

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра металлургии, сварочного производства и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующий кафедрой МСП

_____ Б.Н. Гузанов

«_____» _____ 2016г.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ БАРАБАНА ЛЕБЁДКИ

Пояснительная записка к дипломному проекту
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля Машиностроение и материалобработка
профилизации Технологии и технологический менеджмент
в сварочном производстве

Идентификационный код ВКР: 010

Исполнитель:

студент группы СМ-402

В.И. Великанов

Руководитель:

доцент, к.т.н.

Н.И. Ульяшин

Екатеринбург
2016

Реферат

Дипломный проект содержит 106 страниц машинописного текста, 12 рисунков, 17 таблиц, 6 использованных источников литературы, 1 приложение, 3 чертежа формата А1 и 3 плаката формата А1.

Ключевые слова: РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ БАРАБАНА ЛЕБЁДКИ, РЕЖИМЫ СВАРКИ, СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СЕБЕСТОИМОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ, АНАЛИЗ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК, ПЕРЕПОДГОТОВКА РАБОЧИХ, ПЛАН-КОНСПЕКТ, УЧЕБНЫЙ ПЛАН.

В дипломном проекте рассмотрено краткое описание конструкции и условий ее эксплуатации. Приведена характеристика материала изделия с учетом свариваемости и физико-механических свойств. Разработана технология и подобрано оборудование для сборки и автоматической сварки под флюсом барабана лебёдки. Выполнен сравнительный анализ технико-экономических показателей базовой и проектируемой технологии сварки барабана лебёдки. Разработана программа переподготовки “Электросварщиков ручной сварки” 4-го разряда на “Электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах” 5-го разряда. Разработан учебный план переподготовки, тематический план и план - конспект урока по теме “ Устройство и основные узлы сварочного автомата для сварки под флюсом ”.

					ДП44.03.04.010ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			Лист	Л
Выполнил	Великанов						2	75
Провер.	Ульяшин							
Н. Контр.	Билалов							Лист
					ДП 44.03.04.010 ПЗ РГПШУ гр.			2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Характеристика изделия	7
1.1 Назначение и условия работы конструкции.....	7
1.2 Характеристика материала изделия.....	9
1.3 Особенность сварки среднелегированной стали 30ХГСА.....	11
1.4 Свариваемость стали	12
1.4.1 Общие сведения о свариваемости	12
1.4.2 Горячие и холодные трещины.....	15
1.4.3 Расчёт на склонность к образованию холодных трещин	17
2 Выбор способа сварки.....	20
2.1 Ручная дуговая сварка.....	20
2.2 Сварка под флюсом.....	22
2.3 Сварка в защитных газах	26
3 Описание и выбор сварочных материалов.....	31
3.1 Выбор электродов для сборки.....	31
3.2 Выбор сварочной проволоки и флюса	32
3.3 Расчет режимов автоматической сварки под слоем флюса	34
3.4 Расчет режимов ручной дуговой сварки	39
4 Технология сборки и сварки барабана лебёдки	41
4.1 Оборудование для сборки-сварки барабана лебёдки.....	44
4.2 Контроль качества сварных соединений.....	54
5 Экономический раздел.....	59
5.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки.....	64

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

5.1.3 Расчет капитальных вложений	65
5.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций	67
5.2.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкции.....	67
5.2.2 Расчет полной себестоимости изделия.....	75
5.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности.....	81
6 Методический раздел.....	87
6.1 Анализ квалификационных характеристик по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах»	88
6.2 Разработка учебного плана программы переподготовки рабочих.....	91
6.3 Разработка тематического плана по предмету «Оборудование для автоматической сварки под флюсом»	93
6.4 Разработка плана - конспекта урока	93
Заключение.....	102
Список использованных источников	103
Приложение А - Лист задания для выполнения ВКР	105
Приложение Б - Спецификация ДП 44.03.04.010.01.....	106

ВВЕДЕНИЕ

Большие перспективы в развитии сварочного производства открывает автоматизация и механизация процессов сварки. В решении задач автоматизации необходим комплексный подход к проблеме. Это означает, что подлинный процесс сварочного производства возможен только в том случае, если будет решен весь комплекс задач по автоматизации основных, заготовительных, транспортных и отделочных операций.

При внедрении на сборочно-сварочном участке автоматического и механизированного оборудования, удобных для рабочих приспособлений, увеличивается производительность труда и качество продукции, а также сокращается количество персонала, необходимого для обслуживания.

Для успешного развития сварочного производства необходимо ускорить создание совершенных систем автоматического управления сварочным оборудованием, основанных на применении автоматических и поточных линий высокопроизводительных сварочных машин и оборудования.

Целью моего дипломного проекта является создание варианта производства барабана лебёдки с более высоким уровнем механизации и автоматизации по сравнению с базовым вариантом изготовления вручную.

Объектом разработки является технология изготовления барабана лебёдки.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки барабана лебёдки.

Для успешного достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить характеристики материала изделия с учетом свариваемости и физико-механических свойств. Проанализировать условия эксплуатации конструкции.
2. Обосновать выбор способа сварки изделия и сварочных материалов;

3. Разработать технологию сборки и сварки указанного изделия;
4. Выбрать соответствующее механическое и сварочное оборудование для разработанного варианта технологии;
5. Провести экономический расчёт;
6. Разработать программу переподготовки электросварщиков;

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

1 Характеристика изделия

1.1 Назначение и условия работы конструкции

Барабан лебёдки — один из механизмов подъемной системы. Он представляет собой трубу, к которой приварены по бокам два диска.

Эти лебёдки предназначены для вертикального перемещения грузов при монтажных и погрузочно-разгрузочных работах. Для работы на открытом воздухе при температуре окружающей среды от -40гр. до +40гр.

Основные параметры, характеристики и элементы сварного барабана лебёдки:

Длина трубы – 1000 мм

Материал – Сталь 30ХГСА

Толщина обечайки – 30 мм

Толщина колец – 50 мм

Диаметр колец – 750 и 650 мм

Диаметр трубы – 550 мм

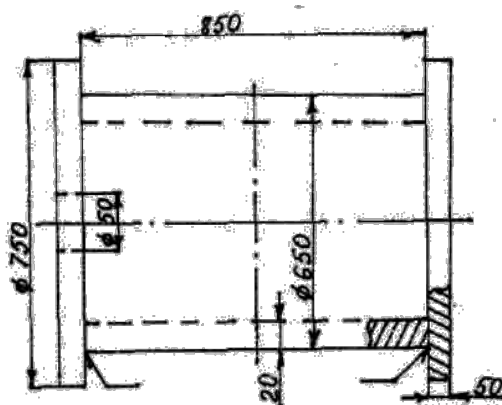


Рисунок 1 – Барабан лебёдки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

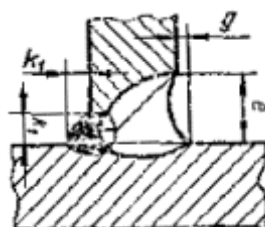
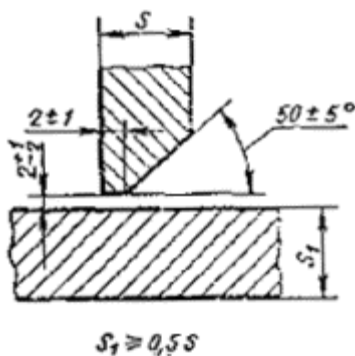
ДП 44.03.04.010 ПЗ

Лист

7

Таблица 1.1 - Обозначение сварных швов

№	ГОСТ	Способ сварки	Шов	Примечание
1	8713-79	АФШ	Т7	
2				



ГОСТ8713-79-Т7-АФШ; [6]

Рисунок 2– Сварное соединение Т7

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.010 ПЗ

Лист

8

1.2 Характеристика материала изделия

Согласно заданию, для изготовления барабана лебёдки применяется сталь 30ХГСА.

Данная сталь относится к среднелегированной конструкционной стали. Высокие прочностные свойства среднелегированных сталей ($\sigma_{\text{в}}=600-2000$ МН/м²) достигаются за счет повышенных содержаний углерода и легирующих элементов, увеличивающих прокаливаемость стали и прочность феррита, а также применения термообработки - нормализации или заковки с последующим низким или высоким отпуском. Большинство среднелегированных сталей для сварных конструкций относится к перлитному классу. Высокая прочность среднелегированных сталей сочетается с повышенными специальными свойствами при достаточном уровне пластичности и стойкости против хрупкого разрушения. Это сочетание свойств среднелегированных конструкционных и теплоустойчивых сталей обуславливает применение их в конструкциях особо ответственного назначения, работающих в тяжелых условиях в энергомашиностроении, тяжелом и химическом машиностроении, самолетостроении, судостроении и других отраслях промышленности. Область применения: различные улучшаемые детали: валы, оси, зубчатые колеса, фланцы, корпуса обшивки, лопадки компрессорных машин, работающие при температуре до 200°C, рычаги, толкатели, ответственные сварные конструкции, работающие при знакопеременных нагрузках, крепежные детали, работающие при низких температурах.

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Таблица 1.2- Общая характеристика стали 30ХГСА [7]

Марка :	30ХГСА
Заменитель:	40ХФА, 35ХМ, 40ХН, 25ХГСА, 35ХГСА
Классификация :	Сталь конструкционная легированная
Дополнение:	Сталь хромокремнемарганцовая.
Применение:	Различные улучшаемые детали: валы, оси, зубчатые колеса, фланцы, корпуса обшивки, лопатки компрессорных машин, работающие при температуре до 200°С, рычаги, толкатели, ответственные сварные конструкции, работающие при знакопеременных нагрузках, крепежные детали, работающие при низких температурах.

Таблица 1.3 - Химический состав в % стали 30ХГСА ГОСТ 4543 - 71

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.28 - 0.34	0.9 - 1.2	0.8 - 1.1	до 0.3	до 0.025	до 0.025	0.8 - 1.1	до 0.3

Таблица 1.4 - Механические свойства при T=20°С материала 30ХГСА

Сортамент	Размер	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	ψ , %	Термообработка
Лист толстый, ГОСТ 11269-76	—	1080	830	10	45	Закалка и отпуск

Расшифровка обозначений для таблицы 1.4:

- σ_B – Предел кратковременной прочности, МПа
- σ_T – Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), МПа
- δ_5 –Относительное удлинение при разрыве, %
- ψ – Относительное сужение, %

1.3 Особенность сварки среднелегированной стали 30ХГСА

Сталь 30ХГСА относится к ограниченно свариваемым. Основная трудность при сварке сталей данного класса это склонность к закалке и образованию холодных трещин. Для предупреждения образования холодных трещин в технологическом процессе предусматривают предварительный подогрев, отпуск после сварки, использование высоколегированных сталей аустенитного класса в качестве присадочного материала. Однако выполнение указанных мероприятий не всегда гарантирует качество сварного соединения сталей типа «хромансил».

Сталь 30ХГСА обладает повышенной склонностью к трещинообразованию при сварке. Для снятия внутренних напряжений после сварки необходимо применять отпуск. Конструкции, термически обрабатываемые после сварки на заданную прочность, в случае длительного разрыва между сваркой и термической обработкой также подвергают отпуску при 650 °С. При большом числе швов на узлах из указанных сталей, создающих жесткую систему (большое число ребер жесткости и др.), рекомендуется производить промежуточный высокий отпуск после сварки определенного числа швов. Конструкции, изготавливаемые из термически обработанных элементов, подвергают отпуску при температуре на 50 °С ниже температуры отпуска после закалки. Допускается отпуск при 250 °С с выдержкой не менее 2 ч. Детали из стали 30ХГСА толщиной более 3 мм (сварка в отожженном состоянии), имеющие швы с особо жесткими контурами, во избежание образования трещин рекомендуется сваривать с подогревом до температуры 250—350 °С, которую нужно поддерживать в течение процесса сварки. Подогрев может быть как местным, так и общим, но обязательно равномерным по всему периметру сварного шва и близлежащих зон на ширине не менее 100 мм по обе стороны от шва.

Для изготовления сварных изделий из сталей 25ХГСА и 30ХГСА с пределом прочности 1100—1300МПа после сварки применяют термическую

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

обработку (закалку и отпуск). Изделия больших габаритных размеров целесообразно изготавливать из предварительно термически обработанных элементов. Для снятия внутренних напряжений после сварки применяют отпуск. Эти стали рекомендуется использовать для ответственных штамповарных конструкций. Стали 12Х2НВФА и 23Х2НВФА упрочняют путем термической обработки (закалки в масле с последующим отпуском или нормализации с отпуском).

1.4 Свариваемость стали

1.4.1 Общие сведения о свариваемости

Под свариваемостью понимается способность стали данного химического состава давать при сварке тем или иным способом высококачественное сварное соединение без трещин, пор и прочих дефектов. Свариваемость металла зависит от химических и физических свойств, кристаллической решетки, степени легирования, наличия примесей и других факторов.

Основными показателями (критериями) свариваемости металлов и их сплавов являются:

- окисляемость металла при сварочном нагреве; чувствительность металла к тепловому воздействию сварки;
- сопротивляемость к образованию горячих трещин;
- сопротивляемость к образованию холодных трещин;
- чувствительность к образованию пор; соответствие свойств сварного соединения заданным эксплуатационным требованиям, к которым относятся: прочность, пластичность, выносливость, ползучесть, вязкость, жаростойкость и жаропрочность, коррозионная стойкость и др;

Наибольшее влияние на свариваемость сталей оказывает углерод. С увеличением содержания углерода, а также ряда других легирующих элементов свариваемость сталей ухудшается

Влияние основных легирующих примесей на свариваемость сталей:

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Влияние углерода на свариваемость стали

Углерод является наиболее распространённым и важным компонентом в составе углеродистых и других сталях. Углерод, во многом, определяет свойства стали при её обработке и сварке, и, во многом, определяет группу свариваемости стали. Сварка низкоуглеродистых сталей, с содержанием углерода до 0,25% происходит без ограничений. Среднеуглеродистые стали, с содержанием углерода свыше 0,25% и до 0,35% свариваются удовлетворительно. Стали, содержащие в своём составе углерода более 0,35%, свариваются ограничено, а высокоуглеродистые стали с содержанием углерода более 0,45% относятся к трудносвариваемой группе сталей.

Влияние серы на свариваемость сталей

Сера является вредной примесью в стали и содержание её в составе стали не допускается более, чем 0,05%. Сера, вступая во взаимодействие с железом, образует сернистое железо Fe_2S_3 которое имеет температуру плавления более низкую, чем у стали, и является трудно растворимым в расплавленной стали.

В процессе кристаллизации стали, сернистое железо кристаллизуется между кристаллами металла сварного шва. Это приводит к возникновению горячих трещин.

Влияние фосфора на свариваемость сталей

Фосфор, также как и сера, является вредной примесью в составе сталей и его содержание не допускается более, чем 0,05%. Фосфор, соединяясь с железом, образует фосфористое железо, которое обладает высокой хрупкостью и придаёт стали хладноломкость.

Влияние кремния на свариваемость

Обычно, содержание кремния в стали составляет от 0,02% до 0,3%. При таком содержании заметного влияния на свариваемость стали легирование кремнием не оказывает.

Если содержание кремния в составе стали повышенное и составляет 0,8-1,5%, то процесс сварки затрудняется, т.к. кремний повышает жидкотекучесть

										Лист
										13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

честь стали и, взаимодействуя с металлом, образует тугоплавкие химические соединения.

Влияние марганца на свариваемость сталей

Обычно, содержание марганца в стали колеблется в пределах 0,3-0,8%. Считается, что при содержании до 1,5-2% марганец не оказывает существенного влияния на свариваемость. При повышенном содержании марганца (свыше 2%), механические свойства стали (прочность, твёрдость, склонность к закалке) возрастают, а это приводит к риску образования холодных трещин при сварке. При сварке сталей, с высоким содержанием марганца (более 11%), происходит его выгорание. В этом случае необходимо восполнять марганец через электродное покрытие, флюсы или другими способами.

Влияние хрома на свариваемость

Содержание хрома в составе сталей обычно находится в пределах до 0,3%. При содержании хрома в стали менее 1% сильного влияния на свариваемость он не оказывает. Однако, при повышенном содержании хрома он снижает свариваемость стали из-за образования тугоплавких оксидов Cr_2O_3 . Кроме того, в зоне термического влияния резко повышается твёрдость из-за образования карбидов хрома Cr_3C_2 . Также хром способствует появлению закалочных структур.

Влияние никеля на свариваемость

Обычно, содержание никеля в составе стали не превышает 0,3%, однако, в легированных сталях его содержание может достигать 35%. Никель способствует измельчению зёрен металла, улучшает пластичность стали и её прочность и оказывает положительное влияние на свариваемость, особенно, если в составе стали повышенное содержание хрома. Поэтому, стали, с высоким содержанием хрома, часто легируют никелем.

Влияние молибдена на свариваемость

Молибден часто присутствует в составе теплоустойчивых сталей с содержанием 0,15-0,8%. В сталях, которые эксплуатируются в условиях высоких температур и ударных нагрузок, его содержание может достигать 5% и более. Молибден способствует измельчению зёрен металла, повышает проч-

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

ность и ударную вязкость. Однако, оказывает отрицательное влияние на свариваемость, т.к. способствует образованию трещин в металле сварного шва и в зоне термического влияния. При сварке молибден быстро выгорает, поэтому, необходимы меры, препятствующие его выгоранию в процессе сварки.

Влияние ванадия на свариваемость

Содержание ванадия в сталях обычно находится в пределах 0,2-1,5%. Ванадий увеличивает механические свойства стали (прочность, ударную вязкость, упругость) и снижает свариваемость, т.к. является причиной появления закалочных структур в металле сварного шва и в зоне термического влияния.

Влияние вольфрама на свариваемость

Вольфрам содержится в сталях в пределах 0,8-18%. Он увеличивает твердость, и теплостойкость стали, снижая, при этом, её свариваемость. При сварке вольфрам легко окисляется и выгорает.

Влияние титана и ниобия на свариваемость

Титаном и ниобием легируют нержавеющие и жаропрочные стали и их содержание, обычно, находится в пределах 0,5-1%. Титан и ниобий хорошо образуют карбиды, поэтому, препятствуют образованию твердых карбидов хрома. При сварке нержавеющих сталей ниобий повышает риск образования горячих трещин. Титан отрицательного влияния на свариваемость не оказывает.

1.4.2 Горячие и холодные трещины

Горячие трещины - это хрупкие межкристаллические разрушения металла шва и околошовной зоны, возникающие в твердожидком состоянии в процессе кристаллизации, а также при высоких температурах в твердом состоянии. Они извилисты, в изломе имеют темный цвет, сильно окислены, распространяются по границам зерен. По современным представлениям горячие трещины вызываются действием двух факторов: наличием жидких

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

прослойка между зернами в процессе кристаллизации и деформациями укорачивания.

В интервале температур плавления и полного затвердевания происходит миграция примесей и загрязнений в межзеренные пространства. Наличие между зернами жидкой фазы, примесей и загрязнений снижает деформационную способность шва и околошовной зоны. Неравномерность линейной и объемной усадок шва и основного металла при охлаждении приводит к возникновению внутренних напряжений, являющихся причиной появления микро- и макроскопических трещин как вдоль, так и поперек шва.

Причинами образования горячих трещин при сварке являются:

- большое количество вредных примесей (особенно серы и фосфора) в металле свариваемых заготовок;
- наличие в металле шва элементов, образующих химические соединения с низкой температурой затвердевания (хром, молибден, ванадий, вольфрам, титан), нарушающие связь между зернами;
- жесткое закрепление свариваемых заготовок или повышенная жесткость сварного узла, затрудняющая перемещение заготовок при остывании.

Холодные трещины - это локальные меж- или транскристаллические разрушения сварных соединений, образующиеся в металле при остывании до относительно невысоких температур (как правило, ниже 200 °С) или при вылеживании готового изделия. Холодные трещины в шве и переходной зоне расположены под любым углом ко шву - в изломе светлые или со слабыми цветами побежалости и возникают преимущественно при дуговой сварке низколегированной стали большой толщины. Чаще всего трещины возникают в переходной зоне вследствие неправильной техники сварки или неправильно выбранного присадочного материала. Для предупреждения образования холодных трещин применяют:

- прокаливание флюсов и электродов перед сваркой;
- предварительный подогрев свариваемых заготовок до 250-450 °С;
- ведение процесса сварки в режиме с оптимальными параметрами;

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

- наложение швов в правильной последовательности;
- медленное охлаждение изделия после сварки;
- проведение непосредственно после сварки смягчающего отжига

для снятия остаточных напряжений.

1.4.3 Расчёт на склонность к образованию холодных трещин

Совокупность технологических характеристик основного металла, определяющих его реакцию на изменения, происходящие при сварке, и способность при принятом технологическом процессе обеспечивать надежное в эксплуатации и экономичное сварное соединение, объединяют в понятие "свариваемость". Для оценки склонности металла к появлению холодных трещин чаще всего используется углеродный эквивалент, которым можно пользоваться как показателем, характеризующим свариваемость, при предварительной оценке последней. Для этой цели имеется ряд уравнений. Наиболее распространенным и приемлемым для сталей является следующее:

$$C_{\text{э}} = C + \text{Mn}/6 + \text{Cr}/5 + \text{V}/5 + \text{Mo}/4 + \text{Ni}/15 + \text{Cu}/13 + \text{P}/2 \quad (1.1)$$

Для расчёта эквивалента углерода воспользуемся таблицей 1.3.

$$C_{\text{э}} = 0,31 + 1/6 + 1/5 + 0,3/15 + 0,3/13 + 0,025/2 = 0,732\%$$

Классификация сталей по свариваемости в соответствии с величиной $C_{\text{экв}}$ и меры по предотвращению или уменьшению вероятности появления трещин приведены в таблице 1.5:

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1.5 - Классификация сталей по свариваемости [9]

Группа	Свариваемость	Эквивалент C _э , %	Технологические меры			
			подогрев		термообработка	
			Перед сваркой	Во время сварки	Перед сваркой	После сварки
1	Хорошая	< 0,38	-	-	-	Желательна
2	Удовлетворительная	0,38-0,45	Необход.	-	Желательна	Необходим
3	Ограниченная	0,45-0,60	Необход.	Желателен	Необходима	Необходима
4	Плохая	>0,60	Необход.	Необходим	Необходима	Необходима

Сталь 30ХГСА обладает плохой свариваемостью.

Если оценка свариваемости по показателю C_э указывает на склонность стали к появлению холодных трещин, то необходимо предусмотреть предварительный подогрев детали.

Температуру подогрева, °С, можно определить по формуле (1.2):

$$t=350\sqrt{C_{об} - 0,25} \quad (1.2)$$

где C_{об} – общий углеродный эквивалент,

$$C_{об}=C_{э}+0,005\times S\times C_{э}, \quad (1.3)$$

где S – толщина металла свариваемой детали, мм.

$$C_{об}=0,732+0,005\times 30\times 0,732=0,84$$

$$t=350\sqrt{0,84 - 0,25}=268 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Для оценки сопротивляемости металла сварных соединений образованию горячих трещин применим расчетный метод с использованием критерия Уилкинсона, формула расчета которого применительно к низколегированным сварным швам имеет вид:

						<i>Лист</i>
						18
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	ДП 44.03.04.010 ПЗ	

$$HCS = \frac{C(S + P + Si/25 + Ni/100)1000}{3Mn + Cr + Mo + Va} \quad (1.4)$$

где HCS - параметр, оценивающий склонность сварных швов к образованию горячих трещин, %;

C, S, P и др. - химич. элементы, %.

Если $HCS > 4$, то сварные швы потенциально склонны к горячим трещинам, т.е. в условиях жестких сварных соединений (например угловых и тавровых крестообразных) темп сварочной деформации может привести к образованию горячих трещин.

$$HCS = \frac{0,31(0,025 + 0,025 + 1/25 + 0,3/100)1000}{3 \times 1 + 1} = 7,2$$

Так как расчетное значение параметра HCS больше 4, вероятно появление горячих трещин. В качестве мер, предотвращающих появление горячих трещин необходимо осуществить предварительный и сопутствующий подогрев (контроль температуры при сварке вести при помощи пирометров, сопутствующий подогрев – газовыми горелками).

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

2 Выбор способа сварки

2.1 Ручная дуговая сварка

Область применения ручной дуговой сварки широка: метод используется во всех отраслях промышленности для различного рода конструкций из черных и частично цветных металлов.

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.

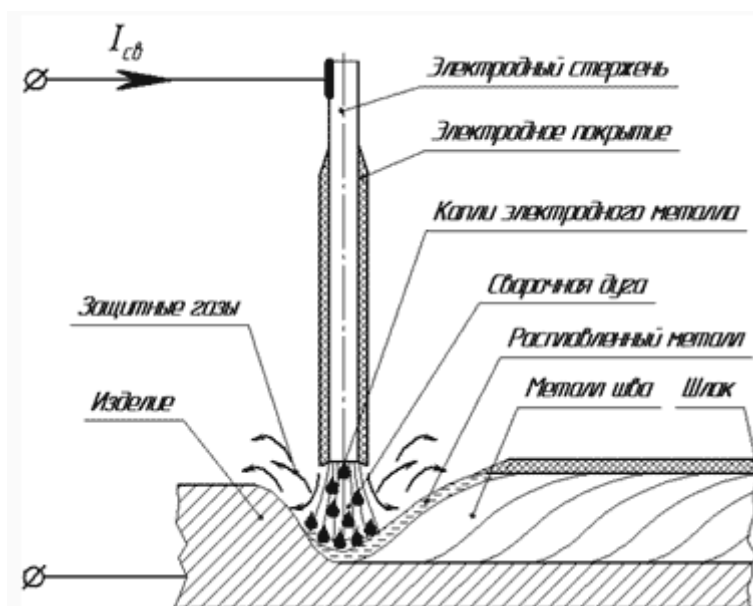


Рисунок 3 – Схема сварки покрытым металлическим электродом

Электрод состоит из электродного стержня и электродного покрытия (см. рисунок 3). Электродный стержень – сварочная проволока; электродное покрытие – многокомпонентная смесь металлов и их оксидов. По функциональным признакам компоненты электродного покрытия разделяют:

- Газообразующие:

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

- защитный газ;
- ионизирующий газ;
- Шлакообразующие:
 - для физической изоляции расплавленного металла от активных газов атмосферного воздуха;
 - раскислители;
 - рафинирующие элементы;
 - легирующие элементы;
- Связующие;
- Пластификаторы;

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 25 мм. Второй способ напоминает процесс, зажигая 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.

Преимущества электросварки металлическим электродом благодаря высокой температуре дуги (до 60000 по Цельсию) и концентрированному нагреву заключаются в том, что по сравнению с газовой и атомно-водородной сваркой, она обеспечивает большую скорость, малую зону температурного влияния, малое коробление и возможность управлять механическими свойствами наплавленного металла путем введения в покрытие различных легирующих элементов, которые содержат электроды для сварки.

Недостатки процесса ручной дуговой сварки:

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Отсутствие возможности регулирования глубины проплавления металла и скорости плавления электрода, вследствие чего при сварке тонкого материала возникают большие трудности в получении качественного шва.

- Большой срок, затрачиваемый на подготовку квалифицированных сварщиков (1-2 года).

- Зависимость качества сварки от индивидуальных особенностей сварщика.

- Наличие шлака с обратной стороны шва при односторонней сварке замыкающих швов для некоторых конструкций, в которых внутренняя поверхность покрывается защитными неорганическими покрытиями.

2.2 Сварка под флюсом

Сущность процесса сварки под флюсом определяет его особенности по сравнению с ручной дуговой сваркой.

Производительность по сравнению с ручной сваркой увеличивается в 5-12 раз. При сварке под флюсом ток по электродной проволоке проходит только в ее вылете (место от токоподвода до дуги). Поэтому можно использовать повышенные (25-100 А/мм²) по сравнению с ручной дуговой сваркой (10-20 А/мм²) плотности сварочного тока без опасения значительного перегрева электрода в вылете и отслаивания обмазки, как в покрытом электроде.

Использование больших сварочных токов резко повышает глубину проплавления основного металла и появляется возможность сварки металла повышенной толщины без разделки кромок.

При сварке под флюсом (см. рисунок 4) дуга горит между сварочной проволокой и свариваемым изделием под слоем гранулированного флюса. Ролики специального механизма подают электродную проволоку в зону дуги. Сварочный ток (переменный или постоянный, прямой или обратной полярности) подводится к проволоке с помощью скользящего контакта, а к изделию - постоянным контактом. Сварочная дуга горит в газовом пузыре, который образуется в результате плавления флюса и металла. Кроме того, рас-

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

плавленный металл защищен от внешней среды слоем расплавленного флюса. По мере удаления дуги от зоны сварки расплавленный флюс застывает и образует шлаковую корку, которая впоследствии легко отделяется от поверхности шва.

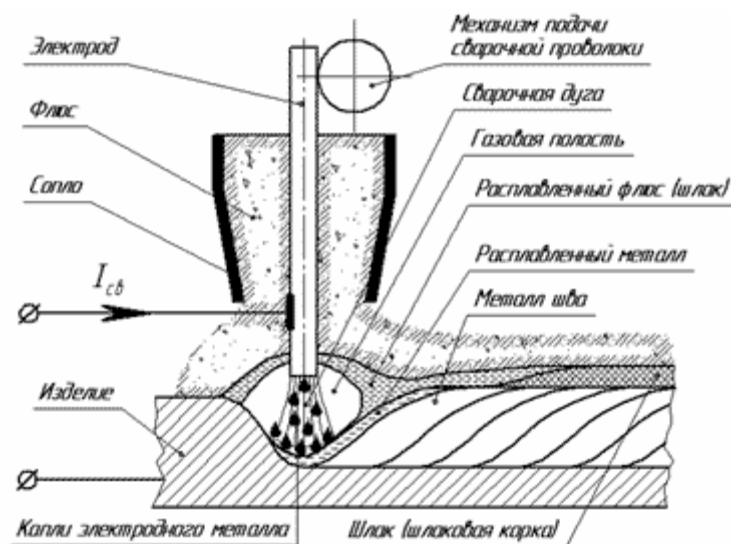


Рисунок 4 - Схема сварки под флюсом

Автоматическую сварку под флюсом выполняют электродной проволокой диаметром 2 - 6 мм. Равнопрочность соединения достигается подбором флюсов и сварочных проволок и выбором режимов и техники сварки. При сварке низкоуглеродистых сталей и большинстве случаев применяют флюсы АН-348-А и ОСЦ-45 и низкоуглеродистые электродные проволоки Св-08 и Св-08А. При сварке ответственных конструкций, а также металла с большим количеством ржавчины рекомендуется использовать электродную проволоку Св-08ГА. Использование указанных материалов позволяет получить металл шва с механическими свойствами, равными или превышающими механические свойства основного металла. При сварке низколегированных сталей используют те же флюсы и электродные проволоки Св-08ГА, Св-10ГА, Св-10Г2 и др. Легирование металла шва марганцем из проволоки кремнием при проваре основного металла, при подборе соответствующего термического цикла (погонной энергии) позволяет получить металл шва с требуемыми ме-

ханическими свойствами. Использование указанных материалов достигается высокая стойкость металла швов против образования пор и кристаллизационных трещин. При сварке без разделки кромок увеличение доли основного металла шва и поэтому некоторое повышение в нем углерода может прочностные свойства и понизить пластические свойства металла шва.

При сварке низколегированных термоупрочненных для предупреждения шва в зоне термического влияния следует использовать режимы с малой погонной энергией, а при сварке не термоупрочненных с повышенной погонной энергией. Для обеспечения пластических свойств металла шва и околошовной зоны на уровне свойств основного металла во втором случае следует выбирать режимы, обеспечивающие получение швов повышенного сечения, применять двухдуговую сварку или производить предварительный подогрев металла до 150-200 °С.

К преимуществам данного способа сварки можно отнести:

1. Высокая производительность, превышающая производительность ручной дуговой сварки в 5-10 раз. Достигается она за счёт использования сварочного тока значительной силы, и, как следствие этого, за счёт глубокого проплавления свариваемого металла. А также за счёт того, что отсутствуют угар и разбрызгивание металла, а, следовательно, исключаются потери металла. Кроме этого, высокая производительность обеспечивается вследствие автоматизации процесса сварки металла.

2. Применение флюса повышает качество сварки за счёт того, что образует защитную плёнку вокруг зоны сварки и препятствует проникновению в неё окружающего воздуха. Кроме того, флюс, на поверхности расплавленного металла обладает низкой теплопроводностью и препятствует быстрому остыванию жидкого металла. Вследствие этого газы и неметаллические включения успевают всплыть на поверхность сварочной ванны и выйти из неё до того, как металл кристаллизуется.

3. Процесс автоматической сварки под флюсом полностью механизирован, что позволяет уменьшить до минимума трудоёмкий и дорогостоящий ручной труд и снизить квалификацию сварщика. А технология ручной дуго-

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

вой сварки подразумевает ручной труд и для выполнения этих работ требуется сварщик более высокой квалификации.

4. Электрическая дуга при автоматизированной сварке получается более стабильной, т.к. находится под защитным слоем сварочного флюса.

5. При автоматической сварке потери электродного металла не превышают 2-5%, так как угар металла и его разбрызгивание практически отсутствуют. Для сравнения, при ручной сварке потери металла из-за его уга и разбрызгивания достигают 20%, а в некоторых случаях 30%.

6. При автоматической сварке коэффициент использования теплоты от электрической дуги более высокий, чем при ручной сварке. Это позволяет существенно экономить электроэнергию. Экономия может достигать 40%.

7. Улучшенные условия работы сварщика. Зона сварки закрыта непроницаемыми слоями флюса и шлака, которые исключают проникновение окружающего воздуха в зону сварки. Но также эти слои препятствуют выделению вредных газов и пыли из сварочной зоны в воздух. Поэтому, для удаления газов достаточно наличия естественной вытяжной вентиляции на рабочем месте сварщика.

8. Из-за того, что дуга находится под флюсом, она не видна оператору, следовательно, исключено её воздействие на глаза, поэтому, не требуется специальной маски или очков для защиты глаз.

К недостаткам такого вида сварки можно отнести возможность сварки швов только в нижнем положении, или при небольших наклонах сварных кромок, на угол не более 15°. Также затруднено применение автоматической сварки в монтажных условиях. Эти недостатки обусловлены недостаточной маневренностью сварочных автоматов из-за их конструктивных особенностей. Но со временем, по мере развития сварочной техники и технологии подобный недостаток будет устранён.

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

2.3 Сварка в защитных газах

Сварка в защитных газах — один из распространенных способов сварки плавлением. По сравнению с другими способами он имеет ряд преимуществ, из которых главные: возможность визуального, в том числе и дистанционного, наблюдения за процессом сварки; широкий диапазон рабочих параметров режима сварки в любых пространственных положениях; возможность механизации и автоматизации процесса, в том числе с применением робототехники; высокоэффективная защита расплавленного металла; возможность сварки металлов разной толщины в пределах от десятых долей до десятков миллиметров.

Сварка в защитных газах (СЗГ) — общее название разновидностей дуговой сварки, осуществляемой с вдуванием через сопло горелки в зону дуги струи защитного газа. В качестве защитных применяют: инертные (Ar, He), активные (CO₂, O₂, N₂, H₂).

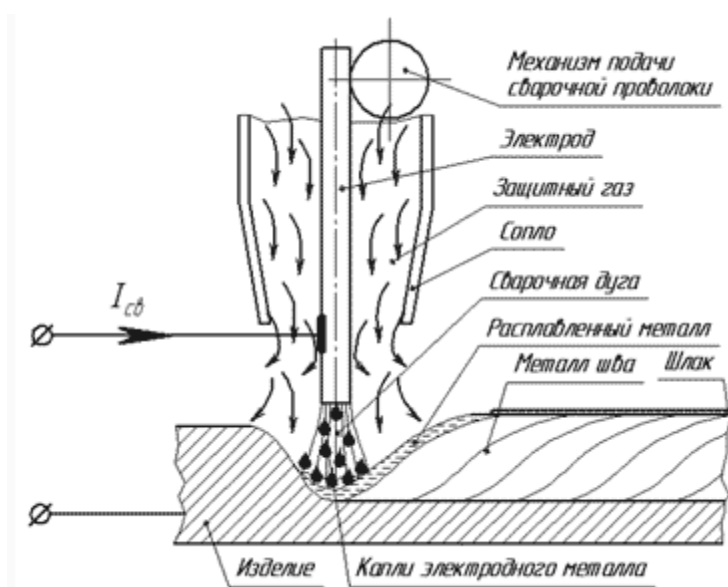


Рисунок 5 - Схема сварки в защитных газах

При сварке плавящимся электродом в защитном газе (рисунок 5) в зону дуги, горящей между плавящимся электродом (сварочной проволокой) и изделием через сопло подаётся защитный газ, защищающий металл сварочной ванны, капли электродного металла и закристаллизовавшийся металл от воз-

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП 44.03.04.010 ПЗ

действия 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 30 %. 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. Увеличение напряжения дуги, повышая, угар легирующих элементов, ухудшает механические свойства шва.

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

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.

Широкий диапазон применяемых защитных газов обуславливает большое распространение этого способа как в отношении свариваемых металлов, так и их толщин (от 0,1 мм до десятков миллиметров).

Основными преимуществами рассматриваемого способа сварки являются следующие:

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

- высокое качество сварных соединений па разнообразных металлах и их сплавах разной толщины, особенно при сварке в инертных газах из-за малого угара легирующих элементов;

- возможность сварки в различных пространственных положениях;
- отсутствие операций по засыпке и уборке флюса и удалению шлака;

- возможность наблюдения за образованием шва, что особенно важно при механизированной сварке;

- высокая производительность и легкость механизации и автоматизации процесса;

- низкая стоимость при использовании активных защитных газов.

К недостаткам способа относятся: необходимость применения защитных мер против световой и тепловой радиации дуги; возможность нарушения газовой защиты при сдувании струи газа движением воздуха или при забрызгивании сопла; потери металла на разбрызгивание, при котором брызги прочно соединяются с поверхностями шва и изделия; наличие газовой аппаратуры и в некоторых случаях необходимость водяного охлаждения горелок.

Для сварки барабана лебёдки с угловыми швами из конструкционной легированной стали, которой и является сталь 30ХГСА принимаем автоматическую сварку под слоем флюса, что диктуется технологической целесообразностью и высокопроизводительностью.

Достоинства способа:

- Повышенная производительность;
- Минимальные потери электродного металла (не более 2%);
- Отсутствие брызг;
- Максимально надёжная защита зоны сварки;
- Минимальная чувствительность к образованию оксидов;
- Мелкочешуйчатая поверхность металла шва в связи с высокой стабильностью процесса горения дуги;

- Не требуется защитных приспособлений от светового излучения, поскольку дуга горит под слоем флюса;

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

- Низкая скорость охлаждения металла обеспечивает высокие показатели механических свойств металла шва;

Для приварки трубы к дискам исходя из толщины свариваемого материала и обеспечения хорошего формирования шва, а так же согласно ТУ на изготовление выбираем следующее сварное соединение для сварки кольцевого шва: Т7 ГОСТ 8713-79.

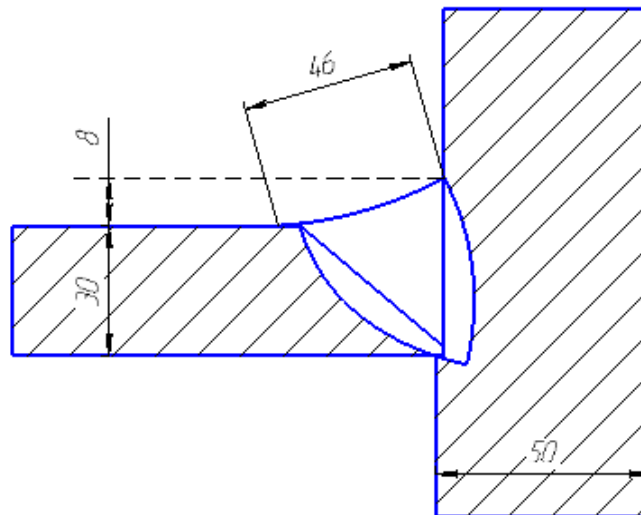


Рисунок 6 - Тавровое соединение со скосом одной кромки [6]

Исходные параметры сварного соединения и сварного шва:

Ширина шва e , мм. $e = 46$;

Высота усиления g , мм. $g = 8$;

Зазор b , мм. $b = 0$;

Толщина металла S , мм. $S_1 = 30$; $S_2 = 50$;

3 Описание и выбор сварочных материалов

3.1 Выбор электродов для сборки

Прихватки выполняются ручной дуговой сваркой. Для ручной дуговой сварки данной стали применяют электроды типа Э85 со сварочной проволокой Св-18ХГС или Св-18ХМА, и с защитным покрытием следующих видов: ЦЛ-18-63, ЦК18М, УОНИ-13/65, УОНИ-13/85, УОНИ-13/НЖ [8].

Для стали 30ХГСА выбираем электроды марки Св-18ХГС с защитным покрытием ЦЛ-18-63.

Сварка низколегированных сталей 25ХГСА, 30ХГСА, 35ХГСА и т.п. затруднена тем, что они склонны к образованию трещин при сварке и к появлению закалочных структур. Хромокремнемарганцевые стали типа 30ХГСА свариваются электродами ЦЛ-18-63 предельно короткой дугой.

Электроды данной группы применяются для сварки легированных сталей с временным сопротивлением разрыву более 600 МПа. При сварке электродами с основным покрытием, получается сварной шов с высокой пластичностью.

После сварки рекомендуется провести термообработку для устранения закалочных структур. Для этого изделие нагревают до температуры 650-680°С, выдерживают эту температуру по времени, в зависимости от толщины металла (1 ч на 25мм толщины) и охлаждают либо на воздухе, либо в воде.

Режимы для сборки изделия:

Принимаем $d_s = 4\text{мм}$.

Для электродов с основным покрытием минимально допустимое значение плотности сварного тока составляет $j = 13\text{А/мм}^2$ [1].

Расчёт сварочного тока:

$$I_{св} = \pi * d_s^2 * j / 4 \quad (3.1)$$

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

$$I_{св}=3,14*4^2*13/4=163A$$

Примем $I_{св}=160A$.

Расчёт сварочного напряжения:

$$U_{д}=12+0,36*I_{св}/d_э \quad (3.2)$$

$$U_{д}=12+0,36*160/4=26 В$$

Скорость сварки:

$$V_{св}=(\alpha_n * I_{св})/(p * F_{пр})$$

$$(3.3)$$

$$V_{св}=(8,5*160)/(7,8*0,15)=11,6 \text{ м/ч}$$

где α_n – коэффициент наплавки, г/Ач;

P – плотность металла электрода, г/см³;

$\alpha_n=12$ г/Ач;

$P=7,8$ г/см³;

Таблица 3.1- Режимы сварки для прихваток

$d_э$, мм	$I_{св}$, А	$U_{д}$, В	$V_{св}$, м/ч
4	160	26	11,6

3.2 Выбор сварочной проволоки и флюса

Низколегированные стали хромансиль (содержание около 1 % хрома, марганца и кремния) широко применяются в промышленности. Из этой группы сталей наиболее распространенной является сталь 30ХГСА. Для сварки сталей типа хромансиль можно использовать электродные проволоки:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.010 ПЗ

Лист

32

Св-10ГС, Св-18ХМА, Св-18ХГС, а также проволоку Св-08ГС. Ввиду высокого содержания элементов раскислителей в основном металле, швы, выполненные на сталях хромансиль, как правило, не имеют пор. Внешний вид и формирование швов хорошее.

Сварочная проволока Св-18ХГС принадлежит к классу низколегированных сварочных проволок, имеет в своем составе марганец, хром и кремний и широко используется для сварки и наплавки металла. Применяется для сварки элементов металлоконструкций, выполненных из легированных и конструкционных сталей.

Таблица 3.2 - Химический состав сварочной проволоки Св-18ХГС [8]

С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
0,15-0,22	0,90-1,20	0,80-1,10	0,80-1,10	не более 0,30	не более 0,025	не более 0,030

Флюс сварочный АН - 348А относится к оксидным высокоактивным флюсам. Основное предназначение данного материала — для автоматической и полуавтоматической сварки и наплавки деталей из углеродистых нелегированных и низколегированных сталей, низколегированной и нелегированной проволок. Возможная температура эксплуатации конструкции составляет $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. В процессе сварки с использованием флюса АН - 348А сварочная проволока и указанный флюс подаются в зону горения дуги одновременно. Под воздействием тепла происходит плавка свариваемых деталей, проволоки и флюса. Расплавленный флюс позволяет эффективно защитить зону горения дуги от атмосферного воздуха и находящихся в нем газов, способствует стабильному горению дуги и позволяет качественно улучшить получаемый сварной шов. При сварке под флюсом АН - 348А в результате получаются качественные швы, которые имеют высокую плотность и не поддаются трещинам. После того, как сварной шов остынет, шлаковая корка без проблем удаляется. При сварке-наплавке под флюсом интенсивно протекают кремне- и марганцевосстановительные процессы, что компенсирует недостаток углерода в сварочной проволоке.

Таблица 3.3 - Химический состав флюса АН-348А(%)

SiO ₂	MnO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	S	P	CaF ₂
40,0-44,0	31,0-38,0	<12,0	<7,0	<13,0	0,5-2,2	<0,11	<0,12	3,0-6,0

В качестве сварочной проволоки, выбираем Св-18ХГС. Данная проволока наиболее близка по химическому составу к основному металлу. В качестве защиты металла шва, принимаем флюс АН 348А.

3.3 Расчет режимов автоматической сварки под слоем флюса

Выполним расчет для сварного соединения Т7 ГОСТ 8713-79.

Определим площадь наплавленного металла:

$$F_H = F_{\Delta} + \widehat{F},$$

(3.4)

$$F_H = 467 + 268,6 = 745,6 \text{ мм}^2$$

Расчёт режимов для сварки корня шва:

Принимаю высоту корневого валика $S' = 9 \text{ мм}$

$$h_p = 0,7S' - 0,5b,$$

(3.5)

Расчётная глубина проплавления, зависящая от величины зазора между кромками и формы подготовки кромок:

$$h_p = 0,7 * 9 = 6,3 \text{ мм}$$

Площадь корневого валика:

$$F_k = 9^2 * \text{tg}50/2 = 48 \text{ мм}^2$$

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Расчёт сварочного тока:

$$I_{св}=(h_p/K_h)*100,$$

(3.6)

$$I_{св}=(6,3/0,95)*100= 663A;$$

Принимаем $I_{св}=570A$, так как при проверке расчётной глубины проплавления h_p к глубине проплавления h разница между ними была больше допустимых значений. Рассчитанное значение тока позволит производить сварку без прожогов.

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по формуле, мм:

$$d_{э.п} = K_d * F_k,$$

(3.7)

$$d_{э.п} = (0,04...0,17) \cdot 48 = 1,92...8,16 \text{ мм};$$

принимаем диаметр электродной проволоки $d_{э.п} = 5$ мм.

Плотность тока:

$$J=(4I_{св}/\pi*d_{э}^2),$$

(3.8)

$$J=(4*570)/(3,14*25)=29A/мм^2$$

Рассчитанная плотность тока находится в допустимых пределах. [1]

Коэффициент наплавки:

$$\alpha_n \sim \alpha_p = 7,0 + 0,0702 \cdot I_{св} \cdot d^{(-1,350)}, \quad (3.9)$$

$$\alpha_n = 7 + 0,0702 * 570 * 5^{(-1,35)} = 11,55 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Скорость сварки:

$$V_{св}=(\alpha_H * I_{св})/(3600 * p * F_H), \quad (3.10)$$

$$V_{св}=(11,55 * 570)/(3600 * 7,8 * 0,48)=0,48 \text{ см/с}=17,28 \text{ м/ч}$$

Напряжение на дуге:

$$U_{\partial} = 20 + 0,05 \cdot \frac{I_{св}}{\sqrt{d_{э}}}, \quad (3.11)$$

$$U_{\partial} = 20 + 0,05 * \frac{570}{\sqrt{5}} = 33 \text{ В}$$

Погонная энергия сварки:

$$q_n = (I_{св} * U_{\partial} * \eta) / V_{св}, \quad (10)$$

$$q_n = (570 * 33 * 0,82) / 0,48 = 32133 \text{ Дж/см}$$

Коэффициент формы провара:

$$\psi_{пр} = K * (19 - 0,01 * I_{св}) * ((d_{э} * U_{\partial}) / I_{св}) \quad (3.12)$$

$$\psi_{пр} = (19 - 0,01 * 570) * ((5 * 33) / 570) = 3,849$$

Проверим глубину проплавления:

$$h = 0,076 * \sqrt{q_n / \psi_{пр}}, \quad (3.13)$$

$$h = 0,076 * \sqrt{\frac{32133}{3,849}} = 6,93;$$

h_p отличается от h на 10%, что не превышает допустимого.

Скорость подачи проволоки:

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$V_{\text{шт}} = \frac{4V_{\text{CB}} \cdot F_{\text{К}}}{3,14 \cdot d_3^2}, \quad (3.14)$$

$$V_{\text{шт}} = 4 \cdot 0,48 \cdot 48 / 3,14 \cdot 5^2 = 1,174 \text{ см/с} = 42,264 \text{ м/ч}$$

Вылет электрода:

$$L_3 = 10d_3 \pm 2d_3, \quad (3.15)$$

$$L_3 = 10 \cdot 5 \pm 2 \cdot 5 = 50 \pm 10 \text{ мм}$$

Принимаю $L_3 = 50 \text{ мм}$

Расчёт режимов для сварки заполняющих швов:

Число проходов n'

$$n' = \frac{F_{\text{Н}} - F_{\text{К}}}{F_3} \quad (3.16)$$

$$n' = \frac{735,6 - 48}{99} = 7$$

Площадь наплавленного металла для заполняющего шва

$$F_3 = \frac{F_{\text{Н}} - F_{\text{К}}}{n'} \quad (3.17)$$

$$F_3 = \frac{735,6 - 48}{7} = 98,2 \text{ мм}^2$$

Исходя из этого принимаем число заполняющих валиков 7, из которых 2 лицевых.

Плотность тока:

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

$$J=(4*950/\pi*d_3^2)$$

$$J=(4*950/3,14*5^2)=48,4\text{А/мм}^2$$

Полученная плотность тока является практически максимальной для данного диаметра электрода. Максимальная плотность при $d_3=5$ равна 50 А/мм². [1]

Сварочный ток:

$$I_{св}=3,14*d^2*J/4 \quad (3.18)$$

$$I_{св}=3,14*25*48,4/4=950\text{А}$$

Коэффициент наплавки:

$$\alpha_n=7+0,0702*950*0,1139=14,59\text{г/А*ч}$$

Скорость сварки:

$$V_{св}=(14,59*950)/(3600*7,8*0,98228)=0,5\text{см/с}=18\text{м/ч}$$

Напряжение:

$$U_0 = 20 + 0,05 * \frac{950}{\sqrt{5}} = 41\text{В}$$

Погонная энергия сварки:

$$q_n=(950*41*0,82)/0,5=63878\text{Дж/см}$$

Вылет электрода:

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

$$L_3 = 10 * 5 \pm 2 * 5 = 50 \pm 10 \text{ мм}$$

Скорость подачи проволоки:

$$V_{\text{III}} = 4 * 0,5 * 98,228 / 3,14 * 5^2 = 2,5 \text{ см/с} = 90 \text{ м/ч}$$

Расчёт режимов для сварки лицевых швов:

$$I_{\text{CB}} = 940 \text{ А}; U_{\text{д}} = 41 + 2 = 43 \text{ В};$$

$$V_{\text{CB}} = (14,51 * 940) / (3600 * 7,8 * 0,98228) = 0,49 \text{ см/с} = 17,64 \text{ м/ч}$$

$$q_{\text{n}} = (940 * 43 * 0,82) / 0,49 = 67131 \text{ Дж/см}$$

$$V_{\text{III}} = 4 * 0,49 * 98,228 / 3,14 * 5^2 = 88,3 \text{ м/ч}$$

Общее время сварки

$$t_{\text{OCH}} = L_{\text{ШВ}} / V_{\text{CB}} \quad (3.19)$$

$$t_{\text{OCH}} = 3,14 * 0,55 * 14 / 18 = 1,34 \text{ часа}$$

Общая длина швов

$$L_{\text{ШВ}} = 3,14 * D * n \quad (3.20)$$

$$L_{\text{ШВ}} = 3,14 * 0,55 * 14 = 24,178 \text{ м}$$

3.4 Расчет режимов ручной дуговой сварки

Глубина проплавления h_p : $h_p = 6.3 \text{ мм}$

Диаметр электрода:

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

$$d_3 = (K_d^{III} \cdot S)^{0.7} + K_d^{III} = h_p^{0.7} + K_d^{III}, \text{мм} \quad (3.21)$$

$$d_3 = 6.3^{0.7} + 1 = 4.67 = 5 \text{мм}$$

Сварочный ток, I_c :

$$I_c = K_I^{III} \cdot K_I^{III} \cdot d_3^{1.4} \quad (3.22)$$

Для корня шва:

$$I_c = 25 \cdot 1 \cdot 5^{1.4} = 170 \text{А};$$

Для заполняющих швов

$$I_c = 25 \cdot 1 \cdot 5^{1.4} = 238 \text{А};$$

Напряжение на сварочной дуге для электродов, U_c :

$$U_c = 12 + 1.7 \frac{I_c}{d_3^2}, \text{В} \quad (3.23)$$

$$U_c = 12 + 1.7(238/5^2) = 29 \text{В}$$

$$F_{HK} = (5 \dots 7) \cdot 5 = 25 \dots 35 \text{ мм}^2;$$

Примем площадь сечения наплавленного металла корневого шва 30мм^2

$$F_{H3} = (8 \dots 40) \cdot 5 = 40 \dots 200 \text{ мм}^2;$$

Примем площадь сечения металлазаполняющего шва 45мм^2

Скорость сварки V_c :

$$V_{ci} = \frac{\alpha_H \cdot I_{ci}}{\rho \cdot F_{ШВ}}, \quad (3.24)$$

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

где α_H – коэффициент наплавки, г/А·ч (принимают из характеристики выbranного электрода);

$$\alpha_H = 11,5 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

$F_{ШВ}$ – площадь поперечного сечения шва при однопроводной сварке (или одного слоя валика при многослойном шве), см²;

$$\rho - \text{плотность металла электрода, г/см}^3 \text{ (для стали } \rho = 7,8 \text{ г/см}^3\text{)}$$

Скорость сварки для корневого шва:

$$V_{к} = \frac{11,5 \cdot 170}{7,8 \cdot 0,3 \cdot 3600} = 0,23 \text{ см/с} = 8,35 \text{ м/ч}$$

Скорость сварки для заполняющего валика:

$$V_{св} = \frac{11,5 \cdot 238}{7,8 \cdot 3600 \cdot 0,45} = 0,21 \text{ см/с} = 7,79 \text{ м/ч}$$

4 Технология сборки и сварки барабана лебёдки

Таблица 4.1 - Технология изготовления барабана лебёдки

Номер операции	Наименование операции	Содержание операции	Используемое оборудование и режимы
1	2	3	4
1	Транспортировка	Доставка металла со склада на заготовительные участки цеха	Кран-балка опорная Г/ПЗ, Грузоподъёмность 3тн; Пролёт крана 18 м; Потребляемая мощность 1,9 – 2,8 кВт
2	Резка	Резка листа на заготовки: 1 – диск Ø 750, толщина 50, отверстие Ø 50 2 - диск Ø 650, толщина 50,	Портальная машина газовой резки Eckert Jantar. Скорость перемещения 25000мм/мин;

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

		отверстие Ø 400	Толщина резки 1 кислородной горелкой 100 мм. Двухядерный быстрый процессор IntelCoreDuo
3	Обработка кромок	Механическая обработка кромок трубы на фрезерном станке	Фаскосниматель с автоматической подачей UZ Triumph. Максимальная ширина фаски 62мм; Ширина фаски до 50 в 5 проходов; Плавная регулировка угла наклона(15°-60°); Толщина металла (7-70)

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4
4	Вырез буртика	Вырезаем буртик на дисках механически, на токарно-карусельном станке	Токарно-карусельный станок DMTG C5112 с УЦИ Максимальный Ø точения 1250; Максимальный вес детали 3,2тн; Частота вращения стола (6,3 – 200 об/мин)
5	Очистка после резки	Очистка заготовок для изготовления барабана лебёдки будет осуществляться механическим путем с помощью дробеметного аппарата	Дробемётный аппарат 4Б114_01 Мощность электродвигателя 18,5 кВт; Диаметр рабочего колеса 380; Частота вращения рабочего колеса 3000 об/мин
6	Подогрев деталей	Производим предварительный подогрев перед сборкой до температуры 250°С.	Баллоны с газом, горелка и редуктор
7	Сборка	Сборку осуществляем на специализированном стенде, состоящем из сварочного вращателя с пневмоприжимом	Сварочный вращатель РТ-1500 (1400x1000x990) Диаметр планшайбы 800; Грузоподъёмность 1500кг; Угол наклона 0-135; Частота вращения планшайбы 0,05-1. Yilmaz KM215 - вертикальный пневмоприжим. Инверторный источник для ручной дуговой сварки Pico 350
8	Сварка		Манипулятор сварочный TRP 2000 E. Грузоподъёмность

		Автоматическая сварка кольцевых швов под слоем флюса.	<p>2000кг.</p> <p>Подъем планшайбы: миним. высота 1200/макс. высота 2200 мм.</p> <p>Скорость вращения миним÷макс: 0.017 ÷ 0.50 об/мин.</p> <p>Головка сварочная ГДФ-1251.</p> <p>Сварочный трансформатор ТДФЖ 1250;</p> <p>Сварочная колонна Т22101. Рабочая зона по вертикали 4 м; Рабочая зона по горизонтали 4 м;</p>
--	--	---	--

Окончание таблицы 4.1

1	2	3	4
			<p>Навесная система рециркуляции флюса.</p> <p>Способ сварки – Афш.</p> <p>Корень шва:</p> <p>$I_{св}=570А$, $d_3=5мм$, $U_d=33В$, $V_{св}=17,28м/ч$, $V_{пп}= 42,2м/ч$;</p> <p>Заполняющий шов:</p> <p>$I_{св}=950А$, $d_3=5мм$, $U_d=41В$, $V_{св}=18м/ч$, $V_{пп}= 90м/ч$;</p> <p>Лицевой шов:</p> <p>$I_{св}=940А$, $d_3=5мм$, $U_d=43В$, $V_{св}=17,64м/ч$, $V_{пп}= 88,3м/ч$;</p>
9	Очистка детали	Тщательная очистка сварных швов от шлака и брызг	Шлифовальная машинка Metabo. Максимальная частота вращения диска 6600 об/мин; Максимальный Ø диска 350
10	Контроль	<p>Контроль качества заключается в проверке соответствия показателей качества продукции установленным требованиям.</p> <p>1) внешний осмотр сварных швов на наличие наружных дефектов (подрезов, кратеров и т.д.); а так же нарушений геометрической формы</p> <p>2) проведение ультразвукового метода контроля на наличие внутренних дефектов</p>	Дефектоскоп УД2-3С

4.1 Оборудование для сборки-сварки барабана лебёдки

1. Кран балка опорная грузоподъёмностью 3,2тн.

Груз крепится на механизм подъема с помощью крепежных систем. В качестве подъемного механизма может быть использована передвижная ручная таль, червячная таль с грузоупорным дисковым тормозом и цепными колёсами на приводном валу, электротали и другие механизмы. Крепежным элементом могут служить крюки, тележки, грузовые электромагниты, грейферы и подобные им системы.

После того, как груз будет надежно закреплен, с помощью действующего подъемного механизма происходит поднятие на необходимую высоту и перемещение в горизонтальной плоскости по рельсовым путям.

2. Портальная машина газовой резки Eckert Jantar

Технические характеристики:

- Привод двусторонний
- Ширина резки 2500 мм
- Основная рабочая длина 6000 мм
- Скорость перемещения 25000 мм/мин
- Толщина резки кислородной горелкой до 100 мм
- Точность позиционирования ЧПУ 0,005 мм

Функции контроллера:

- Библиотека основных форм (26)
- Размещение на контроллере программы CAD/CAM, позволяющей проектирование и изготовление деталей обслуживающим персоналом
- Программная корректировка щели резки - компенсация
- Определение области резки на используемом листе металла.
- Возможность установления ориентировочного пункта станка в произвольном месте
- Корректировка программы относительно листового металла
- Графическое изображение позиции горелки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- Функция „лупа” для увеличения линии контура резки на мониторе
- Автоматическое указание ошибок функционального распорядителя

- Функция проезда станка вперед и назад по контуру элемента
- Быстрый возврат к последнему запомненному пункту программы
- Функция зеркального отражения
- Возможность вращения элемента в программе
- Функция копирования
- Цифровой индикатор положения горелки в оси X и Y

3. Фаскосниматель с автоматической подачей UZ Triumph

Фаскосниматель - это кромкорез предназначенный для механической обработки фрезерованием кромок листового металла и снятия фасок на трубах перед операцией сварки.

Технические характеристики:

- Станок предназначен для снятия фаски с заготовок из углеродистой стали, нержавеющей стали и алюминия
- Толщина материала от 7 до 70 мм
- Минимальный размер материала 200 x 100 x 7 мм
- Максимальный размер материала не ограничен
- Двигатель фрезерной головки мощность 4 кВт/400В /50 Гц
- Скорость реза 182,2 м/мин, фрезерная головка Ø 85мм с 5 сменными твердосплавными пластинами
- Двигатель автоматической подачи 2 двигателя мощностью 120Вт/400В/3фазный/50 Гц, автоматическая регулировка скорости подачи с интервалом 0 - 1,2 м/мин, регулируемая в зависимости от вида материала. Возможность управления машиной с пульта дистанционного управления.
- Масса машины UZ50 Triumph + манипулятор 3D: 175 кг.

4. Токарно-карусельный станок OMTG C5112

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Токарно-карусельный станок DMTG C5112 с УЦИ с одной стойкой предназначен для черновой и чистовой обработки деталей из черных и цветных металлов в единичном и серийном производстве.

Станок этой серии позволяет производить обработку простых и сложных деталей с обеспечением стабильной точности в сочетании с широкими технологическими возможностями.

Кинематика станка позволяет производить наружное и внутреннее точение цилиндрических и конических поверхностей, точение торцевых поверхностей, сверление, зенкерование и развертывание отверстий в оси детали. Узлы станка в линейном направлении перемещаются по направляющим скольжения с приводом от шариковинтовой пары.

Техническая характеристика:

- Максимальный диаметр точения 1250 мм
- Диаметр стола 1000 мм
- Максимальный вес детали 3.2 тн
- Частота вращения стола 6.3-200 об/мин
- Количество скоростей стола 16
- Максимальный крутящий момент на столе 17.5 кНм
- Максимальный крутящий момент двигателя подачи 22 Нм
- Ход траверсы 900 мм
- Скорость перемещения траверсы 0,66 м/мин
- Мощность главного привода 22 кВт
- Габариты станка (ДхШхВ), 2277х2540х3403 мм
- Вес станка 9500 кг

5. Дробемётный аппарат 4Б114

Аппараты дробеметные предназначены для создания концентрированного высокоскоростного (70...80 м/с) дробепотока с целью очистки дробеметным способом отливок от остатков формовочной земли, стержней, окалина; поковок, штамповок, листового и профильного проката от окалины и ржавчины, а также с целью поверхностного упрочнения деталей (наклеп).

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Технические характеристики:

- Диаметр рабочего колеса 380 мм
- Частота вращения рабочего колеса 3000 об/мин
- Количество лопастей 6 шт
- Габариты аппарата (ДхШхВ), 700х550х440 мм
- Масса аппарата 250 кг

6. Баллон с газом и редуктор

Подогрев металла производят в месте сварки на ширину 100 мм; с каждой стороны шва таким образом, чтобы непосредственно у шва металл имел требуемую температуру.

7. Сборочный стенд

Сборочный стенд состоит из сварочного вращателя с вертикальным пневмоприжимом, где для сборки источник питания для ручной дуговой сварки. Сварочный вращатель РТ-1500 предназначен для сборки и сварки кольцевых швов тел вращения, позиционирования сварных конструкций в удобные для сварки положения без применения подъемно-транспортного оборудования и рабочей силы. Наклон планшайбы от 0 до 135 градусов позволяет нам осуществлять сборку изделия в вертикальном положении с использованием вертикальных пневмоприжимов. А автоматическое вращение планшайбы позволяет производить сборочные работы в одном положении. Данный вращатель имеет грузоподъемность 1500кг.

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

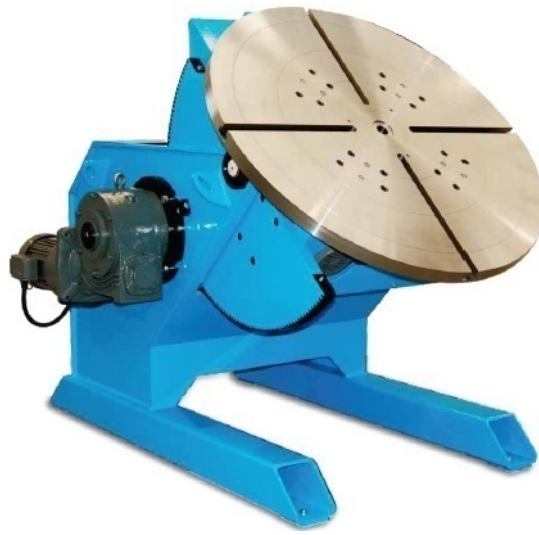


Рисунок 7 - Сварочный вращатель РТ-1500

Вертикальный пневмоприжим Yilmaz KM215 обеспечивает нагрузку, необходимую для того, чтобы прочно закрепить изделие на сборочном стенде.



Рисунок 8 - Вертикальный пневмоприжим Yilmaz KM215

В качестве источника питания применяется инверторный источник для ручной дуговой сварки Pico 350.

Основные технические характеристики:

- Диапазон регулирования сварочного тока 10-350 А
- Продолжительность включения 100% при токе 250 А
- Частота сети 50/60 Гц
- Габариты аппарата (ДхШхВ) 515x185x350 мм
- Вес аппарата 16,5 кг

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

8. Сварочный стенд

Сварочный стенд состоит из сварочного манипулятора, сварочной колонны и сварочного трансформатора в комплексе со сварочной головкой ГДФ-1251 для сварки под слоем флюса.

Универсальный сварочный вращатель TRP 2000 с подъемной планшайбой. Обладает грузоподъемностью 2000кг. Подъем планшайбы: минимальная высота 1200мм. Максимальная высота 2200 мм. Скорость вращения миним÷макс: 0.017 ÷ 0.50 об/мин.

Движение осуществляется при помощи гидроцилиндра с предохранительным клапаном и «центральный» клапаном, что позволяет сохранять постоянную скорость наклона, даже если эксцентрическая нагрузка станет причиной изменений в крутящем моменте.



Рисунок 9 - Сварочный вращатель TRP

Сварочный трансформатор ТДФЖ-1250 - источник питания, предназначенный для высокопроизводительной автоматической одно- или многодуговой сварки и наплавки под слоем флюса на переменном токе ответственных конструкций из малоуглеродистых и низколегированных сталей. Плавное регулирование сварочного напряжения и включение на сварку может осуществляться местно или дистанционно.

Трансформатор может работать в составе автоматизированных сварочных линий. В том числе использоваться для сварки спирально-

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

шовных труб и для сварки продольных швов при производстве труб. Обладает 100% продолжительностью включения при максимальном токе.



Рисунок 10 - Сварочный трансформатор ТДФЖ-1250

Технические характеристики:

- Напряжение питающей сети: 2 x380 В
- Частота питающей сети: 50 Гц
- Номинальный сварочный ток (при ПВ, %): 1250 А (100%)
- Первичный ток при номинальной нагрузке: не более 250 А
- Номинальное рабочее напряжение: 44 В
- Пределы регулирования сварочного тока: 400 – 1250 А
- Пределы регулирования рабочего напряжения: 28-44 В
- Первичный ток при номинальной нагрузке: не более 250 А
- Коэффициент полезного действия: не менее 88 %
- Масса: 560 кг
- Габариты: 776x610x1420 мм

Головка сварочная ГДФ-1251 предназначена для автоматической дуговой сварки поворотных стыков труб диаметром 529...1420 мм из малоуглеродистых и низколегированных сталей. Сварка осуществляется на постоянном токе под флюсом стальной электродной проволокой.

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50



Рисунок 11 - Головка сварочная ГДФ-1251

Технические характеристики:

- Номинальный сварочный ток при (ПВ = 100 %): 1250 А
- Пределы регулирования сварочного тока: 250...1250 А
- Диаметры электродной проволоки: 2...8 мм
- Скорость подачи электродной проволоки: 12...360 м/ч
- Угол наклона электродной проволоки («Вперёд» – «Назад»): 0...30 град
- Вылет электродной проволоки: 30...80 мм

Колонна для сварочного автомата Т22101 предназначена для крепления и перемещения сварочного автомата при дуговой электросварке прямолинейных и кольцевых швов изделий. Может быть использована при совместной работе с универсальными, вертикальными, горизонтальными и роликовыми вращателями [14].

Колонна может применяться в сборочно-сварочных цехах и участках для производства автоматической дуговой электросварки при изготовлении корпусных, балочных, цилиндрических и других металлоконструкций.

Колонна снабжена фильтровентиляционным агрегатом для отсоса вредных веществ из зоны сварки.

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Стационарная колонна консольного типа состоит из следующих основных сборочных единиц: тумбы, опорно-поворотного устройства с приводом поворота, колонны, каретки с направляющими роликами и приводом перемещения консоли, консоли и механизма подъема.

Конструктивная схема колонны выполнена так, что все основные перемещения сварочного автомата осуществляются в прямоугольной системе координат, и, кроме того, имеется возможность поворота вокруг вертикальной оси колонны.



Рисунок 12 - Сварочная колонна Т22101

Технические характеристики:

- Ход рабочего органа (гориз/верт): 1600x1600 мм
- Наибольший угол поворота рабочего органа вокруг оси: 360°
- Скорость перемещения рабочего органа консоли: маршевая (не менее 0,05 м/с), сварочная (0,001-0,05 м/с), вертикальная (0,032 м/с)
- Наибольшая нагрузка на конец консоли: 2,0 кН
- Наибольший сварочный ток при (ПВ=100%): 1200 А
- Частота: 50 Гц
- Мощность электродвигателей: 1,65кВт
- Габариты: 4400x1850x3415 мм
- Масса колонны (без источника питания): 2110 кг

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

9. Углошлифовальная машинка Metabo WEV 15-125

Технические характеристики:

- Диаметр диска: 125 мм
- Мощность: 1550 Вт
- Число оборотов: 2800-11000 об/мин
- Вес: 2,5 кг

10. Ультразвуковой дефектоскоп УД2-3С

Универсальный ультразвуковой дефектоскоп УД2-3С предназначен для контроля продукции на наличие дефектов типа нарушения сплошности и однородности материалов, полуфабрикатов, готовых изделий и сварных соединений, для измерения глубины и координат залегания дефектов, измерения толщины и скорости распространения ультразвуковых колебаний в материале.

Дефектоскоп сохраняет работоспособность при контроле материалов и изделий со скоростями распространения продольных ультразвуковых волн в диапазоне от 1000 до 9999 м/с. Имеет диапазон измеряемых временных интервалов от 0 до 1000 мкс.

Дефектоскоп УД2-3С реализует теневой, эхо и зеркально-теневой методы УЗ контроля.

Дефектоскоп ориентирован на применение в машиностроении, металлургической промышленности, железнодорожном, авиационном и других видах транспорта, энергетике и других отраслях при монтаже, эксплуатации, ремонте технологического оборудования и для контроля изделий основного производства.

Технические характеристики:

- Развертка: до 1000 мкс
- Задержка: -0,5 мкс до 996 мкс
- Отсечка: до 80% высоты экрана
- Максимальная длина контролируемого материала: до 3000 мм (эхо-режим)
- Диапазон скоростей: 1000 - 9999 м/с

										Лист
										53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ДП 44.03.04.010 ПЗ

- Задержка в призме: 0 - 100 мкс
- Шаг задержки в призме: 0,01 мкс
- Демпфирование: 0 Ом, 50 Ом
- Входной импеданс: 50 Ом
- Зондирующий импульс: не менее 150 В, при нагрузке 50 Ом
- Усилитель: широкополосный
- Диапазон регулировки усиления: 110 дБ
- Временная Регулировка Чувствительности (ВРЧ): по 10 опорным точкам
- Детектирование: положительная или отрицательная полуволна, полное, радиосигнал
 - Зоны контроля: две независимых зоны, индивидуальная логика определения дефектов.
 - Автоматическая Сигнализация Дефектов (АСД): световая для каждой зоны отдельно и звуковая
 - Измерение временных интервалов: от 0 до первого сигнала в зоне, между сигналами в зонах, по фронту или по максимуму сигнала
 - Измерение амплитуды: в процентах от высоты экрана, в дБ относительно уровня порога в зоне, в дБ относительно опорного сигнала
 - Дисплей: ЖК или вакуумно-люминисцентный
 - Память: 99 настроечных режимов
 - Диапазон рабочих температур: от -20 С до +50 С
 - Размер (В x Ш x Д): 280 мм x 282 мм x 50 мм

4.2 Контроль качества сварных соединений

Дефектом называют недопустимые отклонения от требований нормативно-технического документа на конкретное изделие. Вид контроля качества сварных соединений выбирается в зависимости от назначения барабана лебёдки и от требований предъявляемых к ней в соответствии с техниче-

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

ми условиями. Для проверки качества сварки в готовом изделии существуют следующие виды контроля: внешний осмотр и измерение сварных соединений, испытание на плотность, просвечивание рентгеновскими и гамма-лучами, контроль ультразвуком, магнитные методы контроля, металлографические исследования, механические испытания.

Внешний осмотр (ГОСТ 3242-79) [15]. Служит для определения наружных дефектов в сварных швах. Производится невооруженным глазом или с помощью лупы 10-кратного увеличения. Перед осмотром сварной шов и прилегающую к нему поверхность металла шириной 20 + 20 мм очищают от шлака, брызг и загрязнений, стыки паропроводов из аустенитных сталей проходят механическую и химическую обработку. Размеры сварного шва и дефектных участков определяют измерительным инструментом и специальными шаблонами. Границы трещин выявляют путем засверливания, подрубки металла зубилом, шлифовки дефектного участка и последующего травления. При нагреве металла до вишнево-красного цвета трещины обнаруживаются в виде темных зигзагообразных линий. В случаях, когда необходима термическая обработка сварных стыков, внешний осмотр и измерения следует производить до и после термообработки.

Просвечивание сварных соединений (ГОСТ 3242-79, ГОСТ 7512-75 и ГОСТ 23055-78). Основано на способности рентгеновских или гамма-лучей; проникать через толщу металла, действуя на чувствительную фотопленку, фотобумагу, или селеновую пластину, приложенную к шву с обратной стороны. В местах, где имеются поры, шлаковые включения или непровар, на пленке (пластине) образуются более темные пятна. Рентгенопросвечиванием выявляют дефекты в металле толщиной до 60 мм размером 0,5-3% толщины металла, гамма-просвечиванием - в металле толщиной до 100 мм размером 2-5%. Просвечивание не позволяет выявлять трещины, если они расположены под углом не более 5° к направлению центрального луча, а также непровары в виде слипания свариваемых металлов без газовой или шлаковой прослойки. При обнаружении в шве недопустимых дефектов просвечивают удвоенное количество швов (стыков). Если вновь обнаруживают дефекты, то просвечи-

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

вают все швы, заваренные данным сварщиком. Выявленные дефекты удаляют, швы переваривают и вновь просвечивают. При оценке качества швов рекомендуется иметь эталонные снимки для толщин 8-12, 14-20, 30-50 и 60-100 мм с характерными дефектами. Альбомы эталонных снимков утверждаются инспекцией Госгортехнадзора и администрацией и являются неотъемлемой частью технических условий на приемку изделий.

Магнитографический контроль (ГОСТ 3242-79). Основан на обнаружении полей рассеивания, образующихся в местах дефектов при намагничивании контролируемых изделий. Поля рассеивания фиксируются на эластичной магнитной ленте, плотно прижатой к поверхности шва. Запись производят на дефектоскопе или считывают. Выявляют поверхностные и подповерхностные макротрещины, непровары, поры и шлаковые включения глубиной 2-7% на металле толщиной 4-12 мм. Менее четко обнаруживаются поры округлой формы, широкие непровары (2,5-3 мм), поперечные трещины, направление которых совпадает с направлением магнитного потока. В ряде случаев результаты магнитного контроля проверяют просвечиванием. Производительность метода 5-6 м/мин.

Ультразвуковой метод (ГОСТ 3242-79, ГОСТ 22368-77). Основан на различном отражении направленного пучка высокочастотных звуковых колебаний (0,8-2,5 МГц) от металла (сварного шва) и имеющихся в нем дефектов в виде несплошностей. Применяют для контроля сварных швов сталей и цветных металлов. Для получения ультразвуковых волн используют пьезоэлектрические пластинки из кварца или титаната бария, которые вставляют в держатели-щупы. Отраженные колебания улавливают искателем, преобразуют в электрические импульсы, подают на усилитель и воспроизводят индикатором. Для обеспечения акустического контакта поверхность изделия в месте контроля обильно покрывают маслом (автол марок 6, 8, 18; компрессорное масло и т. д.). Предельная чувствительность при толщине металла до 10 мм 0,2-2,5 мм², свыше 10 до 50 мм 2-7 мм², свыше 50 до 150 мм 3,5-15 мм².

Вскрытие шва (ГОСТ 3242-79). Применяют для определения дефектов в сомнительных местах, после проведения контроля другими методами, а

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

также для контроля угловых швов. Вскрытие производят вырубкой, сверлением, термической строжкой, а также вырезкой участка сварного соединения. При засверливании в сварном шве высверливают воронкообразное углубление диаметром на 2-3 мм больше ширины шва. Поверхность воронки шлифуют и протравливают 15%-ным раствором азотной кислоты. При этом отчетливо выделяются границы шва.

Люминесцентная и цветная дефектоскопия (ГОСТ 3242-79).

В полость дефекта вводят флюоресцирующий раствор или ярко-красную проникающую жидкость, которую затем удаляют с поверхности. Под действием ультрафиолетовых лучей происходит видимое свечение раствора, адсорбированного из полости дефекта. При цветной дефектоскопии дефекты выявляют белой проявляющейся краской (на белом фоне появляется красный рисунок, соответствующий форме дефекта). С помощью этих методов выявляют поверхностные дефекты, главным образом трещины в различных сварных соединениях, в том числе из немагнитных сталей, цветных металлов и сплавов. Для цветной дефектоскопии используют готовые комплекты (ДАК-2Ц).

Гидравлическое испытание (ГОСТ 3242-79, ГОСТ 3285-77).

Налив воды применяют для испытания на прочность и плотность вертикальных резервуаров, газгольдеров и других сосудов с толщиной стенки не более 10 мм. Воду наливают на полную высоту сосуда и выдерживают не менее 2 ч. Поливку из шланга с брандспойтом (диаметр выходного отверстия 15-30 мм) под давлением не ниже 1 атм (0,1 МПа) подвергают сварные швы открытых сосудов. При испытании с дополнительным гидростатическим давлением последнее создают в наполненном водой и закрытом сосуде с помощью напорной трубки диаметром не менее 30 мм, а также гидравлическим насосом. Величину давления определяют по техническим условиям и правилам Котлонадзора. При проведении испытаний сварные швы обстукивают молотком массой 0,5-1,5 кг. Дефектные места определяют по наличию капель, струек воды и отпотеваний.

Вакуум-метод (ГОСТ 3242-79, ГОСТ 3285-77).

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Сущность метода заключается в создании вакуума и регистрации проникновения воздуха через дефекты на одной, доступной для испытания стороне шва. Применяют для испытания на плотность днищ вертикальных резервуаров и других конструкций. Выявляют сквозные неплотности размером 0,1 мм и более металла толщиной до 16 мм. В качестве пенного индикатора используют мыльный раствор (250 г хозяйственного мыла на 10 л воды), а в зимнее время -водный раствор хлористой соли (кальция или натрия) с концентрированным раствором экстракта лакричного корня (1 кг экстракта на 0,5 л воды).

Для создания вакуума используют плоские, кольцевые и сегментные камеры. Величина вакуума 500-600 мм вод. ст. (5000-6000 Па). Длительность испытания 20 с.

Механические испытания (ГОСТ 6996-66*).

Данное испытание позволяет определить прочность и пластичность сварных соединений. Образцы сваривают в тех же условиях, что и изделие, или вырезают из него. Испытания на разрыв и загиб (сплющивание для труб диаметром до 100 мм) являются обязательными, на ударную вязкость - только для назначенных изделий. Испытания проводят при проверке квалификации сварщиков, а также для определения пригодности сварочных материалов и выбранной технологии сварки.

Данным проектом предусмотрена ультразвуковая дефектоскопия.

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		58

5 Экономический раздел

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки барабана лебёдки, изготавливаемого из стали 30ХГСА с использованием автоматизированной сварки под слоем флюса.

В базовом варианте операции выполнялись при помощи ручной дуговой сварки. При этом для сборки и сварки использовалось следующее оборудование: сварочный вращатель с пневмоприжимом, инверторный сварочный аппарат для ручной дуговой сварки рiсo 350, сварочный манипулятор, электроды ЦЛ-18-63 диаметром 4 мм.

Проектируемая технология предполагает замену ручной дуговой сварки цистерны на автоматическую сварку под флюсом.

5.1 Определение капиталобразующих инвестиций

5.1.1 Определение технологических норм времени на сварку барабана лебёдки

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

$$T_{шт.к} = t_{осн} + t_{пз} + t_{в} + t_{обс} + t_{п}, \quad (5.1)$$

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.;

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

										Лист
										59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

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

$$t_{\text{осн}} = \frac{L_{\text{шв}}}{V_{\text{св}}} \quad (5.2)$$

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

$V_{\text{св}}$ - скорость сварки (базовый вариант), м/ч, $V_{\text{св}} = 7,79$ м/ч.

$V_{\text{св}}$ - скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч, $V_{\text{св}} = 17,28$ м/ч;

Сумма длин всех швов:

$$L_{\text{шв}} = 3,14 * D * n \quad (5.3)$$

где D - диаметр изделия

n - количество проходов на одно изделие (базовый вариант: $n=34$, проектируемый вариант: $n=16$)

$$L_{\text{шв}} = 3,14 * 0,55 * 34 = 58,7 \text{ м (базовый вариант);}$$

$$L_{\text{шв}} = 3,14 * 0,55 * 16 = 27,6 \text{ м (проектируемый вариант);}$$

Определяем основное время по формуле (5.2):

$$t_{\text{осн}} = \frac{58,7}{7,79} = 7,53 \text{ ч (базовый вариант)}$$

$$t_{\text{осн}} = \frac{27,6}{17,28} = 1,6 \text{ ч (проектируемый вариант)}$$

Подготовительно-заключительное время ($t_{\text{пз}}$) включает в себя такие операции как получение производственного задания, инструктаж, получение и сдача инструмента, осмотр и подготовка оборудования к работе и т.д. При

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

его определении общий норматив времени ($t_{пз}$) делится на количество деталей, выпущенных в смену. Примем:

$$t_{пз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{пз} = 7,53 * 0,1 = 0,753 \text{ ч (базовый вариант)}$$

$$t_{пз} = 1,6 * 0,1 = 0,16 \text{ ч (проектируемый вариант)}$$

Вспомогательное время ($t_{в}$) включает в себя время на смену электродов ($t_{э}$), 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 ($t_{уст}$):

$$T_{в} = t_{э} + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (5.4)$$

В вспомогательное время входит время на смену электродов. Это время можно принять равным: $t_{э} = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ ч}$.

Время на зачистку швов и кромок ($t_{кр}$) принимается равным 1 — 1,6 мин на 1 м шва, расположенного в нижнем, вертикальном и горизонтальном положениях

Время на зачистку кромок шва ($t_{кр}$) вычисляется по формуле:

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_c - 1)) \quad (5.5)$$

где n_c - количество слоев при сварке за несколько проходов;

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

Длину шва, при зачистке кромок, определим по формуле:

$$L_{шв} = [(D * \Pi) * n_{кр}] * N, \text{ м} \quad (5.6)$$

где D - диаметр изделия

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

$n_{кр}$ - количество кромок, подлежащих зачистке. Примем $n_{кр} = 2$, поскольку зачистке подлежат все свариваемые кромки;

N - количество сварных соединений на одно изделие, $N = 2$ шт.

$$L_{шв} = [(0,55*3,14)*2]*2 = 6,9 \text{ м};$$

Расчет времени на зачистку кромок или шва для обоих вариантов по формуле (5.5):

$$t_{кр} = 6,9*(0,6 + 1,2*(16 - 1)) = 128 \text{ мин} = 2,1 \text{ ч}$$

Время на очистку швов от шлака и брызг ($t_{бр}$) принимается равным 1 — 1,6 мин на 1 м шва, расположенного в нижнем, вертикальном и горизонтальном положениях:

$$t_{бр} = 1,6*58,7 = 94 \text{ мин} = 1,56 \text{ ч (базовый вариант)}$$

Для проектируемого варианта $t_{бр} = 0$, так как очистка от шлака происходит в автоматическом режиме сразу после наплавки.

Время на установку клейма ($t_{кл}$) принимают 0,03 мин. на 1 знак, $t_{кл} = 0,21 \text{ мин} = 0,0035 \text{ ч}$.

Время на установку, поворот и снятие изделия ($t_{уст}$) зависит от его массы, данные указаны в таблице 6 [16].

По таблице принимаю $t_{уст} = 0,14 \text{ ч}$.

Расчёт вспомогательного время по формуле (5.4):

$$t_{в} = 0,083 + 2,1 + 1,56 + 0,0035 + 0,14 = 3,88 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{в} = 0,083 + 2,1 + 0,0035 + 0,14 = 2,32 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

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

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

$$t_{\text{обс}} = (0,06...0,08) \cdot t_{\text{осн}} \quad (5.7)$$

$$t_{\text{обс}} = (0,06...0,08) \cdot 7,53 = 0,52 \text{ ч (базовый вариант)}$$

$$t_{\text{обс}} = (0,06...0,08) \cdot 1,6 = 0,11 \text{ ч (проектируемый вариант)}$$

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

$$t_{\text{п}} = 0,07 \cdot t_{\text{осн}} \quad (5.8)$$

$$t_{\text{п}} = 0,07 \cdot 7,53 = 0,52 \text{ ч (базовый вариант)}$$

$$t_{\text{п}} = 0,07 \cdot 1,6 = 0,11 \text{ ч (проектируемый вариант)}$$

Таким образом, расчет общего времени ($T_{\text{шт-к}}$) на выполнение сварочной операции по обоим вариантам производим по формуле (5.1)

$$T_{\text{шт-к}} = 7,53 + 0,753 + 3,88 + 0,52 + 0,52 = 13,2 \text{ ч (базовый вариант)}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 1,6 + 0,16 + 2,32 + 0,11 + 0,11 = 4,3 \text{ ч (проектируемый вариант)}$$

Определение общей трудоемкости годовой производственной программы ($T_{\text{произв. пр.}}$) сварных конструкций по операциям техпроцесса по формуле (5.9):

$$T_{\text{произв. пр.}} = T_{\text{шт.к}} \cdot N \quad (5.9)$$

где N — годовая программа, шт; примем $N = 1000$ шт.

$$T_{\text{произв. пр.}} = 13,2 \cdot 1000 = 13200 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 4,3 \cdot 1000 = 4300 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

5.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

Расчёт количества оборудования по операциям техпроцесса (C_p), по формуле (5.10):

$$C_p = \frac{T_{\text{произв.пр}}}{\Phi\partial * K_n} * 100 \quad (5.10)$$

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

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

$$C_p = \frac{13200}{1914 * 1,15} * 100 = 5,99; \text{ примем } C_{\text{п}} = 6 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_p = \frac{4300}{1914 * 1,15} * 100 = 1,95; \text{ примем } C_{\text{п}} = 2 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

Принятое количество оборудования $C_{\text{п}}$ определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допустимая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 - 6%. Таким образом, по базовой технологии используются шесть установок для сварки. По проектируемой технологии достаточно двух установок для автоматической сварки под слоем флюса. Расчёт коэффициента загрузки оборудования K_3 производится по формуле (5.11):

$$K_3 = \frac{C_p}{C_{\text{п}}} \quad (5.11)$$

где K_3 - коэффициент загрузки оборудования;

C_p — количество оборудования по операциям техпроцесса, шт.

$C_{\text{п}}$ — принятое количество оборудования, шт.

$$K_3 = \frac{5,99}{6} = 0,99 \quad (\text{базовый вариант});$$

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

$$K_3 = \frac{1,95}{2} = 0,97 \quad (\text{проектируемый вариант}).$$

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

5.1.3 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 (5.1):

Таблица 5.1 - Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2	3	4
Годовая производственная программа выпуска	шт.	1000	1000
Кран балка опорная грузоподъемностью 3,2тн	руб./шт.	500000	500000
Баллоны с газом, горелка и редуктор	руб./шт.	20000	20000
Сварочный вращатель РТ-1500 с пневмоприжимом	руб./шт.	350000	350000
Инверторный источник для ручной дуговой сварки Рisco 350	руб./шт.	200000	200000
Манипулятор сварочный TRP 2000 E	руб./шт.	510000	510000
Сварочный трансформатор ТДФЖ-1250	руб./шт.		262000
Сварочная колонна Т22101	руб./шт.		1940000
Головка сварочная ГДФ-1251	руб./шт.		190000
Сталь 30ХГСА, Ц _{км}	руб./тн.	70000	70000
Электроды ЦЛ-18 тип Э-85	руб./кг.	140	140
Проволока сварочная 18хгс, Ø5 мм	руб./тн.		40000
Сварочный флюс АН-348-А	руб./кг.		88
Расход флюса	кг./ч.		16,44
Тариф на электроэнергию, Ц _{эл}	руб./кВт-час.	3,16	3,16
Длина сварного шва	м	58,7	27,6

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 44.03.04.010 ПЗ

Лист

65

Окончание таблицы 5.2

1	2	3	4
Положение шва		нижнее	нижнее
Условия выполнения работы		стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	4	5
Тарифная ставка, Т _{ст}	руб./час	130	160
Масса конструкции	т	0,657	0,657

Расчёт балансовой стоимости оборудования при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле (5.12):

$$K_{обj} = Ц_{обj} \cdot (1 + K_{тз}), \text{ руб.} \quad (5.12)$$

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

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

$$K_{обj} = 200000 \cdot (1 + 0,12) = 224000 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{обj} = 2592000 \cdot (1 + 0,12) = 2903040 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Определение капитальных вложений в оборудование для выполнения годового объема работ по формуле (5.13):

$$K_{об} = \sum K_{обj} \cdot C_{пj} \cdot K_{зj} \quad (5.13)$$

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

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

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

$$K_{об} = 224000 \cdot 6 \cdot 1 = 1344000 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{об} = 2903040 \cdot 2 \cdot 1 = 5806080 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитанные данные заносятся в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 - Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Оптовая цена единицы оборудования, руб.	200000	2592000
Количество единиц оборудования, шт.	6	2
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	224000	2903040
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	1344000	5806080

5.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций

5.2.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкции

Технологическая себестоимость формируется из прямых затрат, связанных с расходованием ресурсов при проведении сварочных работ в цехе.

Расчет технологической себестоимости:

$$C_T = M_3 + Z_э + Z_{пр}, \quad (5.14)$$

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).

Расчет материальных затрат.

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

Материальные затраты (M_3 , руб.) рассчитываются по формуле (5.15):

$$M_3 = C_{o.m} + C_{э.н} + C_{др.} \quad (5.15)$$

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

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

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

Стоимость основных материалов ($C_{o.m}$, руб.) с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле (5.16):

$$C_{o.m} = [C_{к.м} + C_{св.пр} + (C_{зг} + C_{св.фл.})] \cdot K_{тр} \quad (5.16)$$

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

$C_{к.м}$ - стоимость конструкционного материала.

Расчёт стоимости конструкционного материала, которым является сталь 30ХГСА.

$$C_{к.м} = m_k \cdot Ц_{к.м}, \quad (5.17)$$

где m_k - масса конструкции, т;

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

$$C_{к.м} = 0,657 * 70000 = 45990 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Стоимость конструкционного материала составляет 45990 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

Расчет затрат на электродную проволоку Св-18ХГС и электроды проводим по формуле (5.18).

$$C_{\text{Св.пр}} = M_{\text{нм}} \cdot \Psi \cdot C_{\text{С.п.}} \cdot K_{\text{тр}}, \text{ руб.} \quad (5.18)$$

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

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

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

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

Масса наплавленного металла $M_{\text{нм}}$ рассчитывается по формуле (5.19):

$$M_{\text{нм}} = V_{\text{нм}} \cdot P_{\text{нм}} \quad (5.19)$$

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

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

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

$$V_{\text{нм}} = L_{\text{шв}} \cdot F_{\text{шв}} \quad (5.20)$$

где $F_{\text{шв}}$ - площадь поперечного сечения наплавленного металла;
 $F_{\text{шв}} = 7,356 \text{ см}^2$;

$L_{\text{шв}}$ - длина сварного шва; $L_{\text{шв}} = 345 \text{ см}$.

$$V_{\text{нм}} = 345 \cdot 7,356 = 2537,8 \text{ см}^2$$

Расчёт объёма наплавленного металла по формуле (5.19):

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

$$M_{\text{HM}} = 2537,8 \cdot 7,8 = 19,795 \text{ кг}$$

Расчет затрат на электродную проволоку и электроды для изготовления одной металлоконструкции по формуле (5.19)

$$C_{\text{св.пр}} = 19,795 \cdot 1,2 \cdot 140 \cdot 1,05 = 3492 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{\text{св.пр}} = 19,795 \cdot 1 \cdot 40 \cdot 1,05 = 832 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Расчет затрат на защитный флюс:

$$C_{\text{др}} = t_{\text{осн}} \cdot q_{\text{зг}} \cdot K_{\text{р}} \cdot \Pi_{\text{зг(фл)}} \cdot K_{\text{тр}} \quad (5.21)$$

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; $K_{\text{р}} = 1,1$;

$\Pi_{\text{зг(фл)}}$ - 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.

$$C_{\text{др}} = 96 \cdot 0,274 \cdot 1,1 \cdot 88 \cdot 1,05 = 2674 \text{ р. (проектируемый вариант)}$$

Для базового варианта $C_{\text{др}} = 0$, т.к. в базовом решении не применяется защитный газ и флюс.

Расчёт стоимости основных материалов в расчёте на одно металлоизделие по формуле (5.16):

$$C_{\text{о.м}} = (45990 + 3492) \cdot 1,06 = 52451 \text{ р. (базовый вариант)}$$

$$C_{\text{о.м}} = (45990 + 832 + 2674) \cdot 1,06 = 52465 \text{ р. (проектируемый вариант)}$$

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчет затрат на электроэнергию, расходуемую на выполнение сварочной операции для одного изделия, выполняется по формуле (5.22):

$$Z_3 = \alpha_3 \cdot W \cdot C_3, \text{руб.} \quad (5.22)$$

где α_3 - удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$;

W - расход электроэнергии, $\text{кВт}\cdot\text{ч}$;

C_3 - цена за 1 $\text{кВт}\cdot\text{ч}$; $C_3 = 3,16 \text{ р./ кВт}\cdot\text{ч}$.

$$C_{\text{ЭН}} = 7 \cdot 45,4 \cdot 3,16 = 1004 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{ЭН}} = 3,5 \cdot 133,1 \cdot 3,16 = 1472 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Материальные затраты (M_3) на одно изделие (исключаем затраты на основной конструкционный материал) рассчитываются по формуле (5.15):

$$M_3 = 52451 + 1004 = 53455 \text{ руб.}$$

$$M_3 = 52465 + 1472 + 2674 = 56611 \text{ руб.}$$

Расчет численности производственных рабочих. Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих $Ч_{\text{ОР}}$ определяется для каждой операции по формуле (5.23):

$$Ч_{\text{ОР}} = \frac{T_{\text{произв.пр}}}{\Phi_{\text{др}} \cdot K_{\text{в}}} \quad (5.23)$$

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

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

$K_{\text{в}}$ - коэффициент выполнения норм выработки (1,1... 1,3).

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

$$Ч_{ОР} = \frac{13200}{1870 \cdot 1,1} = 6,4 \text{ примем } Ч_{ОР} - 6 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$Ч_{ОР} = \frac{4300}{1870 \cdot 1,1} = 2,09 \text{ примем } Ч_{ОР} = 2 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования. По базовой технологии работает 6 сварщиков, по новой измененной технологии работают 2 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 $Ч_{ОР}$.

Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды

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

Расходы на оплату труда ($З_{пр}$) рассчитываются по формуле (5.24).

$$З_{пр} = З_{по} + З_{пд} \quad (5.24)$$

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

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

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ($З_{пр}$) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле (5.25).

$$З_{пр} = Р_{сд} \cdot К_{пр} \cdot К_{д} \cdot К_{сс} + Д_{вр} \quad (5.25)$$

где $Р_{сд}$ - суммарная сдельная расценка за единицу изделия, руб.;

$К_{пр}$ - коэффициент премирования, (данные предприятия), $К_{пр} = 1,5$;

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

K_d - коэффициент, определяющий размер дополнительной заработной платы, $K_d = 1,2$.

Тарифная ставка зависит от квалификации сварщика: $T_{ст}$ сварщика ручной дуговой сварки - 130 руб./час, $T_{ст}$ сварщика автоматической сварки - 160 руб./час.

Рассчитанное $T_{шт-к} = 13,2$ ч. = 792 мин. (базовый вариант);

$T_{шт-к} = 4,3$ ч. = 258 мин. (проектируемый вариант).

Суммарная сдельная расценка на изготовление единицы изделия ($P_{сд}$) определяется по формуле:

$$P_{сд} = \frac{T_{ст} \cdot T_{шт-к}}{60} \quad (5.26)$$

где $T_{ст}$ - тарифная ставка, руб./час.;

$T_{шт-к}$ - штучно-калькуляционное время выполнения сварочных работ в расчете на одно металлоизделие, мин.

$$P_{сд} = \frac{130 \cdot 792}{60} = 1716 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{сд} = \frac{160 \cdot 258}{60} = 688 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Доплата за вредные условия труда рассчитывается по формуле (5.27)

$$D_{вр} = \frac{T_{ст} \cdot T_{вр} \cdot (0,1 \dots 0,31)}{100 \cdot 60} \quad (5.27)$$

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

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

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

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

$$D_{вр} = \frac{130 \cdot 792 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 3,43 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$D_{вр} = \frac{160 \cdot 258 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 1,37 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Расчёт основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих по формуле (5.25):

$$З_{пр} = 1716 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 + 3,43 = 4018,87 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{пр} = 688 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 + 1,37 = 1611,29 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитываем дополнительную заработную плату производственных рабочих при базовом и проектируемом варианте технологии изготовления металлоконструкции по формуле (5.28):

$$З_{пд} = K_d \cdot З_{по} \cdot K_{cc} \quad (5.28)$$

где $З_{пд}$ - выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное на производстве время, руб.;

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

K_d - коэффициент дополнительной заработной платы. $K_d = 1,13$;

K_{cc} - коэффициент, учитывающий отчисления на социальные взносы.

$K_{cc} = 1,3$.

$$З_{пд} = 1,13 \cdot 4018,87 \cdot 1,3 = 5903,72 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{пд} = 1,13 \cdot 1611,29 \cdot 1,3 = 2366,98 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расходы на заработную плату основных рабочих при базовом и проектируемом варианте изготовления одного изделия, рассчитываются по формуле (5.24):

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

$$Z_{\text{пр}} = 4018,87 + 5903,72 = 9922,59 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{\text{пр}} = 1611,29 + 2366,98 = 3978,27 \text{ руб. (проектный вариант).}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости C_T изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ($N = 1000$ шт.) в таблицу (5.4):

Таблица 5.4 - Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант N = 1000	Базовый вариант N = 1	Проектный вариант N = 1000	Проектный вариант N = 1
Затраты на основные материалы, $C_{\text{о.м}}$, руб.	52451000	52451	52465000	52465
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{\text{эн}}$, руб.	1004000	1004	1472000	1472
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $Z_{\text{пр}}$, руб.	9922590	9922,59	3978270	3978,27
Технологическая себестоимость годового выпуска, C_T руб.	63377590	63377,59	57915270	57915,27

5.2.2 Расчет полной себестоимости изделия

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

Производственная себестоимость ($C_{\text{пр}}$, руб.) включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством. Расчет ($C_{\text{пр}}$) проводят по формуле (5.29):

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{т}} + P_{\text{пр}} + P_{\text{хоз}} \quad (5.29)$$

где $C_{\text{т}}$ - технологическая себестоимость, руб.;

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

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

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (5.30):

$$P_{\text{пр}} = C_{\text{А}} + C_{\text{р}} + P_{\text{пр}} \quad (5.30)$$

где $C_{\text{А}}$ - затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$C_{\text{р}}$ - на ремонт и техническое обслуживание оборудования, руб.;

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

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

- оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, вспомогательных рабочих;
- амортизацию оборудования;
- ремонт основных средств;
- охрану труда работников;
- содержание и эксплуатацию оборудования, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов и др.

Затраты на амортизацию оборудования рассчитываем по формуле (5.31):

$$C_{\text{А}} = \frac{K_{\text{об}} * N_{\text{А}} * n_{\text{о}} * T_{\text{шт-к}}}{100 * \Phi_{\text{Д}} * K_{\text{в}}} * K_{\text{о}} \quad (5.31)$$

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

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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, $K_0 = 0,9$;

p_0 - количество оборудования, шт.;

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

Затраты на амортизацию при базовом и проектируемом варианте изготовления металлоконструкции, приходящиеся на одно изделие по формуле (5.31):

$$C_A = \frac{224000 \cdot 14,7 \cdot 6 \cdot 13,2}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 0,9 = 1114,8 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_A = \frac{2903040 \cdot 14,7 \cdot 2 \cdot 4,3}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 0,9 = 1568 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования рассчитываем по формуле (5.32):

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot D}{100} \quad (5.32)$$

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

D - принимается равным 3 %.

$$C_p = \frac{1344000 \cdot 3}{100} = 40320 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

Расходы на ремонт и техническое обслуживание оборудования на производственную программу составляют 40320 руб или 40,32 руб в расчете на одно металлоизделие.

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

$$C_p = \frac{5806080 \cdot 3}{100} = 174182,4 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Расходы на ремонт и техническое обслуживание оборудования на производственную программу составляют 174182,4 руб. или 174,18 руб. в расчете на одно изделие.

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение) определяются формуле (5.33):

$$P_{\text{пр}} = \frac{\%P_{\text{пр}} \cdot Z_{\text{по}}}{100} \quad (5.33)$$

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

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

$$P_{\text{пр}} = \frac{9922590 \cdot 10}{100} = 992259 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{пр}} = \frac{3978270 \cdot 10}{100} = 397827 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (5.30):

$$P_{\text{пр}} = 1114800 + 40320 + 992259 = 2147379 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{пр}} = 1568000 + 174182,4 + 397827 = 2140009 \text{ руб. (проект. вариант).}$$

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

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле (5.34).

$$P_{\text{хоз}} = \frac{\%P_{\text{хоз}} \cdot Z_{\text{по}}}{100} \quad (5.34)$$

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

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

$\%P_{\text{хоз}} = 25$.

Расчет общехозяйственных расходов ($P_{\text{хоз}}$) при изготовлении одной металлоконструкции:

$$P_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 9922,59}{100} = 2480,65 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 3978,27}{100} = 994,56 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Производственная себестоимость годового выпуска металлоконструкций при базовом и проектируемом варианте технологии, ($C_{\text{пр}}$) рассчитывается по формуле (5.29):

$$C_{\text{пр}} = 63377590 + 2147379 + 2480650 = 68005619 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{пр}} = 57915270 + 2140009 + 994560 = 61049839 \text{ руб. (проект. вариант).}$$

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» ($P_{\text{к}}$, 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 (5.35):

$$P_{\text{к}} = \frac{\%P_{\text{к}} \cdot C_{\text{пр}}}{100} \quad (5.35)$$

где $\%P_{\text{к}}$ - процент коммерческих расходов от производственной себестоимости, $\%P_{\text{к}}$ - 0,1-0,5%.

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P_k = \frac{0,2 \cdot 68005619}{100} = 136011,23 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_k = \frac{0,2 \cdot 61049839}{100} = 122099,78 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций

Таблица 5.5 - Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам (C_{Π}) включает затраты на производство ($C_{\text{пр}}$) и коммерческие расходы (P_k) и рассчитывается по формуле (5.36):

Расчет полной себестоимости изготовления металлоконструкций, (C_{Π}) производим по формуле (5.36):

$$C_{\Pi} = C_{\text{пр}} + P_k \quad (5.36)$$

$$C_{\Pi} = 68005619 + 136011,23 = 68141630,23 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\Pi} = 61049839 + 122099,78 = 61171938,78 \text{ руб. (проект. вариант).}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 5.5.

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

N - годовой объем выпуска металлоизделий, шт.

Годовая экономия по технологической себестоимости определяется в соответствии с формулой (5.37):

$$\Delta C = (63377,59 - 57915,27) * 1000 = 5462,32 \text{ т.руб.}$$

Технологическая себестоимость в проектируемом варианте ниже технологической себестоимости в базовом варианте за счет снижения расходов на заработную плату.

Прибыль от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, (П), руб. рассчитываем по формуле (5.38):

$$П = В - C_{\Pi} \quad (5.38)$$

где В - выручка от реализации продукции;

C_{Π} - полная себестоимость.

Рассчитаем отпускную цену металлоизделия по формуле (5.39):

$$Ц = C_{\Pi} * K_p \quad (5.39)$$

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.

$$Ц_1 = 68141,63 * 1,3 = 88584,12 \text{ руб.}$$

$$Ц_2 = 61171,93 * 1,5 = 91757,89 \text{ руб.}$$

Расчёт выручки от реализации годового объема металлоизделий, (В) по формуле (5.40):

$$B = C * N \quad (5.40)$$

$$B_1 = 88584,12 \cdot 1000 = 88584120 \text{ руб.}$$

$$B_2 = 91757,89 \cdot 1000 = 91757890 \text{ руб.}$$

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой (5.38) по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий.

$$\Pi_1 = 88584120 - 68141630,23 = 20442490 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 91757890 - 61171938,78 = 30585952 \text{ руб.}$$

Изменение (прирост, уменьшение) прибыли ΔC в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым рассчитывается по формуле (5.41):

$$\Delta \Pi = \Pi_2 - \Pi_1 \quad (5.41)$$

$$\Delta \Pi = 30585952 - 20442490 = 10143462 \text{ руб.}$$

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций, $N_{кр}$) проводим по формуле (5.42) по базовому и проектируемому вариантам:

$$N_{кр} = \frac{C_{пост}}{C - C_{пер}} \quad (5.42)$$

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

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

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

Ц - отпускная цена металлоконструкции, руб./изделие;

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

$$C_{\text{пост}} = C_{\text{п}} - C_{\text{т}} \quad (5.43)$$

$$C_{\text{пост}} 1 = 68141630 - 63377590 = 4764040$$

$$C_{\text{пост}} 2 = 61171938 - 57915270 = 3256668$$

$$N_{\text{кр}} 1 = \frac{4764040}{88584 - 63377,59} = 189 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{кр}} 2 = \frac{3256668}{91757 - 57915,27} = 97 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции, (R) проводим по формуле (5.44):

$$R = \frac{\Pi}{C_{\text{п}}} \quad (5.44)$$

$$R1 = \frac{20442490}{68141630,23} * 100 = 30\%$$

$$R2 = \frac{30585952}{61171938,78} * 100 = 50\%$$

Расчет производительности труда (выработка в расчете на 1 производственного рабочего (в базовых ценах), тыс. руб./чел.), ($\Pi_{\text{тр}}$) производим по формуле (5.45) соответственно по базовому и проектируемому вариантам:

$$\Pi_{\text{тр}} = \frac{B}{\text{Ч}_{\text{ор}}} \quad (5.45)$$

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

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

$$\Pi_{\text{тр}1} = \frac{88584120}{6} = 14764020 \text{ руб./чел.} = 14764,02 \text{ тыс. руб./чел.}$$

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6 Методический раздел

Совершенствование и развитие материально-вещественных факторов производства и, прежде всего разработка, внедрение и освоение новых технологий требует систематического повышения как общего культурно-технического и профессионального уровня работников, так и повышения квалификации в пределах конкретных трудовых функций. В таком повышении заинтересованы и предприятия, и сами работники, поскольку требования к качеству рабочей силы постоянно повышается.

Актуальность данной темы заключается в том, что современное производство предъявляет высокие требования к рабочим кадрам и системе подготовки, переподготовки и повышение квалификации. В ходе научно-технического прогресса одни профессии исчезают, другие появляются. Уплотняется трудовой ритм, меняются технические средства. Все это порождает необходимость в новых формах подготовки, переподготовки и повышение квалификации рабочих кадров.

Техническая политика, проводимая на предприятии, обеспечивает постоянное совершенствование технологических процессов повышение качества продукции. Поэтому руководство предприятия уделяет большое внимание работе с персоналом, как в плане социального обеспечения, так и обучение, повышения квалификации и переподготовки кадров.

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки барабана лебёдки. В процессе разработки предложено заменить ручную дуговую сварку на автоматическую сварку под флюсом. В технологическом разделе предложена замена оборудования на современное, т.е. предложено использование автоматов для производства сварки. Это в свою очередь предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт такого оборудования.

К сборке-сварке по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» не ниже 5-го разряда. В базовой технологии работы выполнялись ра-

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		87

бочими по профессии «Электросварщик ручной сварки» 4-го разряда. В связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих.

Для успешного достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Сравнить квалификационные характеристики рабочих по базовой и проектируемой технологии сварки;
2. Разработать учебный план переподготовки рабочих по специальности «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах»;
3. Разработать тематический план и план-конспект урока;
4. Разработать средства наглядности.

6.1 Анализ квалификационных характеристик по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах»

Квалификационная характеристика - это государственный документ, в котором содержатся требования к профессионально-техническим знаниям и умениям, обеспечивающим определённый уровень квалификации по профессии.

Квалификационные характеристики по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» для всех квалификационных разрядов содержатся в Едином тарифно-квалификационном справочнике работ и профессий [17].

Приведём квалификационную характеристику рабочего по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 5-го разряда:

Характеристика работ электросварщика на автоматических и полуавтоматических машинах:

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

- Автоматическая и механизированная сварка с использованием плазмотрона сложных аппаратов, узлов, конструкций и трубопроводов из различных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов.

- Автоматическая сварка различных строительных и технологических конструкций, работающих под динамическими и вибрационными нагрузками, и конструкций сложной конфигурации.

- Механизированная сварка с использованием плазмотрона сложных строительных и технологических конструкций, работающих в сложных условиях.

- Наплавление сложных узлов, деталей и инструментов.

- Сварка на сложных устройствах и кантователях.

- Автоматическая сварка в защитном газе неплавящимся электродом горячекатанных полос из цветных металлов и сплавов.

- Заварка дефектов деталей машин, механизмов и конструкций.

Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах должен знать:

- Электрические схемы и конструкции различных типов сварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и источников питания;

- Механические и технологические свойства свариваемых металлов, включая высоколегированные стали;

- Механические свойства наплавленного металла;

- Технологическую последовательность наложения швов и режим сварки;

- Виды дефектов в сварных швах, причины их возникновения и методы устранения;

- Способы контроля и испытания ответственных сварных швов.

После проведения сравнительного анализа квалификационных характеристик по профессии “Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах” 5-го разряда, установлено, что для выполнения работ по пятому квалификационному разряду, рабочий, имеющий четвёртый квалификационный разряд должен знать:

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

- Технологическую последовательность наложения швов и режим сварки;
- Электрические схемы и конструкции различных типов сварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и источников питания;
- Механические и технологические свойства свариваемых металлов, включая высоколегированные стали;
- Виды дефектов в сварных швах, причины их возникновения и методы устранения;
- Способы контроля и испытания ответственных сварных швов.
- Механические свойства наплавленного металла;

Рабочий, имеющий 5-й квалификационный разряд должен уметь выполнять следующие виды работ:

- Автоматическую и механизированную сварку с использованием плазмотрона сложных аппаратов, узлов, конструкций и трубопроводов из различных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов.
- Автоматическую и механизированную сварку на сложных устройствах и кантователях.
- Автоматическую и механизированную заварку дефектов деталей машин, механизмов и конструкций.
- Механизированную сварку с использованием плазмотрона сложных строительных и технологических конструкций, работающих в сложных условиях.
- Автоматическую и полуавтоматическую сварку различных строительных и технологических конструкций, работающих под динамическими и вибрационными нагрузками, и конструкций сложной конфигурации.
- Производить автоматическую сварку в защитном газе неплавящимся электродом горячекатаных полос из цветных металлов и сплавов.

На основании данного сравнения квалификационных характеристик возможна разработка программы переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 5-го разряда.

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6.2 Разработка учебного плана программы переподготовки рабочих

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для переподготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическое обучение при переподготовке рабочих содержит экономический, общеотраслевой и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 минут на одного обучаемого. Время на квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения.

Исходя из сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах», который представлен в таблице 6.1. Продолжительность обучения 2 месяца.

Таблица 6.1 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 5-го квалификационного разряда

№	Темы	Количество часов
1	2	3
1	Теоретическое обучение	148
1.1	Экономический курс	8
1.2	Экономика отрасли и предприятия	8
1.3	Общетехнический курс	12
1.4	Материаловедение	8
1.5	Электротехника	12
1.6	Оборудование для автоматической сварки под флюсом	16
1.7	Спецтехнология	84
2	Производственное обучение	222

Окончание таблицы 6.1

1	2	3
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	78
2.2	Работа на предприятие	132
	Консультации	4
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	370

Главной задачей решаемой в переподготовке сварщиков, является получение обучаемыми знаний технологии автоматической сварки под слоем флюса.

Обучение по программе заканчивается итоговой аттестацией на квалификационный разряд, где обучающиеся выполняют письменную экзаменационную работу и практические работы по выполнению автоматической сварки под слоем флюса.

6.3 Разработка тематического плана по предмету «Оборудование для автоматической сварки под флюсом»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии производства, организации труда в объеме, необходимом для прочного овладения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих, формировании ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции. Программа предмета "Оборудование для автоматической сварки под флюсом" разрабатывается на основе квалификационной характеристики, учебного плана переподготовки и учета требований работодателей. В таблице 6.2 представлен тематический план предмета «Оборудование для автоматической сварки под флюсом»

Таблица 6.2 – Тематический план предмета «Оборудование для автоматической сварки под флюсом»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Источники питания для сварки под флюсом	2
2.1	Устройство и основные узлы сварочного автомата для сварки под флюсом	2
2.2	Сварочные трактора	2
2.3	Типовые конструкции сварочной головки	2
3	Технология механизированной сварки под флюсом	2
3.1	Особенности сварки под флюсом	2
3.2	Режимы механизированной сварки под флюсом	2
4	Инструмент и дополнительное оборудование	2
	Итого:	16

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

6.4 Разработка плана - конспекта урока

Тема урока: "Устройство и основные узлы сварочного автомата для сварки под флюсом".

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

Цели урока:

Образовательная: ознакомить с классификацией сварочных автоматов, с устройством сварочной головки и сварочного трактора.

Воспитательная: воспитать ответственность к своей профессии; воспитать бережное отношение к оборудованию.

Развивающая: развивать логическое и техническое мышление, развивать навыки самостоятельной работы.

Тип урока: урок новых знаний.

Применяемые методы: словесные методы (дискуссия, лекция); методы контроля и самоконтроля, наглядные методы (плакат "Оборудование для автоматической сварки под флюсом").

Средства обучения: аудитория, план-конспект, плакат "Оборудование для автоматической сварки под флюсом", доска, парты.

Таблица 6.3 - План - конспект урока по теме " Устройство и основные узлы сварочного автомата для сварки под флюсом "

Этапы (время)	Содержание этапа	Методические действия и приемы
1	2	3
Организационная часть (5 мин)	Здравствуйте уважаемые учащиеся займите свои места и подготовьтесь к уроку. Проверим наличие присутствующих на сегодняшнем занятии. Сегодня мы проведем урок теоретического обучения по теме " Устройство и основные узлы сварочного автомата для сварки под флюсом ". Сейчас мы с вами проверим присутствующих.	Взаимное приветствие педагога и учащихся, проверка отсутствующих, (воспитание дисциплины; строгий голос, но в то же время доброжелательный настрой педагога и учащихся). Методы подготовки к восприятию учебного материала.
Актуализация данной темы (10 мин)	Запишем тему: " Устройство и основные узлы сварочного автомата для сварки под флюсом ". Цель урока - сформировать знания об основных видах оборудования для автоматической сварки под слоем флюса, и их устройстве.	Записать тему на доске.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 44.03.04.010 ПЗ

Лист

94

Продолжение таблицы 6.3

1	2	3
	<p>Акцентируем внимание на актуальности данной темы:</p> <p>Актуальность автоматизации процессов на производстве не подлежит оспариванию в определённых видах работ, таких как: постройка мостовых конструкций, серийное производство, ведь к ним предъявляются максимально завышенные требования. Автоматизация сварочных процессов даёт возможность проводить сварные соединения в соответствии с заданными параметрами, что практически полностью исключает возникновение каких-либо дефектов.</p> <p>Автоматизация и механизация процесса дуговой электросварки может быть признана одной из важнейших задач современной сварочной техники. Ручная дуговая сварка слишком трудоемка, требует большого количества квалифицированных кадров, сравнительно дорога, и, естественно, не может обеспечить однородность продукции, а так как последующий контроль качества сварки затруднителен, недостаточно надежен и не всегда выполним, то доверие к качеству сварки снижается и заведомо уменьшаются допускаемые напряжения для сварных швов.</p> <p>В автоматизации дуговой электросварки за последние годы достигнуты такие успехи, что уже сейчас этот процесс по степени автоматизации основных операций может считаться одним из наиболее передовых и прогрессивных технологических процессов металлообработки.</p> <p>После того как вы осознали важность темы, перейдём к её изучению.</p>	<p>Методы формирования познавательного интереса.</p> <p>Пробудить у учащихся интерес, к теме урока.</p> <p>Рассказываю о важности данной темы для обучающихся.</p>
<p>Изложение нового материала (70 мин)</p>	<p>Приступим к изучению материала по следующему плану:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Основные компоненты сварочного автомата; • Устройство основных компонентов сварочного автомата. <p>Самым распространенным способом сварки и наплавки является дуговая сварка и наплавка.</p>	<p>По ходу изложения материала, я буду акцентировать внимание на том что необходимо записать, прошу всех вести записи.</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 6.3

1	2	3
	<p>Сварка (наплавка) может выполняться без внешней защиты дуги, под флюсом и в среде защитных газов.</p> <p>Сварка (наплавка) без внешней защиты дуги и в среде защитных газов может быть ручной, механизированной и автоматической, а сварка под флюсом — механизированной и автоматической. Различаются эти способы лишь степенью механизации отдельных операций.</p> <p>Автоматы для дуговой сварки плавящимся электродом осуществляют зажигание дуги, подачу электродной проволоки, флюса или защитного газа в зону дуги, управление процессом сварки в рабочем режиме, перемещение сварочного аппарата и окончание процесса сварки. Автоматы конструктивно выполнены с учетом быстрого реагирования на колебания напряжения питающей электрической сети, изменение скорости подачи электродной проволоки и т. п.</p> <p>Автоматы для дуговой сварки плавящимся электродом классифицируют по следующим признакам:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Способу защиты зоны дуги (автоматы для сварки: Ф — под флюсом, Г — в защитных газах, ФГ — в защитных газах и под флюсом); • Роду применяемого сварочного тока (для сварки постоянным, переменным, переменным и постоянным током); • Способу охлаждения (с естественным охлаждением токопроводящей части сварочной головки и сопла, с принудительным охлаждением — водяным или газовым); • Способу регулирования скорости подачи электродной проволоки (с плавным регулированием, с плавно-ступенчатым, со ступенчатым); • Способу регулирования скорости сварки (с плавным, плавно-ступенчатым и ступенчатым регулированием); • Способу подачи электродной проволоки (с независимой и с зависимой от напряжения на дуге подачей); • Конструктивному выполнению (сварочные тракторы, самоходные и подвесные сварочные головки, установки для автоматической сварки). 	<p>Объясняю основные функции, которые выполняет автомат для дуговой сварки. Ученики записывают.</p> <p>Рассказываю о классификации автоматов</p>

Продолжение таблицы 6.3

1	2	3
	<p>Представим себе, что длина дуги увеличилась. Тогда возрастет напряжение дуги, вследствие же падающей характеристики источника тока сварочный ток уменьшится. От этого понизится скорость плавления проволоки и длина дуги сократится, так как проволока поступает в дугу с постоянной скоростью. Следовательно, нарушенное равновесие будет восстановлено. Если, наоборот, дуга станет короче, то ее напряжение уменьшится, а сварочный ток возрастет. Скорость плавления проволоки увеличится и вновь станет равной скорости ее подачи.</p> <p>В головках второго типа скорость подачи проволоки изменяется в зависимости от изменения напряжения дуги, для чего предусматривается специальный электрический регулятор, увеличивающий или уменьшающий скорость подачи проволоки при удлинении или укорочении дуги. Головки второго типа наиболее пригодны для сварки при малых токах и низком напряжении дуги.</p> <p>Сварочные головки устанавливаются на сварочном стенде неподвижно или на самоходной тележке, перемещающейся по направляющим рельсам вдоль шва. Если головка установлена неподвижно, то относительно ее перемещается изделие. Такая система обычно применяется при сварке круговых швов в цилиндрических сосудах.</p> <p>Рассмотрим устройство сварочной головки на примере головки для сварки под флюсом АДФ - 1000.</p> <p>Сварочная головка для дуговой сварки плавящимся электродом сварочного автомата АДФ-1000, с естественным охлаждением токопроводящей части сварочной головки и сопла, с плавным регулированием скорости подачи электродной проволоки, предназначена для комплектации сварочного оборудования (колонн, порталов), используемого 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.</p> <p>Устройство головки представлено на схеме 1.</p>	<p>Ученики конспектируют отличия в принципе работы сварочных головок обоих типов.</p> <p>Рассказываю о характеристиках сварочной головки АДФ-1000.</p>

Продолжение таблицы 6.3

1	2	3
	 <p>где:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. токоподводящие вкладыши 2. токоподвод 3. указатель положения электродной проволоки 4. шина 5. правильно-подающее устройство 6. подающий ролик 7. направляющий ролик 8. привод правильно-подающего устройства <p>Наконец рассмотрим устройство сварочного трактора на примере трактора МZ-ZK. Сварочный трактор состоит из каретки, вертикальной колонны, поворотной части с горизонтальной штангой, ручного колеса поворота горизонтальной штанги, привода подачи проволоки, сварочной головки, системы подачи флюса с флюсовым бункером, катушки с проволокой и блока управления. Трактор оборудован одним рельсом длиной 1 м. Устройство сварочного трактора МZ-ZK представлено на схеме 2.</p> 	<p>Показываю на плакате современную сварочную головку модели АДФ - 1000.</p> <p>Обращаю внимание обучающихся на устройстве сварочной головки</p> <p>Ученики зарисовывают схему и отмечают компоненты.</p> <p>Рассказываю о устройстве сварочного трактора на примере трактора модели МZ-ZK.</p>

Продолжение таблицы 6.3

1	2	3
	<p>Где:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Блок управления 2 Катушка с проволокой 3 Горизонтальная штанга 4 Рукоятка регулировки поперечного положения сварочной головки 5 Вертикальная колонна 6 Винт М8 7 Ролики поддержки сварочной проволоки 8 Колесо ручной регулировки высоты сварочной головки 9 Двигатель подачи сварочной проволоки 10 Опорный суппорт механизма подачи сварочной проволоки 11 Флюсовый бункер 12 Сетка флюсового бункера 13 Винт М8 14 Рукоятка регулировки положения сварочной головки 15 Рукоятка регулировки подачи флюса 16 Рукоятка регулировки высоты вертикальной колонны 17 Ролики правки сварочной проволоки 18 Шибберная задвижка флюсового бункера 19 Каретка 20 Регулятор усилия прижима сварочной проволоки 21 Рукоятка сцепления 22 Штанга сварочной головки 23 Трубка подачи флюса 24 Токопроводящая пластина 25 Головка подачи флюса 26 Механизм подачи сварочной проволоки 27 Индикатор направления 28 Сопло подачи флюса 29 Колесо каретки 30 Рукоятка регулировки положения горизонтальной штанги 31 Каркас для катушки с проволокою 32 Рем – болт. 	<p>Показываю на плакате современный сварочный трактор модели МZ-ZK.</p> <p>Обучающиеся зарисовывают схему трактора и отмечают компоненты.</p>
<p>Первичное закрепление изложенного материала и подведение итогов (5 мин)</p>	<p>На сегодняшнем занятии мы с вами рассмотрели устройство и основные узлы сварочного автомата для сварки под флюсом, с которыми вы будете встречаться на производстве. Краткий повтор пройденного материала проводится в виде вопросов, которые задают уже конкретным учащимся. В ходе ответов корректирую их или указываю на допущенные ошибки.</p> <p>1. Назовите по каким признакам классифицируют автоматы для дуговой сварки плавящимся электродом.</p>	<p>Вопросно-ответный метод. Подведение итогов. Домашнее задание.</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Окончание таблицы 6.3

1	2	3
	2. Назовите все компоненты сварочного трактора которые вы запомнили. 3. Назовите все компоненты сварочной головки которые вы запомнили. 4. Какие виды сварочных головок для сварки под флюсом вы знаете? Подвожу итоги занятия; Домашнее задание: изучить конспект лекций.	

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

- изучили и проанализировали квалификационную характеристику рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах»;
- составили учебный план для профессиональной переподготовки электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах;
- разработали тематический план предмета «Оборудование для автоматической сварки под флюсом»;
- разработали план - конспект урока по теме «Устройство и основные узлы сварочного автомата для сварки под флюсом».
- разработали средства обучения - плакат "Оборудование для автоматической сварки под флюсом".

Считаем, что данную разработку, возможно, использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В начале работы над дипломным проектом была поставлена задача разработать технологию производства барабана лебёдки с более высоким уровнем механизации и автоматизации по сравнению с базовым вариантом изготовления вручную.

В настоящем дипломном проекте разработана технология сборки-сварки барабана лебёдки, заменяющая ручную дуговую сварку на автоматическую сварку под флюсом, подобрано оборудование для сборки и автоматической сварки под флюсом барабана лебёдки, подобраны сварочные материалы и рассчитаны режимы сварки для проектируемого варианта.

В экономической части дипломного проекта произведена оценка экономической эффективности от внедрения проектируемого варианта производства. Предложенный в проекте технологический способ сварки металлоизделия является экономически эффективным за счет снижения влияющих на себестоимость издержек.

В методической части дипломного проекта был проанализирован Единый тарифно-квалификационный справочник работ по профессиям: “Электросварщиков ручной сварки” 4-го разряда и “Электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах” 5-го разряда [17]. Разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии “Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах” на основании анализа квалификационной характеристики. Разработан тематический план и план конспект урока по теме “ Устройство и основные узлы сварочного автомата для сварки под флюсом ”.

Подводя итог работы над дипломным проектом можно сделать о том, что подобранное оборудование и разработанная технология барабана лебёдки позволяет повысить производительность труда, снизить трудоёмкость процесса изготовления изделия и обеспечить снижение себестоимости изготовления барабана лебёдки.

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, Г. А. Бельчук, А. П. Демянцевич. – М.: Машиностроение, 1977. – 224 с.
2. Гитлевич, А.Д. Альбом механического оборудования сварочного производства / Л.А. Животинский, А.И. Клейнер. – М.: Высш. шк., 1974 – 126 с.
3. Гитлевич, А.Д. Механизация и автоматизация сварочного производства / Л.А. Этингер, – 2-е изд., переработ. – М.: Машиностроение, 1979. – 230 с.
4. Акулов, А.И. Сварка в машиностроении / А.И. Акулов. – М.: Машиностроение, 1978 – 98 с.
5. Овчинников, В.В. Оборудование, механизация и автоматизация сварочных процессов: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования – М.: Академия, 2010 – 256 с.
6. ГОСТ 8713-79. Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. - Введ. 1981-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1981. – 35 с.
7. Марочник сталей и сплавов / Ю.Г. Драгунов, А.С. Зубченко, Ю.В. Каширский [и др.] ; Под общей ред. Ю.Г. Драгунова и А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2014 – 263 с.: илл.
8. 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. – 221 с.: ил.
9. Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А. В. Коновалов, А. С. Куркин, Э. Л. Макаров [и др.]; под ред. В. М. Неровного. – М.: Изд-во МГТУ, 2007. - 313 с.
10. Чернилевский, Д.В. Технология обучения: учебное пособие / Д. В. Чернилевский, О. К. Филатов; под ред. В. Д. Чернилевского. – М.: Эксперт, 2006. – 218 с.

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

11. Эрганова, Н.Е. Методика профессионального обучения: учебное пособие / Н.Е.Эрганова. – Екатеринбург: Изд-во РГППУ, 2004. – 54 с.

12. Колесникова, И. А. Педагогическое проектирование / И. А. Колесникова, М. П. Горчакова-Сибирская. – М.: Академия, 2007. – 98 с.

13. Козловский, С.Н. Введение в сварочные технологии /С.Н.Козловский [Электронный ресурс]: СПб.: Лань, 2011. – 237 с. Режим доступа <http://e.lanbook.com/books/> (дата обращения 14.05.2016).

14. Климов, А.С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке: учебное пособие [Электронный ресурс] / А.С. Климов, Н.Е. Машнин. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2011. – 130 с.: ил. <http://e.lanbook.com/books/> (Дата обращения 22.05.2016).

15. Алешин, Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.П. Алешин. – М.: Машиностроение, 2006. – 287 с.: ил. Режим доступа <http://e.lanbook.com/books/> (Дата обращения 23.05.2016).

16. Методические указания для выполнения экономического раздела выпускных квалификационных работ. Екатеринбург, ФГАОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2015. 23 с.

17. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (ЕТКС). Часть №1 выпуска №2 ЕТКС. Раздел ЕТКС «Сварочные работы», 2014.

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

Приложение А

Приложение Б

					ДП 44.03.04.010 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106