

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерного педагогического образования  
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и  
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ИММ  
\_\_\_\_\_ Б.Н.Гузанов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**Разработка технологии сборки и сварки емкости для хранения молока.**

Исполнитель:  
студент группы ЗСМ-503

К.С Хомутов

Руководитель:  
доц., канд. пед. наук

М.А. Федулова

Нормоконтролер:  
доц., канд. техн. наук

Д.Х. Билалов

Екатеринбург 2018  
Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИ СБОРКИ И СВАРКИ ЕМКОСТИ ДЛЯ  
ХРАНЕНИЯ МОЛОКА**

Выпускная квалификационная работа

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

идентификационный номер ВКР:606

Екатеринбург 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Технологический раздел.....	9
1.1 Анализ сварной металлоконструкции .....	9
1.2 Обоснование выбора конструкционного материала сварной металлоконструкции.....	11
1.3 Анализ свариваемости выбранной стали .....	12
1.3.1 Оценка стойкости металла к появлению горячих трещин .....	13
1.3.2 Оценка стойкости металла к появлению холодных трещин .....	14
1.4 Теоретические основы технологии сварки аустенитного класса стали...	15
1.5 Выбор и обоснование способа сварки емкости ТХ-10В.....	20
1.6 Выбор сварочных материалов и их характеристика .....	23
1.7 Расчет параметров режима сварки .....	25
1.8 Выбор основного сварочного оборудования, его технические характеристики.....	31
1.9 Выбор вспомогательного и заготовительного оборудования.....	34
1.10 Выбор метода контроля качества сварных соединений .....	38
1.11 Технологический процесс сборки-сварки металлоконструкции .....	40
2 Технико-экономическое обоснование проекта .....	43
2.1 Определение капиталобразующих инвестиций.....	43
2.1.1 Определение технологических норм времени на сварку продольных швов обечаек, кольцевых швов обечаек и обечайки с днищем .....	43
2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузка .....	48
2.1.3 Расчет капитальных вложений .....	49
2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций.....	51
2.2.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкций.....	51
2.2.2 Расчет полной себестоимости изделия.....	59
2.2.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности .....	64
3 Методический раздел.....	71
3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов.....	72

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	

3.2	Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».....	77
3.3	Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология» .....	78
4	Экологичность проекта и безопасность жизнедеятельности .....	87
4.1	Характеристика опасных и вредных факторов при изготовлении емкости для хранения молока.....	87
4.2	Повышенная запыленность и загазованность воздушной рабочей зоны.	88
4.3	Повышенная яркость света, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение .....	89
4.4	Электробезопасность .....	90
4.5	Пожароопасность .....	91
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	93
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	94

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ДП 44.03.04.606 ПЗ					Лист
										4
					Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	

## ВВЕДЕНИЕ

Во все времена, главным врагом изделий из железа была ржавчина. Она способна превратить в груды бесполезного металлолома самые прочные сооружения. Из-за окисления на открытом воздухе приходят в негодность точные инструменты и разрушаются огромные конструкции.

Но чуть более века назад, людям удалось найти отличное средство от ржавчины. В 1913 году английский исследователь Гарри Брайрли создал первую в мире (по официально признанной версии) нержавеющей сталь. Она содержала в своем составе 12,8% хрома и 0,24% углерода. Хотя первые опыты со сплавами железа и хрома начали проводить еще в 1820 году.

Нержавеющая сталь обладает ярко выраженными антикоррозионными свойствами. Эти характеристики «нержавейка» приобретает при добавлении в ее расплав определенных металлов. Чаще всего для таких целей используют хром, никель, марганец и молибден.

Сфера применения нержавеющей стали затрагивает буквально все стороны жизни человека. Труба из нержавеющей стали используется при проектировании систем трубопроводов различного назначения, в том числе и для пищевого производства. Толстостенная круглая труба применяется при сооружении несущих конструкций. Шлифованные и зеркальные трубы выступают в качестве материала для производства перил, ограждений лестничных маршей, балконов, поручней. Кроме того, зеркальные трубы из нержавеющей стали используются для оформления входных групп.

Лист нержавеющей стали применяется при изготовлении емкостей и резервуаров, в том числе, для пищевой промышленности, холодильных, моющих и дезинфекционных камер, элементов оборудования, контактирующего с умеренно-агрессивными материалами, промышленной металлической мебели (столы, шкафы, стеллажи). Декоративные и зеркальные листы могут быть использованы для отделки лифтовых кабин, эскалаторов и так далее.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04.606 ПЗ

Лист

5

Кроме того, благодаря своей жаропрочности, нержавейка используется при сооружении низкотемпературных печей, элементов печной арматуры, применяется для производства запорной трубопроводной арматуры (фитинги, отводы, фланцы), для изготовления сосудов и аппаратов для химической промышленности, которые работают при температурах от -196 до 600°С.

Данный материал весьма распространен в промышленности и народном хозяйстве, однако при изготовлении из нержавеющей стали изделий могут возникать трудности, связанные со сваркой.

Они заключаются в следующем:

- линейное расширение металла проявляется сильнее, чем у других видов стали. Это создает два распространенных дефекта при сварке нержавейки. Во-первых, изделие сильно деформируется (образовываются волны, дугообразные прогибы), что портит внешний вид и требует правки геометрических форм. Во-вторых, происходит растяжение сварочного шва, который может не выдержать такого микродвижения и дать трещины.

- в расплавленном состоянии нержавейка быстро взаимодействует с кислородом, находящимся в окружающем воздухе. Если вести сварку без защитного облака, то металл будет сильно пениться и шов не получится. Слабая защита сварочной ванны позволяет выполнить работу, но дает много пор.

- хорошая теплопроводность и низкая температура плавления материала создают еще одну трудность для сварки нержавеющей стали – выгорание легирующих элементов. Так, после нескольких месяцев, на свариваемом материале можно обнаружить следы коррозии [1].

Поиск все новых и новых решений вышеперечисленных проблем мотивирует изучать сварку нержавеющей стали. И постоянный переход от ручного труда к роботизированному, требует усовершенствование технологий изготовления таких изделий как танк хранения в условиях массового и серийного производства, а также обязательную подготовку высококвалифицированного персонала. Поэтому считаем, что тема дипломного проекта является *актуальной*.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Актуальность темы дипломной работы связана, как было отмечено, со значительным развитием автоматизации в сварочном производстве и заключается в необходимости разработки рекомендаций по внедрению новых технологий в сварочном производстве.

Итак, *объектом исследования* является технология изготовления сварных металлоконструкций.

*Предмет исследования* – процесс сборки и сварки емкости для хранения молока.

*Целью дипломного проекта* является разработка технологического процесса сборки и сварки емкости для хранения молока с использованием автоматической сварки в среде защитных газов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие *задачи*:

- проанализировать базовый вариант;
- проработать и обосновать проектируемый способ сварки емкости;
- провести необходимые расчеты автоматической сварки в среде защитных газов;
- выбрать и обосновать сборочное и сварочное оборудование;
- разработать технологию сварки обечаек и днища;
- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части разработан проектируемый вариант технологического процесса сварки емкости ТХ-10В, включающий автоматическую сварку в среде защитных газов; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства сварки емкости. В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие методы:

Ине. № дубл.	Ине. №	Подп. и дата
Ине. № подп	Ине. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

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

б) эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №				Подп. и дата	
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.606 ПЗ						Лист
											8



# 1 Технологический раздел

## 1.1 Анализ сварной металлоконструкции

Емкость ТХ-10В, представленную на рисунке 1.1, используют в молочной промышленности для хранения молока. Емкость предназначена для эксплуатации на молочных заводах в закрытых помещениях при температуре окружающего воздуха от +10 до +35°C.

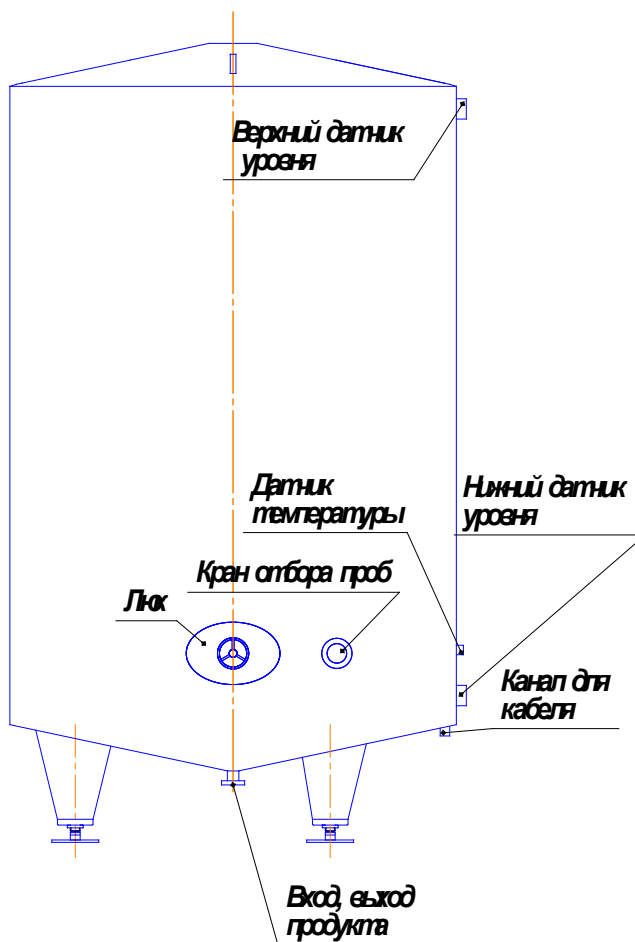


Рисунок 1.1 – Емкость ТХ-10В

Технические характеристики емкости представлены в таблице 1.1.

Емкость состоит из корпуса, устройства моечного, фонаря крышки люка, крана отбора проб, датчика температуры, датчиков верхнего и нижнего уровня.

Корпус представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд с днищами (отбортованный конус с разверткой 156 градусов). Корпус теплоизоли-

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

рован «изолоном» (вспененный каучук, толщина изоляции 50 мм) и облицован тонколистовой зеркальной сталью. В таком реакторе температура молока не изменяется довольно длительное время. При температуре 30 °С молоко в течение 10 ч нагревается или охлаждается на 2 °С.

Таблица 1.1 – Технические характеристики емкости ТХ-10В

Характеристика	ТХ-10В
Геометрическая вместимость, дм <sup>3</sup>	10500
Рабочая вместимость, дм <sup>3</sup>	10000
Внутренний диаметр, мм	2070
Диаметр спускного патрубка, мм	80
Давление моющего раствора, МПа не менее	30
Габаритные размеры, мм:	
диаметр	2200
высота	3900
Масса, кг	1500

К нижнему днищу приварены 3 регулируемые опоры, к верхнему и нижнему днищу корпуса приварены проушины для транспортирования емкости, как в вертикальном, так и в горизонтальном положении.

Все детали и сборочные единицы емкости изготовлены из нержавеющей стали марки AISI 304, применяемой в пищевой промышленности, путем плазменного, гильотинного раскроя заготовки, стапельной сборки и аргонно-дуговой сварки.

Устройство моечное - шаровая моющая головка. На выходе устройство имеет штуцер для приварки его к трубопроводу по месту установки емкости и накидную гайку с резьбой под молочную арматуру.

Для контроля температуры продукта в нижней части корпуса емкости устанавливается датчик температуры.

Для взятия пробы продукта, с целью определения кислотности продукта лабораторным способом, в цилиндрической части емкости предусмотрен кран отбора проб.

Емкость имеет люк, расположенный на боковой части емкости.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

## 1.2 Обоснование выбора конструкционного материала сварной металлоконструкции

Сегодня нержавеющая сталь вместе со стеклом и некоторыми видами пластмасс является практически единственным материалом, который одобрен как сырье для изготовления оборудования для производства, хранения и транспортировки пищевых продуктов. Это обусловлено высокими требованиями по гигиене, токсичности и др. Гигиена имеет наиважнейшее значение в пищевой индустрии. Она в значительной мере определяет качество продукта на всем пути от сырья, через технологический процесс, к потребителю. Сейчас существуют строгие ограничения на растворимость тяжелых металлов, имеющих в материале из которого изготовлено оборудование, находящееся в контакте с продуктами. Согласно европейским рекомендациям количество хрома и никеля, растворенного из стали в ходе стандартного теста по ISO 6486/1, допускается не выше 2 мг/дм<sup>3</sup>. Для аустенитных сталей количество растворенных никеля и хрома меньше чем 0,02 мг/дм<sup>3</sup>, другими словами, около 1% от допустимого значения.

Для производства резервуара используется нержавеющая сталь марки AISI 304 (08X18H10). Важным фактором для выбора именно этой марки стали является хорошая и гладкая (без изломов, неровностей и царапин) поверхность металла. Химический состав и механические свойства стали представлены в таблицах 1.2 и 1.3.

Таблица 1.2 – Химический состав стали AISI 304, %

Марка стали	C	Si	Mn	P	S	N	Cr	Mo	Ni
AISI 304	0,07	1,00	2,00	0,045	0,015	0,011	19,5	-	10,5

Сталь AISI 304 – с низким содержанием углерода, аустенитная, незакалываемая, устойчивая к воздействию коррозии, немагнитная в условиях слабого намагничивания. Высокая прочность при низких температурах. Поддается

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.606 ПЗ	Лист
												11

полировки, является наиболее универсальной и широко используемой из всех марок нержавеющей стали.

Применение сталей марки AISI 304:

- используется в производстве установок для пищевой, химической, текстильной, нефтяной, фармацевтической, бумажной промышленности;
- используется в производстве пластмасс для ядерной и холодильной промышленности;
- используется в производстве оснащений для кухонь, баров, ресторанов, используется в кораблестроении, электронике.

Таблица 1.3 – Механические свойства стали AISI 304 при температуре 25 С°

Марка стали	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma$ , %	$\Psi$ , %	НВ, МПа
AISI 304	310	600	60	50	170

К технологическим свойствам данной стали относятся:

- температураковки: начало - 1200°С, конец - 850°С;
- свариваемость: без ограничений. Способы сварки: РДС, РАД, АФ, КТС, ЭШС. Сварные соединения, выполненные любыми методами, кроме контактной сварки, склонны к межкристаллитной коррозии. Поэтому рекомендуется для них последующая термическая обработка-закалка [2].

### 1.3 Анализ свариваемости выбранной стали

На практике перед конструктором сварных изделий и ли технологом часто возникает необходимость выбора свариваемых материалов с учетом их свариваемости. В таких случаях желательно оценивать свариваемость конкурирующих материалов расчетным путем хотя бы ориентировочно и сделать выбор наиболее подходящего металла. Низкоуглеродистые стали обладают хорошей свариваемостью и лишь при сварке больших толщин могут возникнуть затруднения, которые обычно устраняют предварительным подогревом. Среднеуглеродистые стали имеют пониженную свариваемость, но технология их сварки общеизвестна и потому нет нужды прибегать к расчетным методам.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № инв.	Подп. и дата
Ине. № инв.	Подп. и дата

В отличие от углеродистых легированные стали характеризуются присутствием специально вводимых химических элементов, сильно влияющих на свариваемость. Количество марок легированных сталей велико и номенклатура их постоянно расширяется. Поэтому все известные методы расчетной оценки свариваемости относятся к легированным сталям. При этом за показатель свариваемости принята склонность металла к образованию трещин. Поскольку в сварке известны холодные и горячие трещины, то существуют разные методики, оценивающие возможность их появления и позволяющие таким образом судить о свариваемости материалов. [3,4]

### 1.3.1 Оценка стойкости металла к появлению горячих трещин

Кристаллизационные или горячие трещины – хрупкие межкристаллические разрушения металла шва и зоны термического влияния, возникающие в твердожидком состоянии при завершении кристаллизации, а также в твёрдом состоянии при высоких температурах на этапе преимущественного развития межзёрненной деформации. Они могут возникать при неблагоприятном сочетании некоторых факторов, связанных с понижением деформационной способности металла вследствие наличия в структуре легкоплавких эвтектик, дефектов кристаллического строения, выделения хрупких фаз, включения водорода

Для оценки трещинообразования высоколегированных хромоникелевых аустенитных сталей и сплавов рассчитывают отношение [4]:

$$\frac{Cr_3}{Ni_3} = \frac{(Cr + 1,37Mo + 1,5Si + 2,0Nb + 3Ti)}{Ni + 0,31Mn + 22C + 14,2N + Cu} \quad (1.1)$$

где C, Si, Ni, Mn, Cr, Mo, Nb, Ti, N, Cu – содержание элементов в %.

$$\frac{Cr_3}{Ni_3} = \frac{19,5 + 1,5 \cdot 1,0}{10,5 + 0,31 \cdot 2,0 + 22 \cdot 0,07 + 14,2 \cdot 0,011} = \frac{21,0}{12,82} = 1,64$$

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

При  $Cr_{\text{э}}/Ni_{\text{э}} > 1,5$  и  $P+S = 0,02-0,035\%$  сталь стойкая к образованию горячих трещин.

Вывод: сталь AISI 304 стойкая к образованию горячих трещин.

### 1.3.2 Оценка стойкости металла к появлению холодных трещин

Закалочная гипотеза образования холодных трещин предполагает, что при сварке, как и при закалке, образование трещин обусловлено главным образом мартенситным превращением, которое протекает со значительным изменением объема и приводит к возникновению высоких внутренних напряжений и одновременно к снижению способности металла воспринимать пластическую деформацию.

Для того чтобы выяснить насколько подвержен основной металл и металл шва к образованию холодных трещин, выясним их структуру, используя структурную диаграмму Шеффлера, показанную на рисунке 1.2 [5].

Рассчитаем эквиваленты хрома и никеля согласно диаграмме:

$$Cr_{\text{э,ш}} = \%Cr + \%Mo + 1,5\%Si + 0,5\%Nb = 19,5 + 1,5 \cdot 1,0 = 21,0\%$$

$$Ni_{\text{э,ш}} = \%Ni + 0,5\%Mn + 30\%C = 10,5 + 0,5 \cdot 2,0 + 30 \cdot 0,07 = 13,6\%$$

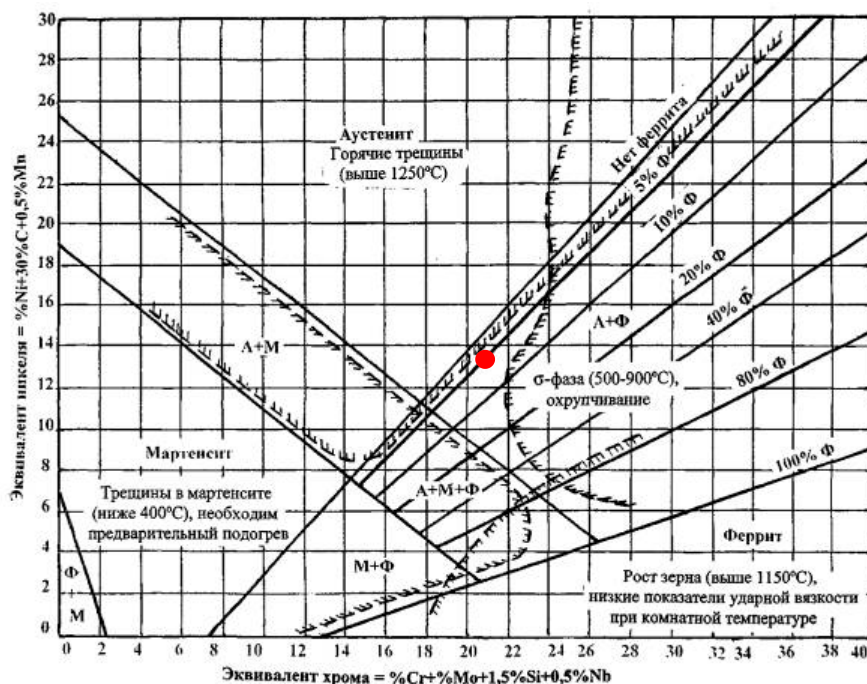


Рисунок 1.2 – Диаграмма Шеффлера

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № подп.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Для измельчения структуры используют легирование наплавленного металла элементами, способствующими выделению при кристаллизации металла высокотемпературного  $\delta$ -феррита. Наличие  $\delta$ -феррита измельчает структуру металла и уменьшает концентрацию P, S и некоторых других примесей в межкристаллитных областях за счет большей растворимости этих примесей в  $\delta$ -феррите, что уменьшает опасность образования легкоплавких эвтектик. Количество ферритной фазы в наплавленном металле после его охлаждения зависит от состава этого металла и скорости охлаждения в области высоких и средних температур. Приближенное представление о концентрации феррита в аустенитно-ферритном металле дает диаграмма Шеффлера, составленная по опытным данным применительно к скорости охлаждения, характерной для обычных режимов ручной дуговой сварки [6].

Согласно диаграмме Шеффлера количество ферритной фазы содержащейся в стали AISI 304 составляет 5-10 %. Следовательно, сталь сваривается без ограничений.

#### 1.4 Теоретические основы технологии сварки аустенитного класса стали

Сварка аустенитных сталей – наиболее многочисленной группы высоколегированных сталей. Как правило, они легируются  $Cr > 16\%$  и  $Ni > 7\%$ , что придает им коррозионную стойкость, жаропрочность, а при  $Cr > 20\%$  – жаростойкость. Дополнительно стали легируются молибденом, ванадием, титаном, ниобием и содержат немного углерода – до 0,20 %, имеют прочность на уровне низколегированных конструкционных сталей  $\sigma_b = 500-600$  МПа и высокую пластичность. Наиболее распространенными марками сталей являются 08X18H10T, 12X18H10T, 08X18H12Б, 10X17H13M3T, 03X16H15M3, 20X23H13, 08X20H14C2 и др. Эти стали применяются в химическом, нефтяном, энергетическом машиностроении для конструкций, работающих в широком диапазоне температур – от отрицательных до положительных.

Инв. № подл	Подп. и дата					
	Инв. № дубл.	Взам. инв. №				
		Подп. и дата				
		Инв. № подл				
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.606 ПЗ	Лист 15

Вследствие того что в исходном состоянии структура стали аустенитная, а также из-за наличия большого количества легирующих элементов некоторые физические свойства аустенитных сталей существенно отличаются от свойств углеродистых сталей. Так, теплопроводность сталей аустенитного класса примерно в 4 раза ниже, а коэффициент линейного расширения в 1,5 раза выше, чем у низкоуглеродистых. При сварке это приводит к более неравномерному нагреву, увеличению деформаций и напряжений. Кроме того, у сталей аустенитного класса электрическое сопротивление в 3-5 раз выше, чем у низкоуглеродистых сталей, что вызывает более сильный нагрев электрода при ручной сварке или вылет проволоки при механизированных способах сварки. Аустенитные стали неферромагнитны, что позволяет осуществлять их сортировку магнитными способами.

Сварка аустенитных сталей вызывает ряд сложностей.

Первой сложностью является повышенная склонность аустенитных сталей к образованию кристаллизационных трещин вследствие:

- однофазной структуры шва, которая способствует беспрепятственному росту кристаллов и снижению пластичности;
- увеличенной литейной усадки расплавленного металла шва из-за повышенного коэффициента линейного расширения;
- значительных растягивающих напряжений, которые связаны с неравномерным нагревом металла, вызванным пониженной теплопроводностью стали;
- многокомпонентного легирования, которое увеличивает вероятность попутного попадания в шов элементов, способствующих образованию легкоплавких эвтектик (S, P, Pb, Zn и др.)

Представим основные направления борьбы с кристаллизационными трещинами при сварке аустенитных сталей.

1. В шве создается двухфазная аустенитно-ферритная структура. Одновременное выпадение из жидкой фазы кристаллов аустенита и феррита приводит к измельчению и дезориентации структуры, т.е. к уменьшению сечения

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----



столбчатых кристаллов и утончению межкристаллитных прослоек, разделенных участками первичного  $\delta$ -феррита. Уже 3-5 % феррита достаточно, чтобы уменьшилась вероятность образования кристаллизационных трещин. Двухфазную структуру получают за счет использования сварочных проволок, дополнительно легированных элементами-ферритизаторами, обычно хромом. Однако чтобы получить аустенитно-ферритную структуру на глубоко аустенитных сталях, содержащих более 15 % Ni, нужно ввести большое количество ферритообразующих элементов, а это может привести к потере пластичности в результате образования хрупких интерметаллидов хрома. Для таких сталей целесообразно легирование проволоки Nb и Ti, которые образуют мелкодисперсные карбиды, препятствующие росту зерна.

2. Ограничивается (особенно при сварке глубоко аустенитных сталей, расположенных на диаграмме Шеффлера далеко от ферритной границы) в основном и наплавленном металлах количество вредных (сера, фосфор) и ликвирующих (свинец, олово, висмут) примесей, а также кислорода и водорода. Для этого применяют режимы, уменьшающие долю основного металла в шве, и используют стали и сварочные материалы с минимальным содержанием названных примесей. Техника сварки должна обеспечивать минимальное насыщение металла шва газами, что достигается, например, при сварке постоянного тока обратной полярности. При ручной сварке следует поддерживать короткую дугу и вести сварку без поперечных колебаний. Чтобы предупредить подсос воздуха при сварке в защитных газах, следует поддерживать коротким вылет электрода и выбирать оптимальными скорость сварки и расход защитного газа. Необходимо также применять меры к удалению влаги из флюса или покрытия электродов путем их прокалки.

3. Регулирование процесса кристаллизации шва, что осуществляется различными способами. Во-первых, необходимо правильно выбирать форму шва, что влияет на направление роста кристаллов, которое не должно совпадать с направлением действия растягивающих напряжений, как происходит для узких и глубоких швов. Кроме того, неблагоприятная форма шва влияет на

Изн. № подл.	
Подп. и дата	
Изн. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Изн. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

ликвацию примесей, вследствие чего они сосредотачиваются в центре шва и ослабляют его, так как являются источником образования легкоплавких эвтектик. Во-вторых, применяют поперечные колебания проволоки при полуавтоматической сварке, что изменяет схему кристаллизации и уменьшает вероятность трещин. В-третьих, электромагнитное перемешивание сварочной ванны при автоматической сварке, когда на жидкую сварочную ванну воздействуют переменным магнитным полем, вследствие чего в расплавленном металле возникают вихревые токи. Взаимодействуя с магнитным полем, они заставляют металл перемещаться, что затрудняет беспрепятственный рост кристаллов и измельчает зерно.

4. Уменьшение растягивающих напряжений (силового фактора), возникающих в результате термического цикла сварки. Ослабление его действия достигается при снижении на 10-30 % тока по сравнению с током при сварке углеродистых сталей, заполнении разделки швами небольшого сечения и устранении жестких закреплений свариваемых кромок.

Второй сложностью при сварке аустенитных сталей является возможная потеря коррозионных свойств сварными швами, например в результате взаимодействия хрома с углеродом и образования карбида хрома. Эта реакция особенно интенсивно протекает при температурах 600-750 °С, вследствие чего пограничные слои зерен обедняются хромом. Если его станет меньше на 12 %, коррозионная стойкость резко упадет. Представим основные направления борьбы с потерей коррозионных свойств.

1. Уменьшение содержания углерода в основном металле и металле шва.
2. Дополнительное легирование шва титаном, ниобием, ванадием за счет большего содержания этих элементов в сварочной проволоке, чем в стали. Обладая большим сродством к углероду, Ti, Nb, V вступают с ним в реакцию и предотвращают образование карбидов Cr.

3. Применение высоких скоростей охлаждения швов в интервале температур 600-800 °С, при которых происходит интенсивное образование карбидов хрома. Это позволяет сократить время пребывания шва и околошовной зоны

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № дубл.	Взам. инв. №
Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № подл.	Инд. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.606 ПЗ	Лист 18

при данных температурах и осуществляется за счет ограничения сварочного тока, уменьшения размеров швов, принудительного охлаждения.

4. Проведение термообработки – закалки или отжига. При температуре  $T > 800$  °С карбиды хрома растворяются. При сварке аустенитных сталей в большинстве случаев термообработка не требуется. Ее применяют тогда, когда в состоянии после сварки соединения проявляют склонность к межкристаллитной или ножевой коррозии либо предназначены для работы в условиях, вызывающих коррозионное растрескивание.

Аустенитные стали свариваются различными способами – ручной сваркой, под флюсом, в среде защитных газов, электрошлаковой сваркой.

Ручная сварка широко используется при монтаже химического и энергетического оборудования. Сила тока, как уже отмечалось, на 10-30 % ниже, чем для углеродистых сталей. При этом применяются электроды с основным покрытием; химический состав стержня электрода соответствует химическому составу стали, но содержит, как правило, больше хрома и меньше никеля для обеспечения двухфазной аустенитно-ферритной структуры шва. Электроды некоторых марок имеют повышенное содержание ниобия, титана или ванадия.

Сварка под флюсом аустенитных сталей широко применяется при изготовлении емкостей в нефтяной и химической промышленности. При сварке используются безокислительные низкокремнистые фторидные и высокоосновные флюсы, создающие в зоне сварки безокислительные или малоокислительные среды и способствующие минимальному угару легирующих элементов. Проволоки используются меньшего диаметра, чем при сварке углеродистых сталей, обычно 2-3 мм, что необходимо для получения швов небольших размеров. Вылет электрода уменьшается в 1,5-2 раза в результате повышенного электрического сопротивления проволок. Легирование шва осуществляется в основном через проволоку.

Сварка в защитных газах осуществляется с использованием аргона или углекислого газа, а также их смесей. Сварку неплавящимся электродом в аргоне целесообразно применять для малых толщин металла - до 5-6 мм. Часто

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

этим способом сваривается корневой или подварочный шов перед односторонней сваркой под флюсом.

При сварке в  $\text{CO}_2$  происходит науглероживание металла шва и снижается стойкость против межкристаллитной коррозии вследствие образования карбидов Cr. Одновременно окислительная атмосфера, создаваемая в дуге за счет диссоциации углекислого газа, способствует угару до 50 % титана и алюминия. В связи с этим сварочная проволока должна содержать больше карбидообразующих элементов – титана, ниобия. Процесс сварки в  $\text{CO}_2$  усложняет и повышенное разбрызгивание, при котором происходит достаточно сильное прилипание брызг. Места падения брызг, а также зоны плотного сцепления оксидных пленок с металлом могут стать очагами коррозии [7].

### 1.5 Выбор и обоснование способа сварки емкости ТХ-10В

Сборку и сварку сварных конструкций в единичном и мелкосерийном производстве можно производить по разметке с применением простейших универсальных приспособлений (струбцин, скоб с клиньями), с последующей прихваткой с использованием того же способа сварки, что и при выполнении сварных швов.

В условиях серийного производства сборка и последующая сварка производится на универсальных плитах с пазами, снабжёнными упорами, фиксаторами с различными зажимами.

В условиях серийного и массового производства сборку и сварку следует производить на специальных сборочных стендах или в специальных сборочно-сварочных приспособлениях, которые обеспечивают требуемое взаимное расположение входящих в сварную конструкцию деталей и точность сборки изготавливаемой сварной конструкции в соответствии с требованиями чертежа и технических условий на сборку.

Кроме того, сборочные приспособления обеспечивают сокращение длительности сборки и повышение производительности труда, облегчение усло-

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04.606 ПЗ

Лист

20

вий труда, повышение точности работ и улучшение качества готовой сварной конструкции.

Собираемые под сварку детали крепятся в приспособлениях и на стендах с помощью различного рода винтовых, ручных, пневматических и других зажимов.

Выбор того или иного способа сварки зависят от следующих факторов:

- толщины свариваемого материала;
- протяжённости сварных швов;
- требований к качеству выпускаемой продукции;
- химического состава металла;
- предусматриваемой производительности;
- себестоимости 1 кг наплавленного металла;

В рамках данной работы целесообразным является рассмотрение следующих способов сварки:

- ручная дуговая сварка неплавящимся/плавящимся электродом;
- механическая сварка в защитных газах;
- автоматизированная сварка в защитных газах и под флюсом.

Дуговая сварка металлическими электродами с покрытием в настоящее время остается одним из самых распространенных методов, используемых при изготовления сварных конструкций. Это объясняется простотой и мобильностью применяемого оборудования, возможностью выполнения сварки в различных пространственных положениях и в местах труднодоступных для механизированных способов сварки.

Необходимость сварки неплавящимися стержнями возникает лишь в тех случаях, когда предстоит работать с разнородными по структуре материалами. При этом характер сварных процедур (их подготовка и само сплавление) заметно усложняется и требует значительных усилий со стороны сварщика.

Таким образом, выбор операций с неплавящимся электродом целесообразен лишь как крайний случай, когда без него невозможно решение поставленной перед сварщиком задачи.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Существенный недостаток ручной дуговой сварки металлическим электродом, также как и других способов ручной сварки, - малая производительность процессов и зависимость качества сварного шва от навыков сварщика. В виду того, что протяженность сварных швов разрабатываемого изделия велика, использование ручной дуговой сварки в целом является нецелесообразным.

Наиболее целесообразно использование механизированных способов сварки.

Механизированная сварка в углекислоте – весьма распространенный способ сварки в любом виде производства. Себестоимость данного способа достаточна низкая при сохранении качества и производительности. Однако для стали типа 08X18N10 использование активных газов не рекомендуется в виду повышенного разбрызгивания и не столь высокого качества сварного шва в сравнении с использованием инертного газа.

Использование механизированных способов сварки в среде инертных газов позволяет повысить производительность в сравнении с ручным способом, однако в случае применения сварки с присадкой, качество сварного шва будет зависеть от квалификации сварщика. Для устранения этого недостатка разработаны горелки, где подача присадки так же механизирована, как показано на рисунке 1.3.



Рисунок 1.3 – Устройство УП4 прецизионной подачи проволоки для ТИГ сварки

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Ине. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Однако данный способ не получил широкого распространения в виду большой массы горелки, и сварщики предпочитают подавать присадочную проволоку вручную.

Использование полуавтоматической сварки плавящимся электродом в среде аргона является наиболее приемлемым с точки зрения простоты и высокого качества сварного шва, которое необходимо для выполнения требований качества продукции.

Автоматическая сварка под флюсом для данных толщин (2-3 мм) не рекомендуется в виду возможного прожога изделия.

Автоматическая сварка в среде аргона наиболее производительна, особенно в условиях массового и серийного производства, не требует высоких профессиональных качеств сварщика, обеспечивает максимальное качество сварного шва [8].

Итак, для сварки емкости ТХ-10В наиболее целесообразным является способ автоматической сварки в среде защитных газов плавящимся электродом для сварки поворотного стыка обечаек и стыка днища с обечайкой. А для сварки и сборки полотнищ и других не столь протяженных швов – полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в среде аргона. Данный выбор способов ориентирован на серийное и массовое производство емкостей.

### 1.6 Выбор сварочных материалов и их характеристика

Марка проволоки определяется маркой свариваемой стали, способом сварки и условиями, в которых работает сварная конструкция.

Проволока поставляется в бухтах, состоящих из нескольких мотков. К каждой бухте обязательно крепится бирка с указанием завода-изготовителя и условное обозначение проволоки. Проволока должна храниться в чистом помещении в условиях, исключающих загрязнение ее поверхности маслом и наждачной пылью. Перед зарядкой в кассеты в случае необходимости ее очищают от грязи и смазки. Загрязненная проволока ухудшает токоподвод и при-

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подп

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

водит к пористости шва. Присадочную проволоку очищают и обезжиривают ацетоном или уайт-спиритом.

Проволока диаметром до 1,6 мм, предназначенная для автоматической аргодуговой сварки, нагартовывается растяжением с целью придания ей большей жесткости для лучшего прохождения между роликами и в мундштуке [9].

Для стали AISI 304 (08X18H10) по химическому составу близка проволока Св-04X19Н9Т ГОСТ 2246 диаметром 1,2 мм.

Применяется для сварки ответственных узлов конструкций из коррозионностойких хромоникелевых сталей марок 08X18H10, 12X18H9, 08X18H10Т и им подобных, в среде инертного газа (аргон) или под флюсом.

Химический состав проволоки представлен в таблице 1.4, а химический состав металла шва – в таблице 1.5.

Таблица 1.4 – Химический состав проволоки Св-04X19Н9 по ГОСТ 2246.....

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	S	P	Cu
Не более 0,08	0,40-1,00	1,00-2,00	18,00-20,00	8,00-10,00	Не более 0,25	0,5-1,0	Не более 0,015	Не более 0,03	Не более 0,25

Таблица 1.5 – Химический состав металла шва, наплавленного проволокой Св-04X19Н9

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	S	P	Cu
0,05	0,63	1,09	18,25	8,52	0,15	0,5	0,007	0,019	0,09

Для сварки нержавеющей сталей в качестве защитного газа применяют аргон.

Аргон инертный газ, который не горит и невзрывоопасен, не образует с другими элементами химических соединений и не растворяется в металлах.

Аргон значительно тяжелее воздуха (на 38%), поэтому он с легкостью вытесняет воздух из зоны выполнения сварочных работ и создает ее надежную защиту. Являясь инертным по своей природе, аргон практически не реагирует

Подп. и дата  
 Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----



с расплавленным металлом, а также другими газами, присутствующими в зоне, где горит сварочная дуга.

Для сварки применяется аргон различной чистоты. По степени чистоты аргон согласно ГОСТ 10157 разделен на два сорта: высший и первый. Химический состав аргона различных сортов приведен в табл. 1.6.

Таблица 1.6 – Химический состав аргона

Наименование показателей	Сорт	
	Высший	Первый
Содержание аргона в %, не менее	99,992	99,987
Содержание кислорода в %, не менее	0,0007	0,002
Содержание азота в %, не менее	0,006	0,01

Аргон высшего сорта предназначается для сварки титановых сплавов, циркония, молибдена, тантала и других активных металлов и их сплавов, а также для сварки особо ответственных изделий из нержавеющей стали; аргон первого сорта – для сварки плавящимся и неплавящимся электродами алюминиевых и магниевых сплавов [9].

Итак, для сварки емкости ТХ-10В выбираем в качестве защитного газа высший сорт аргона.

### 1.7 Расчет параметров режима сварки

Расчет режима сварки по размерам шва, показанного на рисунке 1.4 (ширине  $e$  и глубине проплавления  $h$ ) производится для однопроходных, или двухпроходных двусторонних швов, для корневого или подварочного проходов многопроходного шва [10].

Исходные данные для расчетов:

- $S_1 = 6$  мм
- $S_2 = 6$  мм
- $b = 1$  мм
- $e = 8$  мм
- $g = 1$  мм

Подп. и дата  
 Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

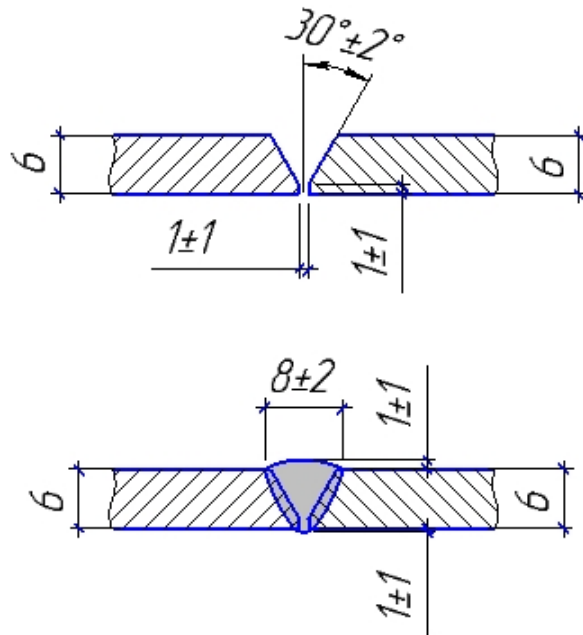



Рисунок 1.4 – Конструктивные элементы сварного шва С17 по ГОСТ 14771-79

Определяем основные параметры режимы  $d_{эл}$ ,  $V_c$  и  $I_c$  непосредственно зависящие от размеров шва  $e$  и  $h$ , затем – дополнительные параметры:  $U_c$ ,  $I_B$ ,  $V_{эл}$  и  $q_{з.г}$ , являющиеся производными основных.

Диаметр электродной проволоки  $d_{эл}$  зависит от толщины металла и глубины проплавления  $h$ . Однако глубина проплавления зависит от величины зазора  $b$  между кромками, формы подготовки кромок. Чтобы учесть эти факторы, вводим расчетную глубину проплавления  $h_p$ , которую можно определить по таблице 1.7.

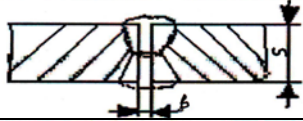
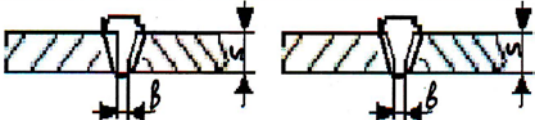
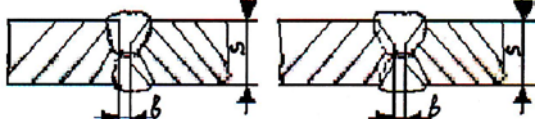
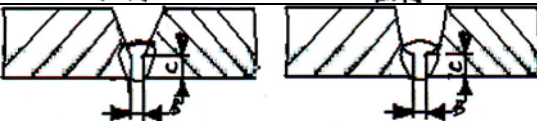
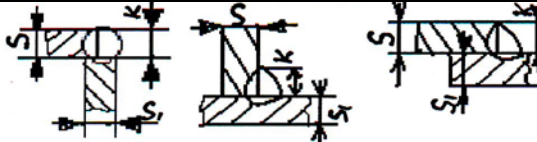
Таблица 1.7 – Определение расчетной глубины проплавления при механизированной и автоматической сварке

Вариант	Эскиз шва и формы подготовки кромок	Формула для определения расчетной глубины проплавления
1		$h_p = S - 0,5b$

Инв. № подл. | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Продолжение таблицы 1.7

2		$h_p = 0,6S - 0,5b$
3		$h_p = 0,7S - 0,5b$
4		$h_p = 0,35S - 0,5b$
5		$h_p = C - 0,5b$
6		$h_p = (0,7...1,1)K,$ $K \leq 1,2S$

Математическая обработка практических рекомендаций дает выражение для расчета диаметра проволоки, мм:

$$d_{\text{эп}} = \sqrt[4]{h_p \pm 0,05h_p} \quad (1.2)$$

Для стыковых швов С17 глубина проплавления:

$$h_{p,C17} = 0,7 \cdot 6\text{мм} - 0,5 \cdot 1\text{мм} = 3,7\text{мм}$$

Итак, расчет проведем для  $h_{p,C17}$ .

$$d_{\text{эп.А}} = \sqrt[4]{3,7\text{мм} \pm 0,05 \cdot 3,7\text{мм}} = 1,387 \pm 0,185\text{мм}$$

Выбираем диаметр проволоки 1,2 мм.

Скорость сварки  $V_c$  рассчитываем по зависимости, мм/с:

$$V_c = K_V \frac{h_p^{1,61}}{e^{3,36}} \quad (1.3)$$

Инт. № подл.	Подп. и дата
Инт. № дубл.	Взам. инв. №
Инт. № инв.	Подп. и дата
Инт. № инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Где  $K_V$  – коэффициент, который зависит от диаметра электродной проволоки по таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Значения коэффициента  $K_V$

$d_{эп}$ , мм	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
$K_V$	1030	1065	1060	1100	1120	1150

$e$  – ширина шва, мм.

$$V_c = 1060 \cdot \frac{3,7 \text{ мм}^{1,61}}{8 \text{ мм}^{3,36}} = 8,05 \text{ мм/с} = 28,98 \approx 29 \text{ м/ч}$$

Предельные значения скорости сварки ограничиваются уровнем автоматизации процесса: при механизированной сварке  $V_c = 4 \dots 10$  мм/с, при автоматической -  $V_c = 4 \dots 20$  мм/с.

Сварочный ток  $I_c$  определяем в зависимости от размеров шва, А:

$$I_c = K_I \frac{h_p^{1,32}}{e^{1,07}} \quad (1.4)$$

Где  $K_I$  – коэффициент, полученный экспериментальным путем и зависящий от диаметра электродной проволоки по таблице 1.9.

Таблица 1.9 - Значения коэффициента  $K_I$

$d_{эп}$ , мм	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
$K_I$	335	335	430	440	460	480

$$I_c = 430 \cdot \frac{3,7 \text{ мм}^{1,32}}{8 \text{ мм}^{1,07}} = 261,4 \text{ А} \approx 260 \text{ А}$$

Приведенные значения сварочного тока  $I_c$  ограничиваются диаметром электродной проволоки, положением шва и уровнем автоматизации процесса по таблице 1.10.

Подп. и дата  
 Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

Таблица 1.10 – Ограничение сварного шва

Положение шва	Сила сварочного тока, А		
	Расчетная формула	Сварка	
		Механизированная	Автоматическая
«лодочка», нижнее	$I_C^{HA} \leq 180 \cdot d_{ЭП}^{1,5}$	60-150	60-1440
Вертикальное	$I_C^B \leq 135 \cdot d_{ЭП}^{1,5}$	$\leq 220$	-
Горизонтальное, потолочное	$I_C^{HP} \leq 135 \cdot d_{ЭП}^{1,5}$	$\leq 180$	-

Напряжение сварки  $U_c$ , (В) зависит в основном от сварочного тока, а также от диаметра и вылета электродной проволоки, пространственного положения шва и других факторов и определяется на основе эмпирической формулы:

$$U_c = 14 + 0,05I_c \quad (1.5)$$

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot 260A = 27B$$

Вылет электродной проволоки, мм:

$$l_B = 10 \cdot d_{ЭП} \pm 2 \cdot d_{ЭП} \quad (1.6)$$

$$l_B = 10 \cdot 1,2\text{мм} \pm 2 \cdot 1,2\text{мм} = 12 \pm 2,4\text{мм}$$

Скорость подачи электродной проволоки  $V_{пр}$ , м/ч рассчитывается по формуле:

$$V_{пр} = \frac{4 \cdot \alpha_p \cdot I_c}{\pi \cdot d_{ЭП}^2 \rho} \quad (1.7)$$

Где  $\alpha_p$  – коэффициент расплавления проволоки, г/А·ч;

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \frac{I_c}{d_{\text{ЭП}}} \quad (1.8)$$

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \frac{260\text{А}}{1,2\text{мм}} = 20,33 \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}}$$

$\rho$  – плотность металла сварочной проволоки,  $\text{г}/\text{см}^3$ ,  $7,85 \text{ г}/\text{см}^3$ .

$$V_{\text{пр}} = \frac{4 \cdot 20,33 \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}} \cdot 260\text{А}}{3,14 \cdot (0,12\text{см})^2 \cdot 7,85 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 59567,4 \frac{\text{см}}{\text{ч}} = 595,7 \approx 596 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$$

Расход защитного газа зависит от толщины металла и соответственно сварочного тока. Поэтому для расчета  $q_{\text{з.г}}$  предлагается эмпирическая зависимость[11]:

$$q_{\text{з.г}} = 3,33 \cdot 10^{-3} \cdot I_c^{0,75} \quad (1.9)$$

$$q_{\text{з.г}} = 3,33 \cdot 10^{-3} \cdot 260\text{А}^{0,75} = 0,22 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 13,2 \approx 13 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$$

Расчитанный режим сварки приведен в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Основные рассчитанные параметры режима сварки

Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи проволоки, м/ч	Вылет электродной проволоки, мм	Расход защитного газа, л/мин
1,2	260	27	29	596	12	13

Инв. № подл. Подп. и дата. Инв. № дубл. Инв. №. Взам. инв. №. Подп. и дата.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

## 1.8 Выбор основного сварочного оборудования, его технические характеристики

### *Сварочная головка АСГВ-4АРК*

Головка для аргонодуговой сварки плавящимся электродом с системой слежения за длиной дуги АСГВ-4АРК предназначена для автоматической аргонодуговой сварки плавящимся электродом изделий из конструкционных, нержавеющей, жаропрочных сталей и сплавов, непрерывно горящей и импульсной дугой постоянного и переменного тока с поперечными колебаниями электрода относительно стыка. Технические характеристики приведены в таблице 1.12.

Таблица 1.12 – Технические характеристики сварочной головки АСГВ-4АРК

Номинальный сварочный ток при ПВ = 60%, А	400
Номинальное напряжение питающей сети, В	380/220
Максимальная потребляемая мощность, кВт	19,5
Диаметр проволоки, мм	0,8-2
Установочные перемещения горелки, ручное и механизированное, мм	100
Угол наклона горелки в плоскости сварки, град.	± 90
Амплитуда колебаний горелки, мм	± 1-4
Частота колебаний горелки, колеб/сек	0,5-2,5
Используемый источник питания	ВСВУ-400
Габаритные размеры головки сварочной, мм	310 x 360 x 675
Масса, кг - головки сварочной	22

Головка АСГВ-4АРК комплектуется источником питания с крутопадающей ВАХ – ВСВУ-400.

### *Источник питания ВСВУ-400*

ВСВУ-400 предназначен для питания установок автоматической и ручной дуговой сварки плавящимся электродом сжатой, непрерывной и импульсной дугой жаропрочных, нержавеющей сталей и титановых сплавов в среде аргона, а также возможна сварка покрытыми электродами углеродистых сталей.

Технические характеристики ВСВУ-400 приведены в таблице 1.13.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Таблица 1.13 – Технические характеристики ВСВУ-400

Диапазоны регулирования сварочного тока при непрерывной и импульсной сварке, А	5-400
Диапазон регулирования дежурного тока, А	5 - 100
Диапазон регулирования длительности импульса и паузы, с.	0,04 - 2
Номинальный сварочный ток при ПВ= 60% (ВСВУ-250 ПВ=100%) и длительности цикла 60 мин, А	400
Номинальное рабочее напряжение, В	30
Потребляемая мощность, кВА	21
Номинальное напряжение трёхфазной питающей сети частотой 50 Гц, В	380
Напряжение холостого хода, В	100
Габаритные размеры, мм	920x590x800
Масса, кг	240

*Вращатель сварочный роликовый М-61071*

Вращатель сварочный роликовый М-61071 применяется для вращения цилиндрических изделий с заданной скоростью при автоматической сварке внутренних и наружных кольцевых швов, а также для установки изделий на сварочную скорость в положение, удобное для ручной и полуавтоматической сварки. Вращатель состоит из одной приводной и одной неприводной секций.

Секции устанавливаются на фундамент. Возможна поставка вращателя с установкой приводной и неприводной секций на стационарные подставки или рельсовые тележки. Настройка вращателя на заданный диаметр свариваемого изделия производится перемещением роликоопор на секциях с помощью винтовой передачи до совмещения стрелки на роликоопоре и соответствующим делением на линейке, кроме того, перемещение роликоопоры позволяет уменьшить или ликвидировать осевое перемещение свариваемого изделия.

Технические характеристики роликового вращателя М-61071 приведены в таблице 1.14 [12].

Таблица 1.14 – Технические характеристики роликового вращателя М-61071

Наименование параметра	Мод. М61071
Грузоподъемность, кг, наибольшая	20000
Крутящий момент на оси вращения приводных роликов, Н·м, не менее	2000
Диаметр роликов, мм, наружный	400±3
Скорость сварки, мм/мин	75-3768
Количество секций:	

Подп. и дата  
 Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----



Продолжение таблицы 1.14

Приводных	1
неприводных	1
Мощность электродвигателя привода вращения, кВт	2х1,5
Габариты секции, мм:	
Приводной	3530х860х820
неприводной	2690х530х570
Масса, кг	1310

*Сварочная колонна*

Технические характеристики сварочной колонны приведены в таблице 1.15.

Таблица 1.15 – Технические характеристики сварочной колонны

Диаметр свариваемого изделия, мм	1000-5500;
Вылет консоли, мм	250-4500;
Скорость перемещения каретки манипулятора, м/мин	0,63-2,5;
Скорость перемещения консоли манипулятора, м/мин	1-4,3;

*Инверторные источники для полуавтоматической сварки MIG/MAG*

Aurora PRO ULTIMATE 500 INDUSTRIAL (табл.1.16) – это максимально производительные инверторные источники для полуавтоматической сварки MIG/MAG, а также для полноценной сварки MMA во всем диапазоне. Имеется настраиваемый режим заварки кратера, продувка газом, 4-х тактный режим работы горелки, переключатель смены полярности и т.д. Данный аппарат относится к классу индустриальной техники, предназначенной для тяжелого промышленного использования. 100% режим работы на максимальных токах гарантирует стабильную работу сварочного поста при любой загруженности производства. В обычном режиме инвертор имеет отличный запас мощности [13].

Таблица 1.16 – Технические характеристики Aurora PRO ULTIMATE 500 INDUSTRIAL

Номинальное питающее напряжение, В	380 (± 15%), 3 Ф
Частота питающей сети, Гц	50
Пределы регулирования сварочного тока, А	80-500
Скорость подачи проволоки, м/мин	3-11

Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Продолжение таблицы 1.16

Диаметр проволоки, мм	1,0-1,6
Охлаждение	вентилятор
Потребляемая мощность, кВт	22
ПВ, %	100
Класс защиты	IP21
Габаритные размеры, ВхШхД, мм	670х320х640
Масса аппарата, кг	42,0

Комплектующая горелка Сварог TECHMS 500 с водяным охлаждением, рассчитанная на постоянный ток в 500 А при ПВ 60%. Диаметр проволоки – 1,0-1,6 мм.

### 1.9 Выбор вспомогательного и заготовительного оборудования

Поступившая в цех листовая сталь после разметки и внешнего осмотра поступает на резку. Резка осуществляется *станком термической резки "Сибирь ARM 2000х6000"* (рис.1.5). Технические характеристики станка термической резки:

- максимальная скорость перемещения по координатам - 20 000 мм/мин
- максимальная накопленная погрешность зубчатой рейки - 0,1 мм/м.
- точность позиционирования резака - 1 класс точности;
- высота перемещения оси Z – 150 мм.
- макс. толщина разрезаемого металла: в зависимости от источника плазмы (например, "Сибирь 105ПР ЧПУ" (105 А) до 35 мм., источник плазменной резки 200А до 75 мм.)
- макс. толщина разрезаемого металла газовым резаком: до 100 мм в автоматическом режиме (низкоуглеродистые стали)
- газы для резки газовым резаком - пропан, кислород
- максимальная нагрузка стола - 780 кг/м<sup>2</sup> (лист до 100 мм)
- рабочая температура окружающей среды - +10...+35 °С
- номинальное питающее напряжение - 220 В
- номинальная потребляемая мощность - 1 кВт
- шкаф управления - есть

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
ДП 44.03.04.606 ПЗ					34

- масса нетто, газоплазменный станок -2225 кг
- масса нетто, плазменный станок - 2200 кг
- габаритные размеры - 7000x3370x1290 мм



Рисунок 1.5 – Станок термической резки Сибирь ARM 2000x6000

Листовая сталь, поступающая в сборочно-сварочный цех, может иметь выпучины, бухтины, волнистость, возникающие в процессе ее прокатки и транспортировки, поэтому листовую сталь подвергают правке.

Правку осуществляют на станке для правки листовой заготовки в вальцах НРС 80/2000 (рис.1.6), технические характеристики которого приведены в таблице 1.17.

Таблица 1.17 – Технические характеристики НРС 80/2000

Технические характеристики	Значение		
	HRC 80/750	HRC 80/1250	HRC 80/2000
Модель	HRC 80/750	HRC 80/1250	HRC 80/2000
Толщина заготовок материала с пределом прочности до 400 Н/мм <sup>2</sup> (см. прилагаемую диаграмму)	0,8-20		
Ширина зоны правки, мм	750	1250	2000
Диаметр рабочих валков, мм	80		
Минимальная длина заготовок в направлении правки, мм	200		
Максимальная скорость подачи, м/мин	20		
Количество рабочих валков	19		
Установленная мощность кВт	81		
Вес, кг	30000	38000	47000

Подп. и дата  
 Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Продолжение таблицы 1.17

Электропитание В/Гц	400/50, 3 фазное
Отклонение питающего напряжения	+6/-10%



Рисунок 1.6 – Листоправильная машина HRC 80/2000

*Дробеструйный аппарат SCWB 2452*

После правки детали поступаю в дробеструйную камеру, где операторы вручную очищают поверхность листов и деталей от загрязнений, используя дробеструйный аппарат SCWB 2452 (рис.1.7).

Дробеструйный аппарат SCWB 2452 имеет пневматическое дистанционное управление позволяющее приостанавливать и продолжать процесс пескоструйной очистки.



Рисунок 1.7 – Дробеструйный аппарат SCWB 2452

Инва. № подл.	Подп. и дата
Инва. № дубл.	Взам. инв. №
Инва. № подл.	Подп. и дата
Инва. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Данная функция улучшает работу пескоструйщика, понижает потребление абразивного материала и повышает эффективность работы.

Технические характеристики:

- емкость бака – 200 л;
- дробеструйная обработка: 12 бар;
- абразив: все типичные сухие абразивы;
- Размеры: ШхВхД (мм) 800х1450х850;
- Масса: 160кг

В дальнейшем заготовки поступают на вальцовку. Процесс вальцовки деталей из листовых заготовок осуществляется на валковых машинах, в которых вальцевание происходит между тремя вращающимися валками, установленными в шахматном порядке.

Листогибочные гидравлические машины модели 3R HSS предназначены для гибки толстостенных строительных конструкций из листового металла толщиной 3-30 мм, и повсеместно используются для изготовления резервуаров высокого давления, бойлерных котлов, а также оборудования из нержавеющей стали для пищевой промышленности. Листогибы данной серии используются в серийном производстве.



Рисунок 1.8 – Машина листогибочная гидравлическая модели 3R HSS

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

После заготовительных операций заготовки поступают в сборочный цех. В сборочном цеху листы размещают для сборки и сварки продольных швов на постели и с помощью прижимов закрепляют. Дальнейшая сборка обечаек и днищ производится на сварочном роликовом стенде М61071 с помощью стяжки.

Технические характеристики листогиба приведены в таблице 1.18.

Таблица 1.18 – Технические характеристики 3R HSS

Наименование параметра	ИБ2222В
<i>Основные параметры машины</i>	
Наибольшая толщина изгибаемого листа при $\sigma_T = 250$ МПа (25 кгс/мм <sup>2</sup> ), мм	30
Наибольшая ширина изгибаемого листа, мм	4100
Максимальный угол при вершине конических обечаек, град	20
Скорость гибки, м/мин	1,5-5
Диаметр верхнего вала, мм	380
Диаметр боковых валков, мм	360
Мощность привода, кВт	30
<i>Габарит и масса машины</i>	
Габарит (длина x ширина x высота), мм	7000 x 2000x 1900
Масса, кг	21000

Перед сборкой деталей свариваемые кромки зачищают шлифовальной машинкой. Для перемещения, кантовки необходим кран грузоподъемностью 5т [14].

### 1.10 Выбор метода контроля качества сварных соединений

Для получения качественной конкурентоспособной продукции необходимо выполнять:

- предварительный контроль, то есть контроль исходных материалов;
- пооперационный контроль, на стадии которого проверяют правильность выполнения отдельных операций, а также соблюдение режимов сварки;
- контроль готовой продукции.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № инв.	Подп. и дата
Ине. № инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Технический уровень и состояние оборудования следует поддерживать в заданных пределах, соблюдая график технического обслуживания и требования соответствующих инструкций.

Качество подготовки и сборки заготовок под сварку проверяют внешним осмотром и замерами. Режимы сварки контролируют в первую очередь с целью соблюдения параметров процесса (тока, напряжения, скорости сварки и подачи проволоки) в установленных пределах.

От качества сварных соединений во многом зависит работоспособность конструкции, а, следовательно, и ее безопасность в процессе эксплуатации для окружающей среды и людей.

Контроль сварных соединений танка хранения производят следующими методами:

➤ Внешний осмотр и измерения по ГОСТ 3242-79. Внешний осмотр должен предшествовать любому другому методу контроля, поскольку позволяет самым дешевым и быстрым способом обнаружить наружные дефекты. Проверяют наличие трещин, подрезов, прожогов, свищей, натеков, непроваров, выходящих наружу.

➤ 2. Ультразвуковой контроль по ГОСТ 14782-86, который дает возможность определить не только наличие внутренних дефектов, но и их размеры, и глубину залегания.

По сравнению с другими методами неразрушающего контроля УЗК обладает важными преимуществами: высокой чувствительностью к наиболее опасным дефектам типа трещин и непроваров, большой производительностью, возможностью вести контроль непосредственно на рабочих местах без нарушения технологического процесса, низкой стоимостью контроля.

Ультразвуковые методы контроля позволяют получить информацию о дефектах, расположенных на значительной глубине в различных материалах, изделиях и сварных соединениях.

Основные стадии технологического процесса УЗ-контроля:

- 1) подготовка к контролю;

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

- 2) поиск дефектов;
- 3) измерение дефектов (размеры, форма и расположение);
- 4) оценка качества проконтролированного соединения.

УЗ-контроль следует вести после внешнего осмотра соединения. Внешние дефекты обычно устраняют до контроля.

Подготовка к УЗ-контролю в основном должна включать:

1. Выбор основных параметров контроля и параметров сканирования исходя из типоразмеров соединения, подлежащего контролю, и имеющейся нормативно-технической документации (НТД) на контроль.

2. Настройку дефектоскопа по контрольным образцам на заданные параметры.

3. Очистку поверхности сканирования от брызг металла, грязи, отслаивающейся окалины и т.п.

4. Нанесение контактирующего смазочного материала на поверхность сканирования (минеральные масла, глицерин, вода).

5. Обеспечение удобных условий для проведения контроля [15].

➤ Испытания на герметичность

Герметичность сварных швов внутреннего корпуса проверяют до установки теплоизоляции наливом воды без напора или воздухом под давлением 20 кПа (0,2 кг/см<sup>2</sup>) по ГОСТ 3242. При испытании емкости все входные отверстия, кроме входного патрубка, должны быть заглушены. Давление контролируется манометром класса точности 1,5 по ГОСТ 2405.

### 1.11 Технологический процесс сборки-сварки металлоконструкции

Технологический процесс сборки-сварки танка хранения ТХ-В10 представлен в таблице 1.19.

Таблица 1.19 – Технологическая карта сборки-сварки ТХ-В10

№п/п	Операции	Содержание операций и требования	Оборудование
1	2	3	4
1	Транспортировка, складирование		Кран-балка грузоподъемностью 5т, грузозахватные приспособления.

Подп. и дата  
 Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----



Продолжение таблицы 1.19

2	Входной контроль		Рулетка с диапазоном измерений от нуля до 2000мм, ценой деления 1,0мм ГОСТ 3455-90; штангенциркуль ШЦ-II-250-0.
3	Раскрой, снятие фаски, внешний осмотр	Листы деталей уложить на стол станка термической резки и с помощью заданной программы по чертежам осуществить раскрой листов. Снять фаски по требованиям технической документации. Осмотреть заготовки на наличие шлака и др. загрязнений, очистить ручным инструментом.	Станок термической резки "Сибирь ARM 2000x6000, металлическая щетка
4	Правка	После резки осуществить правку заготовок.	Листоправильный стан HRC 80/2000
5	Очистка	С участка правки детали отправляются в участок очистки от загрязнений, масел, жиров, грунтовок и др.	Дробеструйная камера, дробеструйный аппарат SCWB 2452
6	Сборка заготовок в карту для обечайки	После очистки на сборку поступают листы для обечайки, которые нужно собрать между собой. Сборка производится с применением полуавтоматической сварки в аргоне.	Прижимы, сварочный источник Aurora PRO ULTIMATE 500 INDUSTRIAL, ВСБУ-400
7	Сварка заготовок в карту для обечайки	После сборки производим сварку обратноступенчатым способом продольных сварочных швов обечайки. Сварочные материалы: проволока Св-04Х19Н19Т, диаметр 1,2 мм, защитный газ – аргон. Режимы сварки: $I_{св} = 230 \pm 5A$ , $U_d = 26 \pm 1B$ , $V_{п.п} = 480$ м/ч, $V_{св} = 30$ м/ч, расход газа – 15-17 л/мин.	Сварочный источник Aurora PRO ULTIMATE 500 INDUSTRIAL, ВСБУ-400
8	Вальцовка	После сборки заготовок, следует их вальцовка на участке гибки.	Машина листогибочная гидравлическая 3R HSS
9	Сборка обечайки	После вальцовки обечайка поступает на сборку. С помощью стяжек кромки обечайку отцентровывают, а с помощью струбцин стягивают.	Роликовый вращатель М-61071, сварочная колонна
10	Сварка обечайки (продольный шов)	После сборки продольный шов изделия сваривают автоматической сваркой в среде аргона проволокой 1,2мм Св-04Х19Н19Т. Режим сварки: $I_{св} = 260A$ , $U_d = 27B$ , $V_{п.п} = 596$ м/ч, $V_{св} = 29$ м/ч, расход газа – 13 л/мин. <i>Защита обратной стороны шва обеспечивается пленкой из стекловолокна. Лента из стекловолокна для подкладки на заднюю часть сварного шва является инновационной заменой</i>	Сварочная головка АСГВ-4АРК, ВСБУ-400

Ине. № подп	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Ине. № дубл.
Взам. инв. №	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04.606 ПЗ

Лист

41

Продолжение таблицы 1.19

		<i>традиционных методов продувки задней части сварного шва, которые обеспечивают защиту задней части сварного шва от окружающей среды и гарантируют высококачественную конечную обработку. Тем самым формируется обратная сторона шва.</i>	
11	Калибровка	Обечайку калибруют для обеспечения заданного диаметра	Машина листогибочная гидравлическая 3R HSS
12	Сборка обечайки и днищ	К обечайке пристыкуют днища и закрепляют струбцинами	Роликовый вращатель М-61071, струбцины
13	Сварка обечайки и днищ (кольцевой шов)	Затем сваривают обечайку и днища кольцевым швом автоматической сваркой в среде аргона проволокой 1,2мм Св-04Х19Н19Т. Режим сварки: $I_{св} = 260A$ , $U_{д} = 27В$ , $V_{п.п} = 596$ м/ч, $V_{св} = 29$ м/ч, расход газа – 13 л/мин. Формирование обратного шва и защита прилегающих поверхностей за счет ленты из стекловолокна.	Сварочная головка АСГВ-4АРК, ВСВУ-400
14	Сборка и сварка вспомогательных узлов	Окончательным этапом сборки и сварки является приварка вспомогательных узлов полуавтоматической сваркой в аргоне.	Сварочный источник Aurora PRO ULTIMATE 500 INDUSTRIAL, ВСВУ-400
15	Зачистка	Зачистка сварочных швов от возможных брызг, шлака и др. загрязнений.	Шлифовальная машинка
16	Пооперационный и выходной контроль изделия	После каждой операции сборки изделие подвергается внешнему осмотру и измерительному контролю на соответствие НТД. После сварки изделие подвергается визуально-измерительному 100% контролю и 100% ультразвуковому контролю	Дефектоскоп ультразвуковой, рулетка с диапазоном измерений от нуля до 2000мм, ценой деления 1,0мм ГОСТ 3455-90; штангенциркуль ШЦ-П-250-0.

Инв. № подл.	Подп. и дата
	Взам. инв. №
	Инв. № дубл.
	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04.606 ПЗ

Лист

42

## 2 Технико-экономическое обоснование проекта

В данной работе спроектирован технологический процесс сборки и сварки танка хранения молока ТХ-10В, изготавливаемого из стали AISI 304 с применением автоматической сварки в среде аргона проволокой Св-04Х19Н19.

По базовому варианту данный вид изделия сваривался ручной дуговой сваркой в среде аргона с присадкой.

Режим базовой технологии:

- диаметр вольфрамового электрода – 5 мм;
- диаметр присадочной проволоки – 4,0 мм;
- число проходов – 2;
- сварочный ток – 220А;
- напряжение – 12В;
- скорость сварки – 16 м/ч;
- расход аргона – 12 л/мин [16].

Проектируемая технология подразумевает замену ручной дуговой сварки автоматизированной сваркой плавящимся электродом в аргоне.

### 2.1 Определение капиталобразующих инвестиций

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

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

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

Где  $t_{осн}$  – основное время, ч;

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

$t_{в}$  – вспомогательное время, ч;

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

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

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

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

$$t_{\text{осн}} = \frac{L_{\text{ш}}}{V_{\text{с}}} \quad (2.2)$$

Где  $L_{\text{ш}}$  – длина сварных швов, м;

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

Общая длина сварных швов по чертежу 44.03.04.606-01 СБ для сварных швов №1 и 2 (С17, С2) равна 40,2 м.

$$t_{\text{осн}} = \frac{40,2\text{м}}{16\frac{\text{м}}{\text{ч}}} = 2,51\text{ч (базовая технология)}$$

$$t_{\text{осн}} = \frac{40,2\text{м}}{28,98\frac{\text{м}}{\text{ч}}} = 1,39\text{ч (проектируемая технология)}$$

Подготовительно-заключительное время ( $t_{\text{пз}}$ ) включает в себя такие операции как получение производственного задания, инструктаж, получение и сдача инструмента, осмотр и подготовка оборудования к работе и т.д. При его определении общий норматив времени  $t_{\text{пз}}$  делится на количество деталей, выпущенных в смену. Примем 10% от  $t_{\text{осн}}$ .

$$t_{\text{пз}} = 0,251\text{ ч (базовая технология)}$$

$$t_{\text{пз}} = 0,139\text{ ч (проектируемая технология)}$$

Вспомогательное время ( $t_{\text{в}}$ ) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой  $t_{\text{з}}$  или смену электрода (ручная сварка), осмотр и

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

очистку свариваемых кромок  $t_{кр}$ , очистку швов от шлака и брызг  $t_{бр}$ , клеймение швов  $t_{кл}$ , установку и поворот изделия, его закрепление  $t_{уст}$ :

$$t_{в} = t_{э} + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (2.3)$$

Где  $t_{э}$  – время на заправку кассеты с электродной проволокой  $t_э$  или смену электрода (ручная сварка), ч;

$t_{кр}$  – время на осмотр и очистку свариваемых кромок, ч;

$t_{бр}$  – время на очистку швов от шлака и брызг, ч;

$t_{уст}$  – время на установку и поворот изделия, его закрепление, ч;

$t_{кл}$  – время клеймение швов, ч.

При полуавтоматической и автоматической сварке во вспомогательное время входит время на заправку кассеты с электродной проволоки. Это время можно принять равным  $t_э = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ ч}$  (проектируемая технология).

Для ручной дуговой сварки время смену электрода (присадочного прутка) рассчитывается по формуле:

$$t_э = t_{э,0} \cdot N \quad (2.4)$$

Где  $t_{э,0}$  – время на смену одного присадочного прутка, 0,11 мин [17];

$N$  – количество электродов необходимое на 1 пог.м.

$$N = \frac{F_{н} \cdot \gamma}{g \cdot \beta} \quad (2.5)$$

Где  $F_{н}$  – площадь поперечного сечения шва длиной 1м,  $0,35 \text{ см}^3$ ;

$\gamma$  – плотность металла прутка,  $7,85 \text{ г/см}^3$ ;

$g$  – вес одного присадочного прутка, 10 г;

$\beta$  – коэффициент перехода металла электрода в шов,  $\approx 1$ .

Инва. № подл.	Подп. и дата
Инва. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инва. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

$$N = \frac{35 \text{ см}^3 \cdot 7,85 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}}{10\text{г} \cdot 1} = 27,5 \approx 28 \text{ шт}$$

$$t_3 = 0,11 \text{ мин} \cdot 28 \text{ шт} \cdot 40,2 = 123,82 \text{ мин} = 2,06 \text{ ч (базовая технология)}$$

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

$$t_{кр} = t_{бр} = L_{ш} \cdot (0,6 + 1,2(n_c - 1)) \quad (2.6)$$

Где  $n_c$  – количество слоев за несколько проходов.

$$t_{кр} = 40,2\text{м} \cdot (0,6 + 1,2) = 72,36 \text{ мин} = 1,21 \text{ ч (базовая технология)}$$

$$t_{кр} = 40,2\text{м} \cdot 0,6 = 24,12 \text{ мин} = 0,4 \text{ ч (проектируемая технология)}$$

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

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

Таблица 2.1 –Время на установку, повороты и снятие изделий с помощью крана [17]

Элементы работы	Вес изделия в кг						
	120	200	300	500	800	1200	3000
	Время, мин						
Поднести и уложить	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,8	3,7
Снять	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	2,7	3,5
Повернуть	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,8	3,7

Поворот изделия не осуществляется, так как сварка кольцевого шва автоматизирована, а сварка на постели не требует кантовки изделия.

Подп. и дата  
 Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Наибольшая масса заготовок – 488,05 кг. Для стыковки необходимо две заготовки. Поэтому время  $t_{уст}=4,7$  мин на одну заготовку.

Всего заготовок 12 шт.

$$t_{уст} = 12 \cdot 4,7 \text{ мин} = 56,4 \text{ мин} = 0,94 \text{ ч}$$

$$t_B = 2,06 \text{ ч} + 1,21 \text{ ч} + 1,21 \text{ ч} + 0,94 \text{ ч} + 0,0035 \text{ ч} = 5,42 \text{ ч (базовая технология)}$$

$$t_B = 0,083 \text{ ч} + 0,4 \text{ ч} + 0,4 \text{ ч} + 0,94 \text{ ч} + 0,0035 \text{ ч} = 1,83 \text{ ч (проектируемая технология)}$$

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

$$t_{обс} = (0,06 \dots 0,08) \cdot t_{осн} \quad (2.7)$$

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 2,51 \text{ ч} = 0,18 \text{ ч (базовая технология)}$$

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 1,39 \text{ ч} = 0,097 \text{ ч (проектируемая технология)}$$

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

$$t_{п} = 0,07 \cdot t_{осн} \quad (2.8)$$

$$t_{п} = 0,07 \cdot 2,51 = 0,18 \text{ ч (базовая технология)}$$

$$t_{п} = 0,07 \cdot 1,39 \text{ ч} = 0,097 \text{ ч (проектируемая технология)}$$

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.606 ПЗ	Лист 47

Общее время  $T_{шт}$  равно:

$$T_{шт} = 2,51 + 0,251 + 5,42 + 0,18 + 0,18 = 8,541 \text{ ч (базовая технология)}$$

$$T_{шт} = 1,39 + 0,139 + 1,83 + 0,097 + 0,097 \\ = 3,553 \text{ ч (проектируемая технология)}$$

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

$$T_{произв.пр} = T_{шт} \cdot N \quad (2.9)$$

Где  $N$  – годовая программа, равная 1000 шт.

$$T_{произв.пр} = 8,541 \cdot 1000 = 8541 \text{ ч (базовая технология)}$$

$$T_{произв.пр} = 3,553 \cdot 1000 = 3553 \text{ ч (проектируемая технология)}$$

### 2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузка

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.

Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса  $C_p$ , по формуле:

$$C_p = \frac{T_{произв.пр}}{\Phi_d \cdot K_n} \quad (2.10)$$

Где  $\Phi_d$  – действительный фонд времени работы оборудования, 1914 ч;

$K_n$  – коэффициент выполнения норм, 1,1-1,2.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----



$$C_p = \frac{8541\text{ч}}{1914\text{ч} \cdot 1,1} = 4,06 \approx 5 \text{ шт (базовая технология)}$$

$$C_p = \frac{3553\text{ч}}{1914\text{ч} \cdot 1,1} = 1,7 \approx 2 \text{ шт (проектируемая технология)}$$

Расчёт коэффициента загрузки оборудования  $K_3$  производим по формуле:

$$K_3 = \frac{C_p}{C_n} \quad (2.11)$$

Где  $C_p$  – расчетное количество оборудования;

$C_n$  – принятое количество оборудования.

$$K_3 = \frac{4,06}{5} = 0,812 \text{ (базовая технология)}$$

$$K_3 = \frac{1,7}{2} = 0,85 \text{ (проектируемая технология)}$$

### 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 2.2.

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

$$K_{об} = C_{об} \cdot (1 + K_{тз}) \quad (2.12)$$

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Где  $C_{об}$  – цена приобретения единицы оборудования, руб;

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

Таблица 2.2 – Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Годовая производственная программа выпуска	Шт.	1000	1000
Сварочный источник Aurora PRO ULTIMATE 500 INDUSTRIAL cBCBY-400	Руб./шт	118745/96785	-
Вращатель	Руб./шт	1100000	-
Центратор	Руб./шт	785000	-
Головка АСГВ-4АРК	Руб./шт	-	164000
Роликовый вращатель М-61071	Руб./шт	-	709101
Колонна сварочная	Руб./шт	-	2308098
Сталь AISI 304, $C_{к.м}$	Руб./ т	97497	97497
Сварочная проволока Св-04Х19Н19, Ø 1,2 мм	Руб./кг	-	448
Сварочный пруток Св-04Х19Н19, Ø 1,2 мм	Руб./кг	660	-
Защитный газ, аргон	Руб./л	17,5	17,5
Расход защитного газа	л/мин	12	13
Тариф на электроэнергию	руб./кВт-час	3,16	3,16
Длина сварного шва	м	40,2	40,2
Положение шва		Нижнее	Нижнее
Условия выполнения работы		стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	4	5
Тарифная ставка, $T_{ст}$	руб.	205	218
Масса конструкции	т	1,5	1,5

$$K_{об} = 2100530 \text{ руб} \cdot (1 + 0,12) = 2352593,6 \text{ руб (базовая технология)}$$

$$K_{об} = 3181199 \text{ руб} \cdot (1 + 0,12) = 3562942,88 \text{ руб (проектируемая технология)}$$

Капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ ( $K_{об}$ , руб. ) определяется по формуле:

Подп. и дата  
 Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

$$K_{об.г} = \sum K_{об} \cdot C_{п} \quad (2.13)$$

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

$C_{п}$  – принятое количество оборудования, шт;

$$K_{об.г} = 2352593,6 \cdot 5 = 11762968 \text{руб (базовая технология)}$$

$$K_{об.г} = 3562942,88 \cdot 2 = 7125885,76 \text{руб (проектируемая технология)}$$

Расчитанные данные заносим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Оптовая цена единицы оборудования, руб.:	118745	-
	96785	-
	1100000	164000
	785000	709101
	-	2308098
Сумма	2100530	3181199
Количество единиц оборудования, шт.	5	2
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	2352593,6	3562942,88
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	11762968	7125885,76

## 2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций

### 2.2.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкций

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

$$C_{т} = MЗ + З_{э} + З_{пр} \quad (2.14)$$

Инв. № подл. Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Где МЗ – затраты на все виды материалов, основных, комплектующих и полуфабрикатов;

$Z_3$  – затраты на технологическую электроэнергию (топливо);

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

Материальные затраты (МЗ, руб.) рассчитываются по формуле:

$$MЗ = C_{o.m} + C_{\text{эн}} + C_{\text{др}} \quad (2.15)$$

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

$C_{\text{эн}}$  – стоимость электроэнергии при выполнении технологической операции сварки металлоизделия, руб.;

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

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

$$C_{o.m} = (C_{k.m} + C_{\text{св.пр}} + C_{\text{г}}) \cdot K_{\text{тр}} \quad (2.16)$$

Где  $C_{k.m}$  – стоимость конструкционного материала, руб.;

$C_{\text{св.пр}}$  – стоимость электродной проволоки (электродов, прутков), руб.;

$C_{\text{г}}$  – стоимость защитного газа, руб.;

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

$$C_{k.m} = C_{\text{к.м}} \cdot m_{\text{к}} \quad (2.17)$$

Где  $C_{\text{к.м}}$  - цена на основной материал, руб./т;

$m_{\text{к}}$  – масса конструкции, т.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

$$C_{к.м} = 97497 \frac{\text{руб}}{\text{т}} \cdot 1,5\text{т} = 146245,5\text{руб}$$

Расчет затрат на электродную проволоку  $C_{св.пр}$  производим по формуле:

$$C_{св.пр} = M_{н.м} \cdot \psi \cdot C_{с.п} \cdot K_{тр} \quad (2.18)$$

Где  $M_{н.м}$  – масса наплавленного металла, кг;

$\psi$  – коэффициент разбрызгивания, для сварки в аргоне примем 1.

$C_{с.п}$  – цена на сварочную проволоку, руб/кг.

$$M_{н.м} = F_{н} \cdot \gamma \cdot L_{ш} \quad (2.19)$$

$$M_{н.м} = 0,35\text{см}^2 \cdot 4020\text{см} \cdot 7,85 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 11044,95 \text{ г} = 11,045 \text{ кг}$$

$$C_{св.пр} = 11,045\text{кг} \cdot 660 \frac{\text{руб}}{\text{кг}} \cdot 1,06 = 7727,08 \text{ руб (базовая технология)}$$

$$C_{св.пр} = 11,045\text{кг} \cdot 448 \frac{\text{руб.}}{\text{кг}} \cdot 1,06$$

$$= 5245,05 \text{ руб (проектируемая технология)}$$

Расчет стоимости газа:

$$C_{г} = t_{осн} \cdot q_{зг} \cdot C_{зг} \cdot k_p \cdot K_{тр} \quad (2.20)$$

Где  $q_{зг}$  – расход защитного газа, л/мин;

$C_{зг}$  – цена газа, руб/л;

$k_p$  – коэффициент расхода газа, 1,1.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

$$C_r = 150,6_{\text{мин}} \cdot 12 \frac{\text{л}}{\text{мин}} \cdot 17,5 \frac{\text{руб}}{\text{л}} \cdot 1,1 \cdot 1,06 =$$

$$= 36875,92 \text{ руб (базовая технология)}$$

$$C_r = 83,4_{\text{мин}} \cdot 13 \frac{\text{л}}{\text{мин}} \cdot 17,5 \frac{\text{руб}}{\text{л}} \cdot 1,1 \cdot 1,06 =$$

$$= 22123,1 \text{ руб (проектируемая технология)}$$

$$C_{o,m} = 146245,5 \text{ руб} + 7727,08 \text{ руб} + 36875,92 \text{ руб} =$$

$$= 190848,5 \text{ руб (базовая технология)}$$

$$C_{o,m} = 146245,5 \text{ руб} + 5245,05 \text{ руб} + 22123,1 \text{ руб} =$$

$$= 173613,65 \text{ руб (проектируемая технология)}$$

Затраты на электроэнергию,  $Z_3$ , расходуемую на выполнение технологической операции сварки металлоизделия, рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{\text{эН}} = \alpha_3 \cdot W \cdot C_3 \quad (2.21)$$

Где  $\alpha_3$  – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, 5-8 кВт·ч/кг;

$W$  – расход электроэнергии, кВт·ч;

$C_3$  – стоимость электроэнергии, руб/кВт·ч.

$$W = \frac{U_c \cdot I_c}{\eta \cdot 1000} \cdot t_{\text{осн}} + W_0 \cdot (T - t_{\text{осн}}) \quad (2.22)$$

Где  $\eta$  – КПД источника питания, 0,7;

$W_0$  – мощность источника питания, работающего на холостом ходу, 3,0 кВт;

$T$  – полное время сварки, ч.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

$$T = \frac{t_{\text{осн}}}{K_{\text{п}}} \quad (2.23)$$

Где  $K_{\text{п}}$  – коэффициент использования сварочного поста, 0,6.

$$T = \frac{2,51\text{ч}}{0,6} = 4,2\text{ч (базовая технология)}$$

$$T = \frac{1,39\text{ч}}{0,6} = 2,3\text{ч (проектируемая технология)}$$

$$W = \frac{12\text{В} \cdot 220\text{А}}{0,7 \cdot 1000} \cdot 2,51\text{ч} + 3,0\text{кВт} \cdot (4,2\text{ч} - 2,51\text{ч}) =$$

$$= 14,5\text{кВт} \cdot \text{ч (базовая технология)}$$

$$W = \frac{27\text{В} \cdot 260\text{А}}{0,7 \cdot 1000} \cdot 1,39\text{ч} + 3,0\text{кВт} \cdot (2,3\text{ч} - 1,39\text{ч}) =$$

$$= 16,7\text{кВт} \cdot \text{ч (проектируемая технология)}$$

$$C_{\text{эН}} = 14,5\text{кВт} \cdot \text{ч} \cdot 6 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{кг}} \cdot 3,16 \frac{\text{руб.} \cdot \text{ч}}{\text{кВт}} = 274,92 \text{ руб (базовая технология)}$$

$$C_{\text{эН}} = 16,7\text{кВт} \cdot \text{ч} \cdot 6 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{кг}} \cdot 3,16 \frac{\text{руб.} \cdot \text{ч}}{\text{кВт}} =$$

$$= 316,63 \text{ руб (проектируемая технология)}$$

$$M3 = 190848,5 + 274,92 = 191123,42 \text{ руб (базовая технология)}$$

$$M3 = 173613,65 + 316,63 = 173930,28 \text{ руб (проектируемая технология)}$$

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

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

$$\chi_{ор} = \frac{T_{произв.пр}}{\Phi_{др} \cdot K_v} \quad (2.24)$$

Где  $T_{произв.пр}$  – трудоемкость производственной программы, час;

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

$K_v$  – коэффициент выполнения норм выработки (1,1... 1,3).

$$\chi_{ор} = \frac{8541ч}{1870ч \cdot 1,2} = 3,8 \approx 4 \text{ чел (базовая технология)}$$

$$\chi_{ор} = \frac{3553ч}{1870ч \cdot 1,2} = 1,6 \approx 2 \text{ чел (проектируемая технология)}$$

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

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

$$Z_{пр} = Z_{П_0} + Z_{П_д} \quad (2.25)$$

Где  $Z_{П_0}$  – основная заработная плата, руб;

$Z_{П_д}$  – дополнительная заработная плата, руб.

Основная заработная плата производственных рабочих ( $Z_{П_0}$ ) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле:

$$Z_{П_0} = P_{сд} \cdot K_{пд} \cdot K_d \cdot K_{сс} + D_{вр} \quad (2.26)$$

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----



Где  $P_{сд}$  – суммарная сдельная расценка за единицу изделия, руб;

$K_{пд}$  – коэффициент премирования,  $K_{пр} = 1,5$ ;

$K_d$  – коэффициент, определяющий размер дополнительной заработной платы,  $K_d = 1,2$ ;

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

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

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

$$P_{сд} = \frac{T_{ст} \cdot T_{шт.к}}{60} \quad (2.27)$$

Где  $T_{ст}$  – тарифная ставка, руб./час.

Тарифная ставка зависит от квалификации сварщика:  $T_{ст}$  сварщика ручной дуговой сварки – 205 руб./час,  $T_{ст}$  сварщика автоматической сварки – 218 руб./час.

$$P_{сд} = 8,541ч \cdot 205 \frac{\text{руб}}{\text{ч}} = 1750,91 \text{ руб (базовая технология)}$$

$$P_{сд} = 3,553ч \cdot 218 \frac{\text{руб}}{\text{ч}} = 774,55 \text{ руб (проектируемая технология)}$$

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле:

$$D_{вр} = \frac{T_{ст} \cdot T_{шт} \cdot (0,1 \dots 0,31)}{100 \cdot 60} \quad (2.28)$$

$$D_{вр} = \frac{205 \frac{\text{руб}}{\text{ч}} \cdot 8,541ч \cdot 0,2}{100} = 3,5 \text{ руб (базовая технология)}$$

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

$$D_{вр} = \frac{218 \frac{\text{руб}}{\text{ч}} \cdot 3,553 \text{ч} \cdot 0,2}{100} = 1,55 \text{ руб (проектируемая технология)}$$

$$\begin{aligned} ЗП_0 &= 1750,91 \text{ руб} \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 + 3,5 \text{ руб} \\ &= 4100,63 \text{ руб (базовая технология)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ЗП_0 &= 774,55 \text{ руб} \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 + 1,55 \text{ руб} = \\ &= 1814 \text{ руб (проектируемая технология)} \end{aligned}$$

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:

$$ЗП_д = K_д \cdot ЗП_0 \cdot K_{cc} \quad (2.29)$$

Где  $K_д$  – коэффициент дополнительной заработной платы,  $K_д = 1,13$ .

$$ЗП_д = 1,13 \cdot 4100,63 \text{ руб} \cdot 1,3 = 6023,83 \text{ руб (базовая технология)}$$

$$ЗП_д = 1,13 \cdot 1814 \text{ руб} \cdot 1,3 = 2664,77 \text{ руб (проектируемая технология)}$$

$$З_{пр} = 4100,63 \text{ руб} + 6023,83 \text{ руб} = 10124,46 \text{ руб (базовая технология)}$$

$$З_{пр} = 1814 \text{ руб} + 2664,77 \text{ руб} = 4478,77 \text{ руб (проектируемая технология)}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости  $C_T$  изго-

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Инв. № подл.	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.606 ПЗ	

товления одной единицы и годового объема выпуска металлоконструкций (N=1000 шт) в таблицу 2.4.

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

Статьи затрат	Базовый вариант		Проектный вариант	
	1 шт	1000 шт	1 шт	1000 шт
Затраты на основные материалы, МЗ, руб.	191123,42	191123420	173930,28	173930280
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{эн}$ , руб.	274,92	274920	316,63	316630
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $Z_{пр}$ , руб.	10124,46	10124460	4478,77	4478770
Технологическая себестоимость, $C_T$ , руб.	201522,8	201522800	178725,68	178725680

### 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:

$$C_{пр} = C_T + P_{пр} + P_{хоз} \quad (2.30)$$

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:

- амортизационные отчисления технологического оборудования, установленного в цехе;
- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования;

Инв. № подл. Подп. и дата. Инв. № дубл. Подп. и дата. Взам. инв. №. Подп. и дата.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

- расходы на оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов;
- расходы на охрану труда работников и др.

$$P_{\text{пр}} = C_a + C_p + P_{\text{пр}}^* \quad (2.31)$$

Где  $C_a$  – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$C_p$  – на ремонт и техническое обслуживание оборудования, руб.;

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

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

$$C_a = \frac{K_{\text{об}} \cdot N_a \cdot n_o \cdot T_{\text{шт.к}}}{100 \cdot \Phi_d \cdot K_b} \cdot K_o \quad (2.32)$$

Где  $K_{\text{об}}$  – балансовая стоимость единицы оборудования, руб.;

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

$n_o$  – количество оборудования, шт.;

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

$K_b$  – коэффициент, учитывающий выполнение норм времени,  $K_b = 1,1$ ;

$K_o$  – коэффициент загрузки оборудования,  $K_o = 0,9$ .

$$C_a = \frac{2352593,6 \text{ руб} \cdot 14,7 \cdot 5 \cdot 8,541 \text{ч}}{100 \cdot 1914 \text{ч} \cdot 1,1} \cdot 0,9 =$$

$$= 6313,22 \text{ руб (базовая технология)}$$

Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

$$C_a = \frac{3562942,88 \text{ руб} \cdot 14,7 \cdot 2 \cdot 3,553 \text{ч}}{100 \cdot 1914 \text{ч} \cdot 1,1} \cdot 0,9 =$$

$$= 1590,96 \text{ руб (проектируемая технология)}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования рассчитываем по формуле:

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot Д}{100} \quad (2.33)$$

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

$Д$  – принимается равным 3%.

$$C_p = \frac{11762968 \cdot 3}{100} = 352889,04 \text{ руб (базовая технология)}$$

$$C_p = \frac{7125885,76 \cdot 3}{100} = 213776,57 \text{ руб (проектируемая технология)}$$

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

$$P_{пр}^* = \frac{\%P_{пр} \cdot ЗП_о}{100} \quad (2.34)$$

Где  $ЗП_о$  – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

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

$$P_{пр}^* = \frac{10 \cdot 10124,46}{100} = 1012,45 \text{ руб (базовая технология)}$$

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

$$P_{\text{пр}}^* = \frac{10 \cdot 4478,77}{100} = 447,88 \text{ руб (проектируемая технология)}$$

$$P_{\text{пр}} = 6313,22 \text{ руб} + 352,89 \text{ руб} + 1012,45 \text{ руб} = \\ = 7679,56 \text{ руб (базовая технология)}$$

$$P_{\text{пр}} = 1590,96 \text{ руб} + 213,78 \text{ руб} + 447,88 \text{ руб} = \\ = 2252,62 \text{ руб (проектируемая технология)}$$

Расчет общехозяйственных расходов. В статью «Общехозяйственные расходы» ( $P_{\text{хоз}}$ , руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация зданий и сооружений общезаводского назначения; расходы на содержание зданий и сооружений общезаводского назначения (ремонт и расходы по эксплуатации, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, прочие расходы по содержанию и охране, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний и т.д.). Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле:

$$P_{\text{хоз}} = \frac{\%P_{\text{хоз}} \cdot ЗП_0}{100} \quad (2.35)$$

Где  $\%P_{\text{хоз}}$  – процент общехозяйственных расходов,  $\%$ .  $\% P_{\text{хоз}} = 25$ .

$$P_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 10124,46}{100} = 2531,12 \text{ руб (базовая технология)}$$

$$P_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 4478,77}{100} = 1119,69 \text{ руб (проектируемая технология)}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Инв. № инв.	Лист	62
ДП 44.03.04.606 ПЗ							

$$C_{\text{пр}} = 201522,8 + 7679,56 + 2531,12 =$$

$$= 211733,48 \text{ руб (базовая технология)}$$

$$C_{\text{пр}} = 178725,68 + 2252,62 + 1119,69 =$$

$$= 182097,99 \text{ руб (проектируемая технология)}$$

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

$$C_{\text{п}} = C_{\text{пр}} + P_{\text{к}} \quad (2.36)$$

Где  $P_{\text{к}}$  – коммерческие расходы, руб.

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

$$P_{\text{к}} = \frac{\%P_{\text{к}} \cdot C_{\text{пр}}}{100} \quad (2.37)$$

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

$$P_{\text{к}} = \frac{0,2 \cdot 211733,48 \text{ руб}}{100} = 423,47 \text{ руб (базовая технология)}$$

$$P_{\text{к}} = \frac{0,2 \cdot 182097,99 \text{ руб}}{100} = 364,2 \text{ руб (проектируемая технология)}$$

$$C_{\text{п}} = 211733,48 \text{ руб} + 423,47 \text{ руб} = 212156,95 \text{ руб (базовая технология)}$$

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

$$C_{\Pi} = 182097,99 \text{руб} + 364,2 \text{руб} =$$

$$= 182462,19 \text{руб (проектируемая технология)}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Значение, руб.				Отклонения, руб.	
	Базовый вариант		Проектируемый вариант		1 шт	1000 шт
	1 шт	1000 шт	1 шт	1000 шт		
1. Материальные затраты, МЗ:	191123,42	191123420	173930,28	173930280	-17193,14	-17193140
2. Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, $Z_{\text{пр}}$	10124,46	10124460	4478,77	4478770	-5645,69	-5645690
3. Технологическая себестоимость $C_{\text{т}}$ , руб.	201522,8	201522800	178725,68	178725680	-22797,12	-22797120
4. Общепроизводственные расходы, $P_{\text{пр}}$	7679,56	7679560	2252,62	2252620	-5426,94	-5426940
5. Общехозяйственные расходы, $P_{\text{хоз}}$	2531,12	2531120	1119,69	1119690	-1411,43	-1411130
6. Производственная себестоимость, $C_{\text{пр}}$	211733,48	211733480	182097,99	182097990	-29635,49	-29635490
7. Коммерческие расходы, $P_{\text{к}}$	423,47	423470	364,2	364200	-59,27	-59270
8. Полная себестоимость, $C_{\Pi}$	212156,95	212156950	182462,19	182462190	-29694,76	-29694760

### 2.2.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности

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

Инд. № подл. Подп. и дата Инв. № инв. № Взам. инв. № Подп. и дата Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----



Годовой выпуск продукции (емкость для хранения молока) составляет 500 шт.

Годовая экономия ( - ) или превышение (+) по технологической себестоимости,  $\Delta C$  рассчитывается по формуле:

$$\Delta C = (C_{T1} - C_{T2}) \cdot N \quad (2.38)$$

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.

$$\Delta C = (201522,8 - 178725,68) \cdot 1000 = 22797120 \text{ руб}$$

Технологическая себестоимость в проектируемом варианте ниже за счет уменьшения времени сварки и сборки изделия, а значит и уменьшение занятости оборудования и его конечной технологической стоимости.

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

Расчет прибыли от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам,  $\Pi$ , руб. рассчитываем по формуле:

$$\Pi = B - C_{\Pi} \quad (2.39)$$

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

$$B = \Pi \cdot N \quad (2.40)$$

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

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

$$Ц = C_{\Pi} \cdot K_p \quad (2.41)$$

$$Ц = 212156,95 \cdot 1,3 = 275804,04 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$Ц = 182462,19 \cdot 1,5 = 273693,29 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

Отпускная цена рассчитана на годовой объем выпуска металлоизделий и равна выручке от реализации.

$$\Pi = 275804040 \text{ руб} - 212156950 \text{ руб} = 63647090 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$\begin{aligned} \Pi &= 273693290 \text{ руб} - 182462190 \text{ руб} = \\ &= 91231100 \text{ руб (проектируемый вариант)} \end{aligned}$$

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

$$\Delta\Pi = \Pi_2 - \Pi_1 \quad (2.42)$$

Где  $\Pi_1, \Pi_2$  – прибыль соответственно в базовом и проектируемом вариантах.

$$\Delta\Pi = 91231100 - 63647090 = 27584010 \text{ руб}$$

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04.606 ПЗ

Лист

66

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций,  $N_{кр}$ )

Если вопрос о программе выпуска изделий при постановке задачи обоснования варианта технологии не решается однозначно, то необходимо определить границу экономической целесообразности вариантов. Для этого определяется критическая программа ( $N_{кр}$ ) - это годовая программа выпуска изделий, при которой варианты экономически равноценны.

Для определения этого значения в общей величине затрат за расчетный период выделяют переменные, т.е. зависящие от объема производства продукции (оказанных услуг) затраты -  $C_{пер.}$  ( $C_{пер.} = N \cdot C_T$ ) и постоянные, независимые от количества произведенной продукции (реализованных товаров) и от того, растет или падает объем операций, -  $C_{пост.}$  (общепроизводственные и общехозяйственные, коммерческие расходы).

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

$$N_{кр} = \frac{C_{пост}}{Ц - C_{пер}} \quad (2.43)$$

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

$Ц$  – отпускная цена металлоконструкции, руб./изделие;

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

$$C_{ед.} = 275804,04 \text{ руб/изд (базовый вариант)}$$

$$C_{ед.} = 273693,29 \text{ руб/изд (проектируемый вариант)}$$

Ине. № подл.	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

$$N_{кр} = \frac{212156950 - 201522800}{275804,04 - 201522,8} = 144 \text{ шт (базовый вариант)}$$

$$N_{кр} = \frac{182462190 - 178725680}{273693,29 - 178725,68} = 40 \text{ шт (проектируемый вариант)}$$

Расчет рентабельности продукции, R,%, производим по формуле:

$$R = \frac{\Pi}{C_{п}} \quad (2.44)$$

$$R = \frac{63647090}{212156950} \cdot 100\% = 30\% \text{ (базовый вариант)}$$

$$R = \frac{91231100}{182462190} \cdot 100\% = 50\% \text{ (проектируемый вариант)}$$

Расчет производительности труда (выработки в расчете на 1 производственного рабочего, руб./чел.),  $\Pi_{тр}$ :

$$\Pi_{тр} = \frac{B}{\text{Ч}_{ор}} \quad (2.45)$$

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

$$\Pi_{тр} = \frac{275804040 \text{ руб}}{4 \text{ чел}} = 68951010 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$\Pi_{тр} = \frac{273693290 \text{ руб}}{2 \text{ чел}} = 136846645 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

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

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

$$T_{ок} = \frac{\Delta K_{д}}{\Delta П} \quad (2.46)$$

Где  $\Delta K_{д}$  – дополнительные капитальные вложения, руб.;

$\Delta П$  – изменение (прирост, уменьшение) прибыли в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым, руб.[18].

$$T_{ок} = \frac{7125885,76}{27584010} = 0,26 \text{ года}$$

Результаты расчетов показателей экономической эффективности для годового выпуска продукции оформляются в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 – Техничко-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	Годовой выпуск продукции, N	шт.	1000	1000	
2	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	275804040	273693290	-2110750
3	Капитальные вложения, К	руб.	11762968	7125885,76	7125885,76
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, С <sub>т</sub>	руб.	201522800	178725680	-22797120
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, С <sub>п</sub>	руб.	212156950	182462190	-29694760
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	63647090	91231100	27584010
7	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	4	2	-2
8	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), П <sub>тр</sub>	тыс.руб./чел.	68951,01	136846,65	67895,64
9	Рентабельность продукции, R	%	30	50	20
10	Срок окупаемости капитальных вложений (T <sub>ок</sub> )	лет	-	0,26	
11	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	144	40	-104

Инв. № подл.      Подп. и дата  
 Инв. № инв.      Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.      Подп. и дата  
 Инв. № подл.      Подп. и дата

Вывод: предложенный в проекте технологический способ сварки емкости для хранения молока эффективен за счет повышения качества и долговечности сварных соединений конструкции.

Внедренная технология позволяет сократить критический объем выпуска продукции, количество задействованного оборудования и количество рабочих. Это обусловлено сокращением технологического времени изготовления продукции за счет внедрения автоматизированных технологий.

Инв. № подл	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
	Подп. и дата						
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.606 ПЗ		
					70		

### 3 Методический раздел

В технологической части разработанного дипломного проекта разработана технология сборки и сварки емкости ТХ-10В для хранения молока. В процессе разработки предложена замена ручной электродуговой сварки неплавящимся электродом обечаек и днища емкости на автоматическую электродуговую сварку плавящимся электродом в среде аргона. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное, что позволяет увеличить производительность и качество сварки. Реализация разработанной технологии предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт предложенного оборудования.

К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» уровень квалификации 4. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик ручной дуговой сварки неплавящимся электродом в защитном газе» (4-го разряда), в связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести данную программу в рамках промышленного предприятия.

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

Профессиональные стандарты применяются:

- работодателями при формировании кадровой политики и в управлении персоналом, при организации обучения и аттестации работников, разработке должностных инструкций, тарификации работ, присвоении

Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

- тарифных разрядов работникам и установлении систем оплаты труда с учетом особенностей организации производства, труда и управления;
- образовательными организациями профессионального образования при разработке профессиональных образовательных программ;
- при разработке в установленном порядке федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования.

### 3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

1. Профессиональный стандарт «Сварщик» (код 40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован Минюстом России 13.02.2014г., рег. № 31301)

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

Рассмотрим функциональную карту видов трудовой деятельности (табл.3.1) по профессии «Сварщик ручной дуговой сварки неплавящимся электродом в защитном газе» (4-го разряда), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением ручной дуговой сварки неплавящимся электродом в среде защитных газов, а также по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» в виду применения в проектной технологии автоматической сварки в среде защитных газов.

Таблица 3.1 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик ручной дуговой сварки неплавящимся электродом в защитном газе» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением»

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
Трудовая функция	Ручная дуговая сварка (наплавка) неплавящимся электродом в защитном газе (РАД) сложных и	Выполнение полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлического

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. ине. №
Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----



Продолжение таблицы 3.1

	ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками	ских материалов
Трудовые действия	<p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для РАД, настройка сварочного оборудования для РАД с учетом его специализированных функций (возможностей).                  Выполнение РАД сложных и ответственных конструкций с применением специализированных функций (возможностей) сварочного оборудования.                  Контроль с применением измерительного инструмента сваренных РАД сложных и ответственных конструкций на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.                  Исправление дефектов РАД сваркой.</p>	<p>Изучение производственного задания, конструкторской и производственно-технологической документации.                  Подготовка рабочего места и средств индивидуальной защиты.                  Подготовка сварочных и свариваемых материалов к сварке.                  Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования.                  Сборка конструкции под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки.                  Контроль с применением измерительного инструмента подготовленной под сварку конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.                  Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением.                  Извлечение сварной конструкции из сборочных приспособлений и технологической оснастки.                  Контроль с применением измерительного инструмента сварной конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.                  Исправление дефектов сварных соединений, обнаруженных в результате контроля.                  Контроль исправления дефектов сварных соединений.</p>

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

Продолжение таблицы 3.1

<p>Необходимые умения:</p>	<p>Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для РАД, настраивать сварочное оборудование для РАД с учетом особенностей его специализированных функций (возможностей). Владеть техникой РАД сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва. Контролировать с применением измерительного инструмента сваренные РАД сложные и ответственные конструкции на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. Исправлять дефекты РАД и сваркой.</p>	<p>Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку. Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку. Пользоваться техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов. Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительном качестве сварного соединения. Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации. Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.</p>
<p>Необходимые знания</p>	<p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, правила их эксплуатации и область применения. Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для РАД. Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых РАД. Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых РАД. Сварочные (наплавочные) материалы для РАД сложных и</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением, и обозначение их на чертежах. Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов. Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под</p>

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

Продолжение таблицы 3.1

	<p>ответственных конструкций. Техника и технология РАД для сварки (наплавки) сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва. Методы контроля и испытаний ответственных сварных конструкций. Порядок исправления дефектов сварных швов.</p>	<p>полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением. Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением. Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением. Требования к сборке конструкции под сварку. Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением. Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля. Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения. Правила технической эксплуатации электроустановок. Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Правила эксплуатации газовых баллонов. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.</p>
Другие характеристики	<p>РАД распространяется на сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с ручной подачей присадочного материала: сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе с присадочным сплошным или порошковым материалом (проволокой или стержнем); сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе без присадочного материала; сварка дуговая неплавящимся вольфрамовым электродом в активном газе.</p>	
Характеристики выполняемых работ	<p>Прихватка элементов конструкции РАД во всех пространственных положениях сварного шва; РАД сложных и ответственных</p>	

Ине. № подп.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № инв.	Подп. и дата
Ине. № инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Продолжение таблицы 3.1

	<p>конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками во всех пространственных положениях сварного шва;                  РАД наплавка простых и сложных инструментов;                  РАД наплавка поверхностей баллонов и труб, дефектов деталей машин и механизмов;                  исправление дефектов сваркой</p>	
--	---	--

*Вывод:* результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик ручной дуговой сварки неплавящимся электродом в защитном газе» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением» является следующее:

*Необходимые знания:*

- основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений;
- устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением;
- технология сборки и сварки с применением автоматической сварки плавлением
- сварочные материалы для автоматической сварки плавлением;
- требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля;
- техника безопасности при проведении сварочных работ.

*Необходимые умения:*

- определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку;
- пользоваться сварочным оборудованием в соответствии с технологией;

Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

- контролировать процесс сварки.

На основании выявленного сравнения разработаем содержание краткосрочной подготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением». Данную подготовку, возможно, провести в рамках промышленного предприятия без отрыва от производства.

### 3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

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

Исходя из сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблице 3.2. Продолжительность обучения 1 месяц.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. ине. №
Подп. и дата	
Ине. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Таблица 3.2 – Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 4-го квалификационного разряда

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
<b>1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ</b>		
1.1	Основы экономики отрасли	4
1.2	Материаловедение	4
1.3	Основы электротехники	4
1.4	Чтение чертежей	4
1.5	Спецтехнология	24
<b>2. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ</b>		
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	24
2.2	Работа на предприятии	80
	Консультации	2
	Квалификационный экзамен	6
	<b>ИТОГО</b>	<b>160</b>

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

### 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» разрабатывается на основе квалификационной характеристики, учебного плана переподготовки и учета требований работодателей.

Таблица 3.3. – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Источники питания для автоматической сварки плавлением	2
2	Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений	2
3	Оборудование для автоматической сварки плавлением в среде защитных газов	8

Подп. и дата  
 Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Продолжение таблицы 3.3

3.1	Устройство и основные узлы сварочного автомата	4
3.2	Типовые конструкции сварочной головки	4
4	Технология автоматической сварки в среде защитных газов	8
4.1	Сварочные материалы, используемые для автоматической сварки	2
4.2	Особенности автоматической сварки, ее преимущества и недостатки	2
4.3	Техника сварки, режимы	2
4.4	Технология сборки и сварки изделий предприятия	2
5	Контроль качества сварных швов	2
6	Техника безопасности при работе на автоматических сварочных установках	2
	Итого:	24

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

**Разработка плана - конспекта урока**

**Тема урока «Техника автоматической сварки в среде защитных газов, режимы»**

Цели занятия:

*Обучающая:* формирование знаний о технологии автоматической сварки в среде защитных газов.

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

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

Тип урока: изучение нового материала

Методы обучения: словесный, наглядный

Дидактическое обеспечение занятия: плакат: «Пост механизированной сварки плавящимся электродом в среде защитных газов», «Сварка в защитных газах. Общие сведения».

– учебник: Кононенко В.Я. Сварка в среде защитных газов плавящимся и неплавящимся электродом. – Киев, ТОВ «Ника-Принт», 2007. – 266 с.

Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

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

Инв. № подл	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №				Подп. и дата	
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.606 ПЗ						Лист
											80



## План-конспект

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 5 минут	Здравствуйте, прошу вас, садитесь, приготовьте конспекты и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 5 минут	<p><u>Тема раздела</u> сегодняшнего занятия «Технология автоматической сварки в среде защитных газов»</p> <p><u>Тема занятия:</u> «Техника автоматической сварки в среде защитных газов, режимы».</p> <p><u>Цель нашего занятия:</u> «Формирование знаний об особенностях автоматической сварки в среде защитных газов, ее сущности, формирование умений выбора и расчета режима сварки».</p>	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Мотивация 5 минут	<p>Технологический процесс проведения работ позволяет использовать этот метод для ремонта и изготовления деталей и конструкций любых цветных металлов и тугоплавких сталей. В настоящее время благодаря особенностям оборудования сварные работы с использованием защитной среды аргона можно проводить как в промышленных условиях, так и в быту.</p> <p>Можно условно обозначить сферы применения метода сварки в аргоне по разновидности обрабатываемых металлов. А именно:</p> <p><i>Аргонодуговая сварка алюминия</i> — сложность обработки алюминиевого сплава с помощью обычного электродного метода состоит в том, что металл имеет хорошую теплопроводность и не меняет свой цвет при нагревании. Обеспечить высокое качество шва на алюминии можно только в среде защитных газов. Сварка алюминиевых сплавов требует использования присадочных материалов, проволока в таком случае будет иметь однородный состав.</p> <p><i>Сварка нержавеющей стали</i> — еще один материал, сложно поддающийся процессу обработки. Недостатком электродного метода в данном случае выступает то, что в процессе нанесения шва по нержавеющей стали приходится преодолевать пленку окиси. Работы выполняют с использованием проволоки из нержавейки или без присадочного материала. Угол наклона горелки во втором случае будет составлять около 90° градусов. Выбирая режимы аргонодуговой сварки нержавеющей стали необходимо учитывать, что этот металл склонен к растрескиванию, поэтому требуется, чтобы шов остывал медленно при постоянной подаче газа.</p>	Обращаю внимание на широкое распространение сварки в аргоне, мотивирую на изучение и приобретение навыков сварки, которые необходимы на производстве и в быту.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

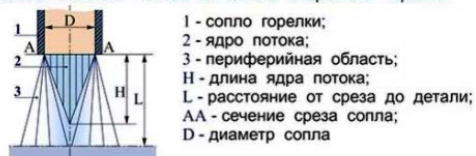
	<p><i>Аргонодуговая сварка чугуна</i> — это оптимальное решение задач ремонта, как сантехнических труб, так и других изделий. Возможно использование для мелкого ремонта дефектов чугунных поверхностей возникших в процессе литья.</p> <p><i>Сварка титана в среде аргона</i> — практически единственный способ обработки титановых сплавов. Сложность заключается в том, что даже при нагревании до 450° градусов титан образует оксид и окалину насыщенную кислородом. Это способствует образованию трещин и не дает провести качественное наложение сварного шва другим способом. При сварке титана используют специальные накладки, способствующие подаче аргона с тыльной стороны обрабатываемой детали.</p> <p><i>Углеродистые стали</i> — существуют особенности обработки и этих металлов. Режим сварки углеродистых сталей подразумевает использование проковки шва при достижении им температуры каления и обеспечения медленного остывания обрабатываемой поверхности.</p> <p><i>Медь</i> — особенностью меди является высокая теплопроводность. Поэтому аргонно-дуговая сварка меди выполняется при условии увеличенной подачи аргона около 150-200 л/час.</p>	
<p>Актуализация опорных знаний 10 минут</p>	<p>Итак, давайте вспомним, что мы знаем об автоматической сварке в целом? Какие достоинства у этого способа, какие недостатки?</p>	<p>Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.</p>
<p>Изложение нового материала 30 минут</p>	<p>Сущностью и отличительной особенностью дуговой сварки в защитных газах является защита расплавленного и нагретого до высокой температуры основного и электродного металла от вредного влияния воздуха защитными газами, обеспечивающими физическую изоляцию металла и зоны сварки от контакта с воздухом и заданную атмосферу в зоне сварки.</p> <p>Сварочный пост состоит из следующих компонентов.</p> <div data-bbox="446 1657 989 2038" data-label="Image"> <p>СВАРОЧНЫЙ ПОСТ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ В СРЕДЕ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ</p> <p>Кассета со сварочной проволокой</p> <p>Сварочная головка</p> <p>Электролигатель</p> <p>Консоль</p> <p>Муфта</p> <p>Привод перемещения по вертикали</p> <p>Сварочная колонна</p> <p>Баллон аргона с регулятором</p> <p>Пульт управления</p> <p>Стенд для сборки</p> <p>Источник питания</p> </div>	<p>Привожу примеры использования инертных и активных газов в промышленности. На плакате объясняю состав сварочного поста для сварки, необходимые элементы. Записываем основные моменты.</p>

Подп. и дата  
 Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

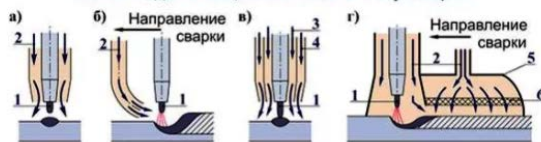
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Используют инертные и активные защитные газы. При дуговой сварке применяют два основных способа газовой защиты: местная и общая в камерах (сварка в контролируемой среде). Наиболее распространенной является струйная местная защита в потоке газа, истекающего из сопла сварочной горелки. Качество струйной защиты зависит от конструкции и размеров сопла, расхода защитного газа и расстояния от среза сопла до поверхности свариваемого материала. В строении газового потока различают две области: ядро, струи 2 и периферийный участок 3. При истечении в окружающую воздушную среду в ядре потока 2 сохраняются скорость и состав газа, имеющиеся в сечении А-А на срезе сопла. Периферийная же часть потока 3 представляет собой область, в которой защитный газ смешивается с окружающим воздухом, а скорость в любом сечении по длине потока изменяется от первоначальной (имеющейся на срезе сопла) до нулевой на внешней границе струи.

Сварка в защитных газах  
Общие сведения  
Схема газового потока из сопла сварочной горелки

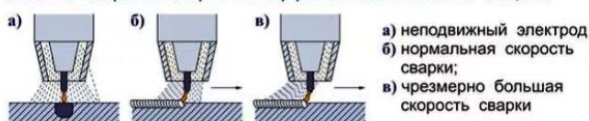


Схемы подачи защитного газа в зону сварки

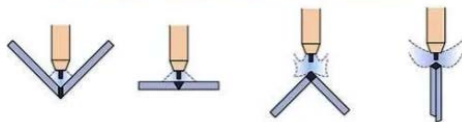


- 1 - электрод; 2 - защитный газ; 3,4 - внутренний и наружный потоки защитных газов; 5 - насадка; 6 - распределительная сетка

Влияние скорости сварки на эффективность газовой защиты



Схемы расположения границы защитной струи при сварке различных типов соединений



Поэтому надежная защита металла может осуществляться только в пределах ядра потока. Чем больше высота H этого участка, тем выше его защитные свойства. Максимальная высота H наблюдается при ламинарном истечении газа из сопла. При турбулентном характере истечения газа такое строение потока нарушается, и защитные свойства его резко падают. Характер истечения зависит от конфигурации проточной части сопла, его размеров и расхода

Обращаю внимание обучаемых на плакат. Обучаемые внимательно рассматривают газовый поток на плакате. Рассказываю и показываю зоны газового потока и от чего зависит защитные свойства газа, при этом использую плакат.

По ходу объяснения прошу записать основные моменты, зарисовать схему газового потока с плаката.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

	<p>газа.</p> <p>Расход защитного газа выбирают оптимальным для обеспечения истечения струи, близкого к ламинарному. Для улучшения струйной защиты на входе в сопло в горелке устанавливают мелкие сетки, пористые материалы и т.п., позволяющие дополнительно выравнивать поток газа на выходе из сопла. При сварке со струйной защитой возможен подсос воздуха в зону сварки. Для улучшения и увеличения области защиты, особенно при сварке активных материалов, к соплу горелки крепят дополнительные колпаки – приставки.</p> <p>Наиболее эффективной является общая защита в камерах с контролируемой средой. Камеры заполняют инертным газом высокой чистоты под небольшим избыточным давлением (0,005–0,01 МПа), в камере располагаются свариваемое изделие и сварочное оборудование (автомат). Сварку производят внутри камеры изолированно от воздушной среды. Такой способ защиты обычно используют при сварке изделий из химически активных металлов (титан, цирконий, тантал, молибден и др.). Достоинства сварки в защитных газах – высокая производительность, высокое качество защиты, доступность наблюдения за процессом горения дуги, простота механизации и автоматизации, возможность сварки в различных пространственных положениях. Сварка в защитных газах может выполняться неплавящимся и плавящимся электродами.</p> <p>Требования на подготовку деталей под сварку в защитных газах в основном аналогичны, как и для сварки под флюсом.</p> <p>Основные типы и конструктивные элементы выполняемых дуговой сваркой в защитных газах швов сварных соединений из сталей, а также сплавов на никелевой и железоникелевой основах регламентированы ГОСТ 14771-76, которым предусмотрено четыре типа соединений при сварке металла толщиной от 0,5 до 100 мм и более. В зависимости от формы подготовки кромок и толщины свариваемых деталей швы выполняются в соединениях: с отбортовкой кромок, без скоса кромок, со скосом кромок одной или двух кромок как с одной, так и с двух сторон. По характеру выполнения швов они могут быть одно- и двусторонними. Односторонние швы могут выполняться как на весу, так и на различного рода съемных и остающихся подкладках.</p> <p>Стандартом установлены следующие обозначения способов сварки в защитных газах: ИН – в инертных газах неплавящимся электродом без присадочного материала, ИНП – в инертных газах неплавящимся электродом с присадочным металлом, ИП – в инерт-</p>	<p>Делаю паузу. Перехожу к следующему логическому пункту. Опрашиваю, какие типы соединений ручной дуговой сварки по ГОСТ 5264 знают. Перечисляю виды соединений, а также обозначения способов сварки по ГОСТ 14771. Прошу записать.</p>
--	---	---

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

ных газах и их смесях с углекислым газом и кислородом плавящимся электродом, УП – в углекислом газе и его смеси с кислородом плавящимся электродом.

К основным параметрам сварочных режимов сварки в защитных газах относятся диаметр электрода или электродной проволоки, сварочный ток, напряжение дуги, скорость подачи электродной проволоки, скорость сварки, вылет электрода, расход защитного газа, наклон электрода вдоль оси шва, род тока и полярность.

Диаметр электродной проволоки. Выбирается в пределах 0,5–3 мм в зависимости от толщины свариваемого металла и положения шва в пространстве. С уменьшением диаметра проволоки при прочих равных условиях повышается устойчивость горения дуги, увеличиваются глубина проплавления и коэффициент наплавки, уменьшается разбрызгивание жидкого металла.

С увеличением диаметра проволоки должна быть увеличена сила тока.

Сварочный ток. С увеличением сварочного тока повышается глубина проплавления. Это приводит к увеличению доли основного металла в шве. Ширина шва сначала несколько увеличивается, а затем уменьшается. Сварочный ток устанавливают в зависимости от диаметра электрода и толщины свариваемого металла.

Напряжение дуги. С увеличением напряжения дуги глубина проплавления уменьшается, а ширина шва увеличивается. Чрезмерное увеличение напряжения дуги сопровождается повышенным разбрызгиванием жидкого металла, ухудшением газовой защиты и образованием пор в наплавленном металле. Напряжение дуги устанавливается в зависимости от выбранного сварочного тока.

Скорость подачи электродной проволоки. Скорость подачи связана со сварочным током. Ее устанавливают с таким расчетом, чтобы в процессе сварки не происходило коротких замыканий и обрывов дуги, а протекал устойчивый процесс плавления электрода.

Скорость сварки. С увеличением скорости сварки уменьшаются все геометрические размеры шва. Она устанавливается в зависимости от толщины свариваемого металла и с учетом обеспечения хорошего формирования шва. Сварку металла большой толщины лучше выполнять более узкими валиками на большей скорости. При слишком большой скорости сварки конец электрода может выйти из зоны защиты и окислиться на воздухе. Медленная скорость сварки вызывает чрезмерное увеличение сварочной ванны и повышает вероятность образования пор в

Следующий логический пункт лекции. Перечисляю основные параметры режима сварки, описываю их влияние на сварочный шов и процесс сварки. На доске изображаю схематично эти параметры и кратко диктую основные положения.

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

	<p>металле шва.</p> <p>Вылет электрода. С увеличением вылета электрода ухудшаются устойчивость горения дуги и формирование шва, а также увеличивается разбрызгивание жидкого металла. Очень малый вылет затрудняет наблюдение за процессом сварки, вызывает частое подгорание газового сопла и токоподводящего контактного наконечника. Кроме вылета электрода необходимо выдерживать определенное расстояние от сопла горелки до поверхности свариваемого металла, так как с увеличением этого расстояния ухудшается газовая защита зоны сварки и возможно попадание кислорода и азота воздуха в расплавленном металле.</p> <p>Величину вылета электрода, а также расстояние от сопла горелки до поверхности металла устанавливают в зависимости от выбранного диаметра электродной проволоки.</p>	
Первичное закрепление материала 10 минут	Теперь запишем домашнее задание, повторить §4.4. Сварка в инертных газах плавящимся электродом, по учебнику Кононенко В.Я. «Сварка в среде защитных газов плавящимся и неплавящимся электродом»	Разбираем домашнее задание, что нужно повторить к следующей теме.

Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали квалификационную характеристику рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»;
- составили учебный план для профессиональной переподготовки электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах;
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;
- разработали план-конспект урока по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;
- разработали средства обучения для выбранного занятия.

Считаем, что данную разработку, возможно, использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

Ине. № подп	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № инв.	Подп. и дата
Ине. № инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

## 4 Экологичность проекта и безопасность жизнедеятельности

### 4.1 Характеристика опасных и вредных факторов при изготовлении емкости для хранения молока

При проектировании и изготовлении емкости для хранения молока проводят комплексный учет опасных и вредных производственных факторов, действующих на рабочего в процессе трудовой деятельности. Для этого проведем анализ опасных и вредных производственных факторов в цехе при изготовлении емкости для хранения молока.

Физические вредные и опасные факторы:

- движущие машины и механизмы;
- острые кромки, заусенцы, режущие органы и так далее;
- незащищенные подвижные элементы производственного оборудования;
- повышенная запыленность и загазованность воздушной рабочей зоны;
- повышенная температура внешней среды;
- повышенная яркость излучаемого света;
- повышенный уровень шума;
- повышенное напряжение в электрической сети, замыкание которого может пройти через человека;
- повышенная пожароопасность и взрывоопасность
- Психофизиологические факторы:
  - физические перегрузки;
  - нервно-психические перегрузки.

Воздействие указанных неблагоприятных факторов приводит к снижению работоспособности, вызываемому развивающимся утомлением. Появление и развитие утомления связано с изменениями, возникающими в процессе работы в центральной нервной системе, с тормозными процессами в коре головного мозга.

Ине. № дубл.	Ине. № подл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

## 4.2 Повышенная запыленность и загазованность воздушной рабочей зоны

При сварке осуществляется нагрев до высоких температур и поэтому более легкие, чем окружающий воздух, пары металла, компонентов сварных материалов поднимаются над постом сварки и попадают в зону температур одного порядка с окружающей воздухом, поэтому быстро конденсируется и затвердевают. Образуется твердая фаза частиц сварочной пыли – аэрозоль конденсации. В силу своих мельчайших размеров (иногда меньше 1 микрометра) сварочный аэрозоль беспрепятственно проникает в глубинные отделы легких (легочные альвеолы) и частично остается в их стенках, вызывая профессиональное заболевание, называемое пневмокониоз, частично всасывается в кровь. Если сварочный аэрозоль содержит значительное количество марганца, а так бывает при сварке легированных и нержавеющей сталей качественными электродами, то, распространяясь с кровью по организму, этот чрезвычайно токсичный элемент вызывает тяжелое заболевание: марганцевую интоксикацию. При этом страдает, главным образом, центральная нервная система. Изменения в организме при марганцевой интоксикации необратимы.

Другие элементы сварочного аэрозоля, а также так называемые сварочные газы, обладая сильным раздражающим действием, способны вызвать хронический бронхит.

В последние годы установлено, что многие компоненты сварочного аэрозоля, не вызывая специфических профессиональных болезней, при длительном воздействии увеличивают риск возникновения сердечнососудистых и онкологических заболеваний, а также уменьшают продолжительность жизни.

Для уменьшения концентрации вредных веществ на рабочих местах до предельно допустимых, применены местные отсосы (вытяжные панели и фильтровытяжные агрегаты, вытяжные шкафы и др.). Задачей вентиляции является обеспечение чистоты воздуха и заданных метеорологических условий в производственных помещениях. Вентиляция достигается удалением загрязнённого или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего возду-

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.606 ПЗ	Лист
											88



ха. Воздух, удаляемый системами вентиляции и содержащий пыль, вредные или неприятно пахнущие вещества, перед выбросом в атмосферу должен очищаться с тем, чтобы в атмосферном воздухе населённых пунктов не было вредных веществ, превышающих санитарные нормы, а в воздухе, поступающем внутрь производственных помещений, концентрации не превышали величин  $0,3q_{\text{пдк}}$  для рабочей зоны этих помещений.

### 4.3 Повышенная яркость света, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение

Сварка открытой и полузакрытой дугой сопровождается мощной лучистой и тепловой энергии. Тепловая энергия способна вызвать поражение глаз и ожоги незащищенных частей тела. Яркость электрической дуги превышает 1600 стильб. Нормальное зрение человека способно воспринимать безболезненно яркость не более одного стильба.

Вредное воздействие оказывает не только видимые световые лучи, но и невидимые лучи. Они вызывают воспаление слизистой оболочки глаза, если действуют в течение 10-30 с. на расстоянии до 1 м. от источника излучения, а более 30 с. – до 5 м. Результат действия – резкая боль в глазах, светобоязнь, электроофтальмия. На незащищенных частях тела лучистая и тепловая энергия вызывает покраснение и ожоги различной степени, в зависимости от расстояния до источника излучения.

Интенсивность теплового излучения в оптическом диапазоне (ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное) на постоянных рабочих местах не должна превышать допустимых величин, приведенных в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Допустимые величины теплового излучения в оптическом диапазоне

Области спектра	Длина волны, мкм	ПДК Вт/м <sup>2</sup>
Ультрафиолетовое	0,22 - 0,28	0,001
	0,28-0,32	0,05
	0,32 - 0,4	10

Инв. № подл.    Подп. и дата    Инв. № дубл.    Взам. инв. №    Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Продолжение таблицы 4.1

Области спектра	Длина волны, мкм	ПДК Вт/ м <sup>2</sup>
Инфракрасное	0,76- 1,4	100
	1,4-3	120
	3-5	150
	>5	120

Для защиты лица сварщика во время выполнения сварочных операций закрывается щитком, в смотровое отверстие которого вставлен светофильтр по ГОСТ 12.4.080.

При работе вне кабины для защиты зрения окружающих должны применяться переносные щиты и ширмы.

Защитные стекла, вставленные в щитки и маски, снаружи покрывают простым стеклом для предохранения их от брызг расплавленного металла.

Щитки изготавливают из изоляционного материала – фибры, фанеры и по форме и размерам они должны полностью защищать лицо и голову сварщика (ГОСТ 1361).

Защита рабочих от инфракрасного излучения может быть обеспечена сокращением времени пребывания в зоне воздействия теплового излучения.

#### 4.4 Электробезопасность

Повышенное напряжение и сила тока в сети.

Опасность этого фактора заключается в повышенном риске поражения электрическим током, что может привести к поражению отдельных органов и всего тела. При поражении электрическим током, используемы при производстве емкости для хранения молока, происходит паралич дыхания и паралич сердца, что в итоге может привести к смерти.

Безопасность электросварочного оборудования обеспечивается: надежной защитой оборудования; применением защитных ограждений; заземление электрооборудование или его элементов, способных оказываться под напряжением. Защитное заземление осуществляется путем присоединения корпуса

Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

источника питания, снабженного специальным болтом к проводу заземляющего устройства.

Все токоведущие части сварочной установки надежно изолированы. Сопротивление изоляции не ниже 0,5 МОм; проверка проводится не реже раза в три месяца. Изоляция должна выдерживать напряжения 2 кВ в течение 5 минут.

Безопасность достигается необходимостью применения у источников питания автоматических устройств, отключающих их в течение не более 0,5 с при обрыве дуги.

Установки автоматической сварки снабжены аппаратурой для измерения основных электрических величин. Все кнопки, рукоятки и маховики выполнены из диэлектрического материала. Рабочий пост снабжен ковриком из диэлектрического материала.

#### 4.5 Пожароопасность

Опасность данного фактора заключается в возникновении пожара и во взрыве внутри цеха, что может привести к человеческим жертвам.

Опасные факторы, возникающие при пожаре: открытый огонь и искры; повышение температуры воздуха, предметов и т.п.; токсичные продукты горения; дым; пониженная концентрация кислорода; Обрушение и повреждение зданий, сооружений, установок; взрыв.

Сварочные работы должны проводиться в соответствии с типовыми правилами пожарной безопасности для промышленных предприятий. Опасность взрывов возникает при неправильной транспортировке, хранении и использовании баллонов со сжатыми газами.

Места, отведенные для проведения сварочных работ, установки оборудования, должны быть очищены от легковоспламеняющихся материалов в радиусе не менее 5м. Сварочные работы вне производственного помещения могут производиться только по согласованию с заводской пожарной охраной.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

Для защиты от брызг используют спецодежду (брюки, куртку и рукавицы) из брезентовой или специальной ткани.

Опасность взрыва возникает при неправильных условиях хранения и эксплуатации баллонов с Ar. Баллоны должны быть тщательно и надежно закреплены во время хранения и эксплуатации. Необходимо принимать меры, предупреждающие перегрев баллона и превышения в нем давления (системы защиты от перегрева и превышения давления – это термореле и газовый предохранительный клапан) [19].

Инв. № подл	Подп. и дата		Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.606 ПЗ	

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломной работы проанализирован базовый вариант изготовления емкости для хранения молока ТХ-10В из стали AISI 304 (08X18H10), главными недостатками которого являются низкая производительность и зависимость качества сварных швов от умений сварщика. Для решения данной проблемы были рассмотрены другие способы сварки, приемлемые для данного изделия, и выбран способ автоматической сварки плавящимся электродом в среде аргона. Сделаны расчеты режима сварки. Подобрано новое технологическое оборудование для сборки и сварки. Разработана технология сборки-сварки емкости для хранения молока ТХ-10В по проектируемому способу. Рассчитана экономическая эффективность проектируемого способа, которая доказала, что проектируемый способ является экономически выгодным для производства (годовая прибыль возросла в 2 раза). Разработана программа переквалификации рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го разряда, данную программу можно использовать в условиях производства.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	Подп. и дата	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.606 ПЗ	Лист
													93

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сварка нержавеющей стали: [Электронный ресурс]/ Режим па: <https://www.tiberis.ru/stati/svarka-nerzhaveshhej-stali>, свободный. Дата обращения: 07.05.2018.
2. Марочник сталей и сплавов/А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Каширский и др./ Под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2003.- 784 с.
3. Королев Н.В. Шалимов М.П. Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Теория сварочных процессов»/ Королев Н.В. Шалимов М.П. – Екатеринбург: ГОУ-ВПО УГТУ-УПИ, 2005. – 29 с.
4. Лебедев Б.Д., Перемитько В.В. Расчетные методы в сварке плавлением: учеб. пособие. – Днепродзержинск: Изд-во ДГТУ, 1998. – 285 с.
5. Фазовые превращения и изменения свойств стали при сварке: атлас/ Шоршоров М.Х., Белов В.В. – М.: изд-во Наука, 1972. – 219 с.
6. Свариваемость стали 12Х18Н10Т: [Электронный ресурс]/Режим доступа: <https://studopedia.org/9-46597.html>, свободный. Дата обращения: 11.05.2018.
7. Фролов В.А. Технология сварки плавлением и термической резки металлов: учебное пособие/ В.А. Фролов, В.Р. Петренко, А.В. Пешков, А.Б. Коломенский, В.А. Казаков; под ред. проф. В.А. Фролова. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2014. – 448 с.
8. Выбор и обоснование методов сборки и сварки: [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <https://lektsia.com/9x1ed1.html>, свободный. Дата обращения: 12.05.2018.
9. Масаков, В.В. Сварка нержавеющей сталей: учеб. пособие/ В.В. Масаков, Н.И. Масакова, А.В. Мельзитдинова. – Тольятти ТГУ, 2011. – 184 с.
10. ГОСТ 14771-76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. - Взамен ГОСТ 14771-69; Введ. 30.06.1977. – Москва: Стандартиформ, 2007. – 38 с.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
----	------	----------	-------	-----

11. Методические указания к курсовому проекту по курсу «Оборудование отрасли» – Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. университет», 2008. – 38 с.
12. Гитлевич, А. Д. Механизация и автоматизация сварочного производства: учебное пособие/ А. Д. Гитлевич, Л. А. Этингоф. – М.: Машиностроение, 1972. – 280 с.
13. Технология сварки плавлением и термической резки: учебник / В.П. Куликов. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2016. – 464 с.
14. Оборудование машиностроительных предприятий: Учебник/ А. Г. Схиртладзе, В.И. Выходец, Н.И. Никифоров, Я. Н. Отений/ ВолгГТУ, Волгоград, 2005. – 128 с.
15. Овчинников В.В. Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ В.В. Овчинников. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2017 – 224 с.
16. Быковский О.Г., Петренко В.Р., Пешков В.В. Справочник сварщика. – М.: Машиностроение, 2011. – 336 с.; ил.
17. Гитлевич А. Д. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах: учеб. пособие для машиностроит. техникумов/ А.Д. Гитлевич, Л.А. Животинский, Д.Ф. Жмакин. – Москва: Машгиз, 1962. – 172 с.
18. Методические указания по экономическому обоснованию выпускных квалификационных работ. – Екатеринбург, ФГАОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2015. – 38 с.
19. Овчинников В. В. Охрана труда при производстве сварочных работ: учеб. пособие /В. В. Овчинников. – 5 е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2016 – 64 с.

Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

ДП 44.03.04.606 ПЗ