

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

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ
КОРОБЧАТОЙ БАЛКИ**

Выпускная квалификационная работа

Направление подготовки: 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль Машиностроение и материалобработка

Профилизация: Технологии и технологический менеджмент в сварочном производстве

Идентификационный код ВКР: 720

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 метал-
лургии

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Разработка технологии сборки и сварки коробчатой балки

Исполнитель:

Студент группы ЗСМ-404С _____

А.В.Новиков

Руководитель:

канд.техн. наук., доцент _____

Н.И.Ульяшин

Нормоконтролер:

канд.техн. наук., доцент _____

Д.Х.Билалов

Екатеринбург 2018

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		2

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 77 страницах, содержит 7 рисунков, 24 таблицы, 22 использованных источника литературы, 2 приложения, 3 чертежа формата А1 и 3 плаката формата А1.

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

В дипломном проекте рассмотрено краткое описание конструкции и условий ее эксплуатации. Приведена характеристика материала изделия с учетом свариваемости и физико-механических свойств. Разработана технология и подобрано оборудование для сборки и автоматической сварки в среде защитного газа коробчатой балки. Выполнен сравнительный анализ технико-экономических показателей базовой и проектируемой технологии сварки коробчатой балки. Разработана программа переподготовки рабочих. Разработан учебный план переподготовки, тематический план и план - конспект урока по теме «Устройство и основные узлы сварочного автомата для сварки в среде защитного газа каргон-20».

Целью выпускной квалификационной работы является создание варианта производства коробчатой балки с более высоким уровнем механизации и автоматизации по сравнению с базовым вариантом изготовления вручную.

Результат работы – принципиально новый подход к изготовлению коробчатых балок методом автоматизации, а также план переподготовки производственного персонала.

Новизна ВКР заключается в инновационном учебном плане переподготовки производственного персонала.

					ДП44.03.04.720ПЗ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>Лист</i>	<i>Л</i>
Выполнил	Новиков					2	75
Провер.	Ульяшин						
<i>Н. Контр.</i>	Билалов				ДП 44.03.04.720 ПЗ		<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			3

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Характеристика изделия	7
1.1 Назначение и условия работы конструкции	7
1.2 Обоснование выбора конструкционного материал	8
1.3 Изменение технологического процесса	11
1.4 Выбор способа сварки	12
1.5 Расчет режима дуговой сварки в смеси газов $Ar+CO_2$ по площади наплавленного металла	19
1.6 Оборудование для сборки-сварки коробчатой балки	25
1.7 Описание технологического процесса изготовления заданной сварной конструкции	30
2 Экономический раздел	32
2.1 Определение капиталобразующих инвестиций	32
2.1.1 Определение технологических норм времени на сварку изделия	32
2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки	36
2.1.3 Расчет капитальных вложений	38
2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций	40
2.2.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкций	40
2.2.2 Расчет полной себестоимости изделия	47
2.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности	52
3 Методический раздел	58
3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов	59
3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Сварщик -оператор полностью механизированной, автоматизированной и роботизированной сварки»	64
3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»	65
3.4 Разработка план - конспекта урока	66
3.5 План-конспект	67
3.6 Вывод по методическому разделу	69
Заключение	71

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Список использованных источников

72

Приложение А

74

Приложение Б

75

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

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

Объектом разработки является технология изготовления коробчатой балки.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки коробчатой балки.

Для успешного достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить характеристики материала изделия с учетом свариваемости и физико-механических свойств. Проанализировать условия эксплуатации конструкции.
2. Обосновать выбор способа сварки изделия и сварочных материалов;
3. Разработать технологию сборки и сварки указанного изделия;
4. Выбрать соответствующее механическое и сварочное оборудование для разработанного варианта технологии;

5. Провести экономический расчёт;
6. Разработать программу переподготовки электросварщиков;

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

1 Характеристика изделия

1.1 Назначение и условия работы конструкции

Коробчатая балка - один из несущих элементов металлоконструкций. Она представляет собой профиль прямоугольного сечения, сваренный из четырех прямоугольных пластин.

В машиностроении балки являются основными элементами рамных конструкций (вагонов, автомобилей, экскаваторов, сельскохозяйственных машин и фундаментных рам). В строительстве балки являются элементами кранов, перекрытий мостов и других сооружений. Балки предназначены для работы на открытом воздухе при температуре окружающей среды от -40гр. до +40гр.

Основные параметры коробчатой балки:

Длина – 6000 мм;

Материал – Сталь 09Г2С;

Толщина стенки – 10 мм;

Высота балки – 300 мм;

Ширина балки – 200 мм.

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

Таблица 1 - Обозначение сварных швов

№	ГОСТ	Способ сварки	Шов	Примечание
1	14771-76	ИП	Т6	
2				

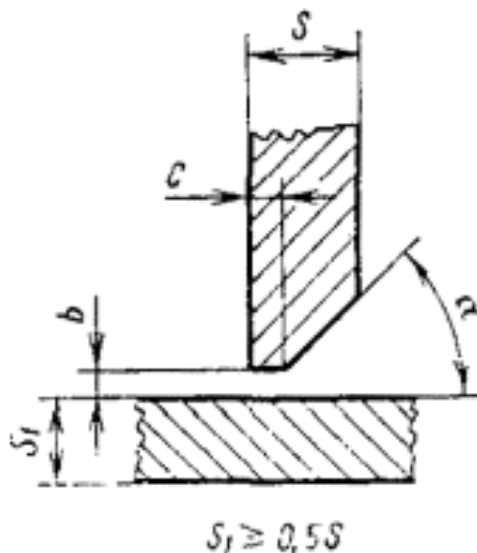


Рисунок 2 -Конструктивные элементы подготовленных кромоксвариваемых деталей соединение Т6 по ГОСТ 14771-76

$S = S_1 = 10 \text{ мм};$

$B = +2;$

$C = 2 + 1;$

$\alpha = 45^\circ$

1.2 Обоснование выбора конструкционного материал

Для изготовления коробчатой балки используется низкоуглеродистая сталь 09Г2С ГОСТ 19 281 – 2014. Сталь поставляется в листах в термообработанном состоянии. Сталь 09Г2С широко используется при изготовлении сварных металлоконструкций, несущих балок и т.п. при температуре от - 70° до + 425°С [2]. Химический состав представлен в таблице 2, механические и физические свойства представлены в таблицах с 3-7.

Требование к материалу для изготовления коробчатых балок [3]:

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

– металл, предназначенный для изготовления металлоконструкций, не должен иметь трещин, закатов, расслоений, пузырей, неметаллических включений и других дефектов, влияющих на его прочность и плотность. Качество листовой стали должно удовлетворять требованиям ТУ 302. 02. 122, сортовой стали ГОСТ 19 281-2014;

– не допускается зачистка поверхности дефектов на глубину, выводящую толщину проката за предельные отклонения;

– на листах, принятых к изготовлению обечаек и днищ, должна быть сохранена маркировка металла, содержащая марку стали и номер партии.

Таблица 2 – Химический состав стали 09Г2С

Марка стали	Содержание элементов в %								
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	N
Ст. 09Г2С	0,12	1,30 – 1,70	0,50 – 0,80	0,030	0,035	0,30	0,30	0,30	0,008

Таблица 3 – Механические свойства стали 09Г2С

Термообработка, состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	δ_4 , %
Сортовой и фасованный прокат	<10	345	490	21	
Листы и полосы	10 – 20	325	470	21	
Листы и полосы	20 – 32	305	460	21	
Листы и полосы	32 – 60	285	450	21	
Листы и полосы	60 – 80	275	440	21	
Листы и полосы	80 – 160	265	430	21	
Листы после закалки, отпуска	10 – 32	365	490	19	
Листы после закалки, отпуска	32 – 60	315	450	21	
Листы горячекатаные	2 – 3,9		490		17

Таблица 4 – Механические свойства стали 09Г2С при повышенных температурах

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %
Нормализация 930 - 950°С				
20	300	460	31	63
300	220	420	25	56
475	180	180	34	67

Таблица 5 – Технологические свойства

Температураковки	Начала 1250°, конца 850°.
Свариваемость	Свариваемость без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом, ЭШС.
Обрабатываемость резанием	В нормализованном, отпущенном состоянии при $\sigma_B = 520$ МПа, $K_{УТВ.СПЛ.} = 1,6$, $K_{У б.ст.} = 1,0$.
Склонность к отпускной способности	Не склонна
Флокеночувствительность	Не чувствительна

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
						10

Таблица 6 – Температура критических точек стали 09Г2С

$A_{c1} = 725$	$A_{c3} (A_{cm}) = 860$	$A_{r3} (A_{rcm}) = 780$	$A_{r1} = 625$
----------------	-------------------------	--------------------------	----------------

Таблица 7 – Ударная вязкость (КСУ, Дж/см²)

Состояние поставки, термообработка	+20	- 40	- 70
ГОСТ 19 281 – 73. Сортовой и фасованный прокат сечением 5 – 10 мм.	64	39	34
ГОСТ 19 281 – 73. Сортовой и фасованный прокат сечением 10 – 20 мм.	59	34	29
ГОСТ 19 281 – 73. Сортовой и фасованный прокат сечением 20 – 100 мм.	59	34	
ГОСТ 19 282 – 73. Листы и полосы сечением 5 – 10 мм.	64	39	34
ГОСТ 19 282 – 73. Листы и полосы сечением 10 – 160 мм	59	34	29
ГОСТ 19 282 – 73. Листы после закалки, отпуска сечением 10 – 60 мм		49	29

Сталь 09Г2С – низкоуглеродистая низколегированная конструкционная сталь хорошо свариваемая (обладает хорошей физической и технологической свариваемостью), хорошими прочностными свойствами: предел прочности при растяжении $\sigma_B = 500$ МПа; предел текучести $\sigma_T = 350$ МПа; относительное удлинение $\delta \geq 20\%$.

Суммарное содержание легирующих элементов в низколегированных сталях не превышает 4,0%, что обуславливает их относительно низкую стоимость и хорошие прочностные свойства. Наличие марганца в стали повышает ударную вязкость и хладноломкость, обеспечивая удовлетворительную свариваемость.

Сопrotивляемость образованию горячих трещин

Низкое содержание углерода в металле швов обеспечивает необходимую стойкость против образования горячих трещин.

Убедиться в этом помогает расчет эквивалентного содержания углерода:

$$C_{э\text{кв}} = C + 2S + \frac{P}{3} + \frac{Si - 0,4}{7} + \frac{Mn - 0,8}{8} + \frac{Ni}{8} + \frac{Cr - 0,8}{10} < 0,4 \quad (1)$$

Подставим значения в формулу 1 и рассчитываем эквивалентное содержание углерода стали 09Г2С:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + 2 \cdot 0,035 + \frac{0,03}{3} + \frac{0,5 - 0,4}{7} + \frac{1,3 - 0,8}{8} + \frac{0,3}{8} + \frac{0,3 - 0,8}{10} = 0,23\% \leq 0,4\%$$

т. к. $C_{\text{экв.}}$ стали 09Г2С = 0,23, что меньше 0,4, следовательно, данная сталь не склонна к образованию горячих трещин.

Сопrotивляемость образованию холодных трещин

Сопrotивляемость образованию холодных трещин оценивается также с помощью эквивалентного содержания углерода [5]:

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \leq 0,45\% \quad (2)$$

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + \frac{1,3}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3 + 0,3}{15} = 0,43 \leq 0,45\%$$

То есть сталь 09Г2С не склонна к образованию холодных трещин.

Сталь 09Г2С относится к группе свариваемости – хорошо свариваемая. Она имеет благоприятные показатели свариваемости и при соблюдении определенных условий может быть сварена всеми видами сварки, имеющими промышленное значение. При этом сварные швы обладают необходимой стойкостью против образования кристаллизационных трещин, вследствие пониженного содержания углерода. Образование кристаллизационных трещин возможно лишь в случае неблагоприятной формы провара, например в угловых швах, в первом слое многослойного шва, односторонних швах с полным проваром кромок.

Заменители данной стали: 09Г2, 09Г2ДТ, 09Г2Т, 10Г2С.

Сталь 09Г2С относится к группе не закаливающихся сталей, не склонных к перегреву и образованию трещин. Стали данной группы свариваются без особых ограничений, независимо от толщины металла, температуры окружающего воздуха и жесткости изделия, в широком интервале режимов сварки.

1.3 Изменение технологического процесса

В связи с увеличением годовой программы выпуска коробчатых балок по заводскому технологическому процессу на автоматизированную сварку в смеси-

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

газов К-20. Это поможет снизить время на процесс сварки и затраты на сварочные материалы, в остальном технологический процесс сборки и сварки коробчатых балок остается без изменений.

1.4 Выбор способа сварки

Ручная дуговая сварка

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

Существенный недостаток ручной дуговой сварки покрытым электродом – малая производительность процесса и зависимость качества сварного шва от практических навыков сварщика.

К электроду и свариваемому изделию для образования и поддержания сварочной дуги от источников сварочного тока подводится постоянный и переменный сварочный ток. Дуга 1 расплавляет металлический стержень электрода 2, его покрытие и основной металл 3 [6]. Расплавляющийся металлический стержень электрода в виде отдельных капель 4, покрытых шлаком, переходит в сварочную ванну 5. В сварочной ванне расплавленный металл электрода и основного металла смешивается, а расплавленный шлак всплывает на поверхность, образуя шлаковую корку 6, как показано на рисунке 3.

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

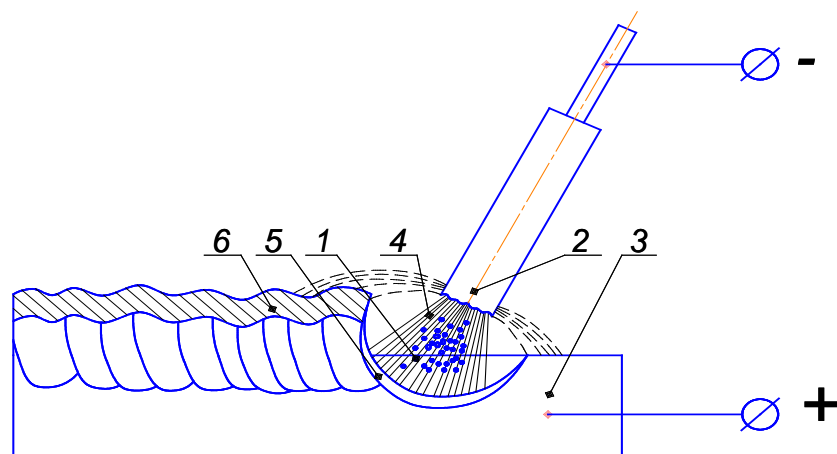


Рисунок 3 – Ручная дуговая сварка покрытым электродом

При сварке низкоуглеродистой низколегированной стали используются электроды АНО – 1, СМ – 11, ОЗС – 2.

Размеры сварочной ванны зависят от режима сварки и обычно находятся в пределах: глубина до 7 мм, ширина 8 – 15 мм, длина 10 – 30 мм. Доля участия основного металла в формировании металла шва обычно составляет (15 – 35%).

Преимущества ручной дуговой сварки

- возможность сварки в любых пространственных положениях;
- возможность сварки в местах с ограниченным доступом;
- сравнительно быстрый переход от одного свариваемого материала к другому;
- возможность сварки самых различных сталей благодаря широкому выбору выпускаемых марок электродов;
- простота и транспортабельность сварочного оборудования.

Недостатки ручной дуговой сварки

- низкие КПД и производительность по сравнению с другими технологиями сварки;
- качество соединений во многом зависит от квалификации сварщика; вредные условия процесса сварки.

Автоматическая сварка под слоем флюса

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Оптимальной особенностью данного способа сварки является то, что сварочная дуга горит не на открытом воздухе, а под слоем флюса, как показано на рисунке 4.

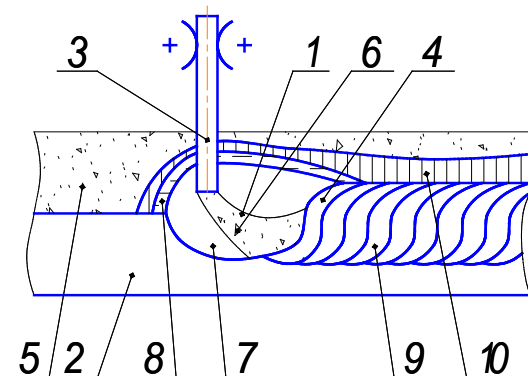


Рисунок 4 – Автоматическая сварка под слоем флюса

Под действием тепла дуги 1 расплавляется основной металл 2, электродная проволока 3 и часть флюса 5, непосредственно прилегающая к зоне сварки. Электродная проволока подается в зону сварки со скоростью ее плавления и переходит в сварочную ванну 4 в виде капель 6. Расплавленный флюс образует плотную эластичную оболочку – газовый пузырь 7, созданный слоем жидкого флюса 8. Внутри газового пузыря создается избыточное давление паров, которое и удерживает жидкий флюс и оттесняет часть расплавленного металла в противоположенном относительно направления сварки. После кристаллизации сварочной ванны образуется сварной шов 9, покрытый шлаковой коркой 10.

Высокая производительность при сварке под слоем флюса достигается за счет использования больших токов и высоких плотностей тока в электроде. Благодаря плотному слою флюса, окружающему зону сварки, высокие значения сварочного тока и плотностей тока, потери электродного металла на разбрызгивание и угар не составляют, а так же не ухудшают условия формирования шва, кроме того предотвращается выдувание жидкого металла из сварочной ванны. Это позволяет производить сварку металла без разделки кромок на высоких скоростях. Основное назначение флюса – защита сварочной ванны от вредного воздействия кислорода и азота атмосферы.

Для сварки низкоуглеродистых, низколегированных сталей в настоящее время применяют флюсы АН-17, АН-15, АН-42. Электродную проволоку выбирают по марке свариваемого металла.

Сварку под слоем флюса можно выполнять как на переменном так и на постоянном токе. При сварке постоянном токе на процесс обычно ведут на обратной полярности. Существенным недостатком сварки под слоем флюса является возможность ее выполнения только в нижнем положении, т.к. при наклоне даже на 15° флюс сыпается, а так же стекает жидкий металл.

Автоматическая сварка под слоем флюса получила широкое распространение благодаря высокой производительности процесса.

Достоинства способа:

- повышенная производительность;
- минимальные потери электродного металла (не более 2%);
- отсутствие брызг;
- максимально надёжная защита зоны сварки;
- минимальная чувствительность к образованию оксидов;
- мелкочешуйчатая поверхность металла шва в связи с высокой стабильностью процесса горения дуги;
- не требуется защитных приспособлений от светового излучения, поскольку дуга горит под слоем флюса;
- низкая скорость охлаждения металла обеспечивает высокие показатели механических свойств металла шва;
- малые затраты на подготовку кадров;
- отсутствует влияния субъективного фактора.

Недостатки способа:

- трудозатраты с производством, хранением и подготовкой сварочных флюсов;
- трудности корректировки положения дуги относительно кромок свариваемого изделия;
- неблагоприятное воздействие на оператора;

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

– нет возможности выполнять сварку во всех пространственных положениях без специального оборудования.

Области применения:

– сварка в цеховых и монтажных условиях
– сварка металлов от 1,5 до 150 мм и более;
– сварка всех металлов и сплавов, разнородных металлов.
– пути повышения производительности:
– сварка (наплавка) независимой дугой, горящей между двумя электродами (к изделию ток не подводят); при большом расстоянии от дуги до поверхности изделия основной металл вообще не проплавляется.

– сварка трёхфазной дугой, при которой глубина проплавления зависит от соотношения токов в дугах, горящих между электродами и изделием.

– сварка разнородными дугами. Питание дуги между электродами и изделием осуществляется при этом постоянным током, а дуги между электродами - переменным током.

– однофазная двухэлектродная наплавка, основанная на питании электродов и изделия от концов и середины вторичной обмотки сварочного трансформатора.

– наплавка с подачей присадочной проволоки в дугу (к проволоке ток не подводят).

– сварка (наплавка) по подкладке из металла требуемого химического состава и выполняющую функции теплопоглощения сварочной дуги и повышения коэффициента наплавки.

– сварка комбинированной дугой (зависимой и независимой, горящей между основным и дополнительным электродами).

– сварка расщеплённым электродом.

– сварка (наплавка) ленточным электродом.

– сварка многодуговая: в общую ванну; в разделённые ванны.

Автоматическая сварка в среде защитных газов

Сварка в защитных газах нашла широкое применение в промышленности. Этим способом можно соединять в различных пространственных положениях

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

разнообразные металлы и сплавы толщиной от десятых долей миллиметров до десятков миллиметров.

При сварке в зону дуги 1 через сопло 2 непрерывно подается защитный газ 3. Схема сварки в среде защитных газов показана на рисунке 5.

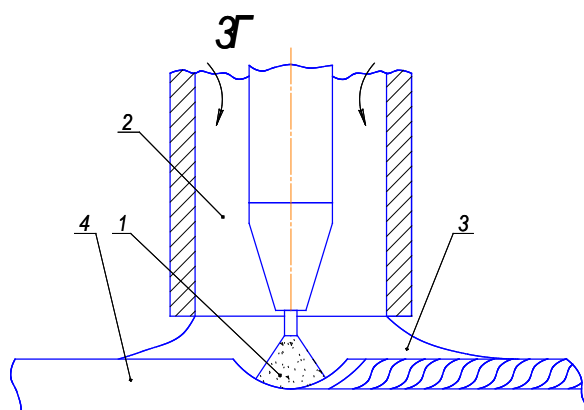


Рисунок 5–Схема сварки в среде защитных газов

Тепловой дуги расплавляется основной металл 4 и электродная проволока. Расплавленный металл сварочной ванны кристаллизуется, образуя сварной шов. В качестве защитного газа применяется углекислый газ. Для уменьшения потерь на разбрызгивание применяют смесь аргона (до 80%) и углекислого газа (до 20%).

Сварку выполняют проволокой Св-08Г2С диаметром 1,6 мм. Структура и свойства металла шва и околошовной зоны зависят от марки использованной проволоки, состава и свойств основного металла и режима сварки.

На свойства металла шва значительное влияние оказывает качество углекислого газа. При повышенном содержании азота и водорода, а также влаги в швах могут образовываться поры. Сварка в углекислом газе менее чувствительна к отрицательному влиянию ржавчины.

Оптимальное расстояние от сопла горелки до изделия лежит в пределах 15-25 мм. Если вылет электрода больше, то может нарушиться газовая защита сварочной ванны. При меньшем вылете электрода быстро изнашивается токоподводящий мундштук и ухудшаются условия формирования шва.

Недостатками данного способа сварки являются:

- дефицитность и высокая стоимость инертных защитных газов;
- необходимость защиты сварщика от светового и теплового излучения.

									Лист
									18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.720 ПЗ				

Достоинства способа:

Основные преимущества сварки в среде защитных газов (по сравнению со сваркой под флюсом и сваркой электродами):

– повышенная степень защиты металлов от окисления на открытом воздухе;
удобство в использовании данного типа сварочного аппарата при работе в различных пространственных положениях;

– при использовании в качестве защиты смеси газов каргон-20, на поверхности сварочного шва не возникает шлаковых включений и оксидов;

– при использовании сварки в среде защитных газов возможно наблюдение за процессом формирования сварочного шва и его регулирование;

– большая производительность и эффективность, чем при использовании дуговой сварки;

– низкое разбрызгивание присадочного металла в смеси газов каргон-20.

Области применения:

Область применения сварки в среде защитных газов чрезвычайно широка. Её используют для соединения узлов летательных аппаратов, трубопроводов, для сварки тугоплавких (титана, ниобия и т.п.) и цветных металлов (алюминий, медь).

Вывод:

Из проведенного выше анализа и экономических соображений для сварки коробчатых балок выбираем сварку в смеси защитных газов «каргон-20», ввиду технологической целесообразности применения. Ручную дуговую сварку не применяем из-за малой производительности.

Для приварки сварки коробчатой балки исходя из толщины свариваемого материала и обеспечения хорошего формирования шва, а так же согласно ТУ на изготовление выбираем следующее сварное соединение для сварки прямолинейных швов: Т6 14771-76.

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

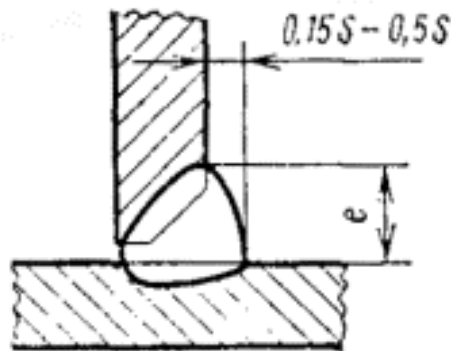


Рисунок 6 - Тавровое соединение со скосом одной кромки Т6 ГОСТ 14771-76

1.5 Расчет режима дуговой сварки в смеси газов $Ar+CO_2$ по площади наплавленного металла

Режимом сварки называют совокупность основных характеристик сварочного процесса, обеспечивающего получение сварных швов, заданных размеров, формы и качества.

При автоматической дуговой сварке плавящимся электродом в среде защитных газов такими характеристиками являются: сварочный ток, напряжение на дуге, диаметр электрода, скорость сварки, скорость подачи проволоки, вылет электрода, расход газа.

Первым условием при выборе режима сварки является получение швов с оптимальными размерами и формой, обеспечивающими как высокую технологическую прочность, так и хорошее формирование шва. Вторым условием выбора рационального режима сварки является обеспечение такого термического цикла, который обеспечивал бы оптимальные свойства зоны термического влияния и металла шва.

Для определения количества проходов определим площадь наплавленного металла, mm^2 .

1) Рассчитаем площадь наплавленного металла по формуле (3):

$$F_H = F_1 + F_2, \quad (3)$$

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

где: F_H - площадь наплавленного металла, мм^2 ;

$$K = 8 \text{ мм};$$

$$e = 12 \text{ мм};$$

$$q = 3 \text{ мм}.$$

$$F_1 = \frac{K^2}{2}, \quad \text{при } \alpha=45^\circ \quad (4)$$

$$F_1 = \frac{8^2}{2} = 32 \text{ мм}^2 \quad (4)$$

$$F_3 = 0,73 \cdot 12 \cdot 2 = 18 \text{ мм}^2$$

$$F_H = 32 + 18 = 50 \text{ мм}^2$$

Сварку выполняем за один проход.

2) Расчёт диаметра электродной проволоки

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

$$d_{э.п.} = K_d \cdot F_H^{0,625}, \quad (5)$$

где коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации из таблицы 8.

Таблица 8 - Значение коэффициента K_d

Положение шва	Сварка	
	автоматическая	механизированная
«Лодочка», нижнее	0,149...0,409	0,149...0,409
Вертикальное, горизонтальное, потолочное	0,184...0,503	0,184...0,326

$$d_{э.п.} = 0,149 \cdot 50^{0,625} = 0,149 \cdot 8,4 = 1,6 \text{ мм}$$

$$d_{э.п.} = 0,409 \cdot 50^{0,625} = 0,409 \cdot 8,4 = 3,4 \text{ мм}$$

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

$$d_{э.п.} = 1,2 \div 3,4 \text{ мм}$$

Принимаем $d_{э.п.} = 1,6 \text{ мм}$.

Определение исходной глубины проплавления.

Для выполнения расчёта параметров режима сварки необходимо схему соединения с разделкой кромок привести к схеме сварки без разделки кромок с нулевым зазором. Приведения из условия, что общая высота сварного шва для соединений с разной разделкой остается одной и той же величиной при одинаковых параметрах режимов сварки.

Рассчитаем приведённое значение глубины проплавления h_p согласно схеме:

$$h_p = S - 0,5b \quad (6)$$

$$e = f', F_H = 50 \text{ мм}^2$$

$$f' = \sqrt{\frac{2 \cdot F_1}{\text{tg } \alpha}} \quad (7)$$

$$f' = \sqrt{\frac{2 \cdot 50}{\text{tg } 45}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 50}{1}} = 10 \text{ мм}$$

Рассчитаем величину выпуклости наплавленного валика из схемы приведения к стандартному расчёту по формуле (10).

$$F_H = 0,73 \cdot e \cdot q$$

$$q = \frac{F_H}{0,73 \cdot e} \quad (8)$$

$$q = \frac{50}{0,73 \cdot 10} = 6,8 \text{ мм}$$

$$h_p = 8 - 0,5 = 7,5 \text{ мм}$$

3) Рассчитаем сварочный ток по формуле (11) $I_{св}$, А:

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

$$I_{CB} = \frac{h_p}{K_h} \cdot 100 \quad (9)$$

$$I_{CB} = \frac{7,5}{2,1} \cdot 100 = 350 \text{ A}$$

K_h —коэффициент пропорциональности

$$K_h = 2,1$$

4) Расчёт значения плотности тока по формуле (10) j , $\text{A}/\text{мм}^2$:

$$j = \frac{4 \cdot I_{CB}}{\pi \cdot d_{ЭП}^2} \quad (10)$$

$$j = \frac{4 \cdot 350}{3,14 \cdot 1,6^2} = \frac{1400}{8,04} = 174 \text{ A}/\text{мм}^2$$

5) Определим вылет электродной проволоки по формуле (11), мм:

$$l_{ЭП} = 8 \cdot d_{ЭП} \pm 2 \cdot d_{ЭП} \quad (11)$$

$$l_{ЭП} = 8 \cdot 1,6 \pm 2 \cdot 1,6$$

$$l_{ЭП} = 12,8 \pm 3,2 \text{ мм}$$

6) Рассчитаем коэффициент расплавления по формуле (12) α_p , $^\circ/(\text{A} \cdot \text{ч})$:

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot I_{CB} \cdot d^{(-1,505)} \quad (12)$$

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot 452 \cdot 1,6^{(-1,505)} = 6,8 + 0,0702 \cdot 350 \cdot 0,4929 = 19,08 \text{ }^\circ/(\text{A} \cdot \text{ч})$$

7) Рассчитаем коэффициент наплавки по формуле (13) α_n , $^\circ/(\text{A} \cdot \text{ч})$:

Для сварки в смеси газов каргон-20 (φ_n) коэффициент потерь на угар и разбрызгивание принимаем 3,8%.

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \varphi_n) \quad (13)$$

$$\alpha_n = 19,08 \cdot (1 - 0,038) = 19,08 \cdot 0,962 = 18,6 \text{ }^\circ/(\text{A} \cdot \text{ч})$$

8) Рассчитаем скорость сварки по формуле (14) V_{CB} , $\text{см}/\text{с}$:

										Лист
										23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.720 ПЗ					

$$V_{CB} = \frac{\alpha_H \cdot I_{CB}}{3600 \cdot \rho \cdot F_1}, \quad (14)$$

$$V_{CB} = \frac{18,6 \cdot 350}{7,8 \cdot 50} = \frac{6510}{390} = 16,76 \text{ М/ч}$$

α_H – коэффициент наплавки, г/А·ч;

ρ – плотность основного металла, $\rho=7,8 \text{ г/см}^3$

9) Расчёт напряжения на сварочной дуге по формуле (15) U_d , В:

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot I_{CB} \quad (15)$$

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot 350 = 31 \text{ В}$$

Принимаем: $U_d=31 \text{ В}$.

10) Рассчитаем погонную энергию по формуле (16) $q_{п}$, Дж/см:

$$q_{п} = \frac{I_{CB} \cdot U_d \cdot \eta_{Э}}{V_{CB}}, \quad (16)$$

$$q_{п} = \frac{350 \cdot 31 \cdot 0,7}{1,16} = \frac{7595}{0,463} = 16403 \text{ Дж/см}$$

$\eta_{Э}$ – эффективный КПД нагрева изделия дугой.

$\eta_{Э}=0,70$;

11) Найдём коэффициент формы проплавления по формуле (17) $\varphi_{пр}$:

$$\varphi_{пр} = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{CB}) \cdot \frac{d_{ЭП} \cdot U_d}{I_{CB}}, \quad (17)$$

$$\varphi_{пр} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 350) \cdot \frac{1,6 \cdot 31}{350} = 0,92 \cdot 14,48 \cdot 0,127 = 1,69$$

K' - коэффициент, при плотностях тока $j > 120 \text{ А/мм}^2$ и сварке на постоянном

					<i>Лист</i>
					24
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	

токе обратной полярности равный $K' = 0,92$.

Проверим глубину проплавления h :

$$h = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\varphi_{\text{пр}}}} \quad (18)$$

$$h = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{16403}{1,69}} = 0,79 \text{ см} = 7,9 \text{ мм}$$

12) Скорость подачи электродной проволоки $V_{\text{эл}}^{(+)}$ марки Св-08Г2С при сварке на обратной полярности и вылете $l_{\text{эл}} = 10 \cdot d_{\text{эл}}$, находится по формуле (19), мм/с:

$$V_{\text{эл}}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{I_{\text{св}}}{d_{\text{эл}}^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{I_{\text{св}}^2}{d_{\text{эл}}^3} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} V_{\text{эл}}^{(+)} &= 0,53 \cdot \frac{350}{1,6^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{350^2}{1,6^3} = 0,53 \cdot 176,56 + 6,94 \cdot 0,0001 \cdot 49878,9 = 93,57 + 34,61 \\ &= 128,18 \text{ мм/с} = 378,4 \text{ м/ч} \end{aligned}$$

13) Расход защитного газа по формуле (20) $q_{\text{з.г.}}$, л/мин:

$$q_{\text{з.г.}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_{\text{св}}^{0,75}, \text{ л/с}; \quad (20)$$

$$\text{или } q_{\text{з.г.}} = 0,2 \cdot I_{\text{св}}^{0,75}, \text{ л/мин}$$

$$q_{\text{з.г.}} = 0,0033 \cdot 350^{0,75} = 0,0033 \cdot 98,02 = 0,28 \text{ л/с}$$

$$q_{\text{з.г.}} = 0,2 \cdot 78,02 = 15,6 \text{ л/мин}$$

Полученные данные сводим в таблицу 9.

Таблица 9 – Режимы для автоматической сварки в смеси защитных газов каргон-20

$F_{\text{н}}, \text{ мм}^2$	$d_{\text{эл}}, \text{ мм}$	$V_{\text{св}}, \text{ м/ч}$	$V_{\text{эл}}, \text{ м/ч}$	$I_{\text{св}}, \text{ А}$	$U_{\text{д}}, \text{ В}$	$l_{\text{эл}}, \text{ мм}$	$q_{\text{з.г.}}, \text{ л/мин}$
50±2	1,6	17±2	370±5	350±5	31±2	13±3	15±2

1.6 Оборудование для сборки-сварки коробчатой балки

- Подвесная Кран-балка до 3 тонн

Электрический подвесной кран (кран-балка) перемещается на подвесных тележках по двутавровым балкам. Допустимый максимальный пролет такого крана по ГОСТу – 15 м, если требуется больший пролет, применяются двухпролетные подвесные краны, имеющие 3 точки подвески.

- Углошлифовальная машинка «Энкор УШМ-1100/125Э»

Основные характеристики:

- Тип - угловая;
- Питание - от сети;
- Мощность - 1100 Вт;
- Максимальная скорость работы - 11000 об/мин (диск).

Дополнительно:

- Резьба шпинделя - М14;
- Максимальный диаметр диска - 125 мм;
- Дополнительная рукоятка - есть ;
- Прочее - ограничение пускового тока, фиксация шпинделя;
- Длина сетевого кабеля -5 м.

- Выпрямитель сварочный ВДУ-506 с принудительной вентиляцией с жесткой внешней характеристикой предназначены для комплектации автоматов для сварки и наплавки в среде защитного газа. Выпрямитель также может использоваться для воздушно-дуговой резки угольным электродом (в комплекте с балластными реостатами).

Основные преимущества ВДУ-506:

- надежное зажигание и устойчивое горение дуги;
- наличие термозащиты от перегрузки;
- возможность как местного, так и дистанционного регулирования сварочных параметров;

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

- существенно меньшее энергопотребление и вес источника в сравнении с аналогами;
- высокая надежность обмоточных узлов;
- класс изоляции Н.

Таблица 10 - Технические характеристики ВДУ-506

1	2
Характеристика	Значение
Напряжение питания, В	3x380
Частота, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А	500
Диапазон регулирования сварочного тока, А	50~500
Номинальное рабочее напряжение, В	44
Диапазон регулирования напряжения, В	22~44
Напряжение на холостом ходу, В	55
Потребляемая мощность при номинальном токе, кВА	34
Регулирование сварочного тока	Плавное
Номинальный режим работы ПВ при цикле 10 мин., %	100
КПД, %	83
Масса, кг	290
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	790x610x1410

Сварочная головка А-1406

Автомат подвесной предназначен для дуговой сварки и наплавки сплошной и порошковой проволокой низкоуглеродистых и легированных сталей.

Автомат обеспечивает следующие способы наплавки: в среде защитного газа; открытой дугой порошковой проволокой и лентой; открытой дугой расщепленным электродом (по спецзаказу).

Сварка производится на постоянном токе с независимыми от параметров дуги скоростями сварки и подачи электродной проволоки. Автомат, установленный на наплавочные станки типа У653, У654, обеспечивает наплавку наружных и внутренних цилиндрических и конических поверхностей, а также плоских горизонтальных поверхностей.

Таблица 11-Технические характеристики сварочной головки А-1406

1	2
Номинальное напряжение сети, В	380
Частота тока питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А	при ПВ="60% 500
Диапазон регулирования сварочного тока, А	60 ÷ 500

Окончание таблицы 11

1	2
Количество электродов, шт	1
Диаметр электродной проволоки, мм: - сплошной - порошковой	1,2 ÷ 2,0 2,0 ÷ 5,0
Пределы плавного регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	17 ÷ 553
Вертикальное перемещение сварочной головки: - ход, мм - скорость, м/ч	500 29,4
Поперечное перемещение сварочной головки: - ход, мм - скорость, м/ч	±70 от руки
Регулировка угла наклона электрода (мундштука), град	±30 Ручное
Амплитуда колебания электрода при наплавке порошковой проволокой диаметром до 3 мм., мм	10 ÷ 70
Масса, кг: - сварочной головки - источника питания	185 275
Габаритные размеры, мм: - сварочной головки - источника питания	1010×890×1725 805×600×1030

- Малогабаритный дефектоскоп ультразвуковой УИУ «Скаруч»

Ручной прибор универсального применения для контроля металлов, полиэтилена, пластмасс, керамики. Дефектоскоп может работать с любыми пьезоэлектрическими преобразователями (ПЭП) в рабочем частотном диапазоне.

Отличительные особенности:

- Простота и удобство эксплуатации.
- Малые габариты и вес.
- Практичная конструкция.
- Яркий люминесцентный экран.
- Возможность измерения времени и показаний координат X, Y.
- Наличие режима толщиномера.
- Встроенные часы и датчик температуры.
- Автономное питание.
- Контроль заряда аккумуляторов и сигнализация их разряда.
- Наличие звуковой и световой сигнализации.

										Лист
										28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.720 ПЗ					

- Возможность работы с любыми пьезоэлектрическими преобразователями (ПЭП) в рабочем частотном диапазоне.
- Запоминание настроек для конкретных ПЭП и изделий контроля.
- Наличие идентификатора ПЭП, считывание его параметров.
- Возможность «заморозки» изображения на экране дефектоскопа.
- Запоминание изображения импульсов и сопутствующей информации.
- Временная регулировка чувствительности (ВРЧ).
- Наличие режима «АРУ».
- Отображение использованной и оставшейся памяти прибора.
- Возможность подключения принтера и внешней ЭВМ.
- Возможность выбора русского и английского языков.
- Возможность ввода сопутствующих комментариев.
- Возможность использования в полуавтоматических и механизированных системах контроля.



Рисунок 7-Дефектоскоп ультразвуковой УИУ «Скаруч»

Методика применения ультразвуковой измерительной установки согласована с Госгортехнадзором РФ, имеется соответствующее разрешение. Прибор полностью сертифицирован.

Таблица 12-Технические характеристики дефектоскоп ультразвуковой УИУ «Ска-руч»

1	2
Регулировка усиления, дБ	85 с дискретностью 1
Частотный диапазон, МГц	1,0 ÷ 10,0
Диапазон прозвучивания	0 ÷ 10000 мм (продольные волны)
Перемещение строба	горизонтальное и вертикальное
Экран	электролюминесцентный с регулируемой яркостью или цветной жидкокристаллический
Количество запоминаемых настроек	256
Количество запоминаемых изображений экрана	1000
Количество точек регулировки ВРЧ	8
Количество каналов	8
Диапазон рабочих температур, °С	-20 ÷ +45
Питание от аккумуляторов или от сети, В	220
Время непрерывной работы от аккумуляторов, ч	8
Габариты, мм	200×225×90
Вес, кг	3,5 (с аккумуляторами)

- EWM Phoenix 355 Puls – современный инверторный аппарат для полуавтоматической сварки MIG/MAG с дополнительными режимами работы TIG и MMA (аргодуговая и ручная электродуговая сварка).

Таблица 13 – Характеристика инверторного аппарата для полуавтоматической сварки EWM Phoenix 355 Puls

Напряжение сети	380 В
Диапазон сварочного тока	от 5 до 350 А
Продолжительность включения (ПВ)	40 %
Механизм подачи проволоки	Встроенный
Диаметр сварочной проволоки	от 1 до 1,2 мм
Система охлаждения горелки(MIG/MAG)	Воздушная, Жидкостная
Вес	33 кг

Данный инвертор, благодаря своей функциональности, может использоваться для решения огромного количества сварочных задач. Для основного режима работы MIG/MAG предусмотрен современный 4-х роликовый механизм подачи проволоки с возможностью регулировки скорости её подачи и силы прижима. Сварка FCAW (порошковой проволокой) выделяется высокой скоростью осаждения, равномерностью шва и хорошей свариваемостью деталей толщиной более 5

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.720 ПЗ

Лист

30

мм. Режим аргодуговой сварки характерен устойчивой дугой (возбуждение которой производится контактным способом), щадящим воздействием на вольфрамовый электрод (обеспечивается оптимальным нагревом), а также качественным соединением деталей толщиной до 6 мм. Режим ММА позволяет работать с металлами большой толщины.

1.7 Описание технологического процесса изготовления заданной сварной конструкции

Таблица 14 – Технологическая последовательность изготовления коробчатой балки

№ п/п	Наименование операции	Содержание операции	Используемое оборудование и режимы
1	2	3	4
1	Очистка	Очистку применяют для удаления с поверхности металла средств консервации, загрязнений, смазочно-охлаждающих жидкостей, ржавчины, окалины, заусенцев, грата и шлака	Ручных пневматических и электрических машин.
2	Разметка	Размечаем листы под резку.	Рулетка, маркер, штангенциркуль.
3	Резка	Режим с помощью плазменной резки по разметке.	Аппарат (инвертор) плазменной резки AIRFORCE 160 IGBT (CUT 160I), AURORA,
4	Разделка кромок	Срезать кромки при помощи ручных пневматических и электрических машин по ГОСТ 14771-76 Т6	Ручные пневматические и электрические машины
5	Сборка	Собрать подготовленные детали и произвести прихватки при помощи полуавтомата. Длина прихватки 25/250.	Рулетка, монтажка, сварочный полуавтомат «Phoenix 355» $I_{св} = 209A$ $U_{св} = 24 B$
6	Загрузка	Загружаем на установку для сварки коробчатых балок.	Кран-балка. Кантователь
7	Сварка	Сварка производится одновременно двух швов с помощью сварочной головки на базе А-1406	Источник питания ВДУ-506 $I=350 A$ $U=31B$
8	Зачистка	Зачищаем сварные швы от брызг и шлака, срезаем выводные планки.	Ручные пневматические и электрические машины.
9	Кантовочная	Производим кантовку коробчатой балки на 180 градусов для сварки оставшихся двух швов	Кантователь
12	Сварка	Швы выполнить с помощью сварочной головки на базе А-1406	Источник питания ВДУ-506 $I=350 A$ $U=31B$

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

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4
13	Зачистка	Зачищаем сварные швы от брызг и шлака, срезаем выводные планки.	Ручных пневматических и электрических машин.
14	Контроль	Контролировать геометрические параметры и размеры сварных швов, качество их формирования. Трещины, поры, подрезы запрещены.	Линейка металлическая, штангенциркуль, универсальный шаблон сварщика, дефектоскоп УИУ «Скаруч»

2 Экономический раздел

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки коробчатой балки, изготавливаемой из стали марки 09Г2С с применением автоматической сварки в среде защитных газов.

По базовому варианту работа выполнялась полуавтоматической сваркой. При этом для сборки и сварки использовалась: установка для сборки лонжерона, сварочный стенд, сварочный полуавтомат «Phoenix 355».

Проектируемая технология предполагает замену полуавтоматической сварки изделия на автоматическую сварку в смеси газов «каргон-20».

2.1 Определение капиталобразующих инвестиций

2.1.1 Определение технологических норм времени на сварку изделия

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

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{нз} + t_e + t_{обс} + t_n, \quad (21)$$

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

$t_{осн}$ – основное время, ч.;

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

t_e – вспомогательное время, ч.;

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

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

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

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

$$t_{осн} = \frac{L_{шв}}{V_{св}}, \quad (22)$$

где $L_{шв}$ – сумма длин всех швов, $\Sigma L_{шв} = 81,6 \text{ м}$;

$V_{св}$ – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч, $V_{св} = 41,76 \text{ м/ч}$;

$V_{св}$ – скорость сварки (базовый вариант), м/ч, $V_{св} = 15,5 \text{ м/ч}$

Определяем основное время по формуле для обоих вариантов

$$t_{осн} = \frac{81,6}{15,5} = 5,26 \text{ (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{81,6}{41,76} = 1,95 \text{ ч (проектируемый вариант)}$$

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

$$t_{нз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{нз} = 0,526 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{нз} = 0,195 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Вспомогательное время (t_6) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой t_3 , осмотр и очистку свариваемых кромок $t_{кр}$, очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$, клеймение швов $t_{кл}$, установку и поворот изделия, его закрепление $t_{уст}$:

$$t_6 = t_3 + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (23)$$

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

$$t_9 = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ ч.}$$

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

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_C - 1)), \quad (24)$$

где n_C – количество слоев при сварке за несколько проходов;

$L_{шв}$ – длина шва, м, $L_{шв} = 40,8 \text{ м}$

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле для обоих вариантов.

Сварка в обоих вариантах производится в 2 прохода.

$$t_{кр} = 40,8 \cdot (0,6 + 1,2) = 73,4 \text{ мин} = 1,22 \text{ ч}$$

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

Время на установку, поворот и снятие изделия ($t_{уст}$) зависит от его массы, данные указаны в таблице 15.

Таблица 15 – 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

$$t_{ycm} = 0,14 \text{ ч.}$$

Таким образом рассчитываем значение t_g

$$t_g = 0,083 + 1,22 + 0,14 + 0,35 + 0,14 = 1,933 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

$$t_g = 0,083 + 1,22 + 0,14 + 0,35 + 0,14 = 1,933 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

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

$$t_{обс} = (0,06 \dots 0,08) \cdot t_{осн} \quad (25)$$

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

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 5,26 = 0,368 \text{ ч.}$$

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 1,95 = 0,136 \text{ ч.}$$

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

$$t_n = 0,07 \cdot t_{осн} \quad (26)$$

Рассчитываем t_n по формуле для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_n = 0,07 \cdot 5,26 = 0,368 \text{ ч}$$

$$t_n = 0,07 \cdot 1,95 = 0,136 \text{ ч}$$

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Таким образом, расчет общего времени $T_{шт-к}$ на выполнение сварочной операции по обоим вариантам производим по формуле (27)

$$T_{\text{произв. пр.}} = T_{\text{шт-к}} \cdot N, \quad (27)$$

где $T_{шт-к}$ - штучно-калькуляционное время технологической операции - сварки, мин./металлоконструкцию;

N – годовая программа, шт.

Рассчитывается количество единиц оборудования по операциям техпроцесса, C_p :

$$T_{шт-к} = 5,26 + 0,526 + 1,933 + 0,368 + 0,368 = 8,45 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{шт-к} = 1,95 + 0,195 + 1,933 + 0,136 + 0,136 = 4,35 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

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

$$T_{\text{произв. пр.}} = 8,45 \cdot 1000 = 8450 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 4,35 \cdot 1000 = 4350 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

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 (28):

$$C_p = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_0 \cdot K_n} \cdot 100, \quad (28)$$

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где Φ_0 – действительный фонд времени работы оборудования, *час*.

($\Phi_0 = 1914 \text{ час.}$);

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

Например, по базовой технологии используются три установки для сварки. Согласно расчетам, применение прогрессивной технологии в проектируемом варианте позволяет ограничиться использованием одной установки для автоматической сварки в среде защитного газа.

Принятое количество оборудования C_{II} определяется путём округления расчётного количества C_P в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%.

$$C_P = \frac{8450}{1914 \cdot 1,2} = 3,7; \text{ примем } C_{II} = 4 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_P = \frac{4350}{1914 \cdot 1,2} = 1,9; \text{ примем } C_{II} = 2 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

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

Расчёт коэффициента загрузки оборудования K_3 производим по формуле (29):

$$K_3 = \frac{C_P}{C_{II}}, \quad (29)$$

где K_3 – коэффициент загрузки оборудования;

C_P – количество оборудования по операциям техпроцесса, *шт.*;

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		38

C_{II} – принятое количество оборудования, шт.

При этом средний коэффициент загрузки оборудования должен стремиться к единице.

$$K_3 = \frac{3,7}{4} = 0,92 \text{ (базовый вариант);}$$

$$K_3 = \frac{1,9}{2} = 0,95 \text{ (проектируемый вариант).}$$

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 16.

Таблица 16 – Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2	3	4
Годовая производственная программа выпуска	шт.	1000	1000
Сварочный полуавтомат EWM «Phoenix 355 Plus» <i>шт</i>	руб./шт.	228000	-
Сварочный трактор A2 Multitrac ESAB с источником питания ВДУ-1000	руб./шт.	-	558988
Поворотная колонна	руб./шт.		1200000
Вращатель	руб./шт.	1100000	1100000
Сталь 09Г2С, $C_{к.м}$	руб./т	40000	40000
Сварочная проволока Св-08Г2С, Ø 1,6 мм, $C_{о.р.м}$	руб./кг	7,5	7,5
защитный газ CO ₂ , $C_{з.г}$	руб./л	0,08	-
защитный газ (смесь К20), $C_{з.г}$	руб./л	-	0,11
Расход защитного газа	л/мин.	11	19,6

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

ДП 44.03.04.720 ПЗ

Лист

39

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4
Тариф на электроэнергию, $C_{эл}$	руб./кВт-час.	3,16	3,16
длина сварного шва	м	40,8	40,8
Положение шва		нижнее	нижнее
Условия выполнения работы		стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	4	5
Тарифная ставка, $T_{ст}$	руб.	48	56
Масса конструкции	т	0,37	0,37

Рассчитываем балансовую стоимость оборудования при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле (30):

$$K_{obj} = C_{obj} \cdot (1 + K_{мз}), \quad (30)$$

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

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

Базовый вариант:

$$K_{obj} = 228000 \cdot (1 + 0,12) = 255360 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$K_{obj} = 1758988 \cdot (1 + 0,12) = 1970066,56 \text{ руб.}$$

Определяем по формуле (31) капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ по вариантам:

$$K_{об} = \sum K_{obj} \cdot C_{Пj} \cdot K_{зj}, \quad (31)$$

где K_{obj} – балансовая стоимость j -огооборудования, руб.;

									Лист
									40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

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

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

$K_{об} = 255360 \cdot 4 \cdot 1 = 1021440$ руб. (базовый вариант);

$K_{об} = 1970066,56 \cdot 2 \cdot 1 = 3940133,12$ руб. (проектируемый вариант).

Рассчитанные данные заносим в таблицу 17.

Таблица 17 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Оптовая цена единицы оборудования, руб.	228000	1758988
Количество единиц оборудования, шт.	4	2
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	255360	1970066,56
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	1021440	3940133,12

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 материальных затрат

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энерго-ресурсы на технологические цели.

Материальные затраты ($MЗ$, руб.) рассчитываются по формуле (31).

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

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 09Г2С.

$$C_{к.м} = m_{к} \times Ц_{к.м} \quad (32)$$

где $m_{к}$ – масса конструкции, т;

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

									Лист
									41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.720 ПЗ				

$$C_{к.м} = 0,37 \cdot 40000 = 14800 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 14800 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

Расчет затрат на электродную проволоку Св-08Г2С проводим по формуле (32).

Исходные данные для расчетов:

$$L_{шв} = 40,8 \text{ м} = 4080 \text{ см}$$

$$F_{нм} = 60 \text{ мм}^2 = 0,60 \text{ см}^2.$$

$$V_{нм} = 4080 \cdot 0,60 = 2448 \text{ см}^3.$$

$$M_{нм} = 2448 \cdot 7,8 = 19094 \text{ г} = 19,094 \text{ кг}$$

Производим расчеты $C_{св.пр}$ на изготовление одной металлоконструкции по формуле (33):

$$C_{св.пр} = M_{нм} \cdot \psi \cdot C_{с.п.} \cdot K_{тр}, \quad (33)$$

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);

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

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

$$C_{св.пр} = 19,094 \cdot 1,2 \cdot 7,5 \cdot 1,05 = 180,44 \text{ руб. (базовый вариант – сварка в } \text{CO}_2)$$

$C_{св.пр} = 19,094 \cdot 1,2 \cdot 7,5 \cdot 1,05 = 180,44 \text{ руб. (проектируемый вариант – сварка в защитной смеси К-20).$

Расчет затрат на защитный газ проводим по формуле (34).

$$C_{др} = t_{осн} \cdot q_{зг} \cdot k_P \cdot C_{зг} (\text{фл}) \cdot K_m, \quad (34)$$

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

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

$C_{зг(фл)}$ – 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.

Исходные данные:

$$t_{осн} = \frac{81,6}{15,5} = 5,26ч = 315,6 \text{ мин (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{81,6}{41,76} = 1,95ч = 117 \text{ мин (проектируемый вариант)}$$

Расход защитного газа $q_{зг} = 11$ л/мин, и 19,6л/мин

$C_{зг} = 315,6 \cdot 11 \cdot 1,1 \cdot 0,08 \cdot 1,05 = 320,77$ руб. (базовый вариант – защитный газ CO₂)

$C_{зг} = 117 \cdot 19,6 \cdot 1,1 \cdot 0,11 \cdot 1,05 = 291,35$ руб. (проектируемый вариант – защитная смесь К-20).

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 (35):

$$Z_э = \alpha_э \cdot W \cdot C_э, \quad (35)$$

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

W – расход электроэнергии, кВт·ч;

$C_э$ – цена за 1кВт·ч; $C_э = 3,16$ кВт·ч.

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Для укрупнённых расчётов величину α_3 можно принимать равной:

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

$$З_3 = 8,5 \cdot 19,094 \cdot 3,16 = 512,86 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_3 = 4,5 \cdot 19,094 \cdot 3,16 = 271,52 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Материальные расходы ($MЗ$) на основные материалы на одно изделие (исключаем затраты на основной конструкционный материал) рассчитываются по формуле (36):

$$MЗ = C_{o.m} + C_{эн} + C_{др}, \quad (36)$$

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:

$$MЗ = 315,6 + 320,77 + 512,86 = 1149,23 \text{ руб.}$$

По проектируемому варианту:

$$MЗ = 117 + 291,35 + 271,52 = 679,87 \text{ руб.}$$

Расчет численности производственных рабочих. Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих $Ч_{ор}$ определяется для каждой операции по формуле (37):

$$Ч_{ор} = \frac{T_{произв.пр.}}{\Phi_{др} \cdot K_B}, \quad (37)$$

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

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

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

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

$$C_{\text{ор}} = \frac{8450}{1870 \cdot 1,1} = 4,1 \text{ примем } C_{\text{ОР}} = 4 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$C_{\text{ор}} = \frac{4350}{1870 \cdot 1,1} = 2,11 \text{ примем } C_{\text{ор}} = 2 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

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

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

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 ($Z_{\text{пр}}$) рассчитываются по формуле (38).

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ($Z_{\text{пр}}$) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле (39).

Тарифная ставка зависит от квалификации сварщика: $T_{\text{см}}$ сварщик полуавтоматической сварки - 48 руб./час, $T_{\text{см}}$ сварщика автоматической сварки - 56 руб./час.

Рассчитанное: $T_{\text{шт-к}} = 8,45 \text{ ч.} = 507 \text{ мин.}$ (базовый вариант);

$T_{\text{шт-к}} = 4,35 \text{ ч.} = 261 \text{ мин.}$ (проектируемый вариант).

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Суммарная сдельная расценка на изготовление единицы изделия ($P_{сд}$) определяется по формуле (38):

$$P_{сд} = \frac{T_{см} \cdot T_{шт.-к.}}{60}, \quad (38)$$

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

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

$$P_{сд} = \frac{48 \cdot 507}{60} = 405,6 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{сд} = \frac{56 \cdot 261}{60} = 243,6 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле (39):

$$D_{вр} = \frac{T_{см} \cdot T_{вр} \cdot (0,1 \dots 0,31)}{100 \cdot 60}, \quad (39)$$

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

$T_{см}$ – тарифная месячная ставка, руб. $T_{см} = 56$ руб.;

$T_{вр}$ – время работы во вредных условиях труда, мин. $T_{вр} = T_{шт.-к.} (0,1 \dots 0,31)$, мин.; коэффициент в пределах (0,10...0,31).

$$D_{вр} = \frac{48 \cdot 507 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,81 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$D_{вр} = \frac{56 \cdot 261 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,49 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

$$Z_{пр} = 405,6 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 0,81 = 791,73 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{пр} = 243,6 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 0,49 = 475,51 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рассчитываем дополнительную заработную плату производственных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле (40):

$$ЗП_{\partial} = K_{\partial} \cdot ЗП_{O} \cdot K_{cc}, \quad (40)$$

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

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

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

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

$$ЗП_{\partial} = 1,13 \cdot 791,73 \cdot 1,3 = 1163,05 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$ЗП_{\partial} = 1,13 \cdot 475,51 \cdot 1,3 = 698,52 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расходы на заработную плату основных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, рассчитанные по формуле (41), составляют:

$$З_{np} = ЗП_{O} + ЗП_{\partial}, \quad (41)$$

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

$ЗП_{\partial}$ – дополнительная заработная плата, руб.

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

а) при применении сдельной оплаты труда (41)

$$З_{np} = 791,73 + 1163,05 = 1954,8 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{np} = 475,51 + 698,52 = 1174 \text{ руб. (проектный вариант).}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости C_T изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ($N= 1000$ шт.) в таблицу 18.

Таблица 18– Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Затраты на основные материалы, $C_{о.м}$, руб.	1014070	743310
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{эн}$, руб.	512860	271520
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $Z_{пр}$, руб.	1954800	1174000
Технологическая себестоимость годового выпуска, C_T , руб.	3481730	2188830

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 (42).

Общепроизводственные расходы $P_{пр}$ определяются по формуле (43).

В статью «Общепроизводственные расходы» ($P_{пр}$, 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 (42) затраты на амортизацию при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, приходящиеся на одно изделие:

$$C_A = \frac{K_{об} \cdot H_A \cdot n_o \cdot T_{шт-к} \cdot K_O}{100 \cdot \Phi_D \cdot K_B} \cdot K_O, \quad (42)$$

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. $\Phi_D = 1914$ час.;

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

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

n_o – количество оборудования, шт.;

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

$$C_A = \frac{255360 \cdot 14,7 \cdot 4 \cdot 8,45}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 602,63 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_A = \frac{1970066,56 \cdot 14,7 \cdot 2 \cdot 4,35}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 1196,69 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования рассчитываем по формуле (43):

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot Д}{100}, \quad (2.23)$$

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

$Д$ принимается равным 3 %.

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_p = \frac{255360 \cdot 3}{100} = 7660,8 \text{руб./на производственную программу или } 7,66 \text{ руб. в}$$

расчете на одно металлоизделие (7660,8 руб./1000 шт.), - базовый вариант;

$$C_p = \frac{1970066,56 \cdot 3}{100} = 59102 \text{ руб./на производственную программу или } 59,1$$

руб./на металлоконструкцию (59102 руб./1000 шт.), - проектируемый вариант.

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение) определяются формуле (44):

$$P_{\text{пр}}^* = \frac{\%P_{\text{пр}} \cdot 3\Pi_o}{100}, \quad (44)$$

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

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

$$P_{\text{пр1}}^* = \frac{1954800 \cdot 10}{100} = 195480 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{пр2}}^* = \frac{1174000 \cdot 10}{100} = 117400 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (45):

$$P_{\text{пр}} = C_A + C_p + P_{\text{пр}}^*, \quad (45)$$

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).

$$P_{\text{пр}} = 602,63 + 7660,8 + 195480 = 203743,43 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{пр}} = 1196,69 + 59102 + 117400 = 177698,69 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле (46).

$P_{ХОЗ}$ при изготовлении одной металлоконструкции:

$$P_{ХОЗ} = \frac{\%P_{ХОЗ} \cdot ЗП_o}{100}, \quad (46)$$

$$P_{ХОЗ} = \frac{25 \cdot 1954,8}{100} = 488,7 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{ХОЗ} = \frac{25 \cdot 1174}{100} = 293,5 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

$ЗП$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

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

Производственная себестоимость годового выпуска металлоконструкций при базовом и проектируемом вариантах технологии $C_{ПР}$ рассчитывается по формуле (47):

$$C_{ПР} = C_T + P_{пр} + P_{ХОЗ} \quad (47)$$

где C_T – технологическая себестоимость, руб.;

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

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

$$C_{ПР} = 3481730 + 203743,43 + 488700 = 4174173,43 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$C_{\text{ПР}} = 2188830 + 177698,69 + 293500 = 2660028,69$ руб. (проектируемый вариант).

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» ($P_{\text{к}}$, руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле (48):

$$P_{\text{к}} = \frac{\% P_{\text{к}} \cdot C_{\text{ПР}}}{100}, \quad (48)$$

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

$$P_{\text{к}} = \frac{0,1 \cdot 4174173,43}{100} = 4174,17 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{к}} = \frac{0,1 \cdot 2660028,69}{100} = 2660,03 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций ($C_{\text{П}}$) включает затраты на производство ($C_{\text{ПР}}$) и коммерческие расходы ($P_{\text{к}}$) и рассчитывается по формуле (2.29):

$$C_{\text{П}} = C_{\text{ПР}} + P_{\text{к}}, \quad (49)$$

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

$$C_{\text{П}} = 4174173,43 + 4174,17 = 4178347,6 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{П}} = 2660028,69 + 2660,03 = 2662689 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 19.

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Таблица 19 – Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Значение, руб.		Отклонения, руб.
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
Объем годового выпуска продукции, N, шт.	1000	1000	
1. Материальные затраты, МЗ:	1149230	679870	499360
2. Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, З _{пр}	1954800	1174000	780800
3. Технологическая себестоимость С _т , руб.	3481730	2188830	1292900
4. Общепроизводственные расходы, Р _{пр}	203743,43	177698,69	26044,74
5. Общехозяйственные расходы, Р _{хоз}	488700	293500	195200
6. Производственная себестоимость, С _{пр}	4174173,43	2660028,69	1514144,74
7. Коммерческие расходы, Р _к ,	4174,17	2660,03	1514,14
8. Полная себестоимость, С _п	4178347,6	2662689	1515658,6

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 (коробчатая балка) составляет 1000 шт.

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

$$\Delta C = (C_{T1} - C_{T2}) N, \quad (50)$$

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 (50):

$$\Delta C = (3481,73 - 2188,83) \cdot 1000 = 1292900 \text{ руб.}$$

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 (51).

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Ц, руб.) по формуле (51) по базовому и проектируемому вариантам. Среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции, K_p , определяющий среднеотраслевую норму доходности продукции и учитывающий изменение качества металлоизделия (надежность, долговечность) в эксплуатации принимаем равным соответственно в базовом варианте - 1,3; в проектируемом - 1,5.

$$Ц = C_n * K_p, \quad (51)$$

где C_n - полная себестоимость металлоизделия, руб./шт.;

K_p - среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции.

$$Ц_1 = 4178,34 \cdot 1,3 = 5431,84 \text{ руб.}$$

$$Ц_2 = 2662,68 \cdot 1,5 = 3994,02 \text{ руб.}$$

Рассчитываем выручку от реализации годового объема металлоизделий (В) по формуле (52) по базовому и проектируемому вариантам:

$$B = Ц * N \quad (52)$$

$$B_1 = 5431,84 \cdot 1000 = 5431840 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$B_2 = 3994,02 \cdot 1000 = 3994020 \text{ руб.}$$

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой (53) по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий:

$$\Pi = B - C_{\text{п}} \quad (53)$$

$$\Pi_1 = 5431840 - 4178347,6 = 1253492,4 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 3994020 - 2662689 = 1331331 \text{ руб.}$$

Изменение (прирост, уменьшение) прибыли $\Delta\Pi$ в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым рассчитывается по формуле (54):

$$\Delta\Pi = \Pi_2 - \Pi_1, \quad (54)$$

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

$$\Delta\Pi = 1331331 - 1253492,4 = 77838,6 \text{ руб.}$$

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций, $N_{\text{кр}}$) проводим по формуле (55) по базовому и проектируемому вариантам:

$$N_{\text{кр}} = \frac{C_{\text{пост}}}{\text{Ц} - C_{\text{пер}}}, \quad (55)$$

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

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

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Ц - отпускная цена металлоконструкции, руб./изделие;

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

$$N_{кр1} = \frac{4178347,6 - 3481730}{5431,84 - 3481,73} = 357 \text{ шт.}$$

$$N_{кр2} = \frac{2662689 - 2188830}{3994,02 - 2188,83} = 262 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции, R, проводим по формуле (56):

$$R = \frac{\Pi}{C_n} * 100 \quad (56)$$

$$R_1 = \frac{1253492,4}{4178347,6} \cdot 100 = 30 \%$$

$$R_2 = \frac{1331331}{2662689} \cdot 100 = 50 \%$$

Расчет производительности труда (выработка в расчете на 1 производственного рабочего (в базовых ценах), тыс. руб./чел.), $\Pi_{тр}$ производим по формуле (2.37) соответственно по базовому и проектируемому вариантам:

$$\Pi_{тр} = \frac{B}{Ч_{ор}} \quad , \quad (57)$$

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

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

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

$$\Pi_{мр1} = \frac{5431840}{4} = 1357960 \text{ руб./чел.} = 1357,96 \text{ тыс. руб./чел.}$$

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

$$П_{пр2} = \frac{3994020}{2} = 1997010 \text{ руб./чел.} = 1997,01 \text{ тыс. руб./чел.}$$

Расчет срока окупаемости капитальных вложений, $T_{ок}$ производим по формуле (58):

$$T_o = \frac{\Delta K_o}{\Delta П} \quad , \quad (58)$$

где ΔK_d – дополнительные капитальные вложения, руб.;

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

$$T_o = \frac{1758988}{1331331} = 1,3 \text{ года}$$

После проведения экономических расчетов необходимо сгруппировать результирующие показатели экономической эффективности в виде таблицы 20, которая может быть представлена в качестве иллюстративного материала при защите ВКР.

Таблица 20 – 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.	1000	1000	
2	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	5431840	3994020	-1437820
3	Капитальные вложения, К	руб.	1021440	3940133,12	2918693,12
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, C_T	руб.	3481730	2188830	-1292900
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, $C_{п}$	руб.	4178347,6	2662689	-1515658,6

Окончание таблицы 20

1	2	3	4	5	6
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	1253492,4	1331331	77838,6
7	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	4	2	-2
8	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), $P_{\text{тр}}$	тыс.руб./чел.	1357,96	1997,01	639,05
9	Рентабельность продукции, R	%	30	50	20
10	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений ($T_{\text{ок}}$)	лет	1,3		
11	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	357	262	-95

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

В сфере производства изделия экономия по себестоимости обеспечена лишь за счет сокращения доли общепроизводственных и общехозяйственных расходов в удельной себестоимости металлоизделия, поскольку эти затраты, оставаясь неизменными в целом по предприятию, списываются на себестоимость изделий пропорционально заработной плате производственных рабочих, численность которых в проектируемом варианте сократилась в 2 раза.

3 Методический раздел

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки коробчатой балки. В процессе разработки предложено заменить полуавтоматическую сварку на автоматизированную в среде защитных газов. В технологическом разделе предложено заменить оборудования на современное, т.е. предложено использование автоматов для производства сварки. Это в свою очередь предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт такого оборудования.

К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки». В связи с этим целесообразно разработать программу повышения квалификации рабочих сварочной специализации и провести повышение квалификации в рамках данного 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 работ и профессий рабочих и единым квалификационным справочником должностей руководителей, специалистов и служащих.

Профессиональные стандарты применяются:

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

1.Профессиональный стандарт Приказ Минтруда России от 28.11.2013 № 701н (ред. от 10.01.2017) Об утверждении профессионального стандарта "Сварщик.

В соответствии с пунктом 22 Правил разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, № 4, ст. 293) «Сварщик частично механизированной сварки плавлением», так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением частично механизированной сварки в среде защитных газов. Основная цель вида профессиональной деятельности:Изготовление, реконструкция, монтаж, ремонт и строительство конструкций различного назначения с применением ручной и частично механизированной сварки (наплавки)

2.Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматизированной 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). Основная деятельность:Производство (изготовление, реконструкция, монтаж и ремонт) сварных конструкций, продукции и изделий с применением полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки

В таблице 21 приведены выписки из Профессионального стандарта, характеризующие трудовые функции рабочей профессии:«Сварщик частично механизированной сварки плавлением»и «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматизированной и роботизированной сварки»

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Таблица 21 – Функциональные характеристики рабочей профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» и «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматизированной и роботизированной сварки»

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	«Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматизированной и 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 полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки плавлением материалов с настройкой и регулировкой оборудования
Трудовые действия	<p>Трудовые действия, предусмотренные трудовой функцией по коду А/05.2 настоящего профессионального стандарта</p> <p>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 и ответственных конструкций с применением специализированных функций (возможностей) сварочного оборудования.</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента сваренных частично механизированной сваркой (наплавкой) сложных и ответственных конструкций на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.</p> <p>Исправление дефектов частично механизированной сваркой (наплавкой)</p>	<p>Выполнение трудовых действий, предусмотренных трудовой функцией А/ 01.3. «Выполнение полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов»</p> <p>Выполнение настройки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением</p> <p>Выбор и регулировка режимов полностью механизированной и автоматической сварки плавлением</p> <p>Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением с регулировкой параметров сварочного оборудования в процессе сварки</p> <p>Проведение инструктажа специалистов, работающих на налаживаемых установках</p>
Необходимые умения	Владеть необходимыми умениями, предусмотренными трудовой функцией по коду А/05.2 настоящего профессионального стандарта. Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки)	<p>Определять нарушения режимов по внешнему виду сварных швов</p> <p>Выполнять настройку и регулировку оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, в том числе в процессе выполнения</p>

плавлением, настраивать сварочное оборудование

сварки

Продолжение таблицы 21

1	2	3
	<p>для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей). Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением во всех пространственных положениях сварного шва сложных и ответственных конструкций.</p> <p>Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции</p> <p>Исправлять дефекты частично механизированной сваркой (наплавкой)</p>	<p>Настраивать устройства промышленной визуализации (тепловые, механические, электромеханические, магнитные, лазерные, оптические) и устройства слежения за процессом сварки</p> <p>Выполнять наладку оборудования и приспособлений для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, устранять неисправности в их работе</p> <p>Контролировать работу оборудования для механизированной и автоматической сварки плавлением с использованием контрольно-измерительных приборов и автоматики</p> <p>Рассчитывать и измерять основные параметры электрических, магнитных и электронных цепей</p>
<p>Необходимые знания</p>	<p>Необходимые знания, предусмотренные трудовой функцией по коду А/05.2 настоящего профессионального стандарта</p> <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 группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сваркой (наплавки) плавлением</p> <p>Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций</p> <p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва</p> <p>Методы контроля и испытаний ответ-</p>	<p>Конструкция оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением (электрические, кинематические схемы), причины возникновения неисправностей и способы их устранения</p> <p>Тепловые, механические, электромеханические, магнитные, лазерные, оптические устройства промышленной визуализации сварочных процессов и слежения за сварочными процессами</p> <p>Особенности настройки и регулировки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки, в том числе в процессе выполнения сварки</p> <p>Причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях</p> <p>Виды коррозии и факторы, приводящие к ее появлению</p> <p>Функциональные и принципиальные электрические схемы, чертежи механизмов и узлов используемого оборудования</p> <p>Основы металлографии сварных швов</p>

	ственных сварных конструкций Порядок исправления дефектов сварных швов	Основные виды термической обработки сварных соединений
--	---	--

Продолжение таблицы 21

1	2	3
Другие характеристики	Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией: сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с механизированной подачей проволоки: сварка дуговая порошковой самозащитной проволокой; сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой; сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе; сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе	-
Характеристики выполняемых работ:	прихватка элементов конструкций частично механизированной сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва, кроме потолочного; частично механизированная сварка (наплавка) плавлением в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва простых деталей из углеродистых и конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов, предназначенных для работы под статическими нагрузками; наплавка простых деталей, изношенных простых инструментов из углеродистых и конструкционных сталей; устранение наружных дефектов зачисткой и сваркой (пор, шлаковых включений, подрезов, наплывов и т.д., кроме трещин)	-

Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» и «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматизированной и роботизированной сварки» является следующее:

Необходимые действия

Выполнение настройки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением

Выбор и регулировка режимов полностью механизированной и автоматической сварки плавлением

Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением с регулировкой параметров сварочного оборудования в процессе сварки

Проведение инструктажа специалистов, работающих на налаживаемых установках

Необходимые умения

Определять нарушения режимов по внешнему виду сварных швов

Выполнять настройку и регулировку оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, в том числе в процессе выполнения сварки

Настраивать устройства промышленной визуализации (тепловые, механические, электромеханические, магнитные, лазерные, оптические) и устройства слежения за процессом сварки

Выполнять наладку оборудования и приспособлений для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, устранять неисправности в их работе

Контролировать работу оборудования для механизированной и автоматической сварки плавлением с использованием контрольно-измерительных приборов и автоматики

Рассчитывать и измерять основные параметры электрических, магнитных и электронных цепей

Необходимые знания

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Конструкция оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением (электрические, кинематические схемы), причины возникновения неисправностей и способы их устранения

Тепловые, механические, электромеханические, магнитные, лазерные, оптические устройства промышленной визуализации сварочных процессов и слежения за сварочными процессами

Особенности настройки и регулировки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки, в том числе в процессе выполнения сварки

Причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях

Виды коррозии и факторы, приводящие к ее появлению

Функциональные и принципиальные электрические схемы, чертежи механизмов и узлов используемого оборудования

Основы металлографии сварных швов

Основные виды термической обработки сварных соединений

На основании выявленного сравнения возможно разработать содержание краткосрочной подготовки по профессии «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматизированной и роботизированной сварки» и провести данную работу в рамках промышленного предприятия без отрыва от производства.

3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматизированной и 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

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

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 «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» который представлен в таблице 22. Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 22- Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки»

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

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии производ-

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

ства, 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 23 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Источники питания для механизированной сварки	3
2	Стандартное механическое оборудование	3
3	Оборудование для дуговой механизированной сварки в защитном газе	6
3.1	Устройство и основные узлы сварочного автомата	4
3.3	Сварочные трактора для сварки в защитном газе	3
3.4	Типовые конструкции сварочной головки	3
4	Технология механизированной сварки в защитном газе	9
4.1	Особенности сварки в защитном газе	5
4.2	Режимы механизированной сварки в защитном газе	4
4.3	Механическое оборудование, используемое для сварочных работ в защитном газе	3
5	Контроль качества сварных швов	3
6	Охрана труда	6
	Итого:	52

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

3.4 Разработка план - конспекта урока

Тема урока «Устройство и основные узлы сварочного автомата для сварки в среде защитных газов»

Цели занятия:

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

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

										Лист
										67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

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

Тип урока: урок новых знаний.

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

Дидактическое обеспечение занятия:

– плакат: «Сварочная головка А-1406»

– учебники: Л.П. Шебеко «Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки»; В.С. Виноградов «Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки»;

Структура урока:

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

3.5 План-конспект

Таблица 24-План- конспект урока

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 3 минут	Здравствуйте, прошу вас садитесь, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 2 минуты	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для дуговой механизированной и автоматической сварки в среде защитных газов» Тема занятия: «Устройство и основные узлы сварочного автомата для сварки в среде защитных газов». Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного автомата, его назначение и принцип работы»	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.

Продолжение таблицы 24

1	2	3
<p>Актуализация опорных знаний 10 минут</p>	<p>Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: 1. Чем отличается аппарат для механизированной сварки от аппарата для автоматической сварки? 2. Почему применяют унифицированные узлы на полуавтоматах и автоматах? 3. Расскажите о системе обозначения аппаратов для дуговой сварки.</p>	<p>Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.</p>
<p>Изложение нового материала 25 минут</p>	<p>Хорошо! Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану: – Назначение сварочного автомата; – Основные узлы и механизмы автомата; – Комплектование сварочного поста. По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание. Прошу сосредоточиться и не мешать мне и своим товарищам. В настоящее время широко применяется механизированная сварка. Это объясняется высокой маневренностью полуавтоматов, возможностью производить сварку в труднодоступных местах. Механизированная сварка широко применяется на конвейерных линиях в машиностроении при сварке корпусов всех видов транспортных средств и строительномонтажных конструкций при их предварительной сборке и сварке и т. д. <i>Сварочная головка А-1406.</i> Автомат подвесной предназначен для дуговой сварки и наплавки сплошной и порошковой проволокой низкоуглеродистых и легированных сталей. Автомат обеспечивает следующие способы наплавки: в среде защитного газа; открытой дугой порошковой проволокой и лентой; открытой дугой расщепленным электродом (по спецзаказу). Сварка производится на постоянном токе с независимыми от параметров дуги скоростями сварки и подачи электродной проволоки. Автомат, установленный на наплавочные станки типа У653, У654, обеспечивает наплавку наружных и внутренних цилиндрических и конических поверхностей, а также плоских горизонтальных поверхностей.</p>	<p>Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение. По мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы автомата. Вместе разбираем устройство механизмов, схемы, записываем основные моменты.</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

1	2	3
	 <p style="text-align: center;">Плакат- Сварочная головка А-1406</p> <p>Давайте рассмотрим устройство сварочной головки. Показываю плакат и объясняю устройство: 1-Подающий механизм; 2-Подвеска для крепления подающего механизма; 3-Механизм вертикального перемещения; 4-Самоходная тележка; 5-Кассета; 6-Пульт управления; 7-Опорный монорельс; 8-Фиксатор от опрокидывания;</p>	<p>Давайте разберем подробно сварочную головку.</p> <p>Показываю плакат с общим видом.</p> <p>Обращаю внимание обучающихся на плакат с общим видом, и начинаем разбирать основные части.</p> <p>Рассказываю о устройстве сварочной головки. Записываем основные моменты. Зарисовываем.</p>
<p>Первичное закрепление материала 5 минут</p>	<p>Теперь запишем домашнее задание, повторить §11.5. Автоматы для сварки в среде защитных газов, по учебнику В.С. Виноградов- «Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки» - 1987г.</p>	<p>Разбираем домашнее задание, что нужно повторить к следующей теме.</p>

3.6 Вывод по методическому разделу

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

– изучили и проанализировали квалификационную характеристику рабочих по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» – составили учебный план для профессиональной переподготовки «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» на «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматизированной и роботизированной сварки» – 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.

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

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Зубченко А.С, Марочник сталей и сплавов / А.С.Зубченко - М.: Машиностроение, 2001. – 375 с.
- 2 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И.Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. - 432 с.
- 3 Глизманенко, Д.Л. Сварка и резка металлов: учеб.пособие / Д.Л. Глизманенко. - М.: Высш.шк, 1975. - 479 с.
- 4 Гуревич, С.М. Справочник по сварке металлов / С.М. Гуревич. - Наукова думка, 1981. – 608 с.
- 5 Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. - М.: Экономика, 1989. – 32 с.
- 6 Джевага, И.И. Механизированная электродуговая сварка под флюсом / И.И. Джевага. - М.: Машиностроение, 1968. - 360с.
- 7 Ерохин, А.А. Кинетика металлургических процессов дуговой сварки/ А.А. Ерохин. - М.: Машиностроение, 1964. - 356 с.
- 8 Нормативы времени и режимы полуавтоматической сварки в защитных газах. - Екатеринбург: Уралмашзавод, 2004. - 50 с.
- 9 Патон, Б.Е. Электрооборудование для дуговой и шлаковой сварки / Б.Е. Патон, В.К. Лебедев. - М.: Машиностроение, 1966. - 396 с.
- 10 Рыжков, Н.И. Производство сварных конструкций в тяжелом машиностроении / Н.И. Рыжков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1980. – 375с.
- 11 Справочник сварщика / под ред. В.В. Степанова. - М.: Машиностроение, 1975. - 520 с.
- 12 Грачева, К.А. Экономика, организация и планирование сварочного производства - М.: Машиностроение, 1984. - 368с.
- 13 Алексеенко, Н.А. Экономика промышленного предприятия: учеб.пособие / Н.А.Алексеенко, И.Н.Гуров. 2-е изд., доп. и перераб. - Минск: Изд-во Гревцова, 2011. - 264 с.

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Приложение Б

					ДП 44.03.04.720 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76