

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

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ ПРОМЕЖУТОЧ-
НОЙ БАЛКИ ГРУЗОВОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ВАГОНА**

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: 552

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 в профессиональном обучении в машиностроении и
металлургии

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

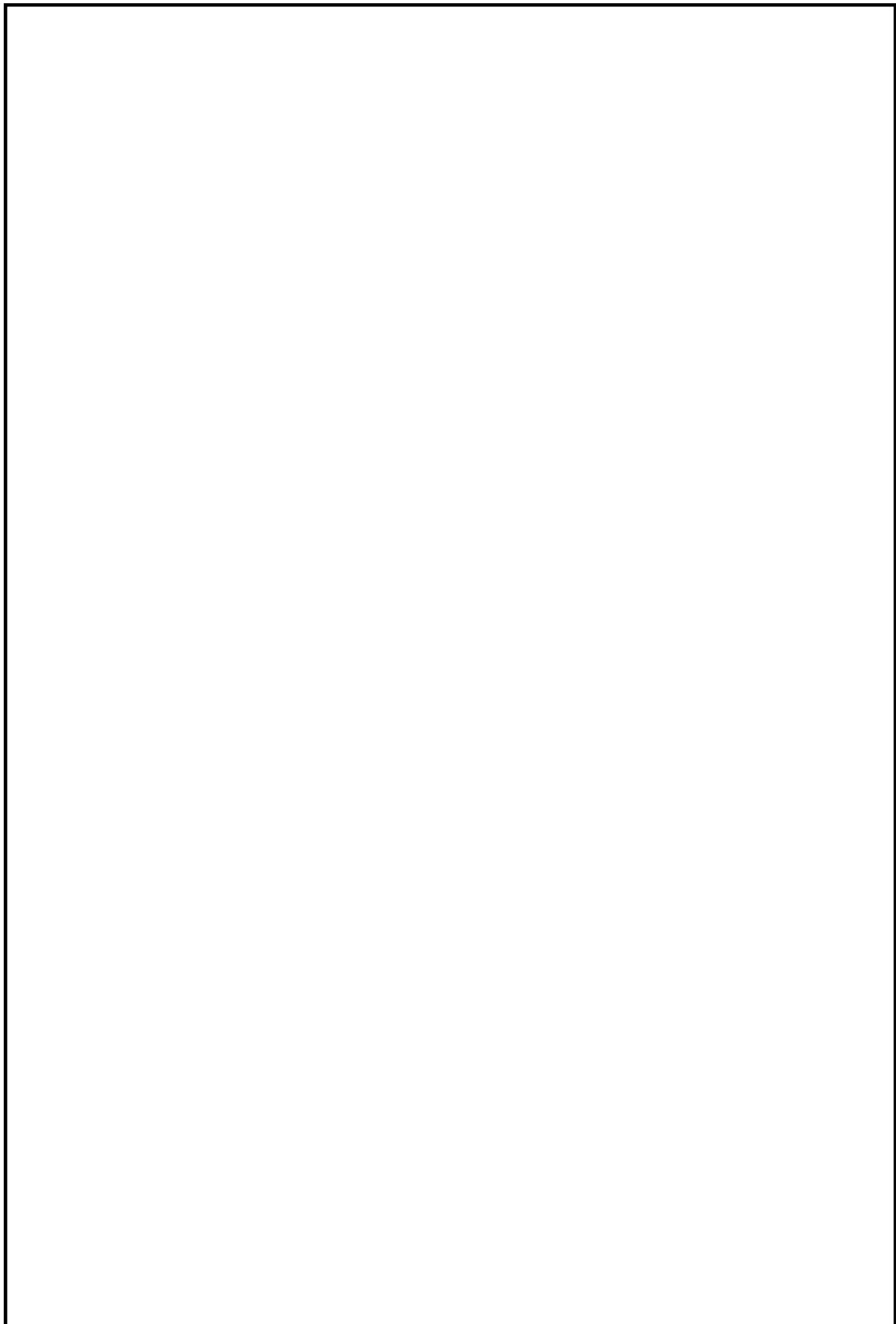
**Разработка технологии сборки и сварки промежуточной балки грузового
железнодорожного вагона**

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-404С _____ И.С. Фуртиков

Руководитель:
канд.техн.наук, доцент _____ Н.И. Уляшин

Нормоконтролер:
канд.техн.наук, доцент _____ Д.Х. Билалов

Екатеринбург 2018



					<i>КП 190702.12.000 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>3</i>

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 91 страницах, содержит 10 рисунков, 34 таблицы, 34 источников литературы, а также 8 листов графической части формата А 1.

Ключевые слова: ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СБОРКИ И СВАРКИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ БАЛКИ, РЕЖИМЫ СВАРКИ, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СЕБЕСТОИМОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ, ПРОФЕССИЯ «ОПЕРАТОР РОБОТИЗИРОВАННОЙ СВАРКИ».

В выпускной квалификационной работе рассмотрено назначение и краткое описание конструкции. Разработал схему техпроцесса сборки и сварки промежуточной балки.

В экономической части предоставлено технико-экономическое обоснование изготовления промежуточной балки.

В методической части разработана технология подготовки рабочих по профессии «Оператор роботизированной сварки».

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления промежуточной балки с использованием роботизированного технологического комплекса (РТК).

В выпускной квалификационной работе на основе базового варианта разработан проектируемый вариант схемы технологического процесса изготовления промежуточной балки, который включает роботизированную сварку в среде защитных газов; в экономической части – приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть заключается в проектировании технологии подготовки сварщиков, которые в итоге смогут осуществлять спроектированную технологию производства промежуточной балки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
					<i>ДП 44.03.04.522 ПЗ</i>			
Разраб.		Фуртиков			Разработка технологии сборки и сварки промежуточной балки грузового железнодорожного вагона	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Ульяшин					4	91
Реценз						ФГАОУ ВО РГППУ ИИПО каф.ИММ гр. ЗСМ-404С		
Н. Контр.		Билалов						
Утверд.		Гузанов						

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1 Общая часть	10
1.1 Описание изделия промежуточная балка	10
1.2 Технические условия на основной материал	11
1.3 Технические условия на вспомогательный материал	13
1.4 Определение массы изделия и расхода основных материалов	16
1.5 Технология заготовки деталей.....	19
1.6 Схема техпроцесса сборки и сварки	21
1.7 Расчет массы наплавленного металла.....	23
1.8 Параметры режимов прихваток, характеристика сварочного материала	24
1.9 Расчет режимов сварки.....	25
1.10 Выбор и описание приспособлений.....	28
1.11 Определение расхода вспомогательных материалов.....	29
1.12 Описание проектного варианта	31
1.13 Выбор электрооборудования	31
1.14 Расход технологической электроэнергии.....	35
1.15 Контроль качества сборки и сварки.....	36
2 Экономический раздел	39
2.1 Определение капиталобразующих инвестиций.....	39
2.1.1 Определение технологических норм времени на сварку продольных швов обечаек, кольцевых швов обечаек и обечайки с днищем	39
2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки	46
2.1.3 Расчет капитальных вложений	47
2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций.....	50
2.2.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкций.....	50
2.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности	65
3. Методическая часть	72

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

3.1 Сравнительный анализ профессиональных стандартов	73
3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».....	77
3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»	79
3.4 Разработка плана - конспекта урока.....	79
Заключение	87
Список использованных источников	89
Приложение	92

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время сварочное производство развивается бурными темпами, в ряде случаев превосходящими темпы роста других процессов металлообработки. Ведущее место в сварочном производстве по-прежнему занимает дуговая сварка, а электродуговая сварка в среде защитных газов или под флюсом является одной из наиболее широко используемых.

Современным направлением автоматизации сварочных процессов является использование сварочных роботов. Конечной целью создания и применения сварочных роботов является повышение производительности труда и качества продукции. Суммарная технико-экономическая эффективность применения сварочных роботов включает повышение качества сварного соединения, социально-экономический эффект, экономию фонда заработной платы. Социально-экономический эффект достигается за счет освобождения человека от монотонной утомительной работы, исключения травм, заболеваний. Робот может эксплуатироваться в условиях вредной для здоровья человека среды (радиоактивной, химически активной, токсичной и т.д.). Перечисленные факторы с трудом поддаются количественной оценке, однако преуменьшать их значимость недопустимо.

Выход продукции вагоностроения АО «НПК «Уралвагонзавод» на мировой рынок обусловил необходимость повышения технологического уровня сборочно-сварочного производства, в том числе, в отношении ужесточения требований к качеству металлоконструкций и снижения трудоемкости работ. Чрезвычайно неблагоприятные условия труда и дефицит высококвалифицированных сварщиков предопределили целесообразность выбора принципиально нового способа автоматизации сварочного производства – робототехнический комплекс для дуговой сварки промежуточных балок полувагона.

Поэтому разработка конструктивно-технологических решений для успешного применения робототехнического комплекса для сварки

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

7

промежуточных балок полувагона в условиях автоматизированного производства является актуальной проблемой для производства полувагонов.

Для решения этой проблемы требуется установить уровень технологичности конструкций в условиях изготовления с применением РТК и разработать технологические приемы для повышения эффективности сборочно-сварочного производства.

Объектом разработки является технологический процесс изготовления сварного изделия. Оптимальными являются конструктивные формы, которые отвечают служебному назначению изделия, качеству произведенной металлоконструкции, обеспечивает надежную работу в пределах заданного ресурса, позволяет изготовить изделие при минимальных затратах материалов, труда и времени.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки промежуточной балки.

Целью в выпускной квалификационной работе является разработка технологии сборки и сварки промежуточной балки

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать условия работы изделия;
- указать технические условия на основной и вспомогательный материал;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- разобрать технологический процесс сборки-сварки промежуточной балки;
- провести экономический расчет проекта внедрения;
- разработать программу подготовки электросварщиков для проектируемого вида сварки.

В выпускной квалификационной работе в технологической части будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления промежуточной балки, включающий роботизированную сварку в смесях

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

газов; в экономической части – приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; в методической части спроектирована технология подготовки сварщиков, которые могут осуществлять данную технологию производства промежуточной балки.

В процессе разработки выпускной квалификационной работы использованы следующие методы:

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

Ине. № подл.	Подп. и дата				Лис
	Взам. инв. №				
Ине. № дубл.	Подп. и дата				9
	Ине. № инв. №				
<p style="text-align: center;"><i>ДП 44.03.04. 552 ПЗ</i></p>					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	

1 Общая часть

1.1 Описание изделия промежуточная балка

Назначение изделия

Полувагон предназначен для общественного использования на железных дорогах России, стран СНГ и Балтии колеи 1520 мм для перевозки массовых неагрессивных грузов, не требующих защиты от атмосферных осадков: насыпных непылевидных, навалочных, штабельных и штучных с креплением их в соответствии с требованиями правил погрузки. Не допускается погрузка грузов с температурой выше +100 °С.

Промежуточная балка является одним из узлов рамы полувагона.

Условия работы

При эксплуатации полувагонов следует руководствоваться инструкцией по эксплуатации, требованиям ГОСТ 22235-76, техническим условиям погрузки и крепления грузов и нормативным документам на полувагон, а также утвержденными в установленном порядке инструкциями и правилами по содержанию, ремонту, обслуживанию и эксплуатации как полувагонов в целом, так и их составных частей.

Описание конструкции

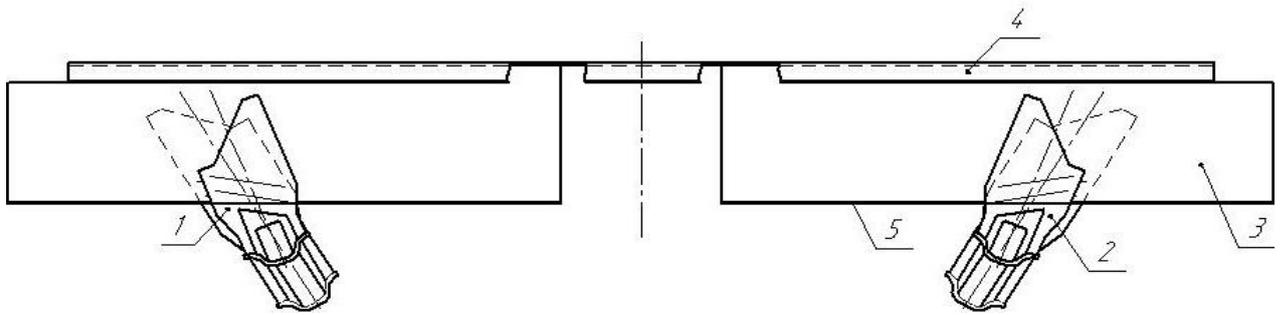
Промежуточная балка представляет собой сварную металлоконструкцию с габаритами 2930x590x300 мм. Балка промежуточная состоит из верхнего листа, к которому перпендикулярно приваривается два вертикальных листа.

К вертикальным листам привариваются два нижних листа. Упоры крышки люка крепятся парно к вертикальному листу сваркой.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ



1,2 – упоры, 3 – вертикальный лист, 4-верхний лист, 5 – нижний лист
Рисунок 1.1 – Промежуточная балка полувагона

Основная нагрузка на промежуточную балку возникает при открывании крышки люка, когда люк ударяется об упоры крышки. Поэтому сварные швы воспринимают максимальные нагрузки в момент открывания люка полувагона. Данными особенностями обусловлены и требования к сварным швам промежуточной балки полувагона.

1.2 Технические условия на основной материал

Широкое применения стали 09Г2С, - сталь конструкционная низколегированная для сварных конструкций обусловлено особенностями стали 09Г2С, по своим свойствам эта сталь относится к морозостойким сталям, выдерживающим очень низкие эксплуатационные температуры.

Расшифровка стали 09Г2С

09 – 0,09% - содержание углерода

2%Г – содержание марганца

до 1%С – кремния

Таблица 1.1 - Химический состав в % материала сталь 09Г2С ГОСТ 19281–89[34]

С	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
до 0,12	0,5 - 0,8	1,3 - 1,7	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,08

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

11

Таблица 1.2 - Температура критических точек материала сталь 09Г2С [34]

Ac1 = 725, Ac3(Acm) = 860, Ar3(Arcm) = 780, Ar1 = 625

Таблица 1.3 - Механические свойства при T=20oC материала сталь 09Г2С [34]

Сортамент	Размер	Напр.	σ_B	σ_T	δ_5	Ψ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м2	-
Лист, ГОСТ 5520-79		-	430- 490	265- 345	21		590-640	Нормализация 930 °С, воздух

Таблица 1.4 - Механические свойства [34]

Термообработка, состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
Сортовой и фасонный прокат	<10	345	490	21
Листы и полосы (образцы поперечные)	10-20	325	470	21

Таблица 1.5 - Технологические свойства (характ.) материала сталь 09Г2С [34]

Свариваемость (сварка стали 09Г2С): без ограничений.

Механические свойства:

σ_B - Предел кратковременной прочности, МПа

σ_T - Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), МПа

δ_5 - Относительное удлинение при разрыве, %

Ψ - Относительное сужение, %

KCU - Ударная вязкость, кДж / м2

$\sigma_{0,2}$ - Твердость по Бринеллю, МПа

Свариваемость стали 09Г2С

Расчет эквивалента углерода

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cr}{10} + 0,0025S \leq 0,45\% \quad (1)$$

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,12 + \frac{1,7}{20} + \frac{0,3}{15} + \frac{0,3}{10} + 0,0025 * 0,04 = 0,26\%$$

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,26 \leq 0,45\%$$

Вывод: $C_{\text{ЭКВ}} = 0,26 \leq 0,45$ – хорошо сваривающиеся стали, при обычных способах сварки не дают трещин, сварка таких сталей выполняется без предварительного и сопутствующего подогрева, без последующей термической обработки.

Хорошая свариваемость стали обеспечивается благодаря низкому (менее 0,25%) содержанию углерода. Если углерода больше, то в сварном шве могут образовываться микропоры при выгорании углерода и возникать закалочные структуры, что ухудшает качество шва. Еще одно достоинство этой марки состоит в том, что сталь 09Г2С не склонна к отпускной хрупкости, то есть ее вязкость не снижается после процедуры отпуска. Она также устойчива к перегреву и образованию трещин.

1.3 Технические условия на вспомогательный материал

Сварочная проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70

Область применения

Омедненная проволока применяется для автоматической и полуавтоматической сварки углеродистых и низколегированной стали в газовой смеси (Ar-88% + CO₂-12%) и в чистом CO₂.

Таблица 1.6 - Механические свойства наплавленного металла [35]

Марка стали	Временное сопротивление разрыву, МПа	540 – 564	
Св-08Г2С	Относительное удлинение, % не менее	30	
	Предел текучести, МПа, не менее	415 – 440	
	Работа удара Kv при испытании на ударный изгиб при сварке в среде защитных газов (Ar+ CO ₂ -5%).	T°	-
Минимальное среднее значение, Дж		56	69

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Таблица 1.7 - Химический состав сварочной проволоки Св - 08Г2С [35]

Марка стали	Массовая доля элементов, %																
	C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	Cu	N	As							
Св-08Г2С	0,05-0,11	0,70-0,95	1,80-2,10	не более							0,20	0,25	0,025	0,030	0,025	0,010	0,080

Преимущества использования:

1. Равновесность, качественное медное покрытие проволоки обеспечивает стабильность токоподвода в контакте (проволока-наконечник).

2. Постоянство диаметра проволоки по длине обеспечивает стабильность прохождения проволоки по проводковым шлангам без заклинивания.

3. Отличное качество и герметичность шва.

4. Специализированная упорядоченная послойная укладка проволоки в упаковке обеспечивает снижение тянущего усилия на подающий механизм сварочного аппарата, позволяет увеличить коэффициент использования сварочного оборудования за счет уменьшения времени простоя из-за смены катушек или кассет, обеспечивает получение качественных сварных швов большой протяженности.

5. Низкое содержание вредных примесей S и P обеспечивает стабильное горение дуги с минимальным разбрызгиванием и высоким качеством сварного шва.

6. Уменьшается уровень потери металла на разбрызгивание на 40% при сварке в защитных газах.

Защитные газы

В качестве смеси защитных газов применяю коргон 12 (Ar-88% + CO₂-12%) на РТК и чистый CO₂ для сборки.

Сварка в аргоне уменьшает разбрызгивание, и проблема очистки швов от налипших брызг металла под покраску теряет актуальность. Более того, при плотностях тока более 100 А/мм² дуга горит совершенно без

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

разбрызгивания, капельный перенос электродного металла сменяется на струйный. Добавки к нему CO₂, O₂ не улучшили форму проплавления, сохранив минимальное разбрызгивание.

Таблица 1.8 – Влияние защитной среды на параметры сварки [36]

Защитный газ	I _{св} , А	U _д , В	Q, кг/час	Ψ, %	α _{нб} , %
1	2	3	4	5	6
CO ₂	200–210	22–23	2,3	4,7	1,5
	300–310	30–33	4,3	6,7	2,0
88 % Ar + 12 % CO ₂	200–210	24–25	3,7	3,8	0,3
	300–310	30–31	6,0	2,9	0,3

Примечание – Q – количество наплавленного металла в единицу времени, кг/час; Ψ – коэффициент потерь металла на разбрызгивание, %; α_{нб} – коэффициент набрызгивания, определяющий трудозатраты на удаление брызг с поверхности свариваемых деталей, %

Таблица 1.9 – Влияние газовой смеси на свойства металла [36]

Защитный газ	σ _т , МПа	σ _в , МПа	δ, %	ψ, %	КСУ, Дж/см ²	
					+20 °С	–40 °С
CO ₂	401	546	27,0	62,4	14,1	8,4
88 % Ar + 12 % CO ₂	395	580	30,0	65,0	24,0	16,0

Примечание: σ_т – предел текучести, σ_в – предел прочности, δ – относительное удлинение, ψ – относительное укорочение, КСУ – ударная вязкость.

Использование смесей на основе аргона уменьшает количество оксидных включений и измельчает зерно, улучшая микроструктуру металла. Производительность сварки по сравнению с традиционной (в защитной среде CO₂) увеличивается. Отсутствие концентраторов напряжения в виде подреза по линии сплавления позволяет рекомендовать этот метод сварки для ответственных узлов, которые по условиям эксплуатации имеют наибольшие растягивающие напряжения и работающие в условиях знакопеременных нагрузок. Использование защитных газовых смесей уменьшает расход электроэнергии и материалов на 10-15 %.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Углекислый газ (двуокись углерода) бесцветен, не ядовит, тяжелее воздуха. Углекислый газ хорошо растворяется в воде. В промышленном масштабе углекислоту получают в специальных установках путем извлечения ее из дымовых газов, образующихся при сжигании топлива, из газов брожения в спиртовой промышленности и газов, получающихся при обжиге известняка.

1.4 Определение массы изделия и расхода основных материалов

Масса деталей определяется по формуле:

$$P_d = V * \frac{J}{1000} \text{ (кг)} \quad (2)$$

где P_d – масса детали (кг)

V – объем детали (см^3)

J – плотность материала ($\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$)

Верхний лист

$$V_1 = 271 * 7 * 0,7 = 1327,9 \text{ см}^3$$

$$P_{d1} = \frac{1327,9 * 7,85}{1000} = 10,42 \text{ кг}$$

$$V_2 = 271 * 6,6 * 0,6 = 1073,16 \text{ см}^3$$

$$P_{d2} = \frac{1073,16 * 7,85}{1000} = 8,42 \text{ кг}$$

$$V_3 = 271 * 6,6 * 0,8 = 1430,88 \text{ см}^3$$

$$P_{d3} = \frac{1430,88 * 7,85}{1000} = 11,23 \text{ кг}$$

$$\Sigma P_d = P_{d1} + P_{d2} + P_{d3} \quad (3)$$

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

16

$$\sum P_d = 10,42 + 8,42 + 11,23 = 30,07 \text{ кг}$$

Два нижних листа

$$V = 115 * 5,5 * 1 = 632,5 \text{ см}^3$$

$$P_d = \frac{632,5 * 7,85}{1000} = 4,97 \text{ кг} * 2 = 9,93 \text{ кг}$$

Два вертикальных листа

$$V = 127,8 * 36,2 * 0,7 = 3238,45 \text{ см}^3$$

$$P_d = \frac{3238,45 * 7,85}{1000} = 25,42 \text{ кг} * 2 = 50,84 \text{ кг}$$

4-е упора

$$P_d = 7,79 * 4 = 31,16 \text{ кг}$$

Итого:

$$\sum P_d = 30,07 + 9,93 + 50,84 + 31,16 = 122 \text{ кг}$$

Расход основного материала определяется с учетом отходов по формуле:

$$P = P_d * Z, \tag{4}$$

где P – масса требуемого количества основного материала (кг)

Z – коэффициент отхода (В машиностроении Z=1.02-1.08)

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Верхний лист

$$P = 30,07 * 1,04 = 31,27 \text{ кг}$$

Два нижних листа

$$P = 4,97 * 1,04 = 5,17 \text{ кг} * 2 = 10,33 \text{ кг}$$

Два вертикальных листа

$$P = 25,42 * 1,04 = 26,44 \text{ кг} * 2 = 52,87 \text{ кг}$$

4-е упора

$$P = 7,79 * 1,04 = 8,1 \text{ кг} * 4 = 32,41 \text{ кг}$$

Итого:

$$\sum P = 31,27 + 10,33 + 52,87 + 32,41 = 126,88 \text{ кг}$$

Таблица 1.10 - Расход основного материала

№ детали	Наименование детали	Количество деталей на изделие	Масса одной детали (кг) P _д	Масса деталей на изделие	Z	Масса основного материала на одно изделие, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Верхний лист	1	30,07	30,07	1,04	31,27
2	Нижний лист	2	4,97	9,93	1,04	10,33
3	Вертикальный лист	2	25,42	50,84	1,04	52,87
4	Упор	4	7,79	31,16	1,04	32,41
			Итого:	122	Итого:	126,88

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

18

1.5 Технология заготовки деталей

Промежуточная балка состоит из: верхнего листа, 2-х вертикальных листов, 2-х нижних листов и 2-х упоров - приходят готовыми к месту сборки.

Верхний лист изготавливается с помощью с помощью станка плазменной резки по заданным размерам и гидравлического листогибочного пресса с ЧПУ фирмы HACO типа ERMS 30100

Вертикальные и нижние листы изготавливается с помощью с помощью станка плазменной резки PLASMA 3000

Станок плазменной резки металла с ЧПУ PLASMA 3000

Размер рабочей зоны 3000 X 1500мм. Направляющие линейные HIWIN, привод реечный

Габариты: 3000x1500x1300



Рисунок 1.2 - Станок плазменной резки металла с ЧПУ PLASMA 3000

Гидравлический листогибочный пресс с ЧПУ фирмы HACO типа ERMS 30100



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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Рисунок 1.3 - Гидравлический листогибочный пресс с ЧПУ фирмы НАСО
типа ERMS 30100

Таблица 1.11 - Технические характеристики Насо ERMS

Параметр	Значение
Модель	30100
Усилие, кН	1000
Раб. ширина (А), мм	3100
Расстояние между стойками (В), мм	200
Длина (Н), мм	3500
Высота (J), мм	2500
Ширина (I), мм	1700
Высота стола (G), мм	880
Раб. скорость, мм/сек	10

Листопрямляющая машины для листового металла Roundo 260 (Швеция)



Рисунок 1.4 - Листопрямляющая машины для листового металла Roundo 260
(Швеция)

Таблица 1.12 - Тех. характеристики Roundo серии PRH

Параметр	Значение
Модель	260
Рабочий диапазон для стали с пределом текучести 270 Н/мм ² , мм	1500×16
Рабочий диапазон для стали с пределом текучести 350 Н/мм ² , мм	1500×14
Диаметр правящих валов, мм	260
Диаметр подающих валов, мм	180
Мощность, кВт	11
Количество выпрямляющих валов	9
Количество верхних валов	4
Количество нижних валов	5
Общая масса	5500 кг

Име. № подл. Подп. и дата. Име. № дубл. Име. № инв. № взаим. инв. № Подп. и дата. Подп. и дата.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

1.6 Схема техпроцесса сборки и сварки

№оп	Наименование	Оборудование
005	Входной контроль Верхние листы Вертикальные листы Нижние листы Упоры	Контрольный сертификат
010	Транспортировка	Мостовой кран 10т.
015	Правка	Листоправильная машина Roundo 260
020	Контроль	Визуальным осмотром
025	Транспортировка	Мостовой кран 10т.
030	Резка	Станок плазменной резки металла с ЧПУ PLASMA 3000
035	Визуальный измерительный контроль	Шаблон, штангенциркуль, метра
040	Транспортирование	Мостовой кран 10т.
045	Штамповка	Штамповочная машина HACO ERMS 30100
050	Контроль	Визуальным осмотром
055	Транспортирование	Мостовой кран 10т., консольный кран R-3000
060	Сборка	Сборочный стенд
065	Прихватки, слесарная	ВДУ-506, ПДГ-508, металлическая щетка, зубило, молоток Режимы сборки: Диаметр эл. проволоки $d_{э.п.} = 1,6$ мм Расход газа = 16-18 л/час Сварочный ток $I_{св} = 310-350$ А Напряжение на дуге $U_c = 28-30$ В Скорость подачи проволоки $V_{под} = 410-450$ м/ч
070	Визуально измерительный контроль	Штангенциркуль, УШС
075	Кантовка	Кантователь
080	Прихватки, слесарная	ВДУ-506, ПДГ-508, металлическая щетка, зубило, молоток Режимы сборки: Диаметр эл. проволоки $d_{э.п.} = 1,6$ мм Расход газа = 16-18 л/час Сварочный ток $I_{св} = 310-350$ А Напряжение на дуге $U_c = 28-30$ В Скорость подачи проволоки $V_{под} = 410-450$ м/ч
085	Визуально измерительный контроль	Штангенциркуль, УШС
090	Транспортирование	Мостовой кран 10т., консольный кран R-3000
095	Сварка	РТК-330 (igm RTi-330, Phoenix-500A) Режимы сварки: Толщина листа $S = 6$ мм Диаметр эл. проволоки $d_{э.п.} = 1,6$ мм Сварочный ток $I_{св} = 350-390$ А

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

21

		Напряжение на дуге $U_c = 28-30В$ Скорость подачи проволоки $V_{под} = 420-480 м/ч$ Скорость сварки $V_{св} = 31-33 м/ч$
100	Кантовка	Поворотный стол
105	Визуально измерительный контроль	Штангенциркуль, УШС
110	Исправление дефектов, слесарная	ВДУ-506, ПДГ-508, металлическая щетка, зубило, молоток Режимы сварки: Толщина листа $S = 6 мм$ Диаметр эл. проволоки $d_{эл.} = 1,6 мм$ Сварочный ток $I_{св} = 350-390А$ Напряжение на дуге $U_c = 28-30В$ Скорость подачи проволоки $V_{под} = 420-480 м/ч$ Скорость сварки $V_{св} = 31-33 м/ч$
115	Визуально измерительный контроль	Штангенциркуль, УШС
120	Сварка	РТК-330 (igm RTi-330, Phoenix-500A) Режимы сварки: Толщина листа $S = 6 мм$ Диаметр эл. проволоки $d_{эл.} = 1,6 мм$ Сварочный ток $I_{св} = 350-390А$ Напряжение на дуге $U_c = 28-30В$ Скорость подачи проволоки $V_{под} = 420-480 м/ч$ Скорость сварки $V_{св} = 31-33 м/ч$
125	Кантовка	Поворотный стол
130	Визуально измерительный контроль	Штангенциркуль, УШС
135	Исправление дефектов, слесарная	ВДУ-506, ПДГ-508, металлическая щетка, зубило, молоток Режимы сварки: Толщина листа $S = 6 мм$ Диаметр эл. проволоки $d_{эл.} = 1,6 мм$ Сварочный ток $I_{св} = 350-390А$ Напряжение на дуге $U_c = 28-30В$ Скорость подачи проволоки $V_{под} = 420-480 м/ч$ Скорость сварки $V_{св} = 31-33 м/ч$
140	Визуально измерительный контроль	Штангенциркуль, УШС
145	Клеймение	Клеймо контрольное, молоток.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

22

1.7 Расчет массы наплавленного металла

Производится по формуле:

$$P_H = F_{ш} * L * J \text{ (г)} \quad (5)$$

где P_H – масса наплавленного металла (г)

$F_{ш}$ – площадь поперечного сечения шва (мм^2)

L – длина шва (м)

J – плотность металла ($J = 7,85 \text{ г/см}^3$)

Площадь шва для углового и нахлесточного соединения находится по формуле:

$$F_{ш} = \frac{K^2}{2} + 1,05 * K \text{ (мм}^2\text{)} \quad (6)$$

где K – катет шва (мм)

Верхний лист

$$P_H = \frac{0,24 * 448 * 7,85}{1000} = 0,844 \text{ кг}$$

$$F_{ш} = \frac{6^2}{2} + 1,05 * 6 = 24 \text{ мм}^2$$

Нижние листы

$$P_H = \frac{0,24 * 448 * 7,85}{1000} = 0,844 \text{ кг}$$

$$F_{ш} = \frac{6^2}{2} + 1,05 * 6 = 24 \text{ мм}^2$$

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

23

Упоры

$$P_H = \frac{0,32 * 93,6 * 7,85}{1000} = 0,235 \text{ кг}$$

$$F_{ш} = \frac{6^2}{2} + 1,05 * 6 = 24 \text{ мм}^2$$

Таблица 1.13 - Масса наплавленного металла

Наименование детали	Катет шва, мм	Площадь сеч.шва см ²	Суммарная длина швов, см	Объем швов, см ³	Плотность материала, г/см ³	Масса всех швов, кг
Верхний лист	6	0,24	448	107,52	7,85	0,844
Нижние листы	6	0,24	448	107,52	7,85	0,844
Упоры	6	0,24	93,6	22,46	7,85	0,176
					Итого:	1,864

1.8 Параметры режимов прихваток, характеристика сварочного материала

Прихватку производят проволокой марки Св-08Г2С диаметром 1,6 мм в среде смеси газа (88% Ar+12 %СО₂) полуавтоматом ПДГ-508 с источником питания ВДУ-506. Параметры режима сварки прихваток приведены в таблице.

Таблица 1.14 – Параметры режима сварки

Параметр	Значение
Сила сварочного тока, А	310 – 350
Напряжение на дуге, В	28 – 30
Расход газа, л/час	16 – 18
Скорость подачи проволоки, м/ч	410 – 500

Прихватываем верхний лист к вертикальному листу четырьмя прихватки длиной 40 мм и катетом 4мм. Далее при помощи кран-балки и захвата балку кантуют на 90°.

Прихватываем вертикальный лист к нижнему листу балки на восемь прихваток длиной 40 мм и катетом 4 мм.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

24

Прихватываем упоры к вертикальному листу на 3 прихватки длиной 20 мм и катетом 4 мм. Затем кантуем балку на 180°.

Прихватываем верхний лист к вертикальному листу четырьмя прихватки длиной 40 мм и катетом 4 мм.

Прихватываем вертикальный лист к нижнему листу балки на четыре прихватки длиной 40 мм и катетом 4 мм.

Прихватываем упоры к вертикальному листу на 3 прихватки длиной 20 мм и катетом 4 мм. Затем кантуем балку на 90°.

Проверяем качество и размеры швов.

Освобождаем балку от винтовых прижимов, зацепляем промежуточную балку захватом, перемещаем и устанавливаем в сварочное приспособление. Точность установки изделия обеспечивается базирующими упорами. Убедившись в точности установки изделия, освобождаем балку от приспособления. Фиксируем балку 4-мя боковыми и 2-мя вертикальными прижимами.

1.9 Расчет режимов сварки

Таблица 1.15 – Значения диаметра электродной проволоки в зависимости от толщины свариваемых листов

Параметр	Значения		
Толщина листов, мм	1,0–2,0	3,0–7,0	7,0–24,0 и более
Диаметр электродной проволоки, мм	0,8–1,0	1,2–1,6	2,0

Принимается диаметр электродной проволоки 1,6 мм, так как толщина свариваемого металла 6 мм.

Расчет сварочного тока по формуле:

$$I_{св} = k * h \quad (7)$$

где $k = 80 - 100 \text{ A/мм}$

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

h – глубина проплавления, мм

При двусторонней сварке:

$$h = 0,6 * S \quad (8)$$

где S -толщина металла, мм

i – плотность тока (A/mm^2)

$$i = 50 - 120 (A/mm^2)$$

$$I_{св} = 95 * 3,6 \approx 350 A$$

Величину сварочного тока принимаем от 350 до 390 А.

$$k = 95 A/mm$$

$$h = 0,6 * S = 0,6 * 6 = 3,6 \text{ мм}$$

Напряжение дуги:

Таблица 1.16 – Зависимость напряжения на дуге и расхода газа от силы сварочного тока

Параметр	Значения				
Сила сварочного тока, А	150–160	220–240	280–300	360–380	430–450
Напряжение на дуге, В	21–22	25–27	28–30	30–32	32–34
Расход газа, л/мин.	9–10	15–16	15–16	18–20	18–20

Принимаем напряжение $U = 28-30$ В.

Скорость сварки определяется по формуле:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n * I_{св}}{F_{ш} * j} M/ч \quad (9)$$

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

где α_n – коэффициент наплавки ($\Gamma/\text{А} * \text{час}$)

$F_{ш}$ – площадь поперечного сечения шва (мм^2)

j – плотность основного металла ($j = 7,85 \Gamma/\text{см}^3$)

$$V_{св} = \frac{17 * 350}{0,24 * 7,85} = 31,58 \text{ М/ч}$$

Принимаем скорость сварки $V_{св}$ 31-33 М/ч

Скорость подачи эл. проволоки определяется по формуле:

$$V_{под} = \frac{\alpha_n * I_{св}}{F_{пр} * j} \text{ М/ч} \quad (10)$$

где $F_{пр}$ – площадь сечения эл. проволоки в (мм^2)

Значение α_p рассчитывается по формуле:

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{I_{св}}{d_э} \quad (11)$$

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \frac{350}{1,6} = 20,5$$

$$\alpha_n = 20,5 * (1 - 0,15) = 17$$

$$V_{под} = \frac{17 * 350}{0,018 * 7,85} = 421,09 \text{ М/ч}$$

Принимаем скорость подачи проволоки $V_{под}$ 420 – 480 м/ч.

Таблица 1.17 – Параметры режима сварки

Параметр	Значение
1	2

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Толщина листов, мм	6,0
Диаметр проволоки, мм	1,6

Окончание таблицы 1.17

1	2
Сила сварочного тока, А	350-390
Напряжение на дуге, В	28-30
Расход газа, л/мин.	16-18
Скорость подачи проволоки, м/ч	420-480
Скорость сварки, м/ч	31-33

1.10 Выбор и описание приспособлений

Приспособление для сборки промежуточной балки

Верхний лист ложится в приспособление по упору и поджимается 4-мя нижними прижимами. Далее устанавливаются два вертикальных листа в приспособление для сборки, выставить их по базовым упорам поджать к боковым упорам 4-мя боковыми прижимами. Установить в приспособление 2 упора, закрепить их 2-мя верхними прижимами. Установить 2 нижних листа, выставить их по кромкам вертикальных листов, поджать 4-мя прижимами. Также у приспособления имеется кантователь для поворота промежуточной балки в положение удобной для сварки рабочему.

Приспособление (поворотный стол двухпозиционный с двумя манипуляторами) для сварки промежуточной балки

Промежуточная балка устанавливается в сварочное приспособление. Фиксируется балка 6-ю винтовыми прижимами. Повернуть стол на 180 градусов, разместив балку в зоне сварки. При запуске программы сварки балки изделие автоматически поворачивается в соответствии с программой в положение необходимое для сварки. Одновременно устанавливается в

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

сварочное приспособление на поворотный стол вторую балку. Фиксируется балка 6-ю винтовыми зажимами. По окончанию сварки первой балки повернуть стол на 180 градусов, разместив вторую балку в зоне сварки. При запуске программы сварки балки изделие автоматически поворачивается в соответствии с программой в положение необходимое для сварки. Одновременно проверяется швы внешним осмотром на первой балке.

1.11 Определение расхода вспомогательных материалов

Расход электродной проволоки определяется по формуле:

$$P_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{н}}}{K_{\text{пр}}} (\text{кг}), \quad (12)$$

где $P_{\text{н}}$ – масса наплавленного металла (кг)

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент перехода металла проволоки в шов (сварка в среде CO_2 – $K_{\text{пр}} = 0,92$)

Верхний лист

$$P_{\text{пр}} = \frac{0,844}{0,92} = 0,92 \text{ кг}$$

Нижние листы

$$P_{\text{пр}} = \frac{0,844}{0,92} = 0,92 \text{ кг}$$

Упоры

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

$$P_{\text{пр}} = \frac{0,176}{0,92} = 0,19 \text{ кг}$$

Таблица 1.18 - Расход электродной проволоки

№ операции	Наименование операции	Марка проволоки	Диаметр проволоки, мм	Расход проволоки, кг
1	Св. верхнего листа	Св-08Г2С	1,6	0,92
2	Св. нижних листов	Св-08Г2С	1,6	0,92
3	Св. упоров	Св-08Г2С	1,6	0,19
			Итого:	2,03

Расход защитного газа (Ar+O₂) определяется по формуле:

$$P_{\text{г}} = P_{\text{пр}} * K_{\text{г}} \text{ (кг)} \quad (13)$$

где $K_{\text{г}}$ – коэффициент расхода газа ($K_{\text{г}} = 1.4$)

Верхний лист

$$P_{\text{г}} = 0,92 * 1,4 = 1,29 \text{ кг}$$

Нижние листы

$$P_{\text{г}} = 0,92 * 1,4 = 1,29 \text{ кг}$$

Упоры

$$P_{\text{г}} = 0,19 * 1,4 = 0,27 \text{ кг}$$

Таблица 1.19 - Расход газа

№ операции	Наименование операции	Расход проволоки, кг	$K_{\text{г}}$	Расход газа, кг
1	Св. верхнего листа	0,92	1,4	1,29
2	Св. нижних листов	0,92	1,4	1,29

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

30

Ли Изм. № докум. Подп. Дат

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл

3	Св. упоров	0,26	1,4	0,27
			Итого:	2.85

1.12 Описание проектного варианта

За базовую технологию принята технология изготовления промежуточной балки полувагона, применяемая на АО НПК «Уралвагонзавод».

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки промежуточной балки полувагона, изготавливаемого из стали марки 09Г2С с применением автоматической (роботизированной) сварки в среде защитных газов.

По базовому варианту работа выполнялась механизированной (полуавтоматической) сваркой в среде CO₂. При этом для сборки и сварки использовалась сварочная установка, в состав которой входили: сварочный полуавтомат ПДГ-508 М с источником ВДУ-506.

Проектируемая технология предполагает замену механизированной сварки промежуточной балки на автоматическую (роботизированную) сварку в защитной смеси коргон 12 (Ar-88%; CO₂ – 12%).

1.13 Выбор электрооборудования

ПДГ-508 М с ВДУ-506 - Сварочный полуавтомат с отдельным механизмом подачи сварочной проволоки.

Полуавтомат ПДГ-508М предназначен для сварки сплошной проволокой в углекислом газе стыковых, нахлесточных и угловых соединений из низкоуглеродистых и конструкционных сталей. Полуавтомат выпускается по ТУ 16-91 ИДЮН683.182.019ТУ в климатическом исполнении категории 3 по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89Е.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ



Рисунок 1.5 - ПДГ-508М

Таблица 1.20 - Технические характеристики ПДГ-508М

Параметр	Значение
Номинальное напряжение	380 В
Номинальный сварочный ток при ПВ=60% и цикле сварки 5 мин	500 А
Род тока	постоянный
Пределы регулирования сварочного тока	100-500 А
Диаметр сварочного тока	1,2-2,0 мм
Скорость подачи электродной проволоки	Мин. - 120+ или-10 м/ч Макс.- 1200+или-10 м/ч
Регулирование скорости подачи электродной проволоки	ступенчатое
Расход газа	8-20 л/мин
Габаритные размеры полуавтомата	466x363x403 (+ -10) мм

Таблица 1.21 - Технические характеристики ВДУ-506

Параметр	Значение
Номинальное U питающей сети 3-х переменного тока	220 или 380 В
Первичный ток	не более: при исполнении на 220 В - 105А при исполнении на 380 В - 62 А
Напряжение холостого хода	не более - 85 В
Номинальный сварочный ток	500 А
Пределы регулирования сварочного тока	для жестких внешних характеристик - 60-500 А для падающих внешних характеристик - 50-500 А
Габариты	не более - 830x620x1080 мм
Масса	не более - 290 кг

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Сварочные роботы igm серии RTi



Рисунок 1.6 - Сварочные роботы igm

Роботы фирмы igm серии RTi 330 благодаря своей концепции, состоящие из 6 осей в жесткой литой алюминиевой конструкции, подходящей как для стационарного монтажа, так и для монтажа в подвешенном состоянии, особенно подходят для электродуговой сварки: исключительным признаком является то, что все необходимые для сварочного процесса среды сначала проводятся через первую ось, а потом по полуму валу в ось руки робота, таким образом, горелка может совершать 2 вращения. Это имеет большие преимущества при работе с узкими деталями и кругообразными швами. Также в ось горелки встроен датчик автоматического защитного отключения в случае столкновения горелки с деталью.



Рисунок 1.7 – Сварочная горелка робота

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Отличительные признаки RTi

- Надежная механика
- Не требующие технического ухода сервоприводы AC
- Полный вал в ручной оси робота
- Плотная посадка приводов
- Полная интеграция двигателей в корпус
- Сбалансированные поворотные оси для высокой динамики

Рабочий диапазон RTi

В форме тороуса, диаметр 3890 мм (RTi330)

Phoenix 500 PULS forceArc



Рисунок 1.8 – Полуавтомат Phoenix 500 PULS forceArc

Описание

- Полуавтомат для импульсно-дуговой полуавтоматической сварки проволокой в среде защитных газов
- Идеальные характеристики зажигания и сварки со 100 % воспроизводимыми результатами при высочайшем качестве на полностью цифровых инверторных аппаратах

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Таблица 1.22 - Технические характеристики Phoenix 500 PULS forceArc

Параметр	Значение
Пределы регулирования сварочного тока	5–500 А
Период включения	Максимальный сварочный ток при температуре окружающей среды 40 °С
25 %	-
40 %	500 А
60 %	450 А
100 %	340 А
Напряжение питающей сети	3×400 В (-25 %; + 20 %)
Габаритные размеры источника	1050×500×1100 мм
Масса	126,5 кг

1.14 Расход технологической электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производится по формуле:

$$A = \frac{I_{св} \cdot U_d}{1000 \cdot \eta} * t_{св} + W_0 (T_{ш} - t_{св}) \text{ (кВт * ч.)} \quad (14)$$

где $I_{св}$ – сила сварочного тока, в А

U_d – напряжение на дуге, в В

η – КПД источника питания

$t_{св}$ – время горения дуги, час

W_0 – мощность холостого хода источника питания, кВт

$T_{ш}$ – штучное время на операцию, час

Таблица 1.23 Значения η и W_0

Вид источника	η	W_0
Св. выпрямитель	0,7_0,84	0,35_0,55

Время горения дуги определяется по формуле:

$$t_{св} = T_0 * L \text{ (час)} \quad (15)$$

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

где T_0 – основное время на 1 метр шва в мин/м

L – длина шва в метрах

Верхний лист

$$t_{CB} = \frac{1,08 * 4,48}{60} = 0,08(\text{час})$$

Нижние листы

$$t_{CB} = \frac{1,08 * 4,48}{60} = 0,08(\text{час})$$

Упоры

$$t_{CB} = \frac{1,5 * 0,94}{60} = 0,02(\text{час})$$

$$\sum t_{CB} = t_{CB1} + t_{CB2} + t_{CB3} \text{ (час)} \quad (16)$$

$$\sum t_{CB} = 0,08 + 0,08 + 0,02 = 0,18 \text{ (час)}$$

$$A = \frac{350 * 30}{1000 * 0,80} * 0,18 + 0,5(0,26 - 0,18) = 2,4 \text{ (кВт * ч.)}$$

1.15 Контроль качества сборки и сварки

1.1. Контроль качества сварных конструкций должен осуществляться систематически в течение всего производственного цикла, на всех этапах изготовления. Порядок контроля указывается в карте технологического процесса. Предъявляемые к окончательной приемке сварные конструкции не должны быть окрашены.

Контроль соблюдения технологических процессов должен производиться в соответствии с требованиями ОСТ 24.001.22-82.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

1.2. Контроль качества сборки под сварку следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 5264-80, ГОСТ 14771-76, ГОСТ 8713-79, ГОСТ 11533-75, ГОСТ 11534-75, ГОСТ 15878-79, ГОСТ 14776-79 и ГОСТ 16098-80 и действующей отраслевой нормативно-технической документации.

1.3. При контроле качества сборки под сварку следует проверять:

- Правильность сборки и расположения деталей в конструкции:
- Величины зазоров между деталями и углы разделки кромок.

Собранные под сварку конструкции, отвечающие указанным требованиям, должны быть приняты ОТК и допущены к сварке.

1.4. Контроль качества сварных соединений должен быть оговорен в конструкторской документации и осуществляться:

- Визуальным осмотром и измерением.

1.5. Визуальному контролю должны быть подвергнуты все сварные швы до контроля их другими методами.

1.6. При контроле швов измерением должно быть установлено соответствие размеров сварных швов требованиям чертежа или другой технической документации.

1.7. Дефектные сварные швы или отдельные участки шва разрешается удалять механическим путем, газокислородным резаком со специальным мундштуком, плазменной или воздушно-дуговой строжкой, электродуговым способом покрытыми электродами. После воздушно-дуговой строжки должна быть выполнена зачистка мест среза на глубину науглероженного слоя не менее 0.3 мм для исполнения “У” и 1 мм для исполнения “УХЛ”. Наличие на подготовленной под сварку поверхности натеков расплавленного металла не допускается.

1.8. При исправлении участков шва с единичными порами и шлаковыми включениями допускается засверливание с последующей заваркой отверстия.

1.9. Все исправленные сварные швы, выполненные как дуговой, так и контактной сваркой, должны быть подвергнуты повторному контролю.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

1.10. По внешнему виду сварные швы должны удовлетворять следующим требованиям:

- по форме и размерам швы должны соответствовать проекту;
- швы должны иметь гладкую или равномерно чешуйчатую поверхность (высота или глубина впадин не должна превышать 1 мм);
- металл шва должен иметь плавное сопряжение с основным металлом;
- швы не должны иметь недопустимых внешних дефектов.
- допускается исправление дефектов, обнаруженных в сварных швах $L_{испр} = 2.59$ м.

Име. № подл	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ДП 44.03.04. 552 ПЗ					Лис					
Име. № подл	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата											38
Име. № подл	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	

2 Экономический раздел

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки промежуточной балки полувагона, изготавливаемого из стали марки 09Г2С с применением автоматической (роботизированной) сварки в среде защитных газов.

По базовому варианту работа выполнялась механизированной (полуавтоматической) сваркой в среде CO₂. При этом для сборки и сварки использовалась сварочная установка, в состав которой входили: сварочный полуавтомат ПДГ-508 М с источником ВДУ-506, сварочная горелка, сварочная стелд, баллон с углекислотой.

Проектируемая технология предполагает замену механизированной сварки промежуточной юалки на автоматическую (роботизированную) сварку в защитной смеси каргон 12 (Ar-88%; CO₂ – 12%).

2.1 Определение капиталобразующих инвестиций

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

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

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{пз} + t_{в} + t_{обс} + t_{п}, \quad (17)$$

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

t_{осн} – основное время, ч.;

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

t_в – вспомогательное время, ч.;

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

39

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

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

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

$$t_{осн} = \frac{L_{шв}}{V_{св}}$$

(18)

где $L_{шв}$ – сумма длин всех швов, м $\Sigma L_{шв} = 9,9$ м;

$V_{св}$ – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч, $V_{св} = 66$ м/ч;

$V_{св}$ – скорость сварки (базовый вариант), м/ч, $V_{св} = 33$ м/ч

Определяем основное время по формуле (18) для обоих вариантов

$$t_{осн} = \frac{9,9}{33} = 0,3 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{9,9}{66} = 0,15 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

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

$$t_{пз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{пз} = \frac{0,3 \cdot 10}{100} = 0,03 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{пз} = 0,015 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

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

$$t_{в} = t_{э} + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (19)$$

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:

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_{с} - 1)) \quad (20)$$

где $n_{с}$ – количество слоев при сварке за несколько проходов;

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

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле (20) для обоих вариантов

$$t_{кр} = 9,9 \cdot 0,6 = 5,94 \text{ мин.} = 0,1 \text{ ч.}$$

Сварка и в базовом и проектируемом варианте производится в один проход. Время на очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$ рассчитываем по формуле:

$$t_{бр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_{с} - 1)) = 5,94 = 0,1 \text{ ч.}$$

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

41

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

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

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

$$t_{уст} = 0,15 \text{ ч.}$$

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

$$t_b = 0,083 + 0,1 + 0,1 + 0,03 + 0,15 = 0,46 \text{ ч.}$$

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

$$t_{обс} = (0,06...0,08) \cdot t_{осн} \quad (21)$$

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) по формуле (21) для обоих вариантов

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

$$t_{\text{обс}} = 0,07 \cdot 0,3 = 0,021 \text{ ч. (базовый)}$$

$$t_{\text{обс}} = 0,07 \cdot 0,15 = 0,011 \text{ ч. (проектируемый)}$$

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

$$t_{\text{п}} = 0,07 \cdot t_{\text{осн}} \quad (22)$$

Рассчитываем $t_{\text{п}}$ по формуле (22) для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_{\text{п}} = 0,07 \cdot 0,3 = 0,021 \text{ ч. (базовый)}$$

$$t_{\text{п}} = 0,07 \cdot 0,15 = 0,011 \text{ ч. (проектируемый)}$$

Таким образом, расчет общего времени $T_{\text{шт-к}}$ на выполнение сварочной операции по обоим вариантам производим по формуле (17)

$$T_{\text{шт-к}} = 0,3 + 0,03 + 0,46 + 0,021 + 0,021 = 0,83 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 0,15 + 0,015 + 0,46 + 0,011 + 0,011 = 0,65 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 0,83 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 0,65 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

Производственная мощность - максимально возможный выпуск продукции высокого качества или объём переработки сырья в единицу времени (обычно в течение года).

Мощность рассчитывается по производительности ведущего оборудования или по трудоёмкости ведущей операции по формуле:

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

$$M = \frac{F_{до} \cdot 60}{T_{шт.вед.} \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{100}\right)} \quad (23)$$

$$M = \frac{5481,36 \cdot 60}{49,8 \cdot \left(1 + \frac{4\%}{100}\right)} = 6600$$

где $T_{шт.вед.}$ - трудоёмкость ведущей операции

$F_{до}$ - действительный годовой фонд времени работы оборудования, в часах

α - коэффициент, учитывающий серийность производства и связанный с серийностью потери времени на переналадку оборудования (от 4% до 12%).

принимаем $\alpha = 4\%$

$M = 6600$ шт.

Различают 3 фонда времени:

1) Календарный фонд, т.е. количество часов в году

$$F_k = 24 \cdot 366 = 8784 \text{ час}$$

2) Номинальный фонд времени, т.е. количество рабочих часов в году

$$F_n = (D_k - D_{вп}) \cdot T_{см} \cdot K_{см} - 1ч \cdot Празд. \cdot K_{см} \quad (24)$$

где $F_n = 5958$ час. При 3-х сменном режиме работы

D_k - количество календарных дней в году

$D_{вп}$ - количество выходных и праздничных дней

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

44

$T_{см}$ - длительность смены (8 часов)

$K_{см}$ - количество рабочих смен в сутках

Празд. - количество праздников с сокращенной сменой (смена 7 часов)

3) Действительный (эффективный) фонд времени, учитывающий плановые потери времени на переналадку и ремонт оборудования.

$$F_{до} = F_n \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right) \quad (25)$$

$$F_{до} = 5958 \cdot \left(1 - \frac{8\%}{100}\right)$$

$$F_{до} = 5481,36 \text{ час}$$

где α - коэффициент, учитывающий серийность производства и связанный с серийностью потери времени на переналадку оборудования (от 4% до 12%).

Принимаем $\alpha = 8\%$

Годовая производственная программа – основная составная часть плана отрасли, объединения, предприятия, цеха, участка, определяющая объем и состав продукции, которая должна быть произведена в плановом периоде.

Расчёт годовой производственной программы

$$N_{год} = M \cdot K_{им} \quad (26)$$

$$N_{год} = 6600 \cdot 90\% = 5940 \text{ шт.}$$

где $K_{им}$ - коэффициент использования мощности, норма от 70% до 90%.

M – мощность предприятия

Принимаем $K_{им} = 90\%$

Для дальнейших расчетов (для обоих вариантов) принимаем $N_{год} = 6000$ шт. (базовый вариант)

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

45

Определяем общую трудоемкость годовой производственной программы $T_{\text{произв. пр. сварных конструкций}}$ в нашем случае берем $N_{\text{год}} - 6000$ шт. (базового варианта)

$$T_{\text{произв. пр.}} = 0,83 \cdot 6000 = 4980 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 0,65 \cdot 6000 = 3900 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.

Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса C_p , по формуле (27):

$$C_p = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_d \cdot K_n} \cdot 100$$

(27)

где Φ_d – действительный фонд времени работы оборудования, час. ($\Phi_d = 1914$ час.);

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

$$C_p = \frac{4980}{5481,36 \cdot 1,2} = 0,76; \text{ примем } C_{\text{п}} = 1 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_p = \frac{3900}{5481,36 \cdot 1,2} = 0,59; \text{ примем } C_{\text{п}} = 1 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

Принятое количество оборудования $C_{\text{п}}$ определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

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 коэфф. загрузки оборудования K_3 производим по формуле (28):

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

где K_3 – коэффициент загрузки оборудования;

C_p – количество оборудования по операциям техпроцесса, шт.;

C_{II} – принятое количество оборудования, шт.

При этом средний K_3 должен стремиться к единице.

$$K_3 = \frac{0,76}{1} = 0,76 \text{ (базовый вариант);}$$

$$K_3 = \frac{0,59}{1} = 0,59 \text{ (проектируемый вариант).}$$

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

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

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 25.

Таблица 2.2 – Исходные данные

Показатели	Единицы	Базовый	Проектируем
------------	---------	---------	-------------

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

47

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. ине. №	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	--------------	--------------

	измерения	вариант	ый вариант
1	2	3	4
Годовая производственная программа выпуска	шт.	6000	6000
Сварочный полуавтомат ПДГ-508 М с источником питания ВДУ-506 Ц _{опт}	руб./шт.	111361	
РТК Роботы фирмы igm серии RTi 330 с источником питания Phoenix 500 PULS forceArc	руб./шт.	-	1400000
Поворотная колонна	руб./шт.		500000
Поворотный стол	руб./шт.	1100000	1100000
Сталь 09Г2С, Ц _{к.м}	руб./т	189000	189000
Сварочная проволока Св-08Г2С, Ø 1,6 мм, Ц _{о.р.м}	руб./кг	7,5	7,5
Защитный газ СО ₂ , Ц _{з.г}	руб./л	0,08	

Окончание таблицы 2.2

1	2	3	4
Защитный газ (смесь коргон 12), Ц _{з.г}	руб./л		0,11
Расход защитного газа	л/мин.	10	10
Тариф на электроэнергию, Ц _{эл}	руб./кВт-час.	3,16	3,16
длина сварного шва	м	9,9	9,9
Положение шва		нижнее	нижнее
Условия выполнения работы		стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	4	5
Тарифная ставка, Т _{ст}	руб.	48	56
Масса конструкции	т	0,13	0,13

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

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

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

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

Базовый вариант:

$$K_{обj} = 111361 \cdot (1 + 0,12) = 124724 \text{ руб.}$$

Ине. № подл. Подп. и дата

Ине. № дубл. Подп. и дата

Взам. ине. № Подп. и дата

Ине. № ине. № Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

48

Проектируемый вариант:

$$K_{обj} = 1900000 \cdot (1 + 0,12) = 2128000 \text{ руб.}$$

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

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

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

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

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

$$K_{об} = 124724 \cdot 1 \cdot 1 = 124724 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{об} = 2128000 \cdot 1 \cdot 1 = 2128000 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Оптовая цена единицы оборудования, руб.	111361	1900000
Количество единиц оборудования, шт.	1	1
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	124724	2128000
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	124724	2128000

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

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 (31).

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

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

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

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

Расчет материальных затрат

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

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

$$MЗ = C_{о.м} + C_{э\text{н}} + C_{др}. \quad (32)$$

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

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

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

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

50

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

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

$$C_{o.m} = (24570 + 17,61 + 16,63) \cdot 1,05 = 25834,45 \text{ (базовый вариант)}$$

$$C_{o.m} = (24570 + 369,32 + 11,43) \cdot 1,05 = 26198,29 \text{ (проектный вариант)}$$

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

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

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 09Г2С.

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

где m_k – масса конструкции, т;

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

$$C_{к.м} = 0,13 \cdot 189000 = 24570 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 24570 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

Расчет затрат на электродную проволоку 08Г2С проводим по формуле (35).

Исходные данные для расчетов:

Таблица 2.4 - Масса наплавленного металла

Наименование детали	Катет шва,	Площадь сеч.шва	Суммарная длина	Объем швов,	Плотность материала,	Масса всех
---------------------	------------	-----------------	-----------------	-------------	----------------------	------------

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат		

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

51

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

	мм	см ²	ШВОВ, см	см ³	Г/см ³	ШВОВ, кг
Верхний лист	6	0,24	448	107,52	7,85	0,844
Нижние листы	6	0,24	448	107,52	7,85	0,844
Упоры	7	0,24	93,6	22,464	7,85	0,176
					Итого:	1,864

Производим расчеты $C_{св.пр}$ на изготовление одной металлоконструкции по формуле (35):

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

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

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

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

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

$$C_{св.пр} = 1,864 \cdot 1,2 \cdot 7,5 \cdot 1,05 = 17,61 \text{ руб. (базовый вариант – сварка в } CO_2)$$

$$C_{св.пр} = 1,864 \cdot 1,02 \cdot 185 \cdot 1,05 = 369,32 \text{ руб. (проектируемый вариант – сварка в защитной смеси К-12).}$$

Расчет затрат на защитный газ проводим по формуле (36).

Исходные данные:

$$C_{др} = t_{осн} \cdot q_{зг} \cdot k_p \cdot Ц_{зг} \text{ (фл)} \cdot K_t, \quad (36)$$

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

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

52

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

k_p – коэффициент расхода флюса, газа; $k_p = 1,1$;

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

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

$$t_{осн} = \frac{9,9}{33} = 0,3 \text{ ч} = 18 \text{ мин. (базовый вариант);}$$

$$t_{осн} = \frac{9,9}{66} = 0,15 \text{ ч} = 9 \text{ мин. (проектируемый вариант);}$$

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

$C_{зг} = 18 \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 0,08 \cdot 1,05 = 16,63$ руб. (базовый вариант – защитный газ CO_2)

$C_{зг} = 9 \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 0,11 \cdot 1,05 = 11,43$ руб. (проектируемый вариант – защитная смесь коргон 12).

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).

Расчет затрат на электроэнергию на операцию проводим по формуле (37)

$$Z_э = \alpha_э \cdot W \cdot \Pi_э, \text{ руб.} \quad (37)$$

где: $\alpha_э$ – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт·ч/кг;

W – расход электроэнергии, кВт·ч;

$\Pi_э$ – цена за 1 кВт/ч; $\Pi_э = 3,16$ кВт/ч.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Для укрупнённых расчётов величину α_3 можно принимать равной:

- при сварке на переменном токе, кВт·ч/кг 3...4;
- при многопостовой сварке на постоянном токе, кВт·ч/кг 6...8;
- при автоматической сварке на постоянном токе, кВт·ч/кг 5...8;
- под слоем флюса, кВт·ч/кг 3...4.

$$Z_3 = 8 \cdot 2,4 \cdot 3,16 = 60,67 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_3 = 5 \cdot 2,4 \cdot 3,16 = 37,92 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Материальные расходы (МЗ) на основные материалы на одно изделие (исключаем затраты на основной конструкционный материал) рассчитываются по формуле (38):

$$MЗ = C_{o.m} + C_{эн} + C_{др.} \quad (38)$$

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

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

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

По базовому варианту:

$$MЗ = 17,61 + 16,63 + 60,67 = 94,91 \text{ руб.}$$

По проектируемому варианту:

$$MЗ = 369,32 + 11,43 + 37,92 = 418,67 \text{ руб.}$$

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

54

Расчет численности производственных рабочих. Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков) при трехсменной работе. Численность основных рабочих $Ч_{ор}$ определяется для каждой операции по формуле (39):

$$Ч_{ор} = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_{\text{др}} \cdot K_B} \quad (39)$$

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

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

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

$$Ч_{ор} = \frac{4980}{5481,36 \cdot 1,2} = 0,76 \text{ примем } Ч_{ор} = 1 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$Ч_{ор} = \frac{3900}{5481,36 \cdot 1,2} = 0,59 \text{ примем } Ч_{ор} = 1 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

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

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

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды

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

Расходы на оплату труда ($Z_{пр}$) рассчитываются по формуле (40).

$$(40) \quad Z_{пр} = Z_{пО} + Z_{пД},$$

где: $Z_{пО}$ – основная заработная плата, руб.;

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

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ($Z_{пр}$) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле (41).

$$(41) \quad Z_{пр} = P_{сд} \cdot K_{пр} \cdot K_{д} \cdot K_{сс} + D_{вр},$$

где: $P_{сд}$ – суммарная сдельная расценка за единицу изделия, руб.;

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

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

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

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

Тарифная ставка зависит от квалификации сварщика: $T_{ст}$ сварщика ручной дуговой сварки - 48 руб./час, $T_{ст}$ сварщика автоматической сварки - 56 руб./час.

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

					<i>ДП 44.03.04. 552 ПЗ</i>	Лис
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат		56

Рассчитанное:

$$T_{\text{шт-к}} = 0\text{м}83 \text{ ч.} = 49,8 \text{ мин. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 0,65 \text{ ч.} = 39 \text{ мин. (проектируемый вариант).}$$

$$P_{\text{сд}} = \frac{48 \cdot 49,8}{60} = 39,84 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{сд}} = \frac{56 \cdot 39}{60} = 36,4 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле (42)

$$D_{\text{вр}} = \frac{T_{\text{ст}} \cdot T_{\text{вр}} \cdot (0,1 \dots 0,31)}{100 \cdot 60} \quad (42)$$

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

$T_{\text{ст}}$ – тарифная месячная ставка, руб. $T_{\text{ст}} = 56$ руб.;

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

Коэффициент в пределах (0,10...0,31).

$$D_{\text{вр}} = \frac{48 \cdot 49,8 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,08 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$D_{\text{вр}} = \frac{56 \cdot 39 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,07 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

$$З_{\text{пр}} = 39,84 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 0,08 = 77,77 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{\text{пр}} = 36,4 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 0,07 = 71,05 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитываем дополнительную заработную плату производственных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле (43):

$$ЗП_{\text{д}} = K_{\text{д}} \cdot ЗП_{\text{о}} \cdot K_{\text{сс}}, \quad (43)$$

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

57

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

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

$K_{д}$ – коэффициент дополнительной заработной платы. $K_{д} = 1,13$;

$K_{сс}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные взносы.

$K_{сс} = 1,3$.

$$ЗП_{д} = 1,13 \cdot 77,77 \cdot 1,3 = 114,24 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$ЗП_{д} = 1,13 \cdot 71,05 \cdot 1,3 = 104,37 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расходы на заработную плату основных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, рассчитанные по формуле (44), составляют:

$$З_{пр} = ЗП_{о} + ЗП_{д}, \quad (44)$$

где: $ЗП_{о}$ – основная заработная плата, руб.;

$ЗП_{д}$ – дополнительная заработная плата, руб.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ($З_{пр}$) с отчислениями на социальное страхование определяется:

а) при применении сдельной оплаты труда

$$З_{пр} = 77,77 + 114,24 = 192,01 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{пр} = 71,05 + 104,37 = 175,42 \text{ руб. (проектный вариант).}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости $C_{т}$ изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ($N = 6000$ шт.) в таблицу 2.5.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

58

Таблица 2.5 – Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Затраты на основные материалы, $C_{o.m}$, руб.	205440	2284500
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{эн}$, руб.	364020	227520
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $Z_{пр}$, руб.	1152060	1052520
Технологическая себестоимость годового выпуска, C_T , руб.	1721520	3564540

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 (45):

$$C_{пр} = C_T + P_{пр} + P_{хоз} \quad (45)$$

где C_T – технологическая себестоимость, руб.;

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

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

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (46).

$$P_{пр} = C_A + C_p + P_{пр}^* \quad (46)$$

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

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

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

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

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

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

Затраты на амортизацию оборудования. Рассчитываем по формуле (47) затраты на амортизацию при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, приходящиеся на одно изделие:

$$C_A = \frac{K_{об} \cdot H_A \cdot n_o \cdot T_{шт-к}}{100 \cdot \Phi_D \cdot K_B} \cdot K_O \quad (47)$$

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

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

Φ_D – действительный эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час. $\Phi_D = 1827$ час.;

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

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

n_o – количество оборудования, шт.;

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

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

$$C_A = \frac{124724 \cdot 14,7 \cdot 1 \cdot 0,83}{100 \cdot 1827 \cdot 1,1} \cdot 1 = 7,57 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_A = \frac{2128000 \cdot 14,7 \cdot 1 \cdot 0,65}{100 \cdot 1827 \cdot 1,1} \cdot 1 = 101,17 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования рассчитываем по формуле (48)

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot Д}{100}, \quad (48)$$

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

$Д$ принимается равным 3 %.

$$C_p = \frac{124724 \cdot 3}{100} = 3741,72$$

$C_p = 3741,72$ руб./на производственную программу или 0,62 руб в расчете на одно металлоизделие ($3741,72$ руб./6000), - базовый вариант;

$$C_p = \frac{2128000 \cdot 3}{100} = 63840$$

$C_p = 63840$ руб./на производственную программу или 10,64 руб./на металлоконструкцию (63840 руб./6000 шт), - проектируемый вариант.

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение) определяются формуле (49):

$$P_{PP}^* = \frac{\%P_{PP} \cdot ЗП_o}{100}, \quad (49)$$

где $ЗП_o$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

61

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

$$P_{\text{пр}1}^* = \frac{1152060 \cdot 10}{100} = 115206 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{пр}2}^* = \frac{1052520 \cdot 10}{100} = 105252 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (50):

$$P_{\text{пр}} = C_A + C_p + P_{\text{пр}}^* , \quad (50)$$

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

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

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

$$P_{\text{пр}} = 7,57 + 3741,72 + 115206 = 118955,29 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{пр}} = 101,17 + 63840 + 105252 = 169193,17 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

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.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле (51).

$$P_{\text{хоз}} = \frac{\%P_{\text{хоз}} \cdot ЗП_o}{100}, \quad (51)$$

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

% P_{хоз} – процент общехозяйственных расходов, %. % P_{хоз} = 25.

P_{хоз} при изготовлении одной металлоконструкции:

$$P_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 77,77}{100} = 19,44 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 71,05}{100} = 17,76 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Производственная себестоимость годового выпуска металлоконструкций при базовом и проектируемом варианте технологии, C_{пр} рассчитывается по формуле (52):

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{т}} + P_{\text{пр}} + P_{\text{хоз}} \quad (52)$$

где: C_т – технологическая себестоимость, руб.;

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

P_{хоз} – общехозяйственные расходы, руб.

$$C_{\text{пр}} = 1721520 + 118955,29 + 116640 = 1957115,29 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{пр}} = 3564540 + 169193,17 + 106560 = 3840293,17 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» (P_к, руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары,

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

63

упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле (53):

$$P_k = \frac{\% P_k \cdot C_{\text{пр}}}{100} \quad (53)$$

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

$$P_k = \frac{0,1 \cdot 1957115,29}{100} = 1957,12 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_k = \frac{0,1 \cdot 3840293,17}{100} = 3840,29 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций ($C_{\text{п}}$) включает затраты на производство ($C_{\text{пр}}$) и коммерческие расходы (P_k) и рассчитывается по формуле (54):

$$C_{\text{п}} = C_{\text{пр}} + P_k, \quad (54)$$

где: P_k – коммерческие расходы, руб.

$$C_{\text{п}} = 1957115,29 + 1957,12 = 1959072,41 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{п}} = 3840293,17 + 3840,29 = 3844133,46 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 – Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Значение, руб.		Отклонения, руб.
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	2	3	4

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

64

Объем годового выпуска продукции, N, шт.	6000	6000	
1. Материальные затраты, МЗ:	569460	2512020	-1942560
2. Зароботная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, З _{пр}	1152060	1052520	99540
3. Технологическая себестоимость С _т , руб.	1721520	3564540	-1843020
4. Общепроизводственные расходы, Р _{пр}	118955,29	169193,17	-50237,88
5. Общехозяйственные расходы, Р _{хоз}	116640	106560	10080
6. Производственная себестоимость, С _{пр}	1957115,29	3840293,17	-1883177,88
7. Коммерческие расходы, Р _к ,	1957,12	3840,29	-1883,17
8. Полная себестоимость, С _п	1959072,41	3844133,46	-1885061,05

2.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности

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

Годовой выпуск продукции (воздухосборник) составляет 6000 шт.

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

$$\Delta C = (C_{T1} - C_{T2}) N, \quad (55)$$

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

N - годовой объем выпуска металлоизделий, шт.

В данном расчете годовая экономия по технологической себестоимости составит в соответствии с формулой (55):

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

65

$$\Delta C = (286,92 - 594,09) \cdot 6000 = -1843020 \text{ тыс. руб.}$$

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 (56).

Годовая величина прибыли П, руб. от реализации годового объема металлоизделий определяется разницей между выручкой от реализации продукции (В, руб.) и полной себестоимостью, С_п, руб.

$$P = V - C_p, \quad (56)$$

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Ц, руб.) по формуле (57) по базовому и проектируемому вариантам. Среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции, К_р, 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.

$$C = C_n * K_p, \quad (57)$$

$$C_1 = 362,51 \cdot 1,3 = 471,26 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_2 = 640,69 \cdot 1,5 = 961,04 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Рассчитываем выручку от реализации годового объема металлоизделий (В) по формуле (58) по базовому и проектируемому вариантам:

$$B = C * N \quad (58)$$

$$B_1 = 471,26 \cdot 6000 = 2827560 \text{ руб.}$$

$$B_2 = 961,04 \cdot 6000 = 5766240 \text{ руб.}$$

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой (56) по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий

$$П_1 = 2827560 - 1959070 = 868490 \text{ руб.}$$

$$П_2 = 5766240 - 3844130 = 1922110 \text{ руб.}$$

Изменение (прирост, уменьшение) прибыли $\Delta П$ в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым рассчитывается по формуле (58):

$$\Delta П = П_2 - П_1 \quad (58)$$

где $П_1$, $П_2$ – прибыль соответственно в базовом и проектируемом вариантах.

$$\Delta П = 1922110 - 868490 = 1053620 \text{ руб.}$$

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций, $N_{кр}$) проводим по формуле (59) по базовому и проектируемому вариантам:

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	<i>ДП 44.03.04. 552 ПЗ</i>	Лис
						67

$$N_{кр} = \frac{C_{пост}}{Ц - C_{пер.}}, \quad (59)$$

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

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

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

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

$$N_{кр1} = \frac{1959072,41 - 1721520}{471,26 - 286,92} = 1289 \text{ шт.}$$

$$N_{кр2} = \frac{3844133,46 - 3564540}{961,04 - 594,09} = 762 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции, R , проводим по формуле (60):

$$R = \frac{\Pi}{C_n} * 100 \quad (60)$$

$$R_1 = \frac{868490}{1959072,41} \cdot 100 = 30 \%$$

$$R_1 = \frac{1922110}{3844133,46} \cdot 100 = 50 \%$$

Расчет производительности труда (при 3-х сменном производстве по одному человеку в смене) (выработка в расчете на 1 производственного рабочего (в базовых ценах), тыс. руб./чел.), $\Pi_{тр}$ производим по формуле (61) соответственно по базовому и проектируемому вариантам:

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

$$P_{mp} = \frac{B}{\text{Ч}_{op}}, \quad (61)$$

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

Ч_{op} – численность производственных рабочих, чел.

$$P_{mp1} = \frac{2827560}{3} = 942520 \text{ руб./чел.} = 942,520 \text{ тыс. руб./чел.}$$

$$P_{mp2} = \frac{5766240}{3} = 1922080 \text{ руб./чел.} = 1922,080 \text{ тыс. руб./чел.}$$

Расчет срока окупаемости капитальных вложений, $T_{ок}$ производим по формуле (62):

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

$$T_o = \frac{\Delta K_d}{\Delta \Pi}, \quad (62)$$

где: ΔK_d – дополнительные капитальные вложения, руб.;

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

Результаты расчетов показателей экономической эффективности оформляются в таблицу 2.7.

$$T_o = \frac{2128000}{1053620} = 2 \text{ года}$$

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

После проведения экономических расчетов необходимо сгруппировать результирующие показатели экономической эффективности в виде таблицы 2.7, которая может быть представлена в качестве иллюстративного материала при защите ВКР.

Таблица 2.7 – Техничко-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	2	3	4	5	6
1.	Годовой выпуск продукции, N	шт.	6000	6000	
2.	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	2827560	5766240	2938680
3.	Капитальные вложения, К	руб.	124724	2128000	2003276
4.	Технологическая себестоимость металлоизделия, С _т	руб.	1721520	3564540	1843020
5.	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, С _п	руб.	1959072,41	3844133,46	1885061,05
6.	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	868490	1922110	1053620
7.	Численность производственных рабочих, Ч (при 3-х сменном режиме работы)	чел.	3	3	0

Окончание таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6
8.	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), П _{тр}	тыс.руб./чел.	942,520	1922,080	979,560
9.	Рентабельность продукции, R	%	30	50	20
10.	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (Т _{ок})	лет	2		
11.	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	1289	762	-527

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

70

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

Ли. Изм. № докум. Подп. Дат

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, капитальные вложения на оборудования окупаться через 2 года лишь за счет сокращения доли и общехозяйственных расходов, наибольший удельный вес в себестоимости составляют материальные расходы. Численность производственных рабочих осталось неизменна. По сравнению с базовым вариантом точка безубыточности в 2 раза ниже чем у базового варианта что значит производство проектируемого варианта начнет получать прибыль намного быстрее. По данным расчета технико-экономических показателей делаем вывод что проектируемый вариант рационален.

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лис
Ине. № докум.	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
ДП 44.03.04. 552 ПЗ					

3. Методическая часть

В технологической части разработанного дипломного проекта разработана технология сборки и сварки промежуточной балки. В процессе разработки предложена полуавтоматическая сборка и автоматическая электродуговая сварка промежуточной балки с использованием роботизированного сварочного комплекса. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное, что позволяет использовать сварочных роботов 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 роботизированной сварки» 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,

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

разработке должностных инструкций, тарификации работ, присвоении тарифных разрядов работникам и установлении систем оплаты труда с учетом особенностей организации производства, труда и управления;

- образовательными организациями профессионального образования при разработке профессиональных образовательных программ;
- при разработке в установленном порядке федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования.

3.1 Сравнительный анализ профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

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

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

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» (4-го разряда) и «Оператор роботизированной сварки».

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Таблица 3.1 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор роботизированной сварки»

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор роботизированной сварки
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	Выполнение роботизированной сварки
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 сварки (наплавки) плавлением сложных конструкций	Изучение производственного задания, конструкторской и производственно-технологической документации. Подготовка рабочего места и средств индивидуальной защиты. Подготовка сварочных и свариваемых материалов к сварке. Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования. Выполнение роботизированной сварки. Извлечение сварной конструкции из сборочных приспособлений и технологической оснастки.
Необходимые умения:	Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением	Определять работоспособность, исправность роботизированного сварочного оборудования и осуществлять его подготовку. Применять программное обеспечение (выбирать программы сварки) для роботизированного сварочного оборудования под конкретные условия сварки. Запускать и проверять траекторию манипулятора (робота) по заданной траектории без

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

выполнения сварки.

Окончание таблицы 3.1

1	2	3
		<p>Пользоваться техникой роботизированной сварки по соответствующему процессу сварки.</p> <p>Контролировать процесс роботизированной сварки и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительном качестве сварного соединения.</p>
Необходимые знания	<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 роботизированной сваркой, и обозначение их на чертежах. Устройство сварочного робота и вспомогательного оборудования для роботизированной сварки, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения. Виды и назначение сборочно-сварочной оснастки, технологических приспособлений и манипуляторов, используемых для сборки деталей (узлов) под роботизированную сварку.</p>
Другие характеристик и:	<p>Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией:</p>	<p>Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией: роботизированной сварки.</p>
Характеристики выполняемых работ:	<p>прихватка элементов конструкции частично механизированной сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва;</p> <p>частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций</p>	<p>Роботизированная сварка сложных и ответственных конструкций</p>

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

75

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

Трудовые действия:

- Изучение производственного задания, конструкторской и производственно-технологической документации.
- Подготовка рабочего места и средств индивидуальной защиты.
- Подготовка сварочных и свариваемых материалов к сварке.
- Выполнение роботизированной сварки.

Необходимые знания:

- Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых роботизированной сваркой и обозначение их на чертежах.

– Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для роботизированной сварки, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.

– Виды и назначение сборочно-сварочной оснастки, технологических приспособлений и манипуляторов, используемых для сборки деталей (узлов) под роботизированную сварку.

Необходимые умения:

– Определять работоспособность роботизированной сварки, осуществлять его подготовку и производить сварочные работы роботизированной сваркой.

– Владеть техникой роботизированной сварки.

– Пользоваться техникой роботизированной сварки по соответствующему процессу сварки.

– Контролировать процесс роботизированной сварки и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительном качестве сварного соединения.

На основании выявленного сравнения возможно разработать содержание краткосрочной подготовки по профессии «Оператор роботизированной сварки» и провести данную работу в рамках промышленного предприятия без отрыва от производства.

3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор роботизированной сварки»

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

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

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

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

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1	2	3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ		
1.1	Основы экономики отрасли	4
1.2	Материаловедение	8
1.3	Основы электротехника	4
1.4	Чтение чертежей	4
1.5	Спецтехнология	26
2. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ		
2.1	Упражнения по роботизированной сварке несложных деталей на учебно-производственном участке	12
2.2	Работа на предприятии	56
	Консультации	2
	Квалификационный экзамен	4
	ИТОГО	120

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

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

Таблица 3.3 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Источники питания для роботизированной сварки	4
2	Оборудование для роботизированной сварки	4
2.1	Устройство сварочного робота и вспомогательного оборудования для роботизированной сварки	2
2.2	Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых роботизированной сваркой	4
3	Технология роботизированной сварки	4
4	Контроль качества сварных швов	4
5	Техника безопасности при работе на роботизированных сварочных установках	4
	Итого:	26

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

3.4 Разработка плана - конспекта урока

Тема урока «Устройство и основные узлы роботизированного технологического комплекса»

Цели занятия:

Обучающая: Формирование знаний об РТК серии RTi 330

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

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

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

Тип занятия: занятие новых знаний

Методы обучения: словесный, наглядный

Дидактическое обеспечение занятия:

– плакат: Роботизированный технологический комплекс (РТК) фирмы igm серии Rti 330

– видео: ознакомительное видео со сварочным роботом серии RTi 330

Таблица 3.4 - План-конспект занятия

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 5 минут	Здравствуйте, прошу вас садитесь, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 5 минут	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование роботизированной сварки» Тема занятия: «Устройство и основные узлы роботизированного сварочного комплекса». Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах роботизированного сварочного комплекса, его назначение и принцип работы».	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Мотивация 5 минут	В вашей будущей рабочей деятельности данная тема актуальна. Так как технологии не стоят на месте, постоянно развиваются, ручной труд заменяется механизированным (автоматическим). Особенно там, где повышенная вредность для здоровья человека либо необходимо высокое качество выпускаемой продукции исключая человеческий фактор.	Мотивирую обучающихся путем актуализации данной темы в их будущей профессии
Актуализация опорных знаний	Итак, перед началом изучения нового материала ответьте на вопрос. Что называется, автоматической (роботизированной) сваркой? Тогда частично механизированная сварка это?	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих,

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3
5 минут		опрашиваю выборочно.
Изложение нового материала 40 минут	<p>Разберем с Вами одну из разновидностей сварочного робота. Посмотрим небольшое ознакомительное видео со сварочным роботом серии RTi 330, после чего запишем некоторые характерные особенности.</p> <p>Область применения сварочных роботов: производственные работы по сварке и резке металла в различных отраслях промышленности, нацеленных на массовое и крупносерийное производство узлов и изделий. Например, железнодорожный транспорт, краны, строительная техника, автомобилестроение, нестандартные проекты для тяжелого и среднего машиностроения, производства металлоконструкции, приборостроения.</p> <p>ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ: Гибкость и точность роботов фирмы igm позволяет решать задачи, которые недоступны самому квалифицированному сварщику или противопоказаны человеку по условиям труда. С появлением систем технического зрения у роботов фирмы igm можно утверждать, что любую работу, выполняемую сварщиком, робот igm сделает значительно быстрее за счет отсутствия перерывов в работе и со стабильно отличным качеством. Рабочий диапазон сварочных роботов igm в зависимости от модели может составлять от 1500 до 1900 мм. Этот диапазон складывается из длин поворотных плеч (по 550 или 750 мм) и обычного эксцентриситета 1 основной оси 400 мм.</p> <p>Характеристики: диаметр зоны перемещений 5 200 мм; изогнутое поворотное основание позволяет огибать выступающие части обрабатываемой детали; подача всех сварочных сред (тока, воды, проволоки), а также сенсорные и управляющие провода полностью проходят внутри поворотного основания; диапазон вращения +/-180°; полная интеграция в систему управления в качестве 6 оси; поворотное основание может вращаться на ± 180°, позволяя перемещаться с разных сторон в любую точку в пределах рабочего диапазона. При использовании 2 роботов на одной станции намного легче избежать столкновений благодаря дополнительным осям; таким образом, оба робота могут одновременно сваривать близко расположенные швы, их рабочие диапазоны могут даже пересекаться. Так, например, при обработке U-образной детали один робот может выполнять сварку с внутренней ее стороны, а второй -</p>	<p>Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение.</p> <p>Смотрим ознакомительное видео со сварочным роботом серии RTi 330</p> <p>Рассказываю подробнее об Роботизированной сварке (области применения и характерные особенности).</p> <p>Записываем основные моменты.</p>

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

с внешней.

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

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3
---	---	---

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Таблица 3.4.1 - Технические характеристики робота фирмы igm серии RTi 330 и RTi 370

Механические параметры	
Вес	Около 275 кг (без сварочного оборудования)
Номинальная нагрузка на запястье	10 кг
Защита от столкновений	Электронный датчик, интегрированный в ось запястья
Подача сред	
Подача сварочного тока	Внутри первой оси робота и поворотного основания
Область охлаждения	Контур охлаждающей жидкости доходит до газового сопла горелки
Кабели	Защищенные, расположены внутри
Двигатели	
Тип двигателей	Серводвигатели переменного тока с тормозами, не требуют техобслуживания
Отслеживание перемещений	Резольвер

Изучаем таблицу. Прошу законспектировать таблицу в тетрадь.

Роботы igm могут иметь 6, 7 или 8 степеней свободы и монтироваться как в напольном, так и в подвесном положении. Они идеально подходят для высокоточной дуговой сварки. Благодаря таким новинкам, как дополнительное вращающееся основание и удлиненное первое поворотное плечо, теперь доступны роботы с 6, 7 или 8 степенями свободы. Идеальная настройка всех компонентов системы позволяет сократить время переналадки под любые типоразмеры до 30%.

Роботы фирмы igm серии RTi 330 и комплект сварочного оборудования включает следующие:

1 Роботизированный технологический комплекс (РТК)

Основными частями сварочного манипулятора являются: основание, колонна, консоль.

Основание: В данном случае исполнение неподвижное.

Колонна:

Колонна представляет собой коробчатую сварную конструкцию со вставными направляющими.

Колонна смонтирована на основании на которой установлена консоль с помощью упорных

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

Лис

83

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3
	<p>шарикоподшипников, благодаря этому ее можно вручную вращать на 180°. Механизм ручного блокирования позволяет зафиксировать консоль в любом промежуточном положении.</p> <p><i>Консоль:</i> Сварная коробчатая конструкции с вставными направляющими. Ее перемещение осуществляется с помощью зубчатой рейки и шестерни, приводимой в движение сервоприводом. Скорость перемещения регулируется бесступенчато от 0,2 до 2 м/мин.</p>  <p>Рисунок 3.1 - Роботизированный технологический комплекс (РТК)</p> <p>2. Источник питания Phoenix 500 PULS forceArc полуавтомат для импульсно-дуговой полуавтоматической сварки проволокой в среде защитных газов</p>  <p>Рисунок 3.2 – Полуавтомат Phoenix 500 PULS forceArc</p> <p>3. В основе управления Rti лежит стандартный компьютер с современной процессорной технологией. Все роботы рассчитаны на питание от шкафа управления, в котором содержатся и записываются основные программы по выполнению автоматической сварки, режимы и способы сварки изделий.</p>  <p>Рисунок 3.3 – шкаф управления</p>	<p>Обращаю внимание обучаемых на плакат. Обучаемые внимательно рассматривают робот-манипулятор на плакате. Рассказываю и показываю устройство робота-манипулятора, при этом использую плакат.</p> <p>По ходу объяснения прошу записать составляющие робота-манипулятора.</p>

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

Окончание таблицы 3.4

1	2	3
	<p>4. Консоль управления обеспечивает полный контроль за качеством и производительностью сварки. С помощью консоли выполняются все работы по управлению сварочным процессом. Работать с консолью можно даже в рабочих перчатках, как альтернатива имеется джойстик, что делает её пригодной для эксплуатации в тяжелых промышленных условиях.</p>  <p>Рисунок 3.4 – консоль К5 управления функциями робота</p>	<p>Диктую объяснение составных частей на показанных мной иллюстрациях. Обращаю внимание на скорость конспектирования. Прерываю свою речь, потом повторяю.</p>
<p>Первичное закрепление материала 10 минут</p>	<p>Так как в настоящее время роботизированная сварка только набирает обороты, литературы по данному оборудованию практически нет. Поэтому запишем домашнее задание, повторить конспект пройденного материала.</p>	<p>Разбираем домашнее задание, что нужно повторить к следующей теме.</p>

Выполнив методическую часть дипломного проекта:

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

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

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

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лис
Ине. № докум.	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе мы разработали и применили роботизированный технологический комплекс для повышения технологического уровня сварочного производства необходимого для выхода на мировой рынок. Что обусловило ужесточение требований к качеству металлоконструкций и снижение трудоёмкости работ.

Для применения роботизированного технологического комплекса мы разработали технологический процесс изготовления промежуточной балки и решили следующие задачи:

– проанализировали условия работы полувагона, предназначенного для общественного использования на железных дорогах России, стран СНГ и Балтии колеи 1520 мм для перевозки массовых неагрессивных грузов, не требующих защиты от атмосферных осадков. Где основная нагрузка на промежуточную балку возникает при открывании крышки люка, когда люк ударяется об упоры крышки. Поэтому сварные швы воспринимают максимальные нагрузки в момент открывания люка полувагона. Данными особенностями обусловлены и требования к сварным швам промежуточной балки полувагона;

– в качестве основного материала применяем сталь 09Г2С и вспомогательный материал: -сварочная проволока 08Г2С; защитные газы: - СО2 при сборке и коргон 12 при сварке.

– Рассчитали режимы сварки промежуточной балки, где некоторые из них: - Сила сварочного тока, 350 А; - Скорость сварки, 33 м/ч; - Диаметр проволоки, 1.6 мм;

– разработали и составили технологический процесс сборки и сварки промежуточной балки в котором мы описываем последовательность изготовления изделия, заключается в заготовительных работах, сборке и сварке, после каждой операции проводим контроль;

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

– провели экономический расчет проекта внедрения и можем сказать, что экономия при производстве изделия по себестоимости обеспечена, капитальные вложения на оборудования окупаться через 2 года. Наибольший удельный вес в себестоимости составляют материальные расходы. Численность производственных рабочих осталось неизменно. По сравнению с базовым вариантом точка безубыточности в 2 раза ниже чем у базового варианта что значит производство проектируемого варианта начнет получать прибыль намного быстрее. По данным расчета технико-экономических показателей делаем вывод что проектируемый вариант рационален.

В методической части – изучили и проанализировали характеристику рабочих по профессии «Оператор роботизированной сварки»:

- составили учебный план для переподготовки электросварщиков на сварочных работах;
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;
- разработали план-конспект урока по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;
- разработали средства обучения для выбранного занятия.

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

В выпускной квалификационной работе можем сделать вывод что данная разработанная технология сборки и сварки промежуточной балки роботизированным технологическим комплексом (РТК) успешно применена и является актуальной для производства полувагонов.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Фрумин, И.И. Автоматическая электродуговая наплавка / И.И.Фрумин. – Харьков: Metallurgizdat, 1961. – 422 с.
- 2 Винокурова, В.А. Справочник сварка в машиностроении: В 4-х т. / под ред. В.А. Винокурова. - М.: Машиностроение, 1979.
Т.1. – 504с.
Т.2.- 462с.
Т.3. – 567с.
- 3 Зубченко, А. С. Марочник сталей и сплавов / под ред. А. С. Зубченко. - М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.
- 4 Верховенко Л.В. Справочник сварщика / Л.В. Верховенко, А.К. Тукин.: 2-е изд.. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 480 с.
- 5 Чвертко, А.И. Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки / А.И.Чвертко, В.Е. Патон, В.А. Тимченко. – М.: Машиностроение, 1981. –264 с.
- 6 Толстов, И.А. Повышение работоспособности инструмента горячего деформирования / И.А. Толстов, А.В. Пряхин, В.А. Николаев.– М. : Metallurgiya, 1990. – 143 с.
- 7 Крагельский, И.В. Трение и износ в машинах / И.В. Крагельский. – М: Машгиз, 1962. – 382 с.
- 8 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением для студентов вузов/ А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 432с.
- 9 Багрянский, К.В. Теория сварочных процессов / К.В Багрянский, З.А. Добротина, К.К. Хренов. - Киев.: Высш. Шк., 1976. – 424 с.
- 10 Сварка в СССР / под ред. В.А. Винокурова: в 2 т. : - М.: Наука, 1981. - Т.2. – 540 с.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

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

12 Степанов, В.В. Справочник сварщика / В.В. Степанов. – М.: Машиностроение, 1983. – 559 с.

13 Гитлевич, А.Д. Механизация и автоматизация сварочного производства/ Л.А. Этингоф, А.Д. Гитлевич. – М: Машиностроение, 1979. – 280с.

14 Рымов, К.С. Механизация и автоматизация сварочного производства / К.С. Рымов. – М: Машиностроение, 1990. – 384 с.

15 Куркин, С.А. Технология, механизация и автоматизация при производстве сварных конструкций: атлас / С.А. Куркин. – М.: Машиностроение, 1986. – 327с.

16 Промышленное оборудование. Каталог №5 / Совплим // Промышленное оборудование. - М.: Дюкон, 2001. – 98 с.

17 Крампит, Н.Ю. Сварочные приспособления. / А.Г Крампит, Н.Ю. Крампит – ЮТИ ТПУ, 2008 – 95 с.

18 Волченко, В.Н. Контроль качества сварки / В.Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1975. – 328 с.

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

20 Куркин, С.А., Сварные конструкции / Г.А. Николаев, С.А. Куркин. – М.: Высш. шк. 1991. – 397 с.

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

22 Чуркин, Б.С. Экономика и управление производством: Учеб. пособие / Б.С. Чуркин. – Екатеринбург: Изд-во гос. проф.-пед. ун-та, 1999. – 91 с.

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

23 Беляева, А. П. Профессионально – педагогическая технология в профессиональных учебных заведениях / А.П. Беляевой. – СПб.: Высш. шк., 1995. – 294с.

24 Бакиев, А. В. Технология аппаратостроения: учебное пособие / А.В. Бакиев. – Уфа: УГНТУ, 1995. – 297 с.

25 Зубенко, А.С. Марочник сталей и сплавов / А.С. Зубенко, М. Колосков. – М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.

26 Кнорозов, Б. В. Технология металлов / Л.Ф. Усова, А.В Третьяков, Б.В. Кнорозов. – М.: Металлургия, 1978. – 324 с.

27 Шоршоров, М. Х. Фазовые превращения и изменения свойств стали при сварке / В.В. Белов, М.Х Шоршоров. – М.: Наука, 1992. – 220 с.

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

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

30 ГОСТ 14771-76. Дуговая сварка в защитных газах. Сварочные соединения. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 60 с.

31 Шебеко Л. П. Оборудование и технология автоматической и полуавтоматической сварки: учебник для техн. училищ / Л.П. Шебеко. - 3-е изд. перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1981. - 296 с.

32 Центральный металлический портал РФ. Марочник. Сталь марки 09Г2С [Электронный ресурс]. Режим доступа http://metallichekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/09G2S/ (Дата обращения 18.02.2018).

33 Марочник стали и сплавов. Характеристика материала св-08Г2С [Электронный ресурс]. Режим доступа http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=3143/ (Дата обращения 18.02.2018).

34 Интертехприбор. Сварка в углекислом газе, в инертных газах и в защитных газовых смесях [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.intertehno.ru/articles/c4/31/#/> (Дата обращения 18.02.2018).

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

ДП 44.03.04. 552 ПЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ

1. Сборочный чертеж промежуточной балки (А1)
2. Спецификация (А4)
3. Компоновка РТК для сварки промежуточной балки (А1)
4. Стенд сборочный (А1)
5. Технологическая схема изготовления промежуточной балки, 3 листа (А1)
6. Техничко-экономические показатели проекта (А1)
7. Методический плакат (РТК) фирмы igmсерии Rti 330 (А1)
8. Сборочный стенд, вид общий
9. Компоновка РТК для сварки промежуточной балки, вид общий

Ине. № подп	Подп. и дата				Лис
	Взам. инв. №				
Ине. № дубл.	Подп. и дата				ДП 44.03.04. 552 ПЗ
	Ине. № инв.				
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	