыми источниками питания составляет не менее 1,5 м, а расстояние между автоматическими сварочными установками составляет не менее 2 м.

Все металлические части оборудования, которые питаются от электрической сети, а также зажим вторичной обмотки трансформатора, идущий к изделию, требуется заземлять. Это позволяет обеспечить электрическую безопасность сварщика и разнорабочих в случае пробоя изоляции первичной обмотки трансформатора и перехода напряжения во вторичную обмотку.

Большое значение на электрическую безопасность оказывает правильная прокладка проводов к сварочным постам. Провода подвешиваются минимальной высоте от пола 2,5 м. В качестве проводов применяется провод шланговый.

Вероятность удара электрическим током возникает при контакте с металлическими частями установки, которые оказались под напряжением из-за повреждения изоляции.

При сварке тяжелых и габаритных изделий, массой более 20 кг, рабочее место сварщика оборудуется различными грузоподъемными механизмами, такими как кран, лебедка и т.д.

При электросварочных работах сварщики экипируются специальной одеждой. В качестве такой одежды может выступать:

- комбинезон из плотной материи;
- куртка брезентовая с брюками. Карманы у куртки должны быть закрыты клапанами. Заправлять куртку в брюки не допускается.

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Спецодежда пропитывается огнеупорной пропиткой. Обувь необходимо плотно зашнуровывать, чтобы в ботинки не попали брызги. Голову необходимо покрывать головным убором без козырька.

Наибольшую опасность для глаз представляют ультрафиолетовые лучи с длинами волн менее 320 мкм и инфракрасные лучи 150-700 мкм, интенсивное и длительное воздействие которых может вызвать помутнение хрусталика глаза.

Для защиты глаз от ослепительного света ультрафиолетового и инфракрасного излучения служат светофильтры. Они применяются как в очках, так и в щитках и масках, без которых электросварочные работы проводить запрещено.

Перед началом сварочных работ электросварщик проверяет:

– защитные приспособления: шлем, щиток, диэлектрический коврик или диэлектрические боты.

После проверки надевается костюм брезентовый, пропитанный огнестойкой пропиткой, ботинки, головной убор, диэлектрические перчатки или брезентовые рукавицы.

Температура нагретой поверхности оборудования, находящаяся в контакте с исполнителем работ, не должна превышать 45 °С.

При сварке сварочная дуга и расплавленный металл являются источниками получения травмы электросварщика. Для защиты сварщика от излучения и брызг металла используются защитные щитки. Они также используются для защиты окружающего воздуха рабочей зоны.

Зачистку поверхности металла выполняют в защитных предохранительных очках с прозрачными небьющимися стеклами или в защитных масках.

Спецодежда, спецобувь и рукавицы должны быть сухими, без следов масла.

Вентиляция на производстве подразделяется на общую и местную. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимые концентрации. В случае превышения концентрации в воздухе рабочей зоны, при невозможности эффективно обеспечить вентиляцию рабочей зоны, применяется защитная маска с принудительной подачей очищенного воздуха в зону дыхания или фильтрующие респираторы.

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

При сварке в особо опасных условиях, таких как внутри металлической емкости, либо в помещении с повышенной опасностью, при смене сварочной проволоки применяются различные блокирующие устройства.

При сварочных работах на высоте более 1 м от уровня пола исполнитель должен быть экипирован предохранительным поясом и сумкой для инструментов. При работе исполнителей в одно время на различной высоте по одной вертикали, должны быть предусмотрены средства, которые защищают других рабочих, находящихся внизу, от падающих шлака и брызг расплавленного металла. Под сварочным местом оборудуется помост, который покрыт асбестом либо листами кровельного железа.

При сварочных работах основными причинами возгорания являются:

- сварочная дуга;
- пламя от газовой сварки и резки;
- искры и частицы расплавленного металла;
- высокая температура изделий, которые подвергаются сварке и резке.

Воспламеняться могут горючие материалы, которые находятся рядом с местом проведения сварочных работ, а также там, где взрываются при неправильном обращении баллоны для сжатых газов.

Пожарная безопасность при производстве сварочных работ обеспечивается комплексом мероприятий, которые направлены на то, чтобы предупредить пожар, предотвратить распространение огня при его возникновении и создать условия, способствующие быстрой ликвидации начавшегося пожара.

Мероприятия, которые устраняют причины возникновения пожаров подразделяются на организационные, эксплуатационные, технические и режимные.

Организационные мероприятия, такие как обучение работников противопожарным нормам, инструктажи, организация добровольных дружин.

Эксплуатационные мероприятия, такие как правильная эксплуатация оборудования, профилактические ремонты, осмотры и испытания сварочного оборудования и устройств.

Технические мероприятия, такие как соблюдение противопожарных норм и

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

правил при установке сварочного оборудования, устройств системы вентиляции, защитного заземления, зануления и отключения, подводе электропроводки.

Режимные мероприятия, то есть запрет работ по сварке и других работ в пожароопасных местах, а также курения в не установленных местах.

Места проведения сварки должны быть ограждены переносными ширмами или щитами из несгораемых материалов.

В местах, где образуются и скапливаются вредные газы, должна быть установлена вентиляция, а исполнители работ экипированы респираторами, противогазами, кислородными приборами или шланговыми противогазами.

Рабочий должен быть ознакомлен с тем, где расположен пожарный кран, рукава, стволы, огнетушители, песок и другие средства огнетушения. Также он должен уметь пользоваться первичными средствами огнетушения.

В качестве пожарных извещателей используют тепловые датчики, а приемной станцией является пульт пожарной сигнализации, который устанавливается в помещении щитов управления.

Для ликвидации очага загорания в электрической проводке, электрических машинах и трансформаторах применяются углекислотные огнетушители. При этом, перед устранением возгорания, необходимо предварительно обесточить эти очаги. В случае возникновения пожара требуется принять меры к его ликвидации всеми средствами, которые имеются и, при необходимости вызвать пожарную команду.

Использовать инвентарь пожаротушения для других целей запрещается.

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной была рассмотрена технология сборки и сварки вала катушки топливозаправщика.

Описана конструкция вала, его составляющие элементы, способы их изготовления. Рассмотрены основные материалы, рассмотрены способы сварки и контроля рассматриваемого изделия.

Выявленный недостаток в конструкции одного из соединений был исправлен, что привело к исключению появления дефекта при изготовлении данного изделия.

Рассмотрено сварочное оборудование, добавлен недостающий орбитальный манипулятор, для увеличения производительности и улучшения качества сварочных соединений кольцевых швов.

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акулов, А. И. Технология и оборудования сварки плавлением. Учебник для студентов вузов/ А. И. Акулов, Г. А. Бельчук, В. П. Демянцевич. – М.: «Машиностроение», 1977. – 432с. с ил.
2. Зайцев, Н. Л. Теоретические основы сварки плавлением: учебное пособие/ Н.Л. Зайцев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 78 с.
3. Шахматов, М. В. Технология изготовления и расчет сварных оболочек/ М. В. Шахматов, В. В. Ерофеев, В. В. Коваленко – Уфа: Полиграфкомбинат, 1999. – 272 с.
4. Николаев, Г.А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование: Учеб. для вузов/ Г. А. Николаев, В. А. Винокуров/Под ред. Г. А. Николаева – М.: Высш.шк., 1990. – 446 с.
5. Куркин, С. А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве: Учебник для студентов вузов/ С. А. Куркин, Г. А. Николаев – М.: Высш. шк., 1991. – 398 с., ил.
6. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением/ Под. ред. Б. Е. Патона. – М.: «Машиностроение», 1974. – 768 с., ил.
7. СТО ЮУрГУ 04-2008. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению. Компьютерная версия. – 2-е изд. перераб./ Составители: Т. И. Парубочая, Н. В. Сырейщикова, В. И. Гузеев, Л. В. Винокурова. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

ПРИЛОЖЕНИЕ

Модель оси топливозаправщика показана на рисунке 4.2.

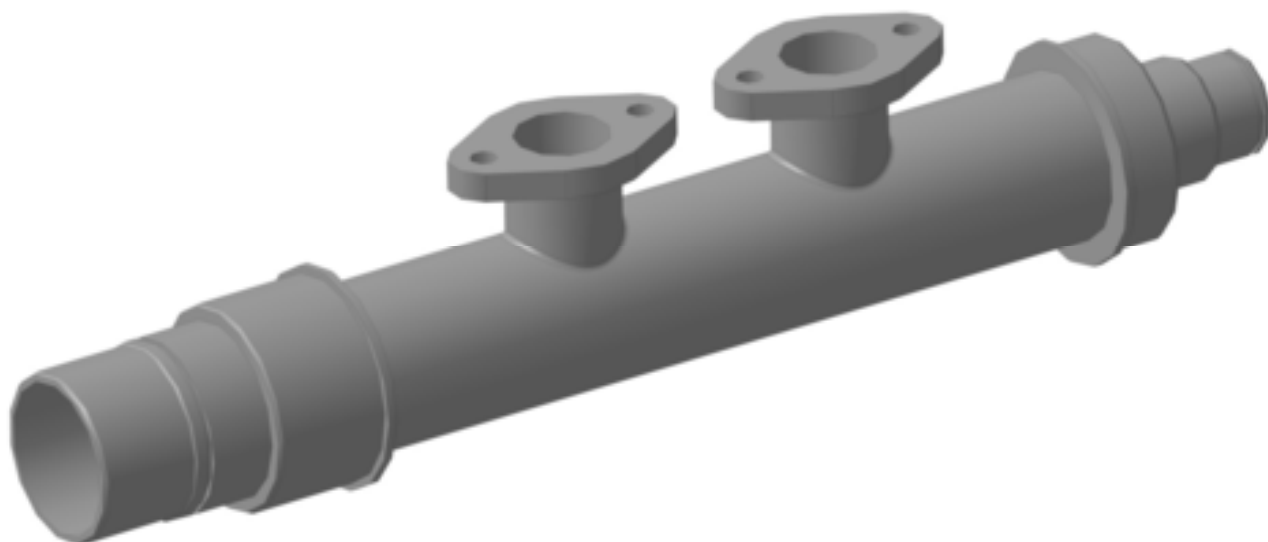


Рисунок 4.2 – Модель оси топливозаправщика

					15.03.01.2019.382.00 ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		