

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 ме-
таллургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Зав. кафедрой СП

_____ Б.Н. Гузанов

« ____ » _____ 2018 г.

Разработка технологии сборки и сварки емкости для гидросистемы

Пояснительная записка к дипломному проекту
по направления 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям)

Профиля Машиностроения и материалобработка
профилизации Технологии и технологический менеджмент
в сварочном производстве

Идентификационный код ВКР:

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-404С

Э.Р. Закиров

Руководитель:
доцент, к.т.н.

Н.И. Ульяшин

Екатеринбург 2018

										Лист
										1
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.560 ПЗ					

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 90 листов машинописного текста, 13 рисунков, 26 таблиц, 17 использованных источников литературы, графическую часть на 6 листах А1.

Ключевые слова : ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, СВАРОЧНАЯ ГОЛОВКА А – 1406, СВАРКА В СРЕДЕ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ, СВАРЩИК – ОПЕРАТОР ПОЛНОСТЬЮ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ, АВТОМАТИЧЕСКОЙ И РОБОТИЗИРОВАННОЙ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ, ЕМКОСТЬ, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, МЕТОДИКА, ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН, ПЛАН КОНСПЕКТ.

В данном проекте излагается план - схема изготовления емкости для гидросистемы.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса сборки - сварки емкости для гидросистемы с использованием автоматической сварки в среде защитных газов.

В технологической части дипломного проекта разработан проектируемый вариант процесса сварки емкости, включающий в себя автоматическую сварку в среде защитных газов; в экономической части приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства.

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		2

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						3
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Описание и назначение изделия	9
1.1 Описание изделия	9
1.2 Описание применяемой стали	10
1.3 Оценка свариваемости стали	12
1.4 Выбор способа сварки и сварочных материалов	15
1.4.1 Ручная дуговая сварка	15
1.4.2 Сварка в защитных газах	16
1.5 Полуавтоматическая сварка	19
1.6 Выбор типа сварного соединения	22
1.7 Расчет режима дуговой сварки в смеси газов $Ar+CO_2$ по площади наплавленного металла	22
1.8 Выбор оборудования для сварки изделия	28
1.8.1 Выбор сварочной головки	28
1.8.2 Выпрямитель сварочный ВДУ-506С	28
1.8.3 Система слежения по стыку (двух координатная) WTS	31
1.8.4 Сварочная колонна	33
1.8.5 Самонастраивающиеся роликовые опоры ZT-50T	35
1.8.6 Полуавтомат ПДГО-510 с ВДУ-506С	36
1.8.7 Назначение установки для сварки	38
1.9 Технология последовательность изготовления емкости для гидросистемы	39
2. Экономический раздел	42
2.1 Определение капиталобразующих инвестиций	42
2.1.1 Определение технологических норм времени на сварку продольных швов обечаек, кольцевых швов обечаек и обечайки с днищем	42
2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки	47

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

2.1.3 Расчет капитальных вложений	48
2.2 Расчет технологической себестоимости металлоконструкции	51
2.2.1. Расчет материальных затрат	51
2.2.2. Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды	56
2.2.3 Расчет полной себестоимости изделия	60
2.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности	65
3 Методическая часть	72
3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов	73
3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Сварщик-оператор полностью механизированной и автоматической сварки плавлением»	77
3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»	78
3.4 Разработка плана - конспекта урока	79
Заключение	87
Список использованных источников	88
Приложение А	90
Приложение Б	91

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время на предприятиях крупные корпуса различных емкостей собирают из узлов весом до 1,2 тонны. Узлы собирают на специально оборудованных сборочно-сварочных площадках, применяя специальные сборочно-сварочные стенды и другие устройства.

В сварном варианте изготовления корпуса емкости соосность секций достигается тем, что плоскости торцов каждой секции обрабатываются на токарных станках строго перпендикулярно к оси корпуса секции, при необходимости - со снятием фасок.

В настоящий момент производство емкостей выполняется с применением с менее производительных и худших по условиям работы сварщиков способов сварки – ручная дуговая и полуавтоматическая сварка. Актуальным становится внедрение и замена этих способов на автоматическую сварку, что повлечет улучшение санитарно-гигиенических условий труда рабочих, снижение трудоемкости процесса изготовления, повышение производительности труда, уменьшение экологической опасности производства.

Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкций.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки емкости.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления емкости для перевозки битума с использованием автоматической сварки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления емкости;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

- разработать технологию сборки-сварки реторты;
- 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 емкости, включающий автоматическую сварку под флюсом; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства реторты.

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.

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

1 Описание и назначение изделия

1.1 Описание изделия

Емкость для гидросистемы (рисунок 1) представляет собой обечайку с овальными штампованными и докатанными днищами.

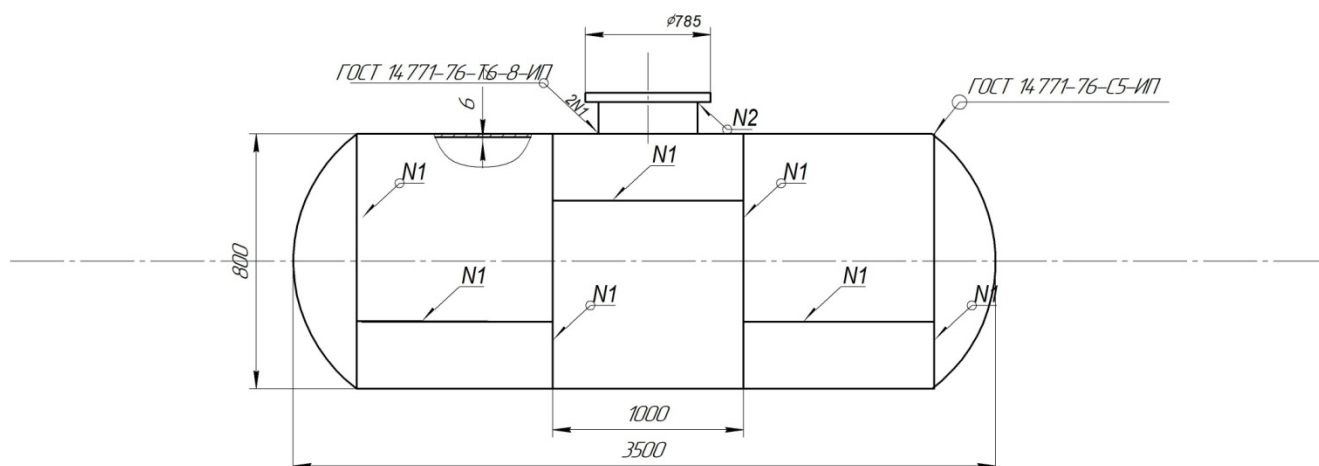


Рисунок 1 - Емкость для гидросистемы

Корпус емкости для транспортировки битума изготавливается сварным из низколегированной, низкоуглеродистой стали 09Г2С. Толщина стенок корпуса рассматриваемой емкости - 6 мм. После сварки проводят внешний осмотр сварных швов и исправляют обнаруженные дефекты, 15% длины швов подвергают физическим методом контроля. Результаты контроля оформляют актом.

Таблица 1 – Характеристики изделия

Диаметр емкости, мм.	800
Ширина обечайки, мм.	1000
Длина емкости, мм	3500
Толщина листа, мм.	6
Сталь 09Г2С по ГОСТ 19281-2014	

1.2 Описание применяемой стали

Маркировка стали 09Г2С говорит о ее химических составляющих. ГОСТ 5058-65 оговаривает следующие буквенные обозначения для легирующих добавок, входящих в состав сплава:

- «Г» - марганец;
- «С» - кремний.

Первая цифра означает содержание углерода в процентах. Цифры после букв, соответствующих легирующим добавкам – их процентное количество в данной марке стали. Исходя из всего вышесказанного, можно расшифровать сталь 09Г2С по ГОСТ как сплав, содержащий 0,09% углерода, 2% марганца и кремний, количество которого не превышает 1%.

Сталь 09Г2С относится к низколегированным сталям, общее количество легирующих добавок в которых не превышает 2,5% (в отличие от высоколегированных, где этот показатель - свыше 10%). Заменить сталь 09Г2С можно следующими марками: 09Г2, 09Г2ДТ, 09Г2Т, 10Г2С, а также 19Мн-б.

Основное предназначение этой стали – использование ее для сварных конструкций.

При сварке листов 09Г2С, толщина которых не превышает 40 мм, применяют способ без разделки кромок. Прочность по всей длине сварного шва обеспечивается переходом легирующих элементов в металл шва из электрода. При многослойной сварке лучше применять каскадный метод с использованием токов 40-50 А на 1 мм электрода, для предупреждения перегрева стали. Рекомендуемая толщина электрода – 4-5 мм. При сварке более толстых листов лучше использовать многослойную сварку с небольшими временными промежутками перед наложением следующих слоев. При дуговой сварке кромок с разной толщиной большую часть дуги нужно направлять на более толстую кромку и параметры тока выбирать по ней же.

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

Широкое распространение и популярность стали 09Г2С объясняется тем, что ее высокие механические свойства позволяют экономить при изготовлении строительных конструкций. Более того, такие конструкции имеют меньший вес. Области применения этой марки стали весьма разнообразны. Из нее изготавливаются элементы и детали сварных металлических конструкций, которые могут работать при температурах от -70 °С до +450°С. Используется 09Г2С лист и для производства листовых конструкций в нефтяной и химической промышленности, судостроении и машиностроении. Устойчивость к низким температурам позволяет применять трубу 09Г2С в условиях крайнего севера для прокладки нефте – и газопроводов. Химический состав стали 09Г2С приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав стали 09Г2С, % по ГОСТ 19281 – 2014[1]

Элемент	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
Содержание, %	до 0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,15	до 0,008	до 0,3	до 0,08

Механические свойства стали 09Г2С представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Механические свойства стали 09Г2С по ГОСТ 19281 – 2014[1]

Показатель	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Макс. относит. удлинение, %	Свариваемость	Склонность к отпускной хрупкости
Значение	500	350	18	Без ограничений	Не склонна

По сравнению с высокоуглеродистыми, низколегированные стали обладают более высоким пределом текучести, пониженной склонностью к механическому старению, повышенной хладостойкостью, лучшей коррозионной стойкостью, низкой ударной вязкостью. Так как углерода в стали мало, то сварка ее довольно проста, причем сталь не закаливается и не перегревается в процессе сварки, благодаря чему не происходит снижение пластических свойств или увеличение ее зернистости. К плюсам применения этой стали можно отнести также, что она не склонна к отпускной хрупкости и ее вязкость не снижается после отпуска. Вышеприведенными свойствами объясняется удобство использования 09Г2С от

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		11

других сталей с большим содержанием углерода или присадок, которые хуже варятся и меняют свойства после термообработки.

1.3 Оценка свариваемости стали

Свариваемость – это способность стали данного химического состава давать при сварке тем или иным способом высококачественное сварное соединение без трещин, пор и прочих дефектов. От химического состава стали зависит ее структура и физические свойства, которые могут изменяться под влиянием нагрева и охлаждения металла при сварке. На свариваемость стали влияет содержание в ней углерода и легирующих элементов.

При оценке свариваемости роль химического состава стали является преобладающей. По этому показателю в первом приближении проводят оценку свариваемости.

При оценке влияния химического состава на *свариваемость сталей*, кроме содержания углерода, учитывается также содержание других легирующих элементов, повышающих склонность стали к закалке. Это достигается путем пересчета содержания каждого легирующего элемента стали в эквиваленте по действию на ее закаливаемость с использованием переводных коэффициентов, определенных экспериментально. Суммарное содержание в стали углерода и пересчитанных эквивалентных ему количеств легирующих элементов называется углеродным эквивалентом. Для его расчета существует ряд формул, составленных по различным методикам, которые позволяют оценить влияние химического состава низколегированных сталей на их свариваемость:

$$[C]X = C + Mn/9 + Cr/9 + Ni/18 + 7Mo/90 \text{ (метод Сефериана)} \quad (1)$$

$$C_x = 0,09 + 1,3/9 + 0,3/9 + 0,3/18 = 0,28\%$$

					ДП 44.03.04.560 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		12

Цифры указывают содержание в стали в массовых долях процента соответствующих элементов.

Каждая из этих формул приемлема лишь для определенной группы сталей, однако значение углеродного эквивалента может быть использовано при решении практических вопросов, связанных с разработкой технологии сварки. Достаточно часто расчеты химического углеродного эквивалента для углеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса выполняются по формуле Сефериана.

По свариваемости стали условно делят на четыре группы: хорошо сваривающиеся, удовлетворительно сваривающиеся, ограниченно сваривающиеся, плохо сваривающиеся (таблица 4).

Таблица 4 - Классификация сталей по свариваемости

Группа	Свариваемость	Эквивалент Сэ, %	Технологические меры			
			подогрев		термообработка	
			Перед сваркой	Во время сварки	Перед сваркой	После сварки
1	Хорошая	<0,2	-	-	-	Желательна
2	Удовлетворительная	0,2-0,35	Необход.	-	Желательна	Необходима
3	Ограниченная	0,2-0,35	Необход.	Желателен	Необходима	Необходима
4	Плохая	>0,45	Необход.	Необходим	Необходима	Необходима

К первой группе относят наиболее распространенные марки низкоуглеродистых и легированных сталей ($[C]X \leq 0,38$), сварка которых может быть выполнена по обычной технологии, т.е. без подогрева до сварки и в процессе сварки, а также без последующей термообработки. Литые детали с большим объемом наплавленного металла рекомендуется сваривать с промежуточной термообработкой. Для конструкций, работающих в условиях статических нагрузок, термообработку после сварки не производят. Для ответственных конструкций, работающих при динамических нагрузках или высоких температурах, термообработка рекомендуется. Ко второй группе относят углеродистые и легированные стали ($[C]x=0,39-0,45$), при сварке которых в нормальных условиях производства тре-

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		13

щин не образуется. В эту группу входят стали, которые для предупреждения образования трещин необходимо предварительно нагревать, а также подвергать последующей термообработке. Термообработка до сварки различная и зависит от марки стали и конструкции детали. Для отливок из стали 30Л обязателен отжиг. Детали машин из проката или поковок, не имеющих жестких контуров, можно сваривать в термически обработанном состоянии (закалка и отпуск). Сварка при температуре окружающей среды ниже 0°С не рекомендуется. Сварку деталей с большим объемом наплавляемого металла рекомендуется проводить с промежуточной термообработкой (отжиг или высокий отпуск).

Сварка стали 09Г2С возможна как при подогреве до 100-120°С, с последующей термической обработкой, так и без подогрева и обработки. Хорошая свариваемость стали обеспечивается благодаря низкому (меньше 0,25%) содержанию углерода. Если углерода больше, то в сварном шве могут образовываться поры при выгорании углерода и возникать закалочные структуры, что ухудшает качество шва. Еще одно достоинство этой марки состоит в том, что сталь 09Г2С не склонна к отпускной хрупкости, то есть ее вязкость не снижается после процедуры отпуска. Она также устойчива к перегреву и образованию трещин.

1.4 Выбор способа сварки и сварочных материалов

1.4.1 Ручная дуговая сварка

При ручной дуговой сварке покрытыми металлическими электродами, сварочная дуга горит с электрода на изделие, оплавляя кромки свариваемого изделия и расплавляя металл электродного стержня и покрытие электрода. Кристаллизация основного металла и металла электродного стержня образует сварной шов.

Электрод состоит из электродного стержня и электродного покрытия (рисунк 2). Электродный стержень - сварочная проволока; электродное покрытие - многокомпонентная смесь металлов и их оксидов. По функциональным признакам компоненты электродного покрытия разделяют:

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.560 ПЗ

Лист

14

- газообразующие: защитный газ; ионизирующий газ;
- шлакообразующие: для физической изоляции расплавленного металла от активных газов атмосферного воздуха; раскислители; рафинирующие элементы; легирующие элементы;
- связующие;
- пластификаторы.

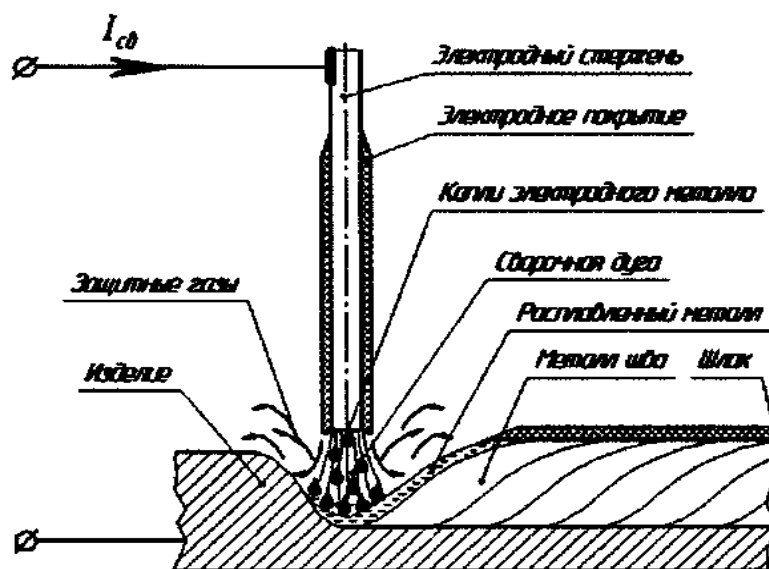


Рисунок 2 - Схема сварки покрытым металлическим электродом

Перед зажиганием (возбуждением) дуги следует установить необходимую силу сварочного тока, которая зависит от марки электрода, типа сварного соединения, положения шва в пространстве и др.

Зажигание (возбуждение) производится двумя способами. При первом способе электрод подводят перпендикулярно к месту начала сварки и после сравнительно легкого прикосновения к изделию отводят верх на расстояние 2-5 мм. Второй способ напоминает процесс зажигания спички. При обрыве дуги повторное зажигание ее осуществляется впереди кратера на основном металле с возвратом к наплавленному металлу для вывода на поверхность загрязнений, скопившихся в кратере. После этого сварку ведут в нужном направлении.

Достоинства способа:

- простота оборудования;

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.560 ПЗ

лист

15

- возможность сварки во всех пространственных положениях;
- возможность сварки в труднодоступных местах;
- быстрый, по времени переход от одного вида материала к другому;
- большая номенклатура свариваемых металлов.

Недостатки способа:

- большие материальные и временные затраты на подготовку сварщика;
- качество сварного соединения и его свойства во многом определяются субъективным фактором;
- низкая производительность (пропорциональна сварочному току, увеличение сварочного тока приводит к разрушению электродного покрытия);
- вредные и тяжёлые условия труда;
- качество соединений зависит от квалификации сварщика;

1.4.2 Сварка в защитных газах

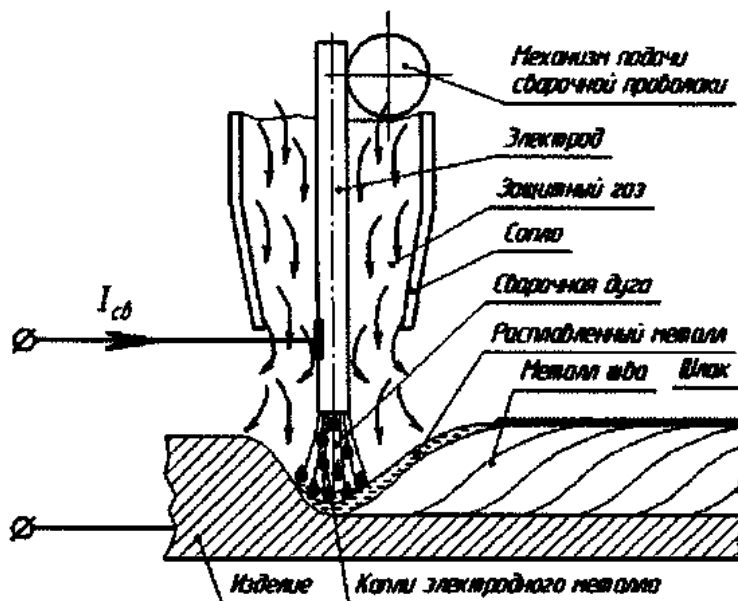


Рисунок 3 - Сварка плавящимся электродом в среде защитных газов

При сварке плавящимся электродом в защитном газе (рисунок 3) в зону дуги, горящей между плавящимся электродом (сварочной проволокой) и изделием через сопло подаётся защитный газ, защищающий металл сварочной ванны, капли

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.560 ПЗ

Лист

16

электродного металла и закристаллизовавшийся металл от воздействия активных газов атмосферы. Теплотой дуги расплавляются кромки свариваемого изделия и электродная (сварочная) проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов.

При сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей для защиты расплавленного электродного металла и металла сварочной ванны чаще всего применяют углекислый газ и смеси аргона с углекислым газом до 20 %. Аргон и гелий в качестве защитных газов применяют только при сварке конструкций ответственного назначения. Сварку в защитных газах выполняют плавящимся и неплавящимся металлическим электродом.

В некоторых случаях для сварки используют неплавящийся угольный или графитовый электрод. Этот способ применяют при сварке бортовых соединений из низкоуглеродистых сталей толщиной 0,3-2,0 мм (например, канистр, корпусов конденсаторов и т. д.). Так как сварку выполняют без присадки, содержание кремния и марганца в металле шва невелико. В результате прочность соединения составляет 50-70% прочности основного металла.

При автоматической и полуавтоматической сварке плавящимся электродом швов, расположенных в различных пространственных положениях, используют электродную проволоку диаметром до 1,2 мм, а при сварке швов, расположенных в нижнем положении — проволоку диаметром 0,8-1,6 мм.

Структура и свойства металла швов и околошовной зоны на низкоуглеродистых и низколегированных сталях зависят от использованной электродной проволоки, состава и свойств основного металла и режима сварки (термического цикла сварки, доли участия основного металла в формировании шва и формы шва). Влияние этих условий и технологические рекомендации примерно такие же, как и при ручной дуговой сварке и сварке под флюсом.

На свойства металла шва влияет качество углекислого газа. При повышенном содержании азота и водорода, а также влаги в газе в швах могут образовываться поры. При сварке в углекислом газе влияние ржавчины незначительно.

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		17

Увеличение напряжения дуги, повышая, угар легирующих элементов, ухудшает механические свойства шва.

Сварка низкоуглеродистых и низколегированных сталей в аргоне применяется редко, так как эти стали хорошо свариваются под флюсом и в углекислом газе, и лишь в исключительных случаях, когда требуется получение швов высокого качества, используется инертный газ.

При применении чистого аргона для сварки конструкционных сталей соединения характеризуются недостаточной стабильностью и неудовлетворительным формированием шва. Добавка к аргону небольшого количества кислорода или углекислого газа существенно повышает устойчивость горения дуги и улучшает формирование шва. Растворяясь в жидком металле и скапливаясь преимущественно на поверхности, кислород значительно снижает его поверхностное натяжение. Поэтому для сварки сталей применяют не чистый аргон, а смеси с кислородом или углекислым газом. Высокие технологические свойства при сварке сталей обеспечиваются при добавке к аргону до 1-5 % кислорода. При применении кислорода понижается критический ток, при котором капельный перенос переходит в струйный; дуга горит стабильно, обеспечивая сварку небольших толщин. Кислород способствует увеличению плотности металла шва, улучшению сплавления, уменьшению подрезов и увеличению производительности процесса сварки. Кислород снижает содержание углерода в металле шва до более низкого уровня. Избыток кислорода в защитном газе приводит к образованию пор в металле шва.

Для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей может также применяться аргон с добавкой 10 - 20 % углекислого газа. Углекислый газ способствует устранению пористости в швах и улучшению формирования шва.

Преимущества сварки в защитных газах:

- высокое качество сварных соединений на разнообразных металлах и сплавах различной толщины;
- возможность сварки в различных пространственных положениях;

					ДП 44.03.04.560 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		18

- возможность визуального наблюдения за образованием шва, что особенно важно при полуавтоматической сварке;
- отсутствие операций по засыпке и уборке флюса и удалению шлака;
- высокая производительность и легкость механизации и автоматизации;
- низкая стоимость при использовании активных защитных газов.

К недостаткам способа сварки в защитных газах по сравнению со сваркой под флюсом относится необходимость применения защитных мер против световой и тепловой радиации дуги.

Для стали 09Г2С, условий работы изделия и с учетом конструкции принимаем автоматическую сварку в среде защитных газов. Ручная дуговая сварка (РДС) не производительна, требует большой затраты времени. Применение сварки под флюсом для соединения малых толщин нецелесообразно, поскольку коэффициент наплавки и производительность сварки в защитном газе выше, чем у сварки под флюсом. Для сварки стали 09Г2С применяют сварку плавящимся электродом в смеси газов каргон 20. Сварку ведут на постоянном токе обратной полярности, используя режимы, обеспечивающие струйный перенос электродного металла.

1.5 Полуавтоматическая сварка

Полуавтоматическая сварка в среде защитного газа - наиболее универсальный и распространенный в промышленности метод сварки.

В базовом варианте дипломного проекта использовалась ручная дуговая сварка, я предлагаю в проектируемом варианте для прихваток использовать полуавтоматическую сварку в среде защитных газов.

					ДП 44.03.04.560 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		19

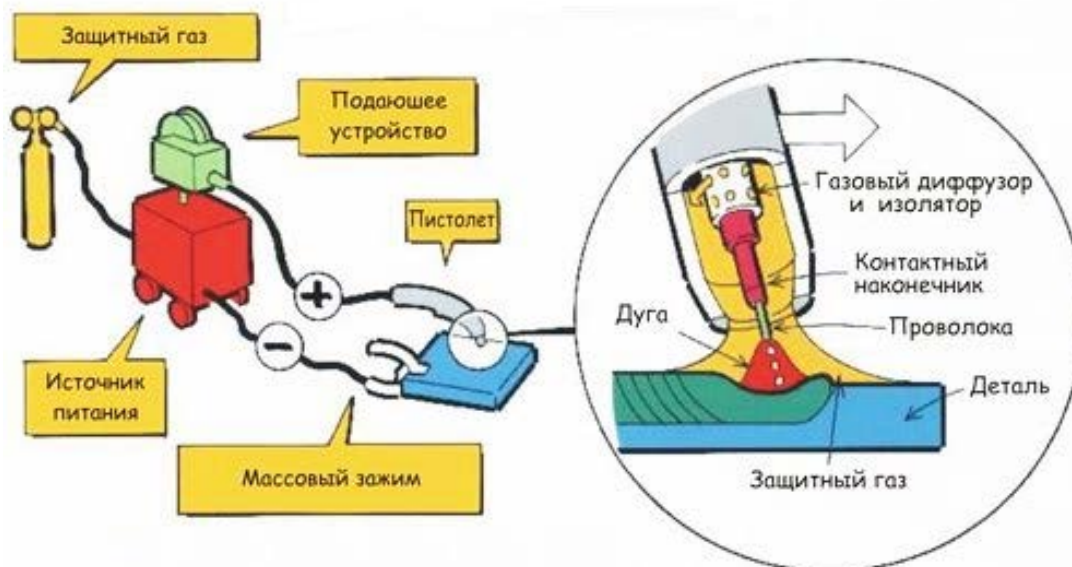


Рисунок 4 – Полуавтоматическая сварка

Применение термина «полуавтоматическая» не вполне корректно, поскольку речь идет об автоматизации только подачи присадочной проволоки, а сам метод MIG/MAG с успехом применяется при автоматизированной роботизированной сварке. В качестве защитного газа при этом методе все чаще используются многокомпонентные газовые смеси, в состав которых помимо углекислого газа могут входить аргон, кислород, гелий, азот и другие газы.

Основной принцип сварки MIG-MAG заключается в том, что металлическая проволока во время сварки подается автоматически в зону сварки через сварочную горелку и расплавляется теплом дуги. Проволока при этом методе играет двойную роль – она является и токопроводящим электродом, и служит присадочным материалом. Результат (качество) сварки MIG-MAG в значительной мере зависит от правильности выбора режимов работы сварочного аппарата (напряжение дуги, ток, скорость подачи проволоки, скорость сварки), а также от правильности выбора и расхода защитного газа (скорость подачи газа через сопло).

Защитный газ, который подается в зону сварки через газовое сопло, защищает дугу и сварочную ванну с расплавленным металлом. Металл в расплавлен-

ном состоянии химически активен и может взаимодействовать с защитным газом. Инертный защитный газ, такой как аргон или гелий, химически не реагирует с металлом в сварочной ванне в процессе горения дуги. Примером активных защитных газов являются углекислота и смеси аргона (реже гелия) с небольшими добавками углекислоты или кислорода. До недавнего времени углекислота являлась наиболее распространенным видом защитного газа для полуавтоматической сварки.

При сварке плавящимся электродом шов образуется за счет проплавления основного металла и расплавления дополнительного металла - электродной проволоки. Поэтому форма и размеры шва помимо прочего зависят также от характера расплавления и переноса электродного металла в сварочную ванну. Характер переноса электродного металла определяется в основном материалом электрода, составом защитного газа, плотностью сварочного тока и рядом других факторов.

Для улучшения технологических свойств дуги применяют периодическое изменение ее мгновенной мощности – *импульсно-дуговая сварка*. Теплота, выделяемая основной дугой, недостаточна для плавления электродной проволоки со скоростью, равной скорости ее подачи.

Вследствие этого длина дугового промежутка уменьшается. Под действием импульса тока происходит ускоренное расплавление электрода, обеспечивающее формирование капли на его конце. Резкое увеличение электродинамических сил сужает шейку капли и сбрасывает ее в направлении сварочной ванны в любом пространственном положении.

Так же в последнее время получили широкое распространение *синергетические* полуавтоматические источники сварочного тока, отличительной особенностью которых является простота настройки и эксплуатации. При введении некоторых параметров (напр. Тип материала и толщина) остальные сварочные параметры задаются автоматически. Это позволяет экономить

					ДП 44.03.04.560 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		21

время и материал при настройке, а так же для эксплуатации аппаратов данного типа не требуется высокая квалификация сварщика.

1.6 Выбор типа сварного соединения

Исходя из толщины свариваемого металла, способа сварки и обеспечения хорошего формирования шва, выбираем для сварки кольцевого шва изделия односторонний стыковой шов без разделки кромок на остающейся подкладке по ГОСТ 14771-76. Условное обозначение сварного соединения – С5.

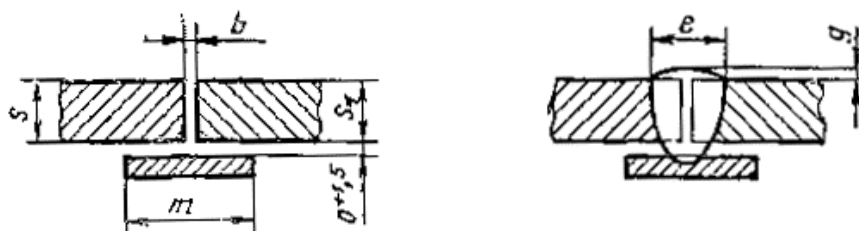


Рисунок 5 - Сварное соединение С5 ГОСТ 14771-76 для сварки кольцевого шва

Данный шов является наиболее оптимальным для данного изделия т.к. обеспечивает надежную сварку деталей. Толщина металла S - 6 мм; величина зазора - $b = 0 + 2$ мм; ширина шва - $e =$ не более 12 мм; высота усиления - $q = 1,5 \pm 1$ мм.

1.7 Расчет режима дуговой сварки в смеси газов $Ar+CO_2$ по площади наплавленного металла

Режимом сварки называют совокупность основных характеристик сварочного процесса, обеспечивающего получение сварных швов, заданных размеров, формы и качества.

При автоматической дуговой сварке плавящимся электродом в среде защитных газов такими характеристиками являются: сварочный ток, напряжение на дуге, диаметр электрода, скорость сварки, скорость подачи проволоки, вылет

					ДП 44.03.04.560 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		22

электрода, расход газа.

Первым условием при выборе режима сварки является получение швов с оптимальными размерами и формой, обеспечивающими как высокую технологическую прочность, так и хорошее формирование шва. Вторым условием выбора рационального режима сварки является обеспечение такого термического цикла, который обеспечивал бы оптимальные свойства зоны термического влияния и металла шва.

Для определения количества проходов определим площадь наплавленного металла, мм².

1) Рассчитаем площадь наплавленного металла по формуле (2)

$$F_n = F_1 + F_2, \quad (2)$$

где: F_n - площадь наплавленного металла, мм²;

$$S = 6 \text{ мм};$$

$$e = 12 \text{ мм};$$

$$q = 1,5 \text{ мм}.$$

$$F_1 = b \cdot s \quad (3)$$

$$F_1 = 2 \cdot 6 = 12 \text{ мм}^2$$

$$F_2 = e \cdot q \quad (4)$$

$$F_2 = 12 \cdot 1 = 12 \text{ мм}^2$$

$$F_n = 12 + 12 = 24 \text{ мм}^2$$

Поскольку для данного сварного соединения не существенна вероятность прожога при автоматической сварке, предлагается выполнить сварку за один проход, приняв для расчёта площадь наплавленного металла равной 24 мм².

2) Расчёт диаметра электродной проволоки

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода (корневого, заполняющего,

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		23

подварочного и т.п.) мм:

$$d_{э.п.} = K_d \cdot F_n^{0.625}, \quad (5)$$

где коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации из таблицы 5.

Таблица 5 - Значение коэффициента K_d

Положение шва	Сварка	
	автоматическая	механизированная
«Лодочка», нижнее	0,149...0,409	0,149...0,409
Вертикальное, горизонтальное, потолочное	0,184...0,503	0,184...0,326

$$d_{э.п.} = 0,149 \cdot 24^{0.625} = 0,149 \cdot 8,4 = 1,3 \text{ мм}$$

Принимаем $d_{э.п.} = 1,2 \text{ мм}$.

Определение исходной глубины проплавления.

Для выполнения расчёта параметров режима сварки необходимо схему соединения с разделкой кромок привести к схеме сварки без разделки кромок с нулевым зазором. Приведения из условия, что общая высота сварного шва для соединений с разной разделкой остается одной и той же величиной при одинаковых параметрах режимов сварки.

Рассчитаем приведённое значение глубины проплавления h_p согласно схеме:

$$h_p = S - 0,5b \quad (6)$$

$$h_p = 6 - 1 = 5 \text{ мм}$$

3) Рассчитаем сварочный ток по формуле (6) $I_{св}$, А:

$$I_{св} = \frac{h_p}{K_h} \cdot 100 \quad (7)$$

$$I_{св} = \frac{5}{1,7} \cdot 100 = 270 \text{ A}$$

K_h —коэффициент пропорциональности

$$K_h = 1,7$$

4) Расчёт значения плотности тока по формуле (8) j , $\text{A}/\text{мм}^2$:

$$j = \frac{4 \cdot I_{св}}{\pi \cdot d_{эп}^2} \quad (8)$$

$$j = \frac{4 \cdot 250}{3,14 \cdot 1,2^2} = \frac{1180}{4,52} = 261 \text{ A}/\text{мм}^2$$

5) Определим вылет электродной проволоки по формуле (9), мм:

$$l_{эп} = 10 \cdot d_{эп} \pm 2 \cdot d_{эп} \quad (9)$$

$$l_{эп} = 10 \cdot 1,2 \pm 2 \cdot 1,2$$

$$l_{эп} = 12 \pm 2,4 \text{ мм}$$

6) Рассчитаем коэффициент расплавления по формуле (14) α_p , $\text{г}/(\text{A} \cdot \text{ч})$:

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot I_{св} \cdot d^{(-1,505)} \quad (10)$$

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot 295 \cdot 1,2^{(-1,505)} = 6,8 + 0,0702 \cdot 295 \cdot 0,4929 = 22,43 \text{ г}/(\text{A} \cdot \text{ч})$$

7) Рассчитаем коэффициент наплавки по формуле (11) α_n , $\text{г}/(\text{A} \cdot \text{ч})$:

Для сварки в смеси газов К-20 (φ_n) коэффициент потерь на угар и разбрызгивание принимаем 3,8%.

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \varphi_n) \quad (11)$$

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
						25
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$\alpha_H = 22,43 \cdot (1 - 0,038) = 22,43 \cdot 0,962 = 21,58 \text{ г}/(\text{А} \cdot \text{ч})$$

8) Рассчитаем скорость сварки по формуле (12) $V_{\text{св}}$, см/с:

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_H \cdot I_{\text{св}}}{3600 \cdot \rho \cdot F_1}, \quad (12)$$

$$V_{\text{св}} = \frac{21,58 \cdot 295}{7,8 \cdot 24} = \frac{9754,16}{436,8} = 21 \text{ м}/\text{ч}$$

α_H – коэффициент наплавки, г/А·ч;

ρ – плотность основного металла, $\rho=7,8 \text{ г}/\text{см}^3$

9) Расчёт напряжения на сварочной дуге по формуле (13) U_d , В:

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot I_{\text{св}} \quad (13)$$

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot 295 = 28,6 \text{ В}$$

Принимаем: $U_d=28 \text{ В}$.

10) Рассчитаем погонную энергию по формуле (14) $q_{\text{п}}$, Дж/см:

$$q_{\text{п}} = \frac{I_{\text{св}} \cdot U_d \cdot \eta_{\text{э}}}{V_{\text{св}}}, \quad (14)$$

$$q_{\text{п}} = \frac{452 \cdot 36 \cdot 0,7}{0,62} = \frac{11390,4}{0,62} = 13771 \text{ Дж}/\text{см}$$

$\eta_{\text{э}}$ – эффективный КПД нагрева изделия дугой.

$\eta_{\text{э}}=0,70$;

11) Найдём коэффициент формы проплавления по формуле (15) $\varphi_{\text{пр}}$:

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		26

$$\varphi_{\text{пр}} = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{\text{св}}) \cdot \frac{d_{\text{эл}} \cdot U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}}, \quad (15)$$

$$\varphi_{\text{пр}} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 452) \cdot \frac{1,6 \cdot 36}{452} = 0,92 \cdot 14,48 \cdot 0,127 = 1,69$$

K' - коэффициент, при плотностях тока $j > 120 \text{ А/мм}^2$ и сварке на постоянном токе обратной полярности равный $K' = 0,92$.

Проверим глубину проплавления h :

$$= 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\varphi_{\text{пр}}}} \quad (16)$$

$$= 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{13771}{1,69}} = 0,61 \text{ см} = 6,1 \text{ мм}$$

12) Скорость подачи электродной проволоки $V_{\text{эл}}^{(+)}$ марки Св-08Г2С при сварке на обратной полярности и вылете $l_{\text{эл}} = 10 \cdot d_{\text{эл}}$, находится по формуле (17), мм/с:

$$V_{\text{эл}}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{I_{\text{св}}}{d_{\text{эл}}^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{I_{\text{св}}^2}{d_{\text{эл}}^3} \quad (17)$$

$$V_{\text{эл}}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{452}{1,6^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{452^2}{1,6^3} = 0,53 \cdot 176,56 + 6,94 \cdot 0,0001 \cdot 49878,9 = 93,57 + 34,61$$

$$= 128,18 \text{ мм/с} = 541 \text{ м/ч}$$

13) Расход защитного газа по формуле (18) $q_{\text{з.г.}}$, л/мин:

$$q_{\text{з.г.}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_{\text{св}}^{0,75}, \text{ л/с}; \quad (18)$$

$$\text{или } q_{\text{з.г.}} = 0,2 \cdot I_{\text{св}}^{0,75}, \text{ л/мин}$$

$$q_{\text{з.г.}} = 0,0033 \cdot 452^{0,75} = 0,0033 \cdot 98,02 = 0,2 \text{ л/с}$$

$$q_{\text{з.г.}} = 0,2 \cdot 60 = 12 \text{ л/мин}$$

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		27

Полученные данные сводим в таблицу 6.

Таблица 6 – Режимы для автоматической сварки в смеси защитного газа Каргон - 20

$F_n, \text{мм}^2$	$d_{э.п.}, \text{мм.}$	$V_{св.}, \text{м/ч}$	$V_{э.п.}, \text{м/ч}$	$I_{св.}, \text{А}$	$U_d, \text{В}$	$l_{э.п.}, \text{мм}$	$q_{з.г.}, \text{л/мин}$
29,5	1,2	21	541	270	28	12±3,2	12

1.8 Выбор оборудования для сварки изделия

1.8.1 Выбор сварочной головки

Для сварки корпуса емкости для гидросистемы из стали 09Г2С требуется сварочный аппарат с постоянной подачей проволоки, для исключения прерывания сварочных процессов и охлаждения свариваемого металла, связанных с заменой электрода. А так же при выборе сварочного аппарата следует учитывать технические характеристики машины и режимы сварки данного изделия. Также следует учитывать способ сварки изделия.

Проанализировав данное изделие (корпус емкости), выбрав способ сварки и приняв меры по уменьшению ручного труда сварщика, выбираем сварочную головку А-1406 (рисунок 6).

Сварочная головка А-1406 с естественным охлаждением токопроводящей части сварочной головки и сопла с плавным регулированием скорости подачи электродной проволоки используется для автоматической однослойной и многослойной сварки в смеси газов каргон 20 на постоянном токе прямолинейных, стыковых, кольцевых и угловых швов. Сварка осуществляется стальной электродной проволокой Св-08Г2С.

Технические характеристики сварочной головки А-1406 приведены в таблице 7.

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.560 ПЗ				

Таблица 7 - Технические характеристики сварочной головки А-1406

Номинальное напряжение сети, В	380
Частота тока питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А	при ПВ="60% 500
Диапазон регулирования сварочного тока, А	60 ÷ 500
Количество электродов, шт	1
Диаметр электродной проволоки, мм:	
- сплошной	1,2 ÷ 2,0
- порошковой	2,0 ÷ 5,0
Пределы плавного регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	17 ÷ 553
Вертикальное перемещение сварочной головки:	
- ход, мм	500
- скорость, м/ч	29,4
Поперечное перемещение сварочной головки:	
- ход, мм	±70
- скорость, м/ч	от руки
Регулировка угла наклона электрода (мундштука), град	±30 ручное
Амплитуда колебания электрода при наплавке порошковой проволокой диаметром до 3 мм., мм	10 ÷ 70
Флюсоаппаратура:	
- объем, дмЗ	40
- расход воздуха, мЗ/ч	20
- высота всасывания флюса, м	2
Масса, кг:	
- сварочной головки	185
- источника питания	275
Габаритные размеры, мм:	
- сварочной головки	1010×890×1725
- источника питания	805×600×1030



Рисунок 6 – Сварочная головка А-1406

										Лист
										29
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.560 ПЗ					

1.8.2 Выпрямитель сварочный ВДУ-506С

В качестве источника питания для сварочной головки А-1406 выбираем выпрямитель сварочный ВДУ-506С (рисунок 7). [6]



Рисунок 7 - Выпрямитель сварочный ВДУ-506С

Выпрямитель сварочный ВДУ-506С универсальный, тиристорный стационарный с принудительной вентиляцией с падающими и двумя видами жестких внешних характеристик общего назначения. Предназначен для комплектации автоматов для сварки под слоем флюса и в среде углекислого газа. Техническая характеристика сварочного выпрямителя ВДУ-506С приведена в таблице 8.

Таблица 8 - Техническая характеристика источника питания ВДУ-506С

	ВДУ-506С
Напряжение питающей сети, В	3x380
Частота питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А (ПВ, %)	500(60%)
Пределы регулирования сварочного тока, А	50-500
Напряжение холостого хода, В, не более	85
Номинальное рабочее напряжение, В	50
Диаметр электрода, электродной проволоки, мм	
Стальная	-
Порошковая	-

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		30

Окончание таблицы 8

1	2
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	-
Мощность привода, Вт	-
Потребляемая мощность, кВА, не более	34
Масса, кг, не более	260
Габаритные размеры, мм, длина/ширина/высота, не более	740x600x920

1.8.3 Система слежения по стыку (двух координатная) WTS

Система, следящая двух координатная (рисунок 8), предназначена для управления положением сварочной головки относительно свариваемого стыка. Слежение осуществляется при помощи механического сенсора с фотоэлектронной системой по траектории, определяемой сварочной разделкой или по специальному копиру.

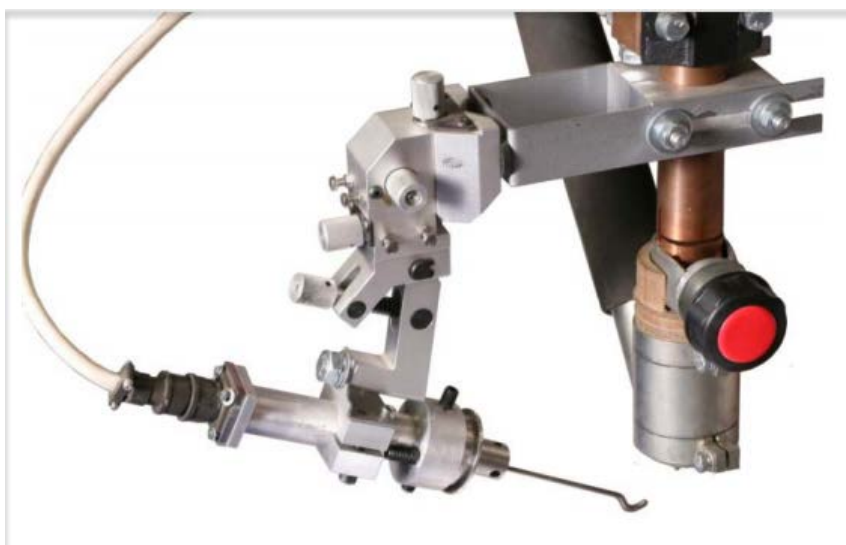
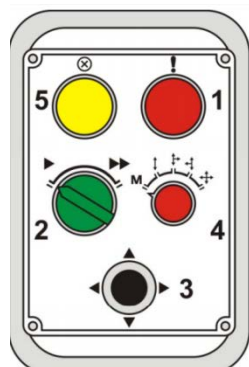


Рисунок 8 – Система слежения по стыку WTS

Сварочная головка устанавливается на вертикальный и горизонтальный суппорта, собранные в виде креста и оснащенные сервомоторами. Система состоит из сенсора, блока управления, пульта дистанционного управления (рисунок 9), и двух суппортов. Система слежения по стыку может работать в зависимости от

типа сварного шва в различных режимах. Система может быть настроена либо по слежению, либо по корню стыка.

Пульт управления



Блок управления

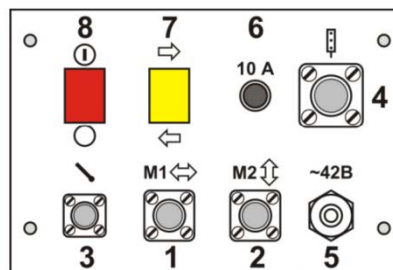


Рисунок 9 – Управление системой слежения

Дистанционный пульт управления:

1. Индикатор лампы (красная). Лампа загорается тогда, когда щуп теряет контакт с изделием в вертикальной плоскости. Автоматическое слежение выключается.

2. Переключатель с зеленой подсветкой. Служит для ручного выбора повышенной скорости при работе от джойстика.

3. Джойстик. Ручное управление сервоприводами суппортов:

- вверх-вниз.
- вправо-влево.

Джойстик всегда имеет приоритет, когда индикаторная лампа 1 гаснет, движение вниз невозможно.

4. Переключатель на пять положений. Выбор режима слежения:

- ручная предварительная.
- слежение в вертикальной плоскости.
- слежение в вертикальной и горизонтальной плоскостях с перемещением щупа вправо.

- слежение в вертикальной и горизонтальной плоскостях с перемещением щупа влево.

- слежение в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

5. Индикаторная лампа (желтая). Загорается при включении питания.

Блок управления:

1. Разъем (4 положения) для подключения мотора горизонтального сервосуппорта.

2. Разъем (4 положения) для подключения мотора вертикального сервосуппорта.

3. Разъем (7 положений) для подключения датчика.

4. Разъем (19 положений) для подключения пульта дистанционного управления или внешней системы управления.

5. Подсоединение питания 42В.

6. Предохранитель 10А.

7. Переключатель для переключения направления перемещения горизонтального суппорта.

8. Выключатель питания.

Технические характеристики системы слежения WTS в собранном виде приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Технические характеристики системы слежения WTS

Напряжение питания, В	42
Потребляемая мощность, Вт	400
Тип регулятора	ШИМ, четырехквadrантный
Рабочая температура, °С	0-250
Класс защиты	IP 53
Точность копирования, мм	0,7
Рабочий ход щупа сенсора, мм	4
Блок управления, мм	260x220x150
Пульт дистанционного управления, мм	190x150x140
Сенсор, мм	Д60X160

1.8.4 Сварочная колонна

Сварочные колонны или как их еще называют - консольные манипуляторы являются неотъемлемой частью при автоматизированной сварке емкостей и крупногабаритных конструкций. Сварочная колонна может быть укомплектована автоматической сварочной головкой любой сложности, а так же системой слежения за сварочным стыком и другими полезными опциями для автоматической сварки.

Выбираем сварочную колонну WELDSUB, версии SLIDE – моторизованное перемещение колонны по рельсам (рисунок 10).



Рисунок 10 - Сварочная колонна WELDSUB

Сварочная колонна WELDSUB закреплена на платформе в опорно-поворотном круге для вращения на 360 градусов и имеет механизм фиксирования колонны в необходимом положении. Для обеспечения безопасности все колонны серии WELDSUB оснащены механизмами защиты от падения. Горизонтальное и вертикальное движение консоли сварочного центра, а также перемещение основания у колонн версии SLIDE осуществляется с помощью 3-х фазных двигателей,

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		34

скорость регулируется в пределах 150-2500 мм/мин. Электрический шкаф установлен на колонне. Элементы управления также располагаются вблизи сварочной головки. На консоли сварочной колонны серии SLIDE возможна установка платформы для оператора.

Технические характеристики сварочной колонны WELDSUB приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Технические характеристики сварочной колонны WELDSUB

Характеристика, модель.	6x6
Напряжение питания сети, В	380
Система защиты от падения	имеется
Скорость движения оси X, мм/мин	50-1500
Контроль скорости, мм/мин	±1
Габаритные размеры, мм	8100x7975x2000

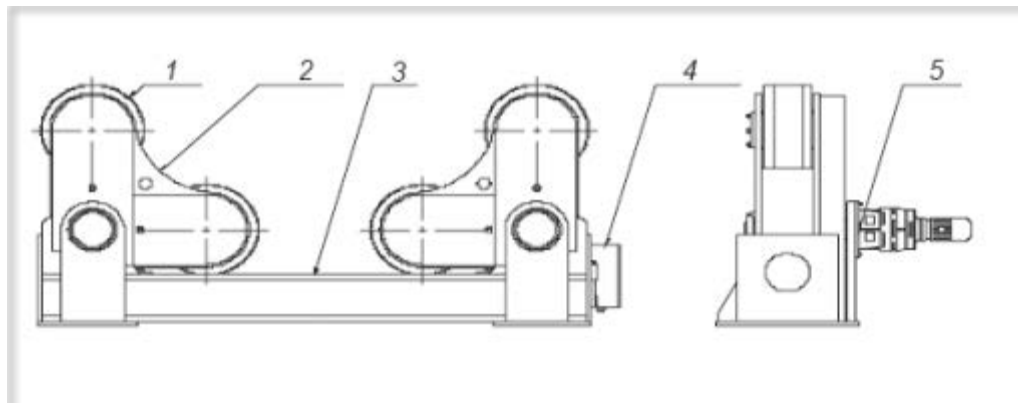
1.8.5 Самонастраивающиеся роликовые опоры ZT-50T

В технологических решениях большинства задач по подбору механического сварочного оборудования, кроме колонны, используются роликовые опоры. Они необходимы для автоматической сварки любых кольцевых швов различных резервуаров. Роликовые опоры состоят из двух секций – приводная (активная) и не приводная (пассивная).

Данные роликовые опоры автоматически регулируют угол позиционирования в зависимости от диаметра изделия при помощи электропривода, установленного на приводной опоре. Приводная роликовая опора работает при помощи мотора переменного тока и редуктора. Вращение осуществляется четырьмя роликами каждой опоры, что дает плавное и надежное вращение. Ролик изготовлен из высокопрочной стали и прессованной резины.

Общий вид приводной роликоопоры ZT-50T показан на (рисунке 11).

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		35



1 - ролик; 2 - кронштейн; 3 - основание; 4 - блок управления; 5 - привод вращения

Рисунок 11 - Общий вид приводной роlikоопоры ZT-50T

Технические характеристики приводной роlikоопоры ZT-50T приведены в таблице 11.

Таблица 11 - Технические характеристики приводной роlikоопоры ZT-50T

Грузоподъемность, кг	50000
Скорость вращения, мм/мин	100-1000
Диапазон диаметров изделий, мм	900-5200
Напряжения питания, В	3x380
Потребляемая мощность, Вт	2x0,75
Габаритные размеры приводной опоры, мм	2750x1300x1130
Габаритные размеры не приводной опоры, мм	2750x1300x590
Диаметр ролика, мм	425x120
Размер стального ролика, мм	415x120
Масса, кг	2900

1.8.6 Полуавтомат ПДГО-510 с ВДУ-506С

Полуавтомат предназначен для сварки изделий из стали на постоянном токе стальной и порошковой проволокой в среде защитных газов. Имеет возможность ручной дуговой сварки покрытыми электродами. Полуавтомат состоит из подающего механизма ПДГО-510 и выпрямителя ВДУ-506С (рисунок 12) [6] .

					ДП 44.03.04.560 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		36



Рисунок 12 - Полуавтомат ПДГО-510 с выпрямителем ВДУ-506С

Подающий механизм полужакрытого типа, внутри которого установлен 4-х роликóвый редукторный привод, электромагнитный клапан, плата управления и газовый тракт. Органы управления сварочным режимом расположены на лицевой панели.

Снаружи на отдельном кронштейне расположена кассета и тормозное устройство.

Механизм подачи может быть также использован при работе непосредственно с полной бухтой электродной проволоки, уложенной на разматывающее устройство.

Стыковочный узел с горелкой может быть двух видов: с евроразъемом или специализированным соединением, что позволяет свободно работать с любым типом современных горелок.

Полуавтомат обеспечивает:

- плавную регулировку и стабилизацию скорости подачи сварочной проволоки и напряжения;
- управление газовым клапаном, подающим механизмом и сварочным источником от кнопки на горелке;
- изменение параметров сварочного режима в процессе сварки;

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		37

- регулировку длительности растяжки дуги и продувки газа до и после сварки.

Полуавтомат имеет следующие технические решения:

- использование 4-х роликового редукторного привода обеспечивает повышенное тяговое усилие и возможность работы с горелками длиной до 5 м;
- применение 15 кг евро кассеты сварочной проволоки;
- зубчатое зацепление подающего и прижимного роликов.

Технические характеристики полуавтомата ПДГО-510 с выпрямителем ВДУ-506С приведены в таблице 12.

Таблица 12 - Технические характеристики полуавтомата ПДГО-510 с, выпрямителем ВДУ-506С

	ВДУ-506С	ПДГО-510
Напряжение питающей сети, В	3x380	48
Частота питающей сети, Гц	50	-
Номинальный сварочный ток, А (ПВ, %)	500(60%)	-
Пределы регулирования сварочного тока, А	50-500	-
Напряжение холостого хода, В, не более	85	-
Номинальное рабочее напряжение, В	50	-
Диаметр электрода, электродной проволоки, мм		
Стальная	-	1.2-2.0
Порошковая	-	1.6-3.2
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	-	70-1000
Мощность привода, Вт	-	120
Потребляемая мощность, кВА, не более	34	-
Масса, кг, не более	260	15
Габаритные размеры, мм, длина/ширина/высота, не более	740x600x920	650x215x410

1.8.7 Назначение установки для сварки

Установка (рисунок 13), предназначена для автоматической сварки в среде защитных газов продольных и кольцевых швов, как снаружи, так и с внутренней стороны цилиндрических конструкций из углеродистых, низколегированных и легированных сталей, включая высокопрочные.

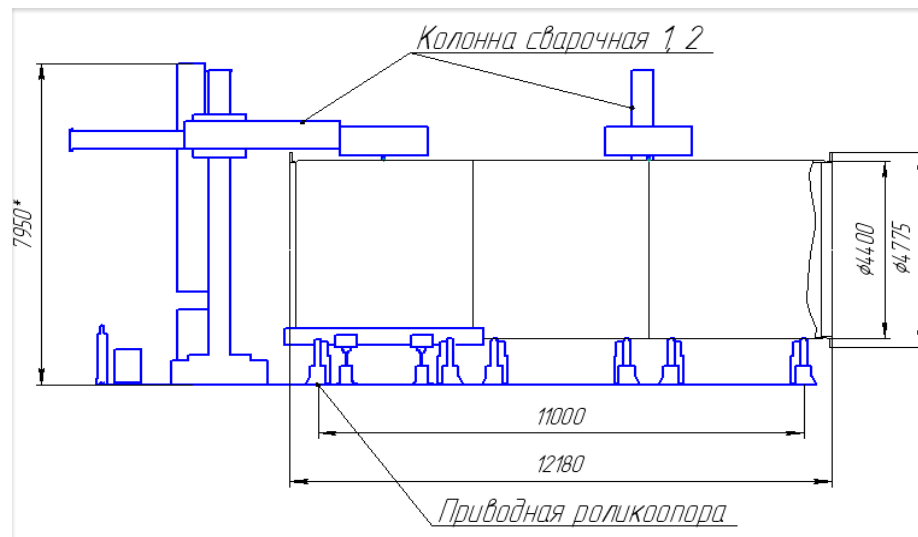


Рисунок 13 - Установка для автоматической сварки в среде защитных газов

На установке предусмотрена сварка цилиндрических конструкций диаметром от 1500 мм до 5400 мм и длиной до 14000 мм с толщиной стенки от 5 мм до 100 мм и массой до 150 т.

- Сварка продольных швов с внутренней стороны длиной до 4000 мм.
- Сварка кольцевых швов с внутренней стороны состыкованных обечаек общей длиной до 8000 мм.
- Сварка продольных швов с наружной стороны до 4000 мм.

Сварка кольцевых швов с наружной стороны, как попарно состыкованных, так и собранных в «плеть» длиной до 14000 мм.

1.9 Технология последовательность изготовления емкости для гидросистемы

Таблица 13 – Технологическая последовательность изготовления емкости для гидросистемы

№ п/п	Наименование операции	Содержание операции	Используемое оборудование и режимы
1	2	3	4
1	Очистка	Очистку применяют для удаления с поверхности металла средств консервации, загрязнений, смазочно-охлаждающих жидкостей, ржавчины, окалина, заусенцев, грата и шлака.	Ручных пневматических и электрических машин.

Продолжение таблицы 13

2	Разметка	Размечаем листы под резку.	Рулетка, маркер, штангенциркуль.
3	Резка	Режим с помощью плазменной резки по разметке.	Аппарат (инвертор) плазменной резки AIRFORCE 160 IGBT (CUT 160I), AURORA,
4	Разделка кромок	Срезать кромки при помощи ручных пневматических и электрических машин по ГОСТ 14771-76 Т6	Ручные пневматические и электрические машины.
5	Вальцовка	Произвести вальцовку листа размером 1000*2500	Вальцы
6	Сборка	Собрать подготовленные детали и произвести прихватки при помощи полуавтомата. Длина прихватки 25/250.	Рулетка, монтажка, сварочный полуавтомат ПДГО - 510 $I_{св} = 209A$ $U_{св} = 24 B$ Проволока Св - 08Г2С Ø1,2 мм
7	Сборка	Установить и прихватить остающуюся подкладку под продольный стык обечайки	ПДГО - 510 $I_{св} = 209A$ $U_{св} = 24 B$ Проволока Св - 08Г2С Ø 1,2 мм
8	Сборка	Установить выводные планки на свариваемую обечайку	ПДГО - 510 $I_{св} = 209A$ $U_{св} = 24 B$ Проволока Св - 08Г2С Ø 1,2 мм
9	Сварка обечайки	Произвести сварку продольного стыка обечайки	Сварочная головка А-1406 ВДУ-506С I=270 А U=28 В Проволока Св - 08Г2С Ø 1,2 мм
10	Обрубочная	Удалить выводные планки после сварки обечайки	Ручные пневматические и электрические машины.
11	Сборочная	Установить остающееся подкладное кольцо под кольцевой стык обечайки	ПДГО - 510 $I_{св} = 209A$ $U_{св} = 24 B$ Проволока Св - 08Г2С Ø1,2 мм
12	Сборочная	Сборка кольцевых стыков обечайки и обечаек с днищами на сборочном стенде	ПДГО - 510 $I_{св} = 209A$ $U_{св} = 24 B$ Проволока Св - 08Г2С Ø 1,2мм

Окончание таблицы 13

1	2	3	4
13	Загрузка	Загружаем емкость для гидросистемы на роликовый стенд установки для сварки.	Кран-балка. Роликовый стенд
14	Сварка	Производится сварка кольцевых швов с помощью сварочной головки на А-1406	Источник питания ВДУ-506 I=270 А U=28 В Проволока Св - 08Г2С Ø 1,2 мм
15	Зачистка	Зачищаем сварные швы от брызг	Ручные пневматические и электрические машины.
16	Контроль	Контролировать геометрические параметры и размеры сварных швов, качество их формирования. Трещины, поры, подрезы запрещены.	Линейка металлическая, штангенциркуль, универсальный шаблон сварщика, дефектоскоп УИУ «Скаруч»
17	Окраска	1. Очистить секцию емкости от ржавчины, грязи и пятен масла, обезжирить. 2. Покрасить секцию корпуса емкости.	Инструмент: щетка металлическая, ветошь, Уайт-спирит. Инструмент: валик покрасочный, емкость. Материал: краска.
	Маркировка	1. Клеймить сварочный шов клеймом сварщика. 2. Клеймить изделие клеймом ОТК.	Инструмент: клеймо сварщика, клеймо ОТК, молоток.

2. Экономический раздел

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки емкости для гидросистемы, изготавливаемой из стали марки 09Г2С с применением автоматической сварки в среде защитных газов.

По базовому варианту работа выполнялась ручной дуговой сваркой. При этом для сборки и сварки использовалась: установка для сборки обечаек с днищами, роликовые опоры, 2 гидравлических центратора, инверторный сварочный аппарат «Ресанта САИ 220», выпрямитель ВДУ-506С, электроды ЭА-606/11 диаметром 4 мм.

Проектируемая технология предполагает замену ручной дуговой сварки цистерны на автоматическую сварку в смеси газов $Ar + 20\%CO_2$.

2.1 Определение капиталобразующих инвестиций

2.1.1 Определение технологических норм времени на сварку продольных швов обечаек, кольцевых швов обечаек и обечайки с днищем

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

$$T_{шт.к} = t_{осн} + t_{пз} + t_{в} + t_{обс} + t_{п}, \quad (19)$$

где: $T_{шт.к}$ - штучно-калькуляционное время на выполнение сварочной операции, ч.;

$t_{осн}$ - основное время, ч.;

$t_{пз}$ - подготовительно-заключительное время, ч.;

$t_{в}$ - вспомогательное время, ч.;

$t_{обс}$ - время на обслуживание рабочего места, ч.;

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		42

$t_{п}$ - время перерывов на отдых и личные надобности, ч.

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

$$t_{осн} = \frac{V_{шв}}{V_{св}} \quad (20)$$

где $L_{шв}$ - сумма длин всех швов, м $\sum L_{шв} = 23,34$ м;

$V_{св}$ - скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч, $V_{св} = 19,8$ м/ч;

$V_{св}$ - скорость сварки (базовый вариант), м/ч, $V_{св} = 5,76$ м/ч.

Определяем основное время по формуле (2.2) для обоих вариантов

$$t_{осн} = \frac{23.34}{5.76} = 4,05 \text{ ч (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{23.34}{19.8} = 1.2 \text{ ч (проектируемый вариант)}$$

Подготовительно-заключительное время ($t_{пз}$) включает в себя такие операции как получение производственного задания, инструктаж, получение и сдача инструмента, осмотр и подготовка оборудования к работе и т.д. При его определении общий норматив времени $t_{пз}$ делится на количество деталей, выпущенных в смену. Примем:

$$t_{пз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{пз} = 0,405 \text{ ч (базовый вариант)}$$

$$t_{пз} = 0,12 \text{ ч (проектируемый вариант)}$$

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		43

Вспомогательное время (t_v) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой t_3 , осмотр и очистку свариваемых кромок $t_{кр}$, очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$, клеймение швов $t_{кл}$, установку и поворот изделия, его закрепление $t_{уст}$:

$$T_v = t_3 + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (21)$$

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 шва $t_{кр}$ вычисляют по формуле:

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_c - 1)) \quad (22)$$

где n_c - количество слоев при сварке за несколько проходов;

$L_{шв}$ длина шва, м, $L_{шв} = 23,34$ м.

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле (2.4)

$$t_{кр} = 23,34 \cdot 0,6 = 14 \text{ мин (проектируемый вариант)}$$

$$t_{кр} = 23,34 \cdot (0,6 + 1,2 \cdot (2 - 1)) = 42 \text{ мин (базовый вариант)}$$

Время на очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$ рассчитываем по формуле

$$t_{бр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_c - 1)). \quad (23)$$

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		44

$$t_{\text{бп}} = 23,34 * 0,6 = 14 \text{ мин. (проектируемый вариант)}$$

$$t_{\text{бп}} = 23,34 * (0,6 + 1,2 * (2 - 1)) = 42 \text{ мин. (базовый вариант)}$$

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

Время на установку, поворот и снятие изделия ($t_{\text{уст}}$) зависит от его массы, данные указаны в таблице 14.

Таблица 14 - 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

$$t_{\text{уст}} = 0,14 \text{ ч.}$$

Таким образом рассчитываем значение $t_{\text{в}}$

$$t_{\text{в}} = 0,083 + 0,14 + 0,14 + 0,21 + 0,14 = 0,713 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

$$t_{\text{в}} = 0,083 + 0,42 + 0,42 + 0,21 + 0,14 = 1,273 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

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

$$t_{\text{обс}} = (0,06...0,08) * t_{\text{осн}} \quad (23)$$

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ($t_{\text{обс}}$) по формуле (23) для базового и проектируемого вариантов соответственно

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
						45
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$t_{\text{обс}} = 0,07 \cdot 4,05 = 0,28 \text{ ч.}$$

$$t_{\text{обс}} = 0,07 \cdot 1,2 = 0,084 \text{ ч.}$$

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

$$t_{\text{п}} = 0,07 \cdot t_{\text{осн}} \quad (24)$$

Рассчитываем $t_{\text{п}}$ по формуле (24) для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_{\text{п}} = 0,07 \cdot 4,05 = 0,28 \text{ ч.}$$

$$t_{\text{п}} = 0,07 \cdot 1,2 = 0,084 \text{ ч.}$$

Таким образом, расчет общего времени $T_{\text{шт-к}}$ на выполнение сварочной операции по обоим вариантам производим по формуле (25):

$$T_{\text{шт-к}} = 4,05 + 0,405 + 1,273 + 0,28 + 0,28 = 6,29 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 1,2 + 0,12 + 0,713 + 0,084 + 0,084 = 2,2 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 6,29 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 2,2 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

Определяем *общую трудоемкость годовой производственной программы* $T_{\text{произв. пр. сварных конструкций}}$ по операциям техпроцесса по формуле (26):

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		46

$$T_{\text{произв. пр.}} = T_{\text{шт.к}} \cdot N \quad (26)$$

где: N — годовая программа, шт., в нашем случае $N = 1000$ шт.

$$T_{\text{произв. пр.}} = 6,29 \cdot 1000 = 6290 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 2,2 \cdot 1000 = 2200 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса. Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса C_p , по формуле (27):

$$C_p = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi d \cdot K_n} \cdot 100 \quad (27)$$

где: Φd - действительный фонд времени работы оборудования, час. ($\Phi d = 1914$ час.);

K_n - коэффициент выполнения норм ($K_n = 1,1 \dots 1,2$).

$$T_{\text{произв. пр.}} = 6290 \text{ ч}$$

$$C_p = \frac{6290}{1914 \cdot 1,2} \cdot 100 = 2,74; \text{ примем } C_p = 3 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_p = \frac{2200}{1914 \cdot 1,2} \cdot 100 = 0,96; \text{ примем } C_p = 1 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

Принятое количество оборудования C_n 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%. Таким образом, по базовой технологии используются три аппарата для свар-

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		47

ки. По новой измененной технологии достаточно одного аппарата для автоматической сварки в среде защитного газа.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования K_3 производим по формуле (2.10):

$$K_3 = \frac{C_p}{C_n} \quad (28)$$

где K_3 - коэффициент загрузки оборудования;

C_p — количество оборудования по операциям техпроцесса, шт.

C_n — принятое количество оборудования, шт.

$$K_3 = \frac{2,74}{3} = 0,91 \quad (\text{базовый вариант});$$

$$K_3 = \frac{2,70,964}{1} = 0,96 \quad (\text{проектируемый вариант}).$$

Коэффициент загрузки оборудования равен 1, так как оборудование и оснастка не используется на других работах этого предприятия.

Необходимо стремиться к тому, чтобы средний коэффициент загрузки оборудования был, возможно, ближе к единице.

2.1.3 Расчет капитальных вложений

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляем исходные данные в виде таблицы 15.

Таблица 15 - Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2	3	4
Годовая производственная программа выпуска	шт.	1000	1000

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		48

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4
Подвесная Кран-балка до 3 тонн	руб./шт.	200000	200000
Листопрямлящая машина для выравнивания листового металла серии WD UBR	руб./шт.	500000	500000
Установка плазменной резки MasterCut PR 6000x1500x25	руб./шт.	1000000	1000000
Трехвалковая листогибочная машина Акуарак серии АН	руб./шт.	600000	600000
Стенд для сборки продольных стыков обечаек	руб./шт.	1200000	1200000
Углошлифовальная машинка «Энкор УШМ-1100/125Э»	руб./шт.	10000	10000
Ультразвуковой дефектоскоп А1550 IntroVisor	руб./шт.	30000	30000
Сварочный аппарат «Ресанта САИ 220», Ц _{опт} , 3 шт.	руб./шт.	30000	
Выпрямитель ВДУ-506с	руб./шт.	80000	
Сварочный автомат А-1406 с источником питания ВДУ-506	руб./шт.	-	550000
Сварочная колонна WELDSUB	руб./шт.		3200000
Полуавтомат ПДГО - 510	руб./шт.		30000
Центратор	руб./шт.	785000	785000
Лист 6 мм. Сталь 09Г2С, Ц _{км}		40000	40000
электроды марки УОНИ 13/55, 4 мм, Ц _{о.р.м}	руб/кг	200	
Сварочная проволока Св-08Г2С диаметр. 1,2 мм, Ц _{о.р.м}	руб/кг		120
защитн. газ (смесь Аг+20%СО2), Цзг			7,20
Расход защитного газа	л/мин.		12
Тариф на электроэнергию, Ц _{эл}	руб./кВт-час.	3,16	3,16
Длина сварного шва	м	23,34	23,34
Положение шва		нижнее	нижнее
Условия выполнения работы		стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электросварщика-разряд		3	4
Тарифная ставка, Т _{ст}	руб.	50	60
Масса конструкции	т	1,7	1,7

Рассчитываем балансовую стоимость оборудования при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле (29):

$$K_{обj} = Ц_{обj} \cdot (1 + K_{тз}), \text{руб.} \quad (29)$$

									Лист
									49
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.560 ПЗ				

где $K_{обj}$ - цена приобретения единицы j -ого оборудования, руб.;

$K_{ТЗ}$ - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, затраты устройство фундамента, монтаж, наладку ($K_{ТЗ} = 0,12$).

Базовый вариант:

$$K_{обj} = 110000 \cdot (1 + 0,12) = 123200 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$K_{обj} = 3940000 \cdot (1 + 0,12) = 4412800 \text{ руб.}$$

Определяем по формуле (30) капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ по вариантам:

$$K_{об} = \sum K_{обj} \cdot C_{пj} \cdot K_{зj} \quad (30)$$

где: $K_{обj}$ - балансовая стоимость j -ого оборудования, руб.;

$C_{пj}$ - принятое количество j -ого оборудования, шт.;

$K_{зj}$ - коэффициент загрузки j -ого оборудования, $K_{зj} = 1$.

$$K_{об} = 123200 \cdot 3 \cdot 1 = 369600 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{об} = 4412800 \cdot 1 \cdot 1 = 4412800 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 16.

Таблица 16 - Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2	3
Оптовая цена единицы оборудования, руб.	123200	3940000
Количество единиц оборудования, шт.	3	1
Балансовая стоимость оборудования (стоимость	123200	4412800

					ДП 44.03.04.560 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		50

Окончание таблицы 16

1	2	3
приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.		
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	369600	4412800

2.2 Расчет технологической себестоимости металлоконструкции

Технологическая себестоимость формируется из прямых затрат, связанных с расходованием ресурсов при проведении сварочных работ в цехе. Расчет технологической себестоимости проводим по формуле (31):

$$C_T = M_3 + Z_э + Z_{пр}, \quad (31)$$

где: M_3 - затраты на все виды материалов, основных, комплектующих и полуфабрикатов;

$Z_э$ - затраты на технологическую электроэнергию (топливо);

$Z_{пр}$ - затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос - 30% от фонда оплаты труда).

2.2.1. Расчет материальных затрат

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энерго-ресурсы на технологические цели.

Материальные затраты (M_3 , руб.) рассчитываются по формуле (32).

$$M_3 = C_{о.м} + C_{эн} + C_{др}. \quad (32)$$

где: $C_{о.м}$ - стоимость основных материалов в расчете на одно металлоизделие, руб.;

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		51

$C_{эн}$ - стоимость электроэнергии при выполнении технологической операции сварки металлоизделия, руб.

$C_{др.}$ - стоимость прочих компонентов в расчете на одно металлоизделие.

Стоимость основных материалов ($C_{о.м.}$, руб.) с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле (33).

$$C_{о.м.} = [C_{к.м.} + C_{св.пр.} + (C_{зг.} + C_{св.фл.})] \cdot K_{тр} \quad (33)$$

где: $K_{тр}$ - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05... 1,08.

Стоимость конструкционного материала ($C_{к.м.}$)

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 09Г2С.

$$C_{к.м.} = m_k \cdot C_{к.м.}, \quad (34)$$

где: m_k - масса конструкции, т;

$C_{к.м.}$ - цена одной тонны конструкционного материала, руб.

$$C_{к.м.} = 1,7 \cdot 40000 = 68000 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 68000 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

Расчет затрат на электродную проволоку Св-08Г2С и электроды проводим по формуле (35):

$$C_{св.пр.} = M_{нм} \cdot \Psi \cdot C_{с.п.} \cdot K_{тр}, \text{ руб.} \quad (35)$$

где: $M_{нм}$ - масса наплавленного металла, кг;

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		52

Ψ - коэффициент разбрызгивания электродного металла (сварка в среде CO_2 характеризуется разбрызгиванием электродного металла, для данного вида сварки = 1,15-1,20);

$C_{с.п}$ - оптовая цена 1 кг сварочной проволоки, руб.;

$K_{тр}$ - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05... 1,08.

Масса наплавленного металла $M_{нм}$ рассчитывается по формуле (36):

$$M_{нм} = V_{нм} \cdot P_{нм}, \quad (36)$$

где: $V_{нм}$ - объем наплавленного металла, $см^3$;

$P_{нм}$ - плотность наплавленного металла, г/см ($P_{стали} = 7,8$ г/см).

$$M_{нм} = 933,6 \cdot 7,8 = 7282г = 7,282 \text{ кг}$$

Объем наплавленного металла $V_{нм}$ рассчитывается по формуле:

$$V_{нм} = L_{шв} \cdot F_0, \quad (37)$$

где: F_0 - площадь поперечного сечения наплавленного металла, $см^2$;

$L_{шв}$ - длина сварного шва, см.

$$V_{нм} = 2334 \cdot 0,4 = 933,6 \text{ см}^2$$

Производим расчеты $C_{св.пр}$ на изготовление одной металлоконструкции по формуле (37):

$$C_{св.пр} = 7,282 \cdot 1,2 \cdot 200 \cdot 1,05 = 1835,2 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		53

$$C_{\text{св.пр}} = 7,282 \cdot 1,2 \cdot 120 \cdot 1,05 = 1101,0 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Расчет затрат на защитный газ проводим по формуле (38).

$$C_{\text{дп}} = t_{\text{осн}} \cdot q_{\text{зг}} \cdot K_{\text{р}} \cdot C_{\text{зг (фл)}} \cdot K_{\text{тр}} \quad (38)$$

где: $t_{\text{осн}}$ - время сварки в расчете на одно металлоизделие, мин.;

$q_{\text{зг}}$ - расход флюса, защитного газа, кг/ мин; л/мин.;

$K_{\text{р}}$ - коэффициент расхода флюса, газа;

$$K_{\text{р}} = 1,1;$$

$C_{\text{зг(фл)}}$ - цена газа за один литр, флюса за 1 кг, руб.;

$K_{\text{тр}}$ - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05... 1,08.

$$t_{\text{осн}} = \frac{23,34}{5,76} = 4,05 \text{ ч} = 243 \text{ мин. (базовый вариант)}$$

$$t_{\text{осн}} = \frac{23,34}{19,8} = 1,2 \text{ ч} = 72 \text{ мин. (проектируемый вариант)}$$

Расход защитного газа $q_{\text{зг}} = 12 \text{ л/мин.}$

$C_{\text{зг}} = 72 \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 5,9 \cdot 1,05 = 4906,44 \text{ руб. (проектируемый вариант- защитная смесь Ag + 20% CO}_2\text{)}$.

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

Расчет затрат на электроэнергию на операцию проводим по формуле (39):

$$Z_3 = \alpha_3 \cdot W \cdot C_{\text{э}}, \text{руб.} \quad (39)$$

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		54

где: α_3 - удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт-ч/кг;

W- расход электроэнергии, кВт-ч;

Π_3 - цена за 1 кВт-ч; $\Pi_3 = 3,16$ кВт/ч.

$$Z_3 = 8 \cdot 7,282 - 3,16 = 184,09 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_3 = 5 \cdot 7,282 - 3,16 = 115,06 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Материальные затраты (M_3) на основные материалы на одно изделие (исключаем затраты на основной конструкционный материал) рассчитываются по формуле (40):

$$M_3 = C_{o.m} + C_{эп} + C_{др}, \quad (40)$$

По базовому варианту:

$$M_3 = 1835,2 + 184,09 = 2019,29 \text{ руб.}$$

По проектируемому варианту:

$$M_3 = 1101,0 + 4906,44 + 115,06 = 6122,4 \text{ руб.}$$

Расчет численности производственных рабочих. Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих $Ч_{ОР}$ определяется для каждой операции по формуле (41):

$$Ч_{ОР} = \frac{T_{\text{произв.пр}}}{\Phi_{др} \cdot K_{в}} \quad (41)$$

где: $T_{\text{произв.пр}}$ - трудоемкость производственной программы, час.;

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		55

$\Phi_{др}$ - действительный фонд времени производственного рабочего ($\Phi_{др} = 1870$ час.);

K_b - коэффициент выполнения норм выработки (1,1... 1,3).

$$Ч_{ор} = \frac{6290}{1870 * 1,1} = 3,05 \text{ примем } Ч_{ор} - 3 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$Ч_{ор} = \frac{2200}{1870 * 1,1} = 1,07 \text{ примем } Ч_{ор} = 1 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования. По базовой технологии работает 3 сварщика, по новой измененной технологии работают 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 $Ч_{ор}$.

2.2.2. Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды

Этот раздел предусматривает расчет основной и дополнительной зарплаты производственных рабочих, отчислений на социальные нужды (социальных взносов), т.е. налоговых выплат, включаемых в себестоимость.

Расходы на оплату труда ($Z_{пр}$) рассчитываются по формуле (42).

$$Z_{пр} = Z_{по} + Z_{пд} \quad (42)$$

где: $Z_{по}$ - основная заработная плата, руб.;

$Z_{пд}$ - дополнительная заработная плата, руб.

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		56

$$P_{cd} = \frac{50 \cdot 377,4}{60} = 314,5 \text{руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{cd} = \frac{60 \cdot 132}{60} = 132 \text{руб. (проектируемый вариант).}$$

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле (45):

$$D_{вр} = \frac{T_{ст} - T_{вр} \cdot (0,1 \dots 0,31)}{100 \cdot 60} \quad (45)$$

где: $D_{вр}$ - доплата за вредные условия труда, руб.;

$T_{ст}$ - тарифная месячная ставка, руб.

$T_{вр}$ - время работы во вредных условиях труда, мин. $T_{вр} = T_{шх-к} (0,1 \dots 0,31)$, мин.;

Коэффициент в пределах (0,10...0,31).

$$D_{вр} = \frac{50 \cdot 377,4 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,63 \text{руб. (базовый вариант);}$$

$$D_{вр} = \frac{60 \cdot 132 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,26 \text{(проектируемый вариант);}$$

$$Z_{пр} = 314,5 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 0,63 = 613,9 \text{руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{пр} = 132 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 0,26 = 257,66 \text{руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитываем дополнительную заработную плату производственных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле (46):

$$Z_{пд} = K_d \cdot Z_{по} \cdot K_{сс} \quad (46)$$

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		58

где: $Z_{\text{пд}}$ - выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное на производстве время, руб.;

$Z_{\text{по}}$ - основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$K_{\text{д}}$ - коэффициент дополнительной заработной платы. $K_{\text{д}} = 1,13$;

$K_{\text{сс}}$ - коэффициент, учитывающий отчисления на социальные взносы. $K_{\text{сс}} = 1,3$.

$$Z_{\text{пд}} = 1,13 \cdot 613,9 \cdot 1,3 = 901,81 \text{руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{\text{пд}} = 1,13 \cdot 257,66 \cdot 1,3 = 378,5 \text{руб. (проектируемый вариант).}$$

Расходы на заработную плату основных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, рассчитанные по формуле (46), составляют:

$$Z_{\text{пр}} = 613,9 + 901,81 = 1515,7 \text{руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{\text{пр}} = 257,66 + 378,5 = 636,16 \text{руб. (проектный вариант).}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости $C_{\text{т}}$ изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ($N = 1000$ шт.) в таблицу 17.

Таблица 17 - Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Затраты на основные материалы, $C_{\text{о.м}}$, руб.	2019290	6122400
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{\text{эн}}$, руб.	184090	115060
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $Z_{\text{пр}}$, руб.	1515700	636160
Технологическая себестоимость годового выпуска, $C_{\text{т}}$ руб.	3719080	6873620

2.2.3 Расчет полной себестоимости изделия

Перед расчетом полной себестоимости изготовления металлоконструкции рассчитывается технологическая, а затем производственная себестоимость изготовления одной металлоконструкции.

Производственная себестоимость ($C_{пр}$, руб.) включает затраты на

Производство продукции, обслуживание и управление производством, расчет $C_{пр}$ проводят по формуле (47):

$$C_{пр} = C_T + P_{пр} + P_{хоз} \quad (47)$$

где: C_T - технологическая себестоимость, руб.;

$P_{пр}$ - общепроизводственные (цеховые) расходы, руб.;

$P_{хоз}$ - общехозяйственные расходы, руб.

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (48).

$$P_{пр} = C_A + C_p + P_{пр} \quad (48)$$

где: C_A - затраты на амортизацию оборудования, руб.;

C_p - на ремонт и техническое обслуживание оборудования, руб.;

$P_{пр}$ - расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение).

В статью «Общепроизводственные расходы» ($P_{пр}$, руб.) включаются расходы на:

- оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, вспомогательных рабочих;
- амортизацию оборудования;

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		60

- ремонт основных средств;
- охрану труда работников;
- содержание и эксплуатацию оборудования, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов и др.

Затраты на амортизацию оборудования. Рассчитываем по формуле (49)

$$C_A = \frac{K_{об} * N_A * n_0 * T_{шт-к}}{100 * \Phi_d * K_b} \quad (49)$$

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

N_A - норма годовых амортизационных отчислений, %; для механизированной сварки $N_A = 14,7$ %;

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_0 - коэффициент загрузки оборудования, $K_0 = 0,9$;

n_0 - количество оборудования, шт.;

K_b - коэффициент, учитывающий выполнение норм времени, $K_b = 1,1$.

Затраты на амортизацию при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, приходящиеся на одно изделие по формуле (49):

$$C_A = \frac{123200 * 14,7 * 3 * 6,29}{100 * 1914 * 1,1} = 162,32 \quad \text{руб. (базовый вариант);}$$

$$C_A = \frac{616000 * 14,7 * 1 * 2,2}{100 * 1914 * 1,1} = 94,62 \quad \text{руб. (проектируемый вариант).}$$

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		61

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования рассчитываем по формуле (50):

$$C_p = \frac{K_{об} * Д}{100} \quad (50)$$

где: $K_{об}$ - капитальные вложения в оборудование и техоснастку, руб.; принимается равным 3 %.

$C_p = \frac{369600 * 3}{100} = 11079$ руб./на производственную программу или 11,08 руб в расчете на одно металлоизделие (11079 руб./1000 шт), - базовый вариант;

$C_p = \frac{3940000 * 3}{100} = 118200$ руб./на производственную программу или 18,48 руб./на металлоконструкцию (118200 руб./1000 шт), - проектируемый вариант.

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение) определяются формуле (51):

$$P_{пр} = \frac{\%P_{пр} * З_{по}}{100} \quad (51)$$

где: $З_{по}$ - основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$\%P_{пр}$ - процент общепроизводственных расходов на содержание производственных помещений и прочих цеховых расходов, %. $P_{пр} = 10$.

$$P_{пр} = \frac{953920 * 10}{100} = 95392 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{пр} = \frac{572352 * 10}{100} = 57235 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (52):

$$P_{пр} = C_A + C_p + P_{пр}, \quad (52)$$

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		62

где: C_A - затраты на амортизацию оборудования, руб.;

C_p - на ремонт и техническое обслуживание оборудования, руб.;

$P_{пр}$ - расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение).

$$P_{пр} = 162,32 + 11079 + 95392 = 106633,32 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{пр} = 94,62 + 18480 + 57235 = 75809,62 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

В статью «Общехозяйственные расходы» ($P_{хоз}$, 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 (53).

$$P_{хоз} = \frac{\%P_{хоз} * Z_{по}}{100} \quad (53)$$

где: $Z_{по}$ - основная заработная плата производственных рабочих, руб.; $\% P_{хоз}$ - процент общехозяйственных расходов, %.

$$\%P_{хоз} = 25.$$

$P_{хоз}$ при изготовлении одной металлоконструкции:

$$P_{хоз} = \frac{25 * 386,36}{100} = 96,59 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{хоз} = \frac{25 * 66,92}{100} = 57,95 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		63

Производственная себестоимость годового выпуска металлоконструкций при базовом и проектируемом варианте технологии, $C_{пр}$ рассчитывается по формуле:

$$C_{пр} = 3719080 + 106633,32 + 96590 = 3922303,3 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{пр} = 6873620 + 175529,62 + 57950 = 7107449,6 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» (P_k , 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 (54):

$$P_k = \frac{\%P_k * C_{пр}}{100} \quad (54)$$

где: $\%P_k$ - процент коммерческих расходов от производственной себестоимости, $\%P_k$ - 0,1-0,5%.

$$P_k = \frac{0,1 * 34223698,32}{100} = 34223,69 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_k = \frac{0,1 * 33578850,62}{100} = 33578,85 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций ($C_{п}$) включает затраты на производство ($C_{пр}$) и коммерческие расходы (P_k) и рассчитывается по формуле (55):

Расчет полной себестоимости изготовления металлоконструкций, $C_{п}$ производим по формуле:

$$C_{п} = C_{пр} + P_k, \quad (55)$$

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		64

где: P_k - коммерческие расходы, руб.

$$C_{\Pi} = 3922303,3 + 34223,69 = 3956526,6 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\Pi} = 7107449,6 + 33578,85 = 7141028,4 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 18.

Таблица 18 - Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Значение, руб.		Отклонения, руб.
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
Объем годового выпуска продукции, N, шт.	1000	1000	0
Материальные затраты, M_3	7524350	6856560	-667790
Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, $Z_{\text{пр}}$	1515700	636160	-879540
Технологическая себестоимость C_t , руб.	3719080	6873620	+3154540
Общепроизводственные расходы, $P_{\text{пр}}$	106663,32	75809,62	-30853,7
Общехозяйственные расходы, $P_{\text{хоз}}$	96590	57950	-38640
Производственная себестоимость, $C_{\text{пр}}$	3922303,3	7007449,6	+3085146,3
Коммерческие расходы, P_k	34223,69	33695,03	-528,66
Полная себестоимость, C_{Π}	3956526,6	7041028,4	+3084501

2.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности

Расчет основных показателей сравнительной эффективности проводим по варианту Б, 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 составляет 1000 шт.

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		65

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

$$\Delta C = (C_{T1} - C_{T2}) * N, \quad (56)$$

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:

$$\Delta C = (3719,080 - 6873,620) * 1000 = -3154,54 \text{ т.руб.}$$

Технологическая себестоимость в проектируемом варианте выше технологической себестоимости в базовом варианте за счет увеличения расходов на вспомогательные материалы (проволока, газ)

Расчет прибыли от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, Π , руб. рассчитываем по формуле (57).

Выручкой от реализации продукции (B , руб.) и полной себестоимостью, C_{Π} , руб.

$$\Pi = B - C_{\Pi} \quad (57)$$

где: B - выручка от реализации продукции;

C_{Π} - полная себестоимость.

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Π , руб.) по формуле (58) по базовому и проектируемому вариантам.

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		66

$$\Delta C_{\pi} = C_{\pi 1} - C_{\pi 2}, \quad (58)$$

где: $C_{\pi 1}, C_{\pi 2}$ - полная себестоимость годового выпуска продукции по базовому и проектируемому вариантам соответственно.

Рассчитаем отпускную цену металлоизделия Π по формуле (59):

$$\Pi = C_{\pi} * K_p, \quad (59)$$

где: C_{π} - полная себестоимость металлоизделия, руб./шт.;

K_p - среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции.

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 - 1,37.

$$\Pi_1 = 3956,5 \cdot 1,3 = 5143,45 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 7041,02 \cdot 1,3 = 9153,27 \text{ руб.}$$

Рассчитываем выручку от реализации годового объема металлоизделий (B) по формуле (60) по базовому и проектируемому вариантам:

$$B = \Pi * N \quad (60)$$

где: N - годовой объем производства продукции.

$$B_1 = 5143,45 \cdot 1000 = 5143450 \text{ руб.}$$

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		67

$$B_2 = 9153,27 \cdot 1000 = 9153270 \text{ руб.}$$

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой (61) по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий.

$$\Pi = B - C_{\text{п}}, \quad (61)$$

$$\Pi_1 = 5143450 - 3956526,6 = 1186923,4 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 9153270 - 7041028,4 = 2112241,6 \text{ руб.}$$

Изменение (прирост, уменьшение) прибыли ΔC в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым рассчитывается по формуле (62):

$$\Delta \Pi = \Pi_2 - \Pi_1 \quad (62)$$

где: Π_1, Π_2 - прибыль соответственно в базовом и проектируемом вариантах.

$$\Delta \Pi = 2112241,6 - 1186923,4 = 925318,2 \text{ руб.}$$

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций, ($N_{\text{кр}}$)) проводим по формуле (63) по базовому и проектируемому вариантам:

$$N_{\text{кр}} = \frac{C_{\text{пост}}}{C - C_{\text{пер}}} \quad (63)$$

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

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		68

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

Π - отпускная цена металлоконструкции, руб./изделие;

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

$$N_{\text{кр} 1} = \frac{3956526,6 - 3719080}{5143,45 - 3719,080} = 754 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{кр} 2} = \frac{7041028,4 - 6873620}{9153,27 - 6873,62} = 276 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции, R , проводим по формуле (64):

$$R = \frac{\Pi}{C_{\text{п}}} \quad (64)$$

$$R1 = \frac{1186923,4}{3956526,6} * 100 = 29,9\%$$

$$R2 = \frac{2112241,6}{7041028,4} * 100 = 29,9\%$$

Расчет производительности труда (выработка в расчете на 1 производственного рабочего (в базовых ценах), тыс. руб./чел.), $\Pi_{\text{тр}}$ производим по формуле (65) соответственно по базовому и проектируемому вариантам:

$$\Pi_{\text{тр}} = \frac{B}{\text{Ч}_{\text{ор}}} \quad (65)$$

где: B - выручка от реализации годового объема металлоизделий, руб.;

$\text{Ч}_{\text{ор}}$ - численность производственных рабочих, чел.

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		69

$$\Pi_{\text{тр1}} = \frac{5143450}{3} = 1714483,5 \text{ руб./чел. } 1714,48 = \text{ тыс. руб./чел.}$$

$$\Pi_{\text{тр1}} = \frac{9153270}{1} = 9153270 \text{ руб./чел. } = 9153,27 \text{ тыс. руб./чел.}$$

Расчет срока окупаемости капитальных вложений, $T_{\text{ок}}$ производим по формуле (66):

$$T_0 = \frac{\Delta K_d}{\Delta \Pi} \quad (66)$$

где: ΔK_d - дополнительные капитальные вложения, руб.;

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

$$T_0 = \frac{3940000}{925318,2} = 4,25 \text{ года}$$

После проведения экономических расчетов необходимо сгруппировать результирующие показатели экономической эффективности в виде таблицы 18 - которая может быть представлена в качестве иллюстративного материала при защите ВКР.

Таблица 18 – Показатели экономической эффективности

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+/-)
			Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	2	3	4	5	6
1	Годовой выпуск продукции, N	шт.	1000	1000	0
2	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	5143450	9153270	+4009820

Окончание таблицы 18

1	2	3	4	5	6
3	Капитальные вложения, К	руб.		1866000	+1866000
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, С _т	руб.	3719080	6873620	-3154540
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, С _п	руб.	3956526,6	7041028,4	+3084501
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	1186923,4	2112241,6	+925318,2
7	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	3	1	-2
8	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), П _{пр}	тыс. руб./чел.	1714,48	9153,27	+7438,79
9	Рентабельность продукции, R	%	29,9	29,9	-
10	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (Т _{ок})	Лет		4,25	
11	Точка безубыточности (критический объем выпуска)	шт.	754	476	-278

Вывод: Предложенный в проекте технологический способ сварки металлоизделия эффективен, как в сфере эксплуатации за счет повышения долговечности сварных соединений конструкции металлоизделия, так и за счет снижения влияющих на себестоимость издержек.

В сфере производства изделия экономия по себестоимости обеспечена 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 2 человека.

3 Методическая часть

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки корпуса емкости. В процессе разработки предложено заменить ручную дуговую сварку на автоматическую в среде защитных газов. Технология проектируемого вида сварки предполагает работу на современном сварочном оборудовании. В связи с этим для реализации разработанной технологии должны быть подготовлены квалифицированные рабочие, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт такого оборудования.

К сборке-сварке по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Сварщик – оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» не ниже 4-го разряда. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик ручной дуговой сварки » 3-го разряда. В связи с этим целесообразно разработать программу повышения квалификации рабочих сварочной специализации и провести повышение квалификации в рамках данного промышленного предприятия.

Целью методической части дипломного проекта является разработка учебно-программной документации для подготовки рабочих по профессии «Сварщик –оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» 4-го разряда, с участием которых возможна реализация спроектированной в дипломном проекте технологии в условиях промышленного предприятия.

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

Профессиональные стандарты применяются:

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		72

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

- 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 Минюстом России 13.02.2014 г., рег. № 31301), с изменениями на 10.01.2017 г.

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).

В таблице 19 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик ручной дуговой сварки плавлением» (3-го разряда) и «Сварщик – оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки плавлением (4-го разряда)».

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		73

Таблица 19 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик ручной дуговой сварки плавлением» (3-го разряда) и «Сварщик – оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки плавлением».

Характеристики	Сварщик ручной дуговой сварки плавлением	Сварщик - оператор полностью механизированной и автоматической сварки плавлением
1	2	3
Трудовая функция	Ручная дуговая 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 статистическими, динамическими и вибрационными нагрузками	Выполнение полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов с настройкой и регулировкой оборудования
Трудовые действия	Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для ручной дуговой сварки плавлением, настройка сварочного оборудования с учетом его специализированных функций (возможностей). Выполнение ручной дуговой сварки плавлением сложных и ответственных конструкций	Изучение производственного задания, конструкторской и производственно-технологической документации. Подготовка рабочего места и средств индивидуальной защиты. Подготовка сварочных и свариваемых материалов к сварке. Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования. Сборка конструкции под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки. Контроль с применением измерительного инструмента подготовленной под сварку конструкции. Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением. Извлечение сварной конструкции из сборочных приспособлений и тех. оснастки.
Необходимые умения	Проверять работоспособность оборудования и приспособле	Выполнение полностью механизированной и автоматиче

Продолжение таблицы 19

1	2	3
	<p>ний для сварки и настраивать его. Выбирать пространственное положение сварного шва, применять сборочные приспособления. Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции под сварку. Использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции. Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.</p>	<p>ской сварки плавлением металлических материалов. Определять нарушения режимов по внешнему виду сварных швов. Выполнять настройку и регулировку оборудования для сварки, вспомогательного оборудования и приспособлений, в том числе процессе выполнения сварки. Контролировать работу оборудования.</p>

<p>Необходимые знания</p>	<p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) плавлением. Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах. Правила подготовки кромок под сварку. Сварочные (наплавочные) материалы, основные группы и марки. Устройство сварочного и вспомогательного оборудования. Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки. Способы устранения дефектов сварных швов. Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Правила по охране труда, в том числе на рабочем месте.</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах. Конструкция и устройство оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, причины возникновения неисправностей и способы их устранения. Особенности настройки и регулировки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки, в том числе в процессе выполнения сварки. Назначение и работа контрольно-измерительных приборов. Причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях. Виды коррозии и факторы,</p>
---------------------------	---	--

Окончание таблицы 19

1	2	3
		<p>приводящие к ее появлению. Функциональные и принципиальные электрические схемы, чертежи механизмов и узлов используемого оборудования.</p> <p>Основные виды термической обработки сварных соединений.</p>
<p>Другие характеристики</p>	<p>Область распространения ручной дуговой сварки плавлением в соответствии с данной трудовой функцией:</p> <p>сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную: сварка дуговая плавящимся электродом; сварка (дуговая) гравитационная покрытым электродом; резка воздушно-дуговая; резка кислородно – дуговая;</p> <p>сварочный процесс: сварка ручная дуговая ванная покрытым электродом;</p> <p>ручная дуговая резка и строжка металлов.</p>	<p>Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией:</p> <p>Сварка автоматическая в среде защитных газов:</p> <p>Сварка выполняется на полностью механизированном оборудовании и автоматических машинах.</p>
<p>Характеристики выполняемых работ</p>	<p>Прихватка элементов конструкции во всех пространственных положениях.</p> <p>Сварка сложных и ответственных конструкций из различных материалов, предназначенных для работы под давлением, под статистическими, динамическими и вибрационными нагрузками во всех пространственных положениях сварного шва.</p> <p>Ручная дуговая резка сложных деталей из различных материалов.</p> <p>Устранение трещин и раковин в изделиях более 0,2 мм и в изделиях с труднодоступными для сварки местами.</p> <p>Исправление дефектов сваркой.</p>	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.560 ПЗ

Лист

76

На основании выявленного сравнения возможно разработать содержание краткосрочной подготовки по профессии «Сварщик – оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки плавлением».

3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки плавлением».

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для повышения квалификации рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическое обучение при повышении квалификации рабочих содержит экономический, общепромышленный и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при повышении квалификации 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 повышения квалификации рабочих по профессии «Сварщик - оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки», который представлен в таблице 20. Продолжительность обучения 1 месяц.

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		77

Окончание таблицы 21

1	2	3
3.1	Оборудование для автоматической сварки в среде з/г	4
3.3	Сварочные трактора	3
3.4	Типовые конструкции сварочной головки	3
4	Технология механизированной сварки в среде защитных газов	12
4.1	Особенности сварки в среде защитных газов	5
4.2	Режимы механизированной сварки в среде з/г	4
4.3	Механическое оборудование, используемое для сварочных работ в среде з/г	3
5	Контроль качества сварных швов	3
6	Охрана труда	2
	Итого:	33

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

3.4 Разработка плана - конспекта урока

Тема урока «Оборудование для автоматической сварки в среде защитных газов»

Цели занятия:

Обучающая: Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного автомата для сварки в среде защитных газов, 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: урок новых знаний.

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

Дидактическое обеспечение занятия:

					ДП 44.03.04.560 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		79

- плакаты: «Сварочный автомат А-1406», «Система слежения по стыку WTS», «ВДУ-506С», «Блок управления БУ - 20».

- учебники: Л.П. Шебеко «Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки, высшая школа, 2001г.»; В.С. Виноградов «Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки, высшая школа, Академия, 1997г.»;

Структура урока:

1. Организационный момент;
2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;
3. Сообщение темы и цели занятия;
4. Актуализация опорных знаний.
5. Изложение нового материала
6. Первичное закрепление учебного материала
7. Выдача домашнего задания

Таблица 22 - План-конспект

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 5мин.	Здравствуйтесь, прошу вас, садитесь, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 5 мин.	<i>Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для дуговой механизированной и автоматической сварки в защитном газе»</i> <i>Тема занятия: «Устройство и основные узлы сварочного автомата А -1406 для сварки в среде з/г»</i> <i>Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного автомата, его назначение и принцип работы»</i>	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Актуализация опорных знаний 10 мин.	Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: 1. В чем преимущество автоматической дуговой сварки? 2. Какие виды сварки можно автоматизировать?	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.

Продолжение таблицы 22

1	2	3
<p>Изложение нового материала 55мин.</p>	<p>3. Какую роль играет газ при автоматической сварке в среде защитных газов?</p> <p>Хорошо! Теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Назначение сварочного автомата; – Основные узлы и механизмы автомата на примере сварочного автомата А -1406; – Характеристика и назначение основных узлов А -1406. <p>По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание.</p> <p>Прошу сосредоточиться и не мешать мне и своим товарищам.</p>	<p>Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный автомат</p> <ul style="list-style-type: none"> – Основные узлы и механизмы автомата на примере сварочного автомата А -1406; – Характеристика и назначение основных узлов А -1406. <p>По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание.</p> <p>Прошу сосредоточиться и не мешать мне и своим товарищам.</p>
	<p>В настоящее время широко применяется автоматическая сварка. Автоматическая сварка широко применяется на конвейерных линиях в машиностроении при сварке корпусов всех видов транспортных средств и строительно-монтажных конструкций.</p> <p>Это объясняется высокой производительностью автоматической сварки.</p> <p>Назначение сварочного автомата</p> <p>Для реализации технологий автоматической сварки используют аппараты, называемые сварочными автоматами.</p> <p>Все устройства для автоматической дуговой сварки делятся на 3 группы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Подвесные сварочные головки. – Передвижные или самоходные автоматы. – Орбитальные автоматы для сварки труб. <p>Самоходные подвесные автоматы предназначены для автоматической широкослойной наплавки под слоем флюса кольцевых и прямолинейных плоскостей одной, двумя, тремя или четырьмя сварочными проволоками одновременно.</p> <p>Предназначены для сварки в среде z/γ, соединений встык с разделкой и без разделки кромок, для сварки угловых швов вертикальным и наклонным электродом, а так же нахлесточных швов. Швы могут быть прямолинейными и кольцевыми. Автомат легкий, малогабаритный, одноmotorной схемы, тракторного типа, в процессе работы передвигается по изделию.</p>	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.560 ПЗ

Лист

81

Продолжение таблицы 23

1	2	3
	<p>Основные узлы и механизмы автомата Разберем подробно на примере сварочного автомата А -1406. Автомат А -1406 подвесной предназначен для автоматической однослойной и многослойной сварки под флюсом на постоянном токе прямолинейных стыковых и угловых швов, швов в "тавр" и стыковых швов с разделкой и без разделки кромок. Сварка осуществляется стальной электродной проволокой. А-1406 представляет собой устройство, в котором подача сварочной проволоки, перемещение, и защита дуги происходит автоматически по определенной программе.</p>	<p>Обучающиеся начинают вести конспектирование. Прошу учащихся записать под диктовку.</p>
	<p>Автомат производит сварку соединений встык с разделкой и без разделки кромок, угловых швов наклонным электродом, швов в "тавр", а так же нахлесточных швов. Швы могут быть прямолинейными и кольцевыми На плакате мы видим ее в составе уже подвесного автомата А -1406. Сварочный автомат подвесной А -1406 представляет собой:</p>  <ol style="list-style-type: none"> 1. Сопло; 2. Механизм подачи проволоки; 3. Токоподвод; 4. Подающий ролик; 5. Направляющий ролик; 6. Привод механизма подачи проволоки; 8. Поворотное устройство; 9. Направляющий ролик; 10. Механизм вертикального перемещения сварочной головки; 11. Блок управления БУ - 20; 12. Кассета с тормозным устройством; 	<p>Показываю плакат с общим видом А- 1406. Обучающиеся начинают вести конспектирование. Прошу учащихся записать под диктовку.</p> <p>Обращаю внимание обучающихся на плакат с общим видом сварочной головки А-1406, и начинаем разбирать основные части. Обучающие записывают составные части. Задают вопросы если они возникают.</p>

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

1	2	3
	<p>13. Стойка; 14. Вертикальная стойка; 15. Кронштейн поворота устройства.</p> <p>Рассмотрим подробнее систему слежения по стыку WTS</p>  <p>Система слежения по стыку WTS: Система, следящая двух координатная, предназначена для управления положением сварочной головки относительно свариваемого стыка. Слежение осуществляется при помощи механического сенсора с фотоэлектронной системой по траектории, определяемой сварочной разделкой или по специальному копиру.</p> <p>Сварочная головка устанавливается на вертикальный и горизонтальный суппорта, собранные в виде креста и оснащенные сервомоторами. Система состоит из сенсора, блока управления, пульта дистанционного управления, и двух суппортов. Система слежения по стыку может работать в зависимости от типа сварного шва в различных режимах. Система может быть настроена либо по слежению, либо по корню стыка.</p> <p>Блок управления БУ-20 Расположение органов управления и органов индикации на лицевой панели блока управления приведены на плакате:</p> 	<p>Обращаю внимание обучающихся на плакат с общим видом системы слежения по стыку WTS, и рассказываю о его предназначении. Прошу учащихся записать.</p> <p>Прошу зарисовывать блок управления, записываем обозначения.</p>

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

Продолжение таблицы 25

1	2	3
	<p>Блок управления сварочной головкой БУ – 20:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Резистор регулировки скорости движения тележки (скорости сварки). 2. Тумблер перемещения сварочной проволоки вверх/вниз в режиме "Наладка". 3. Кнопка "Стоп". При нажатии обеспечивает прекращение сварки. Кнопка "Стоп" активна только в режиме "Работа". 4. Кнопка "Пуск". При нажатии обеспечивает инициализацию цикла сварки. Кнопка "Пуск" активна только в режиме "Работа". 5. Выключатель напряжения питания автомата. 6. Индикатор сварочного тока. 7. Индикатор сварочного напряжения. 8. Индикатор скорости сварки (единица измерения - см/мин.). 9. Переключатель режимов сварки ("-2" - сварка вправо, поджиг в движении; "-1" - сварка вправо, поджиг с места; "0" - сварка на месте"; "1" - сварка влево, поджиг с места; "2" - сварка вправо, поджиг в движении) и настроечных перемещений тележки ("-3" - перемещение вправо и "3" - перемещение влево). 10. Переключатель режимов сварки ("1" - стабилизация по напряжению; "2" - стабилизация по току) и режимов "Наладка/предустановка" ("0" - режим "Наладка" для настроечных перемещений тележки и сварочной проволоки; "3" - режим "Предварительная установка" для предустановок сварочного режима - тока, напряжения и скорости сварки). 11. Резистор регулировки скорости подачи проволоки (ток сварки). 12. Резистор регулировки сварочного напряжения выпрямителя. <p>Блок управления БУ - 20 полностью русифицирован, применяется для автоматической сварки под флюсом. Меню на русском языке.</p> <p>Блок управления предназначен для задания регулируемых режимов цикла сварки, индикации режимов сварки и управления работой автомата в процессе сварки.</p> <p>Сварочный автомат А -1406 работает в комплекте с выпрямителями ВДУ- 506С.</p>	<p>Рассказываю о процессе работы блока управления сварочной головкой БУ - 20.</p> <p>Записываем основные моменты</p>

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.560 ПЗ

Лист

84

Окончание таблицы 26

1	2	3																				
	 <table border="1" data-bbox="391 667 1133 1272"> <tr> <td>Напряжение питающей сети, В</td> <td>3x380</td> </tr> <tr> <td>Частота питающей сети, Гц</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Номинальный сварочный ток (ПВ), А</td> <td>500(60%)</td> </tr> <tr> <td>Пределы регулирования сварочного тока, А</td> <td>50- 600</td> </tr> <tr> <td>Количество ступеней регулирования тока</td> <td>плавно</td> </tr> <tr> <td>Номинальное рабочее напряжение, В</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Напряжение холостого хода , В, не более</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>Потребляемая мощность, кВА, не более</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>Габаритные размеры, мм</td> <td>740x600x920</td> </tr> <tr> <td>Масса , кг</td> <td>260</td> </tr> </table> <p data-bbox="391 1310 837 1344">Технические характеристики</p> <p data-bbox="391 1377 1133 1601">Выпрямитель сварочный ВДУ-506С универсальный, тиристорный стационарный с принудительной вентиляцией с падающими и двумя видами жестких внешних характеристик общего назначения. Предназначен для комплектации автоматов для сварки под слоем флюса и в среде углекислого газа.</p>	Напряжение питающей сети, В	3x380	Частота питающей сети, Гц	50	Номинальный сварочный ток (ПВ), А	500(60%)	Пределы регулирования сварочного тока, А	50- 600	Количество ступеней регулирования тока	плавно	Номинальное рабочее напряжение, В	50	Напряжение холостого хода , В, не более	85	Потребляемая мощность, кВА, не более	34	Габаритные размеры, мм	740x600x920	Масса , кг	260	<p data-bbox="1149 302 1516 593">Рассказываю о предназначении и технических характеристиках выпрямителя ВДУ-506С. Прошу записывать технические характеристики, отвечаю на возникающие вопросы.</p>
Напряжение питающей сети, В	3x380																					
Частота питающей сети, Гц	50																					
Номинальный сварочный ток (ПВ), А	500(60%)																					
Пределы регулирования сварочного тока, А	50- 600																					
Количество ступеней регулирования тока	плавно																					
Номинальное рабочее напряжение, В	50																					
Напряжение холостого хода , В, не более	85																					
Потребляемая мощность, кВА, не более	34																					
Габаритные размеры, мм	740x600x920																					
Масса , кг	260																					
<p>Первичное закрепление материала 10 мин.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Технические характеристики ВДУ – 506С; - Для чего используют систему слежения по стыку WTS; - Каково назначение сварочной головки А -1406. 	<p>Разбираем не понятные моменты, отвечаю на вопросы.</p>																				
<p>Выдача домашнего задания.</p>	<p>Внимательно изучить конспекты. Для закрепления материала прочитать учебники по пройденным темам: Источники питания для сварки, автор Милютин В. С. и Автоматическое регулирование, автор Иванов И.И.</p>																					

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.560 ПЗ

Лист

85

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

- изучили и проанализировали квалификационную характеристику рабочих по профессии «Сварщик - оператор полностью механизированной, автоматизированной и роботизированной сварки плавлением»;

- составили учебный план для повышения квалификации для сварщиков на автоматических машинах;

- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;

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

- разработали средства обучения для выбранного занятия.

Считаем, что данную разработку, возможно, использовать в процессе повышения квалификации рабочих по профессии «Сварщик - оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки плавлением», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		86

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изначально целью данного проекта была разработка оборудования и технологии сварки и изготовления емкости для транспортировки битума из стали 09Г2С.

Проведя вышепоказанные расчеты можно сказать, что данный проект выполнил эту цель.

Было разработано оборудование для упрощения и увеличения годового производства емкостей, в методической части была разработана программа повышения квалификации по профессии «Сварщик - оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки плавлением», экономические показатели раскрыли увеличение прибыли.

Поэтому разработанный проект можно считать целесообразным и успешным.

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		87

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И.Акулов, Г.А.Бельчук, В.П.Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. - 432 с.

2 Теория сварочных процессов / А.В. Коновалов, А. С.Куркин, Э.Л.Макаров [и др.]; под ред. В.М.Неровного. — 2-е изд., исп. и доп. – М.: Изд-во МГТУ, 2007. - 752 с. / Издательское объединение «Вища школа», 1976. - 424с.

3 Шоршоров, М.Х. Фазовые превращения и изменения свойств сталей при сварке. / М.Х. Шоршоров, В.В. Белов. - М.: Наука, 1972 - 219с.

4 Марочник сталей и сплавов / Под ред. В.Г. Сорокина. - М.: Машиностроение, 1989. - 640 с.

5 Сварочные материалы для дуговой сварки : справочное пособие : в 2 т. Т. 1 Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев [и др.] ; под общ. ред. Н. Н. Потапова. - М.: Машиностроение, 1989. – 544 с.,

6 Сварка в машиностроении: справочник в 4-х томах, т.2./ Под ред. Акулова А.И. - М.: Машиностроение, 1978. - 462с.

7 Справочник сварщика. Под ред. В.В. Степанова. Изд. 3-е. / М.: Машиностроение, 1975. - 520с.

8 Справочник Сварка в машиностроении. В 4-х т. Т.3 / Под ред. И.И. Лесниченко.- М.: Машиностроение, 1979.-568с.

9 Тепловые расчеты при сварке, наплавке и термической резке: Учебное пособие / Н.В.Королев. - Екатеринбург Изд-во УГТУ, 1996.156 с.

10 Милютин, В.С.Источники питания для сварки. / В.С. Милютин, М.П. Шалимов, С.М. Шанчуров.- М.: Высшее образование, 2007 – 384с.

11 Автоматическое регулирование / И.И. Иванов // Наука и жизнь. - 2004. №1. - С. 50-70.

12 Экономика, организация и планирование сварочного производства - Машиностроение, 1984. - 368с.

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		88

13 Методика производственного обучения: учебное пособие: в 2 ч. / В.А.Скакун. - М.: Профессиональное образование, 1992.

Ч.1.: 165 с.

Ч.2.: 204 с.

14 Применение тренажеров и КИП в производственном обучении / И. И. Иванов, А. А. Петров // Материалы 6-ой всероссийской научно-практической конференции молодых ученых / Урал, гос. пед. ун-т. — Екатеринбург, 2004. — С. 50—70.

15 Копейко, В.И. Практикум по методике преподавания машиностроительных дисциплин: учебное пособие / В.И. Копейко, С.Т.Никифоров, Б.А. Соколов/ Высш. шк.,1990. – 112с.

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

17 Каталог государственных стандартов [Электронный ресурс]: база данных содержит классификатор и базу данных нормативных документов. - Электрон. дан. – М.: RusCable.Ru, 1999. – Режим досупа: <http://gost.ruscable.ru/cgi-bin/catalog> . – Загл. с экрана

18 Раткаускас, Т.К. Экономика предприятия: учеб. пособие / Т.К. Раткаускас, Г.И. Жирухин. – Екатеринбург : Изд-во ГОУ ВПО «Рос. Гос. Проф. Пед. Уни-т» 2015. -316с.

19 Методические указания к курсовому проекту по курсу «Оборудование отрасли» / сост. Л.Т. Плаксина, В.И. Панов, С.А. Задорина. – Екатеринбург: ГОУ. ВПО Рос. гос. проф.- пед. ун-т. 2008. – 38с.

20 Куркин, С.А. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций / С.А. Куркин. – М.: Машиностроение, 1989. – 256с.

21 Беспалько, В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения / В.П. Беспалько. – М.: 1995. – 336с.

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		89

22 Макарова, Э.Л. Сварка и свариваемые материалы / Э.Л. Макарова – М.: Металлургия, 1991.- 528с.

23 Куликов, В.П. Технология сварки плавлением / В.П. Куликов – Мн.: Дизайн ПРО, 2000. – 256с.

24 Волков, О.И. Экономика предприятия: учеб. пособие / О.И. Волков, В.К. Скляренко. 2-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2013.- 264с.

25 Бордовская, Н.В. Педагогика: учеб. для вузов. / Н.В. Бордовская, А.А. Реан.. – СПб.: Питер, 2003. – 304с.

26 Российская государственная библиотека (Электронный ресурс) / Центр информационных технологий РГБ; ред. Власенко Т.В.; Web- мастер Козлова Н.В. – Электрон. Дан. – М.: Рос. гос. б-ка, 2007. – Режим доступа: <http://www.rsl.ru>. свободный. – Загл. с экрана

27 Елагин, А.В. Сварка в среде защитных газов / А.В. Елагин. - М: Машиностроение 1971. 363с.

28 Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. акад. Б.Е. Патона. –М.: Машиностроение, 1974. 768с.

29 Батышев, С.Я. Профессиональная педагогика: учебник для студентов обучающихся по педагогическим специальностям и направлениям / С.Я. Батышев (и др.). - М.: Ассоциация «Профессиональное образование», 1997. – 512с.

30 Гитлевич А.Д. Механизация и автоматизация сварочного производства / Л.А. Этингф, А.Д. Гитлевич. – М.: Машиностроение, 1979. – 217с.

31 Троицкий В.А. Дефекты сварных швов и методы их обнаружения / В.П. Радько, В.Г. Демидко, В.А. Троицкий.- Киев: Вища школа, 2003. – 1144с.

32 Карпей, Т.В. Экономика, организация и планирование промышленного производства / Т.В. Карпей, - Мн.: Дизайн ПРО, 2004.- 328с.

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		90

ПРИЛОЖЕНИЕ А

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		91

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		

					<i>ДП 44.03.04.560 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		92

