

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

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И КОМПОНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ СВАРКИ ТРУБЧАТЫХ РАСТЯЖЕК**

Выпускная квалификационная работа

направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиль Машиностроение и материалобработка
специализация Технологии и технологический менеджмент в сварочном
производстве

Идентификационный код ВКР: 615

Екатеринбург 2018

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 образования
в машиностроении и металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующий кафедрой ИММ

_____ Б.Н. Гузанов

«_____» _____ 2018г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Разработка технологии и компоновка оборудования для сварки трубчатых
растяжек

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-503

З.Д. Бухариев

Руководитель
доц., канд. техн. наук

Д.Х. Билалов

Нормоконтролер
доц., канд. техн. наук

Л.Т. Плаксина

Екатеринбург 2018

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 образования
в машиностроении и металлургии

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 77 листов печатного текста, 2 иллюстрации, 10 таблиц, 30 использованных источника, 1 приложение.

Ключевые слова: ТРУБЧАТАЯ РАСТЯЖКА, СТАЛЬ 20, ЗАЩИТНЫЙ ГАЗ, АД-501, УСТАНОВКА ДЛЯ СБОРКИ И СВАРКИ, КОЛЬЦЕВОЙ СВАРНОЙ ШОВ, РАСЧЕТ РЕЖИМОВ СВАРКИ, УЧЕБНЫЙ ПЛАН, ПЛАН-КОНСПЕКТ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.

В проекте разработан технологический процесс для сварки кольцевых швов трубчатых растяжек. Предложена конструкция установки для сборки и сварки кольцевых стыков изделия. Установка является универсальной, ее можно применять к большому спектру сварных конструкций различного диаметра. Технология сварки представлена с учетом предложенного оборудования

Рассчитаны режимы сварки для проектного варианта – автоматической сварки в среде защитных газов (смесь CORGON 18).

В методической части проекта разработана документация, включающая учебный план, учебную программу и план-конспект урока теоретического обучения.

Приведено экономическое обоснование эффективности замены ручной дуговой сварки на автоматическую в среде защитных газов.

					ДП 44.03.04.615 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Бухариев З.Д.			Разработка технологии и оборудования для сварки трубчатых растяжек	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Билалов Д.Х.					4	77
Н.контр.		Плаксина Л.Т.				Каф. ИММ, гр. ЗСМ-503		
Утв.		Гузанов Б.Н.						

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	7
1	Технологический раздел	9
1.1	Описание изделия	9
1.2	Базовый технологический процесс	12
1.3	Проектируемый вариант	14
1.3.1	Описание технологического процесса	14
1.3.2	Сварочные материалы	17
1.3.3	Электродные проволоки	17
1.3.4	Защитный газ	19
1.3.5	Подготовка материалов к сварке	19
1.4	Расчет режимов автоматической сварки	20
1.5	Назначение и принцип работы оборудования	27
1.5.1	Назначение установки	27
1.5.2	Техническая характеристика	28
1.5.3	Узлы установки	28
1.5.4	Принцип работы оборудования	31
1.6	Технология сборки и сварки растяжки	32
1.7	Контроль качества сварных соединений растяжки	37
2	Экономическая часть	40
2.1	Расчет требуемого количества оборудования	40
2.2	Расчет численности рабочих	41
2.3	Расчет фонда заработной платы рабочих	42
2.4	Расчет капитальных вложений	44
2.5	Расчет себестоимости	45
2.6	Расчет условно-годовой экономии	53
3	Методический раздел	56
3.1	Сравнительный анализ профессиональных стандартов	57

3.2	Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»	62
3.3	Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»	63
	Заключение	71
	Список использованных источников	72
	Приложение А – Спецификация	76

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время сварка является одним из ведущих технологических процессов в машиностроении. Сварка как высокопроизводительный способ изготовления неразъемных соединений находит широкое применение при изготовлении металлургического, химического и энергетического оборудования, в машиностроении, в производстве строительных и других конструкций.

Конструкция трубчатой растяжки (трубчатого переходника) представляет собой ответственное изделие, наиболее эффективным, экономичным и производительным способом сварки которого является автоматизированная сварка.

В проекте разрабатывается технология и оборудование сварки растяжки.

В качестве базового варианта принимается ручная дуговая сварка с V - образной разделкой кромок, а в качестве проектируемого – сварка в среде защитного газа в узкощелевую разделку кромок.

Сварка в узкощелевую разделку является одним из путей интенсификации получения соединения, образуемого преимущественно наплавленным металлом. Это приводит к существенному повышению производительности труда, экономии электроэнергии и сварочных материалов, улучшению качества сварных соединений. [1]

Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкции.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки растяжки.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления трубчатых переходников с использованием автоматической сварки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

- проанализировать базовый вариант изготовления растяжки;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки изделия;
- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки;

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления растяжки, включающий в себя автоматическую сварку в среде защитного газа; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы переподготовки сварщиков.

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.

1 Инженерная часть

1.1 Описание изделия

Деталь растяжка как элемент механизма применяется при изготовлении и эксплуатации блоков понтонных мостов массой от 7 до 25 тонн. В изделии используется от 4 до 10 растяжкаов в зависимости от конструкции и массы блоков понтонного моста. В функции растяжки входят передача крутящего момента, восприятие растягивающих и сжимающих нагрузок при раскрытии и эксплуатации на воде, а также предохранение повреждение механизма торможения раскрытия понтона при аварийных ситуациях за счет разрыва трубы или срезания шестигранника.

Растяжка работает совместно с гидравлическим или пневматическим цилиндром (в зависимости от массы понтона), которые в начальный период раскрытия служат двигателем, а после начала процесса разворачивания конструкции работают как тормоз. Характер нагрузки: растяжка испытывает растягивающую нагрузку и крутящий момент. Растяжка располагается внутри понтона, чем объясняются минимальные размеры и срок службы.

Согласно требованиям РД 38.873.19 - 08 и инструкции по эксплуатации и техническому обслуживанию растяжка должна отработать не более 4-х раз, либо в течении 2-х лет, после чего подлежит обязательной замене. При испытаниях образцов элементы трубной растяжки должны выдерживать 40 силовых имитаций раскрытия.

Для изготовления растяжек используют цельнокатаные трубы из низкоуглеродистой конструкционной качественной стали 20.

Сортаментом РД 38.873.19 - 08 предусмотрены растяжки с наружным диаметром от 36 до 100 мм с толщиной стенки от 3 до 12 мм.

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Таблица 1.1—Химический состав Стали 20, % [2]

Химический элемент	Содержание, %
Углерод (С)	0.17-0.24
Кремний (Si)	0.17-0.37
Марганец (Mn)	0.35-0.65
Хром (Cr), не более	0.25
Медь (Cu), не более	0.25
Никель (Ni), не более	0.25
Сера (S), не более	0.04
Фосфор (P), не более	0.035

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 20 [2]

Марка стали	σ_s МПа;	σ_T МПа;	δ %;	ψ %;	КСУ Дж/см ²
Сталь 20	520	400	29	45	66

Оценка склонности металла к образованию холодных трещин

Для определения склонности стали к образованию холодных трещин воспользуемся методикой оценки эквивалентного углерода [3, стр. 239]. Если при подсчете эквивалента углерода окажется, что $C_{э} < 0,45\%$, то данная сталь может свариваться без предварительного подогрева; если $C_{э} \geq 0,45\%$, то необходим предварительный подогрев, тем более высокий, чем выше значение $C_{э}$.

В случае необходимости подогрева металла перед сваркой температура его может быть оценена по методике, учитывающей химический состав свариваемой стали и ее толщину. Согласно этой методике полный эквивалент углерода $C_{э}$ определяют по формуле

$$C_{э} = C_x + C_p \quad (1.1)$$

$$C_x = (360C + 40Mn + 40Cr + 20Ni + 28Mo) / 360 \quad (1.2)$$

$$C_p = 0,005 \cdot S \cdot C_x \quad (1.3)$$

где C_x — химический эквивалент углерода;

C_p — размерный эквивалент углерода.

C, Mn, Cr, Ni, Mo – содержание легирующих элементов в %

S – Толщина свариваемых кромок, мм

Если в уравнение (1.2) подставить значение C_p из формулы (1.3), то полный эквивалент углерода

$$C_{\Sigma} = C_x \cdot (1 + 0,005 \cdot S) \quad (1.4)$$

Определив полный эквивалент углерода, необходимую температуру предварительного подогрева находят по формуле

$$T_n = 350 \sqrt{C_{\Sigma} - 0,25} \quad (1.5)$$

Выполним необходимые расчеты

$$C_x = (360 \cdot 0,24 + 40 \cdot 0,65 + 40 \cdot 0,25 + 20 \cdot 0,25 + 28 \cdot 0) / 360 = 0,35\%$$

$$C_{\Sigma} = 0,35 \cdot (1 + 0,005 \cdot 10) = 0,37\%$$

Поскольку полученное значение $C_{\Sigma} = 0,37\%$ значительно меньше чем контрольное значение $C_{\Sigma} < 0,45\%$, сталь не склонна к образованию холодных трещин. Следовательно – подогрев не нужен.

Трубчатая растяжка используется как деталь силовой связи в системе раскрытия понтонов (понтонных переправ). Срок службы до общей замены - 4 раскрытия. При ходовых испытаниях элементы выдерживают до 50 раскрытий, но по требованию РД 38.873.19 - 08 растяжка может отработать не более

4-х раз, после чего подлежит обязательной замене. Элемент работает совместно с гидравлическим или пневматическим цилиндром, который одновременно является двигателем и тормозом при раскрытии. Характер нагрузки растягивающий и скручивающий. Растяжка 82x50 располагается внутри понтона, чем объясняются минимальные размеры и срок службы.

1.2 Базовый технологический процесс

В базовом варианте изготовления сборку растяжки производят на сборочной плите в сварочном приспособлении. Для сварки детали применяют ручную дуговую сварку.

Перед сваркой выполняется подготовка кромок. Подготовка кромок под сварку состоит в тщательной очистке их от ржавчины, окалины, грязи, масла и других инородных включений. Кромки очищают стальными вращающимися щетками, шлифовальными кругами, пламенем сварочной горелки.

Сборка детали и прихватка в сварочном приспособлении.

Ручную дуговую сварку выполняют сварочными электродами АНО-11, которые вручную подают в дугу и перемещают по наружному диаметру заготовки. В процессе сварки металлическим покрытым электродом - дуга горит между стержнем электрода и основным металлом. Стержень электрода плавится, и расплавленный металл каплями стекает в металлическую ванну.

Вместе со стержнем плавится покрытие электрода, образуя газовую защитную атмосферу вокруг дуги и жидкую шлаковую ванну на поверхности расплавленного металла. Металлическая и шлаковые ванны вместе образуют сварочную ванну. По мере движения дуги сварочная ванна затвердевает и образуется сварочный шов. Жидкий шлак после остывания образует твердую шлаковую корку.

Электроды для ручной сварки представляют собой стержни с нанесенными на них покрытиями. Стержень изготовлен из сварочной проволоки по-

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

тока (более 120 А/мм²) в среде защитного газа. Для стабилизации процесса горения и уменьшения разбрызгивания и обеспечения стабильного проплавления используются специальные процессы управления длиной сварочной дуги, например, способ высокопроизводительной сварки в среде защитных газов Dynamic-LSC разработанный фирмой Fronius (Австрия).

Сварка Dynamic-LSC с узкой разделкой и возможностью динамического управления длиной вылета электрода и дуги имеет следующие преимущества:

- высокая производительность процесса;
- гарантированное проплавление за счет жесткости дуги и повышенной скорости капли при сбросе;
- уменьшение затрат на механическую обработку кромок перед сваркой и расход металла вследствие уменьшения разделки свариваемых кромок.
- значительное уменьшение требуемого количества наплавленного металла в результате уменьшения сечения шва, при этом металл шва обладает высокими механическими свойствами.

К недостатком способа следует отнести некоторое окисление сварочной ванны, более высокое чем при сварке в среде аргона и разбрызгивание, которое оказывается несколько выше чем при сварке на стандартном процессе. Однако, при управляемой длине дуги удастся снизить разбрызгивание до приемлемых 2 – 4%, а наличие узкой разделки еще более снижает потери металла..

Сущность способа сварки в среде защитного газа с узкой разделкой кромок заключается в том, что кромки стыкуемых свариваемых деталей имеют скос по 12,5° каждый. Резко сокращается объем наплавленного металла, вследствие этого трудоемкость сварочных работ снижается, снижается уровень сварочных деформаций и остаточных напряжений, повышается производительность труда.

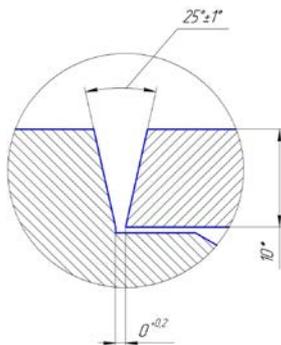


Рисунок 1.1 – Щелевая разделка

Смесь защитных газов, подаваемая в зону дуги не является нейтральной, так как под действием высокой температуры CO_2 диссоциирует на окись углерода и свободный кислород



При этом происходит некоторое окисление сварочной ванны.

Окисление железа и большинства легирующих компонентов стали углекислым газом может протекать двумя путями: 1) непосредственно углекислым газом



2) свободным кислородом, который появляется в смеси при диссоциации CO_2 под действием высокой температуры



1.3.2 Сварочные материалы

При сварке плавлением с присадочным металлом монокристаллическое неразъемное сварное соединение получается в результате расплавления кромок и вводимого дополнительно присадочного материала с образованием общей металлической сварочной ванны и последующей кристаллизацией этой ванны после прекращения действия теплоты источника нагрева.

В большинстве случаев сварку проводят с введением присадочного металла в виде проволок, электрически связанных с источником теплоты.

Физико - металлургические процессы, протекающие при сварке, должны обеспечить металл шва такого химического состава, при котором были бы получены необходимые свойства: отсутствие дефектов (трещин, пор и др.), равнопрочность с основным металлом и другие свойства, определяемые условиями его работы.

Этого можно достичь легированием металла шва присадочным металлом, применением особых методов защиты зоны сварки.

Для автоматической сварки в среде защитных газов применяем следующие сварочные материалы: электродную проволоку, защитный газ (смесь газов). Эти материалы должны обеспечивать требуемые геометрические размеры и свойства сварного шва, хорошие технологические условия ведения процесса сварки, высокую производительность и экономичность процесса, необходимые санитарно - гигиенические условия труда при производстве и сварке деталей.

1.3.3 Электродные проволоки

Электродные проволоки применяемые для сварки в смесях содержащих углекислый газ должны иметь достаточное содержание элементов - раскислителей.

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

1.3.4 Защитный газ

Основное назначение защитного газа при сварке - это защита зоны действия сварки от непосредственного воздействия окружающего воздуха и создания защитной атмосферы при сварке металла плавящимся электродом.

В настоящее время наибольшее распространение в промышленности получила защитная газовая смесь CORGON 18 (K18).

Для узкощелевой сварки используют поставляемый в отдельных баллонах и моноблоках указанную выше сжатую смесь по ТУ 2114-001-87144354-2012 Ar/18CO₂.

Защитная смесь поставляется в баллонах, емкостью 5,10 и 40 литров и в моноблоках из 9 или 12 баллонов емкостью по 40 литров.

Хорошее качество швов и отсутствие в них недопустимой пористости может быть достигнуто при выполнении соответствующих требований к газу. Наиболее вредными элементами являются содержание в газе азота воздуха, которые при сварке увеличивают разбрызгивание жидкого металла шва и снижают пластические свойства металла шва и вызывают в нем образование нитридов.

Сравнительно высокий удельный вес защитной смеси увеличивает надежность защиты зоны сварки.

1.3.5 Подготовка материалов к сварке

Свариваемые поверхности должны быть перед сваркой очищены от грязи, масла, ржавчины, окалины.

Применяемые для сварки электродные проволоки должны иметь чистую поверхность. Наличие на них органических, антикоррозионных покрытий, технологических смазок, масел - может вызвать неустойчивость режима

сварки, большое разбрызгивание жидкого металла, значительные колебания размеров шва и поры в нем.

Электродная проволока не должна иметь резких изгибов и должна быть аккуратно уложена в кассеты. В противном случае возможна неравномерная скорость подачи проволоки и неустойчивость горения дуги.

1.4 Расчет режимов автоматической сварки для стыковых многопроходных швов

Расчет режимов многопроходных швов осуществляется в два этапа.

Первый этап - расчет режима сварки первого прохода шва, исходя из условий проплавления.

Второй этап - определение режимов сварки второго и последующих проходов из условия хорошего формирования шва и заполнения разделки.

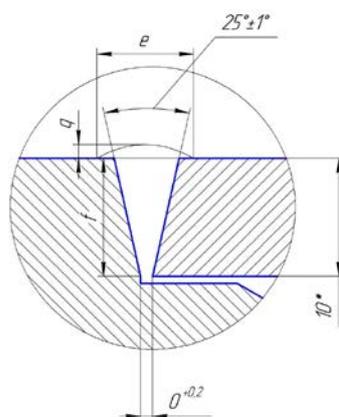


Рисунок 1.2 - Схема стыкового соединения с щелевой разделкой

1.4.1 Диаметр сварочной проволоки выбираем опираясь на данные фирмы Fronius, где наибольшая производительность процесса и гарантированная глубина проплавления при наименьшем разбрызгивании была получена при использовании сварочной проволоки диаметром 1,2 мм.

$$d_3 = 1,2 \text{ мм.}$$

1.4.2 Величина сварочного тока $I_{св}$, исходя из допустимой плотности тока и принятого диаметра

$$I_{св} = \frac{j \cdot d^2}{1,27}, A \quad (1.9)$$

$$I_{св} = \frac{160 \cdot 1,2^2}{1,27} = 180 A$$

где - j плотность тока, оптимальное значение $j = 160 \text{ А/мм}^2$

1.4.3 Величина напряжения на дуге U_d .

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d^{0.5}} I_{св} \pm 1, B \quad (1.10)$$

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{2^{0.5}} 180 \pm 1 = 35 B$$

1.4.4 Величина коэффициента формы провара [5]

$$\psi_{пр} = \kappa(19 - 0.01 I_{св}) \frac{d_3 \cdot U_d}{I_{св}} \quad (1.11)$$

где κ - коэффициент, зависящий от рода тока и полярности $\kappa = 0.92$ - для постоянного тока обратной полярности при плотностях тока $j > 120 \text{ А/мм}^2$

$$\psi_{пр} = \kappa(19 - 0.01 \cdot 325) \frac{1,2 \cdot 35}{180} = 2.2$$

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Оптимальная величина коэффициента формы провара лежит в пределах $0,8 < \psi_{пр} < 4$.

1.4.5 Определяем ориентировочную скорость сварки

$$V_{сс} = \frac{\alpha \cdot I_{сс}}{F_H \cdot \gamma \cdot 36 \cdot 10^4}, \text{ м/час} \quad (1.12)$$

где α_H - коэффициент наплавки процесса сварки, $\alpha_H = 18 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$;
 γ - плотность наплавленного металла $\text{г/см}^3 = 7.8$ - для стали;
 F_H - площадь наплавленного металла корневого валика, мм^2
 f - разделки, планируемая под корневой валик, $f = 5 \text{ мм}$

$$F_H = f^2 \text{tg} \frac{\alpha}{2} + \frac{2}{3} e \cdot 2g, \text{ мм}^2 \quad (1.13)$$

где e - ширина валика, мм

g - высота усиления корневого валика, $g = 3 \text{ мм}$

$$e = 2fg \frac{\alpha}{2} + 3, \text{ мм} \quad (1.14)$$

$$e = 2 \cdot 5 \text{tg} 25 + 3 = 10.7 \text{ мм}$$

$$g = \frac{e}{\psi_B}, \text{ мм} \quad (1.15)$$

где ψ_B - коэффициент формы усиления валика

$$\psi = \frac{10.7}{9.46} = 1.13$$

$$F_H = 5^2 \text{tg} 25 + \frac{2}{3} \cdot 10.7 \cdot 2 \cdot 1.13 = 27 \text{ мм}^2$$

$$V_{nn} = \frac{4 \cdot 18 \cdot 180}{3,14 \cdot 7,8 \cdot 1,2^2} = 205_{м/ч}$$

1.4.8 Определим ширину шва

$$e = \psi_{np} H$$

$$e = 2,2 \times 5,9 = 12,98 \approx 13 \text{ мм}$$

где $H = H_{\text{ФАКТ}}$

1.4.9 Определим величину усиления валика

$$q = \frac{F_e}{0,73 \cdot e}, \text{ мм} \quad (1.20)$$

$$q = \frac{28,02}{0,73 \cdot 13} = 3_{\text{мм}}$$

1.4.10 Вычислим общую высоту шва

$$c = H_{\text{ФАКТ}} + q, \text{ мм} \quad (1.21)$$

$$c = 5,9 + 3 \approx 9 \text{ мм}$$

1.4.11 Определим высоту заполнения разделки

$$q' = \sqrt{\frac{F_B}{\frac{\text{tg } \alpha}{2}}}, \text{ мм} \quad (1.22)$$

$$q' = \sqrt{\frac{28}{\frac{\text{tg } 25}{2}}} = 7,7_{\text{мм}}$$

1.4.12 Глубина проплавления подложки

$$H_0 = c - q', \text{ мм} \quad (1.23)$$

$$H_0 = 9 - 7,7 \approx 1,4 \text{ мм}$$

Принимаем толщину подложки равной 3 мм, в пределах допусков требований ГОСТ 14771-76

Расчет последующих проходов

1.4.13 Определим общую площадь разделки

$$F_H = f_{\text{полн}}^2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \text{ мм}^2 \quad (1.24)$$

$$F_H = 10^2 \operatorname{tg} \frac{25}{2} = 53 \text{ мм}^2$$

1.4.14 Рассчитаем площадь усиления валика

$$F_y = 0.73 \cdot e \cdot q, \text{ мм}^2 \quad (1.25)$$

где e - ширина валика, $e = 20 \text{ мм}$,

q – выпуклость валика, $q = 0,2$

$$F_y = 0.73 \cdot 20 \cdot 0,2 = 2,9 \text{ мм}^2$$

1.5.15 Общая площадь наплавленного металла

$$F_H = F_P + F_y, \text{ мм}^2 \quad (1.26)$$

$$F_H = 53 + 2,9 \approx 56 \text{ мм}^2$$

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

1.4.16 Площадь последующих слоев наплавки

$$F_n = F_H - F_{H1}, \text{ мм}^2 \quad (1.27)$$
$$F_n = 56 - 28 = 28 \text{ мм}^2$$

1.4.17 Рассчитаем режимы сварки последующих проходов. Принимаем количество проходов $n=1$. Общая высота разделки $f = 10$ мм, высота заполнения разделки корневым валиком составила 7,7 мм, таким образом необходимо заполнить разделку на высоту 2,3 мм. Принимая глубину проплавления предыдущего слоя 1 мм и высоту оставшейся незаполненной разделки 2,3 мм примем высоту валика $H_{\text{ПР}} = 3,3$ мм. Диаметр проволоки $d_э = 1,2$ мм.

$$I_{\text{сс}} = \frac{H_{\text{ПР}}}{K_h} \cdot 100, \text{ А} \quad (1.28)$$

K_h - коэффициент пропорциональности, выбирается в зависимости от $d_{\text{эл}}$ рода тока, полярности $K_h=1,75$.

$$I_{\text{сс}} = \frac{3,3}{1,75} \cdot 100 = 189 \text{ А}$$

Примем $I_{\text{св}} = 190 \text{ А}$

1.4.18 Определим скорость сварки по формуле (1.15)

$$V_{\text{св}} = \frac{18 \cdot 190}{0,28 \cdot 7,8 \cdot 36 \cdot 10^4} = 18,9 \text{ м/час}$$

$$V_{\text{св}} = 19 \text{ м/ч}$$

1.4.19 Величину напряжения на дуге $U_{д}$ рассчитаем по формуле (1.30)

$$U_{д} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{1,6^{0,5}} 190 \pm 1 = 38B$$

Сводные данные

$$d_{э} = 1,2\text{мм}$$

Режим сварки 1^{го} прохода:

$$I_{св1} = 180A,$$

$$U_{д1} = 35B,$$

$$V_{св1} = 18\text{м/час},$$

$$V_{ш1} = 205\text{м/час}.$$

$$Q = 16 \text{ л/мин}.$$

Режим сварки последующего прохода;

$$I_{св2} = 190A ;$$

$$U_{д2} = 38B ;$$

$$V_{св2} = 19 \text{ м/час}.$$

$$V_{ш2} = 217 \text{ м/ч}$$

$$Q = 17\text{л/мин}.$$

Площади валиков (по проходам): $F_1 = 28\text{мм}^2$; $F_2 = 28\text{мм}^2$

1.5 Назначение и принцип работы оборудования

1.5.1 Назначение установки

Установка А-501 изготавливается на базе установки А-231 и предназначена для автоматической дуговой сварки плавящимся электродом в среде защитных газов кольцевых швов тел вращения, диаметром 100-250 мм. Установка предназначена для автоматизации сварочных работ на машиностроительных заводах.

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Передняя бабка установлена неподвижно на неподвижно закрепленной на фундаменте станины. Бабка состоит из сварного корпуса, на котором размещены: вращатель с выдвижной пинолью и проводом, блок подготовки воздуха, токосъемник вращателя и пневмопанель.

Задняя бабка установлена подвижно на перемещающейся по фундаментной раме станине и состоит из сварного корпуса, на котором размещены: выдвижная пиноль пневмопанели и механизм передвижения задней бабки по станине.

Передняя бабка и задняя бабка составляют двухстоечный шпиндельный вращатель, который имеет выдвижную пиноль с приводом, поддерживающий второй конец изделия.

Пиноль имеет пружинное устройство, обеспечивающее определенное усилие зажима изделия вследствие нагрева при сварке.

Для обеспечения закрепления изделий различной длины задняя бабка спроектирована подвижной и способна перемещаться на 650 мм.

Сварочный автомат подвешивают на стойках сварной конструкции, установленных на передней и задней бабках.

Для настройки положения задней бабки применяют механизм "прямолинейного перемещения", предназначенный для транспортирования задней бабки и сварочной головки соосно с осью вращения свариваемых деталей. Механизм прямолинейного перемещения состоит из балки и каретки с ручным, от маховика, приводом перемещения. Механизм монтируется на стойках задней бабки.

Для закрепления передней и задней бабки служит основание-станина.

Основание-станина передней бабки предназначена для крепления механизмов и узлов передней бабки и грузочного устройства и установлена неподвижно на фундаменте.

Основание станка задней бабки предназначено для закрепления механизмов и узлов задней бабки и грузочного устройства. Задняя бабка уста-

новлена подвижно и в зависимости от линейных параметров свариваемых деталей, может перемещаться по фундаментной раме.

В сварочном аппарате применяется механизм подачи проволоки роликового типа с плавным регулированием скорости подачи.

Суппорты горизонтального и вертикального перемещения служат для настроечных, вспомогательных и корректировочных перемещений сварочной головки с ручным или механизированным приводом.

Поворотное устройство сварочной головки служит для быстрого и удобного поворота головки при сварке и размещения его в наиболее удобном для работы положении.

Пульт управления в сварочной установке представляет собой панель с кнопками и приборами, с помощью которых сварщик осуществляет управление работой установки. На лицевой стороне панели пульта управления автоматом размещены кнопки включения сварки, сведение и разведение пинолей станка, перемещения рычагов механизма подачи деталей, переключатели выбора режима сварки, совместной и отдельной работы сварочных головок, а также сигнальные лампы включения схемы и отсутствия подачи воздуха и охлаждающей воды.

Источник питания сварочного автомата представляет устройство, подающее рабочий ток для сварки. В качестве источника питания используются TPSi-520.

Кассетные устройства в сварочных аппаратах служат для размещения в них запаса сварочной проволоки.

Загрузочное устройство выполнено в виде самостоятельного узла установки, технологически связанного с ней. Устройство обеспечивает самотечное перемещение свариваемой трубы с места загрузки в зону сварки, сборку сварочного узла, а также удаления сваренного узла из зоны станка и установки обеспечивает уровень механизации и автоматизации установки с целью повышения производительности и облегчения условий труда.

В установке применяется (механизированная) магазинная загрузка свариваемых изделий. Загрузка в магазины выполняется автоматически. Для магазинной загрузки выполняется лотки, в которых заготовки укладываются строго определенным образом.

Устройство состоит из магазина-ската, механизма подачи детали и сборочного приспособления.

Узлы загрузочного устройства установлены на разборной раме и закреплены на корпусах передней и задней бабки. Магазин-скат предназначен для размещения труб сварного узла на лотках. Под действием собственного веса они скатываются самотечно вниз по лотку в зону сборки и сварки.

Магазин-скат состоит из сборно-сварной рамы со скатами для подачи заготовок в зону сварки и выгрузки сварного узла из зоны устройства.

Механизм подачи деталей состоит из двух подвижных шарнирно закрепленных рычагов, один из которых закреплен неподвижно установленной передней бабке, второй на задней бабке и перемещается вместе с ней. Перемещение рычагов осуществляется с помощью пневмоцилиндров.

Синхронизация перемещения рычагов осуществляется с помощью штанги.

Приспособления для ручной сборки гаек с трубой состоит из прижимной оправки с подвижным центром, закрепленных на выдвижных пинолях станка и механизма отвода установочных призм из зоны сварки.

1.5.4 Принцип работы оборудования

На установке предусмотрена работа в наладочном режиме для опробования работы всех механизмов установки без сварки, в полуавтоматическом режиме с отдельным выполнением всех технологических операций до сварки, а после включения сварки все последующие технологические операции выполняются автоматически и в автоматическом режиме.

б) допускаются прогибы заготовки не более 0,25 мм на 1 м длины заготовки;

в) угол разделки кромок сопряжения труба - муфта $25 \pm 1^\circ$;

г) контролировать геометрические размеры муфт, кромок трубы и качество их обработки.

Инструмент: рулетка, штангенциркуль, угольник поверочный.

02 ПОДГОТОВКА ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА

Контролировать проплавляемые поверхности и примыкающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм. Поверхности должны быть зачищены от шлака, ржавчины, масла влаги и других загрязнений.

03 КОНТРОЛЬ

Контролировать качество подготовки свариваемых поверхностей, указанные места должны быть обработаны до металлического блеск. Наличие на них окалина, масел и других загрязнений недопустимо.

04 ПОДГОТОВКА СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

а) Проволоку сварочную Св-08ГС по ГОСТ 2246-70 обезжирить.

в) Подключить баллоны с защитной смесью, проверить давление в системе.

05 КОНТРОЛЬ

Выполнить контроль подготовки сварочных материалов

06 ПОДГОТОВКА

а) Подготовить к работе сварочную установку, инструмент, приспособления.

б) Настроить работу погрузочно-разгрузочного механизма.

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

07 СБОРКА

- а) Установить правую и левую муфты в захваты и зафиксировать.
- б) Подать трубную заготовку из магазина на роликоопору.

08 КОНТРОЛЬ УСТАНОВКИ ЗАГОТОВОК

- а) Контролировать закрепление муфт в захватах.
- б) Контролировать соосность стыков муфт и стенок трубы.
- в) Контролировать наличие зазора 15 мм между трубой и муфтой.

09 СБОРКА

- а) Поджать пинолью через правую муфту трубу к правой муфте.
- б) Плавно подать влево правую пиноль до соприкосновения по стыкам муфт с трубой.
- в) Снизить давление в левой пиноли до значения 0,01 МПа, продолжая подавать правую пиноль влево, сдвигая собранное изделие до упора.
- г) Установить давление в правой пиноли на уровне 0,02 МПа

10 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СБОРКИ

Выполнить контроль качества сборки балки в соответствии с требованиями.

11 ПОДГОТОВКА К СВАРКЕ

Нанести защитный антипригарный слой. Настроить сварочные головки на требуемый режим сварки:

- сварочный ток, А 180
- напряжение на дуге, В 35
- скорость сварки, м/час 18
- диаметр электрода, мм 1,2
- скорость подачи сварочной проволоки, м/час 205

- расход защитной смеси, л/мин 16

Скорректировать положение сварочных головок по стыкам.

14 СВАРКА

Выполнить первых проход по кольцу. Обеспечить перекрытие 15-20 мм и заварку кратера.

15 ЗАЧИСТКА СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ

а) Зачистить сварной шов от шлака и брызг.

16 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

а) Выполнить контроль геометрических параметров сварных соединений.

б) Произвести контроль сварных соединений на наличие пор, трещин, подрезов внешним осмотром.

17 ПОДГОТОВКА К СВАРКЕ

Повторить операции п. 11.

Параметры режима сварки второго прохода:

- сварочный ток, А	190
- напряжение на дуге, В	35
- скорость сварки, м/час	19
- диаметр электрода, мм	1,2
- скорость подачи сварочной проволоки, м/час	217
- расход защитной смеси, л/мин	17

18 СВАРКА

Повторить операции п. 12.

Обеспечить разнесение замков проходов на 180°

19 ЗАЧИСТКА СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ

Зачисть сварной шов и прилегающее к нему участки от шлака, окалины и пр.

Инструмент: зубило, молоток, щетка по металлу, машина углошлифовальная.

20 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

а) Выполнить контроль геометрических параметров сварных соединений.

б) Произвести контроль качества сварных соединений на наличие пор, трещин, шлаковых включений, подрезов внешним осмотром.

Оборудование и инструмент: штангенциркуль, универсальный шаблон сварщика УШС-3, лупа.

21 СБРОС

а) Снять давление с правой пиноли.

б) Разрешить движение растяжки вправо до упора.

в) Ослабить крепление муфт в держателях.

г) Отодвинуть правую пиноль с фиксатором муфты в начальное положение.

д) Отодвинуть левую пиноль с фиксатором муфты в крайнее левое положение.

е) Опустить роликовую опору и сбросить изделие в усел приема готовой продукции.

22 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

а) Выполнить контроль геометрических параметров сварных соединений и изделий в целом.

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

б) Произвести контроль качества сварных соединений на наличие пор, трещин, шлаковых включений, подрезов внешним осмотром.

в) выполнить контроль качества сварных соединений магнитопорошковым методом

Инструмент и оборудование: штангенциркуль, УШС-3, магнитопорошковый дефектоскоп МПМ-404, гель MAGNITO-45U/

23 ПРАВКА

Передать растяжку для правки на прессе. Операция выполняется по необходимости. после правки контролируется стрела прогиба: не более 0,25 мм на длине изделия 1 м.

1.7 Контроль качества сварных соединений растяжки

После сварки сварные соединения контролируют визуальным способом. Осмотру подвергают сварной шов и околошовную зону. Обычно контроль проводят невооружённым глазом. При выявлении поверхностных дефектов размером меньше 0,1 мм используют оптические устройства, например, лупу 4-10 кратного увеличения.

Подлежащие контролю конструктивными элементами сварных швов являются:

- ширина шва;
- высота усиления;
- плавность перехода от усиления к основному металлу и др.

При осмотре выявляют поверхностные поры, трещины всех видов и направлений, наплывы, прожоги, свищи, подрезы, незаваренные кратеры, непровары и другие дефекты – несплошности/

Магнитографический метод основан на свойстве прохождения магнитных силовых линий через тело с высокой магнитной проводимостью. Не-

сплошности сварного шва огибаются магнитными силовыми линиями, что приводит к их выходу на поверхность. В результате магнитный реагент геля собирается в скопления, свидетельствуя о наличии дефектов.

Дефекты, определяемые при сварке растяжки

Дефекты сварки классифицируют по месту расположения на поверхностные, внутренние и сквозные.

К поверхностным дефектам относят:

- а) непровары в корне шва;
- б) подрезы;
- в) наплывы;
- г) кратеры;
- д) занижение (ослабление) лицевой поверхности шва;
- е) вогнутость корня шва;
- ж) смещение сваренных кромок;
- з) резкий переход от шва к основному металлу (неправильное сопряжение сварного шва);
- и) брызги металла;
- к) поверхностное окисление;
- л) поверхностные трещины.

К внутренним дефектам относят:

- а) поры;
- б) включения;
- в) оксидные плёнки;
- г) внутренние трещины;
- д) непровары по кромке с основным металлом и между отдельными слоями;
- е) свищи.

К сквозным дефектам относят трещины.

Помимо дефектов - несплошностей к дефектам при сварке растяжек относят: искажение формы соединения, связанное с деформацией, и несоответствие геометрических размеров сварного шва или точек, регламентированным значениям, установленным НТД (нормативно-технической документацией).

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Балансовая стоимость каждого станда 18000руб.

2. Многопостовой выпрямитель ВДМ-1001 - 1шт.

Балансовая стоимость составляет 34200 руб.

Итого: 88200 руб

3.2 Расчет численности рабочих ($P_{p.c.}$)

3.2.1 Расчет численности основных рабочих в проектируемом варианте

$$P_{p.c./} = \frac{T \cdot N}{\Phi \cdot K_B \cdot H_0} \quad (2.2)$$

где Φ - действительный годовой фонд времени одного рабочего, час.

$\Phi=1820$ для сварщиков автоматической сварки.

K_B - коэффициент, учитывающий выполнение норм $K_B=1.05$

H_0 - норма обслуживания $H_0=1$

$$P_{p.c./} = \frac{0.46 \cdot 10500}{1820 \cdot 1.05 \cdot 1} = 2.53$$

Принимаем $P_{o.p.} = 3$ чел., электросварщиков автоматической сварки IV разряда.

1.2.2 Расчет численности вспомогательных рабочих в проектируемом варианте

$$P_{B.p.} = \frac{P_{OB} \cdot S \cdot K_{nep}}{H_{ov}} \quad (2.3)$$

где P_{OB} - число обслуживаемого оборудования

S - число смен в сутки

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

$K_{пер}$ - коэффициент, перевода явочного числа рабочих в списочное
 $K_{пер}=1.1$

$H_{об}$ - норма обслуживания, $H_{об}=10$

$$P_{в.р} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 1.1}{10} = 0.44$$

Принимаем $P_{вр}=1$ -го человека

3.2.3 Расчет численности основных рабочих по базовому варианту

$T_{шт} = 1,44$ часа

$$P'_{оп} = \frac{1.44 \cdot 10500}{1820 \cdot 1.05 \cdot 1} = 7.91$$

Примем $P_{оп}=8$ человек. Электросварщик РДС IV разряда

1.2.3 Расчет численности вспомогательных рабочих по базовому варианту

$$P'_{в.р} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 1.1}{10} = 0.88$$

Принимаем $P_{вр}=1$ -го человека

3.3 Расчет фонда заработной платы рабочих ($C_{зп.}$)

3.3.1 Расчет фонда заработной платы основных рабочих с учетом отчислений

$$C_{ОР} = Z_o T K_{нр} K_{нк} K_d K_{отч}, \text{ руб} \quad (2.4)$$

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

где Z_0 - часовая тарифная ставка, руб

$Z_{0РДС}=71.2$ руб.

$Z_{0авт} = 65,1$ руб

T - годовая трудоемкость, нч

$$T = N \sum_{i=1}^n T_{штк} \quad (2.5)$$

где $K_{пр}$ - коэффициент учитывающий расходы на премирование рабочих:

$K_{пр}=1.6$.

$K_{пк}$ - поясной коэффициент: $K_{пк}= 1.15$

$K_д$ - коэффициент учитывающий дополнительную зарплату за работу в ночное время 1.17

$K_{отч}$ - коэффициент отчислений: $K_{отч}=1.39$

Базовый вариант

$$C_{op} = 71,2 \times (10500 \times 1,4) \times 1,6 \times 1,15 \times 1,17 \times 1,39 = 1411642,8 \text{ руб}$$

Проектируемый вариант

$$C = 65.1 \times (10500 \times 0.46) \times 1.6 \times 1.15 \times 1.17 \times 1.39 = 362776.65 \text{ руб}$$

3.3.2 Расчет фондов заработной платы вспомогательных рабочих

$$C_{op} = Z_{вр} \times \Phi \times P \times K'_{пр} \times K_{пк} \times K_д \times K_{отч} \quad (2.6)$$

где $Z_{вр}$ - часовая тарифная ставка вспомогательных рабочих $Z_{вр}=39.41$ руб;

$K'_{пр}=1.2$

Базовый вариант

$$C'_{вр} = 39.41 \times 1820 \times 1 \times 1.2 \times 1.15 \times 1.39 \times 1.17 = 79282.38 \text{ руб}$$

Проектируемый вариант

$$C_{вр} = 39.41 \times 1820 \times 1 \times 1.2 \times 1.15 \times 1.39 \times 1.17 = 79282.38 \text{ руб}$$

3.3.3 Годовой фонд заработной платы

$$C_{зп} = C_{оп} + C_{вр} \quad (2.7)$$

Базовый вариант

$$C'_{зп} = 1411642,8 + 79282,38 = 1490925.1 \text{ руб}$$

Проектируемый вариант

$$C_{зп} = 362776.65 + 79282.38 = 442059,03 \text{ руб}$$

3.4 Расчет капитальных вложений

В составе капитальных вложений учитывают затраты (проектируемый вариант):

- приобретение и монтаж оборудования ($K_{об}$)
- техническую подготовку и освоения производства ($K_{тпо}$)
- мероприятия предотвращающие ухудшения условий труда и вредное воздействие на окружающую среду ($K_{охр}$)

Величина капитальных вложений K будет равна:

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$$K = K_{об} + K_{мно} + K_{охр} \quad (2.8)$$

$$K_{об} = \Phi_{об} + K_{тр}, \text{ руб} \quad (2.9)$$

где $\Phi_{об}$ - стоимость всего оборудования, руб.

$K_{тр}$ - коэффициент учитывающий транспортировку и монтаж

$$K_{тр} = 1,16$$

$$K_{мно} = 1,08$$

$$K_{охр} = 1,1$$

$$K_{об} = 348400 \times 1,16 = 404144 \text{ руб}$$

$$K = 404144 \times 1,08 \times 1,1 = 480123,07 \text{ руб}$$

3.5 Расчет себестоимости

В расчете себестоимости учитываются затраты на:

- основные материалы $C_{ом}$
- вспомогательные материалы $C_{вм}$
- электроэнергию для технологических целей $C_{тэ}$.
- содержание и эксплуатацию оборудования $C_{рсэо}$
- основную и доп. заработную плату с учетом отчислений $C_{зп}$

$$C = C_{ом} + C_{вм} + C_{тэ} + C_{рсэо} \quad (2.10)$$

3.5.1 Затраты на основные материалы

$C_{м.ед} = 2063,1$ - для базового варианта

$C_{м.ед} = 2064,8$

Стоимость комплектующих деталей используемых для сборки растяжки составляет:

$$C'_M = 2063.1 \times 10500 = 21662550 \text{ руб}$$

$$C_M = 2064.8 \times 10500 = 21680400 \text{ руб}$$

3.5.2 Затраты на проволоку, газ, электроэнергию

Базовый вариант. Для сварки принимаем электроды АНО - 11К.

$$C'_M = C_{ЭЛ} + C_M, \text{руб} \quad (2.11)$$

где $C_{ЭЛ}$ - стоимость электродов АНО - 11К

$$C_{ЭЛ} = G'_H \times Ц_{ЭЛ} \times \beta_p \times N, \text{руб} \quad (2.12)$$

где G_H - масса наплавленного металла, кг $G_H = 0.471 \text{ кг}$

$Ц_{ЭЛ}$ - цена 1 кг электродов АНО - 11К $Ц_{ЭЛ} = 44.4 \text{ руб/кг}$

β_p - коэффициент учитывающий расход электродов на получение 1 кг наплавленного металла: $\beta_p = 1.15$

$$C_{ЭЛ} = 0.471 \times 1.15 \times 44.4 \times 10500 = 127396,08 \text{ руб}$$

$$C_{о.м} = 127396,08$$

Проектируемый вариант. Применяется электродная проволока Св-08Г2С

$$C_{о.м} = C_{ЭП} + C_{СО2} \quad (2.13)$$

$$C_{ЭП} = G_H \times \beta_A \times Ц_{ЭП} \times N \text{ руб.} \quad (2.14)$$

где G_H - масса наплавленного металла в проектируемом варианте
 $G_H=0.305\text{кг}$

$C_{ЭП}$ - стоимость электродной проволоки, руб $C_{ЭП}=62.1$ руб/кг

β_A - коэффициент учитывающий расход сварочной проволоки для получения 1 кг наплавленного металла при автоматической сварке в CO_2 $\beta_A=1,1$

$$C_{ЭП} = 0.305 \times 1.1 \times 62.4 \times 10500 = 113080.27 \text{ руб}$$
$$C_{\text{CO}_2} = (K + t_0) \times P_{\text{CO}_2} \times C_{\text{CO}_2} \times N, \text{ руб} \quad (2.15)$$

где t_0 - основное время сварки, мин

K_n - коэффициент учитывающий расход CO_2 на проволоку перед началом сварки $K_n=0,2$

P_{CO_2} : - расход защитного газа, $\text{м}^3/\text{мин}$

C_{CO_2} - цена 1 м^3 газа, руб/ м^3

$C_{\text{CO}_2}=66.67$ руб/ м^3

$$C_{\text{CO}_2} = (0.2 + 1.56) \times 2.6 \times 10^3 \times 66.67 \times 10500 = 1620.00 \text{ руб}$$

$$C_{\text{ом}} = 113080.27 + 1620.01 = 114700.28 \text{ руб}$$

3.5.3 Затраты на технологическую электроэнергию

Базовый вариант

$$C'_{эл} = C'_{дв} + C'_{св} \quad (2.16)$$

где $C_{дв}$ - затраты на электроэнергию для работы двигателей

$C_{св}$ - затраты на электроэнергию для ведения сварки

$$C_{\text{возд}} = \sum_{i=1}^n T_{\text{шк}} \cdot K_{\text{Вт}} \cdot K_{\text{В0}} \sum_{i=1}^n P_{\text{В}} \Pi_{\text{В}} N, \text{руб} \quad (2.19)$$

где $K_{\text{Вт}}$ - коэффициент загрузки пневмоцилиндров по времени $K_{\text{Вт}}=0.2$
 $K_{\text{В0}}$ - коэффициент одновременной работы пневмоцилиндров $K_{\text{В0}}=0.4$
 $P_{\text{В}}$ - суммарный максимальный расход сжатого воздуха всеми пневмоцилиндрами двух установок, м³/ч $P_{\text{В}}=15.6 \text{ м}^3/\text{ч}$
 $\Pi_{\text{В}}$ - стоимость сжатого воздуха, руб/м³; $\Pi_{\text{В}}=25 \text{ руб}/\text{м}^3$

$$C_{\text{возд}} = 0.46 \times 0.2 \times 0.4 \times 15.6 \times 25 \times 10500 = 150696 \text{ руб}$$

$$C_{\text{ВМ}} = C_{\text{возд}} = 150696 \text{ руб}$$

3.5.5 Расходы на содержание и эксплуатацию и оборудование

$$C_{\text{рсзэ}} = C_{\text{а}} + C_{\text{это}} + C_{\text{тр}} + C_{\text{ин}} + C_{\text{пр.п}}, \text{руб} \quad (2.20)$$

где $C_{\text{а}}$ - расходы на амортизацию технологического оборудования;
 $C_{\text{т.р}}$ - расходы на текущий ремонт оборудования;
 $C_{\text{ин}}$ - расходы на восстановление быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений;
 $C_{\text{пр.п.}}$ - прочие расходы

Расходы на амортизацию технологического оборудования

$$C_{\text{а}} = K * \alpha \quad (2.21)$$

где α - амортизационные отчисления, %; $\alpha=11\%$

Базовый вариант

$$C'_{\text{а}} = 106200 \times 0.11 = 11682 \text{ руб}$$

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Проектируемый вариант

$$C_a = K_{об} \times a$$

$$C_a = 404144 \times 0.11 = 44455.84 \text{ руб}$$

Расходы на эксплуатацию технологического оборудования

Расходы $C_{это}$ принимаем равными 360 руб. в год на один станок

Базовый вариант

$$C'_{это} = 3600 \times 4 = 14400 \text{ руб}$$

Проектируемый

$$C_{это} = 3600 \times 2 = 7200 \text{ руб}$$

3.5.4.3 Расходы на текущий ремонт оборудования

Затраты на текущий ремонт принимаем равными 3% от стоимости оборудования

Базовый вариант

$$C_{тр} = K^1 \times 0.03 \quad (2.22)$$

$$C_{тр} = 106200 \times 0.03 = 3186 \text{ руб}$$

Проектируемый

$$C_{тр} = K_{об} \times 0.03 \quad (2.23)$$

$$C_{mp} = 404144 \times 0.03 = 12124.32 \text{ руб}$$

Расходы на восстановление быстроизнашивающегося инструмента и оснастки принимаем равным 600 руб. на одного основного рабочего.

$$C'_m = 600 \times 8 = 4800 \text{ руб}$$

$$C_m = 600 \times 3 = 1800 \text{ руб}$$

Прочие расходы не перечисленные в РСЭО, связанные с содержанием и эксплуатацией оборудования принимаем, 3% от суммы затрат всех предыдущих статей

$$C_{np.p.} = (C_a + C_{ЭТО} + C_{mp.} + C_{mn}) \times 0.03, \text{ руб} \quad (2.24)$$

Базовый вариант

$$C'_{np.p.} = (11682 + 14400 + 3186 + 4800) \times 0.03 = 1022.04 \text{ руб}$$

Проектируемый вариант

$$C_{np} = (44455.84 + 7200 + 12124.32 + 1800) \times 0.03 = 1967.4 \text{ руб}$$

$$C'_{РСЭО} = 11682 + 14400 + 3186 + 3800 + 1022.04 = 35090.04 \text{ руб}$$

$$C_{рсэо} = 44455.84 + 7200 + 12124.32 + 1800 + 1967.4 = 67545.56 \text{ руб}$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 3.1 технологической себестоимости выпуска изделий годовой программы.

Чистый приток от операций рассчитывается по формуле:

$$\Delta\Pi = \mathcal{E}_y - 0,24 \times \mathcal{E}_y + Ca_2 \quad (2.26)$$

где $0,24 \times \mathcal{E}_{\text{усл.г}}$ - отчисления от прибыли в бюджет 20 %, Ca_2 - амортизация нового оборудования

$$\Delta\Pi = 864658 - 172932 + 44456 = 647270 \text{ руб.}$$

Расчёт срока окупаемости капиталовложений

$$T_{\text{ок}} = K / \Delta\Pi \quad (2.27)$$

где $T_{\text{ок}}$ - срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, год,
 K - дополнительные капиталовложения.

$$T_{\text{ок}} = 1480120 / 647270 = 2,3 \text{ года}$$

Принимая годовую норму дисконта равной 12% скорректируем срок окупаемости капитальных вложений с учетом дисконта:

$$T_{\text{ок}} = 2,3 \times 1,12 = 2,6 \text{ года}$$

Проект экономически эффективен. Данные расчета сведем в таблицу
2.2

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

рифных разрядов работникам и установлении систем оплаты труда с учетом особенностей организации производства, труда и управления;

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

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 в Министерстве юстиции России 13.02.2014г., рег. № 31301)

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

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

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

Продолжение таблицы 3.1

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

– Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку.

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

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

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

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 по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

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

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3
<p>Актуализация опорных знаний 10 минут</p>	<p>Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чем отличается аппарат для механизированной сварки от аппарата для автоматической сварки? 2. Давайте разберем основные особенности автоматической сварки в защитных газах? 3. Какие достоинства имеет автоматическая сварка в среде защитных газов по сравнению со сваркой под флюсом? 	<p>Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.</p>
<p>Изложение нового материала 30 минут</p>	<p>В настоящее время известны <i>подвесные сварочные головки разных типов конструкции</i>, которыми производится сварка стыковых, нахлесточных и тавровых соединений металла различных толщин. Для однодуговой сварки применяются сварочные автоматы тракторного типа и <i>подвесные сварочные головки</i>.</p> <p>В зависимости от способа передвижения различают следующие виды автоматов: <i>подвесные сварочные головки</i>, самоходные сварочные головки, сварочные тракторы, сварочные полуавтоматы.</p> <p>Автоматы для сварки плавящимся электродом классифицируются:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) по способу защиты зоны сварочной дуги — для <u>сварки под флюсом, в защитных газах</u>, без внешней защиты и универсальные, допускающие сварку несколькими способами; 2) по способу перемещения вдоль шва — тракторного типа, подвесные и самоходные; 3) по количеству электродов — одноэлектродные, многоэлектродные (несколькими изолированными токоподводами, от отдельных источников сварочного тока или расщепленным электродом от одного источника); 4) по типу плавящегося электрода — для сварки электродной проволокой, ленточным электродом или стержнями; 5) по роду тока — для сварки на постоянном и переменном токах. <p>Автомат для сварки плавящимся электродом включает следующие основные узлы: механизм подачи электродной проволоки (ленты), токоподвод, механизмы настроечных или регулировочных перемещений, кассету с электродной проволокой, флюсовую или газовую аппаратуру, тележку, пульт управления, источник сварочного тока.</p> <p>Современные автоматы комплектуются системами слежения за линией шва.</p>	<p>Прошу обучаемых записать определение, что называют сварочным автоматом и его назначение.</p> <p>Рассказываю об автоматической сварке.</p> <p>Записываем основные моменты. Прерываю свою речь, потом повторяю.</p>

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3
	<p>Рассмотрим типовые сварочные головки</p> <p>Автомат А-1416 предназначен для однодуговой сварки под флюсом и состоит из следующих основных узлов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • собственно сварочной головки, содержащей механизм подачи проволоки с правильным устройством, токоподводящий мундштук и устройство для защиты зоны дуги;подъемного механизма, позволяющего осуществлять механизированное перемещение подвесной сварочной головки на вертикальной штанге; • подвесного механизма, на котором закреплены узлы автомата и который служит для перемещения его вдоль свариваемого изделия с рабочей и маршевой скоростями. <p>Скорости сварки и подачи электродной проволоки регулируются подбором сменных шестерен. Внешний вид автомата А-1416 представлен на рисунке 1.</p>	
	<p>Плакат –Сварочный автомат А1416</p>  <p>Автомат сварочный АД-231 используется для автоматической дуговой сварки и наплавки слоя металла на поверхность изделия электродной проволокой при постоянном токе. Сварочный трактор применяется в наплавочных механизмах и станках, как для наплавления на телах вращения, так и плоских деталях, и конструкциях сложной формы. Внешний вид автомата АД-231представлен на рисунке 2.</p>	<p>Обращаю внимание обучаемых на плакат. Обучаемые внимательно рассматриваютавтомат А-1416 на плакате.</p> <p>Рассказываю и показываю автомата А-1416, при этом использую плакат.</p> <p>По ходу объяснения прошу записать составляющие сварочной колонны. Диктую объяснение составных частей. Обращаю внимание на скорость конспектирования. Прерываю свою речь, потом повторяю.</p>

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3
	<div data-bbox="683 264 911 689" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="576 725 1011 759">Плакат –Сварочный автомат АД-231</p> <p data-bbox="429 763 1163 976">Сварочный автомат А-1406 (подвесной) присоединяется на наплавочные станки и может служить для сварки и наплавки порошковой и сплошной проволокой. Сварочный автомат используется для сварки и наплавки легированных и низкоуглеродистых сталей.</p> <p data-bbox="429 983 1163 1052">А-1406 обеспечивает следующие способы наплавки:</p> <ul data-bbox="421 1095 1163 1312" style="list-style-type: none"> • в среде защитного газа (CO₂); • открытой дугой порошковой проволокой или порошковой лентой; • сплошной проволокой под слоем флюса; • расщепленным электродом открытой дугой (по спецзаказу); <div data-bbox="663 1379 959 1888" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="525 1977 1067 2011">Рисунок 3 – Сварочный автомат А1406</p>	<p data-bbox="1187 710 1474 1001">Диктую объяснение предназначения рорликоопор. Обращаю внимание на скорость конспектирования. Прерываю свою речь, потом повторяю.</p> <p data-bbox="1187 1041 1474 1218">Рассматриваем сварочный автомат. Записываем технические характеристики.</p>

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

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 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе дипломного проекта на основании проведенного анализа конструкции изделия, его материалов был выбран способ сварки, разработан технологический процесс, выполнены расчеты режимов сварки и подобраны сварочные материалы и оборудование для изготовления трубных растяжек механизмов привода и торможения понтонов.

Для сборки и сварки балки была разработана установка для автоматизированной сборки и сварки.

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 технологической части дипломного проекта явилось основой для методического раздела.

Внедрение новой технологии позволит повысить качество готовой продукции, увеличить производительность, а также улучшить условия труда.

Расчетный экономический эффект от внедрения новой технологии изготовления балки составил 864 658руб., срок окупаемости – 2,6 года. Цели дипломного проектирования достигнуты.

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

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

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
						75
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Лист задания на дипломное проектирование

					ДП 44.03.04.615 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

