

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра металлургии, сварочного производства и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующий кафедрой МСП

→ _____ Б.Н. Гузанов

«___» _____ 2017 г.

↑
↑
↑
↑

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОЙ ТРАВЕРСЫ**

Пояснительная записка к дипломному проекту
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям)
профиля Машиностроение и материаловобработка
специализация Технологии и технологический менеджмент
в сварочном производстве

↑
↑

Идентификационный код ВКР: 724

↑

Исполнитель:

студент группы ЗСМ-403С Д.А. Андриянов

↑

Руководитель:

ст. преподаватель Е.В. Радченко

↑
↑
↑
↑
↑

Екатеринбург 2017

РЕФЕРАТ¶

¶

Выпускная квалификационная работа содержит 95 страниц машинописного текста, 30 таблиц, 11 рисунков, 60 формул, 30 использованных литературных источников и 2 приложения.¶

Ключевые слова: ТРАВЕРСА ЛИНЕЙНАЯ, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА В СРЕДЕ ГАЗА, СВАРОЧНЫЙ РОБОТ, РАСЧЕТ РЕЖИМОВ СВАРКИ, ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОФЕССИЯ «ЭЛЕКТРОСВАРЩИК НА АВТОМАТИЧЕСКИХ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ МАШИНАХ, ЭКОЛОГИЧНОСТЬ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА»¶

В дипломном проекте спроектирован технологический процесс сборки и сварки траверсы линейной, изготовляемого из стали марки 09Г2С с применением автоматической сварки в среде газа.¶

Выполнены расчёты экономической эффективности спроектированной технологии изготовления траверсы линейной.¶

В методической части разработана программа переподготовки рабочих по профессии «электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 5-го разряда.¶

¶

					ДП-44.03.04.724-ПЗ¶			
Имя	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка технологии и подбор оборудования для изготовления грузоподъемной траверсы	Лист	Лист	Листов
Свароб.		Александр Л.А.					2	¶
Проект.		Радченко Е.В.			РГТТУ, каф. МСП¶ гр. ЗСМ-403С¶			
Реценз.		?						
Н.М.стр.		Павлова Л.Т.						
Учред.		Галкина Б.Н.						

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Технологический раздел.....	7
1.1 Описание конструкции.....	7
1.2 Характеристика материала изделия.....	8
1.3 Выбор способа сварки.....	10
1.4 Выбор и описание сварочных материалов.....	15
1.5 Расчет режимов ручной дуговой сварки.....	18
1.6 Расчет режимов автоматической сварки в среде газов.....	23
1.7 Оборудование для ручной дуговой сварки.....	33
1.8 Оборудование для автоматической сварки.....	34
1.9 Контроль качества сварных соединений.....	37
1.10 Технологическая последовательность изготовления изделия.....	38
2 Экономический раздел.....	41
2.1 Определение капиталобразующих инвестиций.....	41
2.1.1 Определение технологических норм времени на сварку.....	41
2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки.....	46
2.1.3 Расчет капитальных вложений.....	47
2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций.....	49
2.3 Расчет полной себестоимости изделия.....	56
2.4 Расчет основных показателей сравнительной эффективности.....	62
3 Методическая часть.....	67
3.1 Анализ квалификационных характеристик.....	67
3.2 Разработка учебного плана переподготовки.....	71
3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология».....	73
3.4. Разработка плана - конспекта урока.....	73
4 Безопасность и экологичность проекта.....	78
4.1 Безопасность труда.....	78
4.1.1 Характер трудового процесса сварщика.....	78

4.1.2 Условия труда.....	79
4.2 Экологичность проекта.....	87
Заключение.....	90
Список использованных источников.....	91
Приложение А – Лист заданий	94
Приложение Б - Спецификация	95

ВВЕДЕНИЕ

Сварка - процесс получения неразъемного соединения деталей машин, конструкций и сооружений при их местном или общем нагреве, пластическом деформировании или при совместном действии того и другого в результате установления межатомных связей в месте их соединения [1].

Развитие современной техники выдвигает особые требования к конструкционным материалам, в связи с этим в настоящее время становятся востребованными материалы, обладающие высокой прочностью и пластичностью в широком диапазоне температур.

Производство траверсы линейной осуществляется с помощью ручной дуговой сварки, обладающей не высокой производительностью и тяжелыми условиями труда сварщиков. Актуальным становится внедрение и замена этих способов на автоматизированную сварку, что повлечет снижение трудоемкости процесса изготовления, повышение производительности, уменьшения расходов.

Объектом разработки ВКР является технология изготовления траверсы линейной.

Предметом разработки ВКР является процесс сборки и сварки траверсы линейной.

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

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления;
- подобрать проектируемый способ сварки и обосновать;
- провести расчеты режимов сварки;
- подобрать сварочное и сборочное оборудование;
- провести экономические расчеты базового и проектируемого варианта, для определения экономической эффективности;

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		7

- разработать программу переподготовки электросварщиков для данного способа сварки.

Таким образом, в технологической части будет разработан проектируемый вариант на основе анализа базового варианта технологического процесса изготовления траверсы линейной, при помощи автоматической сварки.

В экономической части - приведена экономическая целесообразность использования автоматической сварки.

В методической части – будет разработана учебно-программной документации для переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го разряда, с возможностью внедрения этой разработки на производстве.

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

1.2 ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛА ИЗДЕЛИЯ

Сталь 09Г2С - сталь конструкционная низколегированная для сварных конструкций. Различные детали и элементы сварных металлоконструкций, работающих при температуре от -70 до +425°С под давлением. Химический состав стали 09Г2С по ГОСТ 19282-73 [3] приведен в таблице 1.

Таблица 1- Химический состав стали 09Г2С по ГОСТ 19282-73,%

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu
до 0,12	0.5 - 0.8	1.3 - 1.7	до 0.3	до 0.035	до 0.035	до 0.3	до 0.008	до 0.3

Механические свойства стали 09Г2С по ГОСТ 19282-73 приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Механические свойства стали 09Г2С по ГОСТ 19282-73

Сортамент	Размер	Напр.	σ_b	σ_T	δ_5	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	кДж/м ²	-
Лист, ГОСТ 5520-79			430-490	265-345	21	590-640	Закалка и отпуск
Сталь	От 10 до 20		1520	1320	21	590	

Технологические свойства стали 09Г2С по ГОСТ 19282-73 приведены в таблице 3.

Таблица 3-Технологические свойства стали 09Г2С по ГОСТ 19282-73

Свариваемость:	без ограничений
Склонность к отпускной хрупкости:	не склонна

Свариваемость стали

Свариваемость — свойство металлов или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки неразъемное соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изде-

лия. В сварочной практике существуют такие понятия, как физическая и технологическая свариваемость [4].

Свариваемость оценивается степенью соответствия свойств сварного соединения тем же свойствам основного материала и его склонностью к образованию дефектов. Материалы делятся на хорошо, удовлетворительно, плохо и ограниченно свариваемые.

Физическая свариваемость подразумевает возможность получения монолитных сварных соединений с химической связью. Такой свариваемостью обладают практически все технические сплавы и чистые металлы, а также ряд сочетаний металлов с неметаллами.

Технологическая свариваемость — это характеристика металла, определяющая его реакцию на воздействие сварки и способность образовывать сварное соединение с заданными эксплуатационными свойствами. В этом случае свариваемость рассматривается как степень соответствия свойств сварных соединений одноименным свойствам основного металла или их нормативным значениям [5].

Эквивалент углерода $C_{\text{ЭКВ}}$, %, определяют по эмпирическим формулам, одна из которых имеет следующий вид:

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + \text{Mn}/6 + \text{Cr}/5 + \text{Mo}/5 + \text{V}/5 + \text{Ni}/15 + \text{Cu}/13 \quad (1)$$

Если $C_{\text{ЭКВ}} < 0,45$, то говорят, что металл не склонен к образованию холодных трещин.

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,12 + 1,3/6 + 0,3/5 + 0,3/15 + 0,3/13 = 0,43\%$$

Таким образом, основной металл не склонен к образованию холодных трещин.

Определим склонность к образованию горячих трещин по формуле:

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

$$HCS = \frac{C\left(S+P+\frac{Si}{25}+\frac{Ni}{100}\right)1000}{3Mn+Cr+Mo+V}, \quad (2)$$

где HCS - параметр, оценивающий склонность сварных швов к образованию горячих трещин, %;

C, S, P и другие химические элементы, %.

$$HCS = \frac{0.12\left(0.04 + 0.035 + \frac{0.5}{25} + \frac{0.3}{100}\right)1000}{3 \times 1.3 + 0.3} = 2,8$$

Так как расчетное значение параметра HCS менее 4, появление горячих трещин не возможно.

1.3 Выбор способа сварки

Базовый вариант «Ручная дуговая сварка»

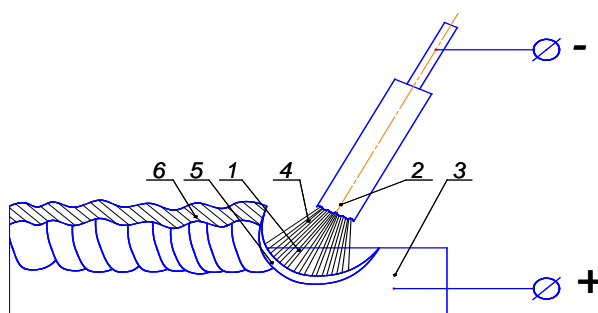
В базовом варианте сварка траверсы осуществлялась ручной дугой сваркой. Ручная дуговая сварка металлическими электродами с покрытием в настоящее время остается одним из самых распространенных методов, используемых при изготовлении сварных конструкций. Это объясняется простотой и мобильностью применяемого оборудования, возможность выполнения сварки в различных пространственных положениях и в местах, труднодоступных для механизированных способов сварки [6].

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 либо переменный сварочный ток. Схема процесса ручной дуговой сварки приве-

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		12

дена на рисунке 2. Дуга 1 расплавляет металлический стержень электрода 2, его покрытие и основной металл 3.



1 – дуга; 2 – электрод; 3 – металл; 4 – капли; 5 – сварочная ванна;
6 – шлаковая корка

Рисунок 2 - Ручная дуговая сварка покрытым электродом

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.

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 % .

Проектируемый вариант «Автоматическая сварка в среде CO₂»

Сварка в защитных газах — один из распространенных способов сварки плавлением. По сравнению с другими способами он имеет ряд преимуществ, из которых главные: возможность визуального, в том числе и дистанционного, наблюдения за процессом сварки; широкий диапазон рабочих параметров режима сварки в любых пространственных положениях; возможность механизации и автоматизации процесса, в том числе с применением робототехники; высокоэффективная защита расплавленного металла; возможность сварки металлов разной толщины в пределах от десятых долей до десятков миллиметров.

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		13

Сварка в защитных газах (СЗГ) — общее название разновидностей дуговой сварки, осуществляемой с вдуванием через сопло горелки в зону дуги струи защитного газа. В качестве защитных применяют: инертные (Ar, He), активные (CO₂, O₂, N₂, H₂).

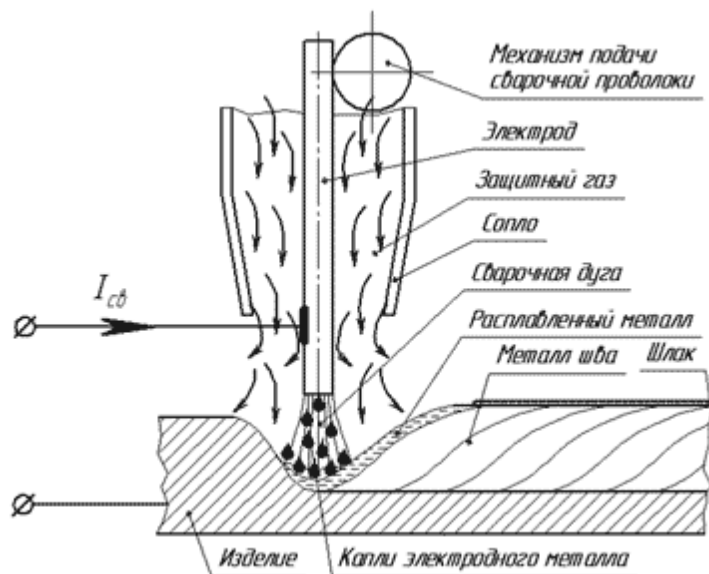


Рисунок 3 - Схема сварки в защитных газах

При сварке плавящимся электродом в защитном газе (рисунок 3) в зону дуги, горящей между плавящимся электродом (сварочной проволокой) и изделием через сопло подаётся защитный газ, защищающий металл сварочной ванны, капли электродного металла и закристаллизовавшийся металл от воздействия активных газов атмосферы. Теплотой дуги расплавляются кромки свариваемого изделия и электродная (сварочная) проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов.

При сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей для защиты расплавленного электродного металла и металла сварочной ванны чаще всего применяют углекислый газ и смеси аргона с углекислым газом до 30 %. Аргон и гелий в качестве защитных газов применяют только при сварке конструкций ответственного назначения. Сварку в защитных газах выполняют плавящимся и неплавящимся металлическим электродом.

В некоторых случаях для сварки используют неплавящийся угольный или графитовый электрод. Этот способ применяют при сварке бортовых соединений из низкоуглеродистых сталей толщиной 0,3 - 2,0 мм (например, канистр, корпусов конденсаторов и т. д.). Так как сварку выполняют без присадки, содержание кремния и марганца в металле шва невелико. В результате прочность соединения составляет 50 - 70% прочности основного металла.

При автоматической и полуавтоматической сварке плавящимся электродом швов, расположенных в различных пространственных положениях, используют электродную проволоку диаметром до 1,2 мм, а при сварке швов, расположенных в нижнем положении - проволоку диаметром 0,8 - 1,6 мм.

Структура и свойства металла швов и околошовной зоны на низкоуглеродистых и низколегированных сталях зависят от использованной электродной проволоки, состава и свойств основного металла и режима сварки (термического цикла сварки, доли участия основного металла в формировании шва и формы шва). Влияние этих условий и технологические рекомендации примерно такие же, как и при ручной дуговой сварке и сварке под флюсом.

На свойства металла шва влияет качество углекислого газа. При повышенном содержании азота и водорода, а также влаги в газе в швах могут образовываться поры. При сварке в углекислом газе влияние ржавчины незначительно. Увеличение напряжения дуги, повышая, угар легирующих элементов, ухудшает механические свойства шва.

Сварка низкоуглеродистых и низколегированных сталей в аргоне применяется редко, так как эти стали хорошо свариваются под флюсом и в углекислом газе, и лишь в исключительных случаях, когда требуется получение швов высокого качества, используется инертный газ.

При применении чистого аргона для сварки конструкционных сталей соединения характеризуются недостаточной стабильностью и неудовлетворительным формированием шва. Добавка к аргону небольшого количества кислорода или углекислого газа существенно повышает устойчивость горения дуги и улучшает формирование шва. Растворяясь в жидком металле и

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

скапливаясь преимущественно на поверхности, кислород значительно снижает его поверхностное натяжение. Поэтому для сварки сталей применяют не чистый аргон, а смеси с кислородом или углекислым газом.

Высокие технологические свойства при сварке сталей обеспечиваются при добавке к аргону до 1 - 5 % кислорода. При применении кислорода понижается критический ток, при котором капельный перенос переходит в струйный; дуга горит стабильно, обеспечивая сварку небольших толщин. Кислород способствует увеличению плотности металла шва, улучшению сплавления, уменьшению подрезов и увеличению производительности процесса сварки. Кислород снижает содержание углерода в металле шва до более низкого уровня. Избыток кислорода в защитном газе приводит к образованию пор в металле шва.

Для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей может также применяться аргон с добавкой 10 - 20 % углекислого газа. Углекислый газ способствует устранению пористости в швах и улучшению формирования шва.

Широкий диапазон применяемых защитных газов обуславливает большое распространение этого способа, как в отношении свариваемых металлов, так и их толщин (от 0,1 мм до десятков миллиметров).

Основными преимуществами рассматриваемого способа сварки являются следующие:

- высокое качество сварных соединений на разнообразных металлах и их сплавах разной толщины, особенно при сварке в инертных газах из-за малого угара легирующих элементов;
- возможность сварки в различных пространственных положениях;
- отсутствие операций по засыпке и уборке флюса и удалению шлака;
- возможность наблюдения за образованием шва, что особенно важно при механизированной сварке;
- высокая производительность и легкость механизации и автоматизации процесса;

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		16

- низкая стоимость при использовании активных защитных газов.

К недостаткам способа относятся: необходимость применения защитных мер против световой и тепловой радиации дуги; возможность нарушения газовой защиты при сдувании струи газа движением воздуха или при забрызгивании сопла; потери металла на разбрызгивание, при котором брызги прочно соединяются с поверхностями шва и изделия; наличие газовой аппаратуры и в некоторых случаях необходимость водяного охлаждения горелок.

Учитывая особенность марки стали и ее свариваемость, конструкцию изделия, особенности сварных швов, для сварки кислородного баллона целесообразно использовать автоматическую дуговую сварку в среде защитного газа плавящимся электродом.

Достоинства сварки в углекислом газе: высокая производительность, большой диапазон свариваемых толщин, низкая стоимость сварки, маневренность, отсутствие необходимости применения флюсов или покрытий а, следовательно, и очистки швов от шлака и неиспользованных остатков флюса после сварки. Также следует помнить, что полумеханизированный способ сварки в CO_2 применяется для сварки коротких швов недоступных для сварки автоматом. Сварка в среде углекислого газа обеспечивает глубокий провар. Качество сварного шва выше ручной сварки в 1,5 раза и на 15-20% выше полумеханизированной под слоем флюса. Качество сварного шва обеспечивается из-за малого угара легирующих элементов, возможности наблюдать за образованием шва.

1.4 ВЫБОР И ОПИСАНИЕ СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сварочные материалы, используемые в базовом варианте

Электроды УОНИ-13/55

Электроды марки УОНИ-13/55 предназначены для ручной дуговой сварки особо ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей, когда к металлу сварных швов предъявляют повышенные

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		17

требования по пластичности и ударной вязкости, особенно при работе в условиях пониженных температур. Сварка во всех пространственных положениях, кроме вертикального сверху вниз, постоянным током обратной полярности.

Особые свойства

Металл шва характеризуется высокой стойкостью против образования кристаллизационных трещин и низким содержанием водорода. Сварку следует производить короткой дугой методом опирания. Свариваемые кромки должны быть очищены от окалины, ржавчины и следов масла.

Характеристики плавления электрода

Производительность (для диаметра 4,0 мм) 9,5 г/(А х ч):1,4 кг/ч. Расход электродов на 1 кг наплавленного металла 1,7кг. Сварку производят короткой дугой по очищенным кромкам. Обязательна прокалка перед сваркой: 150-180 °С; 0,5 ч.

Сварочные материалы, используемые в проектируемом варианте

Сварочная проволока Св-08Г2С

Св-08Г2С применяют при работе со сварочными автоматами и полуавтоматами в промышленности. С ее помощью можно выполнять ручную сварку любых изделий из стали. Она гарантирует прочное высококачественное соединение, характеризующееся чистым и очень ровным сварочным швом. Св-08Г2С незаменима для выполнения двух важных операций:

- образования на соединительном шве валика;
- заполнения пространства между краями свариваемого изделия.

Сварочная проволока обеспечивает надежное сваривание с ровным и чистым швом, а также заполняет зазор между краями металла. У этой марки небольшое содержание примесей: фосфора и серы. Это вредные вещества, которых в совокупности менее 0,03%. Также в ее составе незначительное количество хрома – 0,2% и никеля – до 0,25%. Практически нет титана и молибдена.

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		18

Химический состав наплавленного данной проволокой металла по ГОСТ 2246-70 представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Химический состав наплавленного металла по ГОСТ 2246-70, %

С	Si	Mn	S	P
0,05-0,11	0,70-0,95	1,80-2,10	≤0,025	≤0,03

Таблица 5 – Механические свойства металла шва и наплавленного металла по ГОСТ 2246-70

Механические свойства наплавленного металла	Нормативные	Типичные
Предел текучести, МПа	490-660	580
Временное сопротивление разрыву, МПа	≤375	475
Относительное удлинение, %	≤22	25
Работа удара, Дж	≤47(-20°C)	50

В качестве защитных газов для сварки сталей в промышленности нашли широкое применение активные (CO₂, O₂) и инертные (Ar, He) защитные газы.

Диоксид углерода (углекислота) отличается дешевизной и широкой распространенностью. Инертные газы более дорогие и требуют наличия специализированных заводов по производству газов. Смеси инертных газов с активными газами позволяет повысить устойчивость дуги, увеличить глубину проплавления, улучшить внешний вид сварного шва, уменьшить разбрызгивание металла при сварке плавящимся электродом, повысить плотность металла шва, увеличить производительность процесса сварки.

Для сварки низколегированных сталей марки 09Г2С наиболее выгодным и экономичным будет смесь газов – 82% Ar + 18% CO₂.

Углекислый газ (CO₂) — бесцветный, со слабым запахом, с резко выраженными окислительными свойствами, хорошо растворяется в воде. Тяжелее воздуха в 1,5 раза, может скапливаться в плохо проветриваемых помещениях, в колодцах, приямок. Состав двуокиси углерода представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Состав двуокиси углерода по ГОСТ 8050-85

Газ	Сорт	Содержание основных компонентов, об %				Содержание водяных паров, % не более	Температура насыщения, К не более
		Ar Не менее	O ₂ Не менее	N ₂ Не более	CO ₂ Не более		
Углекислый газ	Высший Первый	-	-	-	99,8 99,5	0,037 0,184	225

Серьезное влияние на свойства металла шва оказывает качество углекислого газа. Повышенное содержание водяных паров и воды способствует образованию пор даже при хорошей защите дуги от воздуха и надлежащем количестве кремния и марганца в сварочной ванне.

Согласно ГОСТ 8050-85, CO₂ не должен содержать сероводород, кислоты, органические соединения (спирты, эфиры, альдегиды, органические кислоты), аммиак, этаноламины, ароматические углеводороды.

1.5 Расчет режимов ручной дуговой сварки (базовый вариант)

Для фиксации подлежащих сварке деталей необходимо произвести прихватку.

Режимы ручной дуговой сварки рассчитываем для проведения прихватки таврового шва.

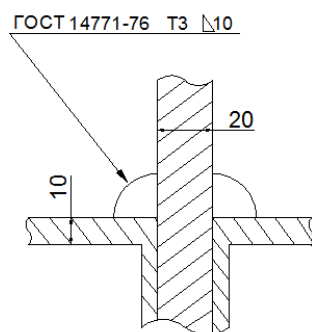


Рисунок 4 – Схема сварного соединения ТЗ по ГОСТ 5264-80 [12]

Прихватку рекомендуется выполнять электродом меньшего диаметра чем, электрод, используемый для сварки, принимаем электрод $d = 4$ мм.

Сила сварочного тока, А, рассчитывается по формуле

$$I_{св} = K \cdot d_э, \quad (3)$$

где K – коэффициент, равный 25–60 А/мм;

$d_э$ – диаметр электрода, мм.

Коэффициент K в зависимости от диаметра электрода $d_э$ принимается равным по таблице 9.

$$I_{св} = 45 \cdot 4 = 180 \div 200 \text{ А}$$

Напряжение на дуге U_c рассчитываем по формуле

$$U_c = 12 + 0,36 \frac{I_{св}}{d_э}, \text{ В} \quad (4)$$

$$U_{с1} = 12 + 0,36 \frac{180}{4} = 25 \div 28 \text{ В}$$

Принимаем напряжение на дуге равным $25 \div 28$ В.

Режимы ручной дуговой сварки рассчитываем для проведения сварки

Диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла, типа сварного соединения и положения шва в пространстве.

При выборе диаметра электрода для сварки можно использовать следующие ориентировочные данные, приведённые в таблице 8.

Таблица 8 – Рекомендуемые диаметры электродов при сварке швов в нижнем положении [9]

Толщина листа, мм	1 - 2	3	4 - 5	6 - 10	10 - 15	15 и более
Диаметр электрода, мм	1 - 2,0	2,0 - 3,0	3,0 - 4,0	4,0 - 5,0	5,0	5,0 и более

					ДП 44.03.04.724 ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата			21

Рассчитываем силу сварочного тока

Коэффициент К в зависимости от диаметра электрода d_3 , принимается равным по таблице 9.

Таблица 9 – Рекомендуемые диаметры электродов при сварке швов в нижнем положении, мм

d_3 , мм	1 ÷ 2	3 ÷ 4	5 ÷ 6
К, А/мм	25 ÷ 30	30 ÷ 45	45 ÷ 60

$$I_{св} = 50 \cdot 5 = 240 \div 270 \text{ А}$$

Силу сварочного тока, рассчитанную по этой формуле, следует откорректировать с учетом толщины свариваемых элементов, типа соединения и положения шва в пространстве. Если толщина металла $S \geq 3 d_3$, то значение $I_{св}$ следует увеличить на 10–15%. Если же $S \leq 1,5 d_3$, то сварочный ток уменьшают на 10–15%. При сварке угловых швов и наплавке, значение тока должно быть повышено на 10–15%. При сварке в вертикальном или потолочном положении значение сварочного тока должно быть уменьшено на 10–15%.

Для большинства марок электродов, используемых при сварке углеродистых и легированных конструкционных сталей, напряжение на дуге $U_d = 22 \div 30 \text{ В}$.

Рассчитываем напряжение на дуге:

$$U_d = 12 + 0,36 \frac{250}{5} = 27 \div 30 \text{ В}$$

Принимаем $U_d = 27 \div 30 \text{ В}$

Рассчитываем скорость сварки по формуле:

$$V_{св} = \alpha_H \cdot I_{св} / (100 \cdot F_{шв} \cdot \rho), \quad (5)$$

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		22

где α_H – коэффициент наплавки, $\alpha_H = 9,5$ г/А,ч;

Общую площадь сечения шва F_{Δ} определяем по можно рассчитать приближенно по формуле:

$$F_{\Delta} = 0,5 \cdot K^2 + 1,05 \cdot K, \text{ мм}^2 \quad (6)$$

$$F_{\Delta} = 0,5 \cdot 10^2 + 1,05 \cdot 10 = 60,5 \text{ мм}^2$$

$$V_{CB} = 9,5 \cdot 250 / (100 \cdot 0,6 \cdot 7,8) = 5 \text{ м/ч}$$

Принимаем $V_{CB} = 4 \div 5$ м/ч

Рассчитанные режимы ручной дуговой сварки представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Режимы сварки

dэ, мм	I _{CB} , А	U _C , В	V _{CB} , м/ч
5	240 ÷ 270	27 ÷ 30	4 ÷ 5

Режимы ручной дуговой сварки рассчитываем для проведения прихватки нахлесточного шва

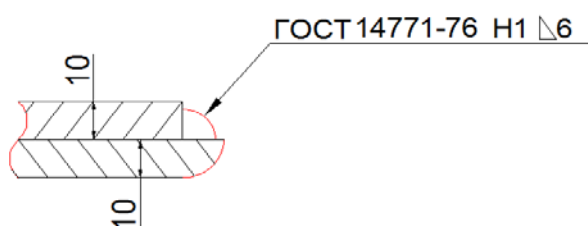


Рисунок 5 – Схема сварного соединения Н1 по ГОСТ 5264-80 [12]

Рассчитываем силу тока для прихваток

$$I_{CB} = 45 \cdot 3 = 120 \div 150 \text{ А}$$

Рассчитываем напряжение на дуге для прихваток

$$U_{c1} = 12 + 0,36 \frac{135}{3} = 25 \div 28 \text{ В}$$

Принимаем напряжение на дуге равным $25 \div 28 \text{ В}$.

Режимы ручной дуговой сварки рассчитываем для проведения сварки

При выборе диаметра электрода использовать следующие ориентировочные данные приведённые в таблице 9.

Сила сварочного тока, А

$$I_{св} = 45 \cdot 4 = 160 \div 190 \text{ А}$$

Напряжение на дуге рассчитываем по формуле

$$U_o = 12 + 0,36 \frac{180}{4} = 25 \div 28 \text{ В}$$

Принимаем $U_o = 25 \div 28 \text{ В}$

Общую площадь сечения шва F_{Δ} определяем по можно рассчитать приближенно по формуле:

$$F_{\Delta} = 0,5 \cdot 6^2 + 1,05 \cdot 6 = 24,3 \text{ мм}^2$$

Ищем скорость сварки

$$V_{св} = 9,5 \cdot 180 / (100 \cdot 0,24 \cdot 7,8) = 7 \div 9 \text{ м/ч}$$

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		24

Принимаем $V_{св} = 7 \div 9$ м/ч

Рассчитанные режимы ручной дуговой сварки представлены в таблице 11.

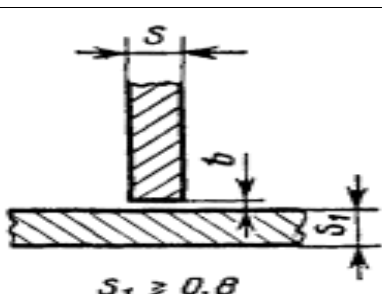
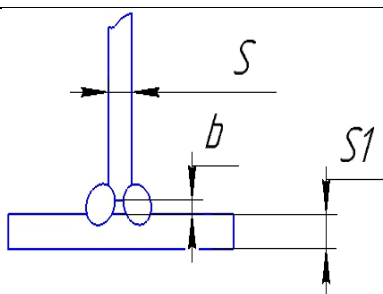
Таблица 11 – Режимы сварки

дэ, мм	$I_{св}$, А	U_c , В	$V_{св}$, м/ч
4	160 ÷ 190	25 ÷ 28	7 ÷ 9

1.6. Расчет режима автоматической сварки в среде защитных газов (проектируемый вариант)

Расчет параметров режима сварки соединения ТЗ по ГОСТ14771-76

Таблица 12 – Тавровое сварное соединение ТЗ по ГОСТ14771-76 [13 ,40]

Форма кромок	Сварное соединение
	
S , мм	20
S_1 , мм	10
b , мм	0
Минимальное значение катета, мм	10

Исходные данные таврового сварного соединения ТЗ ГОСТ14771-76:

S (толщина металла) = 20 мм;

b (величина зазора) = 0;

S_1 (толщина металла) = 10 мм;

K_T (катет шва) = 10 мм, т.к. в угловых и тавровых соединениях, где размеры шва могут быть произвольными, катет шва делают равным половине толщине S свариваемых материалов [10].

Для тавровых соединений площадь поперечного сечения шва F_H , мм² определяется по формуле [10]:

$$F_H = 0,5 \cdot K^2 + 1,05 \cdot K, \quad (7)$$

где F_H – площадь поперечного сечения шва, мм²;

K – катет шва, мм; $K = 10$ мм

Рассчитываем F_H по формуле (7):

$$F_H = 0,5 \cdot 10^2 + 1,05 \cdot 10 = 60,5 \text{ мм}^2$$

Форма и геометрические размеры шва определяются параметрами:

- глубиной проплавления, h ,
- шириной шва, e ,
- полной высотой шва, H ,
- высотой усиления, g ,

Определение диаметра электродной проволоки

Диаметр электродной проволоки d_e зависит от толщины металла S и глубины проплавления h . Однако глубина проплавления зависит от величины зазора между кромками, формами подготовки кромок. Чтобы учесть эти факторы, вводим расчетную глубину проплавления h_p которую можно определить по таблице 13.

Таблица 13– Определение расчетной глубины проплавления при автоматической сварке

Эскиз шва и формы подготовки кромок	Формула для определения расчетной глубины проплавления
	$h_p = (0,7 \dots 1,1)K,$ $K \leq 1,2S$

Для однопроходного таврового шва глубина провара h , мм выбирается из условия

$$h = (0,7 \div 1,1) \cdot K, \quad (8)$$

где h – глубина провара, мм;

K – катет шва, мм;

$S = 20$ мм.

В угловых и тавровых соединениях, где размеры шва могут быть произвольными, при двухстороннем шве катет делают равным половине толщины S свариваемых материалов. Принимаем $K = 10$ мм.

Подставив значение K в формулу 11, получим:

$$h = (0,7 \div 1,1) \cdot 10 = (7 \div 11) \text{ мм}$$

Определяем диаметр электродной проволоки по формуле:

$$d_э = K_d \cdot F_H^{0,625}, \quad (9)$$

где $K_d = 0,15 \dots 0,41$ – коэффициент, зависящий от положения шва и способа сварки. Примем среднее значение $K_d = 0,2$. [8, стр. 19]

$$d_э = 0,2 \cdot 14,1^{0,625} = 1,05 \text{ мм}$$

Принимаем $d_{э.п.} = 1,2$ мм

Расчет сварочного тока, А. При сварке проволокой сплошного сечения производится по формуле:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_э^2}{4} j \quad (10)$$

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		27

где j - плотность тока в электродной проволоке, А/мм².

$$j = 175 \text{ А/мм}^2;$$

d_3 - диаметр электродной проволоки, мм

Подставим данные в формулу 10 и рассчитаем $I_{\text{св}}$:

$$I_{\text{св}} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 175 = 200 \div 230 \text{ А}$$

Принимаем $I_{\text{св}} = 200 \div 230 \text{ А}$

Определим напряжение на сварочной дуге $U_{\text{д}}$ по формуле:

$$U_{\text{д}} = 14 + 0,05 \cdot I_{\text{св}} \quad (11)$$

Подставим данные в формулу 14.

$$U_{\text{д}} = 14 + 0,05 \cdot 200 = 21 \div 24 \text{ В}$$

Скорость сварки $V_{\text{св}}$ рассчитываем по формуле, м/ч

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_{\text{н}} \cdot I_{\text{св}}}{100 \cdot \gamma \cdot F_{\text{н}}} \quad (12)$$

Скорость подачи проволоки $V_{\text{пш}}$ рассчитываем по формуле, м/ч

$$V_{\text{пш}} = \frac{4 V_{\text{св}} \cdot F_{\text{н}}}{\pi d_3^2} \quad (13)$$

где $I_{\text{св}}$ – сила сварочного тока, А; $I_{\text{св}} = 200 \text{ А}$;

γ – плотность металла, г/см³, $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$;

$F_{\text{н}}$ – площадь наплавленного металла, мм².

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент наплавки, г/А·ч, находится по формуле:

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		28

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi) \quad (14)$$

где ψ – коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание, принимается равным $0,02 \div 0,03$. [11 с. 6 табл. 1];

α_p – коэффициент расплавления проволоки, г/А·ч, рассчитывается по формуле:

$$\alpha_p = 2 + \sqrt{\frac{I_{св}}{d_3}} \quad (15)$$

Подставим данные в формулу 15.

$$\alpha_p = 2 + \sqrt{\frac{200}{1,2}} = 13,8 \text{ г/А·ч};$$

Подставим полученные данные в формулу 14.

$$\alpha_n = 14,5 \text{ г/А·ч};$$

Подставим данные в формулу 12 для получения $V_{св}$.

$$V_{св} = \frac{14,5 \cdot 200}{100 \cdot 7,8 \cdot 0,2} = 18 \div 21 \text{ м/ч}$$

Принимаем $V_{св} = 18 \div 21 \text{ м/ч}$

Подставим данные в формулу 13 для получения $V_{шт}$ в тавровых сварных соединениях:

$$V_{шт} = \frac{4 \cdot 18,3 \cdot 0,2}{3,14 \cdot 0,12^2} = 325 \text{ м/ч}$$

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		29

Расчет расхода защитного газа

$$q_{зг} = 0,2 * I_{св}^{0,72} = 0,2 * 200^{0,72} = 8,97 \text{ л/мин} \quad (16)$$

Таблица 14 – Режимы автоматической сварки

d _{эп} , мм	I _{св} , А	U _с , В	V _{св} , м/ч	V _{п.п.} , м/ч	q _{зг} л/мин
1,2	200 ÷ 230	21 ÷ 24	18 ÷ 21	325	9

Проверяем оптимальность расчетов режимов сварки

Найдем глубину провара h при сварке в смеси защитных газов [10 с. 187]

$$h = 0,0081 \sqrt{\frac{q_n}{\psi_n}} \quad (17)$$

Таким образом, для глубины провара необходимо определить погонную энергию q_n:

$$q_n = \frac{I_{св} * U_g * \eta}{V_{св}} \quad (18)$$

Также для глубины провара нужно определить коэффициент формы провара ψ_{пр}, который зависит от величины сварочного тока, диаметра электрода и напряжения дуги.

$$\psi_{пр} = K^l * (19 - 0,01 * I_{св}) \frac{d_э * U_g}{I_{св}} \quad (19)$$

K^l - коэффициент, величина которого зависит от рода тока и полярности.

$$K^l = 0,367 * j^{0,1925} \quad (20)$$

Подставим данные в формулу 18 и найдем погонную энергию q_n:

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		30

$$q_n = \frac{200 \cdot 24 \cdot 0,75}{0,18} = 20000 \text{ Дж/см}$$

Подставим полученные данные в формулу 20 и найдем коэффициент k' :

$$K^l = 0,367 * 175^{0,1925} = 0,99$$

Подставим данные в формулу 19 и найдем коэффициент формы провара:

$$\Psi_{np} = 0,99(19 - 0,01 * 200) \frac{1,2 * 24}{200} = 2,42$$

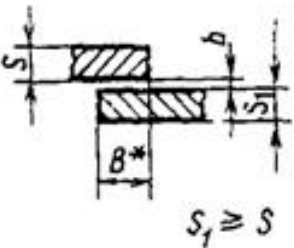
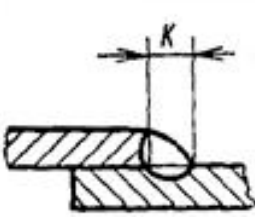
По формуле 17 получим глубину провара h :

$$h = 0,0081 \sqrt{20000/2,42} = 0,47 \text{ см} \approx 4,7 \text{ мм}$$

Глубина провара получилась оптимальная, из чего следует, что наши расчёты верны.

Расчет параметров режима сварки соединения Н1 по ГОСТ14771-76

Таблица 15 – Нахлестачное сварное соединение Н1 по ГОСТ14771-76 [13 ,40]

Форма кромок	Сварное соединение
	
S , мм	10
S_1 , мм	10
b , мм	0
Минимальное значение катета, мм	6

Исходные данные таврового сварного соединения Н1 ГОСТ 14771-76:

S (толщина металла) = 10 мм;

b (величина зазора) = 0;

S_1 (толщина металла) = 10 мм;

K_T (катет шва) = 6 мм, т.к. в угловых и тавровых соединениях, где размеры шва могут быть произвольными, катет шва делают равным половине толщине S свариваемых материалов [10].

Для нахлесточных соединений площадь поперечного сечения шва F_H , мм² определяется по формуле 10:

$$F_H = 0,5 \cdot 6^2 + 1,05 \cdot 6 = 24,3 \text{ мм}^2$$

Определение диаметра электродной проволоки

Диаметр электродной проволоки $d_{эл}$ зависит от толщины металла S и глубины проплавления h . Однако глубина проплавления зависит от величины зазора между кромками, формами подготовки кромок. Чтобы учесть эти факторы, вводим расчетную глубину проплавления h которую можно определить по таблице 16.

Таблица 16– Определение расчетной глубины проплавления при автоматической сварке

Эскиз шва и формы подготовки кромок	Формула для определения расчетной глубины проплавления
	$h_P = (0,7 \dots 1,1)K,$ $K \leq 1,2S$

h – глубина провара, мм;

K – катет шва, мм;

$S = 10$ мм.

В угловых и тавровых соединениях, где размеры шва могут быть произвольными, при двухстороннем шве катет делают равным половине толщины S свариваемых материалов. Принимаем $K = 6$ мм.

Подставив значение K в формулу 8, получим:

$$h = (0,7 \div 1,1) \cdot 6 = (4,2 \div 6,6) \text{ мм}$$

Определяем диаметр электродной проволоки:

$$d_э = 0,15 \cdot 24,3^{0,625} = 1,1 \text{ мм}$$

Принимаем $d_{э.п.} = 1,2$ мм

Рассчитываем силу сварочного тока, A

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 175 = 200 \div 230 \text{ А}$$

Принимаем $I_{св} = 200 \div 230$ А

Определяем напряжение на сварочной дуге U_d :

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot 200 = 21 \div 24 \text{ В}$$

Определяем скорость сварки $V_{св}$:

$$V_{св} = \frac{14,5 \cdot 200}{100 \cdot 7,8 \cdot 0,1} = 24 \div 27 \text{ м/ч}$$

Определяем скорость подачи проволоки $V_{пш}$:

$$V_{пш} = \frac{4 \cdot 24,7 \cdot 0,1}{3,14 \cdot 0,12^2} = 218 \text{ м/ч}$$

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		33

Определяем коэффициент наплавки – α_H :

$$\alpha_H = 14,5 \text{ г/А}\cdot\text{ч};$$

Определяем коэффициент расплавления проволоки – α_P :

$$\alpha_P = 2 + \sqrt{\frac{200}{1,2}} = 14,9 \text{ г/А}\cdot\text{ч};$$

Расчет количества затрачиваемого газа

$$q_{зг} = 0,2 * 200^{0,72} = 9,07 \text{ л/мин}$$

Таблица 17 – Режимы автоматической сварки

$d_{эп}$, мм	$I_{св}$, А	U_c , В	$V_{св}$, м/ч	$V_{шт}$, м/ч	$q_{зг}$ л/мин
1,2	200 ÷ 230	24 ÷ 27	24 ÷ 27	218	9 ÷ 10

Проверяем оптимальность расчетов режимов сварки

Найдем глубину провара h

$$h = 0,0081 \sqrt{15000/2,42} = 0,40 \text{ см} \approx 4 \text{ мм}$$

Таким образом, для глубины провара необходимо определить погонную энергию q_n :

$$q_n = \frac{200 \cdot 24 \cdot 0,75}{0,24} = 15000 \text{ Дж/см}$$

Также для глубины провара нужно определить коэффициент формы провара $\psi_{пр}$, который зависит от величины сварочного тока, диаметра электрода и напряжения дуги.

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		34

$$\Psi_{np} = 1,01(19 - 0,01 * 200) \frac{1,2 * 24}{200} = 2,42$$

K^l - коэффициент, величина которого зависит от рода тока и полярности.

$$K^l = 0,367 * 175^{0,1925} = 0,99$$

Глубина провара получилась оптимальная, из чего следует, что наши расчёты верны.

1.7 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Сварочный инвертор ARC 630 (J21) Сварог (IGBT) (380 В) (с аксессуарами) произведен на базе современной инверторной технологии транзисторов импульсной стабильной, эффективной уровнем шума в процессе сварки.

Особенности аппарата ARC 630 (J21) Сварог (IGBT) (380 В) — это высокий КПД, низкий уровень потребления энергии, мобильность, превосходные динамические свойства, стабильность горения дуги, низкий уровень напряжения холостого хода, саморегулирование мощности дуги. А также высокая эргономичность, современный дизайн, простота управления, наличие цифрового дисплея, отражающего оперативные данные по току сварки, возможность подключения пульта дистанционного управления. Уверенная работа аппарата с увеличенной длиной силовых кабелей.



Рисунок 6 - Сварочный инвертор ARC 630 (J21)

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		35

Дополнительное оборудование

Сборочно-сварочная плита 6000×2500×640.

1.8 Оборудование для автоматической сварки

Сварочный инвертор Fronius Trans Pocket 1500 TIG для сборки



Рисунок 7 - Fronius Trans Pocket 1500 TIG

Напряжение питающей сети – 230 В; КПД – 86,8% (80А);

Сетевой предохранитель – 16 А;

Пределы регулируемого тока в режиме WIG/TIG – 10-150 А;

Пределы регулируемого тока в режиме ручной сварки (ММА) – 10 – 140 А;

Класс защиты – IP21;

Продолжительность включения (ПВ) при 10 мин/40°C (104°F) – 25% — 150 А;

ПВ при 10 мин/40°C (104°F) – 100% — 80 А;

Напряжение на холостом ходу – 92 В;

Рабочее напряжение WIG/TIG – 10,4-16 В;

Рабочее напряжение в режиме ММА – 20,4-25,6 В;

Класс охлаждения – АF;

Масса оборудования – 4,7 килограмма;

Класс изоляции — В;

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		36

Класс безопасности – S.

Сварочный стенд

Сварочный стенд состоит из сварочного вращателя, сварочного робота и источника питания.



Рисунок 8 – Сварочный вращатель СВУ- 07

Вращатель сварочный горизонтальный СВУ-07 с подъемной планшайбой. Обладает грузоподъемностью 2000 кг. Подъем планшайбы 870 мм. Скорость вращения до 4 об/мин. Максимальная нагрузка 800 кг.

Вращатель сварочный горизонтальный СВУ-07 предназначен для вращения свариваемого изделия со сварочной скоростью вокруг горизонтальной оси при автоматической и механизированной сварке кольцевых швов, а также для установки изделия на маршевой скорости в положение удобное для сварки продольных швов.

Сварочный робот Fanuc Arc Mate 100iC/8L



Рисунок 9 - Fanuc Arc Mate 100iC/8L

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		37

Робот для дуговой сварки Fanuc Arc Mate 100iC/8L разработан специально для дуговой сварки. Это обновленный робот-сварщик, отличающийся более тонкой и легкой рукой, по сравнению с аналогами.

Преимущества заключаются в большой рабочей зоне и высокоэффективном перемещении, которые дополнены позиционированием без вибраций, а так же быстрым ускорением и замедлением. Устройство ARC Mate 100iC/8L теперь потребляет значительно меньше энергии и имеет эффективную модульную конструкцию.

Характеристики:

- Тип робота: Универсальный, предназначен для дуговой сварки, имеет полое запястье
- Число степеней свободы: 6
- Достигаемость: 2028 мм
- Грузоподъемность: 8 кг
- Точность \ повторяемость: 0.08 мм
- Вес манипулятора: 150 кг
- Степень защиты IP: IP54

Сварочный источник LORCH S-RoboMIG



Рисунок 10 - Сварочный источник LORCH S-RoboMIG

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		38

Источники питания для роботизированной сварки мощностью от 25 до 500 А. Данные аппараты были построены на основе импульсных аппаратов серии S. Они имеют схожую с аппаратами серии S концепцию управления, что позволяет легко и быстро разобраться в управлении данными источниками.

Устройство прижимное вертикальное



Рисунок 11 - Устройство прижимное вертикальное

Таблица 18 – Основные технические характеристики прижимного устройства

Тип	Усилие ручное, Н	Зажимное усилие F3, Н	Прижимная сила F1, Н
K0067	500	1850	15000

1.9 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИИ

Контроль качества шва необходимо производить для выявления наружных дефектов шва.

Для выявления наружных дефектов используем визуально-измерительный контроль шва и МПД (магнитно-порошковая дефектоскопия). Визуально — измерительный контроль (ВИК) сварных швов — это внешний осмотр достаточно крупных сварных конструкций, как невоору-

женным глазом, так и при помощи различных технических приспособлений для выявления более мелких дефектов, не поддающихся первоначальной визуализации, а также с использованием преобразователей визуальной информации в телеметрическую. ВИК относится к органолептическим (проводится органами чувств) методам контроля и осуществляется в видимом спектре излучений. Визуальное обследование в поисках теоретических дефектов производят с внешней стороны сварного шва, где при их обнаружении можно выполнить минимальные измерения с помощью оптических приборов и инструментов, заключить акт визуального осмотра.

Магнитопорошковый контроль (МПД). Для обнаружения дефекта на поверхность контролируемого изделия наносят магнитный порошок. После намагничивания детали частички порошка соединяются в цепочку, а над дефектом они скапливаются под действием результирующей силы.

МПД предназначен для выявления тонких поверхностных и подповерхностных нарушений сплошности металла - дефектов, распространяющихся вглубь изделий. Такими дефектами могут быть трещины, волосовины, надрывы, флокены, непровары, поры. Чувствительность МПД определяется магнитными характеристиками материала контролируемого изделия, шероховатостью поверхности контроля, ориентацией намагничивающих полей по отношению к плоскости дефекта, качеством дефектоскопических средств и освещенностью контролируемой поверхности.

Виды наружных дефектов: перекося и смещение кромок, неравномерное сечение шва по ширине и толщине, подрезы кромок основного металла, прожоги, не провары, незавершенные углубления швов, наружные трещины в шве, основном металле и др.

1.10 Технологическая последовательность изготовления траверсы линейной

Таблица 19 – Технология изготовления траверсы линейной

№ операции	Наименование операции	Содержание операции	Используемое оборудование и режимы
1	2	3	4
1	Заготовительная	Раскройка листа на заготовки Листы стандартных размеров 6000×1500×10мм, 6000×1500×20мм. Транспортируемый металл проверяется на наличие окалины, ржавчины и других загрязнений	Плазменной установки Durma серии PL 7650x4900x1928A
2	Транспортировка	Транспортировать заготовки на сборочно-сварочные участки	-Кран мостовой 4 т.
3	Контрольная	Провести контроль подготовки габаритных размеров	-комплект измерительных приборов ГОСТ 7644-80: -рулетка с диапазоном измерений от нуля до 10000мм
4	Сборка	В сварочный вращатель устанавливаем швеллера, между ними кладем уши и выполняем прихватки L=25 мм шаг 250 мм. Поворачиваем изделие на 90 и кладем листы по чертежным размерам и выполняем прихватки L=25 мм шаг 250 мм.	Сварочный вращатель СВУ- 07. Fronius Trans Pocket 1500 TIG. Электроды УОНИ-13/55 Ø 4 мм, прихватки на I=180 А.
5	Сварка	Выполнить сварку сварным швом по ГОСТ указанный в чертеже;	Сварочный робот Fanuc Arc Mate 100iC/8L; Сварочный вращатель СВУ- 07; Сварочный источник LORCH S-RoboMIG Режимы для сварки швов ТЗ: I _{св} = 200÷230 А; U=21÷24 В; V _{св} =18÷21 м/ч; d _з =1,2 мм; V _{шп} = 325 м/ч. Режимы для сварки швов Н1: I _{св} = 200÷230 А; U=24 В; V _{св} =24÷27 м/ч; d _з =1,2 мм; V _{шп} = 219 м/ч.
6	Зачистка	Провести зачистку сварного шва	Шлифовальная машинка Bosch GWS26-230 JBVe, круг шлифовальный веерный лепестковый на шпильке
7	Контрольная	Выполнить визуально-измерительный	Катетомер МС-3-16, рулетка

Вывод: В технологической части разработан проектируемый вариант на основе анализа базового варианта технологического процесса изготовле-

ния траверсы линейной, при помощи автоматической сварки в среде защитного газа. Выбрали способ сварки, сварочные материалы, рассчитали режимы сварки, определились со сварочным оборудованием, так же разработали технологию последовательного изготовления изделия.

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		42

2 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки траверсы линейной, изготавливаемого из стали марки 09Г2С с применением автоматической сварки в среде углекислого газа.

По базовому варианту работа выполнялась ручной дуговой сваркой. При этом для сборки и сварки использовалась сварочная установка, в состав которой входили: сварочный инвертор *ARC 630 (J2)*, сварочная плита.

Проектируемая технология предполагает замену ручной дуговой сварки траверсы линейной на автоматическую сварку в среде углекислого газа.

2.1 Определение капиталобразующих инвестиций

2.1.1 Определение технологических норм времени на сварку

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

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

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

$t_{осн}$ – основное время, ч.;

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

$t_в$ – вспомогательное время, ч.;

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

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

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

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		43

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

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

$V_{св}$ – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч, $V_{св} = 18$ м/ч;

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

Определяем основное время по формуле (22) для обоих вариантов

$$t_{осн} = \frac{9,9}{5} = 1,98 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{9,9}{18} = 0,55 \text{ ч.}$$

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

$$t_{пз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{пз} = \frac{1,98 \cdot 10}{100} = 0,198 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{пз} = \frac{0,55 \cdot 10}{100} = 0,055 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

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

$$t_в = t_э + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл}$$

(23)

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		44

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

$$t_3 = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ ч.}$$

Согласно общемашиностроительным нормативам времени на ручную дуговую сварку примем:

$$t_3 = 0,018 \text{ м}$$

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 принимаем = 1;

$L_{шв}$ – длина шва, м, $L_{шв} = 9,9 \text{ м}$

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле (24) для обоих вариантов

$$t_{кр} = 9,9 \cdot (0,6 + 1,2) = 17,82 \text{ мин.} = 0,297 \text{ ч.}$$

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

Время на установку, поворот и снятие изделия ($t_{уст}$) зависит от его массы, данные указаны в таблице 20.

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		45

Таблица 20 – 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	от 100
	Время, мин						
	вручную				краном		
Установить, повернуть, снять сборочную единицу и отнести на место складирования	1,30	3,00	4,30	6,00	5,20	6,30	8,40

$$t_{уст} = 0,14 \text{ ч.}$$

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

$$t_g = 0,083 + 0,297 + 0,297 + 0,21 + 0,14 = 1,027 \text{ ч.}$$

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

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

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) по формуле (28) для обоих вариантов.

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 1,98 = 0,1386 \text{ ч.}$$

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 0,55 = 0,0385 \text{ ч.}$$

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 (26) для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_n = 0,07 \cdot 1,98 = 0,1386 \text{ ч.}$$

$$t_n = 0,07 \cdot 0,55 = 0,0385 \text{ ч.}$$

Таким образом, расчет общего времени $T_{шт-к}$ на выполнение сварочной операции по обоим вариантам производим по формуле: (21)

$$T_{шт-к} = 1,98 + 0,198 + 1,027 + 0,1386 + 0,1386 = 3,4822 \text{ ч.}$$

$$T_{шт-к} = 0,55 + 0,055 + 1,027 + 0,0385 + 0,0385 = 1,709 \text{ ч.}$$

$$T_{шт-к} = 3,4822 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{шт-к} = 1,709 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

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

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

где N – годовая программа, *шт.*, в нашем случае $N = 1000 \text{ шт.}$

$$T_{произв. пр.} = 3,4822 \cdot 1000 = 3482 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{произв. пр.} = 1,709 \cdot 1000 = 1709 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		47

2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса. Рассчитывается количество единиц оборудования по операциям техпроцесса, C_p :

$$C_p = \frac{T_{\text{произв.пр.}}}{\Phi_\delta \cdot K_H} \cdot 100 \quad (28)$$

где Φ_δ – действительный фонд времени работы оборудования, час. ($\Phi_\delta = 1914$ час.);

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

$$C_p = \frac{3482}{1914 \cdot 1,2} = 1,5; \text{ примем } C_{II} = 2 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_p = \frac{1709}{1914 \cdot 1,2} = 0,7; \text{ примем } C_p = 1 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

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

Расчёт коэффициента загрузки оборудования производится по формуле:

$$K_z = \frac{C_p}{C_{II}} \quad (29)$$

где K_z – коэффициент загрузки оборудования;

C_p – количество оборудования по операциям техпроцесса, шт.;

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		48

C_{II} – принятое количество оборудования, шт.

$$K_3 = \frac{1,5}{2} = 0,75 \text{ (базовый вариант);}$$

$$K_3 = \frac{0,7}{1} = 0,7 \text{ (проектируемый вариант).}$$

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 21.

Таблица 21 – Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Годовая производственная программа выпуска	шт.	1000	1000
Сварочный инвертор ARC 630 Ц _{онт}	руб./шт.	120700	-
Сборочно-сварочная плита	руб./шт.	518000	-
Установка сборки и сварки	руб./шт.		3520101
Сталь 09Г2С, Ц _{к.м}	руб./т	189000	189000
Сварочные электроды УОНИ 13/55 Ø 5 мм, Ц _{о.р.м}	руб./кг	49	-
Сварочная проволока Св-08Г2С, Ø 1,2 мм,	руб./кг	-	120
Тариф на электроэнергию, Ц _{эл}	руб./кВт-час.	4,25	4,25
Длина сварного шва	м	9,9	9,9
Положение шва	-	нижнее	нижнее
Условия выполнения работы	-	стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	4	4
Тарифная ставка, Т _{ст}	руб.	105	119
Масса конструкции	т	0,254	0,254

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

$$K_{обj} = C_{обj} \cdot (1 + K_{мз}), \text{ руб.} \quad (30)$$

где $C_{обj}$ – цена приобретения единицы используемого оборудования, руб.;

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

Базовый вариант:

$$K_{обj} = 638700 \cdot (1 + 0,12) = 715344 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$K_{обj} = 3520101 \cdot (1 + 0,12) = 3942513,12 \text{ руб.}$$

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

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

где $K_{обj}$ – балансовая стоимость используемого оборудования, руб.;

$C_{Пj}$ – принятое количество используемого оборудования, шт.;

$K_{зj}$ – коэффициент загрузки используемого оборудования, $K_{зj} = 1$.

$$K_{об} = 715344 \cdot 2 \cdot 1 = 1430688 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{об} = 3942513,12 \cdot 1 \cdot 1 = 3942513,12 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 22.

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		50

Таблица 22 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Оптовая цена единицы оборудования, руб.	638700	3520101
Количество единиц оборудования, шт.	2	1
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	715344	3942513,12
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	1430688	3942513,12

2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций

Расчет технологической себестоимости

В общем случае технологическая себестоимость (C_T) складывается из суммы затрат в основном производстве, обусловленных расходом ресурсов в процессе проведения технологических операций:

$$C_T = MЗ + З_о + З_{пр}, \quad (32)$$

$$C_T = 7913,86 + 229,12 + 2130,87 = 10273,85$$

$$C_T = 8203,05 + 143,2 + 1169,76 = 9516,01$$

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

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

$$MЗ = C_{о.м} + C_{эн} + C_{др}. \quad (33)$$

где $C_{о.м}$ - 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.

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

$$C_{о.м} = [C_{к.м} + C_{св.пр.} + (C_{зг} + C_{св.фл.})] \cdot K_{тр} \quad (34)$$

$$C_{о.м} = (6781,8 + 333,7) \cdot 1,08 = 7684,74 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{о.м} = (6781,8 + 681,03) \cdot 1,08 = 8059,85 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

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

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

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 09Г2С.

$$C_{к.м} = m_k \cdot Ц_{к.м} \quad (35)$$

где m_k – масса конструкции, т;

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

$$C_{к.м} = 0,254 \cdot 26700 = 6781,8 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 6781,8 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

Расчет затрат на электродную проволоку Св-08Г2С, Ø 1,2 мм проводим по формуле:

$$C_{св.пр} = M_{нм} \cdot \psi \cdot Ц_{с.п.} \cdot K_{тр}, \text{ руб.} \quad (36)$$

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		52

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

ψ - коэффициент разбрызгивания электродного металла при сварке под флюсом принимаем = 0

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

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

Исходные данные для расчетов:

$$L_{\text{шв}} = 9,9 \text{ м} = 990 \text{ см}$$

$$F_{\text{нм}} = 9,9 \text{ мм}^2 = 0,099 \text{ см}^2.$$

$$V_{\text{нм}} = 990 \cdot 0,70 = 693 \text{ см}^3.$$

$$M_{\text{нм}} = 693 \cdot 7,8 = 5405,4 \text{ г}$$

Принимаем = 5,405 кг

Производим расчеты $C_{\text{св.пр}}$ на изготовление одной металлоконструкции по формуле (36):

$$C_{\text{св.пр}} = 5,405 \cdot 1,2 \cdot 49 \cdot 1,05 = 333,7 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{\text{св.пр}} = 5,405 \cdot 120 \cdot 1,05 = 681,03 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Статья «Топливо и энергия на технологические цели» ($C_{\text{эн}}$, 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

$$Z_3 = \alpha_3 \cdot W \cdot C_3, \text{ руб} \quad (37)$$

где α_3 – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт·ч/кг;

W – расход электроэнергии, кВт·ч;

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		53

$\Pi_{\text{Э}}$ – цена за 1 кВт/ч; $\Pi_{\text{Э}} = 4,25$ кВт/ч.

Для укрупнённых расчётов величину α_3 можно принимать равной:

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

Произведя расчеты по формуле (37), получим:

$$З_3 = 8 \cdot 6,739 \cdot 4,25 = 229,12 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_3 = 5 \cdot 6,739 \cdot 4,25 = 143,2 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Материальные затраты (МЗ, руб.) рассчитываются по формуле (33)

По базовому варианту:

$$МЗ = 7684,74 + 229,12 = 7913,86 \text{ руб.}$$

По проектируемому варианту:

$$МЗ = 8059,85 + 143,2 = 8203,05 \text{ руб.}$$

Расчет численности производственных рабочих

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

$$\text{Ч}_{\text{ор}} = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_{\text{др}} \cdot K_B} \quad (38)$$

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

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

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

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		54

$$C_{op} = \frac{3482}{1870 \cdot 1,1} = 1,7 \text{ примем } C_{OP} = 2 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$C_{op} = \frac{1709}{1870 \cdot 1,1} = 0,83 \text{ примем } C_{op} = 1 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

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

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

Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды

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

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

$$Z_{np} = Z_{П_0} + Z_{П_д}, \quad (39)$$

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

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

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

$$Z_{np} = P_{сд} \cdot K_{np} \cdot K_{д} \cdot K_{сс} + D_{вр}, \quad (40)$$

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

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

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

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

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

Тарифная ставка зависит от квалификации сварщика: T_{cm} сварщика ручной дуговой сварки - 105 руб./час, T_{cm} сварщика автоматической сварки - 119 руб./час.

Рассчитанное:

$$T_{шт-к} = 3,48 \text{ ч.} = 208,8 \text{ мин. (базовый вариант);}$$

$$T_{шт-к} = 1,7 \text{ ч.} = 102 \text{ мин. (проектируемый вариант).}$$

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

$$P_{cd} = \frac{T_{cm} \cdot T_{шт-к}}{60}, \quad (41)$$

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

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

$$P_{cd} = \frac{105 \cdot 208,8}{60} = 365,4 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{cd} = \frac{119 \cdot 102}{60} = 202,3 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле:

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		56

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

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

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

$T_{вр}$ – время работы во вредных условиях труда, мин.

$T_{вр} = T_{шт-к}$ (0,1 ...0,31), мин.; Коэффициент в пределах (0,10...0,31).

$$D_{вр} = \frac{105 \cdot 208,8 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,73 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$D_{вр} = \frac{119 \cdot 102 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,40 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

$$З_{пр} = 365,4 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 + 0,73 = 855,76 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{пр} = 202,3 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 + 0,40 = 473,78 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

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

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

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

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

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

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

$K_{сс} = 1,3$.

$$ЗП_{д} = 1,13 \cdot 855,76 \cdot 1,3 = 1257,11 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$ЗП_{д} = 1,13 \cdot 473,78 \cdot 1,3 = 695,98 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		57

Расходы на заработную плату основных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, рассчитанные по формуле (39), составляют:

$$Z_{np} = 855,76 + 1257,11 = 2130,87 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{np} = 473,78 + 695,98 = 1169,76 \text{ руб. (проектный вариант).}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости C_T изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ($N= 1000$ шт.) в таблицу 23.

Таблица 23 – Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Затраты на основные материалы, $C_{ом}$, руб.	7684740	8059740
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{эн}$, руб.	229120	143200
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $Z_{пр}$, руб.	2130870	1169760
Технологическая себестоимость годового выпуска, C_T , руб.	10273850	9516010

2.3 РАСЧЕТ ПОЛНОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ ИЗДЕЛИЯ

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

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

$$C_{ПР} = C_T + P_{np} + P_{хоз} \quad (44)$$

где C_T – технологическая себестоимость, руб.;

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

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

Общепроизводственные расходы определяются по формуле:

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

где C_A – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

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

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

В статью «Общепроизводственные расходы» (P_{np} , 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 (46) затраты на амортизацию при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, приходящиеся на одно изделие:

$$C_A = \frac{K_{об} \cdot H_A \cdot n_o \cdot T_{шт-к}}{100 \cdot \Phi_D \cdot K_B} \cdot K_O \quad (46)$$

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

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		59

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, $K_B = 1,1$.

$$C_A = \frac{715344 \cdot 14,7 \cdot 2 \cdot 3,48}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 343,62 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_A = \frac{3942513,12 \cdot 14,7 \cdot 1 \cdot 1,7}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 467,95 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования

Рассчитываем по формуле:

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot D}{100} \quad (47)$$

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

D принимается равным 3 %.

$$C_p = \frac{1430688 \cdot 3}{100} = 42920,64 \text{ руб.}$$

На производственную программу или 42,9 руб в расчете на одно металлоизделие (42920,64 руб./1000), - базовый вариант;

$$C_p = \frac{3942513,12 \cdot 3}{100} = 118275,39 \text{ руб.}$$

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		60

На производственную программу или 118,2 руб./на металлоконструкцию (104770,26 /1000 шт), - проектируемый вариант.

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

$$P_{\text{ПР}}^* = \frac{\%P_{\text{ПР}} \cdot 3\Pi_0}{100} \quad (48)$$

где $3\Pi_0$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

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

$$P_{\text{ПР1}}^* = \frac{855,76 \cdot 10}{100} = 85,57 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ПР2}}^* = \frac{473,78 \cdot 10}{100} = 47,37 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (45):

$$P_{\text{ПР}} = 343,62 + 42,9 + 85,57 = 472,09 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ПР}} = 467,95 + 118,2 + 47,37 = 633,52 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

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

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		61

рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле (49).

$P_{ХОЗ}$ при изготовлении одной металлоконструкции:

$$P_{ХОЗ} = \frac{\%P_{ХОЗ} \cdot ЗП_o}{100} \quad (49)$$

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

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

$$P_{ХОЗ} = \frac{25 \cdot 855,76}{100} = 213,94 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{ХОЗ} = \frac{25 \cdot 473,78}{100} = 118,44 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Производственная себестоимость годового выпуска металлоконструкций при базовом и проектируемом варианте технологии, $C_{ПР}$ рассчитывается по формуле (44):

$$C_{ПР} = 10273850 + 472090 + 213940 = 10959880 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$C_{ПР} = 9516010 + 633520 + 118440 = 10267970$ руб. (проектируемый вариант).

Расчет коммерческих расходов.

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

$$P_K = \frac{\% P_K \cdot C_{ПР}}{100} \quad (50)$$

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		62

где %Рк – процент коммерческих расходов от производственной себестоимости, %Рк - 0,1-0,5%.

$$P_k = \frac{0,1 \cdot 10959880}{100} = 10959,88 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_k = \frac{0,1 \cdot 10267970}{100} = 10267,97 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций (C_{Π}) включает затраты на производство ($C_{\Pi P}$) и коммерческие расходы (P_k) и рассчитывается по формуле :

$$C_{\Pi} = C_{\Pi P} + P_k, \quad (51)$$

где P_k – коммерческие расходы, руб.

$$C_{\Pi} = 10959880 + 10959,88 = 10970839,9 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\Pi} = 10267970 + 10267,97 = 10278238 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 24.

Таблица 24 – Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Базовый вариант 1000 шт	В расчете на металлоконструкцию	Проектируемый вариант 1000 шт	В расчете на металлоконструкцию	Отклонения
1	2	3	4	5	6
1. Материальные затраты, МЗ:	7913860	7913,86	8203050	8203,05	289190
2. Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, Зпр	2130870	2130,87	1169760	1169,76	-961110
3. Технологическая себестоимость Ст, руб.	10273850	10273,85	9516010	9516,01	-757840

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		63

Окончание таблицы 23

1	2	3	4	5	6
4. Общепроизводственные расходы, Р _{ПР}	472090	472,09	633520	633,52	161430
5. Общехозяйственные расходы, Р _{ХОЗ}	213940	213,94	118440	118,44	-95500
6. Производственная себестоимость, С _{ПР}	10959880	10959,8	10267970	10267,9	-691910
7. Коммерческие расходы, Р _К ,	10959,88	10,95	10267,97	10,26	-691,91
8. Полная себестоимость, С _П	10970839,9	10970,8	10278238	10278	-692601,9

2.4 Расчет основных показателей сравнительной эффективности

Расчет основных показателей сравнительной эффективности проводим по варианту Б, как случай проектирования конструкторско-технологических усовершенствований, обеспечивающих выполнение сварочных работ для металлоконструкций, используемых в качестве товарной продукции, т.е. - реализуемой на сторону. Годовой выпуск продукции составляет 1000 шт.

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

$$\Delta C = (C_{T1} - C_{T2}) N, \quad (52)$$

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 (52):

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		64

$$\Delta C = (10273,85 - 9516,01) \cdot 1000 = 757,84 \text{ тыс. руб.}$$

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

Расчет прибыли от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, П, руб. рассчитываем по формуле (55).

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Ц, руб.) по формуле (56) 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.

$$Ц = C_{\Pi} * K_p \quad (53)$$

$$Ц_1 = 10970,8 \cdot 1,3 = 14262,04 \text{ руб.}$$

$$Ц_2 = 10278,2 \cdot 1,5 = 15417,3 \text{ руб.}$$

Рассчитываем выручку от реализации годового объема металлоизделий (В) по формуле (54) по базовому и проектируемому вариантам:

$$В = Ц * N \quad (54)$$

$$В_1 = 14262,04 \cdot 1000 = 14262040 \text{ руб.}$$

$$В_2 = 15417,3 \cdot 1000 = 15417300 \text{ руб.}$$

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой (55) по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		65

$$\Pi = B - C_{\Pi} \quad (55)$$

$$\Pi_1 = 14262040 - 10970839,9 = 3291200,1 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 15417300 - 10278238 = 5139062 \text{ руб.}$$

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

$$\Delta\Pi = \Pi_2 - \Pi_1 \quad (56)$$

$$\Delta\Pi = 5139062 - 3291200,1 = 1847861,9 \text{ руб.}$$

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций, $N_{кр}$) проводим по формуле (57) по базовому и проектируемому вариантам:

$$N_{кр} = \frac{C_{пост}}{\Pi - C_{пер}} \quad (57)$$

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

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

Π - отпускная цена металлоконструкции, руб./изделие;

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

$$N_{кр1} = \frac{10970839,9 - 10273850}{14262,04 - 10273,85} = 175 \text{ шт.}$$

$$N_{кр2} = \frac{10278238 - 9516010}{15417,3 - 9516,01} = 129 \text{ шт.}$$

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		66

Расчет рентабельности продукции, R , проводим по формуле:

$$R = \frac{\Pi}{C_n} \quad (58)$$

$$R_1 = \frac{3291200,1}{10970839,9} \cdot 100 = 30 \%$$

$$R_1 = \frac{5139062}{10278238} \cdot 100 = 50 \%$$

Расчет производительности труда (выработка в расчете на 1 производственного рабочего (в базовых ценах), тыс. руб./чел.), $\Pi_{тр}$ производим по формуле (59) соответственно по базовому и проектируемому вариантам:

$$\Pi_{тр} = \frac{B}{Ч_{ор}} \quad (59)$$

$$\Pi_{мп1} = \frac{14262040}{2} = 7131020 \text{ руб./чел.} = 7131,02 \text{ тыс. руб./чел.}$$

$$\Pi_{мп2} = \frac{15417300}{1} = 15417300 \text{ руб./чел.} = 15417,3 \text{ тыс. руб./чел.}$$

Расчет срока окупаемости капитальных вложений, T_o производим по формуле (60):

$$T_o = \frac{\Delta K_d}{\Delta \Pi} \quad (60)$$

$$T_o = \frac{3942513,12}{1847861,9} = 2,1 \text{ года}$$

где ΔK_d – дополнительные капитальные вложения, руб.;

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

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

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		67

25, которая может быть представлена в качестве иллюстративного материала при защите ВКР

Таблица 25 – Техничко-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	Годовой выпуск продукции, N	шт.	1000	1000	
2	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	14262040	15417300	1155260
3	Капитальные вложения, К	руб.	1430688	3942513	37994825
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, С _т	руб.	10273,85	9516,01	-757,84
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, С _п	руб.	10970839,9	10278238	697601,9
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	3291200,1	5139062	1847869,9
7	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	2	1	-1
8	Рентабельность продукции, R	%	30	50	20
9	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (Т _{ок})	лет	2,1		
10	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	175	129	46

Вывод: Предложенный в проекте технологический способ сварки металлоизделия эффективен. В сфере производства изделия экономия по себестоимости обеспечена лишь за счет сокращения доли общепроизводственных и общехозяйственных расходов в удельной себестоимости металлоизделия, поскольку эти затраты, оставаясь неизменными в целом по предприятию, списываются на себестоимость изделий пропорционально заработной плате производственных рабочих, численность которых в проектируемом варианте сократилась на 1 человека.

3 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки траверсы линейной с использованием автоматической сварки. В процессе разработки предложено заменить ручную дуговую сварку на автоматическую. В технологическом разделе предложена замена оборудования на современное, т.е. предложено использование автоматов для производства сварных конструкций. Это в свою очередь предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт такого оборудования.

К сборке-сварке по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» не ниже 5-го разряда. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по специальности «Электросварщик ручной дуговой сварки» 4-го разряда. В связи с этим целесообразно разработать программу повышения квалификации рабочих сварочной специализации и провести повышение квалификации в рамках данного промышленного предприятия.

Целью методической части дипломного проекта является разработка учебно-программной документации для подготовки рабочих сварочного производства, с участием которых возможна реализация спроектированной в дипломном проекте технологии в условиях промышленного предприятия.

3.1 Анализ квалификационных характеристик

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

онных разрядов содержатся в Едином тарифно-квалификационном справочнике (ЕТКС) работ и профессий.

Изучены квалификационные характеристики по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах » 5-го разряда и «Электросварщик ручной дуговой сварки» и 4-го разряда.

Квалификационная характеристика рабочего по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 5-го разряда:

Характеристика работ. Автоматическая и механизированная сварка с использованием плазмотрона сложных аппаратов, узлов, конструкций и трубопроводов из различных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов, в том числе титановых, на универсальных многодуговых и многоэлектродных автоматах и полуавтоматах, а также на автоматах, оснащенных телевизионными, фотоэлектронными и другими специальными устройствами, автоматических манипуляторах (роботах). Механизированная сварка с использованием плазмотрона строительных и технологических конструкций, работающих под динамическими и вибрационными нагрузками, и конструкций сложной конфигурации при выполнении сварных швов в потолочном положении и на вертикальной плоскости. Сварка экспериментальных конструкций из металлов и сплавов с ограниченной свариваемостью. Сварка конструкций в блочном исполнении во всех пространственных положениях сварного шва.

Должен знать: конструкции электросварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и машин; электрические и кинематические схемы сложных автоматов, плазмотронов и машин, причины их наиболее вероятных неисправностей, способы их устранения; методы контроля, способы и методы испытания сварных соединений ответственных конструкций; принципиальное устройство электронных схем управления; правила обучения роботов и работы с робототехническими комплексами; разновидности сплавов, их сварочные и механические свойства; виды коррозии и факторы, вызывающие ее;

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		70

основные виды термической обработки сварных соединений; основы металлографии сварных швов.

Примеры работ

На автоматических машинах:

Сварка

1. Аппараты и сосуды из углеродистых и легированных сталей, работающих под давлением, и легированных сталей, работающих без давления.
2. Арматура несущих железобетонных конструкций: фундаменты, колонны, перекрытия.
3. Баки уникальных мощных трансформаторов.
4. Балки и траверсы тележек кранов и балансиры.
5. Балки пролетные мостовых кранов грузоподъемностью менее 30 т.
6. Балки хребтовые, шкворневые, буферные, рамы тележек локомотивов и вагонов.
8. Блоки строительных и технологических конструкций из листового металла: воздухонагреватели, скрубберы, кожухи доменных печей, сепараторы, реакторы, газоходы доменных печей.
9. Блоки цилиндров и водяные коллекторы дизелей.
10. Колонны, бункеры, стропильные и подстропильные фермы, балки, эстакады.
11. Конструкции радиомачт, телебашен и опор ЛЭП - сварка в стационарных условиях.
12. Корпуса головок, траверсы, основания и другие сложные узлы прессов и молотов.
13. Корпуса врубовых, погрузочных машин, угольных комбайнов и шахтных электровозов.
14. Лопасты гребных винтов - приваривание к ступице и приваривание наделок.
15. Мачты, вышки буровые и эксплуатационные.
16. Рамы и узлы автомобилей, дизелей и сельскохозяйственных машин.

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		71

17. Рукава металлические.

18. Стыки выпусков арматуры элементов несущих железобетонных конструкций.

19. Трубопроводы наружных и внутренних сетей газоснабжения низкого давления.

20. Трубопроводы наружных и внутренних сетей газоснабжения среднего и высокого давления - сварка в стационарных условиях.

21. Трубопроводы технологические III и IV категорий (групп), а также трубопроводы пара и воды III и IV категорий.

22. Шины, ленты, компенсаторы к ним из цветных металлов.

Приваривание и наплавление

1. Аппараты засыпные доменных печей, валки прокатных станов - наплавление.

2. Винты гребные, лопасти турбин, блоки цилиндров двигателей - наплавление дефектов.

Квалификационная характеристика рабочего по профессии: «Электросварщик ручной дуговой сварки» и 4-го разряда:

Характеристика работ. Ручная дуговая и плазменная сварка средней сложности деталей аппаратов, узлов, конструкций и трубопроводов из конструкционных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов и сложных деталей, узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых сталей во всех пространственных положениях сварного шва. Ручная кислородная резка (строгание) сложных деталей из высокоуглеродистых, специальных сталей, чугуна и цветных металлов, сварка конструкций из чугуна. Наплавление нагретых баллонов и труб, дефектов деталей машин, механизмов и конструкций. Наплавление сложных деталей, узлов и сложных инструментов. Чтение чертежей сложных сварных металлоконструкций.

Должен знать: устройство различной электросварочной аппаратуры; особенности сварки и дуговой резки на переменном и постоянном токе; технологию сварки изделий в камерах с контролируемой атмосферой; основы

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		72

электротехники в пределах выполняемой работы; способы испытания сварных швов; виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения; принципы подбора режима сварки по приборам; марки и типы электродов; механические свойства свариваемых металлов.

Примеры работ

1. Аппараты, сосуды, емкости из углеродистой стали, работающие без давления, - сварка.
2. Арматура несущих железобетонных конструкций - сварка.
3. Баки трансформаторов - приваривание патрубков, сварка коробок под выводы, коробок охладителей, установок тока и крышек баков.
4. Баллеры руля, кронштейны гребных валов - наплавление.
5. Гарнитура и корпуса горелок котлов - сварка.
6. Детали из чугуна - сварка, наплавление с подогревом и без подогрева.
7. Камеры рабочих колес гидравлических турбин - сварка и наплавление.
8. Каркасы промышленных печей и котлов ДКВР - сварка.
9. Картеры моторов - сварка.
10. Коллекторы газовыхлопные и трубы - сварка и подваривание.

Сварка электродуговая

На основании данного сравнения квалификационных характеристик возможна разработка программы повышения квалификации рабочих по профессии «Электросварщик ручной дуговой сварки» не ниже 5-го разряда.

3.2 РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО ПЛАНА ПЕРЕПОДГОТОВКИ

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

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		73

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

Исходя из сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах», который представлен в таблице 26. Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 26 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 5-го квалификационного разряда

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

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

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

Таблица 27 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

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

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

3.4 РАЗРАБОТКА ПЛАНА - КОНСПЕКТА УРОКА

В рамках теоретического обучения по предмету «Спецтехнология» нами разработана методика проведения урока.

Тема урока «Устройства и принцип работы сварочного робота Fanuc Arc Mate 100iC/8L»

Цели занятия:

Обучающая: Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного робота Fanuc Arc Mate 100iC/8L, их назначении и принципе работы.

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

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

Тип урока: урок новых знаний.

Методы обучения: словесный, наглядный, объяснительно иллюстративные методы.

Дидактическое обеспечение занятия:

– плакаты «Конструкция сварочного автомата Fanuc Arc Mate 100iC/8L»

Структура урока:

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

План-конспект

Таблица 28- План-конспект

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 5мин.	Здравствуйте, садитесь, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для автоматической сварки» Тема занятия: «Устройства и принцип	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения

работы

Продолжение таблицы 28

1	2	3
нового материала 5 мин	сварочного робота Fanuc Arc Mate 100iC/8L» Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного робота Fanuc Arc Mate 100iC/8L, их назначении и принципе работы»	темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Актуализация опорных знаний 10 мин.	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.	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.
Изложение нового материала 35минут	Хорошо! Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану: Основные узлы и механизмы сварочных автоматов; Сварочными роботами принято называть полностью автоматизированные системы для выполнения сварочных работ с возможностью программирования. Основные задачи, которые преследует роботизация — это вывод человека из сварочной зоны, полная автоматизация производства, а значит и повышение производительности в несколько раз. В настоящее время широко применяется автоматическая сварка. Это объясняется большой производительностью, качеством шва и экономически целесообразным решением. Автоматическая сварка широко применяется на конвейерных линиях в машиностроении при сварке корпусов всех видов транспортных средств и строительно-монтажных конструкций при их предварительной сборке и сварке и т. д. Давайте рассмотрим основные узлы ро-	Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение. По мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы автомата.

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

Продолжение таблицы 28

1	2	3
	 <p>Сварочный робот состоит из механической части (собственно робота) и системы управления. Механическая часть робота имеет подвижную руку и шарнирную кисть, в захвате которой закрепляется рабочий инструмент. Сварочный робот, дополнительно комплектуется необходимым сварочным оборудованием. Например, сварочный робот для дуговой сварки в защитном газе имеет сварочную горелку, механизм подачи проволоки, кассету, газовую аппаратуру, источник питания сварочного тока. В этом случае в качестве рабочего инструмента робота используется сварочная горелка (при дуговой сварке) или сварочные клещи (при контактной точечной сварке). Механизм функционирует по определённой программе, и может быть перепрограммирован. Важный классификационный признак сварочных роботов – это число степеней свободы, то есть подвижность их руки. С увеличением количества степеней свободы сварочного манипулятора, усложняются производственные задачи, которые сможет выполнить этот механизм. Важно, что прообраз такого устройства – это человеческая рука, обладающая 37 подвижностями. Однако это большое число, которое большинству сварочных роботов просто не требуется, так как выполняемые им операции не многочисленны. Наличие трёх – восьми степеней свободы считается достаточным. Устройства для выполнения</p>	<p>Вместе разбираем, из чего состоит сварочный робот, сколько степеней свободы у него есть. Учащиеся записывают.</p>

	сварочных работ могут быть стандартного типа или могут производиться под конкретный заказ, исходя из технических требований заказчика.	
--	--	--

Окончание таблицы 28

1	2	3
Выдача домашнего задания. 5 минут	Теперь запишем домашнее задание: повторить из каких узлов состоит сварочный робот и сколько степеней свободы имеет.	Разбираем домашние задание, что нужно повторить к следующей теме.

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

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

Считаем, что данную разработку, возможно, использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

4 Безопасность и экологичность проекта

4.1. Безопасность труда

В данном разделе проекта освещаются вопросы безопасности работы на производстве. Человек как на производстве, так и вне его сталкивается с опасными факторами (техническими, антропогенными и др.)

Прогресс ведет к усложнению системы взаимодействия между человеком и техникой, поэтому, с усложнением техники параллельно следует рассматривать вопросы обеспечения безопасности производства, его влияния на природную среду и организм человека, а также прогнозирование, разработка мероприятий по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуации.

Для предприятия важно увеличивать прибыль, а для этого нужно повышать объём и качество продукции, что подразумевает под собой повышение культуры производства, проработки структуры технологического процесса, внедрение передового оборудования и новейших методов обработки.

4.1.1. Характер трудового процесса сварщика

Базовый вариант сборки – сварки траверсы линейной

Нарезанный металл поступает на участок, разгрузка с вагонетки (мышечные усилия категория IIб). Зачищают около шовную зону в местах будущих швов. Зачистка с применением металлических щеток и шлифовальных кругов (физические усилия, категория IIб). Собираем на сборочной плите (физические усилия, работа в наклон, категория III). После сборки передаем сварщику на сварку используем кран (категория Ia). Сборку свариваем ручной дуговой сваркой (физические усилия, излучение, пыль шлаковая, класс III).

Проектируемый вариант сборки – сварки траверсы линейной

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		80

В проектируемом варианте нарезанный металл, так же поступает на участок, разгрузка с вагонетки металла, используем кран (уменьшены физические усилия, категория Ia). Зачищают около шовную зону в местах будущих швов. Зачистка с применением металлических щеток и шлифовальных кругов (физические усилия, категория IIб). Собирают в универсальном вращателе, установка деталей в универсальный вращатель с помощью крана (физические усилия, категория IIб). В нем же и происходит сварка после сборки металлоконструкции. Сварка проходит в автоматизированном режиме сварочным роботом. После сварки изделие снимают краном и перевозят на склад готовой продукции (физические усилия Ia).

4.1.2. Условия труда

Практически при всех видах сварки присутствуют такие опасные факторы, как пыль, газ, световое излучение, высокая температура, тепловое и ультрафиолетовое излучения. Наличие при сварке горючих газов может привести к химическому взрыву, а эксплуатация сосудов под давлением с инертными газами может вызвать физический взрыв. Открытая сварочная дуга, нагретый металл изделия, брызги жидкого металла создают опасность ожогов и повышают опасность возникновения взрыва и пожара. Также вредными факторами являются: вибрации от движущихся частей механизмов и создаваемый ими шум, существует опасность поражения током и возникновения пожара.

Автоматизированная сварка сопровождается выделением аэрозоля, содержащего мелкодисперсную твердую фазу и газы. Интенсивность выделений зависит от характеристики процесса, марки наплавочных материалов и наплавляемого металла; при этом определяющее влияние оказывает состав наплавочного материала. В состав аэрозоля в различных сочетаниях входят соединения железа, марганца, никеля, хрома, алюминия, и других веществ, а

также газы (оксиды азота, оксид и двуокись углерода, озон, фтористый водород).

Образующийся при сварке аэрозоль конденсации характеризуется мелкой дисперсностью. Более 90% частиц (в массовых долях) имеют очень низкую скорость витания, поэтому легко следуют за воздушными потоками аналогично газам.

Сварочная дуга и нагретый металл являются также источником тепловыделений в рабочее помещение. Наплавочная дуга к тому же является источником сильного светового, ультрафиолетового излучений.

Электробезопасность

По опасности поражения электрическим током помещение является без повышенной опасностью. Всё промышленное оборудование работает от сети переменного тока с частотой 50 Гц и напряжением 380В. Для предупреждения поражения током и обеспечения безопасности проектом предусмотрены следующие средства защиты.

Заземление имеет сопротивление 4 Ом, что соответствует ГОСТ 12.1.030 – 2001[22]. Кроме того, установка для сварки заземлена к силовому пульту, а каждый пульт к контуру заземления. При этом переходное сопротивление заземления составляет 0.5 Ом по ГОСТ 12.1.030 – 2001;[22]

Автоматы и предохранители. Используются в электрических цепях каждой автоматической сварочной установки и сварочного автомата;

Используется изоляция токопроводящих частей и оградительные устройства;

Блокировка. Срабатывает при открывании электрощита, внутренние элементы которого находятся под напряжением;

Пожарная безопасность

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		82

Категория пожарной опасности здания в соответствии с НПБ 105-95 [23] представлена в таблице 29

Таблица 29- Категория пожарной опасности здания

Участок	Вещества и материалы, находящиеся в помещении	Категория помещения
Полуавтоматы	Металл, активные газы (CO ₂ , O ₂), сварочные флюсы, инертные газы (Ar, He), масла	Г
Автоматы		

Степень огнестойкости здания в соответствии со СНИП 2.01.02-07

Возможные причины возникновения пожара:

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

Для обеспечения пожарной безопасности проектом предусмотрены следующие средства пожаротушения:

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

Для обеспечения своевременной эвакуации людей проектом предусмотрены следующие пути эвакуации:

- Ширина центрального прохода 6 метра;

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

Защита от шума

Источниками шума в цехе являются источники питания для сварки и наплавки, пневмоприводы, пневматические ручные инструменты, движущиеся части установок и агрегатов.

На участках полуавтоматов и автоматов фактический уровень шума не превышает нормируемый уровень – 80 дБА, в соответствии с ГОСТ 12.1.003 –2014.[24]

Для снижения шума в сборочно - сварочном цехе проектом предусмотрены следующие методы звукоизоляции и звукопоглощения:

- Сварочные работы проводятся в отдельных помещениях цеха;
- Источники питания для сварки с большой геометрией выведены за пределы рабочего помещения;
- Источники питания с меньшей геометрией звукоизолированы специальными материалами в соответствии с ГОСТ 12.1.003 – 2014[24] и СН 2.2.4/2.1.8.562 - 96;[25]
- Акустическая обработка помещений. Части внутренних поверхностей ограждений в помещениях для наплавочных работ облицовываются звукопоглощающими материалами в соответствии с ГОСТ 12.1.003 – 2014[24] и СН 2.2.4/2.1.8.562 - 96;[25]

Звукоизолирующие ограждения в соответствии с ГОСТ 12.1.003 – 2014[16] и СН 2.2.4/2.1.8.562 - 96;[25]

Вибрация

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		84

Источниками вибрации в цехе являются установки и агрегаты для сварки, ручной механизированный инструмент, конструкции воздухопроводов и вентиляционных коробов.

На участках полуавтоматов и автоматов фактический уровень локальной вибрации соответствует нормируемому уровню локальной вибрации - 109дБ, в соответствии с ГОСТ 12.1.012–2004.[26]

С целью уменьшения уровня вибрации в цехе при сборке и сварке траверзы линейной, проектом предусмотрены следующие методы виброзащиты в соответствии с ГОСТ 12.1.012 – 2004:[26]

- Все установки и агрегаты монтируются на массивном фундаменте;
- Гибкие вставки и упругие прокладки в ручном механизированном инструменте;
- Гибкие вставки и упругие прокладки в конструкциях воздухопроводов.

Защита от механического травмирования

Источниками механических опасностей в цехе являются:

- Движущиеся машины и механизмы установок и агрегатов для сварки;
- Подвижные части производственного оборудования в цехе;
- Передвигающиеся изделия, заготовки и материалы;
- Капли расплавленного электродного металла и сварочной ванны;
- Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструменте и оборудовании.

Для защиты от механического травмирования проектом предусмотрены:

- Специальная брезентовая одежда с рукавицами и ботинками;
- Защитные ширмы и экраны, ограждающие зону сварки;

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		85

- Ограждения движущихся частей высотой более 1500 мм по ГОСТ 12.2.003- 2016.[27]
- На оборудование предусмотрены конечные выключатели, защитные кожухи.

Защита от излучений (электромагнитное, ультрафиолетовое, инфракрасное, ионизирующее, световое)

Основным источником электромагнитных излучений в цехе являются токоведущие части действующих электроустановок, источники питания и наплавочная дуга. Источником ультрафиолетового, инфракрасного, светового излучений также является наплавочная дуга.

Для защиты от различных видов излучений в цехе при сборке и сварки траверсы линейной проектом предусмотрены следующие средства защиты в соответствии с ГОСТ 12.4.011 – 89[28]:

- Защитные экраны на установках;
- Специальная одежда и ботинки для сварщиков;

Освещённость и требования к ней с учётом сварочных работ в соответствии со СНиП 23-05.95[29]*

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

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

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

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		86

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

Микроклимат

Вентиляция и централизованное отопление обеспечивают параметры микроклимата в соответствие с ГОСТ 12.1.005-88*[30] для категории труда тяжелой.

Температура воздуха на рабочих местах должна составлять – в холодный период года для Пб категорий работ 17-19 °С, влажность в помещении составляет 40-60% и скорость движения воздуха 0,2 м/с. В тёплый период года для Пб категорий работ 20-22 °С. Влажность в помещении составляет 40-60%, при допускаемом значении – 75% и скорость движения воздуха 0,3. Теплоизлучение на рабочих местах составляет 35 Вт/м², при нормированном значении 100 Вт/м² по ГОСТ12.1.005-88*.[23] В цехе предусматривается механическая вентиляция. Механическая приточная вентиляция в цехе осуществляется на рабочих местах при помощи вентиляционных установок.

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

Предусмотренная проектом система вентиляции в здании цеха обеспечивает движение масс воздуха со скоростью 0,3 м/с, что удовлетворяет нормам, соответствующим.

Защита от отравлений вредными газами, пылью и испарениями

Сварочная пыль представляет собой смесь мельчайших частиц окислов металлов и минералов в среде защитных газов. Основными составляющими являются окислы железа, окислы марганца, окислы углерода, окись хрома, окиси никеля и другие соединения.

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		87

Для удаления данных видов отходов применяется приточно – вытяжная вентиляция и местная вытяжная вентиляция.

Вентиляция для удаления вредных веществ выполнена с таким расчетом, чтобы концентрация вредных веществ в рабочей зоне не превышала значений, установленных ГОСТ 12.1.005-88*.

Таким образом проект выполнен в соответствии с требованиями нормативных документов и внедрение его позволит снизить функциональную нагрузку на организм работающих за счет приведенных выше защитных мер.

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		88

4.2 Экологичность проекта

При производстве любых видов работ должны предусматриваться эффективные меры по очистке и обезвреживанию отходов производства, снижению негативного воздействия на окружающую среду, а также по возмещению вреда окружающей среде.

При сварке и других, связанных с ним технологических операций в атмосферу выбрасываются различные газы, пыль и другие вредные вещества. Существенный вклад в загрязнение атмосферы вносят энергетические установки предприятия. Они выбрасывают в атмосферу CO_2 , CO , сажу, углеводороды, SO_2 , SO , PbO , золу и частицы несгоревшего твердого топлива. Основными видами загрязнений сточных вод на предприятии являются механические взвеси (песок, окалина, металлическая стружка, пыль, флюсы, минеральные масла и т.п.). По избежанию загрязнения окружающей среды применяются меры по снижению содержания вредных примесей в выбросах предприятия, такие как, фильтрация вредных веществ, их переработка и нейтрализация.

В данном проекте разработана технология автоматической сварки в среде защитных газов.

Содержания вредных веществ, при ручной дуговой и автоматической сварке металлов приведены в таблице 30.

Таблица 30 - Содержание вредных веществ при ручной дуговой и автоматической сварке металлов и нормируемые значения

Наименование вещества	Ручная дуговая сварка, мг/м ³	Автоматическая сварка в среде защитных газов, мг/м ³	ПДК, мг/м ³	
			ГОСТ 12.1.005-88	ГН 2.1.6.1338-03
1	2	3	4	5
Окислы азота	8,4	1,6	2	0,4
Хромовый андигрид	0,2	–	0,01	0,01
Окись хрома	4,1	0,32	1	1
Ванадий и его соединения:				

Окончание таблицы 30

1	2	3	4	5
Дым пятиоксида ванадия	0,37	0,06	0,1	0,1
Паль трехоксида и пятиоксида ванадия	2	0,9	0,5	0,5
Оксиды марганца:				
Аэрозоли дезинтеграции	5,1	0,9	0,1	0,3
Аэрозоль конденсации	6,6	0,9	0,05	0,05
Оксид и закис никеля	1,4	0,01	0,5	-
Оксид углерода	39	15	20	20
Оксид железа с примесью оксидов марганца	15,6	8,1	6	6

Для удаления данных видов отходов применяется вентиляционно-вытяжная система очистки.

Устройство для удаления вредных веществ должно быть выполнено с таким расчетом, чтобы концентрация вредных веществ в рабочей зоне не превышала значений, установленных ГОСТ 12.1.005-88 и СНиП 41-01-2003 указанных в таблице 30.

Автоматическая сварка в среде защитных газов является наиболее «чистой» из всех применяемых сварочных процессов. Автоматическая сварка отличается наименьше величиной выбросов, оксидов азота, хрома, марганца, никеля, углерода, поэтому на участке используется система замкнутой местной вытяжной вентиляции. Она используется для улавливания и удаления вредных веществ непосредственно у источников их образования при сварке.

Перед выпуском в атмосферу воздушную смесь очищают от мелкодисперсной пыли и аэрозолей. Для очищения этой смеси от пыли наиболее эффективно использовать циклоны, которые имеют самый высокий коэффициент очистки от пыли, например, пылеуловитель ВЗП-200. После очищенный от пыли воздух, но содержащий сварочный аэрозоль, пропускают через электростатический фильтр EF-2000, в результате концентрация вредных примесей, выбрасываемых в атмосферу, будет соответствовать требованиям ГН 2.1.6.695-98 (табл. 29).

Отходы производства (очистительные фильтры, шлак) утилизируются как промышленные: вывозятся специализированными организациями на за-

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		90

вод по переработке промышленных отходов, где подвергаются переработке. Огарки электродов при ручной дуговой сварке и обрезки проволоки при автоматической сварке, собираются и по мере их накопления сдаются в металлолом.

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

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		91

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломной работы мной был проанализирован базовый вариант изготовления траверсы линейной, выявлены его минусы. Были рассмотрены другие способы сварки и выбран один, по которому и разрабатывался в дальнейшем дипломный проект. Сделаны расчеты режимов сварки.

В дипломном проекте произведен расчет экономической эффективности от внедрения проектируемых технологических решений, рассчитана экономическая эффективность проектируемого способа, которая доказала, что проектируемый способ является экономически выгодным для производства.

Разработана программа переподготовки по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах». 5-го разряда.

В разделе «Безопасность и экологичность» предложены мероприятия по улучшению условий труда и окружающей среды. Таким образом внедрение нормативных документов позволит снизить функциональную нагрузку на организм работающих за счет приведенных выше защитных мер и улучшить экологическую ситуацию в сварочном производстве.

					ДП 44.03.04.724 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		92

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Справочник рабочего сварщика / К.А.Еськов, О.А Бакши. Под ред. Ю.А. Денисова – М. 1961. – 139 с.

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

3 Сварные конструкции. Расчет и проектирование: учебник для вузов / Г.А. Николаев В.А. Винокуров Под ред. Г.А. Николаева – М.: Высш. шк., 1990. – 5 с.

4 Стали и сплавы. Марочник: Справ. изд. / Под общ. ред. В.Г. Сорокина. – М: Интермет Инжиниринг, 2001. – 606 с

5 Сварка и свариваемые материалы: в 3-х томах, Т. I. Свариваемость материалов. Справ. изд. / Под общ. ред. Волченко В.Н. – М.: Металлургия, 1991. – 520 с.

6 Лупачев, В.Г. Ручная дуговая сварка: учебник / В.Г. Лупачев – Минск: Высш. шк., 2006. – 416 с.

7 Сварка и свариваемые материалы: в 3-х томах, Т. II. Технология и оборудование. Справ. изд. / Под общ. ред. Волченко В.Н. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана Н.Э., 1996. – 570 с.

8 Лупачев, В.Г. Ручная дуговая сварка: учебник / В.Г. Лупачев – Минск: Высш. шк., 2006. – 416 с.

9 Жегалин Т.Н. Учебное пособие. – М: Академкнига / 2006 .

10 Виноградов, В.С. Электрическая дуговая сварка: учебник для проф. образования / В.С. Виноградов. – 6-е изд., стер. – М: Издательский центр «Академия», 2013. – 9 с.

11 Методические указания к курсовому проекту сост.: доц., канд. техн. наук В.И. Панов, ст. преп. Л.Т. Плаксина, студент С.А.Задорина, 2008. – 12с.

12 Волченко, В.Н. Контроль качества сварных конструкций: учебник для техникумов / В.Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1986. – 152 с.

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		93

13 Новиков, А.М. Профессиональная педагогика. С.Я Батышева. М.: Из-во ЭГВЕС, 2009. – 456 с.

14 Методика профессионального обучения: учебное пособие для студентов высших учебных заведений: Эрганова Н.Е – М. Издательский центр «Академия», 2007. – 160 с.

15 Методика обучения общетехническим и специальным дисциплинам: К.У. Устюмеров, И.Б.Васильев, Т.А. Девятьерова – У 79.: Издательство «РА-ДиАЛ», 2006. – 58 с.

16 Федулова М.А. Методические рекомендации по выполнению и оформлению выпускной квалификационной работы. / М.А Федулова, Д.Х.Билалов. – Екатеринбург: ФГАОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2014. – 49 с.

17 Прикладная экономика: учебник /Г.И.Журухин [и др.]; Под ред. Г.И.Журухина, Т.К.Руткаускас. Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2015. – 364 с.

18 ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Основные типы конструктивные элементы и размеры. – Введ. 1981.01.07. – М.: Стандартиформ, 2007. – 30 с.

19 Овчинников, В.В. Оборудование, механизация и автоматизация сварочных процессов: учебник для студ. учреждений сред.проф. образования – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 256 с.

20 ГОСТ 2246-70. Проволока стальная сварочная. Технические условия. – Введ. 1973-01-01. – М.: Стандартиформ, 2008. – 19 с.

21 Методические указания по экономическому обоснованию выпускных квалификационных работ./ Г.И. Журухин, М.А.Федулова - Екатеринбург, ФГАОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2015. – 38 с.

22 ГОСТ 12.1.030-2001 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. – Введ.1982-07-01. – М.: Изд-во стандартов СССР, 1982. – 12 с.

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

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

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

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

27 ГОСТ 12.2.003-2016 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – Введ. 1992-01-01. – М.: Изд-во стандартов СССР, 1991. – 12 с.

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

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

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

					<i>ДП 44.03.04.724 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		95