

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

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БОРТА
ВАГОНА – САМОСВАЛА**

Выпускная квалификационная работа
Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиль Машиностроение и материалобработка
Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном про-
изводстве
Идентификационный код ВКР: 610

Екатеринбург 2018

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

Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и ме-
таллургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____ Б.Н.Гузанов
« ____ » _____ 2018 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БОРТА
ВАГОНА – САМОСВАЛА**

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-503

С.А.Колесник

Руководитель:
к.т.н., доцент

Л.Т.Плаксина

Нормоконтролер:
к.т.н., доцент

Д.Х.Билалов

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 78 листов машинописного текста, 23 таблицы, 5 рисунков, 30 использованных источников литературы, 2 приложения, 42 формулы, графическую часть на 8 листах формата А1.

Ключевые слова: БОРТ ВАГОНА-САМОСВАЛА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СБОРОЧНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, ПЕРЕПОДГОТОВКА РАБОЧИХ.

В дипломном проекте разработана технология изготовления «Борта вагона-самосвала», с использованием автоматической сварки в среде защитных газов.

Произведены расчеты параметров режима сварки.

В экономической части дипломного проекта выполнен расчет экономического эффекта от внедрения новой технологии.

Разработана программа переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением». Разработан план-конспект урока теоретического обучения для переподготовки квалификации рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 3 уровня.

					ДП 44.03.04. 610 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			Лист	Листов
Разраб.		Колесник С.А.			Разработка технологи изготовления борта вагона – самосвала Пояснительная записка		3	73
Руковод.		Плаксина Л.Т.						
Реценз.								
Н. Контр.		Билалов Д.Х.						
Утверд		Гузанов Б.Н.						
						ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО, каф. ИММ, гр. ЗСМ-503		

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Технологический раздел.....	7
1.1 Характеристика изделия.....	7
1.2 Выбор материала.....	8
1.3 Характеристика свариваемости материала.....	9
1.4 Выбор способа сварки.....	11
1.5 Выбор сварочных материалов.....	16
1.6 Расчет режимов сварки.....	17
1.7 Выбор оборудования.....	29
1.8 Описание технологии сварки.....	29
1.9 Контроль качества сварного шва.....	34
2 Технико-экономическое обоснование проекта.....	39
2.1 Расчет капитальных вложений.....	39
2.2 Определение такта и темпа участка.....	39
2.3 Расчет численности основных рабочих.....	40
2.4 Расчет потребного количества оборудования.....	41
2.5 Определение себестоимости детали.....	43
2.6 Определение экономической эффективности.....	46
3 Методический раздел.....	49
3.1 Сравнительный анализ профессиональных стандартов.....	49
3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».....	51
3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология».....	52
3.4 Разработка плана – конспекта урока.....	66

Инов. № подл.	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

ДП 44.03.04.610. ПЗ

- Разработка технологии изготовления изделия;
- Выбор оборудования необходимого для изготовления изделия;
- Расчет экономической эффективности от представленных мероприятий;
- Разработка методики переподготовки рабочих в условиях предприятия;

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления борта вагона-самосвала, включающий автоматическую сварку в защитном газе; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства.

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие методы:

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

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						8

1 Технологический раздел

1.1 Характеристика изделия

Вагон - самосвал предназначен для механизированной погрузки, транспортировки и механической выгрузки груза. В основном они используются на открытых разработках, заводах (в том числе металлургических), а также на строительных и других промышленных предприятиях.

На открытых разработках полезных ископаемых (карьерах, разрезах) в думпкарах перевозят в основном вскрышные (рыхлые, полускальные и скальные) породы; руды марганцевые и апатитовые; уголь и другие грузы. Погрузка думпкаров производится экскаваторами с ковшами емкостью 4 -12 м³ или многочерпаковыми экскаваторами. Вскрышные породы перевозятся в отвалы, а полезные ископаемые –на обогатительные фабрики и склады. На территории заводов думпкары используются для перевозки горелой земли, огнеупорного боя, ферросплавов, котельного шлака, шлаковых козел, гравия, щебня и других насыпных навалочных грузов.

Некоторые грузы такие, как шлаковые «козлы» и отходы отдельного мартеновского шлака перевозят в горячем состоянии с температурой до 800°С.

Кузов разгружается при его наклоне с помощью цилиндров разгрузки. Он может наклоняться на обе стороны пути. Во время наклона со стороны разгрузки при помощи специального кривошипно-шатунного механизма открывается продольный борт и происходит высыпание груза. Конструкция вагона-самосвала должна обеспечивать необходимую прочность при погрузке кусковых грузов, массой не более 3-х тонн с высоты до 3-х метров на подсыпку из пород мелкой фракции высотой не менее 300мм, а также при падении глыбы массой 0,25 тонн с высоты 2 метра на незащищенные полы кузова.

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инов. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						9

Продольный борт представляет собой металлоконструкцию с габаритами в плане 13600×1445 мм.

Борт продольный состоит из внутреннего листа (обшивы) толщиной 8 мм, на который устанавливают верхнюю и нижнюю обвязки. Верхняя обвязка состоит из двух швеллеров N20 и тринадцати ребер, равномерно распределенных по длине и обеспечивающих жесткость конструкции. Нижняя обвязка представляет собой конструкцию, состоящую из швеллеров N20 и 6 кронштейнов, предназначенных для крепления продольного борта к раме кузова.



Рисунок 1.1 – Вагон-самосвал

Между верхней и нижней обвязкой устанавливаются 6 коробок и 5 стоек, выполненных из двух уголков 160x100x10 мм. К швеллерам верхней обвязки по всей длине приваривается накладка. С целью увеличения жесткости борта приваривают 7 ребер и 2 косынки. По торцам борта приварены специальные петли, которые соединяются с регулируемой тягой механизма открывания борта. Для амортизации ударов при загрузке вагона к верхней обвязке приваривается пояс из уголка 125x105x10 мм.

Основная нагрузка на продольный борт возникает при загрузке вагона в результате ударов от глыб породы большой массы. Отсюда и возникают максимальные динамические нагрузки, приходящиеся в том числе и на сварные швы. Данными особенностями обусловлены требования к сварным швам продольного борта вагона-самосвала.

Вес продольного борта 3419 кг.

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инов. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						10

Технические условия на изделие

Сборка и сварка продольного борта вагона-самосвала должна выполняться в соответствии с требованиями «Технические условия на изготовление сварных конструкций железнодорожных вагонов».

К материалам предъявляются следующие требования:

- марки материалов, классы прочности проката должны соответствовать требованиям ГОСТ 211.05.34, «Норм для расчета и проектирования новых вагонов-самосвалов (думпкаров) колеи 1520 мм».
- все несущие элементы продольного борта изготавливаются из проката по ГОСТ 19281 не ниже 12 категории из стали марок 09Г2, 09Г2С.
- проволока сварочная Св-08Г2С по ГОСТ 2246 – 70, диаметр 1,4 и 3,0мм.
- защитный газ – смесь газов 88% Ar+12% CO₂. Требования к CO₂ по ГОСТ 8050–76, требования к Ar по ГОСТ 10157 – 79.

Эксплуатация вагона в районах с умеренным климатом.

1.2 Выбор материала

Изделие изготавливается из низколегированной стали 09Г2С и 09Г2 по ГОСТ 19281-89. В сталях массовая доля фосфора должна быть не более 0,035%, серы не более 0,04%, азота не более 0,012%, мышьяка не более 0,15%.

Механические свойства при растяжении, а также условие испытания на изгиб должны соответствовать требованиям (таблица 1.1).

Таблица 1.1- Механические свойства листового проката

Марка стали	Временное сопротивление, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %
09Г2С	490	345	21
09Г2	440	305	21

Сталь 09Г2С относится к группе низкоуглеродистых конструкционных сталей средней прочности. Особенностью этих сталей является низкое содержание углерода и достаточные механические характеристики. Они хорошо свариваются,

ДП 44.03.04.610. ПЗ

Лист

11

устойчивы к коррозии, являются недорогими и экономичными в производстве. Состав стали предопределяет возможность сварки без усложнения технологии с обеспечением высокой стойкости против образования трещин в металле шва и отсутствие малопластичных закалочных структур (мартенсит) в основной зоне.

Химический состав низколегированной стали 09Г2С соответствует нормам, указанным в таблице 1.2.

Таблица 1.2-Химический состав основного металла

Марка стали	Массовая доля элементов, %							
	C	Si	Mn	Cr	Cu	Ni	P	S
09Г2С	≤0,12	0,5-0,8	1,4-1,8	≤0,30	≤0,30	≤0,30	0,035	0,040
09Г2	≤0,12	0,17-0,37	1,4-1,8	≤0,30	≤0,30	≤0,30	0,035	0,040

Качество основного металла должно соответствовать требованиям сертификата, который посылают заводы-поставщики вместе с партией металла.

1.3 Характеристика свариваемости материала

Низкоуглеродистые конструкционные стали по своей свариваемости относятся к хорошо свариваемым сталям. Однако они более склонны к росту зерна в околошовной зоне, а при высоких скоростях охлаждения в них могут появиться структуры закалочного характера [12,с.33].

Свариваемость стали можно ориентировочно оценить по ее химическому составу. При этом обобщенное влияние химического состава на склонность к трещинообразованию устанавливается путем определения в стали эквивалентного углерода C_e , численное значение которого определяется по эмпирической формуле [13,с.12].

$$C_e = C + Mn/6 + Si/24 + Cr/5 + Ni/40 + Cu/13 + V/14 + P/2 \quad (1.1)$$

Условием удовлетворительной свариваемости стали является:

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

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						12

$C_s \leq 0,30\%$ при $C \leq 0,12$

Стали 09Г2Д, 09Г2С и 09Г2 имеют примерно одинаковое количество легирующих элементов из формулы 1.

$$C_s = 0,12 + 1,8/6 + 0,8/24 + 0,3/5 + 0,3/40 + 0,3/13 = 0,32\%$$

При содержании углерода $C \leq 0,12$ и при $C_s = 0,32\%$ стали, применяемые в конструкции являются хорошо сваривающимися.

Представляет интерес вопрос о влиянии на свариваемость входящих в сталь химических элементов. К легирующим элементам относят марганец и кремний при определенном их содержании.

Углерод – одна из наиболее важных примесей, определяющих прочность, вязкость, закаливаемость и особенно свариваемость стали. Содержание углерода в конструкционных сталях до 0,25% не ухудшает свариваемости. При более высоком содержании свариваемость стали резко ухудшается, т.к. в зонах термического влияния образуются структуры закалки, приводящие к трещинам.

Марганец в сталях повышает прочность и мало влияет на пластичность, а при содержании до 1,2 % повышает ударную вязкость. Рационально повысить его содержание до 1,8%, при ограничении содержания углерода в стали до 0,14%. При содержании марганца 1,8 ÷ 2,5 % прочность, твердость и закаливаемость стали возрастают, и это способствует образованию трещин.

Кремний находится в стали в пределах 0,02 ÷ 0,8 %. Он не вызывает затруднений при сварке. При содержании кремния 0,8 ÷ 1,5 % условия сварки ухудшаются. Из-за высокой жидкотекучести кремнистой стали и образование тугоплавких окислов кремния.

Сера и фосфор являются вредными примесями стали. Содержание серы в стали допускается не более 0,05%. Сера образует в металле сульфид железа, который имеет более низкую температуру плавления, чем сталь, и плохо растворяясь в расплавленной стали, способствует образованию горячих трещин

Фосфор ухудшает свариваемость стали, так как образует жидкий фосфид

Изн. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Изн. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

				ДП 44.03.04.610. ПЗ		Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		13

железа, придающий стали хладноломкость. Содержание фосфора в стали не превышает 0,05% [11,с.32].

1.4 Выбор способа сварки

Сборка изделия

Произвести сборку изделия при помощи ручной дуговой сварки.

К электроду и свариваемому изделию для образования и поддержания сварочной дуги от источников сварочного тока подводится постоянный или переменный сварочный ток. Дуга расплавляет металлический стержень электрода, его покрытие и основной металл как показано на (рисунок 1.2). Расплавляющийся металлический стержень электрода в виде отдельных капель, покрытых шлаком, переходит в сварочную ванну. В сварочной ванне электродный металл смешивается с расплавленным металлом изделия (основным металлом), а расплавленный шлак всплывает на поверхность.

Глубина, на которую расплавляется основной металл, называется глубиной проплавления. Она зависит от режима сварки (силы сварочного тока и диаметра электрода), пространственного положения сварки, скорости перемещения дуги по поверхности изделия (торцу электрода и дуге сообщают поступательное движение вдоль направления сварки и поперечные колебания), от конструкции сварного соединения, формы и размеров разделки свариваемых кромок и т. п. Размеры сварочной ванны зависят от режима сварки и обычно находятся в пределах: глубина до 7 мм, ширина 8—15 мм, длина 10—30 мм. Доля участия основного металла в формировании металла шва обычно составляет 15—35%.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

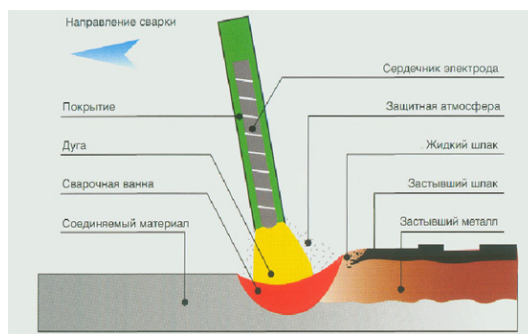


Рисунок 1.2 - Схема ручной электродуговой сварки

Расстояние от активного пятна на расплавленной поверхности электрода до другого активного пятна дуги на поверхности сварочной ванны называется длиной дуги. Расплавляющееся покрытие электрода образует вокруг дуги и над поверхностью сварочной ванны газовую атмосферу, которая, отесняя воздух из зоны сварки, препятствует взаимодействиям его с расплавленным металлом. В газовой атмосфере присутствуют также пары основного и электродного металлов и легирующих элементов. Шлак, покрывая капли электродного металла и поверхность расплавленного металла сварочной ванны, способствует предохранению их от контакта с воздухом и участвует в металлургических взаимодействиях с расплавленным металлом.

Кристаллизация металла сварочной ванны по мере удаления дуги приводит к образованию шва, соединяющего свариваемые детали. При случайных обрывах дуги или при смене электродов кристаллизация металла сварочной ванны приводит к образованию сварочного кратера (углублению в шве, по форме напоминающему наружную поверхность сварочной ванны). Затвердевающий шлак образует на поверхности шва шлаковую корку.

Длина дуги зависит от марки и диаметра электрода, пространственного положения сварки, разделки свариваемых кромок и т. п. Нормальная длина дуги считается в пределах $L_d = (0,5 — 1,1) d_{эл}$ ($d_{эл}$ — диаметр электрода). Увеличение длины дуги снижает качество наплавленного металла шва ввиду его интенсивного окисления и азотирования, увеличивает потери металла на угар и разбрызгивание,

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взамен. ив. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата
Изм.	Лист
№ документа	Подпись
Дата	Дата

уменьшает глубину проплавления основного металла. Также ухудшается внешний вид шва.

Для возбуждения дугового разряда при сварке для получения начальной ионизации обычно сводят два электрода до соприкосновения (электрод и деталь), а затем быстро их разводят. При достаточно большом токе при соприкосновении электродов в промежутке между концами электродов выделяется большое количество тепла. Ток между электродами проходит через мелкие неровности на торцах и разогревает их до расплавления. При быстром разведении электродов расплавленные мостики растягиваются и сужаются, вследствие чего плотность тока доходит в них в момент разрыва до такой величины, что обращает их в пар. При высокой температуре паров металла ионизация промежутка получается настолько значительной, что при сравнительно небольшой разности потенциалов между концами электродов возникает дуговой разряд. Разряд поддерживается далее как устойчивая стационарная дуга в том случае, если сохраняются факторы, поддерживающие ионизацию дугового промежутка.

Выбор способа сварки

Сварка в углекислом газе менее производительна в сравнении со сваркой под флюсом, наблюдается значительное выгорание легирующих элементов из металла сварочной проволоки, а при неправильно настроенном режиме сварки – разбрызгивание электродного металла (более 5%, в среднем – 2%). Скорость охлаждения металла также выше, что способствует образованию холодных трещин. Но исключают проникновение диффузионного водорода в металл сварочной ванны из флюса.

При сварке углеродистых и низколегированных сталей для защиты расплавленного электродного металла и металла сварочной ванны широко используют углекислый газ. В последние годы в качестве защитных газов находят применение смеси углекислого газа с кислородом или аргоном.

Добавки кислорода, увеличивают окисляющее действие газовой среды на расплавленный металл, позволяют уменьшить концентрацию легирующих элементов в металле шва. Это иногда необходимо при сварке низколегированных

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

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						16

сталей. Кроме того, несколько уменьшается разбрызгивание расплавленного металла, повышается его жидкотекучесть.

Добавки в углекислый газ аргона (иногда в эту смесь вводят кислород) изменяют технические свойства дуги (глубину проплавления и форму шва, стабильность дуги и др.) и позволяет регулировать концентрацию легирующих элементов в металле шва.

Газовая смесь из 80% аргона и 20% углекислоты применяется при полуавтоматической и автоматической сварке в среде защитных газов различных металлических изделий из черных и нержавеющей сталей, ответственной сварке металлов широкого спектра толщин. Наиболее применяется при сварке низколегированных сталей большой толщины. Смесь улучшает физико-механические свойства шва за счет более стабильной дуги, которая улучшает провар и унос шлаков, увеличивает скорость сварки и снижает разбрызгивание металла.

Применение газовой смеси вместо чистой углекислоты позволяет улучшить технические аспекты сварки и существенно снизить общие затраты сварных работ, а именно:

- увеличить скорость сварки;
- резко снизить количество брызг металла;
- обеспечить более гладкий и плоский профиль сварного шва;
- обеспечить высокое качество и надежность сварки;
- сократить затраты на зачистные работы.

Учитывая, что смесь газов на основе аргона, легче, чем углекислота, то при сварке необходимо соблюдать следующие условия:

- сварку вести по возможности "углом" вперед;
- вылет сварочной проволоки должен быть оптимальным в зависимости от диаметра проволоки;
- исключить подсос воздуха, как в соединениях шлангов, так и сопла с горелкой.

По сравнению с другими способами сварка в защитных газах обладает рядом преимуществ:

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

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						17

- высокое качество сварных соединений на разнообразных металлах и сплавах различной толщины;
- возможность сварки в различных пространственных положениях;
- возможность визуального наблюдения за образованием шва, что особенно важно при автоматической сварке;
- высокая производительность и легкость механизации и автоматизации;
- низкая стоимость при использовании активных защитных газов.

На свойства металла шва значительное влияние оказывает качество углекислого газа. При повышенном содержании азота и водорода, а также влаги в швах могут образоваться поры. Сварка в углекислом газе менее чувствительна к отрицательному влиянию ржавчины. При применении CO_2 вследствие большого количества свободного кислорода в газовой фазе наблюдается повышенный угар легирующих элементов, что приводит к снижению механических свойств шва. Сварочный электрод должен содержать дополнительное количество легирующих элементов с большим сродством к кислороду, чаще всего Mn и Si (сверх того количества, которое требуется для легирования металла шва).

Углекислый газ. Поставляется по ГОСТ 8050-76. Для сварки используют сварочную углекислоту сортов I и II, которые отличаются лишь содержанием паров воды (соответственно 0,178 и 0,515 в $1\text{ м}^3\text{ CO}_2$). Применяют иногда и пищевую углекислоту, имеющую в баллоне в виде примеси свободную воду, в связи с чем требуется особенно тщательное осушение газа. Углекислоту транспортируют и хранят в стальных баллонах или цистернах большой ёмкости в жидком состоянии с последующей газификацией.

1.5 Выбор сварочных материалов

Согласно ОСТ 24.050.34 – 84 для изготовления элементов сварных конструкций вагонов из низколегированной стали, предназначенных для эксплуатации в районах с умеренным климатом допускается:

- механизированная дуговая сварка в смеси газов ($Ar+CO_2$) с применением сва-

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

рочных проволок марок Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70.

При сварке смеси идет активное окисление сварочной ванны, поэтому в составе сварочной проволоки должны присутствовать элементы раскислители Mn и Si.

Для автоматической и полуавтоматической сварки в смеси Ar + CO₂ выбираем сварочную проволоку Св – 08Г2С диаметром 1,4 и 2,0 мм, обеспечивающую требуемую технологическую прочность (равнопрочность сварного шва и основного металла). Химический состав проволоки приведен в таблице 1.3.

Таблица 1.3- Химический состав проволоки, % [4]

Марка проволоки	C	Si	Mn	Cr, не более	Ni, не более	P, не более
Св-08Г2С	0,5-0,11	0,70-0,95	1,80-2,10	0,20	0,25	0,030

Таблица 1.4- Механические свойства проволоки [4]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	α (Дж/см ²) при температуре, °С			
			+20	-20	-40	-60
360	481	30,1	16,0	13,9	12,3	8,4

Проволока Св-08Г2С изготавливается с омедненной поверхностью. По согласованию проволока поставляется намотанной на катушки или кассеты. Проволока в мотках (катушках, кассетах) должна состоять из одного отрезка, свернутого перепутанными рядами и плотно укатанными таким образом, чтобы исключить возможность распутывания или разматывания мотка. Концы проволоки должны быть легко находимы. Допускается контактная стыковая сварка отдельных кусков проволоки одной плавки: при этом зона сварного соединения должна соответствовать ГОСТ 2246 – 70.

Поверхность проволоки должна быть чистой и гладкой, без трещин, расслоения, закатов, раковин, окалины, ржавчины, масла. На поверхности проволоки допускаются риски, царапины, местная рябизна и отдельные вмятины. Глубина пороков не должна превышать предельного отклонения по диаметру проволоки. Проволока должна быть принята техническим контролем предприятия-

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

изготовителя. Каждая партия проволоки должна сопровождаться сертификатом, удостоверяющим соответствие проволоки требованиям ГОСТ 2246-70. Входному контролю на предприятии подвергают каждую партию и плавку сварочной проволоки с проверкой химического состава и механических свойств на соответствие требованиям ГОСТ 2246-70.

Выбор защитного газа

При сварке в качестве защитной среды используется смесь газов 82% Ar+18% CO₂ (К-18).

Аргон, предназначенный для сварки, регламентируется ГОСТ 10157 – 79. По физико-химическим показателям газообразный аргон должен соответствовать нормам, указанным в таблице 1.5.

Таблица 1.5 - Физико-химические показатели аргона

Наименование показателя	Норма для сорта	
	Высший	первый
1	2	3
Объемная доля аргона, %, не менее	99,992	99,987
Объемная доля кислорода, %, не более	0,0007	0,002
Объемная доля азота, %, не более	0,006	0,01
Массовая концентрация водяного пара при 20°С и давлении 101,3 кПа, г/м ³ , не более	0,007	0,01
Объемная доля суммы углеродосодержащих соединений в пересчете на СО ₂ , %, не более	0,0005	0,001

Аргон не токсичен и не взрывоопасен. Газообразный аргон тяжелее воздуха и может накапливаться в слабопрветриваемых помещениях, у пола и в приямках, а также во внутренних объемах оборудования, предназначенного для получения, хранения и транспортирования аргона. При этом снижается содержание кислорода в воздухе, что вызывает кислородную недостаточность и удушье.

Аргон хранится и транспортируется в стальных стандартных баллонах в газообразном состоянии под давлением 15±0,5 МПа.

Давление газов баллоне измеряют манометром по ГОСТ 8625 – 77. Баллоны, наполненные аргоном, хранят в специальных складских помещениях или на открытых площадках под навесом, защищающим баллоны от атмосферных осадков

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

и прямых солнечных лучей.

Вторым компонентом газовой смеси является двуокись углерода CO_2 . В промышленном масштабе углекислоту можно получить следующими способами:

- из известняка, в котором содержится до 40% CO_2 , кокса или антрацита путем их обжига в специальных печах;
- на установках, работающих по сернокислому методу за счет реакций взаимодействия серной кислоты с эмульсией мела;
- из газов брожения гидролизной, сахарной промышленности;

Углекислый газ представляет собой бесцветный газ с едва ощутимым запахом. Углекислый газ, предназначенный для сварки, должен соответствовать нормам, указанным в таблице 1.6.

Таблица 1.6 - Физико-химические показатели CO_2

Наименование показателя	Величина показателя
Содержание минеральных масел, мг/кг, не более	0,1
Содержание двуокиси углерода(CO_2),об.%, не менее	99,5
Содержание водяных паров при 20°C и 101,3 кПа, г/м ³ , не более, что соответствует температуре насыщения двуокиси углерода водяными парами при давлении 101,3 кПа, °С, не выше	0,184 минус 34

В углекислом газе не должны содержаться минеральные масла, глицерин, сероводород, соляная, серная и азотная кислоты, жиры, органические кислоты и аммиак [16,с.34].

Оксид углерода (II) нетоксичен, он в полтора раза тяжелее воздуха и может накапливаться в слабо проветриваемых помещениях у пола, снижает содержание кислорода в воздухе, что может вызвать явление кислородной недостаточности и удушье.

Для проведения большинства электросварочных работ на сегодняшний день требуется применение сварочной смеси, цена которой лишь немного превышает традиционную среду защитных газов. Широко применяются сварочные смеси аргона с углекислым газом. Для сварки низкоуглеродистых и низколегированных

Изн. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Изн. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

ДП 44.03.04.610. ПЗ

Изн.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Лист
					21

сталей используют смесь К-18, содержащую 82% аргона и 18% углекислоты. Использование сварочных смесей на основе аргона вместо традиционной углекислоты, позволит существенно повысить качество сварки без модернизации оборудования и изменения технологий.

Газовые защитные смеси имеют весьма значительные перспективы, но широкое их применение требует организации централизованного снабжения сварочного производства смесями нужного состава. Только в этом случае применение смесей может дать значительный экономический эффект.

Смесь аргона с диоксидом углерода (углекислым газом) главным образом применяется при сварке углеродистых и низколегированных сталей, такая как марка 09Г2С. Добавление аргона к углекислому газу уменьшает разбрызгивание расплавленного металла. Небольшая добавка углекислого газа к аргону дает ту же характеристику дуги, что и небольшая добавка кислорода. Разница в том, что в последнем случае переход на струйный режим переноса происходит при больших значениях тока. При содержании в смеси более 20% углекислого газа режим струйного переноса становится неустойчивым.

Вывод: Для сварки нашей конструкции выбираем смесь К-18.

1.6 Расчет режимов сварки

Основными параметрами режима механизированной сварки в смеси газов являются: сила сварочного тока, напряжение на дуге, диаметр и скорость подачи сварочной проволоки, род и полярность тока, расход газа.

Диаметр сварочной проволоки выбирается по [11] в зависимости от типа сварного соединения и толщины свариваемых деталей. Толщина свариваемого металла 4-7 мм, поэтому выбираем диаметр электродной проволоки 1,4 мм.

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

Изн. № подл.	Изн. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Подпись и дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		22

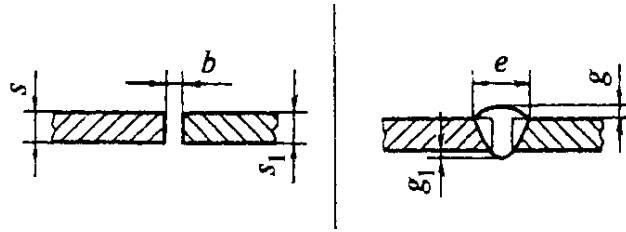


Рисунок 1.3 - Стыковой шов С2 по ГОСТ 14771-76

Диаметр присадочной проволоки принимаем по толщине металла соответствующего прохода (корневого, заполняющего, подварочного и т.п.). мм:

Принимаем $d_{э} = 1.4$ мм

Скорость сварки определяем по площади наплавленного металла и принятого ранее $d_{э.л}$, мм/с:

$$V_{ci}^{B.Г.П} \leq \frac{8,9 \cdot d_{э.л}^2 + 50,6 \cdot d_{э.л}^{1,5}}{F_{нi}}, \quad (1.2)$$

$$V_{ci}^{B.Г.П} \leq \frac{8,9 \cdot 1,6^2 + 50,6 \cdot 1,4^{1,5}}{40} = 11,6 \text{ м/ч}$$

где $d_{э}$ -диаметр проволоки

F - площадь наплавленного металла

Ограничения V_C в зависимости от уровня автоматизации процесса должны находиться в пределах 4...20 мм/с для автоматической сварки и 4...10 мм/с – для механизированной.

Скорость подачи электродной проволоки $V_{э.л}$ однозначно определяются при известных $F_{нi}$, $d_{э.л}$ и V_{Ci} , мм/с:

$$V_{э.лi} = \frac{F_{нi} \cdot V_{Ci}}{F_{э.лi}(1-\psi_p)} = \frac{4 \cdot F_{нi} \cdot v_i}{\pi \cdot d_{э.лi}^2(1-\psi_p)}, \quad (1.3)$$

$$V_{э.лi} = \frac{F_{нi} \cdot V_{Ci}}{F_{э.лi}(1-\psi_p)} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 1,4}{3,14 \times 0,6} = 170 \text{ м/ч}$$

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
Ивн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ивн. № дубл.	Подпись и дата

Сварочный ток определяют по формуле, полученной путем решения выражения для $V_{эл}^{(+)}$ относительно $I_C^{(+)}$, А:

$$I_{Ci}^{(+)} = d_{эл.ли} (\sqrt{1450 \cdot d_{эл.ли} \cdot V_{эл.ли}^{(+)} + 145150} - 382), \quad (1.4)$$

$$I_{Ci}^{(+)} = 4(\sqrt{1450 \cdot 1.6 \cdot 7.9 + 145150} - 382) = 260 \text{ А}$$

Полученное по расчету значение сварочного тока не должно выходить за пределы ограничений, обусловленных положением шва и уровнем автоматизации процесса.

Напряжение на сварочной дуге, В:

$$U_{Ci} = 14 + 0,05 \cdot I_{Ci}, \quad (1.5)$$

$$U = 14 + 13 = 27 \text{ В}$$

Расход защитного газа л/с:

$$q_{згi} = 0,0033 \cdot I_{Ci}^{0,75}, \quad (1.6)$$

$$q_{згi} = 0,0033 \cdot 260_i^{0,75} = 0.25 \text{ л/с} = 15 \text{ л/мин}$$

При сварке в защитных газах величина коэффициента наплавки может существенно отличаться от величины коэффициента расплавления в связи с потерями электродного металла.

Для сварки в среде углекислого газа коэффициенты расплавления α_p и наплавки α_n необходимо рассчитывать по следующим формулам:

$$\alpha_p = 1,21 \cdot I_{св}^{(0,32)} \cdot L_{э}^{(0,38)} \cdot d^{(-0,64)}, \quad (1.7)$$

$$\alpha_p = 1.21 \times 8.5 \times 1.6 \times 0.4 = 16.4$$

Изн. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Изн. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

где вылет электрода $L_э = 10 \cdot d$,

Плотность тока рассчитывается по формуле:

$$j = \frac{I_{CB}}{F_{эл}} = \frac{4 \cdot I_{CB}}{\pi \cdot d^2}, \quad (1.8)$$

$$j = 4 \times 260 / (3.14 \times 2.56) = 124 \text{ А/мм}^2$$

Принимаем $j = 120 \text{ А/мм}^2$

где $F_{эл}$ - площадь поперечного сечения электрода

Коэффициент потерь

$$\Psi_{п} = 16 \cdot \exp[-7.48 \cdot 10^{(-5)} \cdot (200 - j)^2], \quad (1.9)$$

$$\psi = 0.06 \times 100\% = 6\%$$

Коэффициент наплавки

$$\alpha_{н} = \alpha_{р} \cdot \frac{(100 - \Psi_{п})}{100}, \quad (1.10)$$

$$\alpha_{н} = 16.4 \cdot \frac{(100 - 6)}{100} = 15.4$$

Известно, что потери $\Psi_{п} = 6 - 10\%$ при плотности тока $j = 85 - 120 \text{ А/мм}^2$, также потери $\Psi_{п} = 6 - 10\%$ и в области $j = 280 - 350 \text{ А/мм}^2$, но потери $\Psi_{п} > 10$ при значениях плотностей тока $j = 120 - 280 \text{ А/мм}^2$.

Таблица 1.7 - Параметры режима сварки стыкового шва С2

$d_э$, мм	I_{CB}	$l_э$, мм	V_{CB} , м/ч	U_d , В	$V_{ПП}$, м/ч
1,4	260	14	12	27	157

Рассчитаем параметры режима сварки сварного соединения Т1,Т3

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Подпись и дата
Инов. № дубл.	Подпись и дата

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

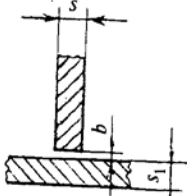
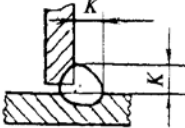
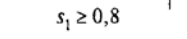
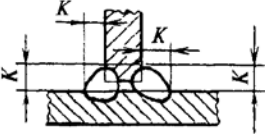
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	s	b	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения			Номин.	Пред. откл.
Т1			ИНп, ИП, УП	0,8—3,0	0	+0,5
				3,2—5,5		+1,0
Т3	 s ₁ ≥ 0,8			6,0—20,0		+1,5
				22,0—40,0		+2,0

Рисунок 1.4 -Тавровое соединение Т1, Т3 по ГОСТ 14771-76-Т (сварка пояса с верхней обвязкой)

Для прихватки используем полуавтоматическую сварку в среде защитных газов (Ar+CO₂). Произведем расчет режимов полуавтоматической сварки.

Силу сварочного тока выбирают в зависимости от катета шва и диаметра сварочной проволоки и допускаемой плотности тока. При этом учитываем: положение шва в пространстве, вид соединения, толщину и химический состав свариваемого металла.

Для расчета силы сварочного тока используют формулу:

$$I = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot j, \quad (1.11)$$

где d – диаметр электродной проволоки, мм;

j – допустимая плотность тока, А/мм².

Допустимая плотность тока выбирается по справочным данным [11,с.45].

$$j=110 \div 120 \text{ (А/мм}^2\text{)}$$

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

Изн. № подл.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
--------------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.610. ПЗ

Лист
26

$$I = \frac{3.14 \cdot 1.4^2}{4} \cdot (110 - 120) = 260 A$$

Коэффициент расплавления равен:

$$\alpha_p = 3 + 0,08 \cdot I/d, \quad (1.12)$$

$$\alpha_p = 3 + 0,08 \cdot (260 \div 300) / 1,4 = 17,8 \div 20,1 (\text{г/А} \cdot \text{ч})$$

Скорость подачи сварочной проволоки рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{под}} = \frac{4 \cdot \alpha_p \cdot I}{\pi \cdot d^2 \cdot \rho}, \quad (1.13)$$

где $V_{\text{под}}$ – скорость подачи сварочной проволоки, м/ч;

ρ - плотность металла, г/мм³. $\rho = 7,8$ (г/см³)

$$V_{\text{под}} = \frac{4 \cdot (17,8 \div 20,1) \cdot (260 \div 300)}{3.14 \cdot 1,4^2 \cdot 7,8} = 387 (\text{м/ч})$$

Меньшее значение скорости соответствует меньшим толщинам.

По [11, с.43] выбираем величину напряжения.

$$U = 26 \div 30 \text{В}$$

Ориентировочные режимы полуавтоматической сварки в смеси газов проволокой Св-08Г2С диаметром 1,4 мм, приведены в таблице.

Таблица 1.8 - Режим полуавтоматической сварки (прихватки)

Параметры	I, А	U, В	$V_{\text{под}}$, м/ч
Значения	260	26	387

Таблица 1.9 - Режим автоматической сварки

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						27

Параметры	I, А	U, В	V _с , м/ч
Значения	260	27	18

Рассчитаем нахлесточное соединение Н1 ГОСТ 14771-76

Произведем расчет автоматической сварки шва.



Рисунок 1.6 – Соединение Н1 - Δ6 по ГОСТ 14771-76

По данным [11] выбираем диаметр сварочной проволоки для автоматической сварки.

$$d = 1.6 \text{ (мм)}$$

Толщина свариваемого металла – 8 мм, тип сварных соединений – нахлесточное (приварка накладки к верхней обвязке) и тавровое (приварка пояса к верхней обвязке).

Допустимая плотность тока выбирается по [18].

$$j = 110 \div 120 \text{ (А/мм}^2\text{)}$$

Определяем силу сварочного тока по формуле.

$$I = \frac{\pi \cdot 1.6^2 \cdot (110 \div 120)}{4} = 200 \div 260 \text{ (А)} \quad (1.14)$$

Коэффициент расплавления определяем по формуле:

$$\alpha_p = 3 + 0,08 \cdot (200 \div 260) / 3 = 19 \div 20 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

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

Скорость подачи сварочной проволоки определяем по формуле:

$$V_{под} = \frac{4 \cdot (19 \div 20) \cdot (200 \div 260)}{\pi \cdot 3^2 \cdot 7,8} = 110 \div 115 (м/ч)$$

Скорость сварки рассчитывается по формуле:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I}{100 \cdot F_n \cdot \rho}, \quad (1.15)$$

где α_n – коэффициент наплавки, А/мм²;

F_n – площадь наплавленного металла, см².

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi), \quad (1.16)$$

где $\psi = 0,1 \div 0,13$

При катете шва равном 8 мм $F_n = 33$ (мм²).

$$V_{св} = \frac{(19 \div 20) \cdot (1 - 0,1) \cdot (100 \div 260)}{100 \cdot 0,33 \cdot 7,8} = 18 (м/ч)$$

Напряжение на дуге при дуговой сварке на токе 260А составляет 29В.

Ориентировочный режим сварки в смеси газов (Ar+CO₂) проволокой Св-08Г2С диаметром 1.6 мм приведены в таблице.

Таблица 1.10 - Режим автоматической сварки

d _э	I, А	U, В	V _{под} , м/ч	V _{св} , м/ч
1,6	260	29	212	18

Расход смеси газов Ar+CO₂ в значительной степени влияет на качество свар-

Инд. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инд. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

ного шва. Необходимое для сварки количество газа зависит от режима сварки от формы и размеров свариваемого изделия. С увеличением расхода газа снижаются значение коэффициентов плавления и наплавки, так как при этом столб дуги охлаждается поступающим в зону сварки защитным газом. Но малый расход газа не удовлетворяет требованиям газовой защиты. Следовательно, расход смеси газов должен быть минимальным, но достаточным для создания надежной защиты расплавленного металла от окружающей среды.

При сварке проволокой диаметром 1,4 мм объемный расход смеси (Ar+CO₂) составляет 14 – 16 л/мин, а проволокой диаметром 1,6 мм – 23 – 28 л/мин.

Сварку в смеси газов Ar+CO₂ плавящимся электродом производят на постоянном токе обратной полярности.

1.7 Выбор оборудования

Для механизированной сварки в среде защитных газов выбираем полуавтомат ПДГ-508. Он предназначен для дуговой сварки плавящимся электродом в защитном газе изделий из малоуглеродистой и низколегированной стали длинными и короткими швами, расположенными в различных пространственных положениях. Сварка должна производиться в закрытых помещениях с соблюдением следующих условий: температура окружающего воздуха от -16°С до +40°С с относительной влажностью воздуха не более 80% при T= +20°С;

Среда, окружающая полуавтомат не взрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных паров и газов, разрушающих металлы и изоляцию.

Технические характеристики полуавтомата приведены в таблице.

Таблица 1.11 - Техническая характеристика сварочного полуавтомата ПДГ-508

Наименование параметра	Величина
Номинальное напряжение питающей сети, В	380
Номинальная частота, Гц	50

Изн. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Изн. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Номинальный сварочный ток при ПВ=60% , А	500
Пределы регулирования сварочного тока, А	160-500
Диаметр электродной проволоки, мм	1,2-2,0
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	120-1200
Расход защитного газа, л/ч	8-20

Угол наклона горелки и характер ее перемещения относительно свариваемого изделия определяется технологией сварки. Расстояние сопла горелки от свариваемого изделия необходимо выдерживать в пределах 8-20 мм.

При настройке полуавтомата выбирается требуемый режим сварки; на подающем механизме устанавливается необходимая скорость подачи сварочной проволоки; устанавливается необходимый ток и напряжение дуги.

Окончательная настройка полуавтомата производится при пробной сварке на отдельной пластине из такого же металла, как свариваемое изделие.

Признаками правильной настройки является:

- устойчивое горение дуги и малое разбрызгивание металла (отсутствие);
- хорошее формирование шва, отсутствие дефектов.

Для сварки в смеси газов применяются два вида источников питания: сварочные выпрямители и сварочные преобразователи. Сварочные выпрямители обладают рядом преимуществ по сравнению с преобразователями. КПД выпрямителей выше, чем у генераторов, масса меньше, стоимость эксплуатации значительно ниже. К достоинствам выпрямителей можно отнести бесшумность в работе и возможность подстройки режимов. Поэтому источником питания для полуавтомата выбираем выпрямитель ВДУ-511, техническая характеристика которого дана в таблице.

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Таблица 1.12 - Техническая характеристика выпрямителя ВДУ-511

Наименование параметра	Величина
Номинальное напряжение питающей сети, В	380
Номинальная частота, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А,	500
ПН или ПВ, %: при 500А	60
при 300А	100
Номинальное рабочее напряжение, В,	50
Пределы регулирования сварочного тока, А	80-630
Напряжение холостого хода, В	24-70
Первичная мощность кВт, не более	37

Выпрямитель типа ВДУ-511 предназначен для комплектации сварочных полуавтоматов для механизированной сварки в среде защитных газов плавящимся электродом. Выпрямитель имеет жесткие внешние характеристики. Выпрямитель предназначен для работы в закрытых помещениях. Вид климатического исполнения – УЗ.1.

Для сварки прямолинейных длинномерных швов выбираем автомат сварочный А-1411П, техническая характеристика которого дана в таблице.

Таблица 1.13 - Техническая характеристика автомата сварочного А-1411

Наименование параметра	Величина
1	2
1. Напряжение питающей сети трехфазного переменного тока, В	380
2. Частота питающей сети, Гц	50
3. Номинальный сварочный ток при ПВ=100%, А	1000

Окончание таблицы 1.13

1	2
4. Количество электродов, шт	1
5. Диаметр электродной проволоки, мм	2-4
6. Диапазоны скорости подачи электродной проволоки, м/ч	53-532
7. Скорость сварки (ступенчатая регулировка посредством сменных шестерен), м/ч	12-120
8. Маршевая скорость, м/ч	950±50
9. Вертикальное перемещение сварочной головки:	
а) ход, мм	500
б) скорость, м/мин	0,43

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

Автомат предназначен для комплектации установок автоматических линий, на которой производится сварка изделий угловым продольным швом при отклонении шва, от направления перемещения автомата по рельсовому пути.

В качестве источника питания для сварочного автомата применяется выпрямитель ВДУ-1250, техническая характеристика которого приведена в таблице.

Таблица 1.14 - Техническая характеристика ВДУ-1250

Наименование параметра	Величина
Номинальное напряжение трехфазной питающей сети частотой 50 Гц, В	380
Первичная мощность, не более, кВА	75
Номинальный сварочный ток, А	1250
Пределы регулирования сварочного тока, А	250-1250
ПВ, %	100
Номинальное рабочее напряжение, В	44
Пределы регулирования рабочего напряжения, В	24-44
Напряжение холостого хода, В, не более	55
КПД, %, не менее	83
Охлаждение	воздушно-принудительное
Габаритные размеры, мм, не более	790*600*1410
Масса, кг, не более	520

Выпрямитель имеет две жестких внешних характеристики и предназначен для питания сварочных полуавтоматов и автоматов при сварке голой проволокой в среде защитных газов. Предназначен для работы в закрытых помещениях при температуре окружающего воздуха от -10°C до +40°C, относительной влажности не более 80% при T=20°C и отсутствие коррозионной среды. Выпрямитель изготавливается для работы в условиях умеренного климата. Не допускается использование выпрямителя для работы в среде насыщенной пылью, во взрывоопасной среде, содержащей едкие пары и газы, разрушающие металлы и изоляцию.

Кантователь для сварки борта вагона

Инд. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Подпись и дата
Инд. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						33



Рисунок 1.5 – Кантователь SU 927473

Кантователь предназначен для установки, подъема и поворота борта вагона в удобное для сварки положение.

Таблица 1.15 – Технические характеристики

1.	Общая грузоподъемность кантователя, кг	40 000
2.	Грузоподъемность кантователя без использования кольца, кг	30 000
3.	Максимальная длина кантуемого изделия, мм	23 000*
4.	Максимальная ширина кантуемого изделия, мм	3 250
5.	Скорость кантования, об/мин	0,5...0,95
6.	Угол вращения кантователя с использованием кольца, град	+180/-135
7.	Угол вращения кантователя без использования кольца, град	360

1.8 Описание технологии сварки

Описание базового технологического процесса

Технологический процесс изготовления продольного борта начинается со сборки и сварки верхней и нижней обвязки. В процессе изготовления борта применяется полуавтоматическая сварка в углекислом газе. Недостатком сварки в углекислом газе является большое разбрызгивание сварочной проволоки и основного металла.

Нижнюю обвязку собирают в сборочно-сварочном стенде в следующей последовательности: укладывают пояс в стенд, устанавливают шесть кронштейнов и производят центровку отверстий; прижимают пояс шестью винтовыми прижимами и приваривают кронштейны к поясу.

При сборке верхней обвязки укладывают два пояса и 13 ребер в стенд (пли-

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						34

ту с упорами) и с помощью 9-ти струбцин сжимают пояса между собой. Ребра к поясам приваривают полуавтоматом.

С помощью мостового крана готовые обвязки подают на позицию сборки-сварки борта в стенд и устанавливают на обшивку. Между верхней и нижней обвязкой устанавливают стойки. Прижим обвязок к обшивке производят с помощью струбцин, а обвязок к упорам стенда с помощью винтовых прижимов. Приварка обвязок и стоек к обшивке производят полуавтоматической сваркой в углекислом газе. Затем между швеллерами верхней обвязки приваривают накладку, а затем коробку. Для жесткости и прочности конструкции приваривают ребра и косынки. С торцов борта устанавливают и приваривают петли.

Для приварки верхнего пояса и верхней обвязки продольный борт кантуют на 45°.

После сборки и сварки борт подают на рабочее место, где производят контроль качества, а затем на склад готовой продукции.

Разработка проектного технологического процесса

Разработка проектного технологического процесса осуществляется на основе базового. В проектном технологическом процессе предлагается вместо сварки в CO_2 использовать сварку в смеси $Ar + 12\%CO_2$. Это позволит увеличить количество наплавленного металла за единицу времени, снизить потери электродного металла на разбрызгивание, и как следствие уменьшить трудоемкость по их удалению. При сварке в смеси улучшается качество металла шва. Для снижения сцепления брызг расплавленного металла применяют защитное покрытие.

В проектном технологическом процессе предлагается использовать сварочный автомат для приварки верхнего пояса и накладки к верхней обвязке. Приварка накладки происходит непосредственно в сборочном стенде одновременно двумя автоматами в смеси $Ar + CO_2$. После приварки накладки борт освобождается от прижимов и кантуется на 90° и фиксируется 4-мя винтовыми прижимами. Сварочные автоматы, расположенные на перекатной ферме перемещаются к месту приварки детали. Перед началом сварки необходимо отрегулировать расстояние между горелками и, лишь затем приварить верхний пояс к верхней обвязке. До-

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						35

стигаемое в результате применения автоматической сварки, сведение к минимуму количества недопустимых дефектов сварных швов снижает потери рабочего времени, энергетических и материальных ресурсов, связанных с исправлением брака.

После сборки борта на прихватки и автоматической сварки борт мостовым краном подается на позицию сварки в кантователь. Применение кантователя позволяет вести сварку в удобном положении, исключив сварку вертикальных швов, повышает производительность труда и ускоряет производственный цикл, обеспечивает высокое качество продукции.

Сравнение базового и проектного технологического процессов

Сравнивая два способа защиты сварочной ванны (оксидом углерода (II) и смесью (Ar+CO₂), можно сделать заключение в пользу применения многокомпонентных смесей, так как при этом способе стало возможным:

- увеличение количества наплавленного металла за единицу времени;
- повышение пластичности наплавленного металла, особенно ударной вязкости;
- стабилизирование процесса сварки и улучшение качества металла шва (снижение пористости и неметаллических включений).

Применение смеси позволяет перейти от крупнокапельного переноса металла к мелкокапельному (струйному), при этом потери на разбрызгивание снижаются с 8% до 3%.

Применение сборочного станда с винтовыми прижимами позволяет жестко зафиксировать борт во время прихватки а рациональная последовательность выполнения сварных швов позволяет свести сварочные деформации к минимуму.

Применение кантователя значительно повышает производительность труда и ускоряет производственный цикл, обеспечивает высокое качество продукции, так как позволяет вести работу в удобном положении. Снижается трудоемкость до 20%, расход сварочных материалов на 10%. Сварка в кантователе повышает удобство в работе сварщика, а также повышает безопасность труда, поскольку механизует поворот изделия. Также позволяет свести к минимуму количество недопустимых дефектов сварных швов (сварка в нижнем положение), снизить потери ра-

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

бочего времени, энергетических и материальных ресурсов, связанных с исправлением брака. Все это сопровождается реальным повышением производительности труда.

1.9 Контроль качества сварного шва

Принимаем ультразвуковой контроль.

Этот метод основан на способности ультразвуковых волн отражаться от границы раздела двух сред, обладающих разными акустическими свойствами. При помощи ультразвука можно обнаружить трещины, раковины, расслоения в листах, непровары, шлаковые включения, поры. Ультразвук представляет собой упругие колебания материальной среды с частотой колебания выше 20 кГц, т. е. выше верхней границы слухового восприятия. Существует несколько способов получения ультразвуковых колебаний. Наиболее распространенным является способ, основанный на пьезоэлектрическом эффекте некоторых кристаллов (кварца, сегнетовой соли) или искусственных материалов (титаната бария). Этот эффект заключается в том, что если противоположные грани пластинки, вырезанной из кристалла, например, кварца, заряжать разноименными зарядами электричества, то она будет деформироваться в такт изменения знаков зарядов. Изменяя знаки электрических зарядов с частотой выше 20 тыс. колебаний в секунду, получают механические колебания пьезоэлектрической пластинки той же частоты, передающейся в виде ультразвука. Работа ультразвуковых дефектоскопов — приборов для выявления дефектов в изделиях, в том числе и в сварных швах — основана на пьезоэлектрическом эффекте. Для проверки качества сварного шва дефектоскоп подключают к сети переменного тока. Рядом со сварным швом устанавливают пьезоэлектрический щуп с пластинкой из титаната бария. Автоматического изменения знаков зарядов на поверхности пластинки достигают при помощи лампового генератора. Если от этого генератора сообщить пластинке импульс электрических колебаний, то пластинка пошлет в шов короткий ультразвуковой импульс такой же частоты. Первоначальный электрический импульс после его усиления в

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взамен. ив. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

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

ДП 44.03.04.610. ПЗ

усилителе будет зарегистрирован на экране катодной трубки в виде пика светящегося луча. Попав в бездефектный шов, пучок ультразвука достигает противоположной стороны сварного соединения и, отразившись от него, снова попадает на пластинку. К этому моменту пластинка уже прекратит испускать ультразвук из-за кратковременности электрического импульса. Вместо источника ультразвуковых колебаний она становится их приемником. Ультразвуковые колебания, отразившиеся от дна изделия и попавшие на пластинку, преобразуются в механические, а затем и в электрические колебания. Последние после усиления попадают на катодную трубку осциллографа. На его экране появится донный сигнал в виде пика. Если же в шве имеется какой-либо дефект, например трещина, то часть пучка ультразвука отразится от нее, а другая часть отразится от противоположной стороны сварного соединения. В этом случае на экране будут видны уже три пика. По среднему пику устанавливают, что в шве залегает какой-то дефект. Расстояние между пиками позволяет определить, на какой глубине находится дефект.



Рисунок 1.6-Дефектоскоп ультразвуковой A1214 EXPERT

Вывод: в технологическом разделе был произведен анализ базовой технологии изготовления борта вагона – самосвала. Осуществлен выбор способа сварки, сварочных материалов. Рассчитаны параметры режима сварки. Выполнен выбор оборудования. Разработана технология сборки и сварки борта вагона – самосвала.

Изн. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изн.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.610. ПЗ

2 Экономический раздел

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки корпуса воздухоборника, изготавливаемого из стали марки 09Г2С с применением автоматической сварки в среде защитных газов.

По базовому варианту работа выполнялась механизированной (полуавтоматической) сваркой в среде CO_2 . При этом для сборки и сварки использовалась сварочная установка, в состав которой входили: сварочный полуавтомат ПДГ-508 с источником ВДГ-506, сварочная горелка, сварочная плита, баллон с углекислотой.

Проектируемая технология предполагает замену механизированной сварки корпуса сборника на автоматическую сварку в защитной смеси К-18 (Ar-82%; CO_2 – 18%).

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 $T_{ит-к}$, ч., состоит из нескольких компонентов и определяется по формуле:

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взамн. инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата

Изн.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						39

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

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

$t_{осн}$ – основное время, ч.;

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

$t_в$ – вспомогательное время, ч.;

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

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

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

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

где $L_{шв}$ – сумма длин всех швов, м $\Sigma L_{шв} = 36$ м;

$V_{св}$ – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч, $V_{св} = 20$ м/ч;

$V_{св}$ – скорость сварки (базовый вариант), м/ч, $V_{св} = 8$ м/ч

Определяем основное время по формуле для обоих вариантов

$$t_{осн} = \frac{36}{8} = 4,5 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{36}{20} = 1,8 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

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

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						40

нии общий норматив времени $t_{нз}$ делится на количество деталей, выпущенных в смену. Примем:

$$t_{нз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{нз} = \frac{4,5 \cdot 10}{100} = 0,45 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{нз} = 0,18 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Вспомогательное время (t_6) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой $t_э$, осмотр и очистку свариваемых кромок $t_{кр}$, очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$, клеймение швов $t_{кл}$, установку и поворот изделия, его закрепление $t_{уст}$:

$$t_6 = t_э + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (2.3)$$

При полуавтоматической и автоматической сварке во вспомогательное время входит время на заправку кассеты с электродной проволоки. Это время можно принять равным

$$t_э = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ ч.}$$

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

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_C - 1)) \quad (2.4)$$

где n_C – количество слоев при сварке за несколько проходов;

$L_{шв}$ – длина шва, м, $L_{шв} = 36 \text{ м}$

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле для обоих вариантов

$$t_{кр} = 36 \cdot (0,6 + 1,2) = 64,8 \text{ мин.} = 1,08 \text{ ч.}$$

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						41

Сварка и в базовом и проектируемом варианте производится в два прохода.
 Время на очистку швов от шлака и брызг $t_{\text{оп}}$ рассчитываем по формуле

$$t_{\text{оп}} = L_{\text{шв}} (0,6 + 1,2 \cdot (n_c - 1)) = 64,8 = 1,08 \text{ ч.}$$

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

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

Таблица 2.1 – Норма времени на установку, поворот и снятие изделия в зависимости от его массы

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

$$t_{\text{уст}} = 0,14 \text{ ч.}$$

Таким образом рассчитываем значение t_g для обоих вариантов (оно одинаково)

$$t_g = 0,083 + 1,08 + 1,08 + 0,21 + 0,14 = 2,6 \text{ ч.}$$

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

$$t_{\text{обс}} = (0,06 \dots 0,08) \cdot t_{\text{осн}} \quad (2.5)$$

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата

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

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 4,5 = 0,315 \text{ ч.}$$

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 1,8 = 0,126 \text{ ч.}$$

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

$$t_n = 0,07 \cdot t_{очн} \quad (2.6)$$

Рассчитываем t_n по формуле для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_n = 0,07 \cdot 4,5 = 0,315 \text{ ч.}$$

$$t_n = 0,07 \cdot 1,8 = 0,126 \text{ ч.}$$

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

$$T_{шт-к} = 4,5 + 0,45 + 2,6 + 0,315 + 0,315 = 8,18 \text{ ч.}$$

$$T_{шт-к} = 1,8 + 0,18 + 2,6 + 0,126 + 0,126 = 4,83 \text{ ч.}$$

$$T_{шт-к} = 8,18 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{шт-к} = 4,83 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

Определяем *общую трудоемкость годовой производственной программы* $T_{произв. пр.}$ сварных конструкций по операциям техпроцесса по формуле, где N – годовая программа, *шт.*, в нашем случае $N = 1000 \text{ шт.}$

Инва. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инва. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						43

$$T_{\text{произв. пр.}} = 8,18 \cdot 1000 = 8180 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 4,83 \cdot 1000 = 4830 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.

Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса C_P по формуле:

$$C_P = \frac{8180}{1914 \cdot 1,2} = 3,56; \text{ примем } C_{II} = 4 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_P = \frac{4830}{1914 \cdot 1,2} = 2,1; \text{ примем } C_{II} = 2 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

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

Расчёт коэффициента загрузки оборудования K_3 производим по формуле:

$$K_3 = \frac{3,56}{4} = 0,90 \text{ (базовый вариант);}$$

$$K_3 = \frac{2,1}{2} = 1,05 \text{ (проектируемый вариант).}$$

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						44

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

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

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.

Таблица 2.2 – Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Годовая производственная программа выпуска	шт.	1000	1000
Сварочный полуавтомат ПДГ-508 с источником питания ВДУ 1250, $C_{онт}$	руб./шт.	92000	
Сварочный автомат А-1411П с источником питания ВДУ-1250	руб./шт.	-	245000
установка	руб./шт.	168000	168000
стенд сборочно-сварочный	руб./шт.	144880	450130
кантователь	руб./шт.	144880	450130
Сталь 09Г2С, $C_{к.м}$	руб./т	40000	40000
Сварочная проволока Св-08ГА, $\varnothing 1,2$ мм, $C_{о.р.м}$	руб./кг	7,5	
Сварочная проволока Св-08Г2С, $\varnothing 1,2$ мм, $C_{о.р.м}$	руб./кг		185
защитный газ CO ₂ , $C_{з.г}$	руб./л	0,08	
защитный газ (смесь К18), $C_{з.г}$	руб./л		0,11
Расход защитного газа	л/мин.	10	10
Тариф на электроэнергию, $C_{эл}$	руб./кВт-час.	3,16	3,16
длина сварного шва	м	36	36
Положение шва		нижнее	нижнее
Условия выполнения работы		стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	4	5
Тарифная ставка, $T_{ст}$	руб.	148	164
Масса конструкции	т	1,2	1,2

Изн. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

ДП 44.03.04.610. ПЗ

Изм Лист № документа Подпись Дата

Лист
45

Рассчитываем балансовую стоимость оборудования при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле (5):

Базовый вариант:

$$K_{обj} = 549760 \cdot (1 + 0,12) = 615731 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$K_{обj} = 1313260 \cdot (1 + 0,12) = 1470851 \text{ руб.}$$

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

$$K_{об} = 615731 \cdot 4 \cdot 1 = 2462925 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{об} = 1470851 \cdot 2 \cdot 1 = 2941702 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу.

Таблица 2.3 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Оптовая цена единицы оборудования, руб.	549760	1313260
Количество единиц оборудования, шт.	4	2
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	615731	1470851
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	2462925	2941702

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций

2.2.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкций

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

Расчет материальных затрат

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

Материальные затраты ($MЗ$, руб.) рассчитываются по формуле.

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

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

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 09Г2С.

$$C_{к.м} = m_k \times Ц_{к.м}$$

где m_k – масса конструкции, т;

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

$$C_{к.м} = 1,2 \cdot 40000 = 48000 \text{руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 48000 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

Расчет затрат на электродную проволоку Св-08Г2С проводим по формуле.

Исходные данные для расчетов:

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						47

$$L_{шв} = 36 \text{ м} = 3600 \text{ см}$$

$$F_{нм} = 70 \text{ мм}^2 = 0,70 \text{ см}^2.$$

$$V_{нм} = 3600 \cdot 0,70 = 2520 \text{ см}^3.$$

$$M_{нм} = 2520 \cdot 7,8 = 19656 \text{ г} = 19,656 \text{ кг}$$

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

$$C_{св.пр} = 19,656 \cdot 1,2 \cdot 7,5 \cdot 1,05 = 185,75 \text{ руб. (базовый вариант – сварка в CO}_2\text{)}$$

$C_{св.пр} = 19,656 \cdot 1,02 \cdot 185 \cdot 1,05 = 3894,54 \text{ руб. (проектируемый вариант – сварка в защитной смеси К-18).}$

Расчет затрат на защитный газ проводим по формуле.

Исходные данные:

$$t_{осн} = \frac{36}{8} = 4,5 \text{ ч} = 270 \text{ мин. (базовый вариант);}$$

$$t_{осн} = \frac{36}{20} = 1,8 \text{ ч} = 108 \text{ мин. (проектируемый вариант);}$$

Расход защитного газа $q_{зг} = 10 \text{ л/мин.}$

$C_{зг} = 270 \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 0,08 \cdot 1,05 = 249,5 \text{ руб. (базовый вариант – защитный газ CO}_2\text{)}$

$C_{зг} = 108 \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 0,11 \cdot 1,05 = 137,2 \text{ руб. (проектируемый вариант – защитная смесь К-18).}$

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

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Расчет затрат на электроэнергию на операцию проводим по формуле

$$Z_9 = 8 \cdot 19,656 \cdot 3,16 = 496,90 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_9 = 5 \cdot 19,656 \cdot 3,16 = 310,56 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

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

По базовому варианту:

$$MЗ = 185,75 + 249,5 + 496,90 = 932,15 \text{ руб.}$$

По проектируемому варианту:

$$MЗ = 3894,54 + 137,2 + 310,56 = 4342,3 \text{ руб.}$$

$$C_{OM} = (C_{к.м} + C_{св.пр} + C_{з.г}) K_M$$

где K_M – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

$$C_{OM} = (48000 + 185,75 + 249,5) \cdot 1,05 = 50857 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$C_{OM} = (48000 + 3894,54 + 137,2) \cdot 1,05 = 54633 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

Тогда на годовой выпуск

$$C_{OM \Gamma} = 50857 \cdot 1000 = 50857000 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$C_{OM \Gamma} = 54633 \cdot 1000 = 54633000 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

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

ДП 44.03.04.610. ПЗ

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

$$Ч_{op} = \frac{8180}{1870 \cdot 1,1} = 3,97 \text{ примем } Ч_{OP} = 4 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$Ч_{op} = \frac{4830}{1870 \cdot 1,1} = 2,34 \text{ примем } Ч_{op} = 2 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

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

При поточной организации производства число основных рабочих определяется по числу единиц оборудования с учетом его загрузки, возможного совмещения профессий и планируемых невыходов по уважительным причинам. Исходя из этого, определяем суммарное количество основных рабочих $Ч_{op}$.

Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды

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

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

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

Тарифная ставка зависит от квалификации сварщика: T_{cm} сварщика ручной дуговой сварки - 148 руб./час, T_{cm} сварщика автоматической сварки - 164 руб./час.

Рассчитанное $T_{шт-к} = 8,18 \text{ ч.} = 490,8 \text{ мин.}$ (базовый вариант);

$T_{шт-к} = 4,83 \text{ ч.} = 289,8 \text{ мин.}$ (проектируемый вариант).

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взамен. ив. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						50

$$P_{\text{сд}} = \frac{148 \cdot 490,8}{60} = 1211 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$P_{\text{сд}} = \frac{164 \cdot 289,8}{60} = 792 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле

$$D_{\text{вп}} = \frac{148 \cdot 490,8 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 24,2 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$D_{\text{вп}} = \frac{164 \cdot 289,8 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 15,8 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

$$Z_{\text{пр}} = 1211 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 24,2 = 2385,6 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{\text{пр}} = 792 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 15,8 = 1560,2 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

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

$$ЗП_{\text{о}} = 1,13 \cdot 2385,6 \cdot 1,3 = 3504 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$ЗП_{\text{о}} = 1,13 \cdot 1560,2 \cdot 1,3 = 2292 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

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

$$Z_{\text{пр}} = 2385,6 + 3504 = 5890 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{\text{пр}} = 1560,2 + 2292 = 3852 \text{ руб. (проектный вариант).}$$

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

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

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

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Затраты на основные материалы, $C_{o.m}$, руб.	50857000	54633000
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{эн}$, руб.	496900	310560
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $Z_{пр}$, руб.	5890000	3852000
Технологическая себестоимость годового выпуска, C_T , руб.	57243900	58795560

$$C_T = C_{o.m} + C_{эн} + Z_{пр},$$

$$C_T = 50857000 + 496900 + 5890000 = 57243900 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$C_T = 54633000 + 310560 + 3852000 = 58795560 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

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:

$$C_{ПР} = C_T + P_{пр} + P_{хоз} \quad (2.6)$$

где C_T – технологическая себестоимость, руб.;

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

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

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						52

Общепроизводственные расходы определяются по формуле.

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

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

Затраты на амортизацию оборудования. Рассчитываем по формуле (24) затраты на амортизацию при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, приходящиеся на одно изделие:

$$C_A = \frac{615731 \cdot 14,7 \cdot 4 \cdot 8,18}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 1407 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_A = \frac{1470851 \cdot 14,7 \cdot 2 \cdot 4,83}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 992 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования рассчитываем по формуле

$C_p = \frac{2462925 \cdot 3}{100} = 73888$ руб./на производственную программу или 73,88 руб в расчете на одно металлоизделие (73888 руб./1000), - базовый вариант;

$C_p = \frac{2941702 \cdot 3}{100} = 88251$ руб./на производственную программу или 88,251 руб./на металлоконструкцию (88251 руб./1000 шт), - проектируемый вариант.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						53

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

$$P_{\text{ПР1}}^* = \frac{5890000 \cdot 10}{100} = 589000 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ПР2}}^* = \frac{3852000 \cdot 10}{100} = 385200 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле:

$$P_{\text{ПР}} = 1407 + 73888 + 589000 = 664295 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ПР}} = 992 + 88251 + 385200 = 474443 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

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

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

$P_{\text{ХОЗ}}$ при изготовлении одной металлоконструкции:

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{25 \cdot 5890}{100} = 1473 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{25 \cdot 3852}{100} = 963 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

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

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

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						54

$$C_{\text{ПР}} = 57243900 + 664295 + 1473000 = 59381195 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{ПР}} = 58795560 + 474443 + 963000 = 60233003 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

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

$$P_{\text{к}} = \frac{0,1 \cdot 59381195}{100} = 59381 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{к}} = \frac{0,1 \cdot 60233003}{100} = 60233 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций ($C_{\text{П}}$) включает затраты на производство ($C_{\text{ПР}}$) и коммерческие расходы ($P_{\text{к}}$) и рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{П}} = 59381195 + 59381 = 59440576 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{П}} = 60233003 + 60233 = 60293236 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу.

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

Наименование статей калькуляции	Значение, руб.		Отклонения, руб.
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
Объем годового выпуска продукции, N, шт.	1000	1000	
1. Материальные затраты, МЗ:	932150	4342300	3410150
2. Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социаль-	5890000	3852000	2038000

ДП 44.03.04.610. ПЗ

Лист

55

Инва. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инва. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ные нужды, $Z_{пр}$			
3. Технологическая себестоимость $C_{т, руб.}$	57243900	58795560	-1551660
4. Общепроизводственные расходы, $P_{ПР}$	664295	47443	616852
5. Общехозяйственные расходы, $P_{ХОЗ}$	1473000	963000	510000
6. Производственная себестоимость, $C_{Пр}$	59381195	60233003	-851808
7. Коммерческие расходы, $P_{к,}$	59381	60233	-852
8. Полная себестоимость, $C_{П}$	59440576	60293236	-852660

2.9 Расчет основных показателей сравнительной эффективности

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

Годовой выпуск продукции (воздухосборник) составляет 1000 шт.

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

$$\Delta C = (C_{т1} - C_{т2}) N, \quad (2.6)$$

где $C_{т1}, C_{т2}$ - технологическая себестоимость годового объема выпуска детали по сравниваемым вариантам (1 - базовый вариант; 2 - проектируемый вариант), руб.;

N - годовой объем выпуска металлоизделий, шт.

В данном расчете *годовая экономия по технологической себестоимости* составит в соответствии с формулой:

$$\Delta C = (57243900 - 58795560) = - 1551660 \text{ руб.}$$

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

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

ДП 44.03.04.610. ПЗ

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

Расчет прибыли от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, П, руб. рассчитываем по формуле.

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Ц, руб.) по формуле по базовому и проектируемому вариантам. Среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции, K_p , определяющий среднеотраслевую норму доходности продукции и учитывающий изменение качества металлоизделия (надежность, долговечность) в эксплуатации принимаем равным соответственно в базовом варианте - 1,3; в проектируемом - 1,5.

$$C_1 = 59440,576 \cdot 1,3 = 77273 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 60293,236 \cdot 1,5 = 90440 \text{ руб.}$$

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

$$B_1 = 77273 \cdot 1000 = 77273000 \text{ руб.}$$

$$B_2 = 90440 \cdot 1000 = 90440000 \text{ руб.}$$

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

$$П_1 = 77273000 - 59440576 = 17832424 \text{ руб.}$$

$$П_2 = 90440000 - 60293236 = 30146764 \text{ руб.}$$

Инд. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инд. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

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

$$\Delta\Pi = 30146764 - 17832424 = 12314340 \text{руб.}$$

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

$$N_{кр1} = \frac{59440576 - 57243900}{77273 - 57243,900} = 110 \text{ шт.}$$

$$N_{кр2} = \frac{60292336 - 58795560}{90440 - 58795,560} = 18 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции, R , проводим по формуле:

$$R_1 = \frac{17832424}{59440576} \cdot 100 = 30 \%$$

$$R_2 = \frac{30146764}{60293236} \cdot 100 = 50 \%$$

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

$$\Pi_{тр1} = \frac{77273000}{4} = 19318250 \text{руб./чел.}$$

$$\Pi_{тр2} = \frac{90440000}{2} = 45220000 \text{руб./чел.}$$

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

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						58

$$T_o = \frac{2941702}{12314340} = 0,24 \text{ года}$$

После проведения экономических расчетов необходимо сгруппировать результирующие показатели экономической эффективности в виде таблицы.

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.	77273000	90440000	-827127000
3	Капитальные вложения, К	руб.	2462925	2941702	-478777
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, С _т	руб.	57243900	58795560	-1551660
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, С _п	руб.	59440576	60293236	-852660
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	17832424	30146764	-12314340
7	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	4	2	-2
8	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), П _{тр}	тыс.руб./чел.	19318	45220	25902
9	Рентабельность продукции, R	%	30	50	20
10	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (T _{ок})	лет	0,24		
11	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	110	18	92

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

В сфере производства изделия экономия по себестоимости обеспечена лишь за счет сокращения доли общепроизводственных и общехозяйственных расходов в удельной себестоимости металлоизделия, поскольку эти затраты, оставаясь неизменными в целом по предприятию, списываются на себестоимость изделий про-

Инов. № подл. Подпись и дата

Взамен. инв. № Подпись и дата

Инов. № дубл. Подпись и дата

порционально заработной плате производственных рабочих, численность которых в проектируемом варианте сократилась на 2 человека.

3 Методический раздел

В технологической части разработанного дипломного проекта разработана технология сборки и сварки Борта вагона - самосвала. В процессе разработки предложена замена механизированной сварки основания на электродуговую сварку с использованием автоматической сварки в среде защитных газов. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное, что

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						60
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

позволяет использование сварочного автомат для дуговой сварки А-1411 для производства процесса 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 3. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (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 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.

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)

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						61

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

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

В таблице 3.1 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (3-й разряд) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

Таблица 3.1 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4 уровень) и «Оператор автоматической сварки плавлением» 3 уровень

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
Трудовая функция	Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками	Полностью механизированная и автоматическая сварка плавлением металлических материалов

Окончание таблицы 3.1

1	2	3
Трудовые действия	Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей). Выполнение частично механизированной	Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документации. Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты. Проверяет работоспособность и

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

	сварки (наплавки) плавлением борта вагона-самосвала	исправность сварочного оборудования для сварки в среде защитных газов.
<i>Необходимые умения:</i>	Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением борта вагона-самосвала	Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку. Применять сборочные приспособления для сборки и сварки в среде защитных газов
<i>Необходимые знания</i>	<p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением.</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах.</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.</p> <p>Сварочные автоматы для сварки в среде защитных газов</p>
<i>Другие характеристики:</i>	Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией: механизированная сварка борта вагона-самосвала	Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией: сварка дуговая в среде защитных газов борта вагона-самосвала
<i>Характеристики выполняемых работ:</i>	прихватка элементов конструкции частично механизированной сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва; частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций типа борта вагона-самосвала	

Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением» является следующее:

Необходимые знания:

Изн. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Подпись и дата
Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изн.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						63

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.

Сварочные автоматы для сварки в среде защитных газов

Необходимые умения:

- Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой давлением, и обозначение их на чертежах

- Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки давлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов

- Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку давлением. Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой давлением.

- Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки давлением

- Требования к подготовке конструкции под сварку

- Технология полностью механизированной и автоматической сварки давлением.

- 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.

Инт. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инт. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						64

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	66
1.1	Основы экономики отрасли	3
1.2	Материаловедение	3
1.3	Основы электротехника	2
1.4	Чтение чертежей	2
1.5	Спецтехнология	52
2	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ	122
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	36
2.2	Работа на предприятии	86
	Консультации	2
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	176

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, формирования ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции. Программа предмета «Спецтехнология» разрабатывается на основе Профессионального стандарта, учебного план переподготовки и учета требований работодателей.

Таблица 3.3 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Введение	2
2	Оборудование для автоматической сварки в среде газов	16
3	Сварочные материалы	6
4	Сварные конструкции	5
5	Технология автоматической сварки в среде газов	18
6	Механизация и автоматизация сварочного производства	5
	Итого:	52

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

Изн. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Подпись и дата
Инв. № дубл.	Подпись и дата

3.4 Разработка плана - конспекта урока

План-конспект урока

Тема курса: Сварочные автоматы для дуговой автоматической сварки в среде защитных газов».

Тема урока: «Автоматическая головка А-1411, устройство».

Цели урока:

Образовательная: сформировать понятия об основных узлах сварочного автомата А-1411; назвать особенности узлов сварочных автоматов; охарактеризовать особенности типовых узлов сварочных автоматов.

Развивающая: развивать умения определять типовые узлы автомата в зависимости от конструкции; развить навыки самостоятельной работы при чтении схем, чертежей сварочных автоматов.

Воспитывающая: развивать у рабочих коммуникативные навыки необходимые для продуктивной работы; воспитывать чувство ответственности за исправность используемого оборудования; воспитать бережливое отношение к рациональному использованию энергетических ресурсов, расходных материалов.

Тип урока: урок усвоения новых знаний.

Структура урока и затраты времени на этапы:

1. Организационная часть 3-5 мин. Приветствие, проверка по списку всех присутствующих, организационные вопросы. Изложение темы и цели урока.

2. сообщение нового материала 50-55 мин.

3. Первичное закрепление нового материала 10-15 мин.

Краткий опрос – беседа со слушателями в аудитории.

Средства обучения: Плакат «Сварочный автомат А-1411».

Методы преподавания: - словесные методы (объяснение); - наглядные методы (демонстрация плакатов).

Учебная литература: Сварочное производство / Колганов Л. А. — Ростов н/Д: «Феникс», 2012. — 512 с.

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						67

Таблица 3.3 - План-конспект урока на тему: «Автоматическая головка А-1411, устройство»

Этапы урока, затраты времени	Содержание учебного материала	Описание методики осуществления учебной деятельности
1	2	3
Организационная часть 3-5 мин.	<p>Тема: «Автоматическая головка А-1411, устройство».</p> <p>Цели: - сформировать понятия об основных узлах сварочной головки А-1411;</p> <ul style="list-style-type: none"> - назвать особенности узлов сварочного автомата А-1411.; - охарактеризовать особенности типовых узлов сварочного автомата; - развивать память, техническое мышление; - развивать навыки самостоятельной работы при чтении схем автоматов; - развивать у рабочих коммуникативные навыки необходимые для продуктивной работы; - сформировать чувство ответственности за исправность используемого оборудования; - воспитывать бережливое и экономически правильное отношение к используемым энергетическим ресурсам и расходным материалам. 	<p>Приветствие преподавателя, проверка присутствующих по учебному журналу группы; тема урока, ее актуальность.</p> <p>Объявляю тему урока и цели.</p>
Сообщение нового материала 50-55 мин.	<p>Сварочным автоматом называется комплекс механизмов и электрических приборов необходимых для механизации процесса выполнения сварного соединения.</p> <p>Сварочная головка.</p> <p>В автоматах сварочной головкой называется механизм, который обеспечивает подвод сварочного тока к электродной проволоке, возбуждает электрическую дугу, подает проволоку в зону горения дуги и прекращает процесс сварки. Сварочная головка называется подвижной, если она установлена неподвижно, а свариваемое изделие вращается или передвигается относительно нее. Если же в конструкции головки имеется механизм для ее перемещения, то она называется самоходной.</p>	<p>Методы обучения (по источнику знаний) – словесный, - наглядный.</p> <p>Диктую под записку определение сварочного автомата.</p> <p>Диктую, что называется сварочной головкой</p>

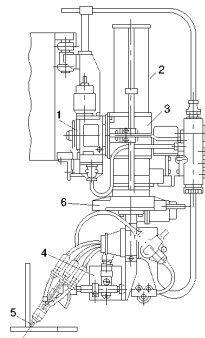
Продолжение таблицы 3.3

1	2	3
	<p>Обычно самоходные головки перемещаются по направляющим рельсам или уголкам. Сварочная головка вместе с газовой аппаратурой называется сварочным автоматом. К специальным подвесным самоходным автома-</p>	<p>Объясняю, что такое самоходные сварочные головки</p>

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

там и сварочным головкам, выпускаемым в серийном производстве, относятся автомат А-1411. Самоходный автомат А-1411 предназначен для сварки угловых швов наклонным электродом в защитных газах, и им комплектуются сварочные установки и автоматические линии, на которых производится сварка изделий с угловыми продольными швами. Автомат оснащен электромеханической системой поиска линии соединения и начала шва, устройством механического копирования линии шва и системой заварки кратера. Все операции цикла сварки, включая возврат автомата в исходное положение на маршевой скорости, автоматизированы.

Автомат имеет два исполнения — правое и левое, соответствующие требуемому направлению сварки. Электрическая схема разработана на правое и левое исполнение автомата, а также предусматривает возможность подключения и работы одновременно нескольких автоматов правого, левого или смешанного исполнения с одного пульта. Автомат комплектуется шкафом управления, выпрямителем ВДУ-1201, газовой контрольно-регулирующей аппаратурой с подогревателем газа, кабелем управления. Сварочный кабель и газопровод собирают в гирлянду и подвешивают в верхней части сварочной установки, обеспечивая свободу перемещения сварочного автомата от начала шва и до его конца.



1-тележка; 2 - штанга; 3 - механизм подъема штанги; 4 – копирное устройство; 5 - сварочная головка; 6 - суппорт

Рассказываю о исполнении сварочного автомата.

Вывешиваю плакат
2Автомат сварочный А-1411»

Окончание таблицы 3.3

1	2	3
	В автомате также используются унифицированные узлы. Маршевая и рабочая скорости тележки обеспечиваются электродвигате-	Объяснение веду по плакату

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

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.610. ПЗ

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

Первичное закрепление нового материала
10-15 мин.

Выдача домашнего задания
3-5 мин.

лями переменного тока.
Особенностью конструкции автомата является копирное устройство. Оно состоит из литого корпуса, внутри которого смонтированы два взаимосвязанных и взаимно перпендикулярных параллелограмма. На торце корпуса укреплен кольцевой электромагнит, электрически связанный с конечным выключателем, установленным на тележке. С двух противоположных сторон параллелограмма, имеющего две степени свободы, укреплены штанги с конечными выключателями и копирным роликом с мундштуком.

Электрическая схема управления предусматривает два режима работы автомата: «ручной» с кнопочным управлением всеми механизмами автомата и «полуавтомат», при котором технологическая последовательность операций осуществляется автоматически. По окончании цикла «Сварка» автомат возвращается в исходное положение. При использовании автомата в автоматических линиях его пуск может производиться от внешнего сигнала. Возможен отдельный поиск шва: сначала горизонтальной плоскости, затем вертикальной плоскости. Направление поиска выбирается переключателем «Поиск шва».

Вопросы:
1. какие разновидности типовых узлов сварочных автоматов существуют.
2. Назвать их принципы работы и их характерные отличия друг от друга.
3. Что такое сварочная головка.
4. Что такое правильный механизм; его приемы действия.

5. Перечислить виды мундштуков, назвать отличия между ними.

Проработать дома материалы учебника и конспекта занятия. Учебник параграф III.

Рассказываю о конструктивных особенностях сварочного автомата.

Рассказываю о режимах работы автомата.

Рассказываю о функции «Поиск шва»

Краткий повтор пройденного материала проводится в виде кратких вопросов, которые задают уже конкретным учащимся. Оценки не выставляются, конкретные формулировки не спрашиваются, вопросы направлены на общее понимание материала. Если есть проблемы в понимании нужно коротко, ясно повторить данные моменты. Объявить о выдаче домашнего задания. Проследить чтобы все записали под диктовку, что нужно будет сделать самостоятельно дома.

Методическая часть дипломного проекта раскрывает научно-обоснованную целенаправленную учебно-методическую работу преподавателя, которая обеспечивает единство планирования, организации и контроля качества усвоения нового

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

Изделие, рассматриваемое в данном проекте, изготавливается из стали 09Г2С. Все приспособления и стенды для сборки и сварки должны обеспечивать низкую трудоемкость изготовления изделия, повысить качество сварных швов, улучшить условия труда. Целью проекта является разработка нового технологического процесса изготовления изделия. Для снижения трудоемкости изготовления нашего изделия необходимо механизировать, автоматизировать процесс сборки и сварки Борта . Новый технологический процесс предусматривает не только наличие механизмов, способных осуществить все сборочно-сварочные операции, но и их рациональное расположение и использование. Проект состоит из графической части и пояснительной записки. Графическая часть дает наглядное изображение изделия, последовательность его изготовления, общий вид установки. В пояснительной записке дана характеристика нового технологического процесса.

Приведено экономическое обоснование внедрения нового технологического проекта.

Разработана программа переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».

Цели проекта достигнуты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						72

- 1 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И.Акулов, Г.А.Бельчук, В.П.Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. - 432 с.
- 2 Коновалов, А.В. Теория сварочных процессов: учебник для вузов /А.В. Коновалов, А.С.Куркин, Э.Л.Макаров [и др.]; под ред. В.М. Неровного. — 2-е изд., испр. идоп. – М.: Изд-во МГТУ, 2007. - 752 с.
- 3 Сварочные материалы для дуговой сварки: справочное пособие: в 2 т. Т. 1 Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев [и др.]; под общ. ред. Н. Н. Потапова. - М.: Машиностроение, 1989. – 544 с.
- 4 Алешин, Н.П. Сварка, наплавка, контроль: в 2-х томах Т.1/ Н.П. Алешин - М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. - 428 с.
- 5 Милютин, В. С. Источники питания для сварки. / В.С. Милютин, М.П. Шалимов, С.М.Шанчуров. - М.: Айрис - пресс, 2007. - 384 с.
- 6 Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х Т.1 / Редкол. Г.А. Николаев (пред.) и др. Под ред. Н.А. Ольшанского.- М.: Машиностроение, 1978. - 504 с.
- 7 Чернышов, Г.Г. Технология электрической сварки плавлением. / Г.Г. Чернышов. - М.: Академия, 2006. – 448 с.
- 8 Походня, И.К. Металлургия дуговой сварки. /И.К. Походня, И.Р. Явдоцин, А.П. Пальцевич. Под редакцией Походни И.К. - Киев: Наукова думка, 2004. - 442 с.
- 9 Зубченко А.С, Марочник сталей и сплавов / А.С.Зубченко - М.: Машиностроение, 2001. – 375 с.
- 10 Куркин, С.А. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций / С.А. Куркин. - М.: Машиностроение, 1989. – 256 с.
- 11 Батышев, С.Я. Профессиональная педагогика: учебник для студентов, обучающихся по педагогическим специальностям и направлениям / С.Я.Батышев [и др.]. – М.: Профессиональное образование, 1997. – 512 с.
- 12 Беспалько, В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения / В.П. Беспалько. - М.: Высш.шк, 1995. – 336 с.

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.610. ПЗ	Лист
						73

- 13 Бордовская, Н.В. Педагогика: учеб.для вузов. / Н.В. Бордовская, А.А. Реан. – СПб.: Питер, 2003. – 304 с.
- 14 Алексеенко, Н.А. Экономика промышленного предприятия: учеб. пособие/ Н.А. Алексеенко, И.Н. Гуров. 2-е изд., доп. и перераб. - Минск: Изд-во Гревцова, 2011.- 264 с.
- 15 Волков, О.И. Экономика предприятия: учеб. пособие / О.И. Волков, В.К. Скляренко. 2-е изд. - М.: ИНФРА-М, 2013. - 264 с.
- 16 Скакун, В.А. Методика производственного обучения: учебное пособие: в 2 ч. / В.А.Скакун. - М.: Профессиональное образование, 1992.-326 с.
- 17 Сварочные материалы для дуговой сварки: справочное пособие: в 2 т. Т.1 Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев [и др.] ; под общ.ред. Н. Н. Потапова. - М.: Машиностроение, 1989. – 544 с.
- 18 ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия. Введ. 2011-18-05. – М.: Госстандарт: Изд-во стандартов, 2011. – 19 с.
- 19 Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] / Центр информационных технологий РГБ; ред. Власенко Т.В.; Web-мастер Козлова Н.В. - Электрон.дан. – М.: Рос.гос. б-ка, 2007. – Режим па: <http://www.rsl.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз.рус, англ.
- 20 Каталог государственных стандартов [Электронный ресурс]: база данных содержит классификатор и базу данных нормативных документов. - Электрон.дан. – М.: RusCable.Ru, 1999. – Режим досупа: <http://gost.ruscable.ru/cgi-bin/catalog>. – Загл. с экрана
- 21 ГОСТ 2.104 – 68. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. - Введ. 1971-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1971. – 35 с
- 22 Гитлевич, А.Д. Механизация и автоматизация сварочного производства / А.Д. Гитлевич, Л.А. Этингоф. - М.: Машиностроение, 1979. – 280 с.
- 23 Севбо, П.И. Конструирование и расчет механического сварочного оборудования / П.И. Севбо. – Киев: Наук. думка, 1978. – 400 с.

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взамн. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

24 ГОСТ 2246-70. Проволока стальная сварочная. Технические условия / переиздание с поправками и изм. 1 от 18.05.2011 - Москва. ред. 2011. – 19с.

25 Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Технологические основы сварки плавлением и давлением»/ сост. к.т.н. Л.Т. Плаксина, ст. преподаватель Д.Х. Билалов. - Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. университет», 2012. - 38 с.

26 Алешин, Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.П. Алешин. – М.: Машиностроение, 2006. – 368с. Режим доступа <http://e.lanbook.com/books/> (Дата обращения 12.04.2012)

27 Быковский, О.Г. Справочник сварщика : справочник [Электронный ресурс] / О.Г. Быковский, В.Р. Петренко, Пешков В.С. – М.: Машиностроение, 2011. – 336с. Режим доступа <http://e.lanbook.com/books/> (Дата обращения 04.05.2012)

28 Экономическое обоснование технологических проектов: Методические указания по выполнению экономического обоснования дипломных проектов [Текст] / Л.М. Типнер. - Екатеринбург: изд-во УГТУ, 1999. – 20 с.

29 Кузнецов, Ю.В. Расчет экономической эффективности новой сварочной технологии: методические указания / Ю.В. Кузнецов. – Екатеринбург: УГТУ, 2001. – 159 с.

30 *Справочное* пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники / В.М. Рыбаков, Ю.В. Ширшов. - М.: Машиностроение, 1972. - 52 с.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата