

Министерство образования и науки 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

Зав. кафедрой ИММ

_____ Б.Н.Гузанов

«___» _____ 201 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ
СОСУДА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Исполнитель:

студент группы ЗСМ-404С

В.В. Петухов

Руководитель:

доц., канд. пед. наук

М.А. Федулова

Нормоконтролер:

доц., канд. техн. наук

Л.Т. Плаксина

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 98 листов машинописного текста, 29 таблиц, 49 формул, 20 рисунков, 30 использованных источников литературы, 1 приложение.

Ключевые слова: РУЛОНИРОВАННЫЙ СОСУД ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА ПОД ФЛЮСОМ, СТАЛЬ 09Г2С, СТАЛЬ 12ХГНМФ, ПРОФЕССИЯ «ОПЕРАТОР АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ», ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА.

В дипломном проекте проведена разработка технология механизированной сварки кольцевых швов рулонированного сосуда высокого давления.

В экономической части дипломного проекта представлено технико-экономическое обоснование спроектированной технологии сварки кольцевых швов рулонированного сосуда высокого давления.

В методической части разработана программа переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 5-го разряда.

					ДП.44.03.04.559 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Петухов В.В.			Разработка технологии сварки кольцевых швов сосуда высокого давления	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Федулова М.А.					4	97
Реценз.						ФГАОУ ВО РГППУ ИИПО каф.ИММ гр.3СМ-404С		
Н. Контр.		Плаксина Л.Т.						
Утверд.		Гузанов Б.Н.						

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

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ СОСУДА
ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки: 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

профилю подготовки: Машиностроение и материалобработка

специализации: Технологии и технологический менеджмент в сварочном производстве

Идентификационный код ВКР: 559

Екатеринбург 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Технологический раздел.....	9
1.1 Особенности рулонированных сосудов высокого давления (РСВД).....	9
1.2 Характеристика изделия.....	12
1.3 Характеристика материала рулонированной обечайки.....	15
1.4 Обоснование выбора способа сварки и сварочных материалов.....	19
1.5 Расчёт режимов сварки внутреннего кольцевого шва.....	23
1.6 Оборудование для сварки кольцевых швов.....	29
1.7 Контроль качества сварных соединений и наплавов.....	44
1.8 Технология сварки кольцевого шва рулонированной обечайки.....	45
2 Экономический раздел.....	54
2.1 Технологические сведения.....	54
2.2 Расчет базового варианта.....	55
2.3 Определение капиталобразующих инвестиций.....	55
2.3.1 Определение технических норм времени на сборку и сварку рулонированной обечайки.....	55
2.3.2 Расчет количества оборудования и его загрузки.....	59
2.3.3 Расчет количества работающих.....	61
2.4 Расчет основных показателей сравнительной эффективности.....	75
3 Методический раздел.....	80
3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов.....	80
3.2 Разработка учебного плана переподготовки.....	84
3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология».....	86
3.4 Разработка плана урока по теме «Оборудование для автоматической сварки под слоем флюса».....	87
Заключение.....	93
Список использованных источников.....	94
Приложение А - Спецификация.....	97

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

ВВЕДЕНИЕ

Рулонированный сосуд высокого давления (РСВД) является разновидностью сосудов слоистых конструкций и отличается высокой экономической эффективностью. Конструкция таких сосудов была разработана совместно творческими коллективами завода «Уралхиммаш», Института электросварки им. Е. О. Патона Академии наук Украины и Иркутского научно-исследовательского института химического машиностроения с участием научно-исследовательских институтов и заводов ряда других отраслей.

Успешное освоение промышленного производства РСВД позволило в короткие сроки оснастить многие предприятия химической, нефтехимической и других отраслей экономичным и надёжным оборудованием, выпускаемой в 40-м цехе.

По мере расширения использования сосудов высокого давления новой конструкции, возросла потребность в широком и квалифицированном обучении специалистов проектированию, изготовлению, контролю и эксплуатации РСВД.

Наряду с традиционными продуктами химической промышленности (аммиак, метанол и др.) появились новые виды продукции, производимой под давлением, ассортимент рулонированных сосудов высокого давления стал определяться в зависимости от направления развития технологических процессов в отрасли, где они эксплуатируются, а объём производства – на основе масштабов развития этих отраслей. В зависимости от этого появилась четкая классификация, разделившая их на две группы, определяемая в первую очередь функциональным назначением сосуда [1]:

–сосуды и аппараты цилиндрические без внутренних устройств, имеющие доступ к внутренней поверхности корпуса;

–сосуды и аппараты цилиндрические со встроенными неподвижными внутренними устройствами, не имеющими доступа к внутренней поверхности корпуса.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Следует отметить, что безупречная эксплуатация сосуда зависит в первую очередь от выполнения технических требований, предъявляемых к сосудам в процессе проектирования и изготовления. К рулонированным сосудам предъявляются специфические требования, связанные с особенностями конструкции, технологии изготовления и контроля.

Объектом разработки является технологический процесс изготовления сварного изделия. Оптимальными являются конструктивные формы, которые отвечают служебному назначению изделия, обеспечивают надежную работу в пределах заданного ресурса, позволяют изготовить изделие при минимальных затратах материалов, труда и времени.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки обечаек РСВД.

Целью в данном дипломном проекте является разработка технологии сварки и сборки РСВД.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать условия работы изделия;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки сосуда;
- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта;
- разработать программу подготовки электросварщиков для проектируемого вида сварки.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления РСВД, включающий механизированную сварку под флюсом; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства рулонированного сосуда.

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие *методы*:

- теоретические методы, включающие анализ специальной научной и технической литературы, а также обобщение, сравнение, конкретизацию данных, расчеты;

- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 Технологический раздел

1.1 Особенности рулонированных сосудов высокого давления (РСВД)

Конструкции сосудов высокого давления определяются требованиями технологических процессов, эксплуатационными параметрами, техническими возможностями предприятий-изготовителей, условиями транспортировки, монтажа и эксплуатации. В общем случае конструкция сосудов высокого давления зависит от следующих параметров:

- Рабочего и расчетного давления; рабочей и расчетной температуры; минимальной (отрицательной) температуры стенки;
- Характеристики рабочей среды (взрывопожароопасной, коррозионной и др.);
- Геометрической формы и размеров (диаметра, длины, высоты);
- Географических и климатических условий эксплуатации;
- Срока службы.

В зависимости от назначения, характера протекающего химического или тепломассообменного процесса, наличия внутренних устройств сосуды высокого давления имеют разнообразную форму. Корпуса сосудов изготавливают в виде цилиндрических, конических или сферических оболочек, соединенных с плоскими или выпуклыми днищами и крышками сварными швами или с помощью механических крепежных устройств.

Типы сосудов высокого давления. В зависимости от конструкции и технологии изготовления сосуды высокого давления делятся на два основных типа:

с однослойной (монокристаллической) стенкой – цельнокованные, кованосварные, штампованные; вальцованосварные;

с многослойной стенкой - с концентрическим расположением относительно тонких слоев (до 6 мм), с концентрическим расположением относительно толстых слоев (25...60 мм), рулонированные, витые из профильной ленты.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Сосуды высокою давления с однослойной (монолитной) стенкой обладают высокою надежностью, работоспособностью при значительных циклических нагрузках по давлению и температуре, как при внутреннем, так и при наружном обогреве. К недостаткам сосудов с монолитной стенкой относятся:

- высокая металлоемкость;
- сложность сварки и термообработки крупногабаритных деталей из-за больших толщин стенок.

Потребность химической и нефтехимической промышленности в крупногабаритных толстостенных и более экономичных сосудах высокого давления привела к созданию многослойных конструкций их корпусов.

Многослойные сосуды имеют диаметр до 3,6 м, длину более 40 м. Их размеры ограничиваются только условиями транспортировки и монтажа.

Многослойные сосуды высокого давления более экономичны ввиду меньших потерь металла при изготовлении и меньшей трудоемкости. Кроме того, во многих случаях отпадает необходимость в проведении трудоемкой и дорогостоящей термообработки сварных швов, соединяющих обечайки между собой и с концевыми элементами. Существенным преимуществом многослойных сосудов является их большая безопасность. Наличие контрольных отверстий, проходящих в многослойной стенке до центральной обечайки, позволяет своевременно обнаружить утечки рабочей среды и остановить сосуд для ремонта. Дефекты или трещины локализуются в одном слое и не развиваются на всю толщину стенки. Кроме того, при такой конструкции сравнительно просто можно обеспечить коррозионную защиту внутренней поверхности корпуса благодаря установке центральной обечайки из коррозионно-стойкой стали.

К недостаткам многослойных сосудов высокого давления относятся: большое количество массивных кольцевых швов, в которых из-за сочетания различных конструкционных и сварочных материалов возможно появление дефектов; наличие зазоров между слоями, а, следовательно, пониженная теплопроводность стенки, которая обуславливает некоторые ограничения по числу циклов нагружения

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

давлением и температурой, по скорости нагрева и охлаждения, по возможности работы с наружным обогревом.

Многослойные сосуды высокого давления выпускаются трех основных типов:

с концентрическим расположением тонких слоев, выполненный из нескольких обечаек, состоящих из слоев (листов толщиной 4...6 мм), обтягивающих с натягом центральную обечайку толщиной 16...24 мм, выполненную из коррозионно-стойкого материала. Обечайки соединены между собой и с концевыми элементами корпуса кольцевыми сварными швами;

с концентрическим расположением толстых слоев, выполненный последовательной напрессовкой нескольких сварных цилиндрических обечаек из толстого листа (25...60 мм);

рулонированные, имеющие корпус из одной или нескольких многослойных рулонированных обечаек, соединенных между собой и с концевыми элементами корпуса кольцевыми сварными швами. Концевые элементы выполняются из поковок или штамповок. Многослойная рулонированная обечайка состоит из центральной обечайки толщиной 16...24 мм и намотанной на нее по спирали до необходимой толщины рулонной полосы шириной 1400... 1800 мм и толщиной 4...6 мм. Снаружи на рулонированную обечайку надевается защитный кожух толщиной 8...12 мм.

Технологичность изготовления (простота механизации процесса навивки рулона), более низкая удельная металлоемкость (меньше отходов тонкого листа) обуславливают более низкую стоимость изготовления рулонированных сосудов по сравнению с многослойными с концентрическими слоями.

Проблемы производства сосудов высокого давления, удовлетворяющих требованиям экономичности, простоты технологии их изготовления и высокой надежности привели к созданию сосудов многослойных конструкций. Многослойная конструкция имеет чрезвычайно большие преимущества перед другими конструкциями сосудов. Так, например, выполнение корпуса из большого числа слоев тонкой листовой стали дает возможность выпускать сосуды быстрее и значительно дешевле, по сравнению с цельнокованными и кованосварными конструкциями, особенно при производстве сосудов больших размеров. Для обеспечения коррозионной стойкости

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

многослойного сосуда необходимо изготовить из нержавеющей стали только центральную обечайку.

В настоящее время наиболее прогрессивной является рулонированная конструкция многослойных сосудов, обеспечивающая достаточную экономичность и максимальную механизацию их производства.

Однако, рулонированные сосуды имеют существенный технологический недостаток, заключающийся в том, что они изготавливаются из отдельных обечаек, которые приходится сваривать между собой массивными кольцевыми швами. Экономический анализ показывает, что 50-60% трудозатрат составляют технологические операции, связанные с выполнением и контролем качества кольцевых швов. Кроме того сварные кольцевые швы являются зоной повышенных напряжений из-за различной податливости кольцевого шва и многослойной стенки. Устранение массивных кольцевых швов в многослойных цилиндрических оболочках значительно упростило бы технологию и повысило эффективность производства сосудов высокого давления.

Особенно важны разработки для Уралхиммашзавода, где применяются спирально-рулонная конструкция сосудов высокого давления, исключая массивные кольцевые швы.

Новизна и практическая ценность конструкции имеет высокое значение. Спирально-рулонные сосуды могут быть использованы в качестве корпусов реакционных колонн, теплообменников, ресиверов, сепараторов и т.п. в химической, нефтехимической и энергетической промышленности.

1.2 Характеристика изделия

Автоклав представляет собой сосуд, который предназначен для проведения специальных технологических процессов при изменяющейся температуре и давлении. Конструкция автоклава должна удовлетворять требованиям различных технологических процессов.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Автоклав изготавливается для эксплуатации под рабочим давлением до 70 МПа и температурой нагрева до +400°С. Внутренний диаметр автоклава может быть до 6000 мм. В проектируемом варианте габаритные размеры автоклава представлены на рисунке.1.1, рабочие характеристики указаны ниже.

Основной частью автоклава является рулонированный сосуд, ограниченный с одной стороны фланцем, с другой стороны – днищем, которые соединены с ним сваркой. Рулонированный сосуд включает в себя ряд рулонированных обечайек, соединенных между собой сварными соединениями.

У торцов рулонированной обечайки имеется несколько дренажных отверстий, которые служат для выхода диффузионного водорода в процессе эксплуатации сосуда и для выхода газов при наплавке торцов.

Рулонированная обечайка содержит центральную обечайку из стали 09Г2С толщиной 20 мм, на которую навита листовая рулонная сталь 12ХГНМФ толщиной 170 мм. Снаружи обечайка имеет металлический кожух из стали 09Г2С толщиной 20 мм. Торцы обечайки облицовываются наплавкой. Толщина стенки рулонированной обечайки составляет 210 мм.

Рулонированные сосуды большой толщины широко используются в химическом аппаратостроении, а также как емкости для хранения и транспортировки жидкостей и сжиженных газов. Нередко требуется защита рабочей поверхности аппарата от коррозионного воздействия среды и сохранения вязкости и пластичности материала несущих конструктивных элементов при низкой температуре.

К изготовлению сосудов высокого давления (РСВД) предъявляют высокие требования. Технологические процессы, методы испытаний и неразрушающего контроля должны обеспечивать высокое качество изготовления и безопасную эксплуатацию сосудов при высоких давлениях и температуре с их коррозионными средами.

Рабочие характеристики рулонированного сосуда высокого давления:

- Давление, МПа

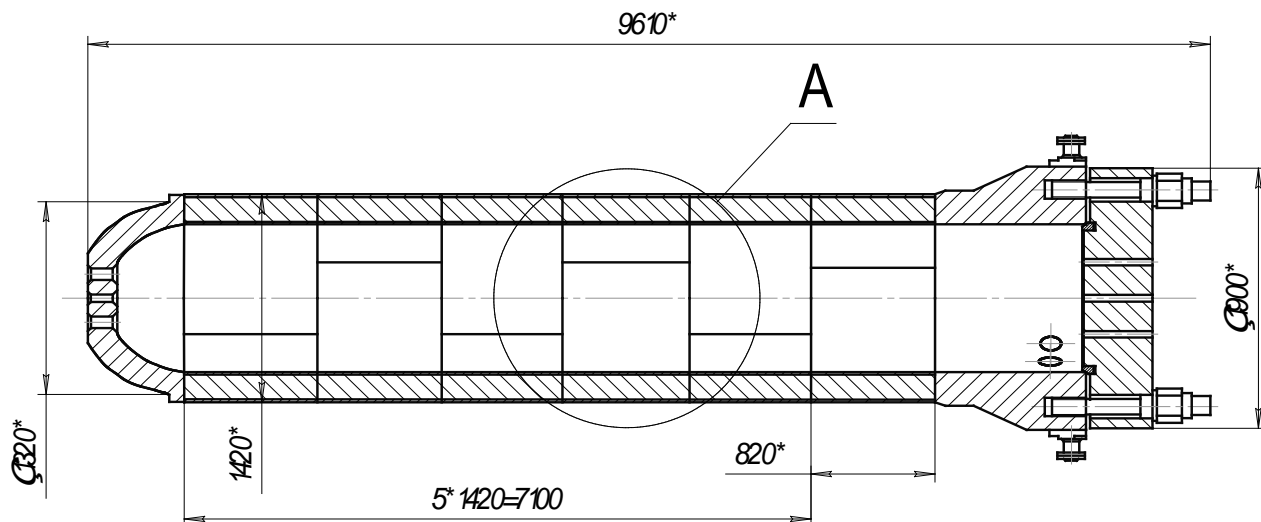
Рабочее

70;

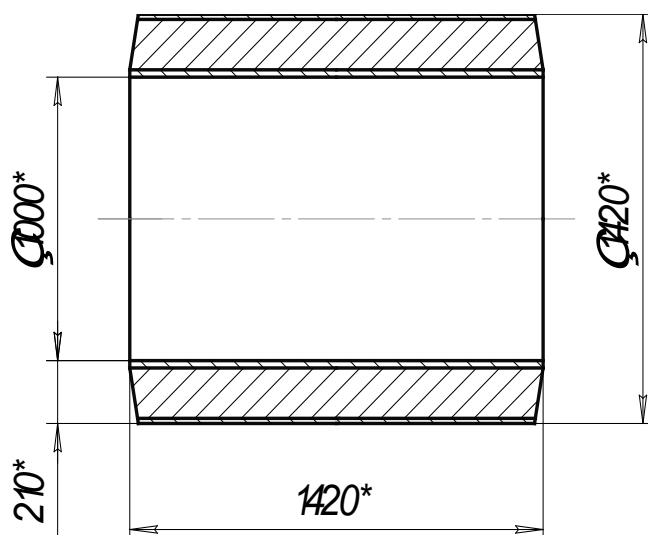
					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Расчётное	70;
пробное (гидроиспытание)	105;
опрессовки	120;
- Температура, °C	
Рабочая	400;
Расчётная	400;
- Минимально – допустимая отрицательная температура стенки, находящейся под давлением, °C	-20;
- Среда – слабощелочная, некоррозионная, непожароопасная, невзрыво- опасная, нетоксичная;	
Состав среды – раствор с объемной долей Na_2CO_3	7 – 8%;
или NaOH - 1 – 2% + Na_2CO_3	7 – 8%;
- Климатическое исполнение и категория размещения У1 ГОСТ 15150-69;	
- Расчетный срок службы, лет	20;
- Число циклов нагружения сосуда за весь срок службы	240;
- Объем геометрический, m^3	7,4;
Аппарат подлежит ведению Госгортехнадзора РФ.	

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6



а) Общий вид рулонированного сосуда (автоклава)



б) Рулонированная обечайка

Рисунок 1.1 – Эскиз свариваемого изделия

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1.3 Характеристика материала рулонированной обечайки

Для предотвращения в сварных соединениях неудовлетворительных результатов, таких как:

1) смещение кромок свариваемых элементов свыше норм, установленных настоящим стандартом или техническими условиями;

2) отклонение от геометрии швов свыше норм, установленных чертежами, при этом ширина усиления кольцевых швов, соединяющих рулонированные обечайки между собой и с монолитными деталями являются факультативной величиной.

Внутренняя и внешняя обечайки будут изготовлены из стали 09Г2С, материал рулона сталь марки 12ХГНМФ.

Характеристика стали 09Г2С

Химический состав стали 09Г2С [2]:

- Углерод	от 0,06 до 0,12%;
- Марганец	от 1,80 до 2,10%;
- Кремний	от 0,70 до 0,95%;
- Хром	не более 0,2%;
- Никель	не более 0,29%
- Фосфор	не более 0,025%;
- Сера	не более 0,029%.

Механические свойства стали 09Г2С [2]:

предел прочности, МПа	480;
предел текучести, МПа	390;
относительное удлинение, %	19.

Физические свойства стали 09Г2С [2]:

температура плавления, °С	1450;
плотность, г/см ³	7,85;
теплоёмкость, Дж/(г*град)	0,473;

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

теплопроводность, Вт/(см*град)	0,38;
теплосодержание при температуре плавления, Дж/г	1400.

Характеристика стали 12ХГНМФ

Химический состав стали 12ХГНМФ (ТУ 14-1-3226) [1]:

- углерода	от 0,09 до 0,14%;
- марганца	от 0,70 до 1,10%;
- хрома	от 0,4 до 0,7%;
- никеля	от 0,40 до 0,7%;
- молибден	от 0,15 до 0,25%;
- ванадий	от 0,15 до 0,25;

Механические свойства стали 12ХГНМФ (ТУ 14-1-3226) [1]:

предел прочности, МПа	600;
предел текучести, МПа	550;
относительное удлинение, %	20.

Физические свойства стали 12ХГНМФ (ТУ 14-1-3226) [1]:

температура плавления, °С	1450;
плотность, г/см ³	7,85;
теплоёмкость, Дж/(г*град)	0,473;
теплопроводность, Вт/(см*град)	0,34;
теплосодержание при температуре плавления, Дж/г	1400.

Оценка склонности основного металла к образованию трещин

Оценку склонности металла к образованию холодных трещин проводим по формуле [2]:

$$C_s = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} + 5B \quad (1.1)$$

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

где C, Mn, Cr, Ni, Si, Mo, V – процентное содержание соответствующих легирующих элементов в стали. При $C_s > 0,45$ металл склонен к образованию холодных трещин.

Склонность легированных сталей (с суммарным содержанием легирующих элементов не более 10 %) к горячим трещинам при сварке оценивают по показателю Уилкинсона [2]:

$$HCS = C \cdot \left(S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100} \right) 1000 / (3Mn + Cr + Mo + V) \quad (1.2)$$

где C, Mn, Cr, Ni, Si, Mo, V – процентное содержание соответствующих легирующих элементов в стали. Для низколегированных сталей при $HCS < 4,0$ горячие трещины не образуются.

а) Для стали 09Г2С оценку склонности основного металла к образованию холодных трещин проводим по формуле (1.1):

$$C_s = 0,12 + \frac{2,1}{6} + \frac{0,95}{24} + \frac{0,29}{10} + \frac{0,2}{5} = 0,58\%$$

Так как $C_s = 0,58\% > 0,45$, то сталь 09Г2С склонна к образованию холодных трещин.

Склонность легированных сталей к горячим трещинам при сварке оценивают по показателю Уилкинсона формула (1.2):

$$HCS = 0,12 \cdot \left(0,025 + 0,029 + \frac{0,95}{25} + \frac{0,29}{100} \right) 1000 / (3 \cdot 1,8 + 0,2) = 2,03$$

Для низколегированных сталей при $HCS < 4,0$ горячие трещины не образуются. $HCS = 2,03 < 4,0$ Следовательно, сталь 09Г2С класс прочности 390 МПа.

б) Для стали 12ХГНМФ оценку склонности основного металла к образованию холодных трещин проводим аналогично по формуле (1.1):

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

$$C_s = 0,11 + \frac{1,1}{6} + \frac{0,37}{24} + \frac{0,7}{10} + \frac{0,7}{5} + \frac{0,25}{4} + \frac{0,25}{14} = 0,6\%$$

Так как $C_s = 0,6\% > 0,45$, то сталь 12ХГНМФ склонна к образованию холодных трещин.

Склонность легированных сталей к горячим трещинам при сварке оцениваем аналогично как для стали 09Г2С по формуле (1.2):

$$HCS = 0,14 \cdot \left(0,03 + 0,03 + \frac{0,37}{25} + \frac{0,7}{100} \right) 1000 / (3 \cdot 1,1 + 0,7 + 0,25 + 0,25) = 2,5$$

Для низколегированных сталей при $HCS < 4,0$ горячие трещины не образуются. $HCS = 2,5 < 4,0$. Сталь возможна к использованию.

Для предупреждения образования холодных трещин необходимо произвести предварительный и сопутствующий подогрев детали при сварке.

Температура подогрева вычисляется для стали 09Г2С по формуле [2]:

$$T_{под} = 350 \cdot \sqrt{C'_{эkv} - 0,25}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1.3)$$

где $C'_{эkv}$ – эквивалентное содержание углерода с учетом толщины изделия

$$C'_{эkv} = C_{эkv} (1 - 0,005 \cdot \delta) \quad (1.4)$$

Где δ - толщина внутренней обечайки.

$$C'_{эkv} = 0,6(1 - 0,005 \cdot 20) = 0,57$$

Находим температуру подогрева по формуле (1.3):

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

$$T_{\text{под}} = 350 \cdot \sqrt{0,57 - 0,25} = 200^{\circ}\text{C}$$

Температуру подогрева принимаем $T_{\text{под}} = 200\text{-}250^{\circ}\text{C}$

1.4 Обоснование выбора способа сварки и сварочных материалов

Для изготовления автоклава возможно использование нескольких способов электродуговой сварки [4,7,8]:

- ручная дуговая сварка покрытым электродом;
- дуговая сварка в среде защитных газов;
- дуговая сварка под флюсом.

Рациональное применение того или иного способа характеризуется технологичностью, производительностью экономичностью и экологичностью процесса сварки. Кроме того, выбранный способ должен удовлетворять наличию требуемого оборудования на предприятии. Так ручная дуговая сварка, газовая ацетиленокислородным пламенем являются весьма простыми, не требующими специализированного оборудования, способами, но обладающими низкой производительностью и качеством. Сварка плазменная, электрошлаковая, взрывом, трением – напротив, обладают достаточно высокой степенью механизации и, соответственно производительностью, но эти способы не находят широкого применения исходя из экономических и экологических позиций процесса наплавки.

Наибольшее распространение получили механизированные дуговые способы сварки: под флюсом и в защитных газах.

Сварка в защитных газах характеризуется универсальностью процесса, возможностью сварки во всех пространственных положениях, на изделиях сложной геометрической формы без применения каких-либо специальных приспособлений в зависимости от условий сварки. Но расширение производительности сварки ограничивается диапазоном сварочного тока. Увеличение тока для повышения производительности приводит к более сильному разбрызгиванию наплавляемого металла, ухудшению формирования шва. Процесс сварки начинает протекать нестабильно.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

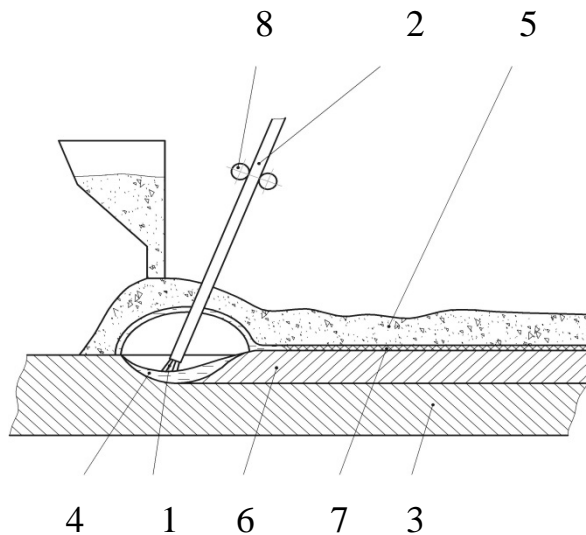
Способ сварки под флюсом не столь универсален с позиции выполнения сварки в различных пространственных положениях, но для сварки геометрически несложных горизонтальных поверхностей применяется очень широко. По сравнению со сваркой в среде защитных газов, сварка под флюсом характеризуется высокой производительностью, минимальным (0,5-3%), коэффициентом потерь электродного металла. Кроме того, скрытое горение дуги позволяет избежать применения каких-либо дополнительных средств защиты от её теплового и светового излучения, брызг и возможных выплесков металла сварочной ванны. В связи с чем, для сварки толстостенных кольцевых швов толстостенных обечаек рулонированных сосудов применительно использовать сварку под флюсом.

Сущность способа сварки под флюсом

В общем случае при сварке под флюсом, представленной на рисунке 1.2, дуга (1) горит между электродной проволокой (2) и изделием (3), к которому подведён ток, образуя на поверхности изделия ванну расплавленного металла (4). Наплавляемый участок покрывает толстый слой сыпучего флюса (5).

Дуга частично расплавляет флюс и горит внутри полости с эластичной оболочкой из расплавленного флюса – шлака. Расплавленный шлак надёжно изолирует жидкий и перегретый металл от газов воздуха, предупреждает разбрызгивание и способствует сохранению тепловой энергии дуги. После затвердевания металла образуется наплавленный валик (6), покрытый шлаковой коркой (7) и нерасплавившимся флюсом [1].

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6



1 – сварочная дуга; 2 – электродная проволока; 3 – наплавляемое изделие; 4 – ванна расплавленного металла; 5 – слой флюса; 6 – наплавленный валик; 7 – шлаковая корка; 8 – механизм подачи проволоки

Рисунок 1.2 – Схема сварки под флюсом

Таким образом, для сварки кольцевых швов наиболее рационально применять сварку под флюсом проволокой сплошного сечения. Этот способ по сравнению с другими обладают рядом преимуществ: удобством механизации и автоматизации, высокой производительностью и технологичностью.

Выбор сварочной проволоки

Выбор и назначение сварочных материалов обусловлен обеспечением стойкости металла шва к образованию горячих и холодных трещин и требованиями к механическим и эксплуатационным свойствам металла сварного шва. Материалы, сварочные, полуфабрикаты должны иметь маркировку, удостоверяющую их марку и соответствие их сертификатам предприятий-поставщиков. Для сварочных материалов допускается наличие маркировки на этикетках и бирках.

Автоматическую сварку под флюсом кольцевых швов РСВД как наплавленных торцов обечаек из стали 09Г2С, так и внутренней обечайки из стали 12ХГНМФ выполняют с использованием сварочной проволоки Св-08А и флюса АН-60 [2].

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Химический состав сварочной проволоки Св-08А, % [11]:

- Углерод (С) – менее 0,10%.
- Марганец (Mn) – 0,35 ÷ 0,60%.
- Кремний (Si) – менее 0,30%.
- Сера (S) – менее 0,03%.
- Фосфор (P) – менее 0,03%.
- Медь (Cu) – менее 0,25%.
- Хром (Cr) – менее 0,12%.
- Никель (Ni) – менее 0,25%.

Механические свойства для сварочной проволоки Св08А приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Механические свойства сварочной проволоки Св-08А

Диаметр, мм	Временное сопротивление разрыву, Н/мм ²
0,8	882—1274
1	
1,2	
1,6	
2	784—1176
2,5—5	686—1029

Выбор сварочного флюса АН-60

Химический состав флюса АН-60, % [12]:

- Кремний оксид от 42,5 до 46,5;
- Марганец окись от 36,0 до 41,0;
- Кальций окись от 3,0 до 11,0;
- Магний окись от 0,50 до 3,0;
- Алюминий окись не более 5,0;
- Кальций фтористый от 5,0 до 8,0;
- Железо окись не более 1,5;
- Сера не более 0,15.

Сварочный флюс АН-60 предназначен для дуговой автоматической сварки на повышенной скорости (до 180 м/ч) конструкций из углеродистых и низколегированных сталей. Сварочный флюс АН-60 используется для механизированной дуговой сварки изделий из углеродистых и низколегированных сталей с повышенной скоростью, особенно при производстве труб. Сварочно-технологические свойства: устойчивость дуги хорошая, разрывная длина дуги до 11 мм, формирование шва хорошее, склонность к образованию пор и трещин низкая, отделимость шлаковой корки хорошая, при сварке корневых швов в разделке удовлетворительная.

Металлургические свойства АН-60: Высококремнистый высокомарганцовистый оксидный флюс с химической активностью $A = 0,75-0,8$. При сварке на повышенных скоростях кремне-марганцевосстановительные процессы протекают сравнительно медленно. В результате наплавленный металл в значительной степени обогащен мелкодисперсными оксидными включениями. Содержание кислорода в металле шва составляет 0,05%.

Данные для применения АН-60: Постоянный или переменный ток до 1800А, $V_{св\ max}$ до 220 м/ч; U_{xx} источника питания 70 В; сушка при $T = 400\ ^\circ C$, 2 ч.

Рекомендуемые проволоки заменители для сварки под флюсом АН-60: Св-08ГА, Св-10НМА.

Технология изготовления флюса АН-60: Плавлением в дуговых печах, грануляцией мокрым способом.

1.5 Расчёт режимов сварки внутреннего кольцевого шва

Выбор типа соединения

С учетом сложных условий эксплуатации конструкции выбираем стыковой тип соединения. На свариваемых торцах рулонированных обечаек производится предварительная технологическая наплавка, выполняемая в соответствии с заводской инструкцией (РДИ 0112-1064-86, РДИ 0112-1174-79).

Форму разделки кромок под сварку кольцевого шва выбирают по [1]

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

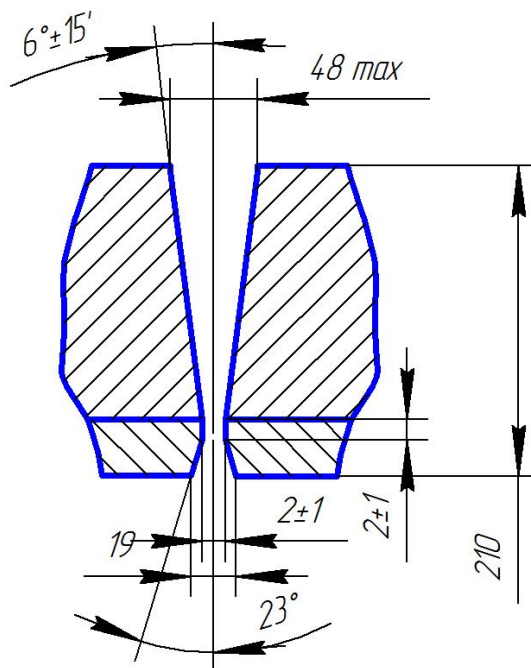


Рисунок 1.3 – Форма разделки кромок под автоматическую сварку кольцевых швов рулонированных обечаек

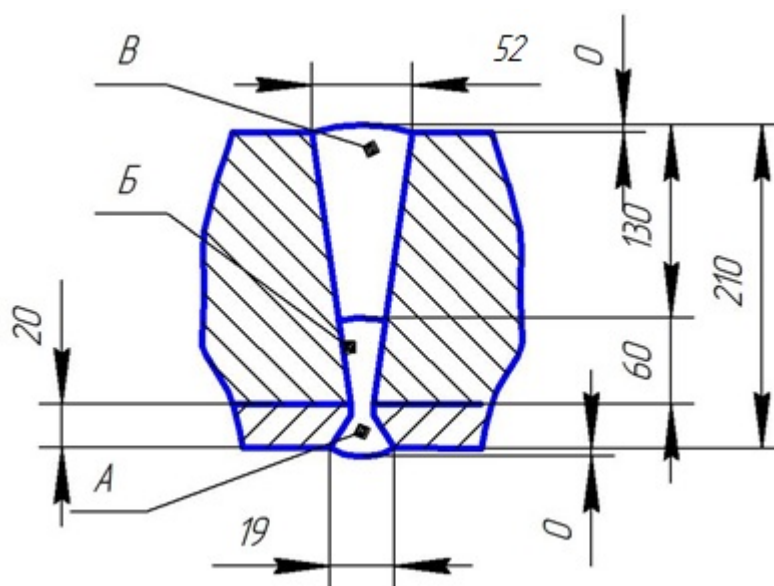


Рисунок 1.4 – Эскиз сварного соединения

Сварной шов при изготовлении РСВД выполняется в три этапа: сварка внутреннего кольцевого шва (зона А, сталь 09Г2С) за 3 прохода и сварка внешнего кольцевого шва (зона Б и В, сталь 12ХГНМФ) за 18 и 60 проходов соответственно.

Произведем расчеты режимов автоматической сварки под флюсом.

Рулонированная обечайка содержит центральную обечайку из стали 09Г2С толщиной 20 мм, на которую навита листовая рулонная сталь 12ХГНМФ толщиной

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

20 мм. Снаружи обечайка имеет металлический кожух из стали 09Г2С. Торцы обечайки облицовываются наплавкой. Толщина стенки рулонированной обечайки составляет 210 мм.

Параметры сварного шва:

Площадь разделки кромок рассчитываем по формуле:

$$S = \frac{(a+b)}{2} \cdot h \quad (1.5)$$

Количество проходов рассчитываем по формуле:

$$n_A = \frac{F_{НА}}{F_{НЗ}} \quad (1.6)$$

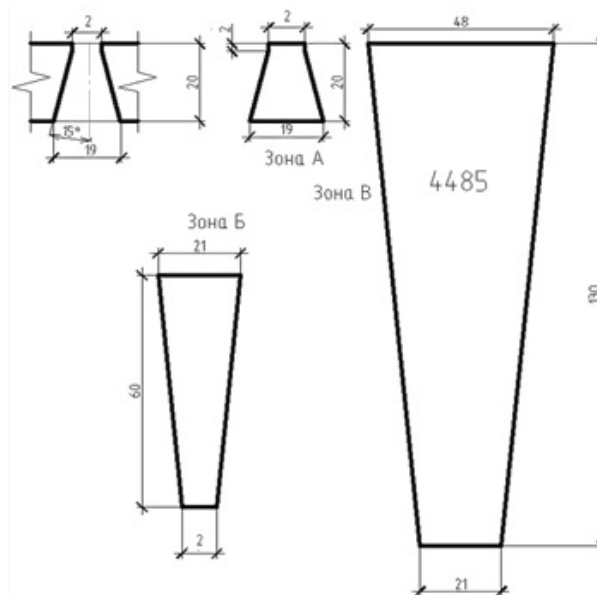


Рисунок 1.5 – Эскиз разделки швов

Площадь разделки, мм ² F _{разд} , мм ² (А, Б, В)	228, 690, 4485;
Площадь наплавленного металла, мм ² (F _н)	228, 690, 4485;
Высота внутреннего шва, мм (h)	20, 60, 130;
Ширина шва, мм (e)	19, 21, 48;
Высота усиления, мм (g)	0, 0, 0;

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Зазор, мм (b)

0, 0, 0.

В случае многопроходных швов режим сварки корневого прохода лучше рассчитывать по размерам шва, приняв в качестве исходного параметра притупление С, которое в стандартных соединениях при сварке под флюсом изменяется от 2 до 10 мм. При известных параметрах режима сварки площадь наплавленного металла прохода (корневого, подварочного и др.), мм²:

Для заполняющих проходов площадь наплавленного металла можно принять $F_{нз} \leq 80 \dots 100 \text{ мм}^2$. Следовательно, число проходов для шва (А) $n_1 = 228/80 \approx 3$, для шва (Б) $n_2 = 690/80 \approx 9$, для шва (В) $n_3 = 4485/100 \approx 44$.

1) Диаметр электродной проволоки рассчитываем по формуле, мм:

$$d_{э.п.} = K_d \cdot F_{нз} \quad (1.7)$$

где K_d – коэффициент выбираем в зависимости от способа сварки и рода тока по таблице 1.1

Таблица 1.1 – Значение коэффициента K_d при дуговой сварке под флюсом

Род тока	Значение коэффициента K_d для сварки	
	автоматической	механизированной
Переменный	0,036...0,160	0,036...0,080
Постоянный	0,040...0,173	0,040...0,086

$$d_{э.п.} = 3 \text{ мм} - \text{для зон швов (А) и (Б).}$$

$$d_{э.п.} = 5 \text{ мм} - \text{для зоны шва (В)}$$

2) Скорость сварки рассчитываем соответственно при переменном и постоянном токе обратной полярности, мм/с

$$V_{св} = \frac{110 \cdot d_{э.п.}}{F_{нз}} \quad (1.8)$$

$$V_{св} = \frac{110 \cdot 3}{80} = 4,12 \text{ мм/с} = \frac{4,12 \cdot 3600}{1000} = 14,85 \approx 15 \text{ м/ч} - \text{для зон швов (А) и (Б);}$$

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

$$V_{св} = \frac{110 \cdot 5}{100} = 5,5 \text{ мм/с} = \frac{5,5 \cdot 3600}{1000} = 19,8 \approx 20 \text{ м/ч} - \text{ для зоны шва (В)}.$$

3) Скорость подачи электродной проволоки определяется по зависимости, мм/с:

$$V_{э.п.} = \frac{4 \cdot F_{нз} \cdot V_{св}}{\pi \cdot d_{э.п.}^2} \quad (1.9)$$

$$V_{э.п.} = \frac{4 \cdot 80 \cdot 4,12}{\pi \cdot 3^2} = 16,79 \text{ мм/с} = \frac{16,79 \cdot 3600}{1000} = 60,44 \approx 60 \text{ м/ч} - \text{ для зон швов (А) и (Б)};$$

$$V_{э.п.} = \frac{4 \cdot 100 \cdot 4,12}{\pi \cdot 5^2} = 28,02 \text{ мм/с} = \frac{28,02 \cdot 3600}{1000} = 100,87 \approx 100 \text{ м/ч} - \text{ для зоны шва (В)}.$$

Принимаем для зоны сварки (А) и (Б) $V_{э.п.} \approx 170$ м/ч, для зоны (В) $V_{э.п.} \approx 100$ м/ч.

4) Сварочный ток определяем постоянного тока обратной полярности, А:
Расчетный сварочный ток не должен выходить за пределы ограничений

$$I_{св.} \leq 230 \cdot d_{э.п.}$$

$$I_{св.} = d_{э.п.} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{э.п.} \cdot V_{э.п.} + 145150} - 382 \right) \quad (1.10)$$

$$I_{св} = 5 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 3 \cdot 16,79 + 145150} - 382 \right) = 260 \text{ А} - \text{ для зон швов (А) и (Б)};$$

$$I_{св} = 5 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 5 \cdot 28,02 + 145150} - 382 \right) = 1000 \text{ А} - \text{ для зоны шва (В)}.$$

Принимаем для зоны сварки (А) и (Б) $I_{св} \approx 625$ А, для зоны (В) $I_{св} \approx 1050$ А.

5) Напряжение на сварочной дуге

$$U_{д} = 20 + \frac{0,05 \cdot I_{св.}}{\sqrt{d_{э.п.}}}, \text{ В} \quad (1.11)$$

$$U_{д.} = \frac{0,05 \cdot 260}{\sqrt{3}} = 28 \text{ В} - \text{ для зон швов (А) и (Б)};$$

$$U_{д.} = \frac{0,05 \cdot 1000}{\sqrt{5}} = 42 \text{ В} - \text{ для зоны шва (В)}.$$

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
ИЗ	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

б) Вылет электрода находим по формуле:

$$l_e = 10 \cdot d_{\text{э.п.}} \pm 2 \cdot d_{\text{э.п.}} \quad (1.12)$$

$$l_e = 10 \cdot 3 \pm 2 \cdot 3 = 24 \div 36 \text{ мм} - \text{для зон швов (А) и (Б);}$$

$$l_e = 10 \cdot 5 \pm 2 \cdot 5 = 40 \div 60 \text{ мм} - \text{для зоны шва (В).}$$

7) Основные параметры сварки на принятом режиме

Погонная энергия сварки

$$q_n = \frac{I_{\text{св.}} \cdot U_d \cdot \eta_s}{V_{\text{св}}} \quad (1.13)$$

где η_s – эффективный КПД нагрева изделия дугой, $\eta_s = 0,85$;

$$q_n = \frac{260 \cdot 28 \cdot 0,85}{15} = 420 \text{ Дж/мм} - \text{для зон швов (А) и (Б);}$$

$$q_n = \frac{1000 \cdot 42 \cdot 0,85}{20} = 1800 \text{ Дж/мм} - \text{для зоны шва (В).}$$

Коэффициент формы проплавления

$$\varphi = 0,367 \cdot \left(\frac{4 \cdot I_{\text{св.}}}{\pi \cdot d_{\text{э.п.}}^2} \right)^{0,1925} \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{\text{св.}}) \cdot \frac{d_{\text{э.п.}} \cdot U_d}{I_{\text{св.}}} \quad (1.14)$$

$$\varphi = 0,367 \cdot \left(\frac{4 \cdot 260}{28,26} \right)^{0,1925} \cdot (19 - 0,01 \cdot 260) \cdot \frac{3 \cdot 28}{260} = 1,81 - \text{для зон швов (А) и (Б);}$$

$$\varphi = 0,367 \cdot \left(\frac{4 \cdot 1000}{28,26} \right)^{0,1925} \cdot (19 - 0,01 \cdot 1000) \cdot \frac{5 \cdot 42}{1000} = 1,37 - \text{для зоны шва (В).}$$

Вывод: В результате проведенных расчетов определены ключевые параметры для сварного соединения зоны А из стали 09Г2С и зон Б, В из стали 12ХГНМФ, таблица 1.2.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Таблица 1.2 – Параметры для сварки зон А, Б, В.

Диаметр электрода, мм	$I_{св}$	U_d	$V_{св}$, м/ч	$V_{э.п.}$ м/ч	Высота слоя флюса, мм
Для зоны сварки А					
3	260	28	15	60	10
Для зоны сварки Б					
3	260	28	15	60	10
Для зоны сварки В					
5	1000	42	20	100	15

1.6 Оборудование для сварки кольцевых швов

Общая характеристика установки для сварки кольцевых швов

На рисунке 1.6 показан общий вид установки для сварки кольцевых швов рулонированных сосудов, работающих под большим давлением, с большой толщиной стенки.

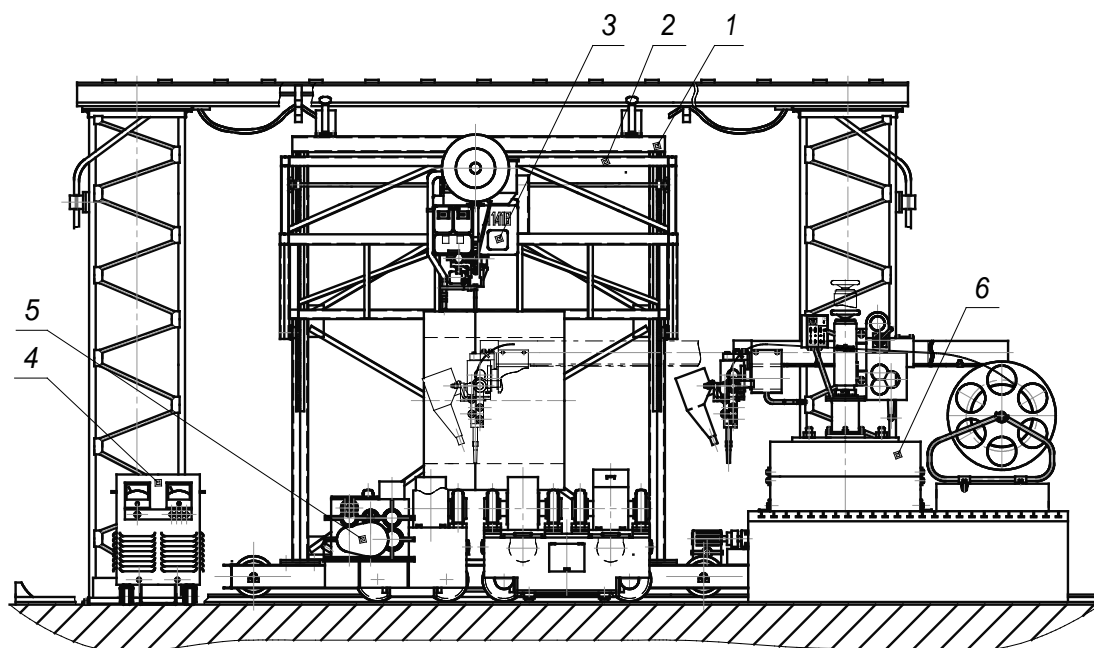


Рисунок 1.6 - Общий вид установки для сварки кольцевых швов

Установка для сварки, как внутренних, так и внешних кольцевых швов состоит из подвижной рамы (1) и подвижного балкона (2), на котором установлен сварочный аппарат А-1416 (3), оснащенный источником питания ВДУ-1205 (4). Ход по-

						Лист
Из м	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.559 ПЗ	
						6

движной рамы обеспечивается за счёт роликов, прикреплённых к раме, движение осуществляется по направляющей. В установку входит роликовый стенд тяжёлого типа (5), состоящий из приводных и не приводных тележек, на который устанавливаются свариваемые обечайки, роликовый стенд обеспечивает равномерное вращение свариваемых изделий, также в установку входит, установка для сварки внутренних кольцевых швов (6), состоящая из выдвигной штанги, на конце которой прикреплен механизм подачи проволоки, флюсобункер, кассеты с проволокой. Максимальный горизонтальный ход штанги составляет 3100 мм, вертикальный 140 мм, установка устанавливается на стендовой плите.

Механизм перемещения сварочного аппарата обеспечивает движение электрода не только вдоль изделия, но и по спирали. Привод перемещения осуществляется от двигателя постоянного тока с плавным регулированием скорости.

Управление установкой при сварке внешних и внутренних кольцевых швов осуществляется с помощью общего пульта управления, размещённого на установке для сварки внутренних кольцевых швов. На пульте управления расположены вольтметр и амперметр для контроля режимов работы.

Переключатель «Работа-наладка» управляет выбором режима работы установки. В режиме «Наладка» производится настройка положения сварочной головки установки. В режиме «работа» осуществляется процесс сварки на регулируемых режимах. Кнопка «Пуск» осуществляет включение источника питания, подачи тока к сварочному аппарату и движение аппарата. Кнопка «Стоп» обеспечивает остановку всех органов движения аппарата. Трёхпозиционный переключатель «Вперед-назад» служит для подвода-отвода проволоки при наладке. Трёхпозиционный переключатель «Вверх-вниз» служит для подъема-опускания сварочной головки аппарата.

На пульте управления также имеются органы управления перемещением сварочной головки «Вправо-влево», «Вверх-вниз».

Заготовка (свариваемые обечайки) подаётся на роликовый стенд с помощью тельфера. Следующим шагом выполняется настройка положения сварочной головки относительно разделки. Далее включается непосредственно сварочная установка,

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

обеспечивающая одновременную работу сварочного аппарата на настроенных режимах.

Установка для сварки внутреннего кольцевого шва

Техническая характеристика

Установка для сварки внутренних кольцевых швов приведена на рисунке 1.7. Она предназначена для автоматической сварки (наплавки) внутренних швов толсто-стенных разделок. В состав установки входит выдвижная штанга консольного типа, на конце которой закреплён механизм подачи проволоки, максимальный ход штанги указан ниже.

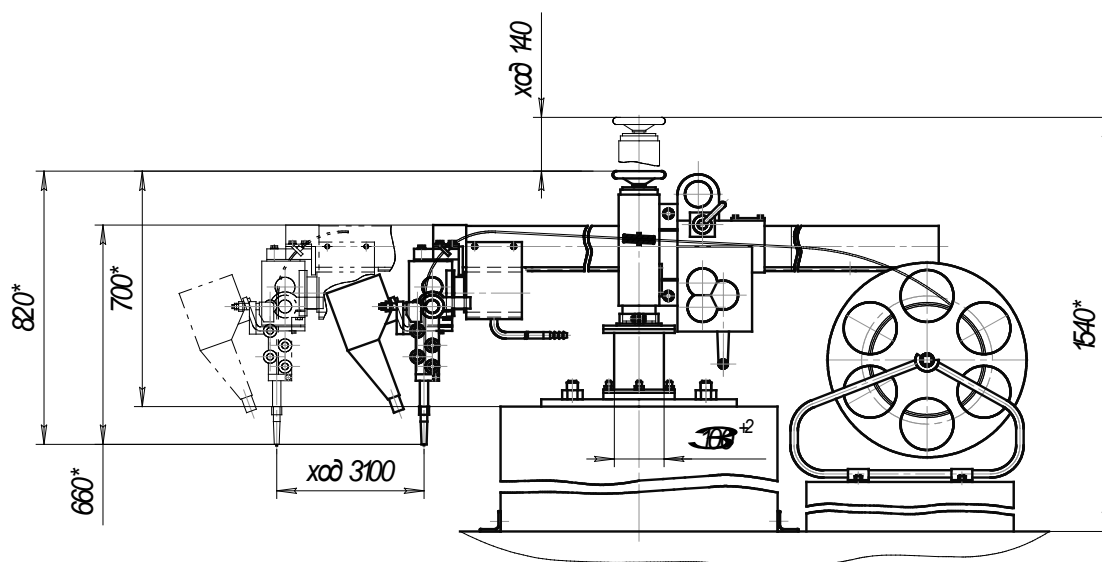


Рисунок 1.7 – Установка для сварки (наплавки) внутренних швов обечаек

Основные технические характеристики установки:

Сила тока, А	800...1500
Минимальный внутренний диаметр свариваемых обечаек, мм	700;
Диаметр сварочной проволоки, мм	2...5;
Количество проволок, шт.	1;
Диапазон скоростей подачи проволоки, м/час	28...225;
Вертикальное перемещение штанги с механизмом	

				ДП 44.03.04.559 ПЗ		Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
					6	

подачи проволоки, мм 140;

Максимальный ход штанги с механизмом подачи проволоки, мм 3100;

Регулировка скоростей подачи проволоки осуществляется за счёт сменных шестерён привода.

Технические характеристики элементов установки

Характеристика выпрямителя сварочного ВДУ-1205

Выпрямитель сварочный ВДУ - 1205 в комплекте со сварочным автоматом предназначен для сварки в среде защитных газов и для сварки и наплавки под флюсом изделий из углеродистых и легированных сталей, также может быть использован для воздушно-дуговой резки (строжки) угольным электродом.

Выпрямитель предназначен для работы в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий. Выпрямитель выполняется на одно из напряжений сети: 220В или 380 В. Проектом предусмотрен выпрямитель на 380 В.

Выпрямитель обладает:

надёжным зажиганием и устойчивым горением дуги;

наличием термозащиты от перегрузки;

возможностью как местного, так и дистанционного регулирования сварочных параметров;

двумя видами жестких внешних вольтамперных характеристик для сварки и наплавки под слоем флюса;

высокой надежностью обмоточных узлов;

классом изоляции H по ГОСТ 8865–70.

Основные технические характеристики ВДУ-1205:

Номинальное напряжение питающей сети, В 3x380;

Номинальная частота, Гц 50;

Номинальная мощность, кВА, не более 73;

Номинальный сварочный ток, А (ПВ%) 1250 (100);

Напряжение холостого хода, В, не более 44;

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Номинальное рабочее напряжение, В 55;
 Пределы регулирования сварочного тока, А от 250 до 1250;
 Коэффициент полезного действия, %, не менее 85;
 Уровень звука на опорном радиусе 3 м, дБА, не более 80;
 Габаритные размеры, мм, не более 1400x850x1250;
 Масса, кг, не более 520.

Сварочная головка ГДФ-1251 установлена на сварочном аппарате А1416. Сварочная головка ГДФ-1251 предназначена для дуговой автоматической сварки плавящимся электродом поворотных кольцевых швов под слоем флюса (поворотные стыки труб из углеродистой и низкоуглеродистой стали). Головка имеет устройство, позволяющее отслеживать колебание трубы по диаметру.

Напряжение трёхфазной питающей сети при частоте 50 Гц, В	380+5%-10%
Напряжение питания подвесной головки переменным током при частоте 50 Гц: трёхфазной питающей сети, в однофазной питающей сети, В	26 ÷ 42
Номинальный сварочный ток, А, при продолжительности включения ПВ = 100 %	1250
Пределы регулирования сварочного тока, А	250...1250
Потребляемая мощность источника питания, кВА, не более	107
Потребляемая мощность подвесной головки, Вт, не более	400
Диаметры электродной проволоки, мм	2...6
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	12...360
Угол наклона электродной проволоки («Вперёд» – «Назад»), град	0...30
Вылет электродной проволоки, мм	30...80

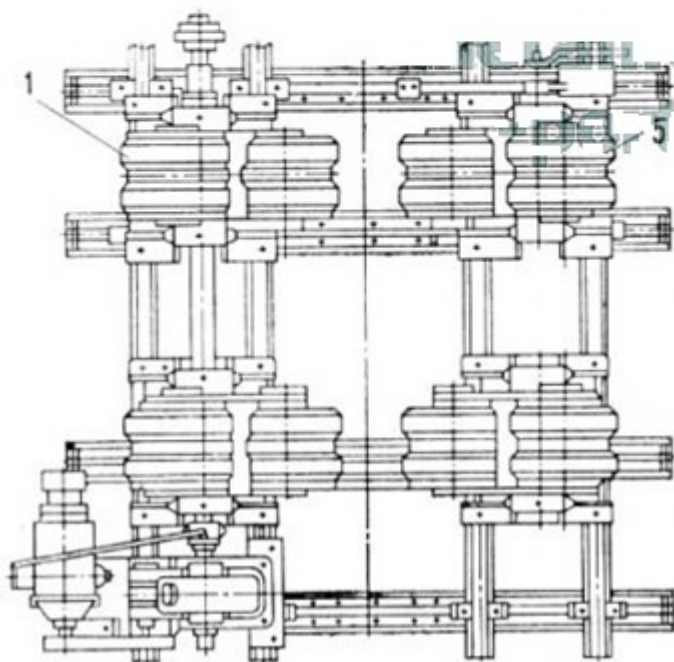
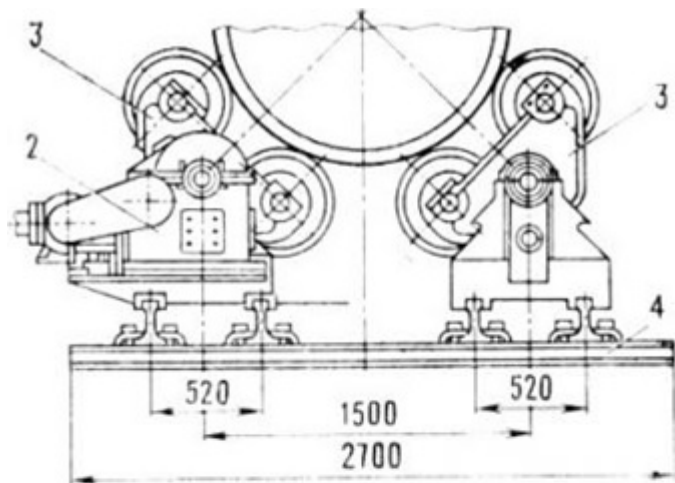
В установку входит роликовый стенд тяжёлого типа (5), состоящий из приводных и не приводных тележек, на который устанавливаются свариваемые обечайки. Вращение и кантовка свариваемых изделий. При сварке кольцевых швов применяем роликовые стенды с горизонтальной осью. Роликовые стенды обеспечивают вращение заготовок с рабочей, а в ряде случаев и с маршевой скоростями при сборочных, наладочных, сварочных, контрольных и отделочных операциях.

В настоящее время разработаны и выпускаются роликовые опоры с резиновыми или стальными рабочими поверхностями. Тип роликового стенда, расстояние между опорами и число опорных секций зависят от габаритных размеров и массы свариваемого изделия. Применяют роликовые стенды приводные и холостые. В приводных стендах скорость вращения не зависит от диаметра изделия. Она равна или пропорциональна линейной (окружной) скорости ведущей роликоопоры. Это упрощает настройку режима сварки и уменьшает диапазон регулирования числа оборотов роликов.

Большинство роликовых стендов для дуговой сварки имеет рабочую скорость более высокую, чем скорость для электрошлаковой сварки. Применение дополнительных редукторов понижает одновременно и маршевую скорость. Поэтому при электрошлаковой сварке нашли применение приводы с очень широким диапазоном регулирования (стократный и более). Для увеличения диапазона используют также приводы с двумя электродвигателями.

На рисунке 1.8 показана секция роликового стенда тяжелого типа, конструкции ВПТИТяжмаш, состоящая из приводных 1 и холостых 5 роликовых опор и привода 2, установленных на общей раме 4. Для увеличения несущей способности стенда каждая опорная секция состоит из четырех роликов, расположенных попарно на балансирах 3.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6



1 – приводная роликовая опора, 2 – привод, 3 – балансиры, 4 – общая рама,
5 – холостая роликовая опора

Рисунок - 1.8 Секция роликового стенда тяжелого типа

1.7 Контроль качества сварных соединений и наплавок

Сварные соединения сосудов и их элементов должны подвергаться контролю следующими методами:

- 1) внешним осмотром и измерениями;
- 2) проведением механических испытаний;
- 3) проведением металлографических исследований;
- 4) измерением твердости;

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

- 5) цветным или магнитопорошковым;
- 6) испытанием на стойкость против межкристаллитной коррозии;
- 7) гидравлическими испытаниями;
- 8) другими методами (акустической эмиссии, люминесцентным, определением содержания ферритной фазы и др.), предусмотренными техническим проектом.

Окончательный контроль качества сварных соединений сосудов, подвергающихся термообработке, должен производиться после проведения термообработки.

Внешний осмотр и измерения сварных соединений и наплавов

Внешний осмотр и измерения проводятся в соответствии с [13] для выявления наружных недопустимых дефектов в сварных швах и наплавках, а также отклонений геометрических размеров сварных соединений. Внешнему осмотру должны также подвергаться участки поверхности корпуса, прилегающие к сварным швам шириной не менее 30 мм.

Внешний осмотр и измерения следует производить с двух сторон в доступных местах по всей протяженности сварных соединений (шва).

Перед внешним осмотром сварные соединения, наплавки и прилегающие к ним поверхности основного металла должны быть очищены от шлака, брызг и других загрязнений.

В процессе изготовления корпусов сосудов должно контролироваться качество сборки под сварку (смещение кромок, чистота свариваемых кромок, прямолинейность образующей корпуса и т.д.).

Контрольные сварные соединения

Контрольные сварные соединения предназначены для контроля механических свойств, структуры, твердости, стойкости против межкристаллитной коррозии производственных сварных соединений.

Контрольные сварные соединения должны быть идентичны контролируемым производственным сварным соединениям.

Идентичными считаются сварные соединения одинаковые по марке стали, форме разделки кромок, виду и режимам сварки, сварочным материалам, простран-

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

ственному положению шва при сварке, режимам нагрева под сварку, вальцовку, штамповку, термообработку и различающиеся по толщине стенки не более чем на 20%.

Сварка контрольных сварных соединений, должна выполняться теми же сварщиками, на том же сварочном оборудовании, что и контролируемые производственные сварные соединения.

Контрольные сварные соединения должны подвергаться нагреву совместно с изделием под штамповку, вальцовку и термообработку. Допускается проведение термической обработки контрольных соединений отдельно от изделия продолжительностью, равной суммарной продолжительности всех термообработок контролируемого соединения корпуса сосуда.

При автоматической сварке на каждую группу идентичных сварных соединений корпуса сваривается одно контрольное соединение, при ручной дуговой сварке по одному контрольному соединению на каждого сварщика, принимавшего участие в сварке швов данной группы. При многопроходной сварке шва, выполняемого несколькими сварщиками, отдельные проходы при сварке контрольного соединения должны выполняться теми же сварщиками, в том же порядке, в каком выполнялось производственное сварное соединение.

Контрольные сварные соединения должны контролироваться теми же методами, в том же объёме, что и контролируемые производственные сварные соединения. Для проведения испытаний и исследований вырезка образцов из участков контрольных сварных соединений, имеющих недопустимые дефекты, не допускается.

Для кольцевых стыковых соединений сосудов внутренним диаметром до 600 мм диаметр контрольного соединения должен соответствовать диаметру сосуда. При большем диаметре сосуда диаметр контрольного соединения должен быть не менее 600 мм. Допускается для кольцевых сварных соединений изготавливать плоское контрольное соединение. Плоское контрольное соединение должно быть жёстким и выполнено с соблюдением всех условий сварки контролируемых швов сосудов.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Для кольцевых стыковых соединений из двух рулонированных обечаек и из рулонированной обечайки и монолитного элемента допускается изготавливать одно контрольное соединение, состоящее из рулонированной (пакета) и монолитной(пластины) обечайки.

Для сварных соединений вварки (приварки) патрубков (штуцеров) внутренним диаметром более 100 мм изготавливается контрольное сварное соединение с максимальным для контролируемой группы идентичных сварных соединений корпуса сечением сварного шва. При этом в группу идентичных сварных соединений могут быть включены сварные соединения с разной толщиной шва. Контрольное соединение может быть плоским из пластин или состоять из сектора обечайки (днища и т.д.) радиусом, равным радиусу контролируемого элемента, с вваренным (приваренным) патрубком.

Для контроля аустенитной наплавки на трубную решетку под приварку теплообменных трубок должно быть изготовлено контрольное соединение, представляющее собой круг диаметром 500 мм толщиной 100 мм, на который производится наплавка толщиной, равной толщине наплавки трубной решетки контролируемого аппарата.

Наплавленная поверхность должна быть механически обработана для проведения контроля.

Размеры контрольных сварных соединений должны быть выбраны с таким расчетом, чтобы из них можно было вырезать необходимое число образцов для предусмотренных стандартом видов испытаний, а из оставшейся части, в случае повторных испытаний, можно было бы дополнительно вырезать удвоенное число образцов.

При серийном изготовлении однотипных сосудов или их элементов разрешается на каждую группу идентичных сварных соединений партии сосудов (элементов) изготавливать по одному контрольному соединению. В одну партию могут быть объединены однотипные сосуды (элементы), различающиеся по толщине стенки не более чем на 20%, если цикл изготовления всей партии сосудов (элементов) по сборочно-сварочным работам, термообработке и контрольным операциям не превышает

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

трех месяцев, для элементов корпуса сосуда и не более одного года для кольцевых сварных соединений сосуда. Толщина контрольных сварных соединений должна быть равна максимальной толщине стенки контролируемых производственных стыков.

Контрольным сварным соединениям и вырезанным из них образцам следует присваивать регистрационный номер согласно учетной документации предприятия-изготовителя, в которой должны отражаться необходимые сведения по изготавливаемому производственному сварному соединению.

Механические испытания сварных соединений

Обязательным механическим испытаниям на контрольных сварных соединениях в объеме, должны подвергаться стыковые сварные соединения элементов и корпусов сосудов.

Показатели механических свойств сварных соединений должны определяться как среднее арифметическое из результатов полученных при испытании отдельных образцов. При этом показатели механических свойств считаются неудовлетворительными, если хотя бы один из образцов дал результаты, отличающиеся от установленных норм более чем на 10% в сторону снижения.

При неудовлетворительных результатах механических испытаний допускаются повторные испытания на удвоенном числе образцов по тому виду испытаний, который дал неудовлетворительные результаты.

Образцы для повторных испытаний должны вырезаться из тех же контрольных сварных соединений, из которых вырезались образцы для первичных испытаний.

При неудовлетворительных результатах повторных испытаний сварные соединения, термически обработанные после сварки, должны быть вновь подвергнуты термической обработке вместе с остатками контрольного сварного соединения, после чего вновь проводятся механические испытания в полном объеме на образцах, вырезанных из контрольного сварного соединения.

Металлографические исследования сварных соединений.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Металлографические исследования сварных соединений, определяющие прочность сосуда, должны проводиться в соответствии с [14] и имеют целью выявление трещин, пор, раковин, непроваров, шлаковых включений, определение макро и микроструктуры и твердости всех зон сварного соединения.

Металлографические исследования проводятся на темплетях, вырезанных поперек шва каждого «контрольного сварного соединения».

Контролируемая поверхность должна включать сечение шва с зонами термического влияния и прилегающими к ним участками основного металла.

При макроисследовании определяются макродефекты, твердость всех зон сварного соединения, за исключением твердости переходного слоя в аустенитной наплавке.

При микроисследовании определяются микротрещины и микроструктуры всех зон сварного соединения.

Измерение твердости в поперечном сечении кольцевого шва, шва вварки (приварки) патрубка (штуцера), шва штампованной (вальцованной) детали.

Если при металлографическом исследовании в контрольном сварном соединении, проверенном методом ультразвуковой дефектоскопии или радиографическим методом и признанном годным, будут обнаружены недопустимые внутренние дефекты, которые должны обнаруживаться этим методом неразрушающего контроля, все выполненные на сосудах сварные соединения, подлежат повторному контролю тем же методом в объёме 100%. При этом проверка качества всех производственных стыков должна осуществляться другим, более опытным и квалифицированным дефектоскопистом.

В случае получения удовлетворительных результатов повторного контроля более опытным и квалифицированным дефектоскопистом сварные швы считаются годными.

При неудовлетворительных результатах металлографических исследований допускаются повторные исследования на удвоенном числе шлифов, вырезанных из того же контрольного соединения.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

В случае получения неудовлетворительных результатов при повторных металлографических исследованиях темплеты вырезаются из производственного шва сосуда подвергаются исследованиям в полном объеме. При отрицательных результатах исследований все производственные швы бракуются.

Измерение твердости сварных соединений

Контроль твердости сварных соединений должен производиться по наружной поверхности сосуда (сборочной единицы) после окончательной термической обработки сварных соединений.

Измерению твердости подвергаются основной металл, металл шва и зоны термического влияния.

В сварных соединениях типа «рулон+поковка» измерению твердости подвергается монолитный металл, металл шва и зона термического влияния только со стороны монолитного металла.

На кольцевых швах измерение твердости производится в трех местах на окружности через 120°.

На швах приварки (вварки) патрубков (штуцеров) измерение твердости производится в одном доступном месте.

Примечание.

На патрубках, размеры и конструкция которых не позволяют выполнить данную операцию, контроль твердости сварного соединения не производится.

Исследование на межкристаллитную коррозию сварных соединений

Испытание на стойкость против межкристаллитной коррозии сварных соединений аустенитного класса и антикоррозионной наплавки должно производиться по требованию в соответствии техническим проектом [15].

Подготовка к проведению гидроиспытаний

Изделия и их элементы, подлежащие гидроиспытанию, должны быть приняты службой ОТК по результатам внешнего осмотра и неразрушающего контроля.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Величина испытательного давления для изделия не должна превышать максимально допустимой величины давления, на которое рассчитан гидростенд.

Крепеж и уплотнения, используемые при гидроиспытании, должны быть из материалов, предусмотренных в рабочих чертежах на изделие.

Контрольно-измерительные приборы, предохранительные устройства, арматура, заглушки, крепеж, прокладки и т.п. должны выбираться согласно маркировке на давление не ниже испытательного.

При установке испытываемого изделия на гидростенде на штатные или технологические опоры должно быть обеспечено его устойчивое положение, свободный доступ для осмотра и расположение дренажных отверстий ("воздушников") в его верхней точке.

Схема гидроиспытания, технологический процесс и оснастка должны обеспечивать полное удаление воздуха при заполнении испытываемого изделия рабочей жидкостью.

Монтаж коммуникаций, установка требуемой арматуры, контрольно-измерительных приборов должны производиться в полном соответствии с утвержденной схемой гидроиспытания.

Все свободные отверстия испытываемого изделия должны быть заглушены.

Монтаж, оборудование и осмотр изделия на высоте более 1,5 м следует проводить со специальных площадок (лесов).

При монтаже фланцевых соединений резьбовые элементы должны затягиваться равномерно, поочередным затягиванием диаметрально противоположных ("крест-накрест") с соблюдением параллельности фланцев.

Запрещается использовать гаечные ключи не соответствующие размеру гайки, нестандартные и (или) с удлинением рукоятки, а также молоток или кувалду.

При приготовлении рабочей жидкости с использованием люминофоров, консервантов, а также при нанесении индикаторных покрытий на контролируемые поверхности испытываемого изделия на участке гидроиспытаний должна быть включена система общеобменной приточно-вытяжной вентиляции.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Проведение гидроиспытаний

В проведении гидравлических испытаний должно участвовать минимальное количество людей, но не менее двух человек.

Во время проведения гидроиспытаний запрещается:

находиться на территории участка лицам, не участвующим в испытании;

находиться со стороны заглушек лицам, участвующим в испытании;

производить посторонние работы на территории участка гидроиспытаний и работы, связанные с устранением обнаруженных дефектов на изделии, находящемся под давлением. Работы по устранению дефектов разрешается производить только после снятия давления и, в необходимых случаях, слива рабочей жидкости;

транспортировать (кантовать) изделие, находящееся под давлением;

транспортировать грузы над изделием, находящемся под давлением.

Испытателю запрещается:

проводить испытания на гидростенде, незакрепленном за ним или его бригадой распоряжением по цеху;

оставлять без надзора пульт управления гидростендом, испытываемое изделие, соединенное с системой водоснабжения (даже после снятия давления);

производить под давлением сборку и разборку изделий, оснастки, ремонт оборудования гидростенда и т.д.;

самовольно вносить изменения в технологический процесс испытаний, изменять давление или время выдержки под давлением и др.

Проведение гидравлических испытаний на сборочном стенде с использованием переносного оборудования допускается в исключительных случаях с письменного разрешения главного инженера предприятия и соблюдением требований настоящего руководящего документа.

Испытываемое изделие должно быть заполнено рабочей жидкостью полностью, наличие в коммуникациях и изделии воздушных подушек не допускается.

Поверхность изделия должна быть сухой.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Давление в изделии должно повышаться и снижаться плавно. Повышение давления должно производиться с остановками (для своевременного выявления возможных дефектов). Величина промежуточного давления принимается равной половине пробного. Скорость подъема давления не должна превышать 0,5 МПа (5 кгс/см²) в минуту. Давление опрессовки 120 МПа (1200 кгс/см²)

Предельное отклонение пробного давления не должно превышать $\pm 5\%$ его величины. Время выдержки изделия под пробным давлением устанавливается разработчиком проекта или указывается в нормативно-технической документации на изделие.

Во время повышения давления до пробного и выдержки изделия под пробным давлением находиться вблизи и (или) осматривать изделие запрещается. Персонал, участвующий в испытании, должен в это время находиться за пультом управления.

Осмотр изделия должен производиться после снижения давления в изделии до расчетного.

При расчетном давлении в изделии у гидростенда разрешается находиться:

испытателям;

дефектоскопистам;

представителям отдела технического контроля (ОТК);

ответственному за безопасное проведение работ - мастеру, старшему мастеру, начальнику участка;

начальникам цехов;

работникам ведущих технических отделов;

представителям заказчика.

Указанные лица должны пройти специальное обучение или соответствующий инструктаж согласно [16].

При использовании дефектоскопической аппаратуры с источниками ультрафиолетового излучения облучение глаз и кожных покровов работающих не допускается.

Испытатель обязан прервать испытание, выключить насосы, создающие давление, или перекрыть вентили трубопроводов, подающих давление в изделие, (при

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

использовании одного насоса для нескольких рабочих мест) и открыть вентили сброса давления при:

перерыве в подаче рабочего давления;

достижении давления в изделии или трубопроводах выше разрешенного несмотря на соблюдение всех требований, указанных в инструкции;

отказе манометров или других показывающих приборов во время подъема давления;

срабатывании предохранительных устройств;

возникновении гидроударов в трубопроводе или изделии, появлении вибрации;

обнаружении в испытываемом изделии, технологической оснастке, трубопроводах течи, трещин, выпучин или отпотевания в сварных швах;

утечке через дренажные отверстия, служащей сигналом для прекращения испытания;

разрушении испытываемого изделия;

пожаре и т.п.

После снятия давления в системе, перед разборкой фланцевых соединений, необходимо удалить рабочую жидкость из изделия и системы.

При демонтаже оснастки гайки болтовых соединений следует снимать, постепенно ослабляя диаметрально противоположные ("крест-накрест"), и обращать внимание на целостность уплотнительных элементов во избежание их попадания во внутренние полости изделия.

Отработанная рабочая жидкость, содержащая химические вещества, перед сбросом в канализационную сеть должна быть нейтрализована и (или) очищена.

Запрещается сброс в канализацию рабочих жидкостей, содержащих люминофоры, консерванты и т.п., не прошедших нейтрализацию и (или) очистку.

При работах с раствором хлорной извести на участке гидроиспытаний должна быть включена система общеобменной приточно-вытяжной вентиляции. Вытяжной патрубков системы вентиляции должен находиться непосредственно над емкостью с раствором хлорной извести.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Хлорная известь, попавшая на пол, должна быть смыта водой в канализационный сток.

Все работы с хлорной известью должны проводиться в защитных очках, брезентовом костюме, резиновых сапогах и перчатках, с надетым противогазом.

Удаление с кожных покровов люминофоров на основе флуоресцеина и его растворов (суспензий) необходимо производить водой с мылом или 1-3% водным раствором аммиака.

По окончании работ с люминофорами персонал обязан тщательно вымыть руки теплой водой с мылом.

1.8 Технология сварки кольцевого шва рулонированной обечайки

01 Входной контроль свариваемых обечаек

1) Проведение визуального осмотра свариваемых обечаек с целью выявления видимых глазом дефектов;

2) Контроль геометрических размеров обечаек согласно схеме, представленной на рисунке 1.9.

Инструменты:

- штангенциркуль.

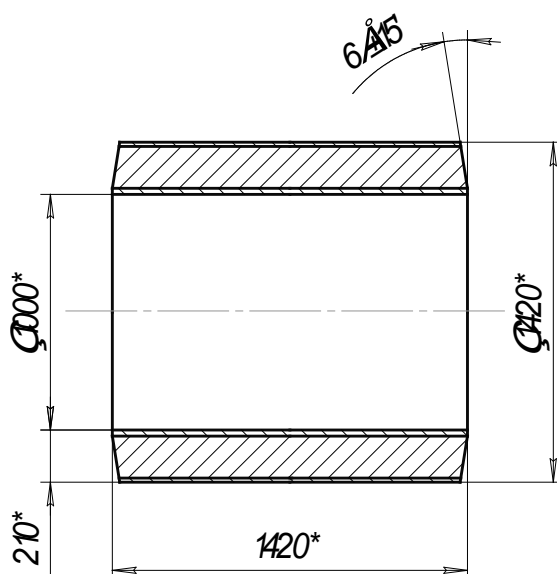


Рисунок 1.9 – Контролируемые размеры свариваемых обечаек

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

02 Зачистка

1) Зачистить свариваемые поверхности. Зачистку производить до металлического блеска с каждой стороны обечайки, согласно схеме рисунок 1.10, места зачистки показаны утолщённой линией.

Инструменты:

- щётка металлическая [17].

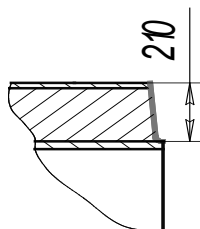


Рисунок 1.10 – Места зачистки свариваемых поверхностей

03 Сборка

1) Сборка двойника, двойник - это зеркальный элемент. Установить краном обечайку на рельсы согласно схеме, на рисунке 1.11, подложив предварительно под неё подкладку 500*60*10 (рисунок 1.12) в количестве двух штук, в местах касания обечайки с рельсами;

Оборудование:

кран балка;

специальный захват.

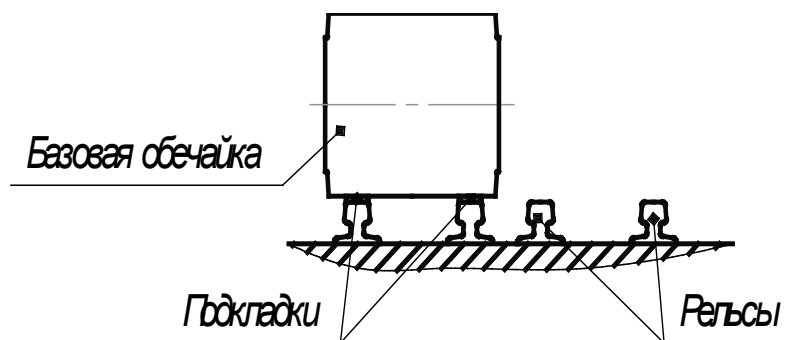


Рисунок 1.11 – Схема установки обечайки на рельсах при сборке двойников

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

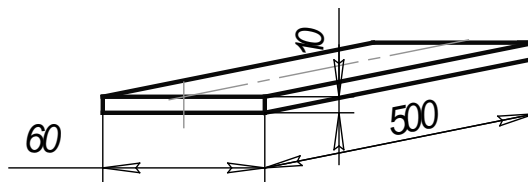


Рисунок 1.12 – Подкладка

2) Зафиксировать обечайку от проворачивания на рельсах с помощью клиньев согласно схеме рисунок 1.13, при этом плоскость торца обечайки должна быть расположена параллельно оси рельса;

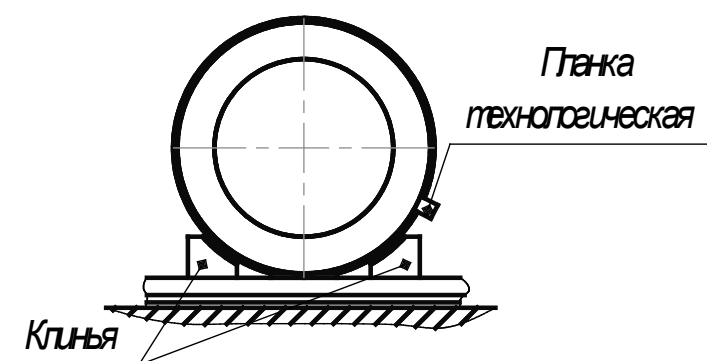


Рисунок 1.13 – Схема фиксации обечайки на рельсах при помощи клиньев

3) Контролировать параллельность плоскости торца обечайки относительно оси рельса. Контроль произвести при помощи отвеса и линейки [17]

Инструмент:

- Отвес;
- Линейка [18].

4) Застропить стыкуемую обечайку так, чтобы фронт сборки находился в вертикальной плоскости и подвести стыкуемую обечайку к базовой обечайке согласно схеме, представленной на рисунке 1.14

Оборудование:

- Захват специальный.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

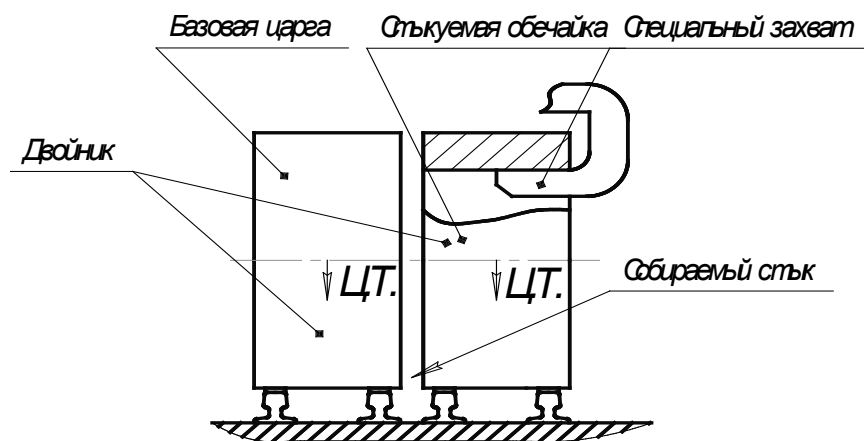


Рисунок 1.14 – Схема установки стыкуемой обечайки к базовой при сборке двойника

5) Контролировать смещение кромок, зазор в стыке и расположение продольных швов центральных обечайек. При совпадении продольных швов совместить фронт сборки на 100 мм по дуге. Допускаемое отклонение размеров +/- 1 мм.

6) Произвести прихватку стыка изнутри в полувертикальном и нижнем положении с установкой клиньев с наружной стороны в раскрытие разделки стыка 2-х обечайек.

Клинья приварить по двум сторонам по всей длине, количество клиньев не менее четырёх.

Сварочный ток 90-100 А;

Напряжение дуги 18-22 В;

Диаметр электрода 3 мм;

Длина прихватки 200 мм;

Тип электрода Э50А;

Количество прихваток не менее 4-х.

7) Произвести визуальный осмотр швов приварки клиньев и прихваток.

04 Контроль

Контролировать точность сборки двойника.

05 Транспортная

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1) Транспортировать двойник на сборочно-сварочный стенд, изнутри в обхват стропами. Двойник установить на сборочно-сварочный стенд согласно схеме рисунок 1.15.

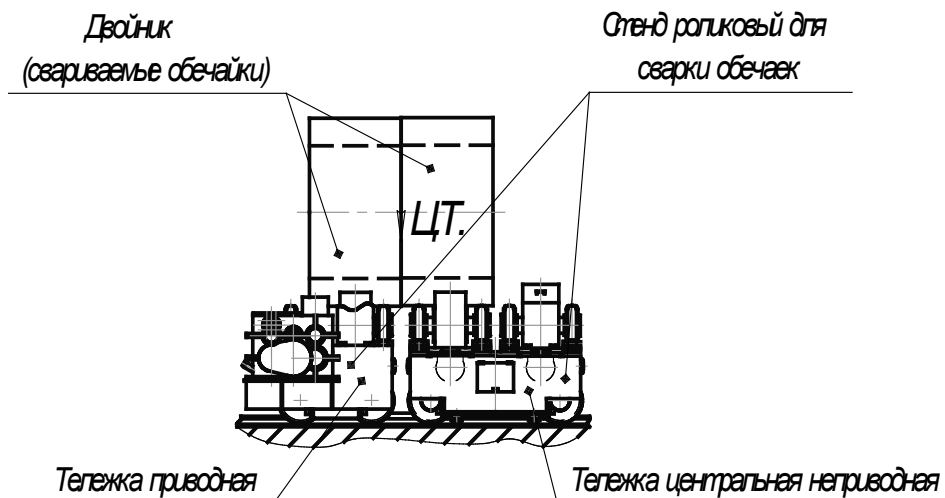


Рисунок 1.15 – Схема установки рулонированных обечаек на роликовый стенд для сварки

06 Подготовка сварочных материалов

1) Термическая. Прокалить флюс при температуре от 300 до 420 °С. Нагрев производить со скоростью до 100 °С/ч, выдержка не менее 2-х часов, охлаждение на воздухе;

Оборудование:

- Электрошкаф для прокаливания.

Приборы:

- Термометр термопара (от 0 до 300 С).

Материалы:

- Наплавочный флюс АН-60 [19].

2) Слесарная. Очистить сварочную проволоку от загрязнений и масел на станке для зачистки проволоки. Обезжирить ацетоном (техническим) согласно схеме, представленной на рисунке 1.16.

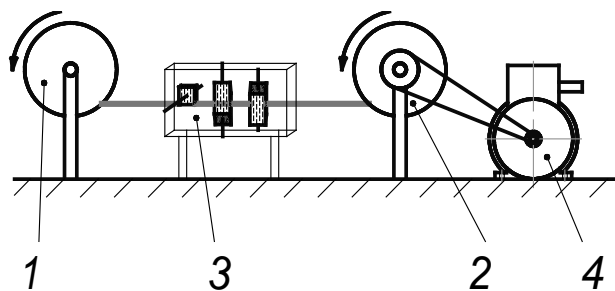
Оборудование:

- Станок для зачистки проволоки.

Материалы:

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

- Проволока сварочная Св- 08А [11];
- Ацетон технический [20]

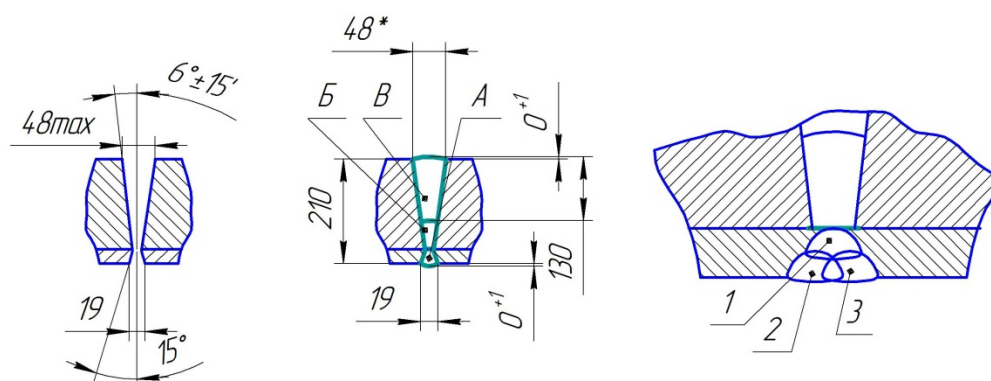


1 - кассета с неочищенной проволокой; 2 - кассета с очищенной проволокой; 3 - абразив; 4 - электродвигатель с редуктором.

Рисунок 1.16 – Схема зачистки сварочной проволоки

07 Сварка внутреннего кольцевого шва

1) Произвести сварку внутреннего кольцевого шва зона А по схеме, представленной на рисунке 1.17 (б).



а - форма разделки кромок; б - геометрические размеры шва; в - схема наложения валиков;

Рисунок 1.17 – Геометрические параметры шва

Сварка автоматическая под флюсом.

Параметры режима сварки:

- Сварочный ток 260 ± 10 А;
- Напряжение дуги 28 ± 2 В;
- Диаметр электродной проволоки 3 мм;
- Скорость подачи проволоки 60 м/час;

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

- Скорость сварки 15 м/час.

Оборудование:

- Установка для сварки внутренних кольцевых швов;

- Выпрямитель сварочный ВДУ-1205.

Материалы:

- Проволока сварочная Св – 08А Ø3 мм;

- Флюс сварочный АН-60.

08 Зачистка

1) Очистить наплавленный валик №1 рисунок 1.17 (в) от шлака.

Инструмент:

- Щётка металлическая [17];

- Молоток, зубило.

09 Контроль

1) Произвести визуальный осмотр наплавленного валика, с целью выявления видимых глазом дефектов.

010 Повторить операции 035-045, для валиков №2, №3 рисунок 1.16 (в).

Примечания.

Производить замеры геометрических размеров каждого валика.

011 Контроль

1) Контроль геометрических размеров шва.

Инструмент:

- Шаблон измерительный, универсальный сварщика.

2) Проверить сварной шов цветной дефектоскопией 100 % с наружной стороны.

012 Сварка внешнего кольцевого шва

1) Произвести сварку внешнего кольцевого шва зона Б по схеме, представленной на рисунке 1.16 (б).

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Параметры режима сварки:

Сварочный ток 260 ± 10 А;

Напряжение дуги 28 ± 2 В;

Диаметр электродной проволоки 3 мм;

Скорость подачи проволоки 60 м/ч;

Скорость сварки 15 м/ч.

Оборудование:

Установка для сварки внешних кольцевых швов (аппарат сварочный А-1416);

Выпрямитель сварочный ВДУ-1205.

Материалы:

Проволока сварочная Св – 08А Ø 3 мм;

Флюс сварочный АН-60.

013 Зачистка

1) Очистить наплавленный валик от шлака.

Инструмент:

Щётка металлическая ОСТ 17-830;

Молоток, зубило.

014 Повторить операцию 09.

015 Повторить операции 012-013, сварку производить до полного соответствия размерам наплавляемой зоны.

016 Контроль

1) Проверить сварной шов цветной дефектоскопией 100 % с внешней стороны наплавляемой зоны.

017 Сварка внешнего кольцевого

1) Произвести сварку внешнего кольцевого шва зона В, рисунок 1.16 (б)

Параметры режима сварки:

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Сварочный ток 1000 ± 10 А;

Напряжение дуги 42 ± 2 В;

Диаметр электродной проволоки $\varnothing 5$ мм;

Скорость подачи проволоки 100 м/ч;

Скорость сварки 20 м/ч.

Оборудование:

Установка для сварки внешних кольцевых швов (аппарат сварочный А-1416);

Выпрямитель сварочный ВДУ-1205.

Материалы:

Проволока сварочная Св-08А $\varnothing 5$ мм;

Флюс сварочный АН-60.

018 Зачистка

1) Очистить наплавленный валик от шлака.

Инструмент:

Щётка металлическая ОСТ 17-830;

Молоток, зубило.

019 Контроль

1) Произвести визуальный осмотр наплавленного валика, с целью выявления видимых глазом дефектов.

020 Повторить операции 017-018, сварку производить до полного соответствия размерам наплавляемой зоны.

021 Контроль

1) Контроль геометрических размеров шва.

Инструмент:

- Шаблон измерительный, универсальный сварщика.

2) Проверить сварной шов цветной дефектоскопией 100 % с внешней стороны.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

022 Контрольное гидроиспытание

1) Произвести гидравлическое испытание сосуда давлением опрессовки 120 МПа согласно [1].

Скорость подъёма и снижения давления не должна превышать 1 МПа/мин.

2) После гидроиспытания произвести контроль внутреннего диаметра в середине каждой рулонированной обечайки согласно ОСТ 24.201.03-90, увеличение внутреннего диаметра после гидроиспытания не должно превышать 0,6 % от его действительных значений.

3) После гидроиспытаний все сварные швы проверить цветной дефектоскопией 100 % с наружной стороны и внутренней.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

2 Экономический раздел

2.1 Технологические сведения

В данном разделе производится расчет экономической эффективности от модернизации оборудования для сварки и изменения технологии сварки рулонированных сосудов высокого давления (на примере производства автоклава).

Модернизация оборудования заключается в разработке установки для сварки внутренних кольцевых швов обечаек РСВД, это позволяет повысить скорость и качество сварки. Основные изменения в технологии – замена ручной дуговой сварки, которая использовалась в качестве основной для сварки внутренних кольцевых швов на автоматическую сварку под флюсом проволокой сплошного сечения. После такой замены происходит повышение культуры производства и увеличивается производительность.

Данные для технико-экономического обоснования проекта были получены на предприятии ОАО «Уралхиммаш».

Изделие представляет собой рулонированную обечайку с толщиной стенки равной 210 мм.

Материал внутренней и наружной обечаек: сталь 09Г2С.

Материал рулона: сталь 12ХГНМФ.

Сварочные материалы:

- Электрод тип Э50А, марка АНО-11, диаметр 4мм
- Сварочная проволока: Св-10ХГСН2МТ, диаметр 3мм
- Сварочная проволока: Св-10ХГСН2МТ, диаметр 5мм
- Защитная среда: флюс АН-60.

Геометрические параметры свариваемых обечаек:

- диаметр наружный, мм 1420;
- толщина стенки, мм 210;
- толщина наплавляемого слоя, мм 210.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

2.2 Расчет базового варианта

В базовом варианте, из-за большой толщины свариваемых обечайек (210 мм) сварное соединение разбито на три зоны А, Б, В рисунок 4.1.

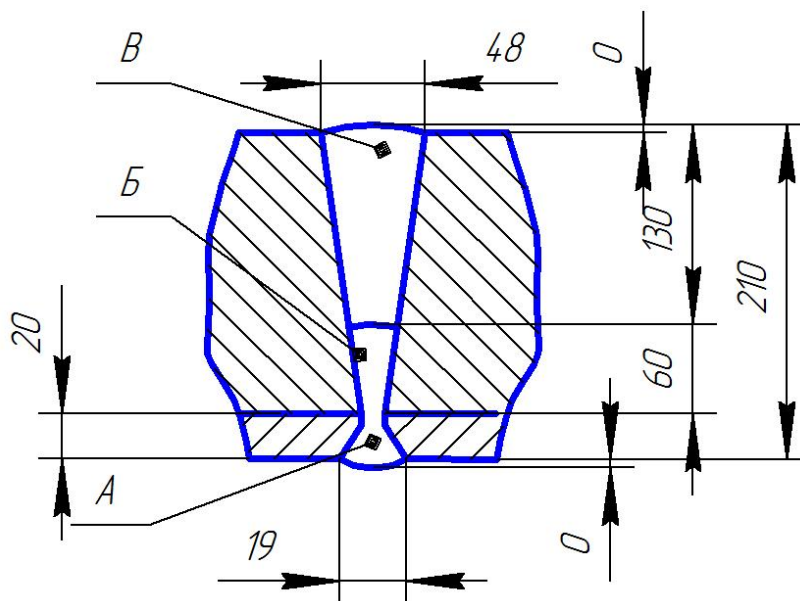


Рисунок 2.1 – Геометрические параметры шва

Зона А выполняется ручной дуговой сваркой, покрытым металлическим электродом, тип и марка электрода указаны выше.

Расход материалов для сварки рулонированной обечайки:

электрод тип Э50А, марка АНО-11, кг (цена, руб./кг)	30 (65,00);
проволока Св-10ХГСН2МТ, диаметр 5 мм, кг (цена, руб./кг)	1186 (60,00);
флюс АН-60, кг (цена, руб./кг)	1829 (33,00).

2.3 Определение капиталобразующих инвестиций

2.3.1 Определение технических норм времени на сборку и сварку рулонированной обечайки

Общее время на выполнение сварочной операции $T_{шт}$, ч., состоит из нескольких компонентов и определяется по формуле:

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

$$T_{\text{шт}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{пз}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}}, \quad (2.1)$$

где $t_{\text{пз}}$ – подготовительно-заключительное время, ч.;

$t_{\text{осн}}$ – основное время, ч.;

$t_{\text{в}}$ – вспомогательное время, ч.;

$t_{\text{обс}}$ – время на обслуживание рабочего места, ч.;

$t_{\text{п}}$ – время перерывов на отдых и личные надобности, ч.

Основное время ($t_{\text{осн}}$, ч.) – это время на непосредственное выполнение сварочной операции. Оно определяется по формуле:

$$t_{\text{осн}} = \frac{L_{\text{шв}}}{V_{\text{св}}} \quad (2.2)$$

где $L_{\text{шв}}$ – сумма длин всех швов, м

$V_{\text{св}}$ – скорость сварки, м/ч

Сварка рулонированной обечайки, диаметром 1420 мм (1,42 м), по базовому варианту осуществляется в 140 проходов, по проектируемому – 56 проходов. Следовательно, длина швов $L_{\text{шв}} = 624$ м (базовый вариант); $L_{\text{шв}} = 250$ м (проектируемый вариант). Скорость сварки $V_{\text{св}} = 10$ м/ч. (базовый вариант), $V_{\text{св}} = 20$ м/ч. (проектируемый вариант).

Определяем основное время по формуле (2.2) для обоих вариантов;

$$t_{\text{осн}} = \frac{624}{10} = 62,4 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{\text{осн}} = \frac{250}{20} = 12,5 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Вспомогательное время ($t_{\text{в}}$) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой $t_{\text{з}}$, осмотр и очистку свариваемых кромок $t_{\text{кр}}$, очистку швов от

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

шлака и брызг $t_{бр}$, клеймение швов $t_{кл}$, установку и поворот изделия, его закрепление $t_{уст}$:

$$t_B = t_3 + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (2.3)$$

При полуавтоматической и автоматической сварке во вспомогательное время входит время на заправку кассеты с электродной проволоки. Это время можно принять равным

$$t_3 = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ ч.}$$

Время зачистки кромок или шва $t_{кр}$, мин. вычисляют по формуле:

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_C - 1)) \quad (2.4)$$

где n_C – количество слоев при сварке за несколько проходов;

$L_{шв}$ – длина шва, м

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле (2.4) для обоих вариантов

$$t_{кр} = 4,45 \cdot (0,6 + 1,2) = 8,0 \text{ ч. базовый вариант}$$

$$t_{кр} = 4,45 \cdot (0,6 + 1,2) = 8,0 \text{ ч. проектируемый вариант}$$

Сварка и в базовом и проектируемом варианте производится в несколько проходов. Время на очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$ рассчитываем по формуле (2.4)

$$t_{бр} = 4,45 \cdot (0,6 + 1,2) = 8,0 \text{ ч. базовый вариант}$$

$$t_{бр} = 4,45 \cdot (0,6 + 1,2) = 8,0 \text{ ч. проектируемый вариант}$$

Время на установку клейма ($t_{кл}$) принимают 0,03 мин. на 1 знак, $t_{кл} = 0,21$ мин.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Время на установку, поворот и снятие изделия ($t_{уст}$) зависит от его массы, данные указаны в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Норма времени на установку, поворот и снятие изделия в зависимости от его массы

Элементы работ	Вес изделия, кг						
	5	10	15	25	до 40	до 50	до 100
	Время, мин						
	вручную				краном		
Установить, повернуть, снять сборочную единицу и отнести на место складирования	1,30	3,00	4,30	6,00	5,20	6,30	8,40

$$t_{уст} = 0,14 \text{ ч.}$$

Таким образом рассчитываем значение t_e для обоих вариантов (оно одинаково)

$$t_e = 0,083 + 8 + 8 + 0,14 = 16,23 \text{ ч. базовый вариант}$$

$$t_e = 0,083 + 8 + 8 + 0,14 = 16,23 \text{ ч. проектируемый вариант}$$

Время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) включает в себя время на установку режима сварки, наладку автомата, уборку инструмента и т.д., принимаем равным:

$$t_{обс} = (0,06...0,08) \cdot t_{осн} \quad (2.5)$$

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) по формуле (2.5) для обоих вариантов:

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 62,4 = 4,4 \text{ ч. базовый вариант}$$

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 12,5 = 0,87 \text{ ч. проектируемый вариант}$$

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Время перерывов на отдых и личные надобности зависит от положения, в котором сварщик выполняет работы. При сварке в удобном положении

$$t_n = 0,07 \cdot t_{осн} \quad (2.6)$$

Рассчитываем t_n по формуле (2.6) для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_n = 0,07 \cdot 62,4 = 4,4 \text{ ч. базовый вариант}$$

$$t_n = 0,07 \cdot 12,5 = 0,87 \text{ ч. проектируемый вариант}$$

Таким образом, расчет общего времени $T_{шт-к}$ на выполнение сварочной операции по обоим вариантам производим по формуле (2.1)

$$T_{шт-к} = 62,4 + 16,23 + 4,4 + 4,4 = 87,4 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{шт-к} = 12,5 + 16,23 + 0,87 + 0,87 = 30,5 \text{ ч. (проектируемый вариант).}$$

Определяем общую трудоемкость годовой производственной программы $T_{произв. пр.}$ сварных конструкций по операциям техпроцесса по формуле

$$T_{произв. пр.} = T_{шт-к} \cdot N, \quad (2.7)$$

где N – годовая программа, шт., в нашем случае $N = 100$ шт.

$$T_{произв. пр.} = 87,4 \cdot 100 = 8740 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{произв. пр.} = 30,5 \cdot 100 = 3050 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

2.3.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса

$$C_p = \frac{T_{произв. пр.}}{\Phi_d \cdot K_n} \quad (2.8)$$

где Φ_d – действительный фонд времени работы оборудования, ч.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

K_H – коэффициент выполнения норм ($K_H = 1,1 \dots 1,2$).

Определяем действительный фонд времени работы оборудования на измененный технологический процесс Φ_D , ч., по формуле:

$$\Phi_D = (D_P \cdot t_{II} - D_{II} \cdot t_C) \cdot K_{ПО} \cdot K_C, \quad (2.9)$$

где Φ_D – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$D_P = 253$ – число рабочих дней;

$D_{II} = 9$ – число предпраздничных дней;

t_{II} – продолжительность смены, час. $t_{II} = 8$ ч.

$t_C = 1$ – число часов, на которое сокращен рабочий день перед праздниками ($t_C = 1$ ч.);

$K_{ПО} = 0,95$ – коэффициент, учитывающий простои оборудования в ремонте;

K_C – число смен. $K_C = 1$.

$$\Phi_D = (253 \cdot 8 - 9 \cdot 1) \cdot 0,95 \cdot 1 = 1914 \text{ час.}$$

Рассчитываем количество оборудования C_P по операциям техпроцесса по формуле (2.8):

$$C_P = \frac{8740}{1914 \cdot 1,1} = 4,15$$

$C_P = 4,15$; примем $C_P = 4$ (базовый вариант)

$$C_P = \frac{3050}{1914 \cdot 1,1} = 1,44$$

примем $C_P = 1$ (проектируемый вариант).

По базовой технологии используется 4 источника питания для сварки.

По новой измененной технологии достаточно 1 источника питания и 1 установки для автоматической сварки под флюсом.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Принятое количество оборудования, C_p , определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования по формуле

$$K_3 = \frac{C_p}{C_{II}} \quad (2.10)$$

где K_3 – коэффициент загрузки оборудования;

C_p – количество оборудования по операциям техпроцесса, *шт.*;

C_{II} – принятое количество оборудования, *шт.*

$$K_3 = \frac{4,15}{4} = 1,04 \text{ (базовый вариант)}$$

$$K_3 = \frac{1,44}{1} = 1,44 \text{ (проектируемый вариант)}$$

Коэффициент загрузки оборудования равен 0,9, так как оборудование и техоснастка не используется на других работах этого предприятия.

Необходимо стремиться к тому, чтобы средний коэффициент загрузки оборудования был возможно ближе к единице. В серийном производстве величина его должна быть не менее 0,7...0,85, а в массово-поточном и крупносерийном – 0,85...0,76, в мелкосерийном производстве – 0,8... 0,9 при двухсменной работе цехов.

2.3.3 Расчет количества работающих

Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих P_{OP} , определяется для каждой операции по формуле:

$$P_{OP} = \frac{T_{ГОД}}{\Phi_{ДР} \cdot K_B} \quad (2.11)$$

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
ИЗ М	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

где T_O – общая трудоёмкость, программы, ч.;

$\Phi_{ДР}$ – действительный годовой фонд рабочего времени одного рабочего, ч.;

K_B – коэффициент выполнения норм выработки (1,1... 1,3).

$$P_{ор} = \frac{8740}{1914 \cdot 1,1} = 4,14; \text{ примем } P_{ОР} = 4 \text{ (базовый вариант)}$$

$$P_{ор} = \frac{3050}{1914 \cdot 1,1} = 1,44; \text{ примем } P_{ОР} = 1 \text{ (проектируемый вариант)}$$

Действительный годовой фонд рабочего времени одного рабочего рассчитываем по формуле

$$\Phi_{ДР} = \frac{\Phi_D}{K_C} \quad (2.12)$$

где $\Phi_{ДР}$ – действительный годовой фонд рабочего времени одного рабочего, час.;

Φ_D – действительный фонд времени работы оборудования;

$\Phi_D = 1914 \text{ час.};$

K_C – число смен.

$\Phi_{ДР} = 1914 \text{ час.}$

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования. По базовой технологии работает 4 сварщика, по новой измененной технологии достаточно 1 сварщика.

При поточной организации производства число основных рабочих определяется по числу единиц оборудования с учетом его загрузки, возможного совмещения профессий и планируемых невыходов по уважительным причинам. Исходя из этого, определяем суммарное количество основных рабочих $P_{ОР}$.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

2.3.4 Расчет капитальных вложений в оборудование для выполнения годового объема работ

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляем исходные данные в виде таблицы 2.2.

Таблица 2.2 – Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Годовая производственная программа выпуска	шт.	100	100
Сварочный аппарат Combi, $C_{онт}$	руб./шт.	400000	
Установка для сборки и сварки кольцевых швов	руб./шт.	-	1800000
Установка для автоматической сварки внутреннего шва (консольного типа)	руб./шт.	-	2500000
Вращатель	руб./шт.	800000	
Электроды Э50А АНО-11	руб./кг	85	
Сварочная проволока Св-10ХГСН2МТ, Ø 5 мм, $C_{о.р.м}$	руб./кг	-	110
сварочный флюс, $C_{св.фл.}$	руб./кг	-	68
Тариф на электроэнергию, $C_{эл}$	руб./кВт-час.	3,16	3,16
длина сварного шва	м	624	25
Положение шва		нижнее	нижнее
Условия выполнения работы		стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	4	5
Тарифная ставка, $T_{ст}$	руб.	48	56

Для внедрения новой технологии необходимо приобрести или изготовить новое оборудование и техоснастку, так как их не имеется в наличии на производстве. Затраты на приобретение оборудования будут являться дополнительными затратами на внедрение новой технологии.

Капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объёма работ определяется по формуле:

$$K_{ОБ} = \Sigma K_{ОБj} \cdot C_{П} \cdot K_{З}, \text{ руб.} \quad (2.13)$$

где $K_{ОБj}$ – балансовая стоимость единицы оборудования, руб.;

$C_{П}$ – принятое количество оборудования, шт.

K_3 – коэффициент загрузки оборудования. $K_0 = 0,73$

Балансовая стоимость единицы оборудования определяется:

$$K_{ОБ} = C_{ОБ} \cdot (1 + K_{ТЗ}), \text{ руб.} \quad (2.14)$$

где $C_{ОБ}$ – цена единицы оборудования, руб.;

$K_{ТЗ}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, затраты на монтаж, наладку и устройство фундамента в зависимости от цены на оборудование.

Базовый вариант:

$$K_{ОБj} = 1200000 \cdot (1 + 0,12) = 1344000 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$K_{ОБj} = 4300000 \cdot (1 + 0,12) = 4816000 \text{ руб.}$$

Определяем капитальные вложения:

$$K_{ОБ} = 1344000 \cdot 4 = 5376000 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{ОБ} = 4816000 \cdot 1 = 4816000 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Цена и балансовая стоимость на оборудование

	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Цена единицы оборудования, руб.	1200000	4300000
Количество штук	4	1
Балансовая стоимость, руб.	1344000	4816000
Капитальные вложения, руб.	5376000	4816000

2.3.5 Расчет материальных затрат

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энергоресурсы на технологические цели.

Материальные затраты ($MЗ$, руб.) рассчитываются по формуле

$$MЗ = C_{O.M} + C_{B.M} + C_{ЭН} \quad (2.15)$$

где $MЗ$ – материальные затраты, руб.;

$C_{O.M}$ – стоимость основных материалов, руб.;

$C_{B.M}$ – стоимость вспомогательных материалов, руб.;

$C_{ЭН}$ – стоимость энергоресурсов, руб.;

В связи с тем, что рулонированный сосуд будет изготавливаться из одного и того же конструкционного материала, по тем же размерам в обоих вариантах производства, не будем учитывать стоимость основного материала.

Затраты на вспомогательные материалы складываются из затрат на сварочную проволоку и сварочный флюс (проектируемый вариант), электроды (базовый вариант).

Затраты на сварочную проволоку, $C_{св.пр.}$, руб., вычисляются по формуле:

$$C_{св.пр.} = \sum_{i=1}^m K_{pi} \cdot q_{ni} \cdot Ц_{ni} \left(1 + \frac{P_{mз}}{100} \right), \quad (2.16)$$

где K_{pi} – расходный коэффициент i -го материала;

q_{ni} – масса наплавленного металла, кг;

$Ц_{ni}$ – оптовая цена проволоки, руб./кг;

$P_{mз}$ – транспортно-заготовительные работы, %;

m – количество видов проволок.

Массу наплавленного металла рассчитаем по формуле

$$M_{HM} = L_{шв} \cdot F_o \cdot \rho_{HM}, \quad (2.17)$$

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

где F_o – площадь поперечного сечения наплавленного металла, см²;

$L_{шв}$ – длина сварного шва, см;

$\rho_{нм}$ – плотность наплавленного металла, г/см³ ($\rho_{стали} = 7,8$ г/см³).

Масса наплавленного металла равна

$$M_{нм} = 56 \cdot 445 \cdot 7,8 = 194376 \text{ г} = 194,4 \text{ кг}$$

Рассчитаем затраты на сварочную проволоку

$$C_{в.м} = 1,1 \cdot 194,4 \cdot 110 \cdot (1 + 25/100) = 29342 \text{ руб.}$$

Затраты на флюс Z_{ϕ} , руб, вычисляются по формуле:

$$Z_{\phi} = \sum_{i=1}^m H_i \cdot C_i \left(1 + \frac{P_{мз}}{100}\right), \quad (2.18)$$

где H_i – расход флюса;

C_i – оптовая цена флюса, руб./кг;

$P_{мз}$ – транспортно-заготовительные работы, %;

m – количество видов применяемых флюсов.

$$Z_{\phi} = 129 \cdot 68 \cdot (1 + 25/100) = 2465 \text{ руб.}$$

Затраты на сварочные электроды вычисляем по формуле (2.16)

$$Z_{св.эл.} = 195 \cdot 85 \cdot (1 + 25/100) = 25818 \text{ руб.}$$

Статья «Топливо и энергия на технологические цели» ($C_{ЭН}$, руб.) включает затраты на все виды топлива и энергии, которые расходуются в процессе производства данной продукции (силовая энергия).

Затраты на электроэнергию на операцию рассчитываются по формуле

$$C_{ЭН} = \alpha_{Э} \cdot W \cdot C_{Э}, \text{ руб.} \quad (2.19)$$

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

где $\alpha_{\text{Э}}$ – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт·ч/кг.

W – расход электроэнергии, кВт·ч;

$\text{Ц}_{\text{Э}}$ – цена за 1 кВт/ч; $\text{Ц}_{\text{Э}} = 3,16$ руб. кВт/ч.

$\text{С}_{\text{ЭН}} = 10 \cdot 194,4 \cdot 3,16 = 6143,0$ руб. (базовый вариант);

$\text{С}_{\text{ЭН}} = 8 \cdot 194,4 \cdot 3,16 = 4914,4$ руб. (проектируемый вариант);

Материальные затраты ($MЗ$, руб.) рассчитываются по формуле (2.15)

По базовому варианту:

$MЗ = 25518 + 6143,0 = 31861$ руб.

По проектируемому варианту:

$MЗ = 29342 + 2465 + 4914,4 = 36721,4$ руб.

$MЗ = 31861$ руб. (базовый вариант)

$MЗ = 36721,4$ руб. (проектируемый вариант)

Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений и налога от нее

Этот раздел предусматривает расчет основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих, отчислений и налога от нее, которые включаются в себестоимость.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ($Z_{\text{пр}}$) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле

$$Z_{\text{пр}} = P_{\text{сд}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{сс}} + D_{\text{вр}}, \quad (2.20)$$

где $P_{\text{сд}}$ – суммарная сделная расценка за единицу изделия, руб.;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент премирования, (данные предприятия) $K_{\text{пр}} = 1,5$;

$K_{\text{д}}$ – коэффициент, определяющий размер дополнительной заработной платы, $K_{\text{д}} = 1,2$.

$K_{\text{сс}}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды (социальный взнос), $K_{\text{сс}} = 1,3$;

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

D_{BP} – доплата за вредные условия труда, руб.

Суммарная сдельная расценка на изготовление единицы изделия определяется

$$P_{CD} = T_{CT} \cdot T_{ШТ} \quad (2.21)$$

где P_{CD} – суммарная сдельная расценка за единицу изделия, руб.;

T_{CT} – часовая тарифная ставка по разряду выполняемых работ с учетом повышающего коэффициента, руб.;

$T_{ШТ}$ – штучное время обработки изделия по операциям техпроцесса, мин.

Наименование операции по базовому техпроцесса 4-го разряда – T_{CT} четвертого разряда = 120 руб.

Наименование операции по проектируемому техпроцесса 5-го разряда – T_{CT} пятого разряда = 140 руб.

$$P_{CD} = 120 \cdot 87,4 = 10488 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{CD} = 140 \cdot 30,5 = 4270 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Доплата за вредные условия труда, D_{BP} , руб., рассчитывается по формуле

$$D_{BP} = \frac{T_{CT} \cdot T_{BP} \cdot (0,1..0,31)}{100} \quad (2.22)$$

где T_{CT} – тарифная месячная ставка, руб.

T_{BP} – время работы во вредных условиях труда, час.

$T_{BP} = T_{шт-к}$ (0,1 ...0,31), час.; коэффициент в пределах (0,10...0,31).

Коэффициент в пределах (0,10...0,31).

$$D_{BP} = \frac{120 \cdot 87,4 \cdot 0,31}{100} = 32,5 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$D_{BP} = \frac{140 \cdot 30,5 \cdot 0,31}{100} = 13,2 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Таким образом, по формуле (2.20) рассчитываем основную и дополнительную заработную плату производственных рабочих ($Z_{пр}$) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия

$$Z_{пр} = 10488 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 + 32,5 = 24574 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{пр} = 4200 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 + 13,2 = 9841 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расчет технологической себестоимости годового объема выпуска металлоконструкций

Приведем расчетные данные технологической себестоимости C_T изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ($N = 100$ шт.) в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Материальные затраты, <i>МЗ</i> , руб.	3186100	3672140
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $Z_{пр}$, руб.	2457400	984100
Технологическая себестоимость годового выпуска, C_T , руб.	5643500	4656260

2.3.6 Расчет полной себестоимости изделия

Перед расчетом полной себестоимости изготовления изделия рассчитывается производственная себестоимость.

Производственная себестоимость ($C_{пр}$, руб.) включает затраты на производство продукции и рассчитывается по формуле

$$C_{пр} = МЗ + Z_{пр} + O_{СС} + O_{ФЗ} + O_{ПФ} + O_{МС} + P_{пр} + P_{ХОЗ} + C_A + C_P \quad (2.23)$$

где $C_{пр}$ – производственная себестоимость, руб.;

$МЗ$ – материальные затраты, руб.;

$Z_{пр}$ – заработная плата, руб.;

$O_{СС}$ – отчисления на государственное социальное страхование, руб.;

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

$O_{ФЗ}$ – отчисления в государственный фонд содействия занятости, руб.;

$P_{ПР}$ – общепроизводственные расходы, руб.;

$P_{ХОЗ}$ – общехозяйственные расходы, руб.;

C_A – затраты на амортизацию, руб.;

$СР$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования, руб.

Затраты на амортизацию оборудования, приходящиеся на одно изделие (C_A), при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии рассчитаем по формуле:

$$C_A = \frac{K_{об} \cdot H_A \cdot n_o \cdot T_{шт-к} \cdot K_O}{100 \cdot \Phi_D \cdot K_B} \quad , \quad (2.24)$$

где $K_{об}$ – балансовая стоимость единицы оборудования, руб.;

H_A – норма годовых амортизационных отчислений, %; для механизированной сварки $H_A = 14,7$ %;

Φ_D – действительный эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час. $\Phi_D = 1914$ час.;

$T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время на выполнение сварочной операции, час.;

K_O – коэффициент загрузки оборудования, $K_O = 0,9$;

n_o – количество оборудования, шт.;

K_B – коэффициент, учитывающий выполнение норм времени, $K_B = 1,1$.

Рассчитываем затраты на амортизацию оборудования, приходящиеся на выпуск годового объема продукции, по формуле

$$C_A = \frac{1344000 \cdot 14,7 \cdot 4 \cdot 29,1}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 0,9 = 10922 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_A = \frac{4816000 \cdot 14,7 \cdot 1 \cdot 14,23}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 0,9 = 4784 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Другие затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования, C_p , руб. рассчитываются по формуле:

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot D}{100}, \quad (2.25)$$

где $K_{об}$ – капитальные вложения в оборудование и техоснастку, руб.;

D принимается равным 3 %.

$$C_p = \frac{4569600 \cdot 3}{100} = 137088 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_p = \frac{3612000 \cdot 3}{100} = 108360 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

В статью «Общепроизводственные расходы» ($P_{пр}$, руб.) включаются расходы на оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, вспомогательных рабочих; амортизация; расходы на ремонт основных средств; охрану труда работников; на содержание и эксплуатацию оборудования, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов и др. Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле.

$$P_{пр} = \frac{\%P_{пр} \cdot Z_{пр}}{100} \quad (2.26)$$

где $Z_{пр}$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$\%P_{пр}$ – процент общепроизводственных расходов, %.

Вычисляем общепроизводственные расходы по формуле (2.26)

$$P_{пр} = \frac{3 \cdot 24574}{100} = 737 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

$$P_{\text{пр}} = \frac{3 \cdot 9841}{100} = 295 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

В статью «Общехозяйственные расходы» ($P_{\text{хоз}}$, руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация; расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану, сигнализацию, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний. Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле:

$$P_{\text{хоз}} = \frac{\% P_{\text{хоз}} \cdot ЗП}{100} \quad (2.27)$$

где $P_{\text{хоз}}$ – расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация; расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану, сигнализацию, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний, руб.;

$ЗП$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$\% P_{\text{хоз}}$ – процент общехозяйственных расходов, %.

$$P_{\text{хоз}} = \frac{2,5 \cdot 24574}{100} = 614 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{хоз}} = \frac{2,5 \cdot 9841}{100} = 246 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Подставив полученные значения в формулу (2.24), найдем производственную себестоимость.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

$C_{ПР} = 31861 + 24574 + 10922 + 137088 + 737 + 614 = 205796$ руб. (базовый вариант);

$C_{ПР} = 36721 + 9841 + 4784 + 108360 + 295 + 246 = 160247$ руб. (проектируемый вариант).

Полная себестоимость ($C_{ПОЛ}$, руб.) включает затраты на производство и реализацию продукции и рассчитывается по формуле

$$C_{ПОЛ} = C_{ПР} + P_{ВН} + O_{ИН.Ф} \quad (2.28)$$

где $C_{ПОЛ}$ – полная себестоимость, руб.;

$P_{ВН}$ – внепроизводственные расходы, руб.;

$O_{ИН.Ф}$ – отчисления в инновационный фонд, руб.

В статью «Внепроизводственные расходы» ($P_{ВН}$, руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле

$$P_{ВН} = \frac{\% P_{ВН} \cdot C_{ПР}}{100} \quad (2.29)$$

где $P_{ВН}$ – расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках, руб.;

$C_{ПР}$ – производственная себестоимость, руб.;

$\%P_{ВН}$ – процент внепроизводственных расходов; $\%P_{ВН} = 0,1-0,5\%$.

$$P_{ВН} = \frac{0,1 \cdot 205796}{100} = 205,8 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{ВН} = \frac{0,1 \cdot 160247}{100} = 160,2 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Отчисления в инновационный фонд ($O_{ИН.Ф}$, руб.) рассчитываются по формуле

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

$$O_{\text{ИН.Ф}} = \frac{h_{\text{ИН.Ф}} \cdot (C_{\text{ПР}} + P_{\text{ВН}})}{100} \quad (2.30)$$

где $O_{\text{ИН.Ф}}$ – отчисления в инновационный фонд, руб.;

$h_{\text{ИН.Ф}}$ – ставка отчислений в инновационный фонд, действующий на момент выполнения ДП, %;

$C_{\text{ПР}}$ – производственная себестоимость, руб.;

$P_{\text{ВН}}$ – расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках, руб.

$$O_{\text{ИН.Ф}} = \frac{0,25 \cdot (205796 + 205,8)}{100} = 515 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$O_{\text{ИН.Ф}} = \frac{0,25 \cdot (160247 + 160,2)}{100} = 401 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Подставим вычисленные значения в формулу (2.28) и найдем значение полной себестоимости изготовления одной конструкции

$$C_{\text{ПОЛ}} = 205796 + 205 + 515 = 206516 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{ПОЛ}} = 160247 + 160 + 4015 = 164422 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

2.4 Расчет основных показателей сравнительной эффективности

Расчет основных показателей сравнительной эффективности проводим по варианту как случай проектирования конструкторско-технологических усовершенствований, обеспечивающих выполнение сварочных работ для металлоконструкций, используемых в качестве товарной продукции, т.е. реализуемой на сторону.

Годовой выпуск продукции (рулонированный сосуд), N, составляет 100 шт.

Годовая экономия (-) или превышение (+) по технологической себестоимости, ΔC рассчитывается по формуле:

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

$$\Delta C = (C_{T1} - C_{T2}) N, \quad (2.31)$$

где C_{T1} , C_{T2} - технологическая себестоимость годового объема выпуска детали по сравниваемым вариантам (1 - базовый вариант; 2 - проектируемый вариант), руб.;

N - годовой объем выпуска металлоизделий, шт.

В данном расчете *годовая экономия по технологической себестоимости* составит в соответствии с формулой (2.31):

$$\Delta C = (56435 - 46562,6) \cdot 100 = 987240 \text{ руб.}$$

Расчет прибыли от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, Π , руб. рассчитываем по формуле

$$\Pi = B - C_{\Pi} \quad (2.32)$$

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Π , руб.) по формуле (2.34) по базовому и проектируемому вариантам. Среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции, K_p , определяющий среднеотраслевую норму доходности продукции и учитывающий изменение качества металлоизделия (надежность, долговечность) в эксплуатации принимаем равным соответственно в базовом варианте - 1,3; в проектируемом - 1,5.

$$B = \Pi \cdot N \quad (2.33)$$

Отпускная цена металлоизделия Π , руб., определяется с учетом полной себестоимости металлоизделия C_{Π} (руб./шт.) и среднеотраслевого коэффициента рентабельности продукции, K_p , определяющего среднеотраслевую норму доходности продукции и учитывающего изменение качества металлоизделия (надежность, долговечность) в эксплуатации (K_p в базовом варианте принимается - 1,3; в проектируемом - 1,5)

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

$$\text{Ц} = \text{C}_{\text{п}} * \text{K}_{\text{р}} , \quad (2.34)$$

где $\text{C}_{\text{п}}$ - полная себестоимость металлоизделия, руб./шт.;

$\text{K}_{\text{р}}$ - среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции.

$$\text{Ц}_1 = 206516 \cdot 1,3 = 268470 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$\text{Ц}_2 = 164422 \cdot 1,5 = 246633 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитываем выручку от реализации годового объема металлоизделий (В) по формуле (2.33) по базовому и проектируемому вариантам:

$$\text{В}_1 = 268470 \cdot 100 = 26847000 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$\text{В}_2 = 246633 \cdot 100 = 24663300 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой (2.32) по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий

$$\text{П}_1 = 26847000 - 20651600 = 6195400 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$\text{П}_2 = 24663300 - 16442200 = 8221100 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Изменение (прирост, уменьшение) прибыли $\Delta\text{П}$ в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым рассчитывается по формуле:

$$\Delta\text{П} = \text{П}_2 - \text{П}_1 , \quad (2.35)$$

$$\Delta\text{П} = 8221100 - 6195400 = 2025700 \text{ руб.}$$

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций, $\text{N}_{\text{кр}}$) проводим по формуле по базовому и проектируемому вариантам:

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

$$N_{кр} = \frac{C_{пост}}{\Pi - C_{пер.}}, \quad (2.36)$$

где $N_{кр}$ - критический объем выпуска продукции, металлоизделий в расчете на год;

$C_{пост.}$ - постоянные затраты (полная себестоимость годовой производственной программы выпуска металлоизделий, $C_{п.}$, за вычетом технологической себестоимости в расчете на годовую программу выпуска, $C_{т.}$);

Π - отпускная цена металлоконструкции, руб./изделие;

$C_{пер.}$ - переменные затраты, включающие технологическую себестоимость единицы изделия, руб./изделие.

$$N_{кр1} = \frac{20651600 - 5643500}{268470 - 56435} = 70 \text{ шт.}$$

$$N_{кр2} = \frac{16442200 - 4656260}{246633 - 46562} = 59 \text{ шт.}$$

Расчет срока окупаемости капитальных вложений, $T_{ок}$ производим по формуле:

$$T_o = \frac{\Delta K_o}{\Delta \Pi}, \quad (2.37)$$

где ΔK_d – дополнительные капитальные вложения, руб.;

$\Delta \Pi$ - изменение (прирост, уменьшение) прибыли в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым, руб.

$$T_o = \frac{560000}{202570} = 2,7 \text{ года}$$

Результаты расчетов показателей экономической эффективности оформляются в таблицу 2.4.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Таблица 2.4 – Технико-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1.	Годовой выпуск продукции, N	шт.	100	100	
2.	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	26847000	24663300	- 218370
3.	Капитальные вложения, К	руб.	5376000	4816000	-560000
4.	Технологическая себестоимость металлоизделия, С _т	руб.	56435	46562	9873
5.	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, С _п	руб.	20651600	16442200	4209400
6.	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	619540	822110	202570
7.	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	4	1	-3
8.	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (Т _{ок})	лет	2,7		
9.	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	70	59	-11

Вывод: Предложенный в проекте технологический способ сварки металлоизделия эффективен, прежде всего, в сфере эксплуатации за счет повышения долговечности сварных соединений конструкции металлоизделия.

В сфере производства изделия экономия по себестоимости обеспечена лишь за счет сокращения доли общепроизводственных и общехозяйственных расходов в удельной себестоимости металлоизделия, поскольку эти затраты, оставаясь неизменными в целом по предприятию, списываются на себестоимость изделий пропорционально заработной плате производственных рабочих, численность которых в проектируемом варианте сократилась на 1 человека.

3 Методический раздел

В технологической части разработанного дипломного проекта разработана технология сборки и сварки обечайки сосуда высокого давления. В процессе разработки предложена замена ручной электродуговой сварки обечайки сосуда высокого давления на автоматическую электродуговую сварку с использованием защитного газа аргона. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное, что позволяет использовать сварочных роботов для производства процесса сварки. 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 3. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), 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.

3.1 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 Минюстом России 13.02.2014г., рег. № 31301)
2. Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109, рег. № 664, Приказ

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

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 частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением полуавтоматической сварки в среде защитных газов. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное, что позволяет использование сварочных роботов для производства процесса сварки.

В таблице 3 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

Таблица 3 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением»

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
Трудовая функция	Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением 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.	Полностью механизированная и автоматическая сварка плавлением металлических материалов
Трудовые действия	Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настройка сварочного оборудования	Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документации.

Продолжение таблицы 3

1	2	3
	<p>для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей). Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций с применением специализированных функций (возможностей) сварочного оборудования. Контроль с применением измерительного инструмента сваренных частично механизированной сваркой (наплавкой) сложных и ответственных конструкций на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. Исправление дефектов частично механизированной сваркой (наплавкой)</p>	<p>Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты. Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования. Собирает конструкцию под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки. Контролирует с применением измерительного инструмента подготовленные под сварку конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации. Выполняет полностью механизированную или автоматическую сварку плавлением. Извлекает сварную конструкцию из сборочных приспособлений и технологической оснастки. Контролирует с применением измерительного инструмента сварную конструкцию на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации. Исправляет дефекты, обнаруженные в результате контроля. Контролирует исправление дефектов</p>
Необходимые знания	Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением	Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой

Продолжение таблицы 3

1	2	3
	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сваркой (наплавки) плавлением.</p> <p>Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций.</p> <p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.</p> <p>Методы контроля и испытаний ответственных сварных конструкций.</p> <p>Порядок исправления дефектов сварных швов.</p>	<p>плавлением и обозначение их на чертежах.</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.</p> <p>Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением.</p> <p>Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Требования к сборке конструкции под сварку.</p> <p>Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Требования к качеству сварных соединений.</p> <p>Виды и методы контроля.</p> <p>Виды дефектов, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения.</p> <p>Правила технической эксплуатации электроустановок.</p> <p>Правила эксплуатации газовых баллонов.</p> <p>Правила по охране труда, в том числе на рабочем месте</p>

Окончание таблицы 3

1	2	3
Характеристики выполняемых работ:	прихватка элементов конструкции частично механизированной сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва; частично механизированная сварка (наплавка) плавлением 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; наплавка простых и сложных инструментов, баллонов и труб, дефектов деталей машин и механизмов; исправление дефектов сваркой.	

Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением» является следующее:

Необходимые знания: технологии, техники и оборудования автоматической сварки плавлением;

Необходимые умения:

- Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования.
- Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.
- Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки.
- Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования.
- Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

– 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.

3.2 Разработка учебного плана переподготовки

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, общепромышленный 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 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. Продолжительность обучения 2 месяца.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Таблица 2 – Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 5-го квалификационного разряда

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ		52
1.1	Основы экономики отрасли	6
1.2	Материаловедение	6
1.3	Основы электротехника	4
1.4	Чтение чертежей	4
1.5	Спецтехнология	32
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ		124
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей в сварочных мастерских	16
2.2	Работа на предприятии	94
	Консультации	6
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	176

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых профессиональных компетенций, включающих в себя систему знаний об основах современной техники и технологии производства, необходимую для прочного овладения профессией и развития профессионального мастерства, формирования ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции.

Нами разработана программа предмета «Спецтехнология» на основе Профессионального стандарта, учебного плана переподготовки и учета требований работодателей.

Таблица 3 – Учебная программа предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	2	3
1	<i>Источники питания</i>	2
2	<i>Стандартное механическое оборудование</i>	2
3	<i>Оборудование для дуговой автоматической сварки под слоем флюса</i>	14

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Окончание таблицы 3

1	2	3
3.1	Общие сведения и квалификация сварочных автоматов	2
3.2	Устройство и основные узлы сварочных автоматов	2
3.3	Электрические схемы автоматов	2
3.4	Типовые конструкции сварочных автоматов	4
3.5	Техническое обслуживание автоматов	3
4	<i>Технология автоматической сварки под слоем флюса</i>	16
4.1	Особенности автоматической сварки под слоем флюса	4
4.2	Особенности сварки углеродистых и низколегированных сталей	4
4.3	Выполнение сварки во всех пространственных положениях сварного шва	4
4.4	Режимы автоматической сварки под слоем флюса	4
5	<i>Контроль качества сварных швов</i>	2
6	<i>Охрана труда</i>	2
Итого		32

В данной программе предусматривается изучение технологии и техники автоматической сварки под слоем флюса, устройства, работы и эксплуатации оборудования различных типов, марок и модификаций.

3.4 Разработка плана урока по теме «Оборудование для автоматической сварки под слоем флюса»

Тема урока «Оборудование для автоматической сварки под слоем флюса»

Цели занятия:

Обучающая: формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочных автоматов, их назначении и принципе работы.

Развивающая: развивать техническое и логическое мышление, память, внимание.

Воспитательная: воспитывать сознательную дисциплину на занятии, ответственность и бережное отношение к оборудованию учебного кабинета

Тип урока: ознакомление учащихся с новым материалом.

Методы обучения: словесный, наглядный, объяснительно-иллюстративные методы.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Дидактическое обеспечение занятия:

- рабочая тетрадь;
- плакаты;
- макеты оборудования;
- учебники: Л.П. Шебеко «Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки»; В.С. Виноградов «Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки»;

Структура урока:

1. Организационный момент;
2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;

Сообщение темы и цели занятия;

Актуализация опорных знаний.

3. Изучение нового материала:

- Назначение сварочных автоматов;
- Основные узлы и механизмы сварочных автоматов;
- Комплектование сварочного поста.

4. Закрепление знаний

- По каким признакам классифицируются сварочные автоматы?
- Каково назначение основных устройств сварочных автоматов?
- Для каких целей комплектуют автоматы А-1416 консольно-поворотным устройством?

5. Подведение итогов занятия, задание на дом.

5. Выучить новый материал, составить технические характеристики на автоматах А-1416 (Л.П. Шебеко «Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки» стр. 119-128).

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Таблица 4 – План-конспект «Оборудование для автоматической сварки под слоем флюса»

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 5 минут	Здравствуйте, прошу вас садиться, приготовьте тетради и авторучки. Староста, назовите отсутствующих на занятии обучаемых.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 5 минут	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для автоматической сварки под слоем флюса» Тема занятия: «Устройство и основные узлы сварочных автоматов» Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочных автоматов, их назначение и принцип работы»	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Актуализация опорных знаний 10 минут	Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: 1. Чем отличается аппарат для автоматической сварки от аппарата для механизированной сварки? 2. Почему применяют унифицированные узлы на полуавтоматах и автоматах? 3. Расскажите о системе обозначения аппаратов для автоматической сварки. 4. Расшифруйте марку А1416.	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих опрашиваю выборочно.
Изложение нового материала 35 минут	Хорошо! Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану: – Назначение сварочных автоматов; – Основные узлы и механизмы сварочных автоматов; – Комплектование сварочного поста. По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты – на которые я буду обращать внимание. Прошу сосредоточиться и не мешать мне и своим товарищам. В настоящее время широко применяется механизированная сварка. Это объясняется высокой маневренностью полуавтоматов, возможностью производить сварку в труднодоступных местах. Автоматическая сварка широко применяется на конвейерных линиях в машиностроении при сварке корпусов всех видов транспортных средств и строительномонтажных конструкций при их предварительной сборке и сварке и т. д.	Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение.

Продолжение таблицы 4

1	2	3
	<p>Автоматы для дуговой сварки плавящимся электродом классифицируют по нескольким признакам в соответствии со стандартом. По способу защиты сварочной дуги принята следующая классификация автоматов: в активных защитных газах (Г); в инертных газах (И); под флюсом (Ф); открытой дугой (О).</p> <p>По способу регулирования скорости подачи электродной проволоки выпускаются автоматы с плавным, ступенчатым и комбинированным регулированием.</p> <p>Автоматы различают также по способу подачи электродной проволоки: толкающему, тянущему, универсальному. Стабилизация выходных параметров источника питания совместно со стабилизацией скорости подачи электродной проволоки позволяет получать сварные соединения высокого качества.</p> <p>Автоматы этой серии состоят из сварочной головки и источника питания постоянного тока или импульсного источника питания, сварочной горелки, флюсоподающих устройств и соединительных гибких шлангов. Рассмотрим различные типы сварочных автоматов, используемых для сварки под флюсом.</p> <p>Автомат подвесной самоходный А-1416 предназначен для однодуговой сварки и наплавки сплошной проволокой под слоем флюса и в среде защитных газов низкоуглеродистых и легированных сталей на постоянном токе с независимыми от параметров дуги скоростями сварки и подачи электродной проволоки. Ступенчатое изменение скоростей сварки и подачи электродной проволоки обеспечивают безукоризненную повторяемость установленных режимов. Простота конструкции и схемы управления придают автомату высокую надежность. Автомат снабжен системой автоматического слежения за стыком.</p>	<p>По мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы автоматов.</p> <p>Разбираем классификацию автоматов для дуговой сварки плавящимся электродом. Записываем под диктовку.</p> <p>Наблюдаю за конспектированием. Останавливаюсь, говорю медленно, для того, чтобы успели записать под диктовку.</p> <p>Начинаем разбирать характеристики автоматов для сварки под флюсом. Обращаю внимание на конкретные особенности автоматов.</p>

Продолжение таблицы 4

1	2	3
	<div data-bbox="694 197 853 448" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="502 515 1141 593">Рисунок – Внешний вид сварочного автомата А-1416</p> <p data-bbox="502 627 1141 1176">Автоматическая подвесная головка типа АБС предназначена для сварки под флюсом или в защитных газах продольных и кольцевых швов. Возможность выполнять сварку открытой дугой в защитном газе или сварку по слою флюса. Сварка производится переменным или постоянным током. Автомат комплектуется из трех узлов: А, Б и С. Узел А - простая автоматическая головка, осуществляющая операцию - подачу электродной проволоки. Она имеет механизм подачи, токопроводящий мундштук с правильным устройством, пультом управления, систему подвески и корректирования.</p> <div data-bbox="766 1232 957 1489" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="502 1545 1141 1624">Рисунок – Внешний вид сварочного автомата АБС</p> <p data-bbox="502 1657 1141 2049">Сварочный автомат АДФ-630 используется для автоматической многослойной и однослойной сварки и наплавления слоя металла под флюсом. Для изделий из низкоуглеродистых и легированных сталей. Автомат способен производить сварку соединений встык или вплотную с разделкой кромок и без разделки. В процессе работы автомат может перемещаться по изделию, рядом с ним или находящейся на нем направляющей линейке.</p>	<p data-bbox="1165 190 1500 481">Внимательно рассматриваем плакат. Обращаю внимание на детализировку сварочного автомата А-1416. Зарисовываем блок схему данного автомата.</p> <p data-bbox="1165 627 1500 884">Начинаем разбирать характеристики автоматов для сварки под флюсом. Обращаю внимание на конкретные особенности автоматов.</p> <p data-bbox="1165 1176 1500 1467">Внимательно рассматриваем плакат. Обращаю внимание на детализировку сварочного автомата АБС. Зарисовываем блок-схему данного автомата.</p>

Окончание таблицы 4

1	2	3
	 <p data-bbox="507 658 1031 725">Рисунок 3 - Внешний вид сварочного автомата АДФ-630</p>	<p data-bbox="1169 300 1485 622">Внимательно рассматриваем плакат. Обращаю внимание на детализировку сварочного автомата АДФ-630. Зарисовываем блок-схему данного автомата.</p>
<p data-bbox="237 815 424 958">Первичное закрепление материала 10 минут</p>	<p data-bbox="507 815 1139 1142">Теперь я прошу вас ответить на мои вопросы, для того что бы выяснить на сколько вы усвоили новый материал.</p> <ol data-bbox="507 927 1098 1142" style="list-style-type: none"> 1. По каким признакам классифицируются сварочные автоматы? 2. Каково назначение основных устройств сварочных автоматов? 3. Для каких целей комплектуют автоматы консольно-поворотным устройством? 	<p data-bbox="1169 815 1493 1249">Провожу фронтальный опрос обучающихся. Активизирую деятельность обучающихся, задавая вопросы по новому материалу. Остальных прошу следить за ответами, дополнять и делать вывод. Выставляю оценки в журнал.</p>
<p data-bbox="237 1256 467 1361">Выдача домашнего задания 5 минут</p>	<p data-bbox="507 1256 1139 1467">Запишите домашнее задание: «Типовые конструкции сварочных полуавтоматов» стр.119 в учебнике Л.П. Шебеко; стр. 144 в учебнике В.С. Виноградов. В тетради сделать таблицу «Технические характеристики сварочного автомата А-1416»</p>	<p data-bbox="1169 1256 1465 1400">Инструктирую обучающихся по выполнению домашнего значения.</p>

Методическая часть дипломного проекта раскрывает научно-обоснованную целенаправленную учебно-методическую работу преподавателя, которая обеспечивает единство планирования, организации и контроля качества усвоения нового содержания обучения в системе начального профессионального образования. Содержание технологического раздела дипломного проекта явилось составной частью методической разработки.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

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

Изучили и проанализировали квалификационную характеристику рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»;

составили учебный план для профессиональной переподготовки персонала, работающего на автоматических машинах;

разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;

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

разработали план-конспект урока;

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 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

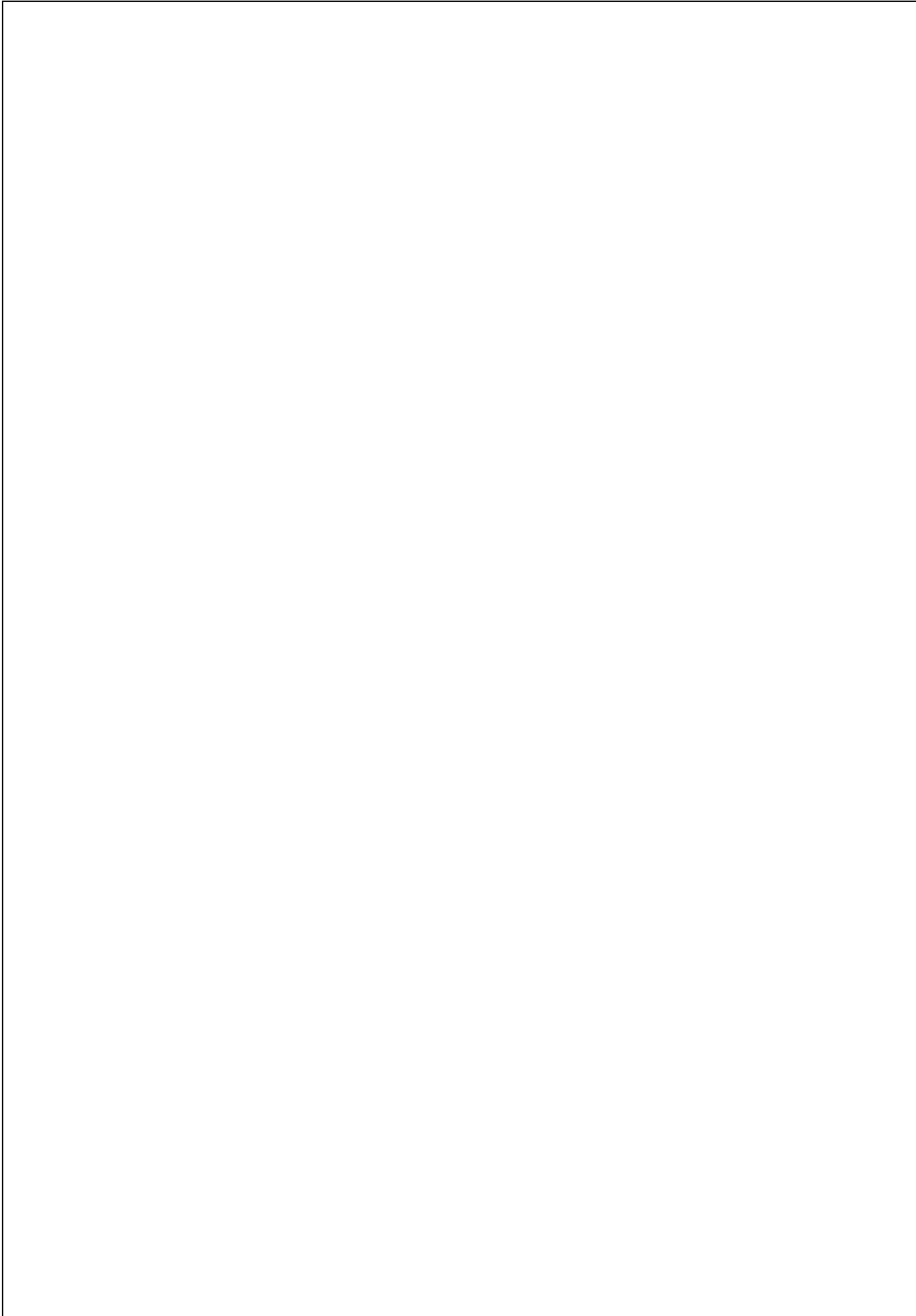
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем дипломном проекте проанализирована технология изготовления барабана ленточного конвейера, в результате чего выбран высокопроизводительный способ сварки - автоматическая сварка продольных и кольцевых швов барабана. Выбор обоснован экономическими расчетами. Для реализации предложенной технологии сконструирована установка для сварки, в состав которой входит установка для сварки, сварочный автомат А-1416 источник питания ВДУ-1205.

В методическом разделе была разработана программа повышения квалификационного разряда рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах 5го разряда», в ней разработан учебный план, включающий теоретическое и практическое обучение. Разработан тематический план предмета теоретического обучения «Спецтехнология», из которого выбрана тема «Технология автоматической сварки под слоем флюса», по которой разработан план-конспект урока. К данному уроку сделан плакат «Оборудование для дуговой автоматической сварки под слоем флюса ». На нем приведен сварочный автомат А-1416, снабженный источником питания ВДУ-1205.

Внедрение проектного варианта приведет к снижению затрат на заработную плату, электроэнергию, трудоемкость изготовления изделия, что в свою очередь приведет к общему снижению себестоимости изготовления сварной конструкции.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6



					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Из м	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 ОСТ 24.201.03-90 Отраслевой стандарт. Сосуды и аппараты стальные высокого давления. Общие технические требования. [Текст]. Введ. 1990.11.27. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 34 с.

2 ГОСТ 19281-89 Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия. [Текст]. Введ. 1991.01.01. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 43 с.

3 Фрумин, И.И. Автоматическая электродуговая наплавка./ И.И. Фрумин. Харьков: Metallurgizdat, 1961. – 422 с.

4 Балябин, Р.В. Справочник сварщика: / Р.В. Балябин [и др.]. Под ред. В.В. Степанова. – Изд. 3-е. – М: Машиностроение, 1975 – 520 с.

5 Пранов, А.А. Комплексная модернизация двухосной тележки модели 18-100/ А.А. Пранов [и др.] // Тяжелое машиностроение. - 2000. - № 10.- С 31 -34

6 Гутман, Л.М. Ремонт узлов и деталей железнодорожного подвижного состава механизированной сваркой/ Л.М. Гутман [и др.] // Автоматическая сварка. – 1991. - №11. – С.51 – 55;

7 Конищев, Б.П. Сварочные материалы для дуговой сварки: Справочное пособие: В 2-х т. Т.1. Защитные газы и сварочные флюсы/ Б.П.Конищев, С.А. Курланов [и др.] Под общ. ред. Н.Н. Потапова. – М.: Машиностроение, 1989. – 544 с.

8 Марочник сталей и сплавов / под ред. В.Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 489 с.

9 Думов, С.И. Технология электрической сварки плавлением. - М.: Машиностроение, 1987. - 347 с

10ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия. [Текст]. Введ. 1973.01.01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2004. – 19 с.

11ГОСТ Р 52222-2004 Флюсы сварочные плавные для автоматической сварки. Технические условия. [Текст]. Введ 2004.02.12. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2004. – 25 с.

12ГОСТ 3242-79. Соединения сварные. Методы контроля качества. [Текст]. Введ. 1981.01.01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2007. – 11 с.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

13РД 26-17-77-87 Перечень нормативной документации на сосуды и аппараты, работающие под давлением. [Текст] – Волгоград: изд-во Волгоград. ОАО «ВНИИ-ПТхимнефтеаппаратуры», 1988. – 52 с.

14ГОСТ 6032-2003 Стали и сплавы коррозионно-стойкие. Методы испытаний на стойкость к межкристаллитной коррозии. [Текст]. Введ. 2005.09.01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2004. – 27 с.

15ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. [Текст] Введ. 1981.07.01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, Москва, 2001. – 35 с.

16ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. [Текст] Введ. 1983.07.01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, Москва, 1996. – 31 с.

17ГОСТ 16098-80 Соединения сварные из двухслойной коррозионностойкой стали. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. [Текст] Введ. 1985.07.01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, Москва, 2003. – 28 с.

18ГОСТ 23118-99 Конструкции стальные строительные. Межгосударственный стандарт. [Текст]. Введ. 2000.07.04. – М.:Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2000. – 25 с.

19ГОСТ 15164-78 Электрошлаковая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. [Текст]. Введ. 1980.07.04. – М.:Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1980. – 2 с.

20ГОСТ 22727-88 Прокат листовой. Методы ультразвукового контроля. [Текст]. Введ. 1990.05.01. – М.:Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1993. – 23 с.

21Беляева, А. П. Профессионально – педагогическая технология в профессиональных учебных заведениях/ А.П. Беляевой. – СПб.: Высш. шк., 1995. – 294 с.

22Скакун, В.А. Преподавание курса «Организация и методика производственного обучения» /В.А.Скакун. М.:Высш.шк., 1990. – 253 с.

23Скакун, В.А. Преподавание общетехнических и специальных предметов в средних ПТУ /В.А.Скакун. - М.: Высш. шк., 1987. - 271 с.

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

24 Шебеко, Л.П. Преподавание специальной технологии электрогазосварщикам: метод. пособие / Л.П. Шебеко. – М.: Высш. школа, 1974. -168 с.

25 Шебеко, Л.П. Производственное обучение электрогазосварщиков: метод. пособие / Л.П. Шебеко. – М.: Высш. шк., 1972. -184 с.

26 Эрганова, Н.Е. Методика профессионального обучения: Учеб. пособие / Н.Е. Эрганова. – 3-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. унта, 2003. -150 с.

27 ГОСТ 19281-89. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. - Введ. 1971-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1971. – 35 с.

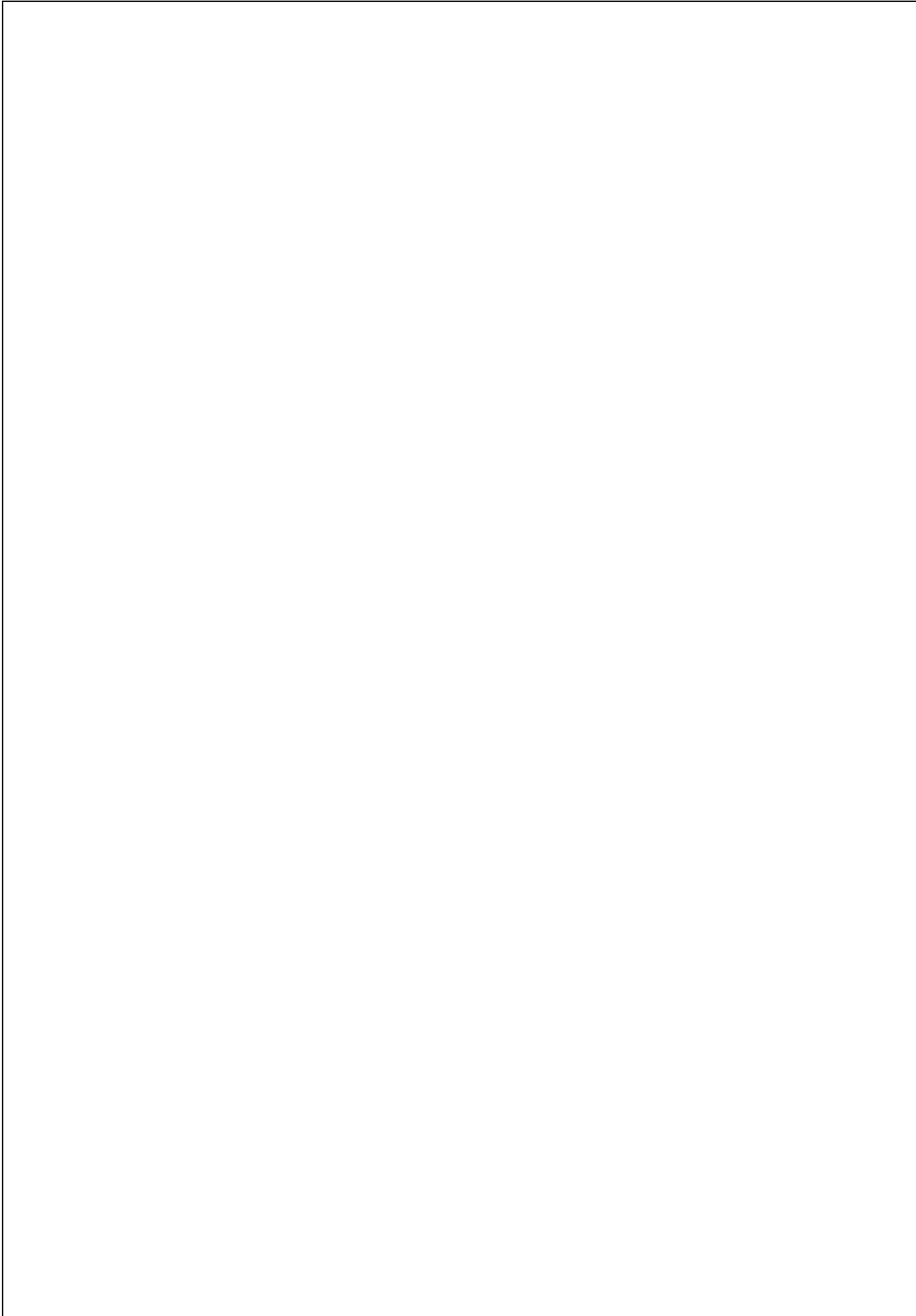
28 Методические рекомендации по выполнению и оформлению выпускной квалификационной работы. / М.А Федулова, Д.Х. Билалов. - Екатеринбург: ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2016. – 49 с.

ГОСТ Р 50599-93. СОСУДЫ И АППАРАТЫ СТАЛЬНЫЕ СВАРНЫЕ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ. Контроль неразрушающий при изготовлении и эксплуатации

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

**ПРИЛОЖЕНИЕ А – ЛИСТ ЗАДАНИЯ НА ВЫПУСКНУЮ
КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Из м	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6



					ДП 44.03.04.559 ПЗ	Лист
Из м	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6