

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ
СВАРКИ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ**

Выпускная квалификационная работа

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиль Машиностроение и материалобработка
Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном про-
изводстве

Идентификационный код ВКР: 604

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____ Б.Н.Гузанов
«_____» _____ 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СВАРКИ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-504 _____ Н.А. Розум

Руководитель:
к.т.н., доцент _____ Д.Х. Билалов

Нормоконтролер:
к.т.н., доцент _____ Л.Т.Плаксина

Екатеринбург 2019

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 77 листов машинописного текста, 17 рисунков, 25 таблиц, 30 использованных источников литературы, графическую часть на 5 листах формата А1.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ТРУБОПРОВОД, ОТВОД, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СВАРКА, CORGON 18, СТАЛЬ 10Г2ФБЮ, ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОГРАММА ПЕРЕПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ, ПРОФЕССИЯ «ОПЕРАТОР АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ».

Библиографическое описание ВКР

Розум, Н.А. Разработка технологии и подбор оборудования для сварки элементов технологических трубопроводов: выпускная квалификационная работа Н.А. Розума; Рос. гос. проф.-пед. ун-т; ИИПО, каф. ИММ. - Екатеринбург, 2019. – 78 с.

Краткая характеристика ВКР:

1. Тема: «Разработка технологии и подбор оборудования для сварки элементов технологических трубопроводов»;

2. Цели работы:

- разработать технологию автоматизированной сварки отводов;
- рассмотреть проектирование программы переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавления»;

3. В ходе выполнения работы разработан технологический процесс сборки и автоматической сварки отводов технологических трубопроводов, выполнены расчеты режимов сварки, подобрано оборудование, рассмотрено проектирование программы переподготовки сварщиков для осуществления спроектированного технологического процесса;

4. Результаты данной работы могут быть использованы при организации процесса производства элементов технологических трубопроводов на предприятии.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.604 ПЗ			
Разраб.	Руковод.	Реценз.	Н. Контр.	Утверд				
					Разработка технологии и подбор оборудования для сварки элементов технологических трубопроводов Пояснительная записка			
						4	76	
						ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО, каф. ИММ, гр. ЗСМ-504		

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	7
1	Технологический раздел	9
1.1	Описание и служебное назначение отводов технологических трубопроводов	10
1.2	Применяемая сталь, ее описание	11
1.3	Определение свариваемости стали 10Г2ФБЮ	12
1.4	Вывод по свариваемости стали 10Г2ФБЮ	17
1.5	Обоснование выбора способа сварки	18
1.6	Анализ технологии сварки	19
1.7	Особенности автоматической сварки плавящимся электродом в защитном газе	20
1.8	Расчёт режимов сварки	22
1.9	Требования к квалификации специалистов по сварке	30
1.10	Требования к сварочным материалам	30
1.11	Выбор сварочных материалов	31
1.12	Требования к оборудованию, инструменту и рабочему месту сварщика	33
1.13	Выбор сварочного оборудования	37
1.14	Оборудование для подготовки кромок, механообработка свариваемых материалов	44
1.15	Дополнительное оборудование	48
1.16	Контроль качества сварочных работ	49
1.17	Описание технологии сборки и сварки емкости конденсата	54
2	Методическая часть	57
2.1	Сравнительный анализ Профессиональных стандартов	58
2.2	Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»	64
2.3	Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»	66
2.4	Разработка плана урока	66

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						4
		№ документа	Подпись	Дата		

Заключение	72
Список использованных источников	73
Приложение А - Спецификация	

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						5
		№ документа	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Применение механизированной и автоматической сварки одно из наиболее развивающихся направлений в сварочном производстве. С развитием техники возникает необходимость сварки деталей разных толщин из разных материалов, в связи с этим постоянно расширяется набор применяемых видов и способов сварки.

Сварка кольцевых швов значительно сложнее, чем прямолинейных. При сварке цилиндрических изделий приходится сочетать вращение изделий с подъёмом аппарата (при начале сварки и замыкания кольцевого шва).

Сварка кольцевых стыков трубопроводов имеет некоторые специфические особенности. Обычно сваркой выполняют швы на трубах диаметром от 6мм до 1440 мм при толщине стенки от 2 мм и более. При толщине стенки труб из низкоуглеродистых и низколегированных сталей до 2-12 мм сварку можно выполнять в один слой. Однако многослойные швы имеют повышенные механические свойства, определяемые положительным влиянием термического цикла последующего шва на металл предыдущего шва, поэтому сварку труб преимущественно выполняют в два слоя и более. Рекомендуемое число слоев шва зависит от толщины стенки.

Стыки труб можно сваривать в поворотном, когда трубу можно вращать, или в неповоротном положении. Сварку поворотных швов выполняют обычно в нижнем положении без особых трудностей, хотя сложно проварить корень шва, так как его формирование ведется чаще всего на весу. Для выполнения качественных швов необходимо правильно подобрать оборудование и разработать технологический процесс для выполнения сварки кольцевых швов. Сварку неповоротного шва выполняют в различных пространственных положениях. Можно сваривать двумя способами: каждое полукольцо сверху вниз или снизу вверх. Первый способ возможен без поперечных колебаний электрода или с небольшими его колебаниями. При сварке снизу вверх процесс ведут со значительно меньшей скоростью с поперечными колебаниями электрода.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						6
		№ документа	Подпись	Дата		

В базовой технологии сварки отводов сборка выполняется вручную на плите, а сварка производится ручной дуговой сваркой плавящимися электродами. Такая технология является трудоемкой, малопроизводительной, затратной по сварочным материалам и требует высокой квалификации от сварщика.

Объектом разработки выпускной квалификационной работы является технология изготовления металлоконструкций.

Предметом разработки - процесс сборки и сварки отводов технологических трубопроводов.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления отводов с использованием автоматизированной сварки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления отвода;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки отвода;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки.

Таким образом, в технологической части ВКР на основе анализа базового производства будет разработан проектируемый вариант технологического процесса сборки и автоматической сварки. В методической части, в рамках работы, будут рассмотрены вопросы проектирования программы переподготовки сварщиков, которые смогут осуществлять спроектированную технологию сварки элементов трубопроводов.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						7
		№ документа	Подпись	Дата		

1 Технологический раздел

Технологические трубопроводы предназначены для приема нестабильной жидкости, твердого осадка и других продуктов очистки газа в узлах очистки на компрессорных и автоматических газораспределительных (АГРС) станциях, линейных участках магистральных газопроводов и других объектов газообеспечения.

Таблица 1.1-Техническая характеристика и параметры технического трубопровода

Наименование рабочих параметров		Значения параметров	
Давление МПа (кгс/см ²)	Рабочее	7,5 (75)	
	Расчетное	7,5 (75)	
	Пробное гидравлическое	9,4 (94)	
Температура, °С	Рабочая	минус 40...+40	
	Расчетная	+ 20	
	При гидравлическом испытании. °С	плюс 5...20	
Минимально допустимая (отрицательная) температура сосуда, находящегося под давлением, °С			
надземная часть		минус 40	
подземная часть		минус 30	
Продолжительность гидравлического испытания, мин.		10	
Характеристика рабочей среды	Среда	Природный газ ОСТ 51.40-93	Вода
	Класс опасности ГОСТ 12.1.007-76	4 (наименее опасны)	нет
	Воспламеняемость ГОСТ 12.1.004-86	Да	нет
	Взрывоопасность	Да	нет
Прибавка для компенсации коррозии, мм		2	
Срок службы, лет		10	
Число циклов нагружения за весь срок службы		10 ³	
Сейсмичность района установки сосуда баллов, не более, баллы		6	
Группа сосуда по ГОСТ Р 52630-2006		1 (Более 0,07 (МПа) (более 0,7 кгс/см ²))	
Внутренний диаметр, мм		51 - 260	

1.1 Описание и служебное назначение отводов технологических трубопроводов [16]

Технологический трубопровод – трубопровод вспомогательных и вторичных систем в узлах очистки на компрессорных и автоматических газораспределительных станциях, линейных участках магистральных газопроводов и других объектов газообеспечения, работающий под давлением и предназначенный для периодического удаления жидкости и твердого осадка из фильтра-сепаратора на газораспределительных станциях, а также транспортирования сжатых, сжиженных и растворимых газов и жидкостей под давлением. Отвод – это соединительный элемент трубопровода, представляющий собой два отрезка трубы диаметром 57 – 280 мм соединенных отводом под углом для соединения ниток трубопровода в местах поворотов.

Ввиду ответственного назначения элемента трубопровода, к изделию предъявляются повышенные требования по качеству сварных швов, соблюдению технологических размеров и требований, указанных на сборочном чертеже.

Все детали отвода технологического трубопровода изготовлены из стали 10Г2ФБЮ. В конструкции имеются стыковые швы, выполненные сваркой в защитном газе.

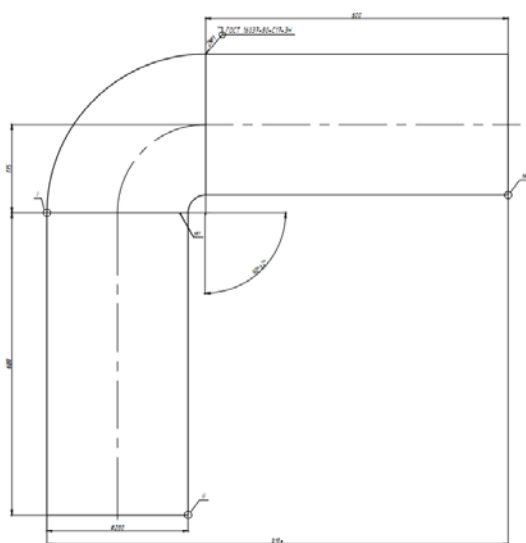


Рисунок 1.1 – Отвод технологического трубопровода

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						9
		№ документа	Подпись	Дата		

Таблица 1.2 – Ведомость сборочных единиц

Позиция	Наименование сборочной единицы	Кол-во, шт	Габаритные размеры, мм	Масса элемента, кг
1.	Труба	2	Ø280x10 (длина 600 мм)	15,84
2.	Отвод	1	Ø280x10 (90°)	5,24

1.2 Применяемая сталь, ее описание [4]

Сталь марки 10Г2ФБЮ

Малоуглеродистая, низколегированная сталь, с содержанием углерода «С» 0,10%; содержание марганца «Г» до 2%; содержание ванадий «Ф» до 1%; ниобий «Б» до 1%; - алюминий «Ю» до 1%. Предназначенные для строительства газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов на рабочее давление 5,4 - 9,8 МПа в северном исполнении. Благодаря механическим свойствам и характеристикам сталь 10Г2ФБЮ использоваться для изготовления труб, необходимых для прокладки газопроводных магистралей. Особое свойство стали 10Г2ФБЮ - устойчивость к температурным колебаниям и перепадам давления.

Таблица 1.3 - Химический состав в стали 10Г2ФБЮ, в %

C	Mn	Si	V	Ti	Nb	Al	S	P
0,09-0,12	1,55-1,75	0,15-0,50	0,08-0,12	0,010-0,035	0,020-0,040	0,02-0,05	≤0,006	≤0,02

*Суммарное содержание Nb, V, Ti должно быть не более 0,12%.

Таблица 1.4 - Механические свойства труб из стали 10Г2ФБЮ

Класс прочности	Толщина стенки труб, мм	Временное сопротивление разрыву σ_B , МПа (кгс/мм ²)	Предел текучести σ_T , МПа, (кгс/мм ²)	Относительное удлинение, δ_5 , %	Ударная вязкость, Дж/см ² (кгс/см ²) при температуре испытания не менее минус 20 на образцах с надрезом	
					KCU	KCV
К60	до 10,0	590 (60)	460 (47)	20	29,4 (3,0) (-60 С)	29,4 (3,0)
	св. 10,0 - 12,0	590 (60)	460 (47)	20	39,4 (4,0) (-60 С)	29,4 (3,0)
	св. 12,0 - 24,0	590 (60)	460 (47)	20	49,4 (5,0) (-60 С)	29,4 (3,0)

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						10
		№ документа	Подпись	Дата		

1.3 Определение свариваемости стали 10Г2ФБЮ [1]

На свариваемость оказывают влияние химический состав сплава, фазовая структура и ее изменения в процессе нагрева и охлаждения, физико-химические и механические свойства и др.

Свариваемость представляет комплексную характеристику, включающую:

- чувствительность металла к окислению и порообразованию;
- соответствие свойств сварного соединения условиям эксплуатации;
- реакцию на термические циклы, сопротивляемость образованию холодных и горячих трещин

Из перечисленных параметров наиболее существенным при сварке и наплавке углеродистых и низколегированных сталей является сопротивляемость образованию трещин.

Горячие трещины чаще всего возникают при ослаблении деформационной способности металла из-за появления в структуре легкоплавких хрупких эвтектик, дефектов кристаллического строения, внутренних и внешних напряжений.

Вероятность появления при сварке или наплавке горячих трещин можно определить по показателю Уилкинсона (Н.С.С):

$$\text{H. C. S.} = 1000 \cdot C \cdot \frac{\left(S + P + \frac{\text{Si}}{25} + \frac{\text{Ni}}{100}\right)}{(3 \cdot \text{Mn} + \text{Cr} + \text{Mo} + \text{V})}, \quad (1.1)$$

$$\text{H. C. S.} = 1000 \cdot 0,10 \frac{(0,006 + 0,02 + \frac{0,25}{25})}{(3 \cdot 1,75 + 0,12)} = 0,67$$

Для сталей с пределом прочности $\sigma_b < 700$ МПа условием появления горячих трещин является $\text{H. C. S.} > 4$. В нашем случае появление горячих трещин маловероятно.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						11
		№ документа	Подпись	Дата		

Оценку сопротивляемости стали трещинам при термической обработке (ТТО) может быть осуществлена по параметру ΔG :

$$\Delta G = Cr + 3,3 \cdot Mo + 8,1 \cdot V + 10C - 2, \quad (1.2)$$

$$\Delta G = 0,3 + 3,3 \cdot 0 + 8,1 \cdot 0,10 + 10 \cdot 0,11 - 2 = 0,21$$

При $\Delta G < 0,5$ сталь не склонна образовывать трещины при повторном нагреве в процессе термической обработки. Если параметр $\Delta G > 2$, то при высоком отпуске возможно образование трещин повторного нагрева. В нашем случае сопротивляемость образованию трещин при термической обработке - высокая.

Холодные трещины чаще всего возникают из-за закаливаемости стали при быстром охлаждении и насыщении металла шва и зоны термического влияния водородом. Они, как правило, зарождаются по истечении некоторого времени после сварки и наплавки и развиваются в течение нескольких часов или даже суток.

Для оценки склонности металла к появлению холодных трещин чаще всего используется углеродный эквивалент, которым можно пользоваться как показателем, характеризующим свариваемость, при предварительной оценке последней. Для этой цели имеется ряд уравнений.

Таблица 1.5 - Классификация сталей по свариваемости

Группа сталей	Свариваемость	Эквивалент C_3 , %	Технологические меры			
			подогрев		термообработка	
			перед сваркой	во время сварки	перед сваркой	после сварки
1	Хорошая	$< 0,38$	-	-	-	Желательна
2	удовлетворительная	$38 - 0,45$	Необходим	-	Желательна	Необходима
3	ограниченная	$0,46 - 0,6$	Необходим	Желателен	Желательна	Необходима
4	плохая	$> 0,6$	Необходим	Необходим	Необходима	Необходима

$$C_3 = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{V}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + \frac{Ca}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2}, \quad (1.3)$$

$$C_3 = 0,10 + \frac{1,75}{6} + \frac{0,08}{5} + \frac{0,02}{2} = 0,417 \%$$

Температуру подогрева (Т, °С) можно определить по формуле

$$T = 350 \cdot (C_{об} - 0,25)^{0,5}, \quad (1.4)$$

$$T = 350 \cdot (0,45 - 0,25)^{0,5} = 156,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$C_{об} = C_3 \cdot (1 + 0,005 \cdot \delta) = 0,417 \cdot (1 + 0,005 \cdot 10) = 0,44\%$$

где $C_{об}$ - общий углеродный эквивалент, % δ - толщина металла свариваемой детали, мм.

Подогрев применяется при толщине >24 мм.

На основании изучения действия всех трех основных факторов (состав, газонасыщенность, особенности конструкции), способствующих образованию холодных трещин, был выявлен критерий для оценки чувствительности сталей к образованию подобных трещин - критерий трещинообразования (P_c). Многочисленные исследования показали, что сталь чувствительна к образованию холодных трещин, если $P_c > 0,286$.

$$P_c = P_{см} + \frac{H}{60} + \frac{0,25 \cdot K}{105}, \quad (1.5)$$

$$P_c = 0,19 + \frac{0,020}{60} + \frac{0,25 \cdot 100,4}{105} = 0,43$$

где P_c — параметр, характеризующий склонность стали к образованию холодных трещин;

$P_{см}$ — коэффициент, характеризующий охрупчивание металла вследствие структурных превращений;

K — коэффициент интенсивности жесткости конструкции (рассчитан ниже);

δ — толщина свариваемого металла, мм.

H — количество диффузионного водорода в металле шва.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						13
		№ документа	Подпись	Дата		

Содержание диффузионного водорода в металле шва, выполненного различными методами:

- при сварке проволокой 1,2 мм диапазон измерения массовой доли водорода от 0,015 до 0,025 в мл/100 г металле шва;

- при сварке электродом от 0,020 до 0,030 в мл/100 г металле шва.

Водород может попадать в зону сварки вместе с маслом и ржавчиной, находящимися на поверхности электродной проволоки и на кромках свариваемого металла при плохой их очистке, а также при использовании влажного флюса или влажного защитного газа при сварке на открытом влажном воздухе.

Азот может попадать в зону сварки при плохой ее защите от воздуха; вместе с защитным газом (аргоном, углекислым газом); вследствие подсоса воздуха через зазоры между свариваемыми кромками. Растворимость водорода и азота в жидком металле весьма велика и неуклонно возрастает с повышением температуры до 2380°С для водорода и до 2200°С для азота. Растворяясь в жидком металле (особенно в каплях при их переносе через дуговой промежуток), водород и азот попадают в сварочную ванну и при последующем ее остывании (до момента затвердевания металла) лишь в небольшом количестве выделяются из нее.

При затвердевании металла растворимость в нем водорода и азота скачкообразно падает, и избыток их выделяется в виде пузырьков. Вследствие быстрого затвердевания металла пузырьки газа не успевают полностью выделиться в атмосферу и остаются в шве в виде продолговатых пор.

При сварке на переменном токе при прочих равных условиях растворение водорода и пористость шва максимальные, при сварке на постоянном токе прямой полярности (минус на электроде) — значительно меньше, а при обратной полярности — минимальные. [10]

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						14
		№ документа	Подпись	Дата		

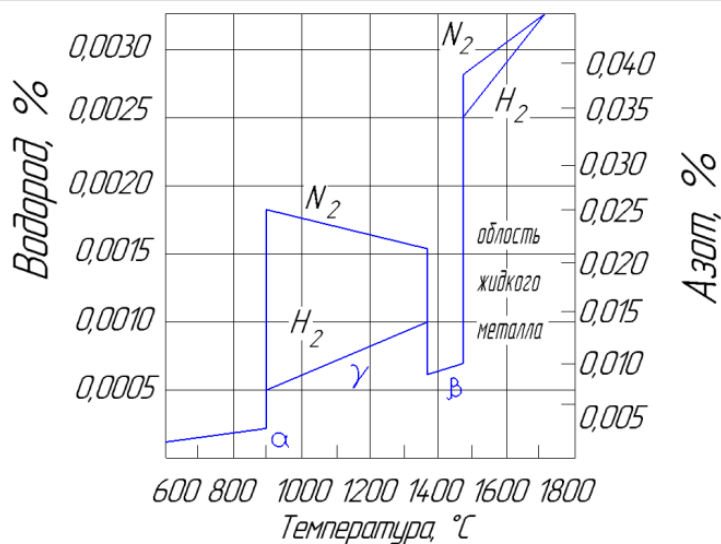


Рисунок 1.2 - Растворимость водорода и азота в жидком и твердом железе в зависимости от температуры

Таблица 1.6 - Влияние напряжения дуги на содержание водорода, азота и образование пор в шве при сварке в защитных газах

Напряжение дуги, В	Содержание азота в шве, %	Содержание водорода в шве, %	Наличие пор в шве
26-28	0,007	0,005	Отсутствуют
28-32	0,011	0,010	Возможны
32-36	0,026	0,025	Возможны
36-40	0,035	0,030	Возможны
40-45	0,055	0,045	Имеются

$$P_{cm} = C + \frac{(Mn + Cu + Cr)}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{(Mo + V)}{15} + 5 \cdot B, \quad (1.7)$$

$$P_{cm} = 0,10 + \frac{(1,75)}{20} + \frac{(0,08)}{15} = 0,19$$

Коэффициент интенсивности жесткости равен:

$$K = K_q \cdot S, \quad (1.8)$$

$$K = 10,04 \cdot 10 = 100,4$$

где $K_q = 10,04$ – постоянная для труб диаметром до 500 мм; s – толщина стенки, мм.

1.4 Вывод по свариваемости стали 10Г2ФБЮ

Сталь 10Г2ФБЮ. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭШС.

При сварке или наплавке стали 10Г2ФБЮ не возникает вероятность появления горячих трещин, это определено по показателю Уилкинсона (Н.С.С).

Сталь 10Г2ФБЮ не склонна давать трещины при повторном нагреве в процессе термической обработке.

В процессе лабораторных исследований образцов из стали 10Г2ФБЮ выявлено, что при толщине до 24 мм, образцы не склонны к образованию холодных трещин, а для толщины более 24 мм выявлена склонность к образованию холодных трещин. Образование закалочных структур в металле сварного соединения при условии насыщения металла водородом и высоких сварочных напряжениях может вызвать образование трещин.

Отвод технологического трубопровода из стали 10Г2ФБЮ не склонен к образованию холодных трещин, так как толщина стенки не превышает 10 мм.

Для уменьшения скорости охлаждения перед исправлением дефектных участков необходимо выполнять местный подогрев до 150-160°C, что будет препятствовать понижению пластических свойств наплавленного металла.

При количестве от 1 до 2,5% марганец входит в твердый раствор с Fe и упрочняет его, увеличивает ударную вязкость и прокаливаемость, способствует раскислению, повышает сопротивление коррозии. При содержании >2,5% возникает опасность появления трещин в связи с тем, что марганец способствует увеличению закаливаемости стали. Ванадий измельчает зерно, дает устойчивые карбиды, в условиях сварки частично окисляется, при количествах до 0,5-0,8% его влияние на сварочной ванне не сказывается. Алюминий – повышает жаростойкость и стойкость к окалине. Ниобий – повышает коррозионную стойкость и износостойкость стали.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						16
		№ документа	Подпись	Дата		

1.5 Обоснование выбора способа сварки [3]

Отвод имеет ряд конструктивных особенностей, влияющих на выбор способа сварки.

Рассмотрим основные возможные способы сварки.

Ручная дуговая сварка.

Преимущества:

- возможность сварки в любом пространственном положении;
- возможность сварки в местах с ограниченным доступом;
- простота и транспортабельность сварочного оборудования и материалов.

Недостатки:

- низкий КПД и производительность в сравнении с другими способами сварки;
- качество сварки во многом зависит от опыта и квалификации сварщика;
- вредные условия процесса сварки;
- необходимость прерывания процесса сварки для замены электрода, что существенно сказывается на качестве и внешнем виде сварного шва;
- зачистка шва от шлака.

Механизированная сварка плавящимся электродом в сварочной смеси.

Преимущества

- высокая производительность в сравнении с ручной дуговой сваркой;
- возможность визуального наблюдения за процессом сварки;
- отсутствие частой замены электродного материала;
- эффективная защита сварного шва;
- отсутствие шлака;
- возможность сварки в любом пространственном положении;
- узкая зона термического влияния;

Недостатки:

- необходимость защиты сварочной дуги от сквозняков и ветра;

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						17
		№ документа	Подпись	Дата		

Автоматическая сварка плавящимся электродом в сварочной смеси.

Преимущества:

- высокое качество сварки в сравнении с механизированной и ручной дуговой сваркой в виду минимального наличия человеческого фактора.

Недостатки:

- более сложная и точная сборка деталей под сварку;
- необходимость защиты сварочной дуги от сквозняков и ветра;

Существуют различные способы защиты сварочной ванны, в то числе газовая защита, под флюсом и т.д. Но сварка под слоем флюса цилиндрических деталей небольших диаметров сложна в части организации удержания флюса на поверхности. Принимаем газовый способ защиты. Данный выбор объясняется тем, что струю защитного газа через сопло газозащитной горелки можно подавать в любом пространственном положении сварки, а также при сварке в труднодоступных местах.

Все швы отвода являются кольцевыми. В настоящее время для сварки кольцевых поворотных соединений существуют различные способы автоматической сварки, которые можно применить при сварке втулок, патрубков, переходов и т.п.

Следовательно, процесс сварки можно частично автоматизировать и механизировать, но с определенным участием человеческого фактора.

Принятый способ для сварки: корень шва выполняем механизированной сваркой в среде защитного газа способом сварки по гарантированному зазору сверху вниз. Облицовка сварного шва механизированной сваркой плавящимся электродом в среде газовой смеси.

Принятый способ установки прихваток при сборке: частично механизированная сварка плавящимся электродом в среде смеси газов.

1.6 Анализ технологии сварки

В базовом варианте сборка и сварка изделия выполнялась на плите частично механизированной сваркой в углекислом газе.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						18
		№ документа	Подпись	Дата		

В предлагаемом варианте сборка производится при помощи сборочных приспособлений, прихватки устанавливаются частично механизированной сваркой плавящимся электродом в сварочной смеси:

- труба с отводом устанавливаются на магнитные призмы и фиксируются;
- сборка трубы с отводом выполняется при помощи внутреннего или внешнего центриатора, применяемых в зависимости от диаметра трубы.

Сварка кольцевых поворотных стыков осуществляется на сварочной установке оборудованной вращателем, источником питания и горелкой для автоматизированной сварки.

Подгонка зазоров между соединяемыми деталями осуществляется при помощи шаблонов.

Корень шва выполняется механизированной сваркой в среде защитных газов по гарантированному зазору «на спуск».

1.7 Особенности автоматической сварки плавящимся электродом в защитном газе

1.7.1 Для сварки низкоуглеродистых сталей применим автоматическую плавящимся электродом в защитном газе.

1.7.2 Типы сварных швов и конструктивные элементы подготовки кромок, размеры сварных швов при сварке в защитных газах должны соответствовать требованиям ГОСТ 16037 и чертежу на изделие [13].

1.7.3 Прихватки должны быть выполнены полуавтоматической сваркой в защитных газах. В прихватках не допускаются трещины, поры, подрезы, грубые наплывы и геометрические несоответствия. При обнаружении дефектов прихватки подлежат удалению механическим способом.

1.7.4 Автоматическая сварка в защитных газах выполняется на жесткой вольтамперной характеристике, постоянном токе обратной полярности. Сила

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						19
		№ документа	Подпись	Дата		

тока зависит от диаметра и состава электрода проволоки, полярности вылета электрода и состава газа.

1.7.5 Установленные параметры режима сварки проверяются пробной наплавкой на стальной пластине соответствующей марки и толщины.

1.7.6 Процесс Pulse Control реализуется при сварке корневого прохода по гарантированному зазору «на спуск».

1.7.7 Состав проволоки влияет на процесс переноса, если изменяются поверхностное натяжение или удельное электрическое сопротивление электрода. С увеличением вылета электрода удлиняется дуга, увеличивается длительность периодов горения дуги и диаметр капель.

1.7.8 Сварку можно вести с наклоном электрода как углом вперед, так и углом назад до $10...30^\circ$. При сварке тонкими проволоками форма колебаний электрода обычно та же, что и при ручной дуговой сварке. Для уменьшения пористости при сварке за счет улучшения защиты и перемешивания жидкой ванны используют возвратно-поступательные движения горелки.

1.7.9 Для обеспечения качественной защиты необходимо принять меры по исключению сквозняков в зоне сварки. Расстояние от сопла горелки до поверхности свариваемой детали (вылет электрода) не должно превышать 15 мм.

1.7.10 При сварке в защитных газах положение горелки и ее размещение должны обеспечивать устойчивость процесса, надежность газовой защиты сварочной ванны от воздуха, оптимальную форму шва, возможность наблюдения за процессом сварки.

1.7.11 Корневые швы следует сваривать без колебательных движений или с возвратно-поступательным перемещением электрода, а заполняющие и лицевые проходы, при необходимости, – с поперечными колебаниями (змейкой).

1.7.12 Для получения плотного шва и провара в начале сварки необходимо обеспечить подачу газа до зажигания дуги и начинать сварку вертикальным электродом на заданных режимах. Для качественного формирова-

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						20
		№ документа	Подпись	Дата		

ния кристаллизующегося шва перед прерыванием сварки необходимо после гашения дуги в течение 4-6 сек. обдуть кратер газом.

1.7.13 Для качественного завершения сварки корневого прохода в процессе сварки выполнить выборку начала сварного шва под углом 35-40° до острой кромки высотой не более 0,5 мм.

1.7.14 По окончании сварки обрывать дугу следует после заплавления кратера задержкой 1-2 с. Кратер первого прохода шва стыковых соединений с разделкой кромок при сварке проволокой диаметром от 1,0 до 1,2 мм следует заваривать.

1.7.15 Перед сваркой корневого шва необходимо обработать прихватки на острый угол для захода дуги на тело прихватки и схода с нее. Высота остро кромки прихватки не более 0,5 мм

1.7.16 Сварку кольцевых швов производить по возможности без перерыва. В случае вынужденных перерывов перекрывать конец ранее наложенного шва на 15-30 мм. Места начала сварки и кратеры в предыдущих и последующих слоях не должны располагаться в одном сечении.

1.7.17 При перекрытии прихваток обеспечивать по возможности их полное расплавление. Не допускается начинать сварку с прихваток и заканчивать на них.

1.7.18 При выполнении многопроходных швов наложение каждого последующего валика производить только после остывания металла шва и околошовной зоны до температуры ниже 100°С.

1.7.19 Все сварные швы подлежат клеймению, позволяющему установить сварщика, выполнявшего швы. Клейма наносятся на расстоянии 20-25 мм от кромки сварного шва согласно технологического процесса на изделие.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						21
		№ документа	Подпись	Дата		

1.8 Расчёт режимов сварки [7]

Подготовка исходных данных:

а) сталь 10Г2ФБЮ группа M03(W03) легированные конструкционные стали перлитного класса К60 (прочность) с пределом текучести свыше 360 МПа.

б) тип соединения: стыковое, односторонний (С17) продольный шов;

в) толщина свариваемого материала: 10 мм;

г) положение шва и проходов: нижние

д) тип шва по форме: стыковое.

е) тип шва по количеству проходов:

Таблица 1.7 - Тип шва по количеству проходов

Тип шва	Толщина стенки, мм	№ шва по чертежу	Тип шва по количеству проходов	Характер сварного шва
С17	10	1	Двухпроходный	Односторонний
С17	16	-	многопроходный	Односторонний

Стыковое, со скосом кромок, односторонний (С17):

- $s=16, s_1=16, e=16 \pm 2, g=2 \pm 2, g_1=0 + 2, 25^\circ+2^\circ$, зазор 0^{+1} мм, притупление $3 \pm 0,5$ мм;

- $s=10, s_1=10, e=11 \pm 2, g=2 \pm 2, g_1=0 + 2, 25^\circ+2^\circ$, зазор 0^{+1} мм, притупление $2 \pm 0,5$ мм;

Общая площадь наплавленного металла

$$F_{\text{но}} = F_{\square} + F_{\Delta 1} + F_{\Delta 2} - F_{\text{н}}, \quad (1.9)$$

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						22
		№ документа	Подпись	Дата		

$$F_{\square} = v \cdot S; F_{\cap} = 0,73 \cdot e \cdot g; F_{\Delta} = \frac{(S - c)^2}{2},$$

(1.10)

где v – величина зазора;
 S – толщина металла;
 e – ширина сварного шва;
 g – выпуклость шва;
 c – величина притупления.

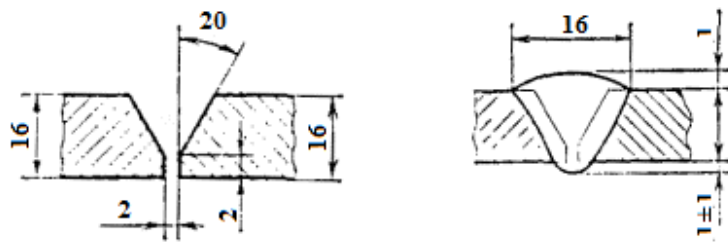


Рисунок 1.3 - Тип соединения С17 по ГОСТ 14771-76

Для С17:

$$F_{\square} = 1 \cdot 16 = 16 \text{ мм}^2$$

$$F_{\cap} = 0,73 \cdot 16 \cdot 1 = 11,68 \text{ мм}^2$$

$$F_{\Delta} = \frac{(16 - 1)^2}{2} = 112,5 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{но}} = 16 + 11,68 + 112,5 = 140,16 \text{ мм}^2$$

Для уменьшение записей результаты расчётов приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 - Общая площадь наплавленного металла

Тип шва	Толщина стенки, мм	$F_{\text{но}}, \text{ мм}^2$
С17	10	81,
С17	16	140

Принимаем площадь корневого прохода $F_{HK} = 30 \text{ мм}^2$ для всех сварных швов. Исходя из общей площади наплавленного металла для заполняющих и лицевых:

$$F_{но} = 140 \text{ мм}^2, \text{ принимаем } F_{НЗ} = 37 \text{ мм}^2, (n_{зп}=3);$$

$$F_{но} = 81 \text{ мм}^2, \text{ принимаем } F_{НЗ} = 51 \text{ мм}^2, (n_{зп}=1);$$

Расчет режимов сварки для корневого шва, выполненного механизированной сваркой с среде защитных газов

1) Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода (корневого, заполняющего, и т.п.). мм:

$$d_{эл} = K_d \cdot F_{нi}^{0,625}, \quad (1.11)$$

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации из таблицы 1.9.

Таблица 1.9 - Значение коэффициента K_d

Положение шва	Сварка механизированная
«Лодочка», нижнее	0,149...0,409

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и по уровню автоматизации $K_d = 0,18$

$$d_{эл} = 0,25 \cdot 30^{0,625} = 1,27 \text{ мм}$$

Расчетные значения $d_{эл}$ округляем до стандартных и ограничиваем в зависимости от положения шва и способа сварки. Принимаем диаметр электродной проволоки $d_{эл} = 1,2 \text{ мм}$.

2) Скорость сварки определяем по площади наплавленного металла и рассчитанного ранее $d_{эл}$. При сварке в «лодочку» и в нижнем положении, мм/с:

$$V_{св} = \frac{15,9 \cdot d_{эл}^2 + 67,4 \cdot d_{эл}^{1,5}}{F_{Hi}}, \frac{\text{мм}}{\text{с}} \quad (1.12)$$

$$V_{св} = \frac{15,9 \cdot 1,2^2 + 67,4 \cdot 1,2^{1,5}}{30} = 3,7 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 20,3 \frac{\text{м}}{\text{ч}} \quad (\text{примем } 20 \frac{\text{м}}{\text{ч}})$$

3) Скорость подачи электродной проволоки $V_{эл}$ однозначно определяются при известных F_{Hi} , $d_{эл}$ и $V_{св}$, мм/с:

$$V_{эл} = \frac{F_{Hi} \cdot V_{св}}{F_{э.м}(1 - \Psi_p)} = \frac{4 \cdot F_{Hi} \cdot c_i}{\pi \cdot d_{э.м}^2 (1 - \Psi_p)}, \quad (1.13)$$

Коэффициент потерь Ψ_p на угар и разбрызгивание принимаем равным 3,8%.

$$V_{пр} = \frac{4 \cdot 30 \cdot 3,5}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,038)} = 99,3 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

Принимаем скорость подачи проволоки 99 мм/с.

Силу тока определяют по формуле, полученной путем решения выражения для $V_{эл}^{(+)}$ относительно $I_C^{(+)}$, А:

$$I_{св}^{(+)} = d_{эл} \left(\sqrt{1450 \cdot d_{эл} \cdot V_{эл}^{(+)} + 145150} - 382 \right), \quad (1.14)$$

$$I_{св}^{(+)} = 1,2 \cdot (\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 99 + 145150} - 382) = 129 \text{ А}$$

5) Напряжение на сварочной дуге:

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						25
		№ документа	Подпись	Дата		

$$U_{\text{св}} = 14 + 0,05 \cdot I_{\text{св}}, \quad (1.15)$$

– «лодочка», нижнее положения шва

$$U_{\text{св}} = 14 + 0,05 \cdot 129 = 21 \text{ В}$$

6) Расход защитного газа Ar+CO₂:

$$q_{\text{зг}} = 0,0033 \cdot I_{\text{св}}^{0,75}, \quad (1.16)$$

- «лодочка», нижнее положения шва

$$q_{\text{зг}} = 0,0033 \cdot 129^{0,75} = 0,16 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 11 \frac{\text{л}}{\text{мин.}}$$

7) Коэффициент расплавления α_p при сварке в смеси Ar+CO₂ и коэффициент наплавки α_n необходимо рассчитывать по следующим формулам:

$$\alpha_p = 1,21 \cdot I_{\text{св}}^{(0,32)} \cdot L_{\text{э}}^{(0,38)} \cdot d^{(-0,64)}, \quad (1.17)$$

$$L_{\text{э}} = 10 \cdot d, \quad (1.18)$$

$$L_{\text{э}} = 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ мм}$$

$L_{\text{э}}$ – вылет электрода.

Положение шва в пространстве - «лодочка», нижнее положения шва

$$\alpha_p = 1,21 \cdot 129^{0,32} \cdot 12^{0,38} \cdot 1,2^{-0,64} = 11,5 \text{ г/А·ч}$$

8) Для расчета коэффициента наплавки необходимо вычислить плотность тока и коэффициент потерь. Плотность тока рассчитывается по формуле:

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						26
		№ документа	Подпись	Дата		

$$J = \frac{I_{св}}{F_{эл}}$$

$$= \frac{4 \cdot I_{св}}{\pi \cdot d^2}, \quad (1.19)$$

- «лодочка», нижнее положения шва

$$J = \frac{4 \cdot 129}{3,14 \cdot 1,2^2} = 114 \frac{A}{мм}$$

Коэффициент потерь принимаем $\Psi_{п} = 3,8\%$

Коэффициент наплавки:

$$\alpha_{н} = \alpha_{р} \cdot \frac{(100 - \Psi_{п})}{100}, \quad (1.20)$$

- «лодочка», нижнее положения шва

$$\alpha_{н} = 11,5 \cdot \frac{(100 - 3,8)}{100} = 11,3 \text{ г/А}\cdot\text{ч}$$

Расчет режимов сварки для заполняющего прохода рассчитываем так же.

Для уменьшения записи все полученные данные сводим для корневого шва в таблицу 1.10 для заполняющих швов и облицовочных в таблицу 1.11.

Таблица 1.10 – Расчетные режимы сварки для корневого шва выполняемые механизированной сваркой с среде защитных газов

d _{эл} , мм	V _{св} , м/ч	V _{пр} , мм/с	I _{св} , А	U _{св} , В	q _г , л/мин
Расчет режимов сварки с толщиной стенки 5-8мм					
1,2	«лодочка», нижнее положения шва				
	20	99	129	21	11

Таблица 1.11 – Режимы для автоматической сварки (соединений С17, Т6)

Способ сварки	Номер прохода	$I_{св}, А$	$U_{д}, В$	$V_{св}, м/ч$	ГОСТ	Эскиз разделки кромок, типа соединения со всеми конструктивными элементами
автоматическая	2-4 (16 мм)	360	32	30	ГОСТ 14771-76	
	2 (10 мм)	290	30	35		

Режимы прихваток [8]

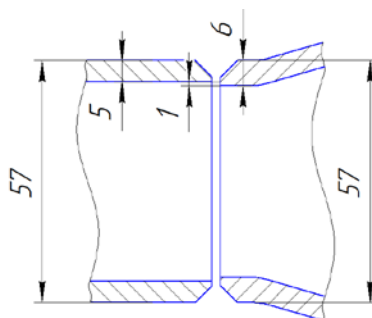
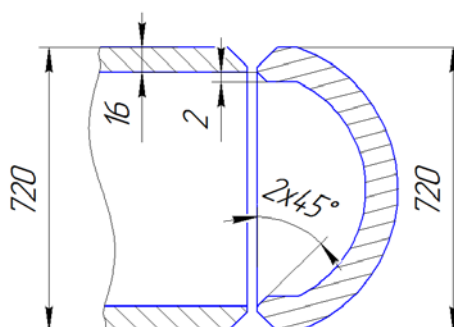


Рисунок 1.4 - Разнотолщинность сборки 1,0 мм

При сборке конструкции допускается разнотолщинность стыковых соединений до $\leq 0,25$ мм одной из деталей на рисунке 1.5.



ДП 44.03.04. 604 ПЗ

		№ документа	Подпись	Дата

Рисунок 1.5 - Разнотолщинное стыковое соединение

При разнотолщинности более 1 мм, но менее 3 мм, сборку трубы с отводом допускается выполнять в соответствии с рисунком 1.6, со скосом внутренней выступающей части под углом 45°.

Таблица 1.12 - Режимы прихватки полуавтоматической сваркой

Толщина металла, мм	Ø сварочной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость подачи проволоки, м/ч	Расход защитного газа, л/мин	Вылет электрода, мм
10	1,2	129	21	99	11	10-16
16						

Таблица 1.13 - Размеры прихваток

Диаметр труб	До 100 мм	От 100 мм до 426 мм	Свыше 426, мм
Число прихваток по периметру, шт	3...4	6...40	40
Длина одной прихватки, мм	10...20	20...40	40...100

Высота прихватки определяется толщиной стенки трубы S и способом сварки.

Она должна составлять не менее 3 мм при толщине стенки до 10 мм, не менее 5 мм при толщине стенки более 11 - 20 мм (полуавтоматическая сварка в среде защитных газов). После постановки прихваток с помощью углошлифовальной машинки и абразивного круга следует выполнить заход и сход на теле прихватки для сварки корневого прохода.

1.10 Требования к квалификации специалистов по сварке

Руководство сварочными работами и работами по контролю качества сварных соединений должно возлагаться на специалиста, имеющего специальное образование и прошедшего аттестацию на знание настоящих правил и «Правил аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства» [15], утвержденных Ростехнадзором.

К руководству сварочными работами допускаются аттестованные специалисты сварочного производства II, III, IV уровней, а также инженерно-

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						29
		№ документа	Подпись	Дата		

технические работники, изучившие необходимую нормативную документацию по сварке допущенные к проведению сварочных работ на опасных производственных объектах Ростехнадзора (НГДО п.12).

Руководитель сварочными работами назначается приказом по организации. Копия приказа должна быть приложена к журналу контроля качества сварочных работ.

Перед началом сварочных работ руководитель сварочных работ обязан:

- изучить проектную документацию сварку;
- укомплектовать объект в соответствии с ППР сварочным и вспомогательным оборудованием, инструментом и сварочными материалами и проверить их качество;
- отобрать для сварки сварщиков, имеющих допуск к сварке ответственных конструкций, провести инструктаж, организовать сварку каждым сварщиком контрольных образцов соединений, которые им предстоит выполнять. К сварке (прихватке) соединений деталей и узлов допускаются аттестованные сварщики I уровня (аттестованный сварщик), допущенные к данному способу сварки (прихватке), основным и сварочным материалам, положению при сварке, указанным в удостоверении.

Сварщики должны быть аттестованы в соответствии с действующими Правилами аттестации, утвержденными Ростехнадзора, что должно быть подтверждено удостоверением. Основные данные удостоверений на каждого сварщика должны быть занесены на журнал контроля сварочных работ.

Допуск к сварке на каждого сварщика должен быть оформлен соответствующей записью в журнале контроля сварочных работ указанием сварных швов, к выполнению которых он допущен. Сварщики, допускающие нарушения технологии производства сварочных работ, а также низкое качество сварных соединений отстраняются от работы.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						30
		№ документа	Подпись	Дата		

1.11 Требования к сварочным материалам [13]

1.11.1 Сварочные материалы должны быть аттестованы в соответствии с требованиями РД 03-613-03 .

1.11.2 Для автоматической сварки в защитных газах изделий, трубных элементов и других объектов Ростехнадзора и их элементов должны применяться сварочная проволока по ГОСТ 2246 , углекислота ГОСТ 8050 , аргон 10157 и или смеси на их основе.

1.11.3 Сварочная проволока в зависимости от марок свариваемых сталей и условий эксплуатации выбирается в соответствии с требованиями отраслевых стандартов на изготовление оборудования.

1.11.4 Каждая партия сварочной проволоки должна быть снабжена сертификатом, в котором указываются: товарный знак предприятия-изготовителя; условное обозначение проволоки; номер плавки и партии; состояние поверхности; химический состав, результаты испытаний и масса проволоки.

1.11.5 К каждой бухте проволоки должна быть прикреплена бирка с указанием: товарного знака предприятия-изготовителя; условного обозначения и диаметра проволоки; номера партии; ГОСТ или ТУ на проволоку, клейма ОТК.

1.11.6 Хранение, подготовку и контроль сварочных материалов производить в соответствии с требованиями РД 03-613-03 .

1.11.7 Поступающая на завод проволока до запуска в производство должна быть принята отделом технического контроля. При приемке проверяется: наличие сертификата на сварочную проволоку, наличие бирок на бухтах и соответствие их данным сертификата, состояние поверхности проволоки.

1.11.8 Сварочная проволока должна иметь чистую и гладкую поверхность без окалины, ржавчины, масла, смазки и других загрязнений.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						31
		№ документа	Подпись	Дата		

1.11.9 Требования к сварочному углекислому газу должны соответствовать ГОСТ 8050, к аргону – ГОСТ 10157 . Допускается применение пищевой двуокиси углерода чистотой не ниже 98,8%. Пищевая углекислота перед применением должна просушиваться в специальных устройствах-осушителях пропусканием через силикогель. Силикогель, заполняющий осушитель, должен периодически прокаливаться.

1.11.10 Перед запуском в производство защитные газы должны быть приняты отделом технического контроля. При этом проверяются паспортные данные на соответствие действующим стандартам.

1.11.11 Перед использованием смеси следует дать ей отстояться в течение 10-15 минут, затем выпустить воду через открытый вентиль в течение 8-10 сек.

1.11.12 Перед производственным использованием сварочных материалов их технологические свойства проверяются пробной наплавкой валика на стальной пластине длиной 100-150 мм. По внешнему виду поверхности наплавки, характеру переноса металла, разбрызгиванию и устойчивости дуги судят о качестве сварочных материалов. В сомнительных случаях или при неудовлетворительных показателях, материалы бракуются или направляются на дополнительную подготовку.

1.12 Выбор сварочных материалов

Защитный газ [14]

Двухкомпонентные газовые смеси. В качестве защитного газа используется готовая смесь газов 82 % Ar + 18 % CO₂, допускается использование смеси газов 80 % Ar + 20 % CO₂ взамен смеси газов 82 % Ar + 18 % CO₂.

Если сравнить два способа защиты сварочной ванны (чистый защитный газ — углекислый газ или аргон и многокомпонентные газовые смеси), то можно сделать выводы в пользу применения многокомпонентных газовых смесей. Их использование имеет следующие преимущества:

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						32
		№ документа	Подпись	Дата		

- повышается производительность сварки в 1,5 раза без увеличения потребляемой электрической мощности (т.е. обеспечивается снижение удельных энергозатрат примерно в 1,3 раза);
- в 1,5 – 3 раза снижаются разбрызгивание и потери электродного металла;
- повышение стойкости металла сварного шва против образования горячих трещин (критическая скорость деформации при сварке в CO₂ составляет 22,5 мм/мин, при сварке в смеси Ar/CO₂— 27,1 мм/мин);
- механические свойства сварного соединения остаются на том же уровне, как и при сварке в углекислом газе, за исключением относительного удлинения, которое увеличивается примерно на 10%, и ударной вязкости, которая увеличивается в 1,5 – 2 раза;
- стабилизация процесса сварки и улучшение микроструктуры металла шва (снижение пористости и оксидных включений);
- лучший внешний вид сварного шва;
- улучшение условий труда сварщика.

Таблица 1.14 - Характеристики сварочной смеси CORGON 18

Параметры	Значение параметра	
Массовая доля влаги	Не более 0,008 %	
Объемная доля азота	Не более 0,01 %	
Объемная доля углекислого газа	(18 ± 1,5) %	(25 ± 5) %
Объемная доля аргона	остальное	остальное

Сварочная проволока

Проволока подбирается близкой по химическому составу основного металла для получения однородных шва и основного металла или по механическим свойствам согласно требованиям СТО 00220368-012-2008 «Сварка сосудов, аппаратов и трубопроводов из углеродистых и низколегированных сталей» [20]. выбираем из сварочные материалы для сварки в защитных газах углеродистых и низколегированных сталей.

При сварке неповоротных и поворотных стыков с использованием оборудования для автоматической и полуавтоматической сварки следует ис-

пользовать проволоку сплошного сечения марки ОК AristoRod 12.50. Новая перспективная разработка ЭСАБ – проволока с уникальным покрытием ASC (Advanced Surface Characteristics- покрытие с улучшенными характеристиками). Проволока с улучшенными свойствами подачи предназначена для полуавтоматической сварки углеродистых и легированных сталей как в смеси 80Ar/20CO₂, так и чистом CO₂. Высокая чистота поверхности проволоки, стабильный калибр ее по всей длине в сочетании с низким содержанием вредных S и P обеспечивают стабильное горение проволоки с минимальным разбрызгиванием и высокое качество шва. Отсутствие омеднения позволяет избежать засорения проволокопровода, увеличивает срок службы горелки. Крайне низкий износ наконечника. Проволока особенно рекомендуется для роботизированной сварки.

Проволока имеет международные сертификаты ABS, BV, DnV, GL, LR и др.

Проволока широко применяется в судостроении, производстве, металлоконструкций машиностроении.

Таблица 1.15 - Химический состав сварочной проволоки ОК AristoRod 12.50

Диаметр, мм	C	Si	M n	P	S
1,0; 1,2; 1,6	0,06-0,14	0,80-1,00	1,40-1,605	max 0,025	max 0,025

Механические свойства наплавленного металла после сварки стали 10Г2ФБЮ сварочной проволокой ОК AristoRod 12.50 (Св-08Г2С) согласно СТО 00220368-012-2008:

- предел текучести 440 МПа;
- предел прочности 540 МПа;
- удлинение 25% KCV при +20° С 110 Дж, -20° С 70 Дж (Данные получены при сварке в смеси газов Ar / 20 CO₂)

1.13 Требования к оборудованию, инструменту и рабочему месту сварщика [15]

Сварочное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с требованиями РД 03-614-03.

Для автоматической сварки плавящимся электродом в среде газовой смеси допускаются источники питания постоянного тока с крутопадающей или комбинированной статической вольтамперной характеристикой.

Колебания напряжения питающей сети, к которой подключено оборудование, допускается в пределах $\pm 5\%$ от номинального значения.

Оборудование должно соответствовать нормам безопасности, быть надежным в работе и простым в обслуживании, обеспечивать требуемые режимы сварки и контроль параметров сварки в процессе работы.

Перед сваркой необходимо убедиться в своевременности проведения ремонта оборудования, соблюдение графика ППР, сроков поверки контрольно-измерительных приборов (амперметр, вольтметр и т.д.), исправности источника питания путем контрольной наплавки.

Сварочный кабель от источника по длине не должен превышать 30 метров, жилы кабеля не должны быть оголены, необходимо проверить подтяжку наконечников кабеля и надежность закрепления сварочного провода к изделию и источнику.

Рабочее место электросварщика оснащается резиновыми ковриками по, подставкой для сварочного держателя, освещением (лампы на 12В).

Электросварщик должен быть обеспечен: спецодеждой по установленным нормам; термопеналом (для хранения покрытых электродов); щитком для защиты глаз ГОСТ 12.40.23-84; зубилом 150 мм ГОСТ 7211-86; щеткой металлической, молотком 500 г ГОСТ 2310-77; набором измерительных шаблонов и клейм для механического клеймения сварных соединений.

Рабочая бригада должна быть обеспечена шлифмашинкой с набором абразивных кругов, индивидуальными средствами защиты в соответствии с инструкцией предприятия.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						35
		№ документа	Подпись	Дата		

Необходимый комплект мерительного инструмента: шаблон УШС- 3, набор радиусных шаблонов, штангенциркуль ШЦ–1–150 ГОСТ 166-80, линейка ГОСТ 427-75, рулетка ГОСТ 7502-89, набор щупов по ТУ 2-034-225-87.

1.14 Выбор сварочного оборудования [11]

Сварочная колонна AP MD CM 15

- Моторизованная платформа, 1500x1600 мм, с регулируемой скоростью от 100 до 2800 мм/мин, опорно-поворотным кругом (вращение 360°) и рельсами для перемещения;
- Площадка для источника питания на опорно-поворотном круге;
- Вертикальная ось 280x170 мм с направляющими и зубчатой рейкой, рабочий ход 3000 мм;
- Горизонтальная ось 170x120 мм с направляющими и зубчатой рейкой, рабочий ход 3000 мм;
- Регулируемая скорость перемещения по осям от 50 до 700 мм/мин, двигатель постоянного тока с тахометром;
- Кабелеукладчик на обеих осях;
- Пульт ДУ;
- Максимальная нагрузка 120 кг;
- Система автоматического слежения, интегрированная в оси колонны.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						36
		№ документа	Подпись	Дата		

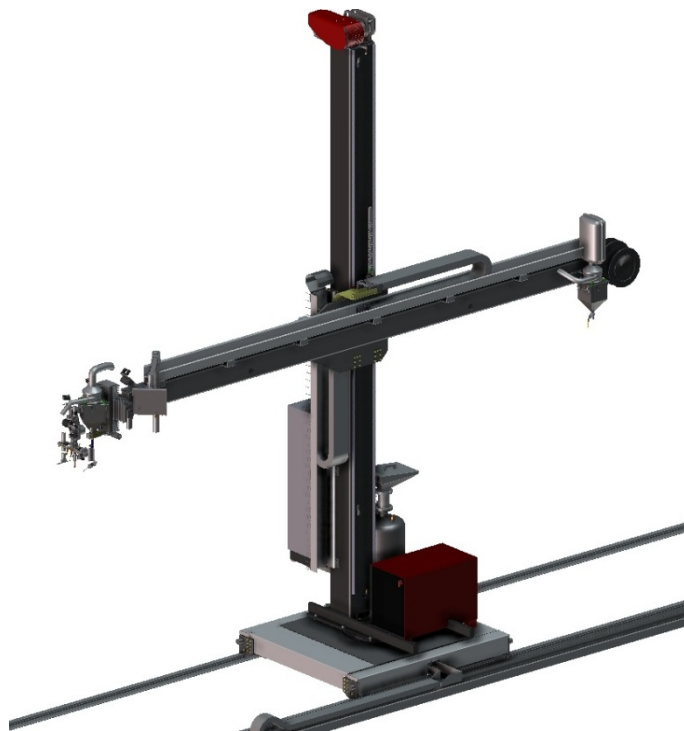


Рисунок 1.6 – Сварочная колонна AP MD CM 30

- Кабелеукладчик на обеих осях;
- Пульт ДУ;
- Максимальная нагрузка 120 кг;
- Система автоматического слежения, интегрирована в оси колонны.

Сварочный аппарат Taurus 435 Pulse PC

Сварочный аппарат Taurus 435 предназначен для сварки плавящимся электродом в среде защитных газов, сварки покрытым электродом и сварки неплавящимся электродом. Область применения: химическая и пищевая промышленность, машиностроение, автомобилестроение, авиационная промышленность, вагоностроение, судостроение, изготовление резервуаров и контейнеров, возведение стальных конструкций и многое другое.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						37
		№ документа	Подпись	Дата		

Таблица 1.16 - Технические характеристики источника питания Taurus 435

Параметр	MIG/MAG		TIG,		Ручная сварка	
	25°С	40°С	25°С	40°С	25 °С	40 °С
Диапазон регулирования сварочного тока	5 - 400 А		5 - 400 А		5 - 400 А	
ПВ, при температуре окружающей среды	25°С	40°С	25°С	40°С	25 °С	40 °С
60 %	400А	400А	400А	400А	400А	400А
100 %	390А	360А	390А	360А	390А	360А
Напряжение холостого хода	80 В					
Частота сети	50 Гц / 60 Гц					
Сетевой предохранитель (инерционный)	3 x 35 А					
Сетевое напряжение (допуски)	3 x 400 В (-25 % - +20 %)					
Макс. потребляемая мощность	17,5 кВА		13,1 кВА		18,2 кВА	
Приводные ролики	4					
Скорость подачи проволоки	0,5 м/мин - 24 м/мин					
Габариты аппарата (ДхШхВ) в миллиметрах	1100 x 455 x 1000					
Вес аппарата	118 кг					
Емкость бака охлаждения	12 л					
Производительность	5 л/мин					

Достоинства аппарата:

- сварка различными типами проволок;
- высокая продолжительность включения;
- идеальные характеристики зажигания и процесса сварки благодаря инверторному источнику;
- максимальная производительность;
- эргономичность, прочное и компактное исполнение;
- наглядное размещение органов управления, интуитивно понятное управление;
- мощная и эффективная система охлаждения для горелки;
- удобство технического обслуживания благодаря удобному расположению узлов внутри аппарата;
- защита от перегрева благодаря встроенному реле.

Технические и технологические особенности источника Taurus 435 Pulse PC

Переключение полярности осуществляется программным обеспечением источника и не требует перенастройки оборудования. Улучшенная стабильность и независимый контроль в многодуговой конфигурации. Коэффициент мощности 95% позволяет расширять и модернизировать производство без увеличения энергопотребления предприятия. Для регистрации параметров сварки применяется система дистанционного управления процессами посредством: ArcLink, Ethernet и DeviceNet. Высокий класс защиты - IP23 позволяет использовать аппарат в сложных условиях эксплуатации на открытом воздухе.

- **Технология EWM Waveform Control Technology** дает возможность выбрать правильную эюру для каждого сварочного процесса, что обеспечивает такие процессы, как Standart, Dinamic, Root и Root Pulse Control.

- **Возможность выбора** из 60 стандартных программ, предлагающих большой диапазон электродов различного размера, тип и комбинации защитного газа для получения оптимального вида шва, проплавления и скорости сварки для различных сварочных процессов.

Новый режим Root Pulse Control обеспечивает стабильный процесс при сварке «на спуск» короткой дугой корневых проходов или тонких материалов.

Горелка для автоматической сварки с водяным охлаждением

Горелка GMAW с водяным охлаждением позволит осуществлять сварку при высокой амперной нагрузке (от 300 до 600(+) ампер), при рабочих циклах от 60% до 100%. Они предназначены для сварки толстых материалов (обычно от 6,35 мм)/

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						39
		№ документа	Подпись	Дата		



Рисунок 1.7 - Горелка GMAW-600 для автоматической сварки в среде защитных газов с водяной системой охлаждения

Для предотвращения перегрева при сварке, в роботизированных сварочных горелках используется подача воды или охлаждающей жидкости от внешнего источника. В состав источника входит циркуляционный насос или холодильная установка, подача охлаждающей жидкости осуществляется через шланг, находящийся в общем пучке кабелей, включающего кабель питания, проволоку, газовый и возвратный шланг охлаждающей жидкости.

Вращатель роликовый



Рисунок 1.8 - Вращатель роликовый

Вращатель роликовый, самоподстраивающийся, грузоподъемность 1т.

Предназначен для вращения цилиндрических изделий со сварочной скоростью при автоматической сварке внутренних и наружных кольцевых швов, а также для установки изделий на маршевой скорости в положение, удобное для ручной и полуавтоматической сварки.

	№ документа	Подпись	Дата

Таблица 1.17 - Технические характеристики роликового вращателя

Наружный диаметр роликов, мм	200
Скорость сварки, мм/мин	1-75
Количество секций:	2
- приводных	1
- не приводных	1
Раздвижные под диаметр Ø (мм)	325-1525
Масса, кг	750

Вращатель сварочный универсальный

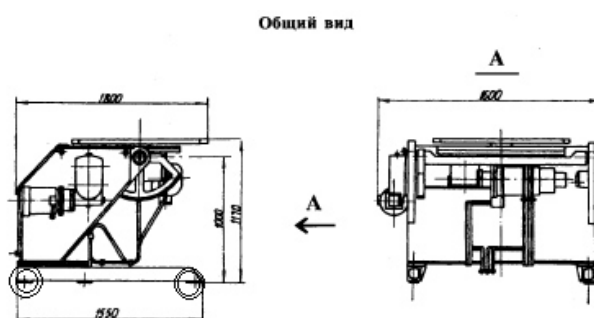


Рисунок 1.9 - Вращатель сварочный универсальный РТ-3000

Вращатель сварочный универсальный РТ-3000 предназначен для установки деталей в положение, удобное для сварки и вращения их со сварочной или маршевой скоростью при автоматической, полуавтоматической и ручной электродуговой сварке, а также может использоваться при наплавочных работах. Станина вращателя сварная. В подшипниках скольжения к станине крепится стол с механизмом вращения планшайбы и зубчатый сектор механизма наклона. Привод наклона планшайбы установлен на стойке станины. Вращатель снабжен устройством, предназначенным для автоматической остановки после окончания сварки кругового шва с перекрытием. Полый шпиндель позволяет устанавливать приспособление с центральным креплением изделия или применять пневматическое зажимное устройство. Электрооборудование смонтировано в нише станины вращателя. Вращатель обеспечивает поворот на 360 градусов, наклон на 135 градусов и оборудован столом с Т-образными прорезями и сквозными отверстиями. Привод вращения - переменного тока изменяемой частоты. Типовое управление «вперед-

стоп-назад» с изменяемой скоростью вращения с дистанционного пульта управления.

Таблица 1.18 - Технические характеристики вращателя РТ-3000

Модель	РТ-3000
Диаметр планшайбы, мм	800
Питание, В при 50 Гц	3Ф - 380
Размеры стола, мм	1470x1470
Частота вращения планшайбы, мин ⁻¹	0,05-2
Сквозное отверстие в столе, мм	230
Номинальный сварочный ток (ПВ=100%), А	1600
Мощность электродвигателя привода наклона стола, кВт	7,5
Мощность электродвигателя привода вращения, кВт	7,5
грузоподъёмность, кг	3000
Габаритные размеры, мм:	
Длина / Ширина /Высота	2000/1090/1345
Масса вращателя, кг	1800

Центрирующие устройство

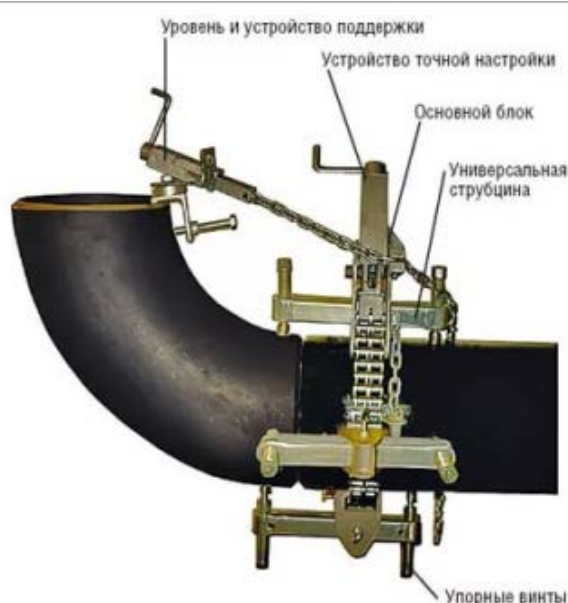
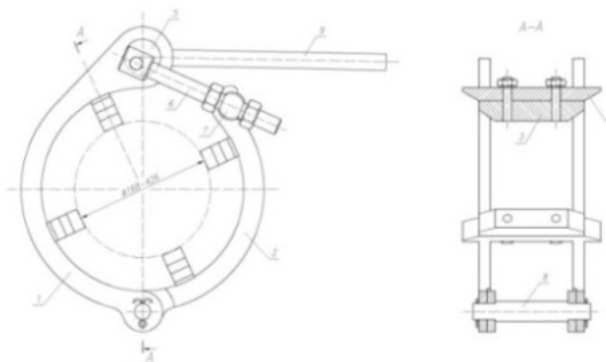


Рисунок 1.10 - Центратор отводов ЦГ-720-800

Центратор ЦГ-720-800 предназначен для центровки торцов отдельных труб и отвода при сборке неповоротных и поворотных стыков отводов применяемых при строительстве трубопроводов диаметром 100-300 мм. Быстро-разъемная конструкция позволяет устанавливать центратор всего за 5 минут.

Центраторы наружные эксцентриковые



1 – обод верхний, 2 – обод нижний, 3 – брусочек, 4 – брусочек, 5 – эксцентрик, 6 – винт,
7 – поперечина, 8 – ось, 9 – рукоятка

Рисунок 1.11 - Центраторы наружные эксцентриковые типа ЦНЭ-16-21

Центраторы эксцентриковые являются ручными приспособлениями при сборке труб перед их сваркой в «нитку». Обслуживание центратора производится одним монтажником (бригадиром). Перед сборкой первого стыка установить центратор на трубе соответствующего диаметра тяге, чтобы эксцентрик 3 с рукояткой 8 находились в верхней части труб на расстоянии 15-20 мм от торца остановить его, когда между торцами останется 1-1,5мм. Надвинуть центратор на стык и поворотом рукоятки 8(6) зафиксировать положение пристыковываемой секции (трубы). При этом превышение кромок стыкуемых труб не должно быть более 1,6мм.-Размеры стыкуемых труб Ø45-159

1.15 Оборудование для подготовки кромок, механообработка свариваемых материалов [15]

Размеры конструктивных элементов кромок и швов сварных соединений, выполненных при монтаже, и предельные отклонения размеров сечения швов сварных соединений должны соответствовать, указанным в ГОСТ 16037-80. Подготовка кромок и поверхностей листов под сварку должна выполняться механической обработкой либо путем термической резки с после-

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						43
		№ документа	Подпись	Дата		

дующей механической обработкой с удалением слоя толщиной не менее 1 мм.

Подготовку кромок под сварку предпочтительно проводить механически способом. Допускается газовая, воздушно-дуговая и плазменная резка.

Кромки свариваемых элементов в местах расположения швов и прилегающие к ним поверхности должны быть зачищены шириной не менее 20 мм. Зачистку производить до полного удаления ржавчины, жиров, краски, грязи, влаги и т.п. шлифмашинкой, стальной щеткой. Торцы свариваемых поверхностей листов при загрязнении обезжиривают ацетоном, бензином, уайт-спиритом.

Кромки проверяются визуальным осмотром для выявления пороков металла.

Не допускаются расслоения, закаты, забоины и задиры глубиной более 5 мм, трещины.

В случае обнаружения недопустимых дефектов исправить механическим способом. При обработке абразивным инструментом следы зачистки должны быть направлены вдоль кромок.

Методы сборки элементов под сварку (прихватку) должны обеспечивать правильное взаимное расположение сопрягаемых элементов и свободный доступ к выполнению сварочных работ.

В процессе сборки должно быть исключено попадание влаги, масла и других загрязнений в разделку соединений и на прилегающие поверхности.

Смещение кромок листов, измеряемое по срединной поверхности, в стыковых соединениях не более 2 мм.

Разностенность и смещение кромок не должны превышать 10% толщины стенок стыкуемых элементов, но не более 2 мм. Если разностенность и смещение кромок превышает указанные значения, то должен быть сделан плавный переход от элемента с большей толщиной стенок к элементу с меньшей толщиной путем одно- или двухсторонней механической обработки конца элемента с большей толщиной стенок. При этом угол скоса поверхности перехода не должен превышать 15° .

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						44
		№ документа	Подпись	Дата		

При разнице в фактической толщине стенок менее 30% толщины стенки тонкого элемента, но не более 5 мм, допускается осуществлять указанный плавный переход с помощью сварного шва.

Способ сварки и сварочные материалы при выполнении прихваток должны соответствовать способу и сварочным материалам при сварке корневого шва.

Прихватку стыков при сборке выполнять механизированной сваркой в смесь газов 80 % Ar + 20 % CO₂. Каждая прихватка должна быть проконтролирована внешним осмотром. К качеству прихваток предъявляются те же требования, как и к основному шву. Дефектные прихватки полностью удаляются шлифмашинкой.

Прихватки должны располагаться на равном расстоянии друг от друга; выполняются на режимах, рекомендованных для сварки данных швов и необходимо выполнять с полным проваром.

Станок для снятия фаски с труб и прутка серия FHC-150SA

Механическая обработка торцевой поверхности трубы является наиболее эффективным решением для получения чистого и перпендикулярного торца трубы. Данные станки позволяют производить такие операции, как снятие наружной и внутренней фасок, неглубокая расточка и обточка снаружи. Ручная установка заготовки и автоматическая подача/отход инструмента обеспечивает высокую скорость обработки.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						45
		№ документа	Подпись	Дата		



Рисунок 1.12 – Станок для снятия фаски с труб или прутка серия FHC-150SA

Механическая обработка торцевой поверхности трубы является наиболее эффективным решением для получения чистого и перпендикулярного торца трубы. Данные станки позволяют производить такие операции, как снятие наружной и внутренней фасок, неглубокая расточка и обточка снаружи. Ручная установка заготовки и автоматическая подача/отход инструмента обеспечивает высокую скорость обработки. Полуавтоматические станки имеют две скорости подачи: ускоренный подвод и регулируемую скорость рабочей подачи для получения наилучшего качества обработки. Станок обеспечивает быструю перенастройку под заготовку другого диаметра с заменой режущей головки и зажимного приспособления.

Выборочные характеристики: мощность двигателя шпинделя 3,7/2,2 кВт; скорость шпинделя 800/1600 мин⁻¹; давление воздуха 0,6-0,8 МПа, расход воздуха - 120 мл/мин.; диаметр заготовки: труба 19~300 мм, пруток 19~85 мм; габариты 760x700x1160 мм.

Легкая болгарка, фирмы FLEX, L 3410 VR

Легкая болгарка, фирмы FLEX, L 3410 VR электромеханический инструмент, предназначенный для выполнения разнообразных работ (шлифования, резки, зачистки и др.) по камню, металлу, дереву.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						46
		№ документа	Подпись	Дата		

- Регулировка скорости от 2900 до 11000 оборотов в минуту для подбора материала;
- Максимальный размер круга Ø125мм;
- Шпиндель М14;
- Вес 1.3 кг.



Рисунок 1.13 - Легкая болгарка, фирмы FLEX, L 3410 VR

Станки для резки труб

Разъемные, относительно легкие, труборезы ISD и GPX на рисунке 1.22 предназначены для обработки труб с толщиной стенки до 10-25 мм. Труборезы комплектуются отрезными резцами и резцами для формирования фаски под сварку.

Таблица 1.19 - Станки труборезы

Модель	Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Привод	Скорость резки, об./мин.	Вес, кг
ISD-750	700-750	До 25	АС220V/50 2000W	7	80



Рисунок 1.14 - Станки для резки ISD- 750

1.16 Дополнительное оборудование

Автоматическая дробеструйная камера серии CABILUX



Рисунок 1.15- Автоматическая дробеструйная камера серии CABILUX

Малые габариты пола сбора абразива – глубина залегания всего 130 мм или 150 мм в глубину. Низкий уровень потребления энергии: 1,1 кВт привод обеспечивает сбор абразива с площади до 70 м². Бесшумная работа гибких скребков. Исключительно прочная и надежная система пола сбора абразива. Автоматическая адаптация к количеству собираемого абразива. Короткий срок монтажа до готовности к использованию модулей FlexMatic. Дробь диаметром 0,3-1,0 мм подается воздухом под давлением 0,6-0,14 МПа; Система управления содержит расширенные функции обеспечения безопасной работы и дружелюбного интерфейса.

Цифровой информационный дисплей в удобной форме выдает информацию о текущем состоянии машины об эксплуатации и обслуживании машины в виде явных пиктограмм на заданном языке.

Работа машины постоянно контролируется микропроцессорным контроллером, который также обеспечивает дополнительные функции безопасной работы и автоматического самоотключения оборудования.

1.17 Контроль качества сварочных работ [2], [17]

Производственный контроль качества сварочных работ, на стадии изготовления, монтажа, ремонта и реконструкции оборудования, должен осуществ-

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						48
		№ документа	Подпись	Дата		

ляться инженерно-техническими работниками, руководящими сварочными работами; сотрудниками сварочных лабораторий; отделов технического контроля или главного сварщика и органов технического надзора заказчика в соответствии с требованиями КД, ППР, ППСР данной инструкции и технологических карт.

Основные контрольные операции по определению качества в процессе производства и приемки сварочных работ подразделяются на:

- входной контроль;
- операционный контроль;
- приемочный контроль.

В результате контрольных операций устанавливается возможность проведения сварочных работ, обеспечивающих качество продукции в соответствии с данными требованиями, выявляются причины появления брака.

Результаты контроля должны быть зарегистрированы в соответствующей документации.

Входной контроль

Входной контроль осуществляется до начала выполнения сборочно-сварочных работ и включает в себя:

- контроль за наличием рабочей технологической документации (ППР, ППСР, технологических карт и инструкций по сварке прошедших аттестацию согласно РД 03-615-03 [10]);

- контроль квалификации сварщика, дефектоскопистов и инженерно-технических работников, руководящих работами по сборке, монтажу, сварке и контролю;

- контроль качества основных материалов;

- контроль качества сварочных, вспомогательных материалов и материалов

для дефектоскопии;

- контроль работы оборудования, приборов, наличие и исправность инструмента и приспособлений;

- наличие результатов испытаний пробных (технологических, допускных)

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						49
		№ документа	Подпись	Дата		

образцов;

- контроль правильности выбранного режима сварки (прихватки).

Пооперационный контроль

Пооперационный контроль конструкций состоит из:

- подготовки и использования сварочных материалов;
- контроль зачистки сварочных кромок от грязи, масла, ржавчины и других загрязнений;
- контроля подготовки свариваемых кромок под сварку, отсутствие на них наружных дефектов (раковин, трещин);
- контроля количества, размеров и качества прихваток;
- контроля зазора в соединениях;
- контроля переломов осей соединяемых элементов;
- контроля правильности сборки деталей под сварку, их крепление со сборочными приспособлениями устройствами;
- контроля температуры предварительного подогрева свариваемых деталей контроль параметров режима термообработки.

В процессе сварки контролируются:

- режим сварки;
- размеры накладываемых валиков и слоев, окончательные размеры шва;
- контроль техники сварки (последовательность наложения швов, направление сварки, угол наклона электрода, перекрытия валиков и кромок сварных соединений и т.д.);
- послойная зачистка сварных швов;
- зачистки сварных швов от шлака и наплывов;
- наличие дефектов в сварных швах;
- наличие клейма сварщика после окончания сварки.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						50
		№ документа	Подпись	Дата		

Приемочный контроль сварных соединений

Качество сварных соединений оценивается по результатам внешнего осмотра, обмеров сварных швов, результатам неразрушающего контроля, гидравлических испытаний на прочность и герметичность.

Визуальный и измерительный контроль

Визуальный контроль и измерение сварных швов необходимо проводить после очистки швов и прилегающих к ним поверхностей основного металла от шлака, брызг и других загрязнений. ВИК подвергаются 100% сварных швов. Геометрические размеры и форма поверхностей должны измеряться с помощью средств, обеспечивающих погрешность не более 30% от установленного допуска на изготовление. При визуальном контроле сварные швы металлоконструкций должны удовлетворять следующим требованиям:

- иметь гладкую и равномерную чешуйчатую поверхность без резких переходов к основному металлу;
- швы должны быть плотными по всей длине и не иметь видимых прожогов, сужений, перерывов, наплывов, а также недопустимых по размерам подрезов, непроваров в корне шва, несплавлений по кромкам, шлаковых включений и пор;
- металл шва и околошовной зоны не должен иметь трещин любой ориентации и длины;
- кратеры швов в местах остановки сварки должны быть переварены, а в местах окончания – заварены.

Размеры, форму шва проверять с помощью универсальных шаблонов УШС-3.

Неразрушающие физические методы контроля радиографический и ультразвуковой метод контроля

Метод контроля (ультразвуковой (УК) или радиографический РГ)) выбирается исходя из возможностей более полного и точного выявления недопустимых дефектов с учетом особенностей физических свойств металла, а

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						51
		№ документа	Подпись	Дата		

также особенностей методики контроля для данного вида сварных соединений. РК или УК сварных соединений отводов проводится в объеме 100%.



Рисунок 1.16- Универсальные двухполюсные рентгеновские аппараты постоянного напряжения YXLON.MG325/452

Высокая энергия и мощность дозы двухполюсных аппаратов мощностью 4,5 кВт может применяться для контроля широкого круга объектов от легких сплавов и тонкостенных материалов до материалов высокой плотности толщиной до 115 мм (сталь). Двухполюсные рентгеновские аппараты с частотой преобразования 40кГц отличаются очень высокой стабильностью выхода, точной установкой энергии и чрезвычайно быстрым выходом на заданный режим.



Рисунок 1.17- Ультразвуковой дефектоскоп УДЗ-204

УДЗ-204 – дефектоскоп ультразвуковой относится к новейшим разработкам, имеет металлический корпус и съемную литий-ионную батарею, цветной TFT- экран новейшего поколения, два полных акустических канала.

- диапазон частот до 25 МГц;
 - возможность выбора формы зондирующего импульса;
 - диапазон изменения усиления 120 дБ и ступенчатое изменение амплитуды зондирующего импульса;
 - диапазон динамический ВРЧ 120 дБ;
 - возможность применения расчетных законов ВРЧ и построение кривых ВРЧ по точкам;
 - построение расчетных криволинейных порогов в образе фрагментов кривых АРД-диаграмм или криволинейных порогов по точкам (ДАС-кривых);
 - возможность одной или двух разверток на одном экране, режима полного экрана при работе в одноканальном варианте;
 - частота зондирующего импульса поддается плавной регулировке;
 - контроль может осуществляться с индикацией одновременно:
 - в УДЗ-204 присутствует возможность использования таких методов, как эхо+эхо-зеркального, эхо-теневого, эхо+дельта-метода и других, основанных на применении двух ПЭП;
 - имеется индикация вертикальной и горизонтальной шкал для основной развертки;
 - наличие трех порогов для каждой из двух зон временной селекции с трехцветной индикацией срабатывания системы АСД;
 - полуавтоматическое распознавание угла ввода луча, возможность использования паспортов ПЭП;
 - протоколы контроля и настройки сопровождаются текстом;
 - звуковые комментарии могут записываться и воспроизводиться;
 - связь УДЗ-204 с компьютером осуществляется через USB;
- позволяет работать с внешним USB Flash Drive;

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						53
		№ документа	Подпись	Дата		

- чувствительность дефектоскопа настраивается полуавтоматически;
- УДЗ-204 имеет небольшие габариты и вес;
- режим контроля качества акустического контакта. При этом возможна регулировка усиления, ВРЧ и др. параметров.

1.18 Описание технологии сборки и сварки отвода

Таблица 1.20 – Технологическая последовательность изготовления изделия

Номер операции	Содержание операции, режимы	Оборудование
1	4	5
0005 Контроль	Контроль соответствия заготовки требованиям ТУ 24.20.13-013-91-91907504-2018. Контролируется угол разделки кромок, притупление, толщина стенки, перпендикулярность плоскости разделки условной оси трубы и отвода, геометрические размеры заготовок.	Линейка, штангенциркуль, угломер, УШС-2, УШС-3. Контрольно-измерительная плита, высотомер
0010 Зачистка	Свариваемые кромки очищаются от следов консервации, масла, ржавчины, краски.	Углошлифовальная машинка FLEX, L 3410 VR, абразивный и проволочный диски, ветошь, уайт-спирит, щетка по металлу
0015 Сборка	1)С помощью консольного крана труба укладывается на магнитные призмы сборочно-сварочного стола. 2)С помощью консольного крана отвод устанавливается в магнитную призму, но остается в подвешенном состоянии. 3)Устанавливаем сборочное приспособление – центратор соединения «Труба-отвод». 4)Используя регулировки приспособления и магнитные проволочные шаблоны, выставить зазор 3 мм с точностью $\pm 0,1$ в стыковом соединении С17. 5)Для трубы диаметром 280 мм выполняем постановку 8-ми прихваток: в диаметрально противоположных точках: длина прихватки 30 мм. Режим постановки прихваток: $I_{св}=129A$, $U_{д}=21В$, $q_{г,}=11$ л/мин, $V_{св,}=20$ м/ч. 6)Снимаем наружные центраторы. 7. Подсобранный изделие выкладывается на призмы сборочного стола и совмещается со второй трубой. 8)Устанавливается сборочное приспособление – центратор соединения «Труба-отвод». 9) Для совмещения контуров второй трубы и отвода используются регулировки центратора и наклон регулируемой плоскости сборочного стола. 10)Используя регулировки приспособления и магнитные проволочные шаблоны, выставить зазор 3 мм с точностью $\pm 0,1$ в стыковом соединении С17. 11)Для трубы диаметром 280 мм выполнить постановку 8-ми прихваток: в диаметрально противоположных точках: длина прихватки 40 мм.	Оборудование участка для сборки: сборочно-сварочный стол, приспособление для сборки трубы с отводом, полуавтомат Taurus 435 с горелкой GMHW

Продолжение таблицы 1.20

1	2	3
	Режим постановки прихваток: $I_{св}=129A$, $U_{д}=21В$, $q_{г,}=11$ л/мин, $V_{св,}=20$ м/ч. б)Снять наружный центратор. 12)Собранное изделие транспортировать в зону контроля	
0020 Контроль	Контролировать зазор в соединениях отвода и его плоскост-	УШС2, УШС-3, Набор щупов, контрольно измерительная плита
0025 Механическая обработка	Обработать тело прихватки под сварку корневого прохода в режиме Pulse Control Root (PCR) для трубы диаметром 280 мм: 1) толщина прихватки не более 4 мм. 2) Поверхность прихватки поперек сечения должна быть плоской или вогнутой. 3) Тело прихватки должно иметь «заход» и «спуск» (концы прихватки обрабатываются на конус с острой кромкой, толщиной не боле 0,5 мм, длина «захода» или «спуска» не менее 8 мм.	Мини углошлифовальная машинка с абразивным кругом 125*22*2 мм
0030 Транспортная	Транспортировать отвод к сварочной установке и установить на ролики стойки поддержки. Закрепить торец отвода на планшайбе вращателя.	Мостовой кран
0035 Сварка	1) Осмотреть стык на предмет наличия следов ржавчины, масла, краски и при необходимости зачистить. 2) Установить горелку в положение для сварки стыка «на спуск». 3) Настроить источник питания в режим сварки Pulse Control Root. 4) настроить горелку в стык и выполнить сварку корневого прохода. Параметры режима сварки корневого прохода: $I_{св}=85A$, $U_{д}=18 В$, $q_{г,}=11$ л/мин, $V_{св,}=16$ м/ч	(Щетка по металлу. Ветошь, Уайт-спирит. Установка для автоматической сварки отводов. Источник питания EWM Taurus-335 Pulse, горелка для автоматической сварки Taurus 435 с горелкой GMAW600
0040 Контроль	Осмотреть сварной шов корневого прохода на наличие пор, трещин, брызг и пр. дефектов. При обнаружении устранить дефекты. При необходимости зачистить шлак.	Лупа 4 ^x -10 ^x , Шаблоны, щетка по металлу, скребок.
0045 Сварка	1) Установить горелку в положение для сварки стыка в нижнем положении. 2) Настроить источник питания в режим сварки Dinamic Pulse 4) Настроить горелку в стык и выполнить сварку заполняющего прохода. Параметры режима сварки корневого прохода: $I_{св}=290A$, $U_{д}=30 В$, $q_{г,}=19$ л/мин, $V_{св,}=35$ м/ч	Установка для автоматической сварки отводов. Источник питания EWM Taurus-335 Pulse, горелка для автоматической сварки Taurus 435 с горелкой GMAW600
0050 Транспортная	Транспортировать изделие в зону зачистки	Мостовой кран, магнитный подвес
0055 Зачистка	Свариваемые кромки очищаются от шлака, брызг и окалины	Углошлифовальная машинка FLEX, L 3410 VR, абразивный и проволочный диски

Окончание таблицы 1.20

1	2	3
0060 Транс- портная	Транспортировать изделие в зону контроля	Мостовой кран, магнитный подвес
0065 Контроль	1. ВИК изделия: геометрические размеры изделия и сварного шва с лицевой и обратной стороны. 2. Ультразвуковой контроль. При обнаружении дефектов допускается их выборка и повторная заварка частично механизированной сваркой в защитном газе. В одном месте исправления допускаются не более 3-х раз. Ширина сварного шва в месте исправления не должна превышать допустимую ширину более чем в 2 раза.	Линейка, штангенциркуль, угломер, УШС-1, УШС-2, УШС-3. Контрольно-измерительная плита, высотомер. Ультразвуковой дефектоскоп УДЗ-204
0070 Очистка	Отчистка поверхность изделия при помощи дробеструйной камеры	Автоматическая дробеструйная камера серии CABILUX
0075 Нанесение по- крытия	Нанести защитное изолирующее покрытие	TROMMELBERG Окрасочносушильные камеры SU 24009
0080 Контроль	Контроль толщины покрытия согласно требованиям КД	Толщиномер ADA ZCT 888 A00359
0085 Транс- портная	Транспортировать изделие на склад готовой продукции	Мостовой кран, мягкие стропы

	№ документа	Подпись	Дата

2 Методическая часть

В технологической части дипломного проекта разработана технология сварки отводов трубопровода. В процессе разработки предложена замена ручной дуговой сварки на автоматическую электродугую сварку в среде защитных газов. Реализация данного технологического процесса осуществляется благодаря внедрению спроектированной технологии, где предложена замена сварочного оборудования на более современное. Реализация разработанной технологии предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт предложенного оборудования.

К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» уровень квалификации 4. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик ручной дуговой сварки с плавящимся электродом» (4-5-го уровня), в связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести данную программу в рамках промышленного предприятия.

Для разработки программы переподготовки необходимо изучить и проанализировать такие нормативные документы как Профессиональные стандарты. *Профессиональный стандарт* является новой формой определения квалификации работника по сравнению с единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих и единым квалификационным справочником должностей руководителей, специалистов и служащих.

Профессиональные стандарты применяются:

– работодателями при формировании кадровой политики и в управлении персоналом, при организации обучения и аттестации работников, разработке должностных инструкций, тарификации работ, присвоении тарифных разрядов работникам и установлении систем оплаты труда с учетом особенностей организации производства, труда и управления;

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						57
		№ документа	Подпись	Дата		

- образовательными организациями профессионального образования при разработке профессиональных образовательных программ;
- при разработке в установленном порядке федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования.

2.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

1. Профессиональный стандарт «Сварщик» (код 40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован в Министерстве юстиции России 13.02.2014г., рег. № 31301)

2. Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109, рег.№ 664, Приказ Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег. № 40426).

На первом этапе рассмотрим функциональную карту видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик ручной дуговой сварки с плавящимся электродом» (4-5-го разряда), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением ручной дуговой сварки.

В таблице приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик ручной дуговой сварки с плавящимся электродом» (4-5-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						58
		№ документа	Подпись	Дата		

Таблица 2.1 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик ручной дуговой сварки с плавящимся электродом» (4-5-го уровня) и «Оператор автоматической сварки плавлением»

Характеристики	Сварщик ручной дуговой сварки с плавящимся электродом	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
<i>Трудовая функция</i>	Сварка (наплавка, резка) сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов, полимерных материалов)	Выполнение полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов
Трудовые действия:	<p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для РД, настройка сварочного оборудования для РД с учетом особенностей его специализированных функций (возможностей).</p> <p>Выполнение РД сложных и ответственных конструкций с применением специализированных функций (возможностей) сварочного оборудования.</p> <p>Выполнение дуговой резки.</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента сваренных РД сложных и ответственных конструкций на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.</p> <p>Исправление дефектов РД сваркой.</p>	<p>Изучение производственного задания, конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Подготовка рабочего места и средств индивидуальной защиты. Подготовка сварочных и свариваемых материалов к сварке.</p> <p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования.</p> <p>Сборка конструкции под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки.</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента подготовленной под сварку конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением.</p> <p>Извлечение сварной конструкции из сборочных приспособлений и технологической оснастки. Контроль с применением измерительного инструмента сварной конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p>

--	--	--

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
		Исправление дефектов сварных соединений, обнаруженных в результате контроля. Контроль исправления дефектов сварных соединений.
Необходимые умения:	<p>Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для РД, настраивать сварочное оборудование для РД с учетом его специализированных функций (возможностей).</p> <p>Владеть техникой РД сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.</p> <p>Владеть техникой дуговой резки металла.</p> <p>Контролировать с применением измерительного инструмента</p>	<p>Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку.</p> <p>Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p> <p>Пользоваться техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материа-</p>

	<p>сваренные РД сложные и ответственные конструкции на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. Исправлять дефекты РД сваркой</p>	<p>лов. Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительном качестве сварного соединения. Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации. Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.</p>
--	---	---

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
---	---	---

Необходимые знания:

Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для РД.
Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых РД.
Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых РД.
Сварочные (наплавочные) материалы для РД сложных и ответственных конструкций. Техника и технология РД сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва. Методы контроля и испытаний сложных и ответственных конструкций. Порядок исправления дефектов сварных швов.

Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением, и обозначение их на чертежах.
Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов. Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением.
Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением.
Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением. Требования к сборке конструкции под сварку. Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением. Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля. Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения. Правила технической эксплуатации электроустановок. Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Правила эксплуатации газовых баллонов. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.

Окончание таблицы 2.1

1		2			3	
					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист 62
	№ документа	Подпись	Дата			

<p>Другие характеристики:</p>	<p>Область распространения РД в соответствии с данной трудовой функцией:</p> <p>сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную: сварка дуговая плавящимся электродом; сварка (дуговая) гравитационная покрытым электродом; резка воздушно-дуговая; резка кислородно-дуговая;</p> <p>сварочный процесс: сварка ручная дуговая ванная покрытым электродом;</p> <p>ручная дуговая резка и строжка металлов</p> <p>Характеристики выполняемых работ:</p> <p>прихватка элементов конструкции РД во всех пространственных положениях сварного шва;</p> <p>РД сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками во всех пространственных положениях сварного шва;</p> <p>ручная дуговая резка сложных деталей из различных материалов;</p> <p>наплавка поверхностей баллонов и труб, дефектов деталей машин, механизмов, конструкций и инструментов;</p> <p>устранение РД трещин и раковин в изделиях с толщиной более 0,2 мм и в изделиях с труднодоступными для сварки местами;</p> <p>исправление дефектов сваркой.</p> <p>Рекомендуемое наименование профессии: сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом.</p>	
-------------------------------	---	--

Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик ручной дуговой сварки с плавящимся электродом» (4-5-го уровня) и «Оператор автоматической сварки плавлением» является следующее:

Необходимые знания:

– Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением, и обозначение их на чертежах.

– Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.

– Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением.

– Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением. Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.

– Требования к сборке конструкции под сварку.

– Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.

– Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля. Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения.

– Правила технической эксплуатации электроустановок. Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Правила эксплуатации газовых баллонов. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.

Необходимые умения:

– Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						64
		№ документа	Подпись	Дата		

и осуществлять его подготовку.

– Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.

– Пользоваться техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов.

– Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительном качестве сварного соединения.

– Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.

– Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.

На основании выявленного сравнения возможно разработать содержание краткосрочной подготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» и провести данную работу в рамках промышленного предприятия без отрыва от производства.

2.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для переподготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическое обучение при переподготовке рабочих содержит экономический, общеотраслевой и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						65
		№ документа	Подпись	Дата		

консультации определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 минут на одного обучаемого. Время на квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения.

Исходя из сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблице 2.2. Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 2.2 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 5-го квалификационного уровня»

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1.	Теоретическое обучение	58
1.1	Основы рыночной экономики и предпринимательства	8
1.2	Материаловедение	6
1.3	Электротехника	6
1.4.	Чтение чертежей	6
1.5.	Специальная технология	32
2	Производственное обучение на предприятии	92
2.1	Вводное занятие	4
2.2	Подготовка металла к сварке	6
2.3	Упражнения в пользовании источников питания	8
2.4	Упражнения в работе на сварочных автоматах	12
2.5	Сборка изделий под автоматическую сварку	12
2.6	Самостоятельное выполнение сварочных работ	12
	Квалификационная (пробная) работа	6
	Итого:	150

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

2.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии

производства, организации труда в объеме, необходимом для прочного овладения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих, формировании ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции. Программа предмета «Спецтехнология» разрабатывается на основе квалификационной характеристики, учебного план переподготовки и учета требований работодателей.

Таблица 2.3 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№	Тема	Часы
1	Введение	2
2	Источники питания для механизированной сварки	4
3	Оборудование для механизированной сварки в среде защитных газов	6
4	Сварочные материалы	6
5	Сварные конструкции	4
6	Технология механизированной сварки в среде защитных газов	10
	Итого	32

В данной программе предусматривается изучение технологии и техники автоматической сварки, устройство работы и эксплуатации оборудования различных типов, марок и модификаций.

2.4 Разработка плана урока

План занятия по предмету «Специальная технология»

Тема программы: Оборудование для механизированной сварки в среде защитных газов.

Тема урока: Устройство и принцип работы сварочного полуавтомата Taurus 435 Pulse.

Цели занятия:

1. Обучающая: ознакомить с устройством и назначением сварочного полуавтомата Taurus 435, изучить его основные элементы, познакомиться с основными техническими характеристиками.

2. Развивающая: развивать техническое мышление, способность к анализу, память.

3. Воспитательная: воспитывать интерес к профессии, ответственность.

Тип урока: усвоение новых знаний

Методическое оснащение урока:

1. Материально-техническая база:

- кабинет спецтехнологии;

2. Дидактическое обеспечение:

- Плакаты: «Устройство и принцип работы сварочного полуавтомат Taurus 435», «Элементы управления источника питания Taurus 435».

Овчинников В.В. Сварка и резка деталей из различных сталей, цветных металлов и их сплавов, чугуна во всех пространственных положениях: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /ВВ Овчинников.- М.:Издательский центр «Академия» 2014. -304с.

– Каталог оборудования «Автоматическая сварка» [Электронный ресурс].

– Режим доступа: <https://a-svarka.ru> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 22.12.2017).

Методы обучения: объяснительно-иллюстративный метод; наглядный.

Структура урока:

- 1 организационный момент;
- 2 подготовка обучающихся к изучению нового материала;
- 3 сообщение темы и цели занятия;
- 4 актуализация опорных знаний.
- 5 изучение нового материала:
- 6 закрепление знаний:
- 7 подведение итогов урока, задание на дом.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						68
		№ документа	Подпись	Дата		

Таблица 2.4 - План-конспект урока

Этапы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационная часть 3 мин.	Здравствуйте, уважаемые обучающиеся! Проверим присутствием на уроке и приступим к новому материалу.	Приветствую обучающихся, проверяю отсутствующих, смотрю готовность к уроку.
Сообщение темы и цели занятия 3 мин	Тема программы: Оборудование для механизированной сварки в среде защитных газов. Тема урока: Устройство и принцип работы сварочного полуавтомат Taugus 435. Цели занятия: Обучающая: ознакомить с устройством и назначением сварочного полуавтомата Taugus 435, изучить его основные элементы, познакомиться с основными техническими характеристиками. Развивающая: развивать техническое мышление, способность к анализу, память. Воспитательная: воспитывать интерес к профессии, ответственность. Достижение целей поможет вам в производственной практике, когда вы самостоятельно будете выполнять производственные задания.	Объясняю, для чего мы изучаем данную тему. Сообщаю тему занятия и обучающую цель. Прошу тему занятия записать в тетради.
Актуализация опорных знаний 10 мин	Для того, чтобы перейти к изучению новой темы нам необходимо проверить как вы усвоили предыдущий материал и поэтому я прошу Вас ответить на следующие вопросы: 1) Что называют трансформатором? Ответ: Трансформатором называют - электромагнитный аппарат, преобразующий переменный ток одного напряжения в переменный ток другого напряжения той же частоты. 2) Простейший трансформатор состоит: Ответ: Магнитопровода, первичной и вторичной обмоток. 3) Какие вы знаете трансформаторы? Ответ: С нормальным магнитным рассеянием; с увеличенным магнитным рассеянием; с раздвижными катушками; с подвижным магнитным шунтом; с подвижным магнитным шунтом; с управляемым магнитным шунтом. Сварочный полуавтомат Taugus 435 Инверторный водоохлаждаемый аппарат для сварки постоянным током, имеющий компактное, передвижное исполнение предназначен для сварки MIG/MAG (плавящимся электродом в среде защитного газа), TIG (неплавящимся вольфрамовым электродом в среде защитного газа), MMA (ручная дуговая сварка покрытым электродом) и воздушно-дуговой строжки Для сварки плавящимся электродом в среде защитных газов используется 4-роликовый подающий механизм	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, то вызываю по списку журнала. Излагаю новый материал словесным методом с демонстрацией наглядных пособий. Прошу основные моменты записать в тетради. Учащиеся записывают в конспект.

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3
---	---	---

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						70
		№ документа	Подпись	Дата		

Мощная система охлаждения с центробежным насосом, пневматическим выключателем и большим баком (емкостью 12 л.) позволяет добиться большей продолжительности включения (ПВ, %).

Специфика работы:

Во время функционирования сварной ток из источника питания поступает в горелку, к которой специальным механизмом непрерывно подается сварочная проволока, замещающая электрод. В это время возникает электрическая дуга. Вместе с тем при помощи газа из баллона или порошковой проволоки создается защитное газовое облако. Способ его возникновения зависит от разновидности

сварочного полуавтомата. К примеру, при использовании порошковой проволоки газ образуется во время сгорания ее оболочки, имеющей особый химический состав.

Стандартная комплектация сварочных полуавтоматов Taurus 435:

- 1 Источник питания;
- 2 Механизм подачи проволоки;
- 3 Кабель массы;
- 4 Горелка;
- 5 Кабель пакет (для подключения механизма подачи проволоки к источнику питания);
- 6 Газовый шланг.

Внешний вид полуавтомата Taurus 435



Данная модель имеет возможность подключения дистанционного регулятора, для удобства управления параметрами сварки на расстоянии от источника питания и подающего механизма.

Плюсы использования сварочных полуавтоматов Taurus 435:

- возможность выполнения сварных работ с высоким качеством;

Обращаюсь к плакату «Классификация сварочных выпрямителей», акцентирую внимание на особенностях сварочных выпрямителей.

Диктую под запись, хожу по аудитории, контролирую учащихся по успеваемости.

Общаюсь с учащимися, для того, чтобы излагаемый программный материал был доступен.

Рассказываю. Общаюсь с обучающимися
Диктую под запись

Рассказ новой темы. Хожу по аудитории, рассказываю и показываю плакат «Внешний вид полуавтомата Taurus 435».

Окончание таблицы 2.4

1	2	3
---	---	---

										Лист
										71
		№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04. 604 ПЗ					

	<ul style="list-style-type: none"> - отсутствие шлакования шва; - высокая производительность; - облегчение поджига дуги; <p>К минусам можно отнести потребность в значительном числе расходных компонентов, громоздкость агрегата.</p> <p>Возможность полной оптимизации сварочного процесса благодаря наличию цифровой панели и синергетического управления:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 256 оптимально запрограммированных JOBS (сварочных заданий) - Наличие цифрового дисплея для отображения и регулировки сварочного процесса по следующим доступным параметрам: напряжение на дуге, сила тока, скорость подачи сварочной проволоки, толщина материала. 	
Первичное закрепление материала 5мин	<p>Предлагаю ответить на вопросы, чтобы выяснить, на сколько усвоили новый материал.</p> <p>Из каких узлов состоит сварочный полуавтомат Taurus 435?</p> <p>2. Назвать их принципы работы и их характерные отличия друг от друга.</p> <p>3. Что такое правильный механизм; его прицепы действия?</p> <p>4. Перечислить виды мундштуков, назвать отличия между ними</p>	Провожу фронтальный опрос обучающихся, выясняю, кто усвоил пройденный материал, а с кем необходимо позаниматься дополнительно.
Задание на дом 4 мин.	Запишите домашнее задание: повторить конспект, записанный на уроке. Если возникнут вопросы обратится к Овчинников В.В. Сварка и резка деталей из различных сталей, цветных металлов и их сплавов, чугуна во всех пространственных положениях (с. 258. параграф 6.3)	Инструктирую обучающихся по выполнению домашнего задания

Методическая часть дипломного проекта является самостоятельной творческой деятельностью педагога профессионального образования. Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали профессиональный стандарт рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»;
- составили учебный план для профессиональной переподготовки электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах;
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;

– разработали план-конспект урока по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;

– разработали средства обучения для выбранного занятия.

Считаем, что данную разработку, возможно, использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						73
		№ документа	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был проанализирован базовый вариант изготовления изделия, выявлены его недостатки и определены направления оптимизации процесса в рамках повышения производительности и уменьшения материалоемкости. В качестве нового варианта разработана автоматизированная сварка отводов в защитном газе, при условии высокоточной сборки в сборочном приспособлении. Выполнены расчеты режимов сварки.

Разработана программа переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						74
		№ документа	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И.Акулов, Г.А.Бельчук, В.П.Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. - 432 с.
- 2 Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А.В. Коновалов, А.С.Куркин, Э.Л.Макаров [и др.]; под ред. В.М. Неровного. — 2-е изд., испр. И доп. – М.: Изд-во МГТУ, 2007. - 752 с.
- 3 Сварочные материалы для дуговой сварки: справочное пособие: в 2 т. Т.1 Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев [и др.]; под общ. ред. Н. Н. Потапова. - М.: Машиностроение, 1989. – 544 с.
- 4 Алешин, Н.П. Сварка, наплавка, контроль: в 2-х томах / Т.1 Н.П. Алешин - М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. - 428 с.
- 5 Милютин, В.С. Источники питания для сварки. / В.С. Милютин, М.П. Шалимов, С.М. Шанчуров. - М.: Айрис - пресс, 2007. - 384 с.
- 6 Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х Т.1/Редкол. Г.А. Николаев (пред.) и др. Под ред. Н.А. Ольшанского.- М.: Машиностроение, 1978. - 504 с.
- 7 Чернышов, Г.Г. Технология электрической сварки плавлением./ Г.Г. Чернышов, - М.: Издательский центр Академия, 2006. – 448 с.
- 8 Походня, И.К. Металлургия дуговой сварки. / Походня, И.К., Явдошин И.Р., Пальцевич А.П., Котельчук А.С. Под редакцией Походни И.К. - Киев: Наукова думка, 2004. - 442 с.
- 9 Куркин, С.А. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций / С.А. Куркин. - М.: Машиностроение, 1989. – 256 с.
- 10 Батышев, С.Я. Профессиональная педагогика: учебник для студентов, обучающихся по педагогическим специальностям и направлениям / С.Я.Батышев [и др.]. – М.: Ассоциация «Профессиональное образование», 1997. –512 с.
- 11 Беспалько, В. П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения / В. П. Беспалько. - М.: Высш. шк.,1995. – 336 с.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						75
		№ документа	Подпись	Дата		

- 12 Бордовская, Н.В. Педагогика: учеб.для вузов. / Н.В. Бордовская, А.А. Реан. – СПб.: Питер, 2003. – 304с.
- 13 Алексеенко, Н.А. Экономика промышленного предприятия: учеб. пособие / Н.А. Алексеенко, И.Н. Гуров. 2-е изд., доп. и перераб. - Минск: Изд-во Гревцова, 2011.- 264 с.
- 14 Волков, О.И. Экономика предприятия: учеб. пособие / О.И. Волков, В.К. Скляренко. 2-е изд. - М.: ИНФРА-М, 2013. - 264 с.
- 15 Скакун, В. А. Методика производственного обучения: учебное пособие: в 2 ч. / В.А.Скакун. - М.: Профессиональное образование, 1992.
- 16 Сварочные материалы для дуговой сварки: справочное пособие: в 2 т. Т. 1 Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев [и др.] ; под общ.ред. Н. Н. Потапова. - М.: Машиностроение, 1989. – 544 с.
- 17 *Методические* указания к курсовому проекту по курсу «Оборудование отрасли» / сост. Л.Т. Плаксина, В.И. Панов, С.А. Задорина. - Екатеринбург: ГОУ ВПО Рос гос. проф.-пед. ун-т, 2008. - 38 с.
- 18 Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] / Центр информационных технологий РГБ; ред. Власенко Т.В.; Web-мастер Козлова Н.В. - Электрон.дан. – М.: Рос.гос. б-ка, 2007. – Режим доступа: <http://www.rsl.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз.рус, англ.
- 19 Каталог государственных стандартов [Электронный ресурс]: база данных содержит классификатор и базу данных нормативных документов. - Электрон.дан. – М.: RusCable.Ru, 1999. – Режим досупа: <http://gost.ruscable.ru/cgi-bin/catalog>. – Загл. с экрана
- 20 Багрянский, К.В. Теория сварочных процессов / К.В Багрянский, З.А. Добротина, К.К. Хренов. - Киев.: Высшая школа, 1976. – 424 с.
- 21 Сварка в СССР / под ред. В.А. Винокурова: в 2 т: - М.: Наука, 1981. - Т.2. – 540 с.
- 22 Справочное пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники / В.М. Рыбаков, Ю.В. Ширшов. - М.: Машиностроение, 1972. - 52 с.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						76
		№ документа	Подпись	Дата		

23 Зубченко, А. С. Марочник сталей и сплавов / под ред. А. С. Зубченко. М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.

24 Верховенко Л.В. Справочник сварщика / Л.В. Верховенко, А.К. Тукин.: 2-е изд.. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 480 с.

25 Чвертко, А.И. Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки / А.И.Чвертко, В.Е. Патон, В.А. Тимченко. – М.: Машиностроение, 1981. –264 с.

26 Толстов, И.А. Повышение работоспособности инструмента горячего деформирования / И.А. Толстов, А.В. Пряхин, В.А. Николаев.– М.: Металлургия, 1990. – 143 с.

27 Крагельский, И.В. Трение и износ в машинах / И.В. Крагельский. – М: Машгиз, 1962. – 382 с.

28 Винокуров, В.А. Справочник сварка в машиностроении: В 4-х т. / под ред. В.А. Винокурова. - М.: Машиностроение, 1979.

Т.1. – 504 с.

Т.2.- 462 с.

Т.3. – 567 с.

29 ГОСТ 2.104 – 68. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. - Введ. 1971-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1971. – 35 с

30 ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия / переиздание с поправками и изм. 1 от 18.05.2011 - М.: ред. 2011. – 19 с.

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						77
		№ документа	Подпись	Дата		

Приложение А Спецификация

					ДП 44.03.04. 604 ПЗ	Лист
						78
		№ документа	Подпись	Дата		