

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
« ____ » _____ 201__ г.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ БУНКЕРА ДЛЯ
ЖЕЛОБНЫХ МАСС**

Пояснительная записка к дипломному проекту
направления подготовки 44.03.44 Профессиональное обучение
(по отраслям)
профиля Машиностроение и материалобработка
профилизации Технологии и технологический менеджмент
в сварочном производстве

Идентификационный код ВКР: 817

Исполнитель:

студент группы ЗСМ-403С

А.Я. Маргулис

Руководитель:

доц., канд. тех. наук

Л.Т. Плаксина

Екатеринбург 2017

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 107 листов машинописного текста, технологический плакат 2 листа формата А1, сборочный чертеж 1 лист А1, общий вид сварочной установки 2 листа формат А1, 2 листа плакатов формат А1, 27 таблиц, 10 рисунков, 8 приложений на 8 листах, 42 использованных источников литературы.

Ключевые слова: БУНКЕР, УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ПО ТЕМЕ «СВАРКА И РЕЗКА МЕТАЛЛОВ», РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА В СРЕДЕ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ, ПЛАЗМЕННАЯ РЕЗКА, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ, ОХРАНА ТРУДА, ЭКОЛОГИЯ.

В дипломном проекте разработана конструкция бункера «БС-97/Ф», выбрана для его изготовления автоматическая сварка в среде защитных газов, применена плазменная резка металла, составлена технологическая схема изготовления бункера.

Сделан экономический расчет по определению эффективности замены ручной дуговой сварки на автоматическую сварку.

Разработана программа переподготовки одномесячных курсов сварщиков, составлена программа спец.технологии и разработано методическое обеспечение.

По охране труда на сборочно-сварочном участке сделаны и обоснованы организационно-технические мероприятия.

В проекте выполнены мероприятия по обеспечению безопасности окружающей среды, предложены дополнительные меры которые обеспечивают экологичность проекта и безопасность труда рабочих.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ БУНКЕРА ДЛЯ ЖЕЛОБНЫХ МАСС	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Маргулис А.Я					2	107
Провер.		Плаксина Л.Т.						
Реценз.								
Н. Контр.		Билалов Д.Х.						
Утверд.		Гузанов Б.Н.						
						ФГАОУ ВПО РГПУ ИИПО каф. МСЧ № 3СМ 106С 2		

СОДЕРЖАНИЕ

1	Технологический раздел	6
1.1	Анализ сварной металлоконструкции	6
1.2	Обоснование выбора материала сварной металлоконструкции бункера	6
1.3	Анализ существующего способа сварки выбранной металлоконструкции	14
1.4	Выбор способа сварки	17
1.5	Выбор сварочных материалов	22
1.6	Расчет параметров режима сварки	24
1.7	Выбор и обоснование основного сварочного оборудования	31
1.8	Сборочное оборудование необходимое для изготовления конструкции	34
1.9	Контроль качества сварных соединений	34
1.10	Технологическая последовательность изготовления бункера	35
2	Экономический раздел	40
2.1	Определение капиталобразующих инвестиций	40
2.2	Определение себестоимости изготовления металлоконструкций	47
2.3	Расчет основных показателей сравнительной эффективности	62
3	Методический раздел	68
3.1	Анализ квалификационных характеристик	68
3.2	Разработка учебного плана переподготовки	70
3.3	Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»	72
4	Охрана труда и экологическая безопасность проекта	77
4.1	Экологическая безопасность проекта	77
4.2	Безопасность проекта	84
	Заключение	94
	Список использованных источников	96
	Приложение А – Задание ВКР	1010
	Приложение Б – Технические характеристики оборудования	1021

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современной техники выдвигает особые требования к конструкционным материалам, в этой связи в настоящее время становятся востребованными материалы, обладающие высокой прочностью в широком диапазоне температур, пластичные, устойчивые против воздействия агрессивных сред, а также обладающие специальными механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами.

Для большинства конструкций в строительстве, промышленности используется конструкционная углеродистая низколегированная сталь. При изготовлении конструкции бункера используется сталь Ст3. Производство осуществляется с помощью менее производительного и худшего по условиям работы сварщиков способа сварки - ручная дуговая сварка.

Актуальным становится внедрение и замена этого способа сварки на автоматическую сварку, что повлечет улучшение санитарно-гигиенических условий труда рабочих, снижение трудоемкости процесса изготовления, повышение производительности труда, уменьшение экологической опасности производства.

Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкций.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки бункера.

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

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления бункера;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки бункера;
- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки;
- рассмотреть вопросы безопасности и экологичности разработки.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления бункера, включающий автоматическую сварку в среде углекислого газа; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы переподготовки сварщиков, которые могут осуществить спроектированную технологию сварки бункера; в разделе охраны труда и экологичности - предложены мероприятия по улучшению условий труда рабочих-сварщиков и охраны окружающей среды.

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие *методы*:

- теоретические методы, включающие анализ специальной научной и технической литературы, а также обобщение, сравнение, конкретизация данных, расчеты;
- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1 Технологический раздел

1.1 Анализ сварной металлоконструкции

Металлоконструкция представляет собой бункер, который служит для приема и передачи дозированного объема сыпучего материала –.

Конструкцию бункер можно условно разбить на 3 части: 1 часть – приемник, представляет собой обечайку с габаритными размерами 1300x1500; 2 часть – дозатор, представляет собой конусную обечайку, с габаритными размерами 1390x1500мм. и 3 часть – цилиндрическая обечайка с габаритными размерами 800x700мм. Вся конструкция выполнена из стали Ст3 (ГОСТ-535-88). На выходе дозатора наварен фланец из диаметром 900-800мм;

Предлагаемая конструкция бункера так же может использоваться на всех производствах, где необходима доставка сыпучих материалов. Например: в угольной промышленности, на песчаных карьерах, на солеразработках и т.п. Предлагаемая конструкция ограничения по условию эксплуатации не имеет. Чертеж предлагаемой металлоконструкции бункер БС-97/Ф представлен на листе 1 формата А1.

1.2 Обоснование выбора конструкционного материала сварной металлоконструкции бункера БС-97/Ф

Для изготовления данной конструкции необходимо выбрать металл, который обладал бы следующими свойствами: прежде всего, хорошо сваривался электродуговой сваркой, давая качественный шов нужного хим. состава. Вся конструкция в целом при этом должна обладать износостойкостью, противостоять ударным усилиям, усилиям растяжения, сжатия и не изменять механических свойств, при работе в изменяющихся температурных режимах окружающей среды. Кроме этого сталь должна быть недорогой и доступной. Этим требованиям

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

удовлетворяет сталь класса – сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества марки Ст3.

1.2.1 Характеристика выбранного конструкционного материала по химическому составу, механическим и технологическим свойствам

Марка: сталь Ст3 ее использование в промышленности - несущие элементы сварных и несварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах Класс: Сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества приведены в таблице.[15]

Таблица 1-Химический состав Ст3

Химический состав Ст3 сп в %										
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As	Fe
0.14-0.22	0.15-0.3	0.4-0.65	До 0.3	До 0,05	До 0,04	До 0,3	До 0,008	До 0,3	До 0,08	≈ 97

Таблица 2-Механические свойства стали Ст3

Механические свойства стали Ст3сп при T=20°C				
Прокат	Размер	σ_b (МПа)	σ_T (МПа)	δ_5 (%)
Сталь горячекатан.	20 - 40	380-490	310-360	25

Особенности стали Ст3: углеродистые стали - самый распространенный конструкционный материал.

Углеродистые стали поступают в промышленность в виде отливок и поковок по ГОСТ 977-75, в виде горячекатаной стали обыкновенного качества по ГОСТ 380-71, качественных конструкционных горячекатаных сортов сталей по ГОСТ 1050-74. Главным отличительным признаком этих сталей является содержание в них углерода.

Прочностные характеристики углеродистых сталей повышаются с увеличением содержания углерода, при этом их свариваемость ухудшается, так как возрастает опасность образования горячих трещин в шве.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Одним из радикальных средств по предотвращению горячих трещин служит снижение скорости подачи электродной проволоки.

Наиболее целесообразный путь повышения прочности металла шва заключается в увеличении содержания марганца и кремния, поскольку это не сопровождается снижением технологической прочности металла шва.

Технологические свойства Ст3[15]:

- **Свариваемость материала** - без ограничений
- **Флакеночувствительность** - не чувствительна
- **Склонность к отпускной хрупкости** - не склонна

1.2.2 Характеристика свариваемости стали Ст3

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". Свариваемость не является неотъемлемым свойством металла или сплава, подобно физическим свойствам. Кроме технологических характеристик основного металла свариваемость определяется способом и режимом сварки, составом дополнительного металла, флюса, покрытия или защитного газа, конструкцией сварного узла и условиями эксплуатации изделия.

Свариваемость представляет комплексную характеристику, включающую:

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

холодных и горячих трещин

Различают физическую и технологическую свариваемость:

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Физическая свариваемость – это свойство материалов давать монолитное соединение с химической связью. Такой свариваемостью обладают практически все технические сплавы и чистые металлы.

Технологическая свариваемость – это технологическая характеристика металла, определяющая его реакцию на воздействие сварки и способность при этом образовывать сварное соединение с заданными эксплуатационными способностями.

В практике используется четыре вида испытания металла на свариваемость:

- Определение стойкости металла шва против образования горячих (кристаллизационных) трещин.
- Определение стойкости металла околошовной зоны против образования холодных трещин.
- Испытание стойкости основного металла и металла околошовной зоны и шва, а также всего сварного соединения в целом, против перехода в хрупкое состояние (охрупчивание).
- Проверка соответствия сварного соединения специальным заданным свойствам служебного характера.

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

Горячие трещины: чаще возникают при ослаблении деформационных способностей металла, из-за появления в структуре металла легкоплавких хрупких элементов, дефектов кристаллического строения внутренних и внешних напряжений. Для их устранения необходимо уменьшать скорость сварки.

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

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

остаточные напряжения, возникающие после сварки. Для оценки склонности металла к появлению холодных трещин чаще всего используется углеродный эквивалент, которым можно пользоваться как показателем, характеризующим свариваемость, при предварительной оценке последней.

Таблица 3-Классификация сталей по свариваемости [5]

Группа сталей	Свариваемость	Эквивалент $C_э$, %	Технологические меры			
			подогрев		термообработка	
			перед сваркой	во время сварки	перед сваркой	после сварки
1	Хорошая	< 0,2	-	-	-	Желательна
2	Удовлетворит.	0,2 - 0,35	Необходим	-	Желательна	Необходима
3	Ограниченная	0,35 - 0,45	Необходим	Желателен	Необходима	Необходима
4	Плохая	> 0,45	Необходим	Необходим	Необходима	Необходима

Для определения к какой группе относится сталь Ст3 по свариваемости найти эквивалентный углерод по формуле[3]:

$$C_э = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cr+Mo+V}{10} \quad (1.1)$$

$$0.14 + \frac{0.4}{20} + \frac{0.1}{15} + \frac{0.1+0+0}{10} = 0.14 + 0.02 + +0.006 + 0.01 = 0.1436 < 0.2$$

Вывод: свариваемость стали Ст3 хорошая, она не склонна к образованию холодных трещин согласно классификации приведенной в таблице.

1.2.3 Теория технологии сварки стали Ст3

Малоуглеродистые и низколегированные стали, содержащие не более 0,25% углерода, 0,9% марганца 0,4% кремния и незначительное количество других элементов. К этой группе можно отнести некоторые марки мартеновских и бессемеровских сталей обыкновенного качества, часть углеродистых качественных сталей, а также некоторые специальные марки стали. В настоящее

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

время в промышленности применяются автоматическая и полуавтоматическая сварка в углекислом газе малоуглеродистых маргеновских сталей. Из этих сталей наибольшее применение при изготовлении сварных конструкций находит кипящая и спокойная сталь обыкновенного качества марки сталь Ст3.

Технология сварки стали Ст3 также как и других марок сталей начинается с подготовки к сварке металла.[29]

Подготовка к сварке. Углеродистые и низколегированные сталирезают на заготовки газовой, плазменной или воздушно-дуговой резкой с последующей зачисткой участков нагрева резцовыми или абразивными инструментами до удаления следов огневой резки.

Перед сборкой стыка свариваемые кромки на ширину 20 мм зачищают до металлического блеска и обезжиривают.

Стыки собирают в сборочных приспособлениях или с помощью прихваток. Их ставят с применением присадочных проволок той же марки, какой будет выполнена сварка корневого шва.

Высота прихватки должна быть равна 0,6-0,7 толщины свариваемых деталей, но не менее 3 мм, при толщине стенки до 10 мм или 5-8 мм при толщине стенки более 10 мм.

Прихватки необходимо выполнять с полным проваром. Их поверхность должна быть тщательно зачищена. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, следует удалить механическим способом.

Техника ручной дуговой сварки. Стыковые соединения металла толщиной 0,8-1,2 мм сваривают на медных или керамических подкладках. Металл толщиной более 1,2 мм можно сваривать на весу.

Конструкции с толщиной стенки до 3 мм сваривают за один проход без разделки кромок Сварку целесообразно выполнять в вертикальном положении сверху вниз. Сварку ведут с периодическим прерыванием процесса или в импульсном режиме.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Металл толщиной 4 мм и более сваривают с двух сторон без разделки кромок, но с зазором. Сварку в нижнем положении ведут в направлении слева направо - "углом назад" или справа налево - "углом вперед". Вертикальные швы при толщине металла до 3 мм сваривают сверху вниз, а свыше 3 мм - снизу вверх.

При многопроходной сварке стыковых и тавровых соединений для обеспечения провара первый проход выполняют при зазоре до 0,5 мм без поперечных колебаний горелки, а при зазоре свыше 0,5 мм - с поперечными колебаниями. Второй и последующие проходы выполняют только с поперечными колебаниями. Последующие швы накладывают после очистки от шлаковой корки предыдущих швов.

При сварке на больших токовых режимах для качественной заварки кратера нужно уменьшить сварочный ток до 150-170 А, а напряжение дуги - до 24-26 В.

К показателям режима РДС относятся: марка электрода, его диаметр, сила и род сварочного тока, полярность при постоянном токе, число слоев в шве.

Диаметр электрода выбирается в зависимости от положения сварки и толщины металла. При нижнем положении сварки диаметр электрода можно определить, руководствуясь соотношением между диаметром электрода и толщиной свариваемого металла, род тока и полярность определяют в зависимости от принятых для сварки электродов.

Скорость сварки (перемещения дуги) в значительной степени зависит от квалификации сварщика и его умения вести процесс сварки с перерывами только на смену электрода. Кроме того, на скорость сварки влияют коэффициент наплавки применяемых электродов и сила сварочного тока. Чем больше коэффициент наплавки и сила тока, тем быстрее перемещается дуга и, следовательно, растет скорость сварки. Следует иметь в виду, что произвольное увеличение силы тока может вызвать перегрев электрода.

После проведения подготовительных работ по сборке конструкций, проверки, наладки и настройки оборудования, подсоединения сварочного кабеля к источнику питания и электрододержателю, подсоединения защитного

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

заземления и обратного кабеля к конструкции сварщик приступает к работе. Первая операция для сварки — зажигание дуги. После зажигания дуги сварщик переходит к формированием шва.

Длина дуги при сварке должна быть в пределах. Чрезмерное увеличение длины дуги приводит к увеличению разбрызгивания и ухудшению качества сварки вследствие повышенного контакта расплавленного металла с воздухом. Недопустимо также чрезмерное уменьшение длины дуги, так как это ухудшает формирование шва и может привести к короткому замыканию, а иногда и к «приварке» электрода.

При однопроходной сварке конфигурация однослойного шва характеризуется следующими величинами: толщиной шва, глубиной провара (равной толщине металла), шириной провара (шва), высотой выпуклости. Кроме того, однослойный шов характеризуется сечением, образованным расплавленным основным и электродным присадочным металлом, его суммарной площадью, коэффициентом формы шва (отношение ширины к толщине шва), коэффициентом формы усиления (отношение ширины шва к высоте выпуклости). При ручной сварке эти коэффициенты обычно не превышают 2—4.

Угловые швы формируются за счет вводимого в ванну металла электрода, заполняющего угол между свариваемыми деталями (внешняя часть шва), и расплавленного основного металла (внутренняя часть шва).

Определяющими параметрами углового шва являются: катет внешней части K , глубина проплавления s , расчетная величина h , ширина e , толщина I , коэффициент формы шва e/I . При ручной дуговой сварке сечение шва образуется в основном за счет его внешней части, поэтому расчетная величина. Угловые швы удобнее сваривать «в лодочку». По протяженности сварные швы условно считают короткими при длине до 250 мм, и сваривают их на проход, средними — длиной 250— 1000 мм, которые сваривают от середины к краям, и длинными — длиной более 1000 мм, их сваривают обратноступенчатым способом от середины к краям или разбивая на участки. Обратноступенчатая сварка значительно уменьшает

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

коробление деталей от сварки. Для получения качественных сварных соединений при ручной дуговой сварке очень важно соблюдать технологичность конструкций, которую должны обеспечить правильно разработанные чертежи.

Технологичные сварные конструкции должны удовлетворять следующим основным требованиям [17]:

- иметь простые в изготовлении и удобные при монтаже сварные соединения;
- число сварных швов, особенно монтажных, должно быть минимальным, чтобы избежать чрезмерных деформаций и напряжений от сварки;
- доступ к сварным соединениям для выполнения сварочных работ должен быть удобным и открытым;
- должно быть предусмотрено наиболее удобное положение сварных швов в пространстве и совершенно исключены потолочные швы;
- предусмотренные в чертежах формы подготовки кромок, марки и типы материалов (основной металл, электроды и т. п.) должны обеспечивать высокое качество сварных соединений.

1.3 Анализ существующего способа сварки выбранной металлоконструкции

Все операции технологического процесса по изготовлению бункера БС-97/Ф (базовый вариант), выполнялись ручной дуговой сваркой с использованием электродов с рутиловым покрытием. Процесс изготовления металлоконструкции начинается с изучения чертежа конструкции, подсчет необходимого количества сварочных материалов для его изготовления (изучение ведомости на материалы, листовая сталь Ст3) далее получение материала со склада на основании ведомости. Доставка их на заготовительный участок, где выполняется подготовка этого металла под сварку «чистка – механической щеткой, травление при необходимости; правка – на вальцеправильном станке».

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

1.3.1 Заготовка

Подготовленный таким образом металл, поступает на заготовительный участок, где выполняются:

- Разметка – производится в ручную разметчиком на основании чертежа с использованием линейки, угольника, чертилки, керна. Особое внимание уделяется припускам согласно чертежа.
- Проверка размеченных деталей.
- Резка по разметке, так как боковины бункера выполняются из листовой стали то резку их выполнить на гильотинных ножницах. Работают 2 слесаря сборщика.
- Готовые детали доставляются на сборочно-сварочный участок. Дополнительно обработка кромок после резки не требуется скос кромок тоже при толщине стали 5мм. не выполняется

1.3.2 Сборка

Сборка бункера выполняется поузловая. 1 узел - это приемник, 2 узел – это дозатор и 3 узел –выпускная обечайка бункера. Сначала собирается и сваривается приемник, потом собирается и сваривается дозатор, далее они свариваются по чертежу.

Сборку выполнить с использованием сборочных приспособлений, наложить прихваточные швы, длина шва 80мм расстояние 450мм. В конструкции используются угловые сварные соединения с угловыми швами; стыковые и тавровые. Сталь Ст3 листовая толщина 5; 15; 20.

1.3.3 Режим сварки при РДС

Берем из таблиц №7,9 [10] при толщине металла 5 мм, катет шва 3-4мм, число слоев 1, диаметр электрода 4 мм, сварочный ток 180А, марка электрода

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ОЗС-4, тип электрода Э46 с рутиловым покрытием, ток переменный, производительность 14м. в час.

1.3.4 Расчет необходимых сварочных материалов (электродов)

Общая длина всех швов приемного устройства – 27,4м.

Масса наплавленного металла на 1 метр углового шва при толщине стали 5 мм для электрода ОЗС-4 составляет 0,327кг.[5, табл. 20]

Для всех швов потребуется масса наплавленного металла $0,327 \times 15 = 5$ кг

Вес одного электрода составляет 0,056кг согласно ГОСТ-9466-75

Для сварки конструкции потребуется количество электродов $5 / 0,056 = 90$ шт, учитывая, что в пачке их должно быть не более 88 штук.

Количество наплавленного металла в этих швах:

$$H = L \times 7.8 \times 0.327 \quad (1.2)$$

где, L –общая длина швов в метрах

7,8 – коэффициент наплавки г/см³

0,327 – масса наплавленного металла на 1 метр шва

Источник питания – сварочный трансформатор ТДМ-401. Технические характеристики даны в приложении Б.

По окончании сварки – все сварные швы очищаются и визуально проверяются их качество с использованием лупы с 20 кратным увеличением, линейки, угольника, шаблона.

Анализ ручной дуговой сварки показал: применение дорогостоящих качественных электродов и большой их отход (огарки до 10-15%). Производительность ниже, чем у других видов сварки – 1,2 кг/ч, а расход электродов на 1 кг наплавленного металла – 1,7 кг. [15] В результате чего сварка получается дороже других видов сварки.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

1.4 Выбор способа сварки

Сталь марки Ст3 обеспечивает возможность получения хороших сварных соединений при использовании различных способов сварки: ручная дуговая сварка, газовая сварка, сварка в защитных газах, плазменная сварка и другие. Проведу сравнительный анализ этих видов сварки.

1.4.1 Ручная дуговая сварка

Хорошо подходит для сварки заданной конструкции по всем параметрам и требованиям. Она наиболее приемлема для сварки различных изделий из углеродистых низколегированных, легированных, цветных металлов. Шов получается близким по химическому составу основному металлу при использовании электрода с рутиловым покрытием. Это дает возможность удалить водород из сварочной ванны, что исключает пузырение металла шва. Для уменьшения зоны термического влияния сварку нужно выполнять на постоянном токе обратной полярности.

Но у РДС есть и недостатки по сравнению с другими видами сварки. Так, например, ее производительность ниже, чем при сварке в углекислом газе плавящимся электродом в 1,5-4 раза, стоимость наплавленного металла в 2 – 2,5 раза выше, к тому же РДС дороже, так как электроды с качественными обмазками дорогие. [1]

1.4.2 Газовая сварка

Применение газовой сварки обеспечивает получение хорошего качества соединения. К ее недостаткам можно отнести то, что сварочное пламя достаточно широко и сильно нагревает околошовную зону, что ведет к снижению физических свойств металла от заданных параметров, для исправления которых

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

требуется дополнительные мероприятия. Однако на производстве в основном используют ацетилен и для сварки потребуются дополнительные баллоны с газом.

[3]

Кроме этого сам процесс сварки заданной конструкции будет затруднителен, так как сварщику придется в одной руке держать горелку, в другой присадочный пруток. Так же при использовании левого способа сварки пламя, во время осмотра шва нужно будет отклонять, и участок шва в это время окажется не защищенным от окружающего воздуха газами восстановительной зоны пламени горелки. И при толщине более 6мм сварку нужно вести двумя сварщиками с двух сторон. [1]

1.4.3 Полуавтоматической сварка под флюсом

Сварить данную конструкцию с использованием флюса будет очень сложно, так как при выполнении вертикальных швов, флюс просто будет осыпаться и для его удержание в зоне шва потребуются дополнительные приспособления – накладки по сторонам шва, а их необходимо будет закреплять. Кроме этого в конструкции много коротких швов, а так же потребуется более тяжелая горелка и дополнительное оборудование – флюсопитатель и сами флюсы. Все это значительно удорожит сварку данного изделия и увеличит время на его изготовление.

У полуавтоматической сварки под флюсом, так же есть минусы:

1. Шов из-за шлака не будет виден в процессе сварки,
2. Необходимо удаление шлака после сварки,
3. Сварка выполняется только в нижнем положении,
4. Трудность применения на коротких швах,
5. Нужен большой сварочный ток и большей плотности.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Например при РДС и d_s 4мм сварочный ток 185-240А, плотность тока 10 – 16А/мм², а при полуавтоматической сварке сварочный ток 500 – 800А, плотность 40 – 63А/мм². [28]

1.4.4 Полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в среде углекислого газа и имеет свои особенности.

Углекислый газ является активным газом, он при высоких температурах разлагается на свободный кислород, который диссоциирует на атомарный кислород, активно вступает в реакцию с железом и примесями стали, окисляя их. Для подавления реакции окисления в сварочную ванну необходимо вводить раскислители (Mn, Si). По этому необходимо применять кремний-марганцовистые проволоки.

Сварка ведется плавящимся и неплавящимся электродом. Газы, защищая металл шва от воздуха, обеспечивают физическую изоляцию металла из зоны шва от кислорода и азота воздуха, а также поддерживают заданную атмосферу в зоне сварки. Схема полуавтоматическая сварка плавящимся электродом представлена на рисунке 1

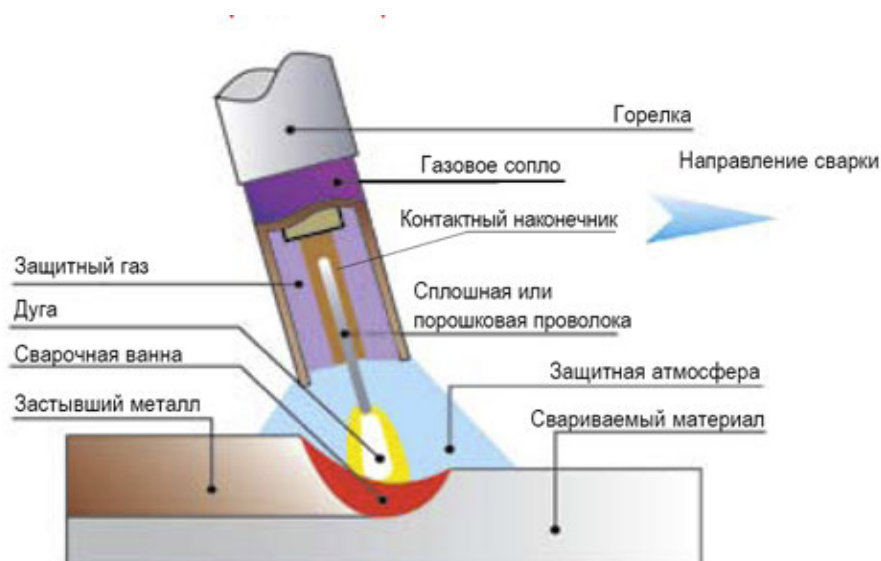


Рисунок 4-Схема полуавтоматической сварки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.44.817 ПЗ

Сварка имеет много преимуществ:

- не требуется скос кромок при толщине меньше 6мм,
- не требуется очистка шва от шлаков,
- в процессе сварки обеспечивается свободное наблюдение за зоной сварки и самого шва;
- швы получают требуемого физического и химического состава;
- сварка ведется в любых пространственных положениях;
- не требуются дорогие электроды и флюсы;
- высокая производительность;
- стоимость наплавки 1 кг металла в 2 – 2,5 раза меньше, чем при РДС и под флюсом [4].

Однако для этой сварки потребуется электродная проволока с повышенным содержанием элементов раскисления Si и Mn для компенсации их выгорания. Сварка ведется на постоянном токе обратной полярности, скорость расплавления металла в 1,5 раза меньше чем при прямой полярности. К недостаткам можно отнести то, что при струйной подаче газа, разбрызгивание металла повышено и зону сварки необходимо защищать от сквозняков.

Рассмотрев плюсы и минусы предложенных способов сварки, выбрана автоматическая сварка плавящимся электродом в среде защитных газов газа (K18) для изготовления конструкции – бункер «БС-97/Ф»

1.4.5 Автоматическая сварка в смеси защитных газов K18

Автоматическая сварка в смеси защитных газов K18 широко применяется в промышленности. В качестве защитных газов используются инертные газы, не взаимодействующие с металлом при сварке (аргон, гелий, их смеси), и активные газы (CO₂, N₂ и др.), взаимодействующие с металлом, а также их

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

смеси. Защитный газ определяет физические, металлургические и технологические характеристики способа сварки.

Сварка в среде защитных газов может выполняться неплавящимся (обычно вольфрамовым), или плавящимся электродом (рис. 2). В первом случае используются инертные газы и их смеси. Сварной шов образуется за счет расплавления кромок изделия и, если необходимо, присадочной проволоки, подаваемой в зону дуги.

Во втором случае используют сварочную проволоку, непрерывно подаваемую в зону дуги, которая в процессе сварки расплавляется и участвует в образовании металла шва. Чтобы повысить устойчивость дуги, увеличить глубину проплавления или изменить форму шва или повысить производительность сварки углеродистых и легированных сталей применяются смеси инертных газов с активными газами, например: смесь аргона с 1... 5 % O₂, смесь аргона с 10... 25% CO₂, смесь аргона с CO₂ (до 20 %) и с добавкой ≤5 % O₂.

Автоматическая сварка с использованием компонентных газов по сравнению с однокомпонентными газами обладает рядом преимуществ:

- повышение производительности в 1,5 раза при неизменном потреблении электроэнергии;
- в 1,5-3 раза уменьшается процент разбрызгивания электродного металла;
- процесс сварки не изменяется даже при некоторой нестабильности подачи сварочной проволоки;
- улучшаются механические свойства в 1,5-2 раза;
- стабилизируется процесс сварки и улучшается качество металла шва;
- значительно увеличивается скорость, надежность при использовании газовой смеси К-18

Таким образом, целесообразно применение газовых смесей аргон + углекислота, К18 (80% аргона и 18% углекислого газа). Способ применим для сварки как к низкоуглеродистых, так и легированных сталей.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

После рассмотрения всех плюсов и минусов предложенных способов сварки выбрана автоматическая сварка плавящимся электродом в среде защитных газов К-18 для изготовления конструкции бункер.

1.5 Выбор сварочных материалов

Для автоматической сварки плавящимся электродом в среде защитных газов потребуются следующие сварочные материалы: электродная проволока, смесь газов К18 (Ar+CO₂).

1.5.1 Сварочная электродная проволока

Выпускается по ГОСТ – 2246-70 следующих марок: Св-05ГС; Св-08Г2С; Св-12ГС; Св-10Г2 и д.р., с повышенным содержанием Mn, Si. Для сварки конструкции из стали Ст3 предварительно выбрана проволока Св-08Г2С Сравнение хим. составов стали Ст3 и сварочной проволоки Св-08Г2С приведена в таблице 4.[5]

Таблица 4 - Сравнение химического составов стали Ст3 и сварочной проволоки Св-08Г2С

№п-п	Сталь Ст3		Проволока Св-08Г2С	
	Хим. элемент	содержание	Хим. элемент	содержание
1	C	0.14-0.22	C	0,1-0,8
2	Si	0.15-0.3	Si	0,6-0,85
3	Mn	0.4-0.65	Mn	1,4-1,7
4	Ni	до 0,3	Ni	0,25
5	S	До 0,05	S	0,03
6	P	До 0,4	P	0,03
7	Cr	До 0,3	Cr	0,06-0,085
8	N	До 0,008	N	0,025
9	Cu	До 0,3	Cu	-

Из таблицы видно, что хим. состав СтЗ и Св-08Г2С идентичны. небольшое увеличенное содержания марганца и кремния в сварочной проволоке необходимо для получения шва нужного качества, так как в процессе сварки кремний и марганец выгорают. Окончательно для сварки конструкции бункера, плавящимся электродом в среде углекислого газа, выбрал проволоку марки Св-08Г2С.

1.5.2 Характеристика сварочной проволоки Св-08Г2С

При положительных температурах:

- твердость $HV_{10}^{-1}=131$ мПа
- свариваемость – без ограничений,
- флокеночувствительность – не чувствительна,
- склонность хрупкости – нет,
- предел прочности – временное сопротивление разрыву-380-190мПа,
- относительное удлинение после разрыва – 25%
- диаметр проволоки – 0,5-2,5мм

Требования к поверхности сварочной проволоки:

- Поверхность чистая, без смазки, ржавчины, окалины, антикаррозийной смазки, которая повышает разбрызгивание и пористость шва, если ее не удалить;
- Перед употреблением проволоку прокалить при температуре 150-250 °С градусов в течении 1-2 часа;
- Ржавчину удалить травлением 5% раствором соляной кислоты и снова прокалить при той же температуре в то же время [16].

1.5.3 Защитные газы

Аргон – инертный газ с атомной массой 39,9, в обычных условиях – бесцветный, без запаха и вкуса, примерно в 1,38 раза тяжелее воздуха. Аргон считается наиболее доступным и сравнительно дешевым среди инертных газов.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Согласно ГОСТ 10157-79 газообразный и жидкий аргон поставляется двух видов: высшего сорта (с объемной долей аргона не менее 99,993%, объемной долей водяных паров не более 0,0009%) и первого сорта (с объемной долей аргона не менее 99,987%, объемной долей водяных паров не более 0,001%) Аргон используется в качестве инертного защитного газа при дуговой сварке, в том числе в качестве основы защитной газовой смеси (с кислородом, углекислым газом). Является основной защитной средой при сварке. Выпускается по ГОСТ 8050-64 без цветных, не ядовитый, без запаха, при температуре -31градус и давлении 7.5 МПа газ сжижается, храниться в стальных баллонах под давлением 6-7 МПа баллон черного цвета с надписью желтого цвета «углекислота» (на баллонах должен быть штамп изготовления и срок годности) газ при отборе должен быть сухой, если сырой, то подвергается осушение, что бы шов не получился пористым, а наплавленный металл менее пластичным.

Баллоны с газом для сварки должны удовлетворять техническим требованиям согласно ГОСТ 8050-64 [10]. На баллонах должна быть надпись (СО₂ сварочный). Газ выпускается 2 сортов: 1 и 2 сорта. Технические характеристики 1 и 2 сорта углекислого газа представлены в таблице 5

Таблица 5 - Характеристики сортов углекислого газа [14]

№п-п	Содержание (определение)	1 сорт	2 сорт
1	содержание двуокиси углерода по объему	не менее 99,5%	не менее 99,0%.
2	содержание водяных паров при нормальных условиях	не более 0,178 г/м ³	сорта 0,515 г/м ³
3	по точке росы	не более 34 градусов	не более 24 градусов

1.6 Расчет параметров режима сварки

К параметрам режима сварки в углекислом газе относятся: род тока и полярность, диаметр электродной проволоки, сила сварочного тока, напряжение дуги, скорость подачи проволоки, вылет электрода, расход защитного газа,

скорость сварки. Для расчета параметров режима сварки выбрана литература [3,42]

1.6.1 Расчет режима сварки плавящимся электродом в защитных газах К-18

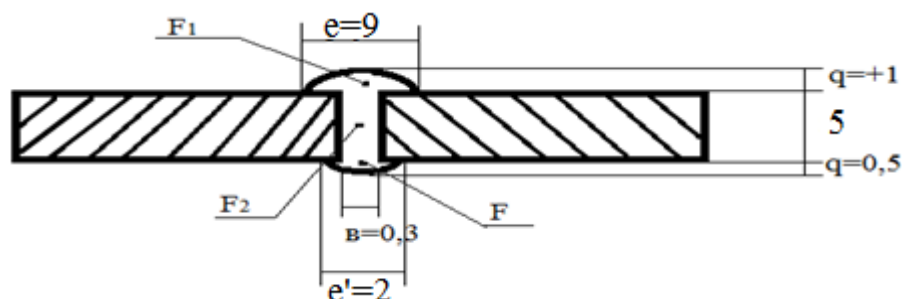
Он включает в себя расчет сечения всех видов швов, параметры электродной проволоки расчет скорости сварки и скорости подачи проволоки.

1.6.2 Расчет сечения всех видов швов свариваемой конструкции

Расчет сечения стыкового шва.

Сечение общего наплавленного металла в шве:

$$F_H = F_1 + F_2 + F' \text{ мм}^2 \quad (1.3)$$



q – выпуклость шва в мм по ГОСТ 5264-58, e – ширина шва мм, S – толщина металла в мм

Рисунок 2-Стыковое соединение

где, F_1 и F' - сечение выпуклости шва сверху и снизу в мм:

$$F_1 = 0.73 * e * q \quad (1.4)$$

$$F_1 = 0.73 * 9 * 1 = 6.57 \text{ мм}^2$$

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

F_2 – сечение заполнения разделки мм:

$$F_2 = b \cdot s \quad (1.5)$$

$$F_2 = 0.3 \cdot 5 = 1,5 \text{ мм}^2$$

F' – сечение обратного валика:

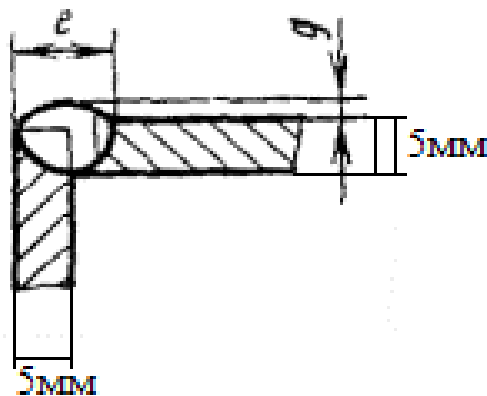
$$F' = 0.73 \cdot e' \cdot q' \quad (1.6)$$

$$F' = 0.73 \cdot 2 \cdot 0.5 = 0.73 \text{ мм}^2$$

Сечение общего наплавленного металла в шве по формуле (1.3):

$$F_H = 6.57 + 1,5 + 0.73 = 9.43 \approx 10 \text{ мм}^2$$

1.6.3 Расчет сечения углового шва



e – ширина шва; q – высота шва

Рисунок 3-Угловое соединение

Угловые швы выполняются однопроходными и сечение шва можно определить по чертежу или по ГОСТ 14771-76 для стандартных швов. Сечение углового шва определяю по формуле.

Сечение углового шва:

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F_H = \frac{K^2}{2} * 1,25 \quad (1.7)$$

$$F_H = \frac{4^2}{2} * 1,25 = 10 \text{ мм}^2$$

где, К – Катет, К=4мм.

Расчет диаметра сварочной проволоки:

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

$$d_{эн} = K_d \cdot F_H^{0,625}, \quad (1.8)$$

где, $K_d = 0.290$ [1, табл.13]

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки.

$$d_{эн} = 0.290 * 10^{0,625} = 1.22 \text{ мм}$$

Округляется до стандартных $d_{эн} = 1,2$ мм.

Расчет сварочного тока $I_{св}$ определяется по формуле:

$$I_{св} = \frac{Pd_3^2 * 120}{4} \quad (1.9)$$

$$I_{св} = \frac{3,14 * 1,44 * 120}{4} = 135 \text{ А}$$

Расчет скорости сварки (для вертикальных и горизонтальных швов)

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$V_{св} = \frac{a_n * I_{св}}{100 * \rho * F_n} \quad (1.10)$$

где, ρ - плотность металла электродной проволоки $\rho=7,8$ г/см³

α_p - коэффициент плавления для сварки в среде К-18 г/Ач

α_n - коэффициент наплавки необходимо рассчитывать по следующим формулам:

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot \frac{(100 - \Psi_n)}{100}, \quad (1.11)$$

где, Ψ_n - коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание при использовании смеси газов - 3,8;

α_p - коэффициенты плавления для сварки в среде К-18 г/Ач

Расчет коэффициента потерь металла на угар и разбрызгивание:

$$\Psi_n = 16 \cdot \exp[-7.48 \cdot 10^{(-5)} \cdot (200 - j)^2] \quad (1.12)$$

где, \exp - основание натурального логарифма ($e=2,71$)

$$\Psi_n = 16 \cdot 271[-7.48 \cdot 10^{(-5)} \cdot (200 - 135)^2] = 3,8$$

коэффициент плавления рассчитывается по формуле:

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 * \frac{I_{св}}{d_3}, \quad (1.13)$$

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 * \frac{135}{1,2} = 12 \text{ г/Ач}$$

Коэффициент наплавки определяем по формуле (1.11):

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

$$\alpha_H = 12 \cdot \frac{(100-3,8)}{100} = 11,54 \text{ г/Ач}$$

Расчет скорости сварки по формуле (1.10)

$$V_{CB} = \frac{12 * 135}{100 * 0,11 * 7,8} = 18,8 \sim 19 \text{ м/ч}$$

Плотность тока рассчитывается по формуле:

$$j = \frac{4 \cdot I_{CB}}{\pi \cdot d^2} \quad (1.14)$$

$$j = \frac{4 \cdot 135}{3,14 \cdot 1,44} = 120 \text{ А/мм}^2$$

Плотность тока попадает в область $j=85-120 \text{ А/мм}^2$, следовательно потери на разбрызгивание металла и угар Ψ_{π} будут находится в пределах 6-10% [3].

Скорость подачи электродной проволоки $V_{ЭП}$ однозначно определяются при известных $F_H, d_{ЭП}$ и V_C , м/ч:

$$V_{ЭП} = \frac{4 \cdot \alpha_p \cdot I_{CB}}{\pi \cdot d_{ЭП}^2 \cdot \rho}, \quad (1.15)$$

$$V_{ЭП} = \frac{4 \cdot 12 \cdot 135}{3,14 \cdot 1,44 \cdot 7,8} = 185 \text{ м/ч}$$

Напряжение U_C на сварочной дуге:

$$U_C = 14 + 0,05 \cdot I_{CI}, \quad (1.16)$$

$$U_C = 14 + 0,05 \cdot 135 = 26 \pm 1 \text{ В}$$

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Расход защитного газа (15% - CO₂, 85% - Ar) л/мин берется из практических наблюдений и зависит от величины сварочного тока; диаметра сварочной проволоки; толщины металла рекомендуется при толщине металла 5мм расход К – 18 = 12л/мин:

$$q_{згi} = 0,0033 \cdot I_{св}^{0,75}, \quad (1.17)$$

$$q_{згi} = 0,0033 \cdot 135^{0,75} = 11 \text{ л / мин}$$

Расчет вылеты сварочной проволоки:

$$L_{э} = 10 \cdot d_{эп}, \quad (1.17)$$

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

Расчет режима сварки для нанесения прихваточных швов выполнить с использованием ручной дуговой сварки электродами ОЗС-4 с рутиловым покрытием.

Принимаем $d_{э} = 4 \text{ мм}$. Для электродов с основным покрытием минимально допустимое значение плотности сварного тока составляет $j = 13 \text{ А/мм}^2$ [1].

Расчёт сварочного тока:

$$I_{св} = \pi \cdot d_{э}^2 \cdot j / 4 \quad (3.1)$$

$$I_{св} = 3,14 \cdot 4^2 \cdot 13 / 4 = 163 \text{ А}$$

Примем $I_{св} = 160 \text{ А}$.

Расчёт сварочного напряжения:

$$U_{д} = 12 + 0,36 \cdot I_{ав} / d_{э}, \quad (3.2)$$

$$U_{д} = 12 + 0,36 \cdot 160 / 4 = 26 \text{ В}$$

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Скорость сварки:

$$V_{св}=(\alpha_n * I_{св})/(p * F_{пр}) \quad (3.3)$$

$$V_{св}=(8,5*160)/(7,8*1,3)=13 \text{ м/ч}$$

где, α_n – коэффициент наплавки, г/Ач;

p – плотность металла электрода, г/см³ ;

$\alpha_n=12$ г/Ач;

$p=7,8$ г/см³ ; 3.2

Полученные расчетные данные режимов сварки сведены в таблицу 6

Таблица 6-Режимы сварки

Вид соед.	Вид шва	Режим сварки									
		Толщ. металла, мм	Катет шва, мм	Число слоев	Диаметр проволоки электрода мм	I, А	Уд, В	Скорость подачи проволоки, м/ч	Скорость сварки, м/ч	Расход К - 18, л/мин	Вылет электрода, мм
Стыковое		5		1	1,2	135	26	185	19	12	12
Угловое	угловое	5	4	1	1,2	135	26	185	19	12	12
Гавровое	угловое	5	4	1	1,2	135	26	185	19	12	12
Для выполнения прихваточных швов ручной дуговой сваркой											
Стыковые, угловые		5	3	1	4	160	26	-	13	-	-

Режим плазменной резки. Для толщины 5мм диаметр сопла 1мм, ток 50 А, напряжение 110В, скорость реза 2-3м/мин, ширина реза 1,6-1,8мм, расход воздуха 12 л/мин.

1.7 Выбор и обоснование основного сварочного оборудования

Для выполнения сварочных работ потребуется следующее сварочное оборудование: источник питания сварочной дуги, сварочный автомат, позиционер, робот. [8].

Сварочное свойство источника — это зависящее от его электрических параметров качество выполнения им одной из функций, связанных с обеспечением технологического процесса сварки. Сварочные свойства в порядке перечисления соответствующих им функций источника. Надежность зажигания дуги. Является важным свойством источника, поскольку влияет на качество начального участка шва, а при сварке короткими швами — и на производительность. Устойчивость и стабильность процесса сварки оказывает непосредственное влияние на качество шва, постоянство его ширины и глубины проплавления. Эффективность регулирования (настройки) параметров режима характеризует источник потому, что его регулятором настраиваются обычно сила тока или напряжение дуги, оказывающие влияние на производительность и качество сварки. Критерии оценки сварочных свойств могут быть непосредственными и косвенными. Оценка сварочных свойств источников выполняется в соответствии с ГОСТ 25616-83 «Источники питания для дуговой сварки. Методы испытания сварочных свойств»

Источники питания с цифровым управлением являются основой серии оборудования Kemppi Pro Evolution. Для системы предлагаются источники питания трех классов мощности с нагрузочной способностью 320, 420 и 520 А, при рабочем цикле 100-70%. Данные источники питания многофункциональные, основаны на инверторной технологии для всех методов ручной и роботизированной сварки

В качестве источника питания для сварки автоматом в среде защитных газов взят сварочный выпрямители Kemppi Pro Evolution 320 А

Технические характеристики:

- Мощность номинальная 13,3 кВА;
- Сетевой кабель 4G6 (5 метров);
- Предохранитель 25А;
- Нагрузка при 40⁰С и ПВ 70% 320/13,3;
- КПД 0,93;

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Диапазон сварочного тока 10-320А
- Диапазон напряжения 20-33В.

Fanuc Arc Mate 100iC/8L универсальный, предназначен для дуговой сварки.

Характеристики и возможности применения:

- Число степеней свободы 6
- Дотягаемость 2028 мм
- Грузоподъемность 8 кг
- Точность \ повторяемость 0.08 мм
- Вес манипулятора 150 кг
- Степень защиты IP IP54
- Робот для дуговой сварки Fanuc Arc Mate 100iC/8L разработан специально для дуговой сварки. Это обновленный робот-сварщик, отличающийся более тонкой и легкой рукой, по сравнению с аналогами.

Преимущества заключаются в большой рабочей зоне и высокоэффективном перемещении, которые дополнены позиционированием без вибраций, а так же быстрым ускорением и замедлением. Устройство Fanuc ARC Mate 100iC/8L теперь потребляет значительно меньше энергии и имеет эффективную модульную конструкцию. Манипулятор MAC-2 предназначен для механизации и автоматизации процессов сварки продольных и кольцевых швов разнообразных изделий цилиндрической и конической формы.

Манипулятор работает в сочетании со сварочными установками, что позволяет автоматизировать сварочные процессы крупногабаритных изделий

Технические характеристики:

- | | |
|---|-------------------|
| • Напряжение питающей сети, В | 380 |
| • Диапазон регулирования оборотов двигателя, об/мин | 300-1500 |
| • постоянное передаточное число i_{Σ} | 8625 |
| • передаточное число подвижной консоли i | 75 |
| • Диапазон регулирования скорости вращения | 0.035- 0.1 об/мин |
| • Грузоподъемность, т. | 2 |

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

- Масса, кг, не более

100

Для раскроя и резки металла используется плазменная резка. Станок – ПОРТАЛ – 10 с ЧПУ – 10 RDR 2500 BARNI - 10

Другое необходимое для сварки оборудование указано в приложении Б.

1.8 Сборочное оборудование необходимое для изготовления конструкции «БС-97/Ф»

Сборка бункера выполняется на манипуляторе с использованием сборочных прижимных устройств (болты, угольники, крестовина). Наложить прихваточные швы длиной 80 мм, через 350 мм объем прихваточного шва должен быть не более 1/3 основного шва, катет шва 4 мм. Схема технологической последовательности изготовления бункера показана на чертеже лист 3 формат А1.

1.9 Контроль качества сварных соединений

При сварочных работах могут возникнуть дефекты: внешние и внутренние.

Внешние: отклонение шва по ширине и высоте, трещины продольные и поперечные, кратеры, подрезы, наплывы. Все эти дефекты, которые могут возникнуть при сварке данной конструкции можно обнаружить визуально с использованием 10-20 кратной лупы. Используя лупу, можно обнаружить волосяные трещины. Форму шва проверить используя шаблоны, линейки, угольники. Если в ходе визуального осмотра возникнет предположение о наличии трещин (внутри шва), то участок зачищают личным напильником, наждачной бумагой, промывают спиртом и травят 10% раствором азотной кислоты до появления матовой поверхности и осматривают [14].

После осмотра снова зачищают наждачной бумагой, протирают спиртом, для удаления кислоты.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Наружный и внутренний контроль дефектов регламентируется ГОСТ 3242-54 [7].

Внутренние дефекты: поры, шлаковые включения, непровар корня, трещины, пережоги. Если в процессе возникнет подозрение о наличии в шве внутреннего дефекта то применяется просвечивание шва лазерным или рентгеновским аппаратом.

Ультразвуковой дефектоскоп – это прибор, который используется для обнаружения неоднородностей и внутренних дефектов изделий. Материалом таких изделий чаще всего являются металлы. В основе работы любого ультразвукового дефектоскопа лежат ультразвуковые колебания, которые, отражаясь от внутренних неоднородностей изделия, позволяют определить глубину дефектов, а также их координаты и размеры.

Ультразвуковые дефектоскопы бывают двух видов: одноканальные и многоканальные. В отличие от одноканальных приборов многоканальные дефектоскопы позволяют делать прозвучивания нескольких зон или нескольких слоев изделия за один проход (поворот) и осуществлять регистрацию всего процесса контроля. Это дает возможность, с одной стороны разделить во времени этапы прозвучивания и оценки, с другой стороны, получать полноценный протокол контроля со всей необходимой информацией для качественного анализа полученных результатов. Ультразвуковое просвечивание шва бункера выполняется тогда когда есть сомнения о качестве внутренней зоне шва.

Все обнаруженные дефектные швы вырубаются и завариваются вновь.

1.10 Технологическая последовательность изготовления бункера «БС-97/Ф»

Технология изготовления бункера начинается с получения металла, согласно ведомости, со склада СтЗ. После обмера, чистки и прямления, металл поступает на и резку на плазматрон ПОРТАЛ-10 с ЧПУ. Разметка и резка деталей выполняется с высокой точностью. После резки, обработка кромок не требуется,

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

так же не выполняется скос кромок при толщине металла 5 мм. После получения, обмера и осмотра деталей, приступают к сборке и сварке [28].

После проверки качества сварки узлов и их размеров, выполнить сборку, сварку конструкции. Перед наложением основного шва прихваточные швы зачищаются и провариваются до корня шва. Перед началом работы, на автоматической установке плавящимся электродом в среде защитных газов, выполняются требования техники безопасности. Последовательность технологического изготовления бункера представлена в таблица 7

Таблица 7 – Последовательность технологического изготовления бункера

№ операции	Наименование операции	Содержание операции	Используемое оборудование и режимы
1	2	3	4
1	Заготовительная Доставка листа со склада, контроль качества поверхности	Листы стандартных размеров: 6000×1500×5мм 6000×1500×15мм, 6000×1500×20мм. Транспортируемый металл проверяется на наличие окалины, ржавчины и других загрязнений	<ul style="list-style-type: none"> • Кран – балка 5т; • Грузозахватные приспособления; • Механическая щетка;
2	Правка листов стали Ст3	Выполнить для удаления вмятин, волнистости, серповидности и др. пороков	- Вальцы трёхвалковые FACFIN 3HEL 
3	Резка листовой стали Ст3	Провести контроль подготовки габаритных размеров листа выполнить резку согласно размеров указанных в чертеже - выполнить скос кромок 45° для фланца №2	-комплект измерительных приборов ГОСТ 7644-80: -рулетка с диапазоном измерений от нуля до 10000мм Резка на плазматроне с ЧПУ: Для толщины 5мм: диаметр сопла 1мм, ток 50 А, напряжение 110В, скорость реза 2-3м/мин, ширина реза 1,6-1,8мм, расход воздуха 12 л/мин. -Фаскосъемная машина ВЕКТОР

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4
4	Контроль геометрических размеров деталей	Осуществляется контроль формы и размеров детали в соответствии с чертежами, проверяется чистота реза	Мерительный инструмент: -рулетка 10000мм - угольник
5	Гибка листов стали Ст3	Конструкция состоит из трех обечаек: двух цилиндрических и одной конической; Размеры: 1500x1300;1390x700; 700 (1500-700)	-Вальцы трёхвалковые FACCIN 3HEL
6	Сверление Фланцев	3 фланца с наружными диаметрами: $d1=1700\text{мм}$; $d2=1900\text{мм}$; $d3=900\text{мм}$. на каждом по 8 отверстий $d=30\text{мм}; 18\text{мм}$	Сверлильный станок
7	Сборка обечаек №1,2,3	-Последовательность работы:, цилиндрическая обечайка, закрепляется сборочными приспособлениями, угольники, болты. прихватываются выводные планки, устанавливаются съемные керамические подкладки шва и устанавливается на сварочный вращатель манипулятора. -конусная обечайка, закрепляется сборочными приспособлениями угольники, болты. прихватываем выводные планки устанавливаются съемные керамические подкладки шва и устанавливается на сварочный вращатель манипулятора. -цилиндрическая обечайка, закрепляется сборочными приспособлениями угольники, болты. прихватываем выводные планки, устанавливаются съемные керамические подкладки шва и устанавливается на сварочный вращатель манипулятора.	Прихватки выполняются РДС. Режим сварки РДС: - $I_{св}=160\text{А}$ - $U_{д}=26\text{В}$ - $d_3=4\text{мм}$ Тип ОЗС – 4 Сборка выполнена на позиционере MAC-2
8	Сварка обечаек №1,2,3	Выполнить сварку согласно чертежа.	Сварка выполняется сварочным роботом Fanuc Arc Mate параметры режима сварки: Режимы для сварки швов: $I_{св} = 135\text{ А}$; $U=26\text{ В}$; $V_{св}=19\text{ м/ч}$; $d_3=1,2\text{ мм}$; $V_{пп}=185\text{ мм/ч}$. $q_{гг}=12\text{л/мин}$; катет шва – 4; Сварочный источник Kemppi Pro Evolution



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

Окончание таблицы 6

1	2	3	4
9	Зачистка сварных швов	Зачистка сварных швов и околошовной зоны. Срезка выводных планок.	Шлифовальная машинка Bosch GWS26-230, круг шлифовальный веерный лепестковый на шпильке
10	Контроль качества готового изделия	Выполнить визуальный контроль шва, на отсутствие подрезов трещин наплывов кратеров.	Мерительная рулетка, линейка, шаблоны,
11	Сборка	на вращатель устанавливается фланец №1, установка цилиндрической обечайки, фланец №2, конусная обечайка, цилиндрическая обечайка №2, фланец №3 и закрепить болтами, уголками, жесткая креставина. Осуществить прихваточные швы	Прихватки выполняются РДС. Режим сварки РДС: - $I_{св}=160A$ - $U_{д}=26 В$ - $d_3=4 мм$ Тип ОЗС – 4 Сборка выполнена на пазиционере MAC-2
12	Сварка	Выполнить сварку согласно чертежа.	Сварка выполняется сварочным роботом робот Fanuc Arc Mate параметры режима сварки: Режимы для сварки швов: $I_{св} = 135 А$; $U=26 В$; $V_{св}=19 м/ч$; $d_3=1,2 мм$; $V_{пп}=185 мм/ч$. $q_{зг}=12л/мин$; катет шва – 4; Сварочный источник Kemppi Pro Evolution
13	Зачистка сварных швов	Зачистка сварных швов и околошовной зоны.	Шлифовальная машинка Bosch GWS26-230, круг шлифовальный веерный лепестковый на шпильке
14	Контроль качества готового изделия	Выполнить визуальный контроль шва, на отсутствие подрезов трещин наплывов кратеров, при необходимости просвечивание шва в проблемном месте.	Мерительная рулетка, щюпы, линейка, шаблоны, ультразвуковой дефектоскоп УД-2-70
15	Складирование	Готовый бункер отправляется на склад готовой продукции	Кран-балка 5т

1. Перед пуском сварочного автомата необходимо проверить исправность пускового устройства (рубильника, кнопочного выключателя).

2. Корпуса источника питания дуги и аппаратного ящика должны быть заземлены.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

3. При включении автомата первоначально следует включить рубильник (магнитный пускатель), а затем – аппаратный ящик. При выключении – наоборот.

4. Шланги для защитного газа и водяного охлаждения у автомата в местах соединения со штуцерами не должны пропускать газ и воду.

5. Опирается или садиться на источник питания дуги и аппаратный ящик запрещается.

6. При работе открытой дугой на расстоянии менее 10м необходимо ограждать места сварки или пользоваться защитными очками.

7. Намотку сварочной проволоки с бухты на кассету нужно производить только после специального инструктажа.

8. По окончании работы выключить ток, газ, воду.

9. О замеченных неисправностях в работе оборудования необходимо доложить мастеру цеха и без его указания к работе не приступать.

10. Устранять неисправности оборудования сварщику запрещается.

Включение в работу автомата начать с подачи и регулирования газа по расходомеру, одновременно делая продувку шлангов и держателя от воздуха. В процессе сварки нельзя прекращать сварку, отрывая дугу и отводя держатель, оставляя расплавленный металл в не зоны защитного газа. При сварке бункера выполняются следующие сварные соединения и швы: соединения угловые, тавровые, стыковые.

2 Экономический раздел

2.1 Определение капиталобразующих инвестиций

2.1.1 Определение технологических норм времени на сварку продольных швов металлоконструкции Бункер – БС-97/Ф

Общее время на выполнение сварочной операции $T_{шт-к}$, ч., состоит из нескольких компонентов и определяется по формуле [29;20]:

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{пз} + t_в + t_{обс} + t_n, \quad (2.1)$$

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_n – время перерывов на отдых и личные надобности, ч.

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

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

где $L_{шв}$ – сумма длин всех швов, м $\Sigma L_{шв} = 27,4$ м;

$V_{св}$ – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч, $V_{св} = 29$ м/ч;

$V_{св}$ – скорость сварки (базовый вариант), м/ч, $V_{св} = 15$ м/ч

Определяем основное время по формуле (2.2) для обоих вариантов

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

$$t_{осн} = \frac{27,4}{15} = 1,8 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{27,4}{19} = 1,45 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

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

$$t_{нз} = 10\% \text{ от } t_{осн} \quad (2.3)$$

$$t_{нз} = \frac{1,82 \cdot 10}{100} = 0,18 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{нз} = 0,14 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Вспомогательное время ($t_{в}$) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой $t_{э}$, 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 $t_{уст}$:

$$t_{в} = t_{э} + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (2.4)$$

При автоматической сварке во вспомогательное время входит время на заправку кассеты с электродной проволоки. Это время можно принять равным $t_{э} = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ ч.}$

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

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 * (n_{с} - 1)) \quad (2.5)$$

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где n_C – количество слоев при сварке за несколько проходов;

$L_{шв}$ – длина шва, м, $L_{шв} = 27,4$ м

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле (2.5) для обоих вариантов

$$t_{кр} = 27,4 * 0,6 = 16,44 \text{ мин.} = 0,27 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{кр} = 27,4 * 0,6 = 16,44 \text{ мин.} = 0,27 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Сварка и в базовом и проектируемом варианте производится в один проход.

Время на очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$ рассчитываем по формуле (2.5):

$$t_{бр} = 27,4 * 0,6 = 16,44 \text{ мин.} = 0,27 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{бр} = 27,4 * 0,6 = 16,44 \text{ мин.} = 0,27 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

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

Время на установку, поворот и снятие изделия ($t_{узм}$) зависит от его массы, данные указаны в таблице 8.

Таблица 8 – Норма времени на установку, поворот и снятие изделия в зависимости от его массы

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

$$t_{узм} = 0,14 \text{ ч.}$$

Таким образом рассчитываем значение t_g для обоих вариантов (оно одинаково) по формуле (2.4):

$$t_g = 0,083 + 0,27 + 0,27 + 0,14 + 0,21 = 0,97 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_g = 0,083 + 0,27 + 0,27 + 0,14 + 0,21 = 0,97 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

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

$$t_{обс} = (0,06 \dots 0,08) * t_{осн} \quad (2.6)$$

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

$$t_{обс} = 0,07 * 1,8 = 0,126 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{обс} = 0,07 * 1,45 = 0,1 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

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

$$t_n = 0,07 \cdot t_{осн} \quad (2.7)$$

Рассчитываем t_n по формуле (2.7) для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_n = 0,07 * 1,8 = 0,126 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_n = 0,07 * 1,45 = 0,1 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

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

$$T_{шт-к} = 1.82 + 0,18 + 0,97 + 0,12 + 0,12 = 3,21 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$T_{шт-к} = 0.45 + 0,14 + 0,97 + 0,1 + 0,1 = 2,76 \text{ ч. (проектный вариант)}$$

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

$$T_{произв. пр.} = T_{шт-к} \cdot N \quad (2.8)$$

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

$$T_{произв. пр.} = 3.21 * 1000 = 3210 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{произв. пр.} = 2.76 * 1000 = 2760 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.

Количество единиц оборудования по операциям техпроцесса, C_p приведены в формуле:

$$C_p = \frac{T_{произв. пр.}}{\Phi_\partial \cdot K_H} \cdot 100 \quad (2.9)$$

где, Φ_∂ – действительный фонд времени работы оборудования, час. $\Phi_\partial = 1974$ час.;

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

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса C_P , по формуле (2.9):

$$C_P = \frac{3210}{1974 \cdot 1,2} = 1,35; \text{ примем } C_{II} = 1 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_P = \frac{2760}{1974 \cdot 1,2} = 1,16; \text{ примем } C_{II} = 1 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

Принятое количество оборудования C_{II} определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%. Таким образом, по базовой технологии используются одна установка для сварки. По новой измененной технологии достаточно одной установки для автоматической сварки в среде защитных газов.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования K_3 производим по формуле:

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

$$K_3 = \frac{1,35}{1} = 1,35 \text{ (базовый вариант);}$$

$$K_3 = \frac{0,16}{1} = 0,16 \text{ (проектируемый вариант).}$$

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

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

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

2.1.3 Расчет капитальных вложений

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляем исходные данные в виде таблицы 9.

Таблица 9 – Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Годовая производственная программа выпуска	шт.	1000	1000
Манипулятор, источником питания выпрямитель, робот, $C_{онт}$	руб./шт.	-	1875892
Сварочный трансформатор ТДМ 401	руб./шт.	30000	
Баллон углекислоты, аргон	руб./шт	-	2000
Газовая горелка MIG-MAG	руб./шт	-	2500
Итого	руб.	30000	1880392

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

$$K_{об} = \sum K_{обj} * C_{Пj} * K_{зj}, \quad (2.11)$$

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

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

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

Балансовая стоимость оборудования ($K_{обj}$) определяется по формуле:

$$K_{обj} = C_{обj} \cdot (1 + K_{мз}), \text{ руб.}, \quad (2.12)$$

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

$K_{мз}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, затраты устройство фундамента, монтаж, наладку ($K_{мз} = 0,12$) по формуле (2.12).

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

$$K_{обj} = 30000 * (1 + 0,12) = 33600 \text{ руб. базовый вариант}$$

$$K_{обj} = 1875892 * (1 + 0,12) = 2101010 \text{ руб. проектируемый вариант}$$

Определяем по формуле (2.11) капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ по вариантам:

$$K_{об} = 33600 * 1 * 1 = 33600 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$K_{об} = 2101010 * 1 * 1 = 2101010 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций

2.2.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкций

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

$$C_T = MZ + Z_э + Z_{пр}, \quad (2.13)$$

где, MZ - 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 (MZ , руб.) рассчитываются по формуле:

$$MZ = C_{о.м} + C_{эн} + C_{др}. \quad (2.14)$$

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

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

$C_{эп}$ - 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 рассчитываем по формуле:

$$C_{o.m} = [C_{к.м} + C_{св.пр.} + (C_{зг} + C_{св.фл.})] * K_{тр}, \quad (2.15)$$

где, ($C_{к.м}$) - стоимость конструкционного материала. Затраты на конструкционный материал, которым является сталь Ст3.

$$C_{к.м} = m_k * Ц_{к.м}, \quad (2.16)$$

где, m_k - масса конструкции, т;

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

$$C_{к.м} = 570 * 18 = 10460 \text{ руб. базовый вариант,}$$

$$C_{к.м} = 570 * 18 = 10460 \text{ руб. проектируемый вариант}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 10460 руб. для проектируемого варианта.

Стоимость основных материалов рассчитываем по формуле (2.15)

$$C_{o.m} = [10460 + 1723.] * 1,05 = 12269 \text{ (базовый вариант);}$$

$$C_{o.m} = [10460 + 724. + 2000] * 1,05 = 13843 \text{ (проектируемый вариант)}$$

Расчет затрат на электродную проволоку $C_{св.пр}$ Св-08Г2С и электродов ОЗЛ.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Исходные данные для расчетов:

$$L_{шв} = 27,4 \text{ м} = 2740 \text{ см}$$

$$L_{шв} = 27,4 \text{ м} = 27400 \text{ см}$$

$$F_{нм} = 10 \text{ мм}^2 = 0,10 \text{ см}^2.$$

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

$$C_{св.пр} = M_{нм} \cdot \psi \cdot Ц_{с.п.} \cdot K_{тр}, \text{ руб.} \quad (2.17)$$

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

ψ - коэффициент разбрызгивания электродного металла (сварка в среде К-18 характеризуется разбрызгиванием электродного металла, для данного вида сварки $\psi = 3,8$);

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

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

$$C_{св.эл} = 5 \cdot 1,2 \cdot 456 \cdot 1,05 = 2872 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$C_{св.пр} = 5 \cdot 3,8 \cdot 120 \cdot 1,05 = 2394 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

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

$$M_{нм} = V_{нм} \cdot \rho_{нм}, \quad (2.18)$$

$$M_{нм} = 2740 \cdot 7,8 = 21,4 \text{ кг (базовый вариант)}$$

$$M_{нм} = 2740 \cdot 7,8 = 21,4 \text{ кг, (проектируемый вариант)}$$

где, $V_{нм}$ - объем наплавленного металла, см³;

$\rho_{нм}$ - плотность наплавленного металла, г/см³ ($\rho_{стали} = 7,8 \text{ г/см}^3$).

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Объем наплавленного металла V_{HM} рассчитывается по формуле:

$$V_{HM} = L_{шв} \cdot F_o, \quad (2.19)$$

где, F_o – площадь поперечного сечения наплавленного металла, $см^2$;

$L_{шв}$ - длина сварного шва, см.

$$V_{HM} = 27400 \cdot 0,1 = 2740 \text{ см}^3 \text{ (базовый вариант)}$$

$$V_{HM} = 27400 \cdot 0,1 = 2740 \text{ см}^3 \text{ (проектируемый вариант)}$$

Расчет затрат на защитный газ.

Исходные данные:

$$t_{осн} = 1,8 \text{ ч} = 108 \text{ мин. (базовый вариант);}$$

$$t_{осн} = 1,45 \text{ ч} = 87 \text{ мин. (проектируемый вариант);}$$

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

$C_{зг} = 0$ (т.к. в базовом варианте – защитный газ CO_2 не используется)

$C_{зг} = 60$ л=2 баллона, 2000 руб. (проектируемый вариант).

Рассчитываем стоимость прочих компонентов в расчете на одно металлоизделие по формуле:

$$C_{др} = t_{осн} \cdot q_{зг} \cdot k_p \cdot C_{зг} \cdot K_m \quad (2.20)$$

$C_{др} = 0$ (т.к. в базовом варианте – защитные газы не используются)

$C_{др} = 87 \cdot 12 \cdot 1,1 \cdot 45 \cdot 1,06 = 54778$ руб. (проектируемый вариант)

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

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчет затрат на электроэнергию на операцию проводим по формуле:

$$Z_э = \alpha_э * W * Ц_э, \text{ руб} \quad (2.21)$$

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

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

$Ц_э$ – цена за 1 $\text{кВт}\cdot\text{ч}$; $Ц_э = 3,16 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$.

Для укрупнённых расчётов величину $\alpha_э$ можно принимать равной:

- при сварке на переменном токе, $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$ - 3...4;
- при многопостовой сварке на постоянном токе, $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$ - 6...8;
- при автоматической сварке на постоянном токе, $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$ - 5...8;
- под слоем флюса, $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$ - 3...4.

$$C_{эн} = 4 * 12,48 * 3,16 = 157,54 \approx 158 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{эн} = 5 * 23,4 * 3,16 = 369,72 \approx 370 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Материальные расходы ($MЗ$) на основные материалы на одно изделие (исключаем затраты на основной конструкционный материал) рассчитываются по формуле (2.14):

$$MЗ = 12269 + 158 + 0 = 12424 \text{ руб. базовый вариант}$$

$$MЗ = 13843 + 370 + 54778 = 68991 \text{ руб. проектируемый вариант}$$

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

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Ч_{ор} = \frac{T_{произв. пр.}}{\Phi_{др} \cdot K_B} \quad (2.22)$$

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

$\Phi_{др}$ - действительный фонд времени производственного рабочего ($\Phi_{др} = 1974$ час.);

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

Численность основных рабочих $Ч_{ор}$ по формуле (2.22):

$$Ч_{ор} = \frac{3210}{1974 \cdot 1,2} = 1,35; \text{ примем } Ч_{ор} = 2 \text{ чел. (базовый вариант);}$$

$$Ч_{ор} = \frac{2760}{1974 \cdot 1,2} = 1,16; \text{ примем } Ч_{ор} = 1 \text{ чел. (проектируемый вариант).}$$

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования. По базовой технологии работает 2 сварщика, по новой измененной технологии работают 1 сварщик.

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.

Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды

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

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

$$З_{пр} = ЗП_о + ЗП_д, \quad (2.23)$$

где: $ЗП_о$ – основная заработная плата, руб.;

$ЗП_д$ – дополнительная заработная плата, руб.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих (Z_{np}) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле:

$$Z_{np} = P_{cd} \cdot K_{np} \cdot K_{\partial} \cdot K_{cc} + D_{вр}, \quad (2.24)$$

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

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

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

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

K_{∂} - коэффициент, определяющий размер дополнительной заработной платы, $K_{\partial} = 1,2$.

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

$$P_{cd} = \frac{T_{ст} \cdot T_{шт.-к.}}{60}, \quad (2.25)$$

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

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

Тарифная ставка зависит от квалификации сварщика:

$T_{ст}$ сварщика ручной дуговой сварки - 48 руб./час;

$T_{ст}$ сварщика автоматической сварки - 56 руб./час.

Рассчитанное: $T_{шт.-к} = 3,21 \text{ ч.} = 192 \text{ мин.}$ (базовый вариант)

Рассчитанное: $T_{шт.-к} = 2,76 \text{ ч.} = 165 \text{ мин.}$ (проектируемый вариант)

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

$$P_{сд} = \frac{48 \cdot 192}{60} = 153 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{сд} = \frac{56 \cdot 165}{60} = 154 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле

$$D_{вр} = \frac{T_{ст} \cdot T_{вр} \cdot (0,1 \dots 0,31)}{100 \cdot 60} \quad (2.26)$$

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

$T_{ст}$ – тарифная месячная ставка, руб.;

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

Коэффициент в пределах (0,10...0,31).

Статья «Дополнительная заработная плата производственных рабочих» отражает выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное в производстве время (оплата отпускных, компенсаций, оплата льготных часов подросткам, кормящим матерям). Размер выплат предусмотрен обычно в пределах 10% -20% от основной зарплаты

$$D_{вр} = \frac{48 \cdot 192 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,30 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$D_{вр} = \frac{56 \cdot 165 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,3 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Зарботная плата с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле (2.24):

$$Z_{пр} = 153 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 + 0,3 = 358 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{пр} = 154 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 + 0,3 = 360 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

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

$$ЗП_{\partial} = K_{\partial} \cdot ЗП_{O} \cdot K_{cc}, \quad (2.27)$$

где: $ЗП_{\partial}$ – выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное на производстве время, руб.;

$ЗП_{O}$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

K_{∂} – коэффициент дополнительной заработной платы. $K_{\partial} = 1,13$;

K_{cc} – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные взносы. $K_{cc} = 1,3$.

$$ЗП_{\partial} = 1,13 \cdot 358 \cdot 1,3 = 526 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$ЗП_{\partial} = 1,13 \cdot 360 \cdot 1,3 = 529 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расходы на заработную плату основных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, рассчитанные по формуле (2.23), составляют:

$$З_{np} = 526 + 358 = 884 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{np} = 529 + 360 = 889 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расчетные данные технологической себестоимости C_T произведем по формуле (2.13):

$$C_T = 12424 + 158000 + 884000 = 1054424 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$C_T = 68991 + 370000 + 889000 = 1327991 \text{ руб (проектный вариант)}$$

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Приведем расчетные данные технологической себестоимости C_T изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ($N= 100$ шт.) в таблицу 10.

Таблица 10 – Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Затраты на основные материалы, $C_{о.м}$, руб.	12269000	13843000
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{эн}$, руб.	158000	369720
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (соц взнос), $Z_{пр}$, руб.	884000	889000
Технологическая себестоимость годового выпуска, C_T , руб.	1054424	1327991

2.2.2 Расчет полной себестоимости изделия

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

Производственная себестоимость ($C_{ПР}$, руб.) включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством, расчет $C_{ПР}$ проводят по формуле (2.27):

Производственная себестоимость ($C_{ПР}$, руб.) включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством, расчет $C_{ПР}$ проводят по формуле:

$$C_{ПР} = C_T + P_{пр} + P_{хоз} \quad (2.28)$$

где: C_T – технологическая себестоимость, руб.;

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

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

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

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

- амортизационные отчисления технологического оборудования, установленного в цехе;
- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования;
- расходы на оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов;
- расходы на охрану труда работников и др.

Общепроизводственные расходы определяются по формуле.

$$P_{np} = C_A + C_p + P_{pp}^* , \quad (2.29)$$

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

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

P_{pp}^* - расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение).

В статью «Общепроизводственные расходы» (P_{pp} , 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 затраты на амортизацию при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, приходящиеся на одно изделие:

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

$$C_A = \frac{K_{об} \cdot H_A \cdot n_o \cdot T_{шт-к}}{100 \cdot \Phi_D \cdot K_B} \cdot K_O, \quad (2.30)$$

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

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

Φ_D – действительный эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час. $\Phi_D = 1974$ час.;

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

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

n_o – количество оборудования, шт.;

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

$$C_A = \frac{33600 \cdot 14,7 \cdot 1 \cdot 3,21}{100 \cdot 1974 \cdot 1,1} \cdot 1 = 2,75 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_A = \frac{2101050 \cdot 14,7 \cdot 1 \cdot 2,76}{100 \cdot 1974 \cdot 1,1} \cdot 1 = 568 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

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

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot D}{100}, \quad (2.31)$$

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

D принимается равным 3 %.

$$C_p = \frac{33600 \cdot 3}{100} = 1008 \text{ руб./на производственную программу или 1 руб в расчете на}$$

одно металлоизделие (1008 руб./1000), -базовый вариант.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

$$C_p = \frac{2101050 \cdot 3}{100} = 91207 \text{ руб./на производственную программу или } 91,2 \text{ руб в}$$

расчете на одно металлоизделие (91207 руб./1000), - проектируемый вариант.

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение), прочие цеховые расходы принимаются в процентах от заработной платы производственных рабочих рассчитывается по формуле:

$$P_{PP}^* = \frac{\%P_{PP} \cdot 3\Pi_o}{100}, \quad (2.32)$$

где $3\Pi_o$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

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

$$P_{PP1}^* = \frac{884000 \cdot 10}{100} = 88400 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{PP2}^* = \frac{889000 \cdot 10}{100} = 88900 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (2.29):

$$P_{PP} = 2,75 + 1008 + 88400 = 89410,75 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{PP} = 568 + 91207 + 88900 = 180675 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

В статью «Общехозяйственные расходы» ($P_{ХОЗ}$, руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные, канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы, амортизация; расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану, сигнализацию,

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.

$P_{ХОЗ}$ при изготовлении одной металлоконструкции расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле:

$$P_{ХОЗ} = \frac{\%P_{ХОЗ} \cdot ЗП_o}{100}, \quad (2.33)$$

где: ЗП – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

% $P_{ХОЗ}$ – процент общехозяйственных расходов, %. - % $P_{ХОЗ} = 25$.

$$P_{ХОЗ} = \frac{25 \cdot 884000}{100} = 221000 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{ХОЗ} = \frac{25 \cdot 889000}{100} = 222250 \text{ руб (проектируемый вариант).}$$

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

$$C_{ПР} = C_T + P_{пр} + P_{ХОЗ} \quad (2.34)$$

$$C_{ПР} = 1054424 + 88410 + 221000 = 1363834 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{ПР} = 1327991 + 180675 + 222250 = 1730916 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» (P_K , руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле:

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

$$P_{\kappa} = \frac{\% P_{\kappa} \cdot C_{\text{ПР}}}{100} \quad (2.35)$$

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

$$P_{\kappa} = \frac{0,1 \cdot 1363834}{100} = 1363,83 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\kappa} = \frac{0,1 \cdot 1730916}{100} = 1730,91 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций ($C_{\text{П}}$) включает затраты на производство ($C_{\text{ПР}}$) и коммерческие расходы (P_{κ}). Расчет полной себестоимости изготовления металлоконструкций, $C_{\text{П}}$ производим по формуле:

$$C_{\text{П}} = C_{\text{ПР}} + P_{\kappa}, \quad (2.36)$$

где: P_{κ} – коммерческие расходы, руб.

$$C_{\text{П}} = 1363834 + 1363,83 = 1365197,83 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{П}} = 1730916 + 1730,91 = 1732646,91 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 11.

Таблица 11 – Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Значение, руб.		Отклонения, руб.
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	2	3	4
Объем годового выпуска продукции, N, шт.	1000	1000	-
1. Материальные затраты, МЗ:	12424	69416	56992

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Окончание таблицы 11

1	2	3	4
2. Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, $Z_{пр}$	884	889	5
3. Технологическая себестоимость C_t , руб.	1054424	1327991	273567
4. Общепроизводственные расходы, $P_{ПР}$	89410,75	180675	91264,25
5. Общехозяйственные расходы, $P_{ХОЗ}$	221000	222250	1250
6. Производственная себестоимость, $C_{ПР}$	1363834	1730916	367082
7. Коммерческие расходы, P_k ,	1363,83	1730,91	367,08
8. Полная себестоимость, $C_{П}$	1365197,83	1732646,91	367449

2.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности

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

Годовой выпуск продукции составляет 1000 шт. Годовая экономия (-) или превышение (+) по технологической себестоимости, ΔC рассчитывается по формуле:

$$\Delta C = (C_{T1} - C_{T2}) N, \quad (2.37)$$

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

N - годовой объем выпуска металлоизделий, шт.

$$\Delta C = (1054,42 - 1327,99) \cdot 1000 = - 273570 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Технологическая себестоимость в проектируемом варианте превышает технологическую себестоимость в базовом варианте за счет расходов на вспомогательные материалы (сварочная проволока, газ).

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

Годовая величина прибыли Π , руб. от реализации годового объема металлоизделий определяется разницей между выручкой от реализации продукции (B , руб.) и полной себестоимостью, C_{Π} , руб.

$$\Pi = B - C_{\Pi}, \quad (2.38)$$

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Π , руб.) базового и проектируемого варианта по формуле.

$$\Pi = C_{\Pi} \cdot K_p \quad (2.39)$$

где, Среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции, K_p , определяющий среднеотраслевую норму доходности продукции и учитывающий изменение качества металлоизделия (надежность, долговечность) в эксплуатации принимаем равным соответственно в базовом варианте - 1,3; в проектируемом - 1,5.

$$\Pi_1 = 1365,19 \cdot 1,3 = 1774,76 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 1732,65 \cdot 1,5 = 2598,97 \text{ руб.}$$

Выручка от реализации годового объема металлоизделий (B , руб.) определяется произведением отпускной цены металлоконструкции (Π , руб.) на годовой объем производства (реализации) продукции, N .

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

$$B = C * N \quad (2.40)$$

$$B_1 = 1774,76 \cdot 1000 = 1774760 \text{ руб.}$$

$$B_2 = 2598,97 \cdot 1000 = 2598970 \text{ руб.}$$

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой (2.37) по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий

$$\Pi_1 = 1774760 - 1365190 = 409570 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 2598970 - 1732650 = 866320 \text{ руб.}$$

Изменение (прирост, уменьшение) прибыли в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым, $\Delta\Pi$, руб., определяется по формуле:

$$\Delta\Pi = \Pi_2 - \Pi_1, \quad (2.41)$$

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

$$\Delta\Pi = 866320 - 409570 = 456750 \text{ руб.}$$

Расчет показателя критического объема производства (определение точки безубыточности) $N_{кр}$ производим по формуле:

$$N_{кр} = \frac{C_{ном}}{C - C_{пер}}, \quad (2.42)$$

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

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

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

C - отпускная цена металлоконструкции, руб./изделие;

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

Постоянные затраты рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{пост.}} = C_{\text{п}} - C_{\text{т}} \quad (2.43)$$

$$C_{\text{пост. 1}} = 136197 - 1054424 = 310773 \text{ руб}$$

$$C_{\text{пост. 2}} = 1732647 - 1327991 = 404656 \text{ руб}$$

Расчет показателя критического объема производства (определение точки безубыточности) $N_{\text{кр}}$ производим по формуле (2.42):

$$N_{\text{кр1}} = \frac{310773}{1774,76 - 1054,42} = 431 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{кр2}} = \frac{404656}{2598,97 - 1328} = 318 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции, R , проводим по формуле:

$$R = \frac{\Pi}{C_n} * 100 \quad (2.44)$$

$$R = \frac{409570}{1365198} \cdot 100 = 30 \% \text{ базовый вариант}$$

$$R = \frac{866320}{1732647} \cdot 100 = 50 \% \text{ проектируемый вариант}$$

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

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

$$\Pi_{тр} = \frac{B}{Ч_{оп}}, \quad (2.45)$$

$$\Pi_{тр1} = \frac{1774760}{2} = 887380 \text{ руб./чел.} = 887,37 \text{ тыс. руб./чел.}$$

$$\Pi_{тр2} = \frac{2598970}{1} = 2598970 \text{ руб./чел.} = 2598,97 \text{ тыс. руб./чел.}$$

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

$$T_{ок} = \frac{\Delta K_d}{\Delta \Pi} \quad (2.46)$$

где: ΔK_d – дополнительные капитальные вложения, руб.;

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

$$T_{ок} = \frac{2101010}{456750} = 4,6 \text{ года}$$

После проведения экономических расчетов сгруппируем результирующие показатели экономической эффективности в виде таблицы 11.1:

Таблица 11.1 – Техничко-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерен ия	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектируемы й вариант	
	1	2	3	4	5
1	Годовой выпуск продукции, N	шт.	1000	1000	-

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

Окончание таблицы 11

	1	2	3	4	5
2	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	1774760	2598970	824210
3	Капитальные вложения, К	руб.	33600	2101010	2067410
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, С _т	руб.	105424	1327991	1222567
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, С _п	руб.	136510,98	173026,47	36515,49
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	409570	866320	456750
7	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	2	1	-1
8	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), П _{тр}	тыс.руб./чел.	887,37	2598,97	1711,6
9	Рентабельность продукции, R	%	30	50	20
10	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (Т _{ок})	лет	4,6		
11	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	431	318	-113

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

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

										Лист
										67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.44.817 ПЗ					

3 Методический раздел

Целью методической части дипломного проекта является разработка программы переподготовки рабочих сварочной профессии для реализации разработанной технологии сварки конструкции бункер БС-97/Ф на промышленном предприятии ОАО «ДИНУР».

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки конструкции бункер БС-97/Ф. В процессе разработки предложено заменить ручную дуговую сварку на автоматическую сварку плавящимся электродом в среде защитной смеси газа К-18. 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 специальности «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» не ниже 4-го разряда. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по специальности «Электросварщик ручной дуговой сварки» 4-го разряда. В связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести переподготовку в рамках данного промышленного предприятия ОАО «ДИНУР».

3.1 Анализ квалификационных характеристик

Квалификационная характеристика – это государственный документ, в котором содержатся требования к профессионально-техническим знаниям и умениям, обеспечивающим определенный уровень квалификации по профессии. Квалификационные характеристики по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» для разных квалификационных

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

разрядов, и «электросварщик для работы на РДС» для разных квалификационных разрядов, содержатся в Едином тарифно-квалификационном справочнике (ЕТКС) работ и профессий. [12]

3.1.1 Квалификационная характеристика рабочего

Квалификационная характеристика рабочего по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го разряда [10]:

Характеристика работ. Автоматическая и механизированная сварка с использованием плазмотрона сложных аппаратов, узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых и конструкционных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов. Автоматическая сварка сложных строительных и технологических конструкций, работающих в сложных условиях. Автоматическая сварка в среде защитных газов неплавящимся электродом горячекатаных полос из цветных металлов и сплавов под руководством электросварщика более высокой квалификации. Наплавление дефектов деталей машин, механизмов и конструкций. Наплавление сложных узлов, деталей и инструментов. Чтение чертежей сложных сварных металлоконструкций, электрических схем оборудования.

Должен знать: устройство различных сварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и источников питания; основы электротехники в пределах выполняемой работы; способы испытания сварных швов; марки и типы сварочных материалов; виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения, устранения и обнаружения; влияние режимов сварки на геометрию сварного шва; механические свойства свариваемых металлов.

После проведения сравнительного анализа квалификационных характеристик по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» для 4-го разрядов установлено, что для

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

выполнения работ по 4-му квалификационному разряду рабочий, имеющий 3-й квалификационный разряд, должен знать:

- оборудование автоматической и механизированной дуговой сварки его типы, устройство, основные технические характеристики, правила его обслуживания и управления;

- устройство различных сварочных автоматов, полуавтоматов, плазматронов, источников питания;

- основы электротехники в пределах выполняемых работ;

- марки и типы сварочных материалов;

- способы испытания сварных швов;

- виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения;

- влияние режимов сварки на геометрию сварного шва,

- механические свойства свариваемых металлов.

- уметь выполнять следующие виды работ:

- автоматическую и полуавтоматическую сварку сложных строительных конструкций;

- производить автоматическую и механизированную сварку во всех пространственных положениях сварного шва узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых и конструкционных сталей;

- автоматическую и механизированную наплавку сложных деталей, механизмов, конструкций.

3.2 Разработка учебного плана переподготовки

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для переподготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

экзамен. Теоретическое обучение при переподготовке рабочих содержит экономический, общепромышленный и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 минут на одного обучаемого. Время на квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения.

Выполнив сравнительный анализ квалификационных характеристик для сварщиков, работающих на РДС, и сварщиков работающих на сварочных автоматах, и учитывая рекомендации Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах», который представлен в таблице 6 Продолжительность обучения по переподготовке - 1 месяц.

Реализацию разработанного учебного плана, представленного в таблице 12, осуществить отделу технического обучения предприятия [11].

Таблица 12 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го квалификационного разряда

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1.	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	62
1.1	Основы экономики отрасли	3
1.2	Материаловедение	3
1.3	Основы электротехника	2
1.4	Чтение чертежей	2
1.5	Спецтехнология	52
2.	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ	122
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	36
2.2	Работа на предприятии	86
	Консультации	2
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	194

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии производства, организации труда в объеме, необходимом для прочного овладения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих, формировании ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции. Программа предмета «Спецтехнология» разработана на основе квалификационной характеристики, учебного плана переподготовки и учета требований работодателей и представлена в таблице 13 [9;6].

Таблица 13 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Источники питания для механизированной сварки	3
2	Стандартное механическое оборудование	3
3	Оборудование для полуавтоматической сварки в среде защитного газа	6
3.1	Устройство и основные узлы сварочного автомата и полуавтомата. Типовые конструкции сварочной головки	4
3.3	Защитные газы применяемые при механизированной сварки, и их характеристика	3
3.4	Электродные материалы, их химический состав	3
4	Технология полуавтоматической сварки в среде защитного газа	9
4.1	Особенности сварки в среде углекислого газа. Режимы механизированной сварки.	9
4.2	Механическое оборудование, используемое для сварочных работ в среде защитного газа	3
5	Контроль качества сварных швов	3
6	Проверочная контрольная работа	4
7	Охрана труда	2
	Итого	52

Данная программа предусматривает изучение технологии и техники автоматической сварки в среде защитного газа плавящимся электродом, устройство, работу и эксплуатацию оборудования различных типов, марок и модификаций.

Основательно, изучив содержание тематического плана предмета «Спецтехнология», для разработки план-конспекта урока и разработки

										Лист
										72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

методического обеспечения плана этого урока, взята тема «Устройство и основные узлы сварочного автомата, для сварки плавящимся электродом в среде защитного газа».

3.3.1 Разработка плана - конспекта урока

Тема урока «Устройство и основные узлы сварочного автомата для сварки» [7]

Цели занятия:

Обучающая: Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного автомата, их назначении и принципе работы.

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

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

Тип урока: урок новых знаний.

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

Дидактическое обеспечение занятия:

- плакаты: «Устройство работа»;
- учебники: Л.П. Шебеко «Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки» 2010г; В.С. Виноградов «Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки» - 1997г;

Структура урока:

1. Организационный момент;
2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;
- 3 Сообщение темы и цели занятия;
- 4 Актуализация опорных знаний;
- 5 Изложение нового материала;

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

6 Первичное закрепление материала;

7 Дача домашнего задание;

8 Окончание урока.

Таблица 14 - План-конспект

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 3 минут	Здравствуйте, прошу вас садитесь, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 2 минуты	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для дуговой автоматической сварки в среде защитных газов » Тема занятия: «Устройство и основные узлы сварочных автоматов ». Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного автомата, его назначение и принцип работы»	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения этой темы. Настраиваю учащихся на активную, продуктивную работу на занятии. Сообщаю цель урока.
Актуализация опорных знаний 10 минут	Для того что бы приступить к изучению нового материала необходимо повторить ранее пройденный материал по вопросам: 1. Чем отличается аппарат для механизированной сварки от аппарата для автоматической сварки? 2. Почему применяют унифицированные узлы на полуавтоматах и автоматах? Какие это узлы?	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно, оцениваю их ответы в оценке прошу принимать участия всех
Изложение нового материала 25 минут	Хорошо! Делаю обобщение по повторенным темам, увязываю ее с содержанием новой темы, при этом обращаю особое внимание на, те моменты из повторенной темы, которые потребуются для изучения новой темы (Способы подачи сварочной проволоки, регулировка скорости подачи сварочной проволоки). Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану: – Назначение сварочного автомата (Робот); – Основные узлы и механизмы автомата;	Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение. По мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы автомата.

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

ДП 44.03.44.817 ПЗ

Лист

74

1	2	3
	<p>- Позиционер манипулятор назначение, - Комплектование сварочного поста для автоматической сварки.</p> <p>По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание. В ходе изложения тем демонстрирую имеющиеся плакаты и схемы, поясняющие устройство и работу полуавтомата</p> <p>Внимательно осмысленно слушать меня.</p> <p>В настоящее время на производстве с поточным характером изготовления продукции широко применяется автоматическая сварка. Эти сварочные установки дороги, по этому они должны работать с ПВ – 90-100%.</p>	<p>Вместе разбираем устройство робота механизмов, схемы, записываем основные моменты.</p>
	<p>Устройство сварочного поста, его основные элементы: источник питания Робот, позиционер, источник защитного газа.</p>  <p>Рисунок 4- Общая схема сварочного поста</p> <p>Рассказываю о назначении каждого элемента схемы, даю его характеристику:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Сварочный выпрямитель • Робот • Сварочная горелка • Баллон с углекислотой и баллон с аргоном • Шланг, заземление, кабели <p>Далее рассказываю об устройстве Робота.</p> <p>Сварочный выпрямитель подает постоянный ток на робота</p> <p>Робот состоит из следующих элементов</p> <p>Базовый механизм дает три степени свободы поворота робота</p>	<p>Изучение основных составляющих элементов схемы сварочного поста. Разбираем вместе с использованием плакатов. Схему перерисовываем в конспект.</p> <p>Вместе разбираем устройство механизма подачи проволоки, уясняем, как можно изменить диаметр подаваемой проволоки, чем регулировать скорость подачи проволоки</p> <p>Устройство сварочной горелки разбираем по плакату,</p>

Окончание таблицы 14

1	2	3
	<p>Кисть робота-рука дает еще две степени свободы,, поворачивая на угол до 180 градусов</p> <p>Привод электрический , более сложный , но обеспечивает плавность, точность и быстродействие. Он и применяется в сварочных робота</p> <p>Кисть робота на ней крепится рабочий инструмент- горелка.</p>	<p>обращаем внимание на назначение каждого элемента сварочной горелки.</p> <p>Записываем основные моменты.</p>
Первичное закрепление материала 5 минут	<p>Для первичного закрепления:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Перечислить основные механизмы сварочной установки; - Основные элементы устройства робота их назначение. <p>Для чего нужен позиционер?</p>	Обоюдная беседа с учащимися
Дача домашнего задания 3 минуты	<p>Теперь запишем домашнее задание, повторить §10.6. Автоматы для сварки в защитных газах по учебнику В.С. Виноградов- «Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки», М.Д. Банов «Сварка и резка металлов»</p> <p>Продумать и дать ответ на вопрос: можно ли автомат для сварки под флюсом при необходимости переделать в автомат для сварки в среде защитного газа?</p> <p>Что для этого нужно сделать?</p> <p>Что такое обучение робота?</p>	Разбираем домашние задание, что нужно повторить к следующей теме.
Окончание урока 3 минуты	<p>После дачи домашнего задания делаю обобщение по уроку. Оцениваю работу группы, выставляю оценки, делаю замечания тем учащимся, кто плохо усвоил предыдущую тему и предлагаю повторить.</p>	Прошу учащихся оценить работу группы на занятиях

Тема представленного плана урока, план конспект этого урока, разработанные и оформленные плакаты, тесно увязанные с технологией изготовления конструкции бункер.

Подобрана учебная литература, разработан проблемный вопрос для обдумывания его в домашних условиях учащимися.

Представленную разработку можно использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических установках». Ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

4 Охрана труда и экологическая безопасность проекта

4.1 Экологическая безопасность проекта

4.1.1 Глобальные экологические проблемы современности

Современная техногенная цивилизация, помимо увеличения степени бытового комфорта, привела к стремительному ухудшению экологической ситуации в мире. Со временем испорченная цивилизацией экология может привести к катастрофическим последствиям. Воздействие на атмосферу, гидросферу и литосферу оказывают многие производства и факторы. Среди которых первостепенное значение занимают: атомная энергетика, гонка вооружений, развитие металлургии и химической промышленности.

Основными загрязнителями природы на данный момент являются газообразные вещества и соединения, которые производят промышленные и энергетические объекты, электромагнитные и радиоактивные излучения, отходы бытового типа, нефтепродукты и другие вредные вещества.

Немаловажную роль в разрушение экологии принадлежит и сварочному производству. В процессе, которого выбрасываются различные химические соединения, газы и твердые отходы.

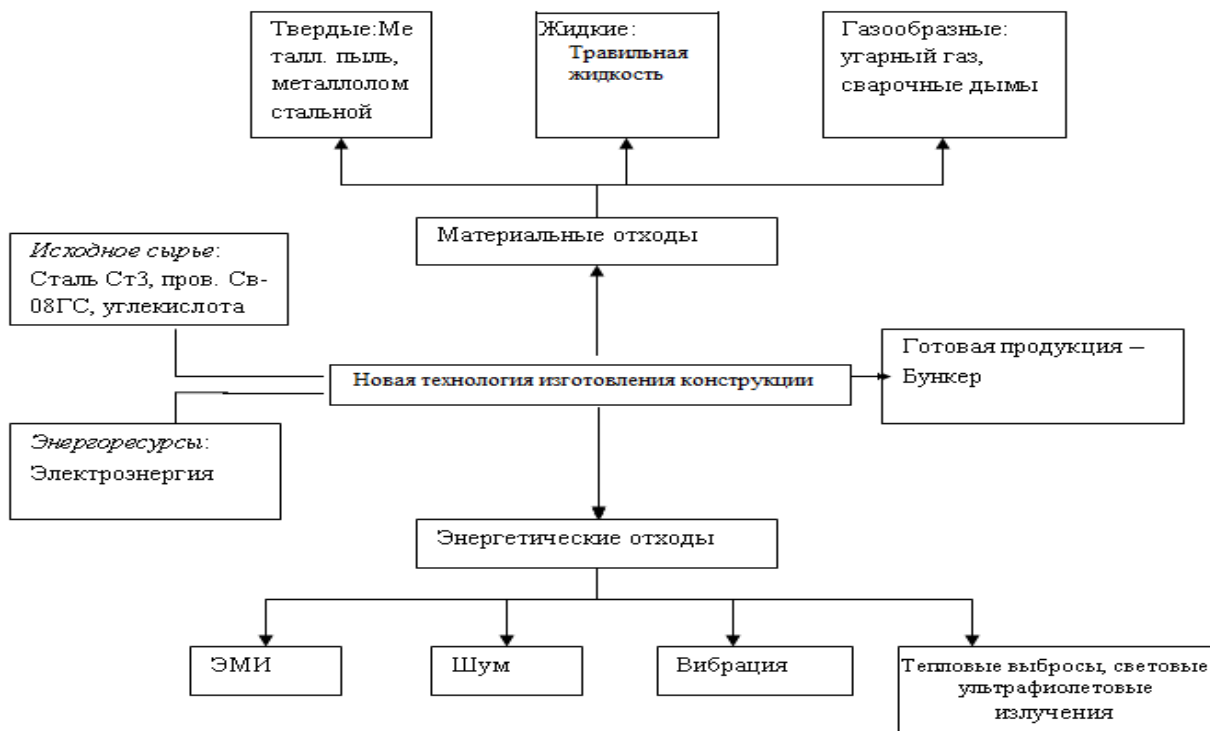
4.1.2 Анализ связей технологического процесса с экологическими системами

В дипломном проекте разработан технологический процесс изготовления конструкции – Бункер БС-97/Ф. Для выполнения проектного задания разработан технологический процесс, который включает в себя: получение металла, его чистку, правку, резку на плазмотроне станке. Сборка конструкции и сварка осуществляется полуавтоматом электродом в среде защитного газа.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

При выполнении этой технологии по изготовлению конструкции бункер, возникают различные виды отходов. Их связь между собой показана в схеме 1 [22].

Схема 1 - Виды отходов при полуавтоматической сварке в среде защитных газов



Идентификация экологических факторов технического объекта представлена в таблице 15

Таблица 15 - Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технологического процесса	Структурная составляющая технологического процесса	Воздействие технологического объекта		
		На атмосферу	На гидросферу	На литосферу
Полуавтоматическая сварка в углекислом газе	Подготовка, сборка, сварка конструкции	Вредные газообразные вещества от сварки и резки металла	Слив ядовитых жидкостей	Упаковка от проволоки бумажная и полиэтиленовая, металлолом преимущественно стальной, бытовые отходы, металлическая пыль, отработанные масла

Для осуществления цели дипломного проекта, в качестве основного сырья взята листовая низколегированная малоуглеродистая сталь марки Ст3 и прокат – швеллер 10У из той же марки стали. В качестве сварочных материалов взята сварочная проволока Св 08ГС и углекислый газ CO₂. В качестве энергоресурса используется электроэнергия переменного тока, преобразуемая в источнике питания сварочной дуги (выпрямитель ВДУ-506С) в постоянный ток. В ходе технологического процесса сварки образуются следующие виды отходов: материальные и энергетические.

Эти отходы можно проследить по операциям технологического процесса сварки конструкции – бункер (от склада до отгрузки готового изделия) таблица 16.

Таблица 16 - Виды отходов при изготовлении бункера

№ п-п	Операция	Материальные отходы	Энергетические отходы
1	Получение материала доставка кран-балкой на заготовительный участок	-	Тепловой выброс
2	Обработка листов: чистка прямление	Металлическая пыль, ветошь, травильная жидкость	Тепловой выброс, шум, вибрация, ЭМИ
3	Раскрой заготовок	Металлическая пыль, газы металлом	Тепловой выброс, световое, ультрафиолетовое излучение, шум вибрация
4	Сборка и сварка конструкции	Металлическая пыль, сварочные газы, думы, шлаки	Тепловой выброс, световое, ультрафиолетовое излучение, шум вибрация

Источниками формирующими каждый из приведенных видов отходов, являются:

- Работа кран-балки – расходуется электроэнергия в двигателе, кнопочной станции, в проводах, в тормозах. При расходе электроэнергии выделяется тепловая энергия в этих элементах, которая нагревает окружающую среду – тепловой выброс.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

- При подготовке металла к резке так же имеют место отходы – при чистке листов металлической механической щеткой, при ее работе возникает отходы в виде вибрации, шума, пыли (ржавчина, грязь). При прямлении, возникают отходы энергетического характера (тепловые выбросы, электромагнитные излучения от работы электродвигателя).

- При работе станка плазменной резки металла с ЧПУ возникают следующие материальные отходы – металлолом (обрезь), пыль (окислы легирующих элементов) содержащихся в металле, энергетические отходы – тепловой выброс, газы (ионы газов воздуха, световое и инфракрасное излучение) от горячей плазменной дуги, пыль. От работающего двигателя тепловой выброс и ЭМИ.

- В ходе сварки возникает тепловой эффект, инфракрасное, ультрафиолетовое и световое излучение. Работа подающего двигателя дает тепловой выброс и ЭМИ. Сварочный выпрямитель также дает тепловой выброс. Дуга и источник питания электрического тока дают тепловой, ЭМИ и шумовой эффект – все это энергетические отходы. Так же имеют место и материальные отходы при сварке – это шлаки, сварочные думы, содержащие окиси легирующих элементов и железа, газа окись углерода.

Анализ технологического процесса сварки конструкции – бункер, свидетельствует о его не замкнутом характере, так как все выше перечисленные отходы попадают непосредственно в атмосферу, ухудшая ее состояние, и в конечном счете эти отходы влияют на состояние людей, животных и весь растительный мир, то есть на экологию. Потому что существуют связи с внешней средой и факторами отходов, которые получают при выполнении всех работ по изготовлению сварочной конструкции – бункер.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

4.1.3 Основные характеристики дипломного проекта

К основным характеристикам дипломного проекта относятся сырье, энергия, продукция, отходы материальные и отходы энергетические. Они представлены в таблице 17

Таблица 17 – Основные показатели дипломного проекта

Показатели	Ед.изм	Количество
Сырье:		
Сталь листовая Ст3	т/год	410
Швеллер из стали Ст3	т/год	260
Углекислота CO ²	т/год	7
Энергия		
Электроэнергия	млн. кВт*ч	1,608
Продукция		
Бункер БС-97/Ф	тыс. т/год	649,3
Отходы материальные:		
Металлолом	тыс. т/год	17,5
Пыль металлическая	тыс. т/год	3,2
Сварочные дымы, газы	тыс. т/год	1,1
Травильная жидкость	тыс. т/год	0,3
Отходы энергетические:		
Шум	дБА	86.4; 87.6; 86.6
Вибрация	дБА	68.7

Все отходы возникающие в процессе сварки, необходимо утилизировать, стремиться уменьшить их количество при выходе готовой продукции.

4.1.4 Основные требования экологизации проекта

Основной источник выделения вредных веществ в окружающую среду – сварочная дуга. Непосредственно вблизи ее концентрация вредных веществ очень высока. Далее конвективный поток эти вещества выносит в воздух помещения и повышает общий фон загрязнения окружающей среды. В зоне дыхания сварщика содержание вредных компонентов сварочного аэрозоля значительна, 7-10 раз превосходит ПДК. Предельная допустимая концентрации веществ в воздухе рабочей зоны сварщика представлена в таблице 18 [14]

Таблица 18 – ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны сварщика и атмосферы

Наименование вещества 1	ПДК, мг/м ³ 2	
	Рабочей зоны по ГОСТ 12.01.005-88	Атмосферы ГН 2.1.6.1338-03
Содержание марганца в сварочных аэрозолях %		
До 20%	0,20	0,1
20-30%	0,10	0,1
Хроматы, бихроматы	0,01	0,01
Оксид Cr (Cr ₂ O ₃)	1,00	0,2
Никель и его оксиды	0,05	0,001
Двуоксид кремния аморфный в виде аэрозоля конденсации при содержании от 10-60%	2,00	0,03
Двуоксид азота	2,00	0,04
Озон	0,10	0,03
Оксид углерода	20,00	3
Фтористый водород	0,05	0,005

4.1.5 Существующие и рекомендуемые мероприятия по экологизации сварочного производства

На предприятии по утилизации материальных отходов выполняются следующие мероприятия: металлолом переплавляется в электродуговой печи на литейном участке, на всей вытяжной вентиляции установлены фильтры для очищения воздуха от мелкой пыли и аэрозолей, местные вытяжные вентиляции.

К существующим на производстве мероприятиям по утилизации материальных и энергетических отходов при сварке, можно предложить следующие мероприятия, которые представлены в таблице 19

Таблица 19 – Мероприятия по ограничению выбросов, возникающих в процессе сварки

№ п-п	Предложенные мероприятия	Вредные выбросы до выполнения мероприятий (существующие)	Вредные выбросы после выполнения мероприятий (предлагаемые)
	1	2	3
1	Установка источников питания сварочной дуги согласно требуемой мощности	Температура окружающей среды в районе сварочного поста выше, чем по цеху на 4 градуса (20-22 градуса)	Средняя температура в районе сварочного поста в пределах нормы

Окончание таблицы 19

	1	2	3
2	Установка воздушного обогревателя на складе, используя нагретый воздух вытяжной вентиляции	Температура на складе согласуется с температурой окружающей среды с наружи	Температура на складе повысилась на 2-3 градуса
3	Сборка металлической пыли в местах чистки листов и шлаков от сварки и переплав ее на литейном участке	Эта пыль выбрасывалась в места сбора производственных и бытовых отходов и вывозилась на свалку	В результате переплавки металлической пыли и шлаков от сварки, увеличится выход чистого металла на 1%, идущего на изготовление изделий
4	Сбор отработанного оберточного материала и сжигание его в печи котельной	Выбрасывался в места сбора производственных и бытовых отходов и вывозилась на свалку	Экономия газа и чистота окружающей территории
5	По очистке газопылевых выбросов	Выбрасывался в атмосферу вытяжной вентиляцией	Установка фильтров по очистке воздуха от пылевых и газовых выбросов (циклон с пылеуловитель ВЗП-200, Электростат. фильтр EF-2000)

При выполнении предложенных мероприятий, атмосфера на сварочном участке, значительно улучшится. Для уменьшения и уничтожения отходов сварочного производства на сварочном участке, разработаны организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду. Предложенные мероприятия представлены в виде таблицы 20

Таблица 20 – Организационно технические мероприятия по снижению отходов и экономии энергоресурсов

Наименование технического объекта	Сварка Бункера БС-97/Ф	
	1	3
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта	<ul style="list-style-type: none"> Установка контейнеров (Ящиков) отдельно. 	<ul style="list-style-type: none"> Для сбора производственных отходов; Для сбора бытовых отходов; Для сбора металлолома; Для сбора металлической и шлаковой пыли; Для сбора ветоши.

Окончание таблицы 20

1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> Установка циклонов НИИОгаз 	<ul style="list-style-type: none"> Для фильтрации газопылевых отходов
	<ul style="list-style-type: none"> Утилизация материальные отходов. 	<ul style="list-style-type: none"> Переплавка металлических отходов; Сжигание горючих отходов в печи.
	<ul style="list-style-type: none"> Установка энергосберегающих ламп. 	<ul style="list-style-type: none"> Замена ламп накаливания на диодные лампы, более экономичные.
	<ul style="list-style-type: none"> Установка пластиковых окон. 	<ul style="list-style-type: none"> Замена стеклянных окон на теплосберегающие пластиковые окна

Вывод: в проекте предложены мероприятия по борьбе с загрязнением окружающей среды и по сбережению неисчерпаемых природных ресурсов такие как: очищение загрязненного воздуха и отходящих газов перед выбросом в атмосферу, меры по утилизации отходов во вторсырье. Все это позволило в целом улучшить экологическую ситуацию в сварочном производстве.

4.2 Безопасность проекта

В процессе трудовой деятельности на работника воздействуют самые разнообразные сочетания элементов условий труда, вызывающие те или иные реакции организма. Одинаковые по тяжести изменения в организме могут быть вызваны различными причинами. В одних случаях причиной могут быть какие-либо факторы внешней среды, в других - чрезмерная физическая или умственная нагрузка, в третьих - дефицит движений при повышенном нервно-эмоциональном напряжении и т.д. [35]

В процессе своей трудовой деятельности электросварщик подвергается воздействию целого комплекса опасных и вредных производственных факторов физической и химической природы: излучение, сварочный аэрозоль, искры и брызги металла и шлака и другие. Именно эти факторы вызывают профессиональные заболевания и травматические повреждения. В группу риска

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

возникновения заболеваний попадает каждый сварщик со стажем работы более 10 лет, даже если сварщик работает в пределах допустимой концентрации вредных выбросов [25]

4.2.1 Характер трудового процесса сварщика

Характер трудового процесса представлен в профессиографическом анализе труда сварщика в таблице 21. Для составления этой таблицы весь технологический процесс изготовления конструкции разбит на составляющие его операции.

Таблица 21 - Профессиографический анализ труда сварщика

№ П-П	Вид операции, защитные средства.	Тяжесть и напряженность труда при		Способы облегчения условий труда при Полу АС
		РДС	Полу АС	
	1	2	3	4
1	Получение металла, чистка, правка	Чистка ручная, большие физические усилия, работа в наклон, категория Пб	Механизированная чистка, работа стоя уменьшение физических усилий, категория Ia	Применение механических щеток и шлифовальных кругов
2	Доставка металла к месту сборки и свалки	Авто тележка, разгрузка ручная, мышечные усилия, категория Пб	Механизированная доставка, мышечные усилия снижены, категории Ia	Применение кранбалки, исключает ручную разгрузку металла
3	Разметка, резка заготовок	Работа разметчика в наклон, резка на гильотине, мышечная нагрузка, категория Пб	Автоматическая разметка и резка, мышечная нагрузка снижена, но возникает световое воздействие на сварщика категория Ia	Использование станка с плазменной резкой с ЧПУ
4	Зона сварки	Мышечная нагрузка категории Пб, воздействие шлаковой пыли	Полуавтоматическая сварка мышечная нагрузка категории Пб	Выполнен дополнительный отсос со светофильтром из нижнего участка сварочного, так как CO ₂ тяжелее воздуха и скапливается на полу.

Окончание таблицы 21

1	2	3	4	5
5	Защитный щиток, маска со светофильтром	Создается угроза для глаз, при кратковременном воздействии сварочной дуги при ее зажигании и в процессе проверки шва, условия труда класс III	Маска с автоматическим затемнением, условия труда значительно улучшаются, исключается воздействие дуги на глаз, класс II	 <p>Рисунок 7-Маска с автоматическим затемнением стекла Speedglas 9000X</p> <p>Маска имеет приток воздуха к лицу и шторки для защиты от сварочных газов [8]</p>
6	Снятие и перенос готов продукции на склад	Снятие и перенос ручной, мышечная нагрузка IIб	Операция механизирована, мышечная нагрузка снижена, категория Ia	Применение кран-балки исключает ручное перемещение и понижает мышечные усилия

По сравнению с РДС при полуавтоматической сварке на участке изменилась организация труда. При РДС сварщик и слесарь сами получали металл со склада, выполняли чистку и резку. На это уходило до 20 % рабочего времени. При полуавтоматической сварке эти работы будет выполнять слесарь заранее. А сварщик в это время будет готовился к сборочно-сварочным работам и при получении заготовок приступит к сварке. Готовое изделие отправит на склад тоже слесарь. Сварщик в это время готовит свое место для принятия, сборки и сварки следующего изделия. То есть произойдет разделение труда, в результате которого значительно снизить время на изготовление конструкции. Так же технологические перерывы будут строго регламентироваться и выполняться по звуковому сигналу. Для отдыха оборудовать комнату отдыха, с горячим чаем, воздушным душем, легкой музыкой, удобными креслами.

Все эти мероприятия значительно улучшат психологическое состояние работников. При наличии места на участке можно организовать очистку спец. одежды от пыли пылеотсосом.

												Лист
												86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.44.817 ПЗ							

4.2.2 Условия труда

На качество труда большое влияние оказывают факторы производственной среды [24]:

- Эргономические требования;
- Микроклимат;
- Запыленность, загазованность;
- Освещенность;
- Шум;
- вибрация;
- электробезопасность;
- пожарная безопасность.

Воздух рабочей зоны. Анализ воздуха рабочей зоны. При сварке воздух рабочей зоны резко изменяет свой состав. В воздухе появляются, сварочный аэрозоль представляющий собой совокупность мельчайших частиц, образовавшихся в результате конденсации паров расплавленного металла, шлака и покрытия электродов.

Аэрозоль конденсации характеризуется мелкой дисперсностью. Более 90% частиц (в массовых долях) имеют очень низкую скорость витания, поэтому легко следуют за воздушными потоками аналогично газам. В состав аэрозоля в различных сочетаниях входят соединения железа, марганца, никеля, хрома, алюминия, и других веществ, а также газы (оксиды азота, оксид и двуокись углерода, озон, фтористый водород). Нормативные значения содержания вредных веществ в рабочей зоне сварщика приведены в таблице 22

Таблица 22- Нормативные значения содержания вредных веществ в рабочей зоне сварщика [26]

Наименование вещества (рабочей зоны)	Нормативное значение	Класс опасности	Класс условий труда
Углерод оксид, мг/м ³	20	4	2
Азота оксиды (в пересчете на NO ₂), мг/м ³	5	3	2
Озон, мг/м ³	0.1	1	3.1

Практически при всех видах сварки присутствуют такие опасные факторы, как пыль, газ, световое излучение, высокая температура, тепловое и ультрафиолетовое излучения. При горении сварочной и плазменной дуги интенсивно выделяются ультрафиолетовые и инфракрасные лучи, которые могут вызвать профессиональные дерматиты поражение слизистой и роговой оболочек глаза, а так же ожоги кожного покрова. Наличие при сварке горючих газов может привести к химическому взрыву, а эксплуатация сосудов под давлением с инертными газами может вызвать физический взрыв. Открытая сварочная дуга, нагретый металл изделия, брызги жидкого металла создают опасность ожогов и повышают опасность возникновения взрыва и пожара. Также вредными факторами являются: вибрации от движущихся частей механизмов и создаваемый ими шум, существует опасность поражения током и возникновения пожара. [5]

Параметры микроклимата, освещённости, наличие и количество вредных веществ определяются сотрудниками химической лаборатории, входящей в состав отдела по охране труда. Замеры проб производятся два раза в год ГОСТ 12.1.014-84* Воздух рабочей зоны. Метод измерения концентраций вредных веществ индикаторными трубками. [22] По данным этих замеров производится планирование работ, направленных на оздоровление рабочей зоны в цехе.

Отопление и вентиляция. Для плодотворной и качественной работы на сборочно-сварочном участке кроме чистоты воздуха должна поддерживаться и температура для комфортной работы 16-20 °С. Это достигается за счет установки приборов отопления в цехе. На сборочно-сварочном участке предусмотрены теплоносители - вода =50-70 °С.

Вентиляция и централизованное отопление обеспечивают параметры микроклимата в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88* [41] для категории труда тяжелой и вредной. Температура воздуха на рабочих местах должна составлять – в холодный период года 16-18 °С, в тёплый период года 18-20 °С по ГОСТ 12.1.005-88*. Влажность в помещении составляет 40-60%, при допуске значении – 75% по ГОСТ12.1.005-88*. Теплоизлучение на рабочих местах

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

составляет 35 Вт/м², при нормированном значении 100 Вт/м² по ГОСТ12.1.005-88*. В цехе предусматривается механическая вентиляция. Механическая приточная вентиляция в цехе осуществляется на рабочих местах при помощи вентиляционных установок.

Механическая вытяжная вентиляция осуществляется механически от каждой сварочной установки. На участке сборки и сварки бункера, используются местные отсосы, пристроенные к оснастке рабочих мест.

Предусмотренная проектом система вентиляции в здании цеха обеспечивает движение масс воздуха со скоростью 0,3 м/с, что удовлетворяет нормам, соответствующим ГОСТ 12.1.005 – 88*. [41]

Освещение. Должно быть, в пределах нормы в проходах не менее 300 лк при лампах накаливания, на рабочих местах освещение соответствует СНиП 12-05.95*. Аварийное освещение п.п. 4.27, 4.29 не менее 30 лк. [40]

Проектом предусмотрено естественное и искусственное освещение в сборочно - сварочном цехе. Естественное освещение предусматривается:

- боковое – осуществляется через световые проёмы в наружных стенах;
- верхнее – осуществляется через фонари цеха.

Проектом предусматривается также рабочее, искусственное, эвакуационное и аварийное освещение. Искусственное освещение предусматривается проектом общее и местное.

В качестве источников света для искусственного местного освещения проектом предусмотрены люминесцентные лампы.

Производственный шум. Источниками шума в цехе являются источники питания для сварки, движущиеся части установок и агрегатов.

На участках полуавтоматов и автоматов фактический уровень шума должен соответствовать нормируемому уровень – 80 дБА, в соответствии с ГОСТ 12.1.003. [35] Для снижения шума в сборочно - сварочном цехе проектом предусмотрены следующие методы звукоизоляции и звукопоглощения:

- Сварочные работы проводятся в отдельных помещениях цеха;

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Источники питания для сварки с большой геометрией выведены за пределы рабочего помещения;

- Источники питания с меньшей геометрией звукоизолированы специальными материалами в соответствии с ГОСТ 12.1.003 [35] и СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 [36];

- Акустическая обработка помещений. Части внутренних поверхностей ограждений в помещениях для наплавочных работ облицовываются звукопоглощающими материалами в соответствии с ГОСТ 12.1.003*[35] и СН 2.2.4/2.1.8.562 - 96; [36];

Звукоизолирующими ограждениями в соответствии с ГОСТ 12.1.003*[35] и СН 2.2.4/2.1.8.562 - 96; [36];

Вибрация. Вибрация так же как шум оказывает большое влияние на организм сварщика и в конечном счете на результаты его труда. В любом сборочно-сварочном цехе имеются установки и агрегаты для резки металла, правки металла, сварки металла, различных механизированный инструмент конструкции воздухопроводов и вентиляционных коробов и все эти элементы создают вибрацию.

При работе полуавтоматических сварочных машин уровень локальной вибрации должен соответствовать нормативному уровню - 109дБ, в соответствии с ГОСТ 12.1.012* [37]

С целью уменьшения уровня вибрации в цехе при сборке и сварке бункера проектом предусмотрены следующие методы виброзащиты в соответствии с ГОСТ 12.1.012*: [37]

- Все установки и агрегаты монтируются на массивном фундаменте;
- Гибкие вставки и упругие прокладки в ручном механизированном инструменте;
- Гибкие вставки и упругие прокладки в конструкциях воздухопроводов;
- Использование стальных пружин между фундаментом и опорой установки механизма.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

Для снижения всех этих вредных факторов, возникающих в процессе сварки, применяются технические и организационные мероприятия. Индивидуальные и общие средства защиты, грамотный подбор и применение комплексных средств позволят свести к минимуму риск профессиональных заболеваний и сохранить здоровье рабочих.

Электробезопасность. Сборочно-сварочный участок, с точки зрения поражения работающих электротоком, относится к помещениям повышенной опасности. [20] Основной защитой, от поражения электротоком работающих в цехе, является внутреннее защитное заземление, сопротивление которого 4 Ом согласно ГОСТ 12.1.030* [33] Кроме того, установка для сварки заземлена к силовому пульту, а каждый пульт к контуру заземления. При этом переходное сопротивление заземления составляет 0.5 Ом по ГОСТ 12.1.030 [33]:

- Автоматы и предохранители. Используются в электрических цепях каждой автоматической сварочной установки и сварочного автомата;
- Используется изоляция токопроводящих частей и оградительные устройства;
- Блокировка. Срабатывает при открывании электрощита, внутренние элементы которого находятся под напряжением.

Всё промышленное оборудование работает от сети переменного тока с частотой 50 Гц и напряжением 380 В.

Каждый сварщик должен сдавать ежегодно экзамен по электробезопасности (на 2 группу допуска).

Пожаро-безопасность. К сварочным работам допускается персонал, прошедший в установленном порядке обучение и проверку знаний ведомственных инструкций по пожарной безопасности при проведении огнеопасных работ, а также действующих правил и других нормативных документов отрасли в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке персонала, выполняющего эти работы. [23]

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

После окончания рабочей смены все газовые баллоны, аппараты резки с применением горючих жидкостей следует убирать из помещений в места постоянного их хранения, а электросварочные агрегаты отключать от электросети. На период перерывов (на обед и т.п.) баллоны с газами, аппаратуру электросварки, резки материалов надо отключать, шланги освобождать от горючих жидкостей и газов. [23]

Возможные причины возникновения пожара:

- Короткое замыкание электрической цепи;
- Самовозгорание обтирочного материала (ветоши);
- Возгорание материалов в результате халатного обращения с огнём (курение в не отведённых для этого местах)
- Возгорание материалов вследствие неправильного хранения горючих веществ на рабочем месте.

В цехе должна обеспечиваться пожаробезопасность которая достигается организационными, техническими, режимными мероприятиями и противопожарной техникой. Сюда относятся:

К организационным мероприятиям относятся: обучение рабочих сварщиков (резчиков) противопожарным правилам, проведение бесед, инструкций, пожарно-технических комиссий, издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности.

К эксплуатационным мероприятиям относятся; правильная эксплуатация, профилактические ремонты, осмотры и испытания сварочного оборудования и устройств и т. д.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных норм и правил при устройстве и установке сварочного оборудования, систем вентиляции, подвода электропроводки, защитного заземления, зануления и отключения, а так же средства пожаротушения, установленные в цехе:

- Пожарные краны, укомплектованные двумя рукавами и двумя стволами;

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

- Пожарный щит, укомплектованный огнетушителем ОХП – 10, ведром, багром, ломом, совковой лопатой, топором и ящиком с песком объёмом 0.2 м³;
- Два ящика с песком, укомплектованные совковой лопатой;
- Для тушения электроустановок и электрооборудования проектом предусматривается использование углекислотных огнетушителей марок ОУ – 2, ОУ – 5.

К режимным мероприятиям относятся: запрещение курения в неустановленных местах, проведение сварочных и других огневых работ в пожароопасных местах.

Для обеспечения своевременной эвакуации людей проектом предусмотрены следующие пути эвакуации:

- Ширина центрального прохода 6 метра;
- Максимальное удаление от выхода 50 метров;
- Ширина проходов между сварочными установками 2 метра;
- Число эвакуационных выходов 2, каждый из которых шириной 3 метра.

Таким образом, проект выполнен в соответствии с требованиями нормативных документов и внедрение его позволит снизить функциональную нагрузку на организм работающих за счет предложенных мероприятий.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тема для данного проекта: «Разработка технологи сборки и сварки бункера для желобных масс».

В технологической части проекта для сварки конструкции бункера, разработана технология изготовления с использованием наиболее эффективного способа сварки – полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в среде углекислого газа. Этот способ был выбран после сравнительного анализа нескольких способов сварки (газовая, РДС, сварка под флюсом и др.). технологический процесс максимально механизирован; заменена ручная чистка, разметка и резка металла на механическую и плазменную резку на станках с ЧПУ.

Для изготовления конструкции взята углеродистая низколегированная сталь Ст3 и сварочная проволока Св 08ГС, которая соответствует химическому составу Ст3, с небольшим превышением марганца и кремния. Весь технологический процесс представлен в пооперационной технологической карте, которая удобна в использовании в процессе сварки. Для воплощения разработанной технологии сварки конструкции нужны сварщики не ниже 4го разряда, знающие и умеющие работать на автоматических сварочных машинах. По этому для решения этого вопроса была предложена организация одномесячных курсов по переподготовке рабочих-сварщиков с РДС на АС. Для этого разработана программа курсов, составлен плана предметов спец.технологии и разработан образец плана урока по теме - сварочные машины, который тесно связан с технологической частью проекта. Для методического обеспечения урока, разработаны плакаты по теме в количестве 4 шт.

В экономическом разделе проекта выполнены сравнительные расчеты базового и проектируемого способа сварки для определения экономической эффективности предложенного способа сварки полуавтоматом в среде углекислого газа. В результате этого сравнения было установлено, что предложенный в проекте технологический способ сварки металлоизделия

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

эффективен, прежде всего, в сфере эксплуатации улучшения экологической обстановки в цехе. В сфере производства изделия экономия по себестоимости обеспечена лишь за счет сокращения доли общепроизводственных и общехозяйственных расходов в удельной себестоимости металлоизделия, поскольку эти затраты, оставаясь неизменными в целом по предприятию.

Разработанный проект получился экологически безопасен в связи с внедрением организационно-технических мероприятий по охране труда и очистке воздух на сборочно – сварочном участке от вредных отходов (материальных и энергетических) непосредственно от самого процесса сварки.

Поставленная дипломным проектом задача по разработке конструкции и технологии изготовления выполнена полностью.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением : учебник для студентов вузов / А. И. Акулов, Г. А. Бельчук, В. П. Демянцевич В.П. – М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.

2 Федулова, М.А. Методические указания по выполнению и оформлению выпускной квалификационной работе. Учебное пособие / М.А. Федулова, Д.Х. Билалов – Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2016. – 51 с.

3 Панов, В.И. Оборудование отрасли. Методические указания. В.И. Панов, Л.Т. Плаксина – Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2012. – 33 с.

4 Козловский, С.Н. Введение в сварочные технологии / С.Н. Козловский - СПб. Лань, 2011. – 416с

5 Федосов, С.А. Основы технологии сварки / С.А.Федосов, И.Э.Оськин [Электронный ресурс]: СПб.: Лань, 2011. - 125 с. Режим доступа http://e.lanbook.com/books/element.phppl1_cid=25&p11_id=2021 (дата обращения 15.12.2016)

6 Симоненко, В.Д. Общая и профессиональная педагогика: Учебное пособие / В.Д. Симоненко. - М.: Вентана-Граф, 2009.-352с.

7 Полат, Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: Учебное пособие / Под ред. Е.С. Полат - М.: Академия, 2008.-415с.

8 Виноградов, В.С. Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки. – Выс. Шк. / В.С Виноградов М.: Академия, 1997. – 284 с.

9 Митина, Ю.А. Практикум по дисциплине "Педагогические технологии" - учеб. пособие для вузов / Ю. А. Митина, Н. В. Морозова ; Рос. гос. проф.-пед. ун-т. - Екатеринбург : Издательство РГППУ, 2010. - 74 с.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

10 Федеральный государственный стандарт СПО по профессии 150709.02 Сварщик (Электросварочные и газосварочные работы) М.: 2013 – 33с.

11 Российское образование [Электронный ресурс] / Федеральный портал М-ва Образования. – Режим доступа: www.edu.ru (дата обращения 03.12.2016)

12 Колесникова, И.А. Педагогическое проектирование / И.А. Колесникова, М.П. Горчякова А.В. Сибирская – М.: Академия, 2008. – 288с.

13 Петров, Г.Л. Теория сварочных процессов (с основами физической химии). , Учебник для вузов. / А.С. Тумарев Г.Л. Петров - Изд. 2-е, перераб. - М.: Высш. шк., 1977. – 392 с.

14 Алешин, Н.П. Сварка. Резка. Контроль: Справочник. В 2-х томах / Под общ.ред. Н.П. Алешина, Г.Г. Чернышова. – М.: Машиностроение, 2004. – 464 с.

15 Зубченко, А.С. Марочник сталей и сплавов. / А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. А.С. Зубченко. - 2-е изд., доп. и испр.– М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.

16 Чернышов, Г.Г. Технология электрической сварки плавлением / Г.Г. Чернышов - М.: Издательский центр Академия, 2006. – 496 с.

17 Николаев, Г.А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование Учебник для вузов. — Под ред. Г.А. Николаева В.А. Винокуров — М.: Высш. шк., 1990. — 446 с.

18 Коновалов, А.В. Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А. В. Коновалов, А. С. Куркин, Э. Л. Макаров; под ред. В. М. Неровного. – М.: Изд-во МГТУ, 2007. - 752 с.

19 Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] / Центр информационных технологий РГБ; ред. Власенко Т.В.; Web-мастер Козлова Н.В. - Электрон. дан. – М.: Рос. гос. б-ка, 2007. – Режим доступа: <http://www.rsl.ru>, (дата обращения 25.01.2017)

20 Журухин, Г.И. Прикладная экономика: учеб. / под ред. Г.И. Журухина, Т.К. Руткаускас. Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2015. - 364 с.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

21 Алексеенко, Н.А. Экономика промышленного предприятия: учеб. пособие / Н.А.Алексеенко, И.Н.Гуров. 2-е изд., доп. и перераб. - Минск: Изд-во Гревцова, 2011. - 264 с.

22 Акимова, Т.С. Экология: учеб. / В.В. Хаскин, Т.С. Акимова М.; "Юнити" 1999 г. – 232 с.

23 Арустамова, Э.А. Безопасность жизнедеятельности: учеб. / под ред. Э.А. Арустамова, изд. дом "Дамков и К" - М.: 2000 г. – 325 с.

24 Белова, С.В. Безопасность жизнедеятельности: учеб. / по ред. С.В. Белова, А.В. Ильницкой, А.Ф. Козьякова. - М., Высш. шк. - 1999 г. – 341 с.

25 Гришин, А.С. Экологическая безопасность: учеб. пос. / А.С. Гришин, В.Н. Новиков "Гранд", М. 2000 г. – 305 с.

26 Муравья, Л.А. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб. пос. / под ред. Л.А. Муравья "Юнити" - М. 2000 г. – 268 с.

27 Юхин, Н.А. Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в защитных газах: учеб. / Н.А. Юхин - М. Изд. "Союзло", 2008 г. - 72с

28 Журухин, Г.И. Методические указания по экономическому обоснованию выпускных квалификационных работ. / Г.И. Журухин М.А.Федулова Екатеринбург, Изд-во ФГАОУ ВПО «РГППУ», 2015г. - 38 с.

29 Технология сварки низко- и среднелегированных сталей [Электронный ресурс] / компания ЗАО «Технолог», режим доступа: http://tehnolog-svarka.ru/tehnologiya_svarki_nizko (дата обращения 04.12.2016)

30 Сварочные материалы [Электронный ресурс] «Спец.электрод» режим доступа: <http://www.spetsselectrode.ru/electrod/ozs12.htm> (дата обращения 25.11.2016),

31 Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав и благополучия человека [Электронный ресурс] <http://rospotrebnadzor.ru> (дата обращения 04.02.2017)

32 ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. – Введ.1982-07-01. – М.: Изд-во стандартов СССР, 1982. – 12 с.

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

33 НПБ 105-95 Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. – Введ. 2003-08-01.- М.: МЧС России, 2003. – 37 с.

34 ГОСТ 12.1.003-2014 Шум. Общие требования безопасности – введ. 2015-11-01. – М.: Стандартиформ, 2015. – 45 с.

35 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – Введ. 1996-10-31. – М.: МинздравРоссии, 1996. – 8 с.

36 ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. – Введ.2008-07-01. – М.: Стандартиформ, 2008 г. – 35 с.

37 ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – Введ. 1992-01-01. – М.: Изд-во стандартов СССР, 1991. – 12 с.

38 ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – Введ. 1990-07-01. – М.: Изд-во стандартов СССР, 1989. – 39 с.

39 СНиП 23-05.95* ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ. – Введ. 1996-01-01. – М.:1995. – 28 с.

40 ГОСТ 12.1.005-88* ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Текст]. – Введ. 2008г. – М.: Стандарт информ, 2008. – 78 с.

41 Дальневосточный государственный университет путей сообщения «Расчет режимов сварки» [Электронный ресурс] http://pvrt.ru/regim/regim_62.htm (дата обращения 08.02.2017г)

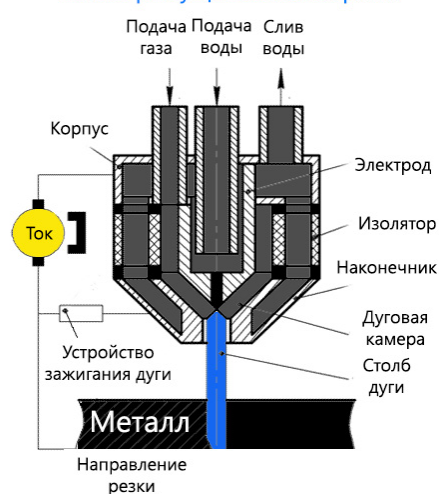
									Лист
									99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.44.817 ПЗ				

ПРИЛОЖЕНИЕ Б



а) – общий вид

Схема режущего плазматрона



б) - Схема режущего плазматрона

Рисунок Б.1- Машина для плазменной резки металла с ЧПУ

Таблица Б 1-Технические характеристики плазменной резки металла с ЧПУ

Толщина резки низкоуглеродистой стали	Без образования окалины Промышленный прожиг Максимальная толщина резки	16 мм 32 мм 38 мм
Скорость (низкоуглеродистая сталь)	Технические характеристики по руководству при самом высоком выходном токе	12 мм 2200 мм/мин
Угол среза	Диапазон по ISO 9013*	2–4
Свариваемость		Готовность к сварке
Технологические газы в зависимости от обрабатываемого материала (Плазмообразующий/защитный)	Низкоуглеродистая сталь	02/воздух, 02/02, Ar/воздух
Ток процесса		30–130

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б



Рисунок Б.2 - Вальцы трёхвалковые FACFIN 3HEL

Таблица Б.2 - Технические характеристики электромеханических вальцов ESR-1550x3.5

Характеристика	FACFIN 3HEL
Максимальная длина листового металла, мм	2500
Максимальная толщина листового металла, мм	30 мм
Минимальная толщина листового металла, мм	2 мм
Предел текучести листовой стали, МПа	450
Диаметр вальца, мм	120
Мощность двигателя, кВт	2,2
Размеры станка, мм	2140x600x1150
Масса нетто, кг	1750
Масса брутто, кг	1850

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист 102
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок Б.3-Радиально-сверлильный станок

Таблица Б.2-Технические характеристики сверлильного станка:

Диаметр сверления в стали, мм	50
Расстояние от оси шпинделя до направляющих колонны (вылет), мм	375-1600
Расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности плиты, мм	450-1600
Крутящий момент шпинделя, нм	710
Осевое усилие на шпинделе, н	20000
Мощность главного двигателя, кВт	5.5
Габариты, мм	2665x1030x3430
Вес 2А554 , кг	4700

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б



Рисунок Б.4 - Щетка чашечная, нержавеющая сталь [Previous](#) [Next](#)

Область применения:

Применяется для работ по удалению заусенцев, окалины и цветов побежалости со сварных швов на деталях из нержавеющей стали.

Способ применения:

Устанавливается на все типы угловых шлифовальных машин, имеющих резьбу М14 на шпинделе.

Проволока из нержавеющей стали, скрученная в правую сторону

Таблица Б.3 - Технические характеристики чашечной щетки [Previous](#) [Next](#)

D мм	H мм	d мм	Диаметр проволоки мм	Макс. скорость вращения об/мин
65	20	M14×2	0.35	12500

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б



Рисунок Б.5 – Робот FANUC серии ArcMate

Характеристики

Тип работа:

- Универсальный, предназначен для дуговой сварки, имеет полое запястье

Возможности применения:

- Число степеней свободы: 6
- Дотягаемость: 2028 мм
- Грузоподъемность: 8 кг
- Точность \ повторяемость : 0.08 мм
- Вес манипулятора: 150 кг
- Степень защиты IP: IP54

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.44.817 ПЗ

Лист

105

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б



Рисунок Б.6 – Сварочный трансформатор ТДМ – 401 У2

Таблица Б.4 – Технические характеристики ТДМ-401

Номинальный сварочный ток, А, при ПН 60%	400
Номинальная продолжительность нагрузки ПН, %.	60
Пределы регулирования сварочного тока, А диапазон малых токов (ДМТ)	70 – 200
диапазон больших токов (ДБТ)	200 – 460
Напряжение холостого хода, В	64 – 78
Напряжение однофазной питающей сети, В	380
Номинальная частота, Гц	50
Коэффициент полезного действия, %, не менее	84
Мощность, потребляемая при номинальной нагрузке, кВА, не более	26,6
Номинальный потребляемый ток из сети, А	70
Габаритные размеры (ДхШхВ)	560 x 590 x 860
Масса, кг, не более	140

					ДП 44.03.44.817 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

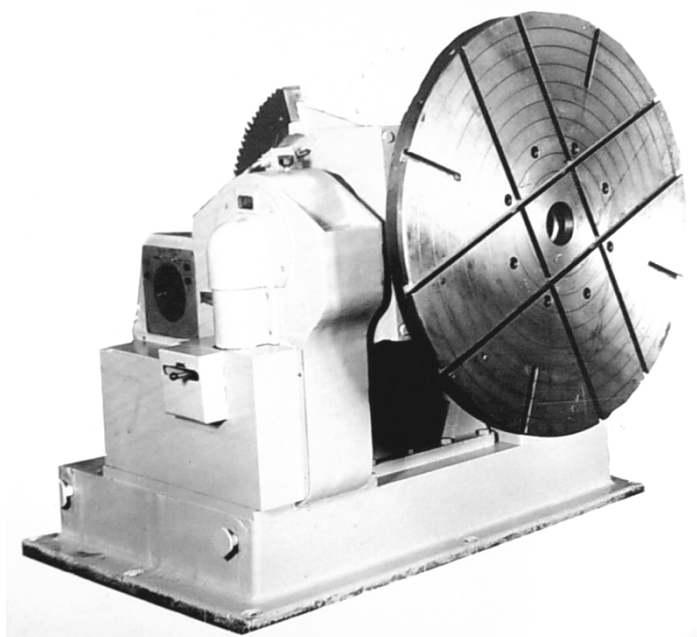


Рисунок Б.7 - Общий вид манипулятора МАС-2

Технические характеристики:

Напряжение питающей сети, В	380
Диапазон регулирования оборотов двигателя, об/мин	300-1500
постоянное передаточное число i_{Σ}	8625
передаточное число подвижной консоли i	75
Диапазон регулирования скорости вращения	0.035- 0.1 об/мин
Грузоподъемность, т.	2
Масса, кг, не более	1100