

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Институт инженерно – профессионального образования

Кафедра металлургии, сварочного производства и методики профессионального
обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующий кафедрой МСП

_____ Б.Н. Гузнов

« ____ » _____ 2017 г.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРОБЧАТОЙ БАЛКИ АВТОБУСА ПАЗ-3205**

Пояснительная записка к дипломному проекту
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям)

~~профилизации~~ Технологии и технологический менеджмент
в сварочном производстве

Идентификационный код ВКР: 552

Исполнитель

студент группы ЗСМ-403С

А.Ю.Кузнецов

Руководитель:

ст.преподаватель

Е.В.Радченко

Екатеринбург 2017

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 107 листов машинописного текста, 15 таблиц, 9 рисунков, 24 использованных источников литературы, 2 приложения, графическую часть на 8 листах формата А1.

Ключевые слова: **КОРОБЧАТАЯ БАЛКА (ЛОНЖЕРОН), СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ СБОРКИ, ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РАБОЧИХ ПО ПРОФЕССИИ «ЭЛЕКТРОСВАРЩИК НА АВТОМАТИЧЕСКИХ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ МАШИНАХ», ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ, БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА.**

В дипломном проекте разработана технология сборки и автоматической сварки под слоем флюса изделия «Лонжерон».

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

Разработана программа повышения квалификации рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го разряда.

I

					ДП 44.03.04. 532 ПЗ			
№ п/п	Лист	№ формул	Формулы	Дата			Лист	Формулы
Автор		Кузнецов А. Ю.			Разработка технологии и подбор оборудования для изготовления коробчатой балки автобуса ПАЗ-5205 По дополнительным заданиям	Форм.		
Рецензент		Радицкий В. В.					2	107
И. Контроль		Плакшина Л. Т.				скачан со www.znanika.ru		
Справочник		Сидорова Е. Н.						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 Описание изделия.....	10
1.1 Характеристика изделия	10
1.2 Характеристика основного металла	11
1.2.1 Технологические свойства стали.....	11
1.2.2 Химический состав стали.....	11
1.2.3 Механические свойства стали	11
1.2.4 Расчет склонности стали к образованию холодных трещин.....	12
1.2.5 Расчет склонности стали к образованию горячих трещин.....	13
1.3 Выбор способа сварки.....	14
1.3.1 Обоснование выбора способа сварки	14
1.3.2 Сущность способа сварки под флюсом.....	16
1.3.3 Выбор сварочных материалов	17
1.3.4 Выбор сварочной проволоки	17
1.3.5 Выбор сварочного флюса.....	18
1.3.6 Эскиз сварного соединения	20
1.3.7 Расчет параметров режима сварки	21
1.3.8 Исходных данных.....	21
1.3.9 Определение величины сварочного тока:	22
1.3.10 Определение величины напряжения дуги.....	23
1.3.11 Определение скорости сварки	23
1.3.12 Определение вылета электрода	23
1.3.13 Определение величины погонной энергии сварки	23
1.3.14 Определение коэффициента формы проплавления.....	24
1.3.15 Определение глубина проплавления	24
1.3.16 Определение ширины шва	24
1.3.17 Определение скорости подачи электродной проволоки	24
1.3.18 Определение площади сечения наплавленного металла.....	25
1.3.19 Определение высоты усиления.....	25
1.3.20 Определение расчетной высоты шва.....	25
1.3.21 Определение расчетной глубины проплавления	25
1.3.22 Определение коэффициента остроты шва	26
1.3.23 Определение площади проплавления основного металла	26
1.4 Определение склонности металла шва к образованию трещин	26
1.4.1 Определение склонности металла шва к образованию горячих трещин	26
1.4.2 Определение склонности металла шва к образованию холодных трещин	27
1.5 Ультразвуковой контроль изделия	34
1.6 Оборудование для сварки	36
1.7 Оборудование и материалы, применяемые при изготовлении лонжерона	41

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		5

1.7.1 Оборудование	41
1.7.2 Сборочная плита для сборки лонжерона.....	42
1.7.3 Источник питания ВДУ-506	42
1.8 Материалы	43
1.8.1 Электроды сварочные	43
1.8.2 Сварочная проволока Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70	43
1.8.3 Смесь газов К18 по ТУ 2114-004-00204760-99	44
1.9 Предложение по усовершенствованию базовой технологии.....	44
2 Экономический раздел.....	48
2.1 Определение капиталобразующих инвестиций.....	48
2.1.1 Определение технологических норм времени для получения сварного изделия.....	48
2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки	52
2.2 Определяем общую трудоемкость	53
2.3 Рассчитаем количество единиц сварочного оборудования:.....	53
2.4 Расчёт коэффициента загрузки оборудования КЗ	54
2.1.3 Расчет капитальных вложений	55
2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций.....	57
2.2.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкций.....	57
2.3 Расчет показателей экономической эффективности	71
3 Методический раздел.....	74
3.1 Анализ квалификационных характеристик «Электросварщика на автоматических и полуавтоматических машинах» 4 и 5 разрядов.....	74
3.2 Разработка учебного плана сварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах.....	76
3.3 Разработка тематического плана изучения предмета «Специальная технология»	77
3.4 Разработка плана и плана-конспекта урока теоретического обучения по изучению устройства сварочных автоматов.....	78
4 Экологичность проекта	86
4.1 Влияние сварочного производства на окружающую среду.....	86
4.2 Экономия электроэнергии	88
4.3 Утилизация отходов	88
4.4 Уменьшение выбросов вредных веществ в атмосферу.....	89
5 Безопасность труда.....	91
5.1 Организация рабочих мест.....	91
5.1.2 Характер трудового процесса.....	93
5.1.3 Условия труда.....	93
5.2 Обеспечение безопасности труда	95
5.3 Пожарная безопасность	96
5.4 Защита от шума	97

5.5 Вибрация	98
5.6 Защита от механического травмирования	99
5.7 Защита от излучений (электромагнитное, ультрафиолетовое, инфракрасное, ионизирующее, световое).....	100
5.8 Освещённость и требования к ней с учётом сварочных работ в соответствии со СНиП 23-05.95	100
5.9 Отопление и вентиляция	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	103
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	104
Приложение А – Лист задания	107

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		7

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время особое значение приобрела проблема рационального использования всех имеющихся ресурсов сырья, материалов и электроэнергии. Повышение эффективности использования материальных ресурсов имеет большое значение, как для экономики отдельного предприятия, так и для государства в целом. От того насколько рационально и грамотно используются ресурсы зависит как развитие экономики в целом, так и ее отдельных секторов. Результативность использования материальных ресурсов обеспечивает увеличение объемов производимой продукции при тех же размерах материальных затрат, и даже меньших.

Одним из основных направлений в решении этой проблемы является применение автоматической сварки.

В данном дипломном проекте рассматривается вопрос сборки и сварки лонжерона.

В связи с этим была поставлена задача – разработать технологию сварки сборки и сварки лонжерона и выбор оборудования для реализации предлагаемой технологий с последующим применением его на предприятии.

Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкции лонжерона.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки лонжерона.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса сварки лонжерона с использованием автоматической сварки под слоем флюса.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант;

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		8

- проработать и обосновать проектируемый способ сварки лонжерона;
- провести необходимые расчеты автоматической сварки под слоем флюса;
- выбрать и обосновать сборочное и сварочное оборудование;
- разработать технологию сварки лонжерона;
- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки;
- рассмотреть вопросы безопасности и экологичности разработки.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части разработан проектируемый вариант технологического процесса сварки лонжерона, включающий автоматическую сварку под слоем флюса; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства сварки лонжерона; в разделе охраны труда и экологичности - предложены мероприятия по улучшению условий труда рабочих - сварщиков и охраны окружающей среды.

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие *методы*:

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

- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		9

1 Описание изделия

1.1 Характеристика изделия

Коробчатая балка - основной силовой элемент автобуса (лонжерон) ПА3-3205, располагается по длине кузова. Два лонжерона, соединённые поперечными элементами, образуют раму (шасси), несущую кузов, колёса и двигатель. Лонжерон представляет собой балку закрытого сечения, состоящую из двух полок и двух боковин. Лонжерон подвергается знакопеременным несимметричным динамическим нагрузкам. Основной материал изделия – сталь 09Г2С.

Габаритные размеры лонжерона: 4622x218x320

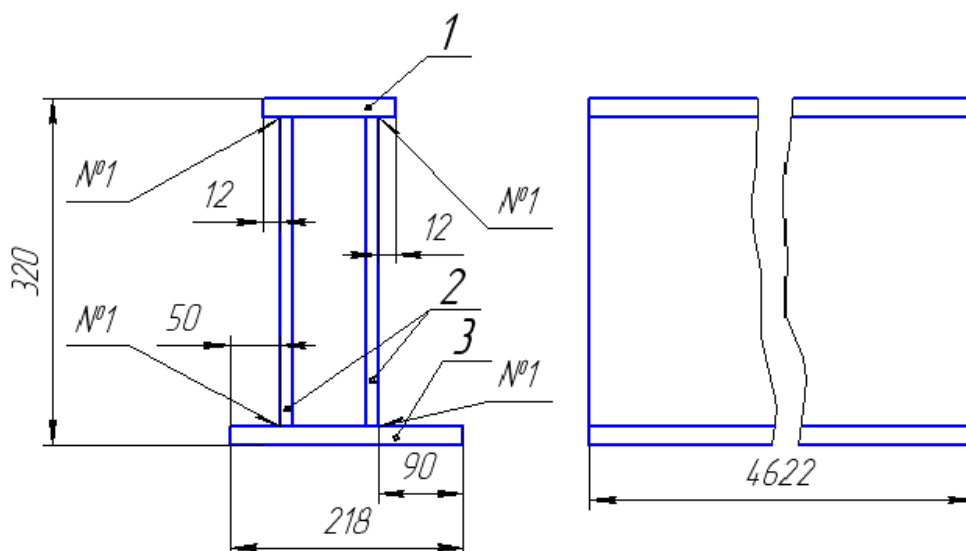


Рисунок 1.1 – Эскиз лонжерона

Таблица 1.1 - Спецификация лонжерона

№ поз.	Наименование	Размеры	Кол-во, шт.	Масса, кг
1	Полка	4622x102x15	1	92,2
2	Полка	4622x218x15	1	249,2
3	Боковина	4622x290x10	2	208,4

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата
-----	------	---------	------	------

ДП44.03.04.552 ПЗ

Лист

10

1.2 Характеристика основного металла

1.2.1 Технологические свойства стали

Сталь 09Г2С по ГОСТ 19281-89 - конструкционная низколегированная, применяемая для производства деталей и элементов сварных конструкций, работающих при температуре от -70°C до $+425^{\circ}\text{C}$ под давлением.

Свариваемость: без ограничений, способы сварки: РДС, АДС под флюсом и в защитном газе, ЭШС.

Температураковки: начала - 1250°C , конца - 850°C .

Склонность к отпускной хрупкости: не склонна

1.2.2 Химический состав стали

Химический состав стали 09Г2С по ГОСТ 19281-89:

- углерода не более 0,12мас. %;
- кремния от 0,50 до 0,80 мас. %;
- марганца от 1,30 до 1,70 мас. %;
- серы не более 0,040 мас. %;
- фосфора не более 0,035 мас. %;
- хрома не более 0,30 мас. %;
- никеля не более 0,30мас. %;
- азота не более 0,008 мас. %;
- мышьяка не более 0,080 мас. %;
- меди не более 0,30 мас. %.

1.2.3 Механические свойства стали

Механические свойства стали 09Г2С по ГОСТ 19281-89:

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		11

- временное сопротивление разрыву, σ_B _____ 485 МПа;
- предел текучести, σ_T _____ 320 МПа;
- относительное удлинение, δ _____ 21 [%];
- относительное сужение, ψ _____ 0 [%];
- ударная вязкость КСЧ при температуре:
 - + 20⁰С – 3,5 МДж/м²
 - 40⁰С – 0,6 МДж/м²
 - 70⁰С – 0,3 МДж/м²

1.2.4 Расчет склонности стали к образованию холодных трещин

В настоящее время применяется целый ряд прямых и косвенных методов определения склонности металла к образованию холодных трещин. Один из косвенных методов – расчётное определение эквивалентного углерода (обозначается $C_{э\text{кв}}$). Различные исследователи предложили более десятка выражений для определения $C_{э\text{кв}}$, существенно отличающихся коэффициентами при легирующих элементах. В практике чаще всего применяется выражение:

$$C_{э\text{кв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} + 5 \cdot B \quad (1.1)$$

Если $C_{э\text{кв}} < 0,45$, то металл не склонен к образованию холодных трещин. Проведем расчёт по формуле (1). Для оценки наиболее неблагоприятного варианта, подставляем максимальные значения концентрации элементов:

$$C_{э\text{кв}} = 0,12 + \frac{1,7}{6} + \frac{0,8}{24} + \frac{0,3}{10} + \frac{0,03}{5} = 0,52$$

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		12

$C_{эКВ} > 0,45$, делаем вывод, что основной металл склонен к образованию холодных трещин.

Для предотвращения образования холодных трещин нужно применить ряд мероприятий. Необходимо понизить содержание углерода в металле шва, то есть уменьшить долю участия основного металла (выбор типа соединения с разделкой кромок), с применением сварочной проволоки с более низким содержанием углерода. Также необходима тщательная зачистка поверхности от загрязнения, ржавчины, масла.

1.2.5 Расчет склонности стали к образованию горячих трещин

Склонность металла к образованию горячих трещин рассчитывается по показателю Уилкинсона (обозначается HCS). При сварке сталей с пределом прочности не более 700 МПа (в нашем случае 470 МПа), при $HCS < 4$ горячие трещины не проявляются.

Формула для расчёта показателя Уилкинсона имеет следующий вид:

$$HCS = \frac{C \cdot (S + P + Si/25 + Ni/100) \cdot 10^3}{3Mn + Cr + Mo + V} \quad (1.2)$$

Проведем расчёт по формуле (1.2). Для оценки наиболее неблагоприятного варианта подставляем максимальные значения концентраций элементов, повышающих склонность к образованию горячих трещин и минимальные значения концентраций элементов, снижающих эту склонность.

$$HCS = \frac{0,12 \cdot (0,04 + 0,035 + 0,8/25 + 0,3/100) \cdot 10^3}{3 \cdot 1,3 + 0,3} = 3,14$$

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		13

HCS<4, значит горячие трещины не появляются, следовательно, металл не склонен к образованию горячих трещин.

1.3 Выбор способа сварки

1.3.1 Обоснование выбора способа сварки

Для выполнения угловых швов лонжерона в связи с высокими требованиями к качеству изделия, продолжительностью швов и массой производства должны быть применены механизированные способы сварки. Возможно использование следующих способов сварки: механизированной дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах, автоматизированной дуговой сварки под флюсом, автоматизированной дуговой сварки в защитных газах.

Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в защитных газах характеризуется универсальностью процесса, возможностью сварки во всех пространственных положениях, на изделиях сложной геометрической формы без применения каких либо специальных приспособлений в зависимости от условий сварки. После сварки не нужно производить зачистку от шлаковой корки, что увеличивает её производительность. Но производительность ограничивается диапазоном сварочного тока. Увеличение тока приводит к более сильному разбрызгиванию наплавляемого металла, ухудшению формирования шва. Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в защитных газах характеризуется довольно высокой скоростью охлаждения металла, что неблагоприятно для сталей, склонных к образованию холодных трещин. В нашем случае выполнение швов длиной 4622 мм сварщиком не целесообразно как с точки зрения производительности, так и с точки зрения стабильности качества шва.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		14

Автоматизированная дуговая сварка под флюсом не столь универсальна с позиции выполнения сварки в различных пространственных положениях, но для сварки в нижнем пространственном положении применяется очень широко. По сравнению с механизированной дуговой сваркой плавящимся электродом в защитных газах, автоматическая дуговая сварка под флюсом характеризуется высокой производительностью, минимальным (0,5 – 3%), коэффициентом потерь электродного металла, более надежной защитой зоны сварки, оказывает металлургическую обработку металла шва во время сварки. Кроме того, скрытое горение дуги позволяет избежать применения каких либо дополнительных средств защиты сварщика от её теплового и светового излучения, брызг и возможных выплесков металла сварочной ванны. Невысокая скорость охлаждения позволяет получить благоприятную структуру металла. Сварка на повышенных режимах позволяет выполнить шов при заданных толщинах металла за один проход.

Автоматизированная дуговая сварка в защитных газах имеет те же недостатки, что и механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в защитных газах (кроме использования ручного труда). Производительность при этом способе сварки на уровне автоматизированной дуговой сварки под флюсом, но при этом не нужно проводить зачистку изделия от шлаковой корки. Следует учитывать, что при применении автоматизированной дуговой сварки в защитных газах происходит угар элементов, чего можно избежать при использовании автоматизированной дуговой сварки под флюсом.

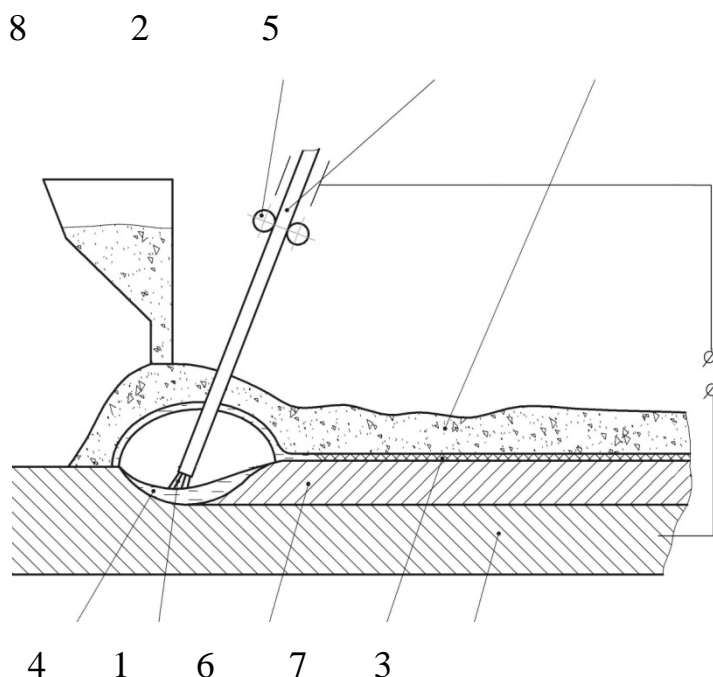
Исходя из всего вышперечисленного, для сварки лонжерона была выбрана автоматизированная дуговая сварка под флюсом.

Для качественного формирования шва сварка выполняется в положении «в лодочку» по ГОСТ 11969-79. Это позволят получить симметричный шов, что очень важно для изделий, работающих при знакопеременных динамических нагрузках.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		15

1.3.2 Сущность способа сварки под флюсом

При сварке под флюсом (рисунок 3) дуга (1) горит между электродной проволокой (2) и изделием (3), к которому подведён ток, образуя на поверхности изделия ванну расплавленного металла (4). Наплавляемый участок покрывает толстый слой сыпучего флюса (5).



1 – Сварочная дуга; 2 – Электродная проволока; 3 – Наплавляемое изделие; 4 – Ванна расплавленного металла; 5 – Слой флюса; 6 – Наплавленный валик; 7 – Шлаковая корка; 8 – Механизм подачи проволоки

Рисунок 1.2 – Схема сварки под флюсом

Дуга частично расплавляет флюс и горит внутри полости с эластичной оболочкой из расплавленного флюса – шлака. Расплавленный шлак надёжно изолирует жидкий и перегретый металл от газов воздуха, предупреждает разбрызгивание и способствует сохранению тепловой энергии дуги. После затвердевания металла образуется наплавленный валик (6), покрытый шлаковой коркой (7) и нерасплавившимся флюсом.

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

ДП44.03.04.552 ПЗ

Лист

16

1.3.3 Выбор сварочных материалов

На механические и физико-химические свойства металла шва существенное влияние оказывает его химический состав. Поэтому для получения свойств, удовлетворяющих требованиям надежности конструкции при эксплуатации, весьма важным является правильный выбор сварочных материалов. В соответствии с этим, первым условием при выборе сварочных материалов является получение плотных беспористых швов. Вторым условием при выборе сварочных материалов является получение металла шва, обладающего высокой технологической прочностью, то есть не склонного к образованию горячих трещин. Третьим условием является получение металла шва, имеющего требуемую эксплуатационную прочность. И последним условием является получение металла шва, обладающего комплексом специальных мер (например, высокая коррозионная стойкость, жаропрочность). При сварке лонжерона никаких специальных требований к металлу шва не предъявляется.

1.3.4 Выбор сварочной проволоки

Выбор марки электродной проволоки для сварки – один из главных элементов разработки технологии автоматизированной дуговой сварки под флюсом. Химический состав электродной проволоки определяет состав металла шва и, следовательно, его механические свойства. При сварке стали 09Г2С можно использовать такие марки проволоки, как Св-08А, Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70.

Проволока Св-08А предназначена для сварки (наплавки) изделий из углеродистых конструкционных сталей в защитных газах, в смесях, для сварки под флюсом. Проволока гарантирует высокие сварочно-

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		17

технологические свойства, стабильность механических свойств металла шва и надежность сварных соединений. Но при сварке ответственных нагруженных конструкций основной задачей является обеспечение равнопрочности металла шва основному металлу. При использовании этой проволоки механические свойства шва будут ниже, чем механические свойства основного металла, так как данная проволока не имеет в своем составе кремния, который влияет на прочностные характеристики сварного соединения.

Проволока Св-08Г2С имеет схожий химический состав с основным металлом, что обеспечит равнопрочность сварного шва с основным металлом. Проволока также гарантирует высокие сварочно-технологические свойства, стабильность механических свойств металла шва и надежность сварных соединений. Из этих соображений при сварке лонжерона будем применять проволоку Св-08Г2С.

Химический состав проволоки Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70:

- углерода от 0,05 до 0,11%
- марганца от 1,8 до 2,1%
- кремния от 0,7 до 0,95%
- хрома до 0,2%
- никеля до 0,25%
- серы не более 0,025%
- фосфора не более 0,030%

1.3.5 Выбор сварочного флюса

Для сварки сталей следует применять флюсы, удовлетворяющие основным требованиям: обеспечение устойчивости процесса сварки, отсутствие кристаллизационных трещин и пор в шве, обеспечение требуемых механических свойств металла шва, хорошее формирование шва, легкая отде-

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		18

лимость шлаковой корки, минимальное выделение вредных газов при сварке, низкая стоимость флюса.

Наиболее полно этим требованиям отвечают плавленные низкремнистые слабоокислительные флюсы марок: АН-22, АН-47, АН-67. При сварке низколегированных сталей с применением флюсов АН-22, АН-67 обеспечивается требуемый уровень механических свойств, однако существует ряд существенных технологических недостатков: неудовлетворительно формируются швы, затруднено удаление шлаковой корки с поверхности швов, швы имеют повышенную пористость. Устранение перечисленных недостатков возможно, если использовать для сварки флюс АН-47, который обеспечивает более качественное формирование швов, легкое отделение шлаковой корки, высокую стойкость швов против кристаллизационных трещин. Высокие сварочно-технологические свойства флюса АН-47 обеспечиваются введением в его состав наряду с оксидами Al_2O_3 , ZrO_2 оксида TiO_2 , который снижает интенсивность выделения летучих фторидов при сварке, уменьшает содержание кислорода в металле шва.

Химический состав флюса АН-47 по ГОСТ 9087-81:

- оксид кремния от 28 до 33%
- оксид марганца от 11 до 18%
- оксид кальция от 13 до 17%
- оксид магния от 6 до 10%
- оксид алюминия II от 9 до 13%
- оксид титана IV от 4 до 7%
- оксид циркония от 1,1 до 2,5%
- оксид железа III от 0,5 до 3%
- серы не более 0,05%
- фосфора не более 0,08%

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		19

Выбранное сочетание сварочной проволоки и флюса гарантирует выполнение всех требований по механическим и физико-химическим свойствам, а также требований надежности конструкции при эксплуатации.

1.3.6 Эскиз сварного соединения

В комплекте технологической документации принят тип сварного соединения Т1. Однако этот тип соединения имеет следующие недостатки:

- Большая доля участия основного металла, что дает высокое содержание углерода в металле шва, а следовательно склонность металла шва к образованию холодных трещин;
- Конструктивный надрез и неполное проплавление, которые недопустимы для конструкций, работающих при динамических знакопеременных нагрузках.

В виду конструктивных особенностей изделия выполнить двусторонний шов невозможно.

Исходя из всего вышеперечисленного, для обеспечения сквозного проплавления и провара корня шва, предлагается заменить тип соединения Т1 на Т7 по ГОСТ 8713-79.

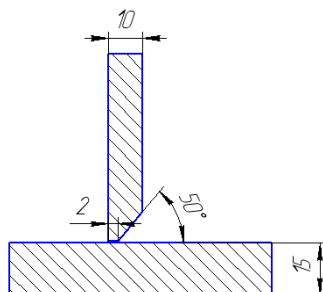


Рисунок 1.3 – Эскиз сварного соединения Т7 по ГОСТ 8713-79

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		20

1.3.7 Расчёт параметров режима сварки

Режимом сварки называют совокупность основных характеристик сварочного процесса, обеспечивающего получение сварных швов заданных размеров, формы и качества. При дуговой сварке такими характеристиками являются сварочный ток, напряжение на дуге, диаметр электрода, скорость сварки и другие. Первым условием при выборе режима сварки является получение швов с оптимальными размерами и формой, обеспечивающими как высокую технологическую прочность, так и высокие эксплуатационные характеристики, то есть обеспечивающие хорошее формирование шва. Вторым условием выбора рационального режима сварки является обеспечение такого термического цикла, который обеспечивал бы оптимальные свойства зоны термического влияния и металла шва.

Расчет режимов сварки и размеров шва для автоматической сварки под флюсом выполняется по методике В.П.Демянцевича.

1.3.8 Исходных данных

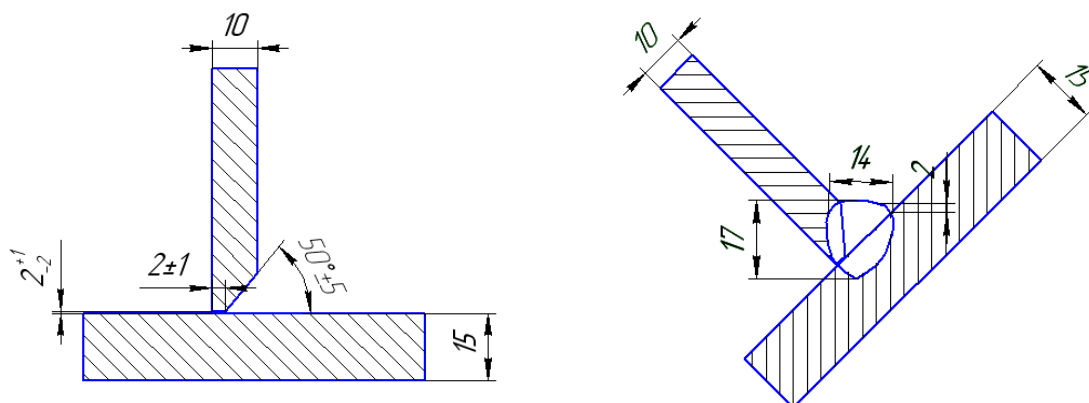


Рисунок 1.4 – Эскиз сварного соединения Т7 по ГОСТ 8713-79

Исходные данные:

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		21

Ширина шва, e, мм 14±1;

Высота усиления, g, мм 2±1;

Высота шва, H, мм 17±1;

Диаметр электрода, d_{эл}, мм 4

Определение общей площади наплавленного металла и исходных геометрических параметров сварного шва:

$$F_H = 0,735 \cdot e \cdot g + F' \quad (1.3)$$

где e – ширина шва, мм;

g – высота усиления, мм;

F' – площадь разделки, мм².

$$F_H = 0,735 \cdot 2 \cdot 2 + 32 = 74,9 \text{ мм}^2$$

Определение исходной глубины проплавления:

$$h_p = H - (F_H / 0,735e), \quad (1.4)$$

где F_H – площадь наплавки, мм².

$$h_p = 17 - (74,9 / 0,735 \cdot 14) - 5,6 = 8 \text{ мм.}$$

1.3.9 Определение величины сварочного тока:

$$I_{св} = (80-100) h_p, \quad (1.5)$$

Принимаем сварочный ток равный I_{св} = 650±5 А.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		22

1.3.10 Определение величины напряжения дуги

$$U_d = 20 + (0,05/d^{0.5}) \cdot I_{св} \quad (1.6)$$

где d – диаметр электродной проволоки, мм.

$$U_d = 20 + (0,05 \cdot 650 / 4^{0.5}) = 36,25 \text{ В}$$

Принимаем напряжение на дуге равным $U_d = 36 \pm 1 \text{ В}$.

1.3.11 Определение скорости сварки

$$V_{св} = A / I_{св}, \quad (1.7)$$

где A – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки, выбирается по таблице. Для $d_{эл} = 4 \text{ мм}$ $A = (12 \dots 16) \cdot 10^3$.

$$V_{св} = 18,46 \text{ м/ч}$$

Принимаем скорость сварки равной $V_{св} = 18,4 \text{ м/ч} = 0,511 \text{ см/с}$

1.3.12 Определение вылета электрода

$$l_3 = 10 \cdot d_3, \text{ мм}; \quad (1.8)$$

$$l_3 = 10 \cdot 4 = 40 \text{ мм};$$

1.3.13 Определение величины погонной энергии сварки

$$q_{п} = I_{св} \cdot U_d \cdot \eta_{и} / V_{св}, \quad (1.9)$$

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		23

где $\eta_{и}$ - эффективный КПД нагрева изделия дугой, который для сварки подфлюсом равен 0,8 – 0,95.

Принимается $\eta_{и}=0,85$

$$q_{п} = 650 \cdot 36 \cdot 0,85 / 0,511 = 38923,7 \text{ Дж/см.}$$

1.3.14 Определение коэффициента формы проплавления

$$\varphi_{пр} = k \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot (d \cdot U_{д} / I_{св}), \quad (1.10)$$

где $k = 0,367 \cdot j^{0,1925} = 0,92$

$$\varphi_{пр} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 650) \cdot (4 \cdot 36 / 650) = 1,74$$

1.3.15 Определение глубина проплавления

$$h_p' = 0,0076 \cdot (q_{п} / \varphi_{пр})^{0,5}, \quad (1.11)$$

$$h_p' = 0,0076 \cdot (38923,7 / 1,74)^{0,5} = 0,81$$

1.3.16 Определение ширины шва

$$e_p' = h_p' \cdot \varphi_{пр}, \quad (1.12)$$

$$e_p' = 1,74 \cdot 0,819 = 1,41 \text{ см} = 14,1 \text{ мм.}$$

1.3.17 Определение скорости подачи электродной проволоки

$$V_{пп} = (I_{св} \cdot U_{эл}^{\text{эф}} + I_{св}^2 \cdot \rho_t (L_э / F_э)) / F_{эл} \cdot \gamma_{эл} \cdot \Delta h, \quad (1.13)$$

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		24

где $U^{\text{эф}}$ - эффективное падение напряжения в активном пятне, В;

$F_{\text{эл}}$ - площадь электрода, см^2 ;

L_3 - длина вылета электрода, см;

ρ_t - удельное сопротивление, Ом·см;

$\gamma_{\text{эл}}$ - плотность электродного металла, $\text{г}/\text{см}^3$;

Δh - изменение энтальпии, Дж/г.

$$V_{\text{пп}} = (650 \cdot 8,9 + 650^2 \cdot 0,00000156) / (0,1256 \cdot 7,88 \cdot 1800) = 3,24 \text{ см/с}$$

Принимаем $V_{\text{пп}} = 115 \text{ м/ч}$

1.3.18 Определение площади сечения наплавленного металла

$$F_{\text{н}} = F_3 \cdot V_{\text{пп}} / V_{\text{св}}, \quad (1.14)$$

$$F_{\text{н}} = 12,56 \cdot 115 / 18,46 = 78,24 \text{ мм}^2.$$

1.3.19 Определение высоты усиления

$$g_{\text{р}} = F_{\text{н}} - F_{\Delta} / 0,735 \cdot e_{\text{р}}', \quad (1.15)$$

$$g_{\text{р}} = (78,24 - 32) / 0,735 \cdot 14,1 = 2,3 \text{ мм}.$$

1.3.20 Определение расчетной высоты шва

$$H' = h'_{\text{р}} + F_{\text{н}} / 0,735 \cdot e_{\text{р}}', \quad (1.16)$$

$$H' = 8,1 + 78,24 / 0,735 \cdot 14,1 = 17,2 \text{ мм}.$$

1.3.21 Определение расчетной глубины проплавления

$$h_{\text{р}}'' = H' - g_{\text{р}} \quad (1.17)$$

$$h_{\text{р}}'' = 17,2 - 2,3 = 14,9 \text{ мм}.$$

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		25

1.3.22 Определение коэффициента остроты шва

$$k=4(\ln h_p'' + 3.5/e_p'^2), \quad (1.18)$$

где h_p'' и e_p' - глубина проплавления и ширина шва, см

$$k=4(\ln 1,49 + 3,5/1,41^2)=2,15$$

1.3.23 Определение площади проплавления основного металла

$$F_{пр} = h_p'' (\Pi/k)^{0,5} - F_{\Delta}, \quad (1.19)$$

$$F_{пр} = 1,49(3,14/2,15)^{0,5} - 0,32 = 0,69 \text{ см}^2.$$

1.4 Определение склонности металла шва к образованию трещин

1.4.1 Определение склонности металла шва к образованию горячих трещин

Проведем расчёт склонности металла шва к образованию горячих трещин по формуле (1.2):

$$HCS = \frac{0,0728 \cdot (0,0392 + 0,0377 + 0,77/25 + 0,2734/100) \cdot 10^3}{3 \cdot 1,6669 + 0,1202} = 2,01$$

$HCS < 4$, следовательно, металл не склонен к образованию горячих трещин.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		26

1.4.2 Определение склонности металла шва к образованию холодных трещин

Проведем расчёт склонности металла шва к образованию холодных трещин по формуле (1.1):

$$C_{\text{экв}} = 0,0728 + \frac{1,6669}{6} + \frac{0,7706}{24} + \frac{0,2734}{10} + \frac{0,1202}{5} = 0,443$$

$C_{\text{экв}} < 0,45$, делаем вывод что, металл шва не склонен к образованию холодных трещин.

Так как показатель $C_{\text{экв}}$ имеет близкое к 0,45 значение, то имеет смысл предусмотреть технологические мероприятия по предотвращению холодных трещин. Во-первых, это подготовка сварочных материалов. На сварочной проволоке недопустимо наличие загрязнений, масла, ржавчины. Сварочный флюс должен быть прокаленным, без наличия влаги. Во-вторых, снижение скорости охлаждения металла. Но при используемой нами автоматизированной сварке под флюсом термический цикл и так наиболее благоприятный, поэтому ограничимся только подготовкой сварочных материалов.

Технология сварки лонжерона

005 Комплектование

Выполнить комплектование деталей для сборки согласно спецификации:

Поз.1 Полка 4622x102x15 – 1 шт.

Поз.2 Полка 4622x218x15 – 1 шт.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		27

Поз.2 Боковина 4622x290x10 – 2 шт.

010 Входной контроль

1 Выполнить контроль геометрических размеров деталей. Отклонения по длине изделия не более 2 мм, по ширине изделия не более 1 мм.

2 Выполнить контроль геометрических размеров скоса кромок согласно рисунка 6, одинаковый размер притупления $2\pm 0,5$ мм по всей длине детали.

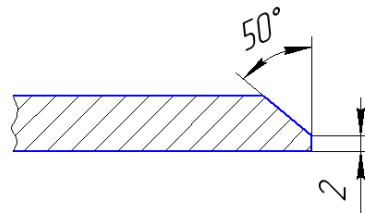


Рисунок 1.6 – Геометрические размеры скоса кромок

Инструмент: рулетка 5м ГОСТ 7502-98;

угольник УШ-2-250 ГОСТ 3749-77;

линейка 1000 по ГОСТ 427-75.

015 Зачистка

Выполнить зачистку поверхности под сборку и сварку от окалины, ржавчины, грязи, масла согласно рисунка 1.7 (зачищать участки, выделенные толстой линией):

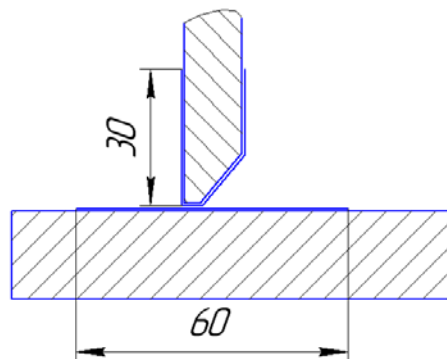


Рисунок 1.7 – Участки зачистки заготовок

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		28

Инструмент: пневмошлифовальная машина ИП-2106А.

020 Контроль

Выполнить контроль качества зачистки поверхности внешним осмотром. Недопустимо наличие загрязнений, ржавчины, масла.

025 Сборка

1 Установить полку поз.1 на сборочный стенд по упорам.

2 Установить боковины поз.3 на полку поз.1 по направляющим согласно рисунка8.

3 Установить между боковин съемные диафрагмы.

4 Фиксация боковин с помощью пневматических прижимов.

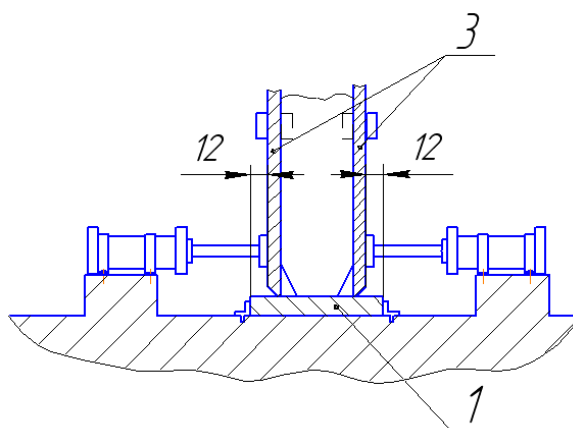


Рисунок 1.8 – Установка боковин на полку позиция 1

5 Выполнить прихватки боковин с полкой (позиция 1). Длина прихватки 50 ± 2 мм, расстояние между прихватками 200 ± 2 мм. Расстояние от края до первой прихватки не менее 200 ± 1 мм.

Оборудование: кран цеховой, выпрямитель сварочный ВДУ-306, ПДГО-510, щиток РНЭ-3 ГОСТ 12.4.035-78, Рукавицы Тр типа Е ГОСТ 12.4.010-75;

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

ДП44.03.04.552 ПЗ

Лист

29

Материалы: проволока сварочная Св-08Г2Сd=1,6 мм ГОСТ 2246-75, защитный газ CO₂ по ГОСТ 8050-85;

Параметры режима: V_{пп}=172м/ч, U_{св}=24 В; I_{св}=200 А.

6 Освободить заготовку от пневматических прижимов, удалить съемные диафрагмы.

7 Кантовать заготовку.

8 Установить полку поз.2 на сборочный стенд по упорам.

9 Установить заготовку по направляющим на полку позиция 2 согласно рисунка 1.9:

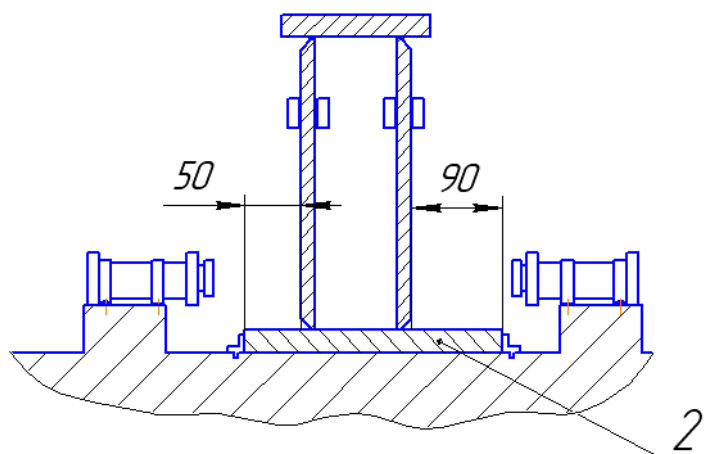


Рисунок 1.9 – Установка заготовки на полку позиция 3

10 Повторить операцию 025.5

11 Снять заготовку со сборочного стенда.

Оборудование: кран цеховой, выпрямитель сварочный ВДУ-306, ПДГО-510, щиток РНЭ-3 ГОСТ 12.4.035-78, Рукавицы Тр типа Е ГОСТ 12.4.010-75;

Материалы: проволока сварочная Св-08Г2С d=1,6 мм ГОСТ 2246-75, защитный газ CO₂ по ГОСТ 8050-85;

Параметры режима: V_{пп}=172м/ч, U_{св}=24 В; I_{св}=200 А.

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

ДП44.03.04.552 ПЗ

Лист

30

030 Зачистка

Выполнить зачистку прихваток и поверхности заготовки от шлаковой корки и брызг.

Инструменты: шабер;

молоток 7850-0122 Ц 15 ГОСТ 2310-77;

пневмошлифовальная машина ИП-2106А.

035 Контроль

Выполнить контроль качества выполнения прихваток внешним осмотром. Недопустимо наличие дефектов и загрязнений.

040 Транспортная

Переместить заготовку со сборочного стенда до кантователя

Оборудование: цеховой кран.

045 Слесарная

1 Установить заготовку в кантователь. Зафиксировать концы заготовок в пневматических прижимах патронов кантователя.

Оборудование: цеховой кран.

2 Установить заготовку в положение «в лодочку» с помощью кантователя-сварочного для выполнения шва №1 согласно рисунка 1.11. Схема наложения швов согласно рисунка 1.10.

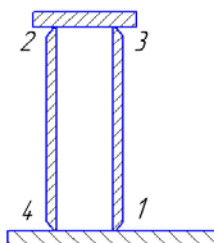


Рисунок 1.10 – Порядок наложения швов

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		31

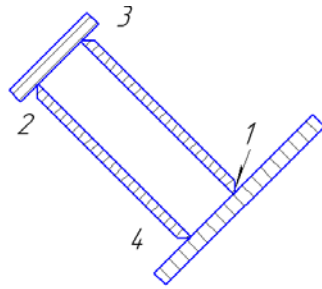


Рисунок 1.11 – Положение заготовки при сварки шва №1

Оборудование: кантователь сварочный.

050 Сварка

1 Выполнить автоматизированную дуговую сварку под флюсом шва №1 Т7 по ГОСТ 8713-79.

Параметры режима: $I_{св}=650$ А;

$U_{св} = 36$ В;

$V_{св} = 18,4$ м/ч;

$V_{шп}=115$ м/ч;

$d_{пр} = 4$ мм.

Оборудование: установка для сварки.

Материалы: сварочная проволока Св-08Г2С $d=4$ мм по ГОСТ2246-70;

Флюс сварочный АН-47 по ГОСТ 9087-81.

055 Кантовка

Выполнить кантовку заготовки в положение для сварки шва №2. Схема кантовки согласно рисунку 1.12.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		32

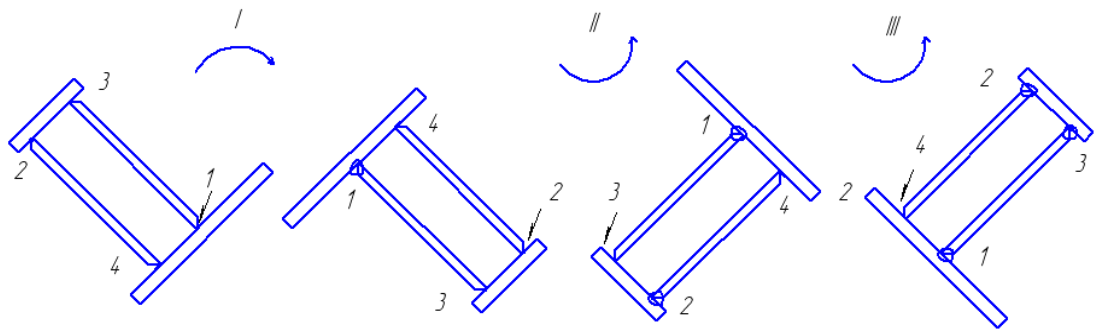


Рисунок 1.12 – Схема кантовки

Оборудование: кантователь сварочный.

060 повторить операцию 050

065 повторить операцию 055

070 повторить операцию 050

075 повторить операцию 055

080 повторить операцию 050

085 Зачистка

Выполнить зачистку швов от шлаковой корки.

Инструменты: шабер;

молоток 7850-0122 Ц 15 ГОСТ 2310-77;

пневмошлифовальная машина ИП-2106А;

очки защитные ГОСТ 12.4.010-75;

респиратор РМП-62 ТУ 1-01-0517-78.

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

ДП44.03.04.552 ПЗ

Лист

33

090 Контроль

1 Выполнить контроль геометрических параметров сварного шва.

Инструменты: угольник УШ-2-250 ГОСТ 3749-77;

линейка 300мм ГОСТ 427-75;

набор катетомеров;

2 Выполнить контроль геометрических параметров изделия согласно рисунка 1. Отклонение от размеров по ширине и высоте изделия не более 1 мм, по длине не более 2 мм.

3 Выполнить ультразвуковой контроль сварных швов в объеме 100%.

Схема контроля согласно рисунка 13.

Оборудование: пневмошлифовальная машина ИП-2106А;

ультразвуковой дефектоскоп УД 2-12;

кисть.

Материалы: жидкость пропиленгликоль;

ветошь.

095 Маркировка

Выполнить маркировку изделия.

Инструмент: молоток 7850-0122 Ц 15 ГОСТ 2310-77;

комплект клейм Г24 ГОСТ 25726-83 буквенные и цифровые.

1.5 Ультразвуковой контроль изделия

Для контроля качества изделия применяется эхо-импульсный метод контроля.

Сущность эхо-импульсного метода контроля.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		34

Метод позволяет не только обнаружить внутренние (поверхностные) дефекты типа нарушения сплошности, но и определить глубину их залегания в толще материала, ориентацию и размеры. Метод применим для контроля изделий, изготовленных из любых материалов, в которых можно возбуждать упругие колебания и получить эхо-сигнал от дна изделия.

При эхо-импульсном методе упругие колебания в изделие вводят с помощью специальных преобразователей. Основным элементом такого преобразователя, как правило, — пьезопластина.

В некоторый момент времени генератор радиоимпульсов возбуждает механические колебания пьезопластины искательной головки. Одновременно с возбуждением упругих колебаний пластины запускается развертка индикатора дефектоскопа. На экране электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) вырабатывается зондирующий импульс. Упругие колебания, распространяясь в материале контролируемого объекта, достигают противоположной стороны изделия и, отразившись от нее, возвращаются к пьезопластине, возбуждая в ней механические колебания. В результате прямого пьезоэффекта на электродах пьезопластины возникает переменное напряжение, которое поступает на усилитель, а затем на вертикальные отклоняющие пластины ЭЛТ. На индикаторе дефектоскопа появляется импульс, называемый донным (от дна изделия).

Метод имеет следующие преимущества:

- 1 Высокая чувствительность
- 2 Простота реализации
- 3 Универсальность

Схема контроля и оборудование

Контроль выполняется через призматический искатель. Прозвучивание производится прямым лучом с одной поверхности соединения при перемещении искателя с боковой стороны шва.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		35

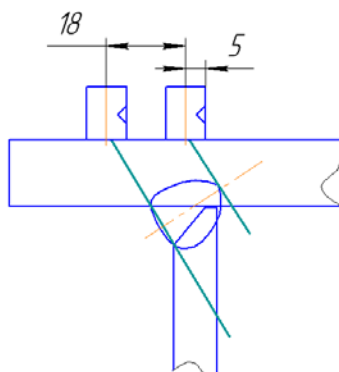


Рисунок 1.13 – Схема ультразвукового контроля

1.6 Оборудование для сварки

Источник питания для сварки

В качестве источника питания для сварки лонжерона был выбран выпрямитель сварочный тиристорный стационарный ВДУ-1250.



Рисунок 1.15 – Сварочный выпрямитель ВДУ-1250

Выпрямитель сварочный универсальный тиристорный стационарный ВДУ-1250 общего назначения в комплекте со сварочным полуавтоматом или автоматом предназначен для сварки в защитных газах или для сварки и

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		36

наплавки под флюсом изделий из углеродистых сталей. При сварке в защитных газах и сварке под флюсом на автоматах с независимой скоростью подачи проволоки, выпрямитель работает на жестких внешних вольтамперных характеристиках, и на падающих внешних вольтамперных характеристиках на автоматах с зависимой скоростью подачи проволоки.

ВДУ-1250 обеспечивает надежное зажигание и устойчивое горение дуги, имеет в наличии термозащиту от перегрузки, имеет возможность как местного, так и дистанционного регулирования сварочных параметров, обладает двумя видами жестких внешних вольтамперных характеристик для сварки и наплавки под флюсом, обладает высокой надежностью обмоточных узлов. Класс изоляции Н по ГОСТ 8865–70.

Технические характеристики сварочного выпрямителя:

Номинальный сварочный ток 1250 А

Номинальный режим работы (ПН) 100 %

Номинальное напряжение питающей сети 380 В

Первичный ток, при номинальной нагрузке, не более 180 А

Пределы регулирования сварочного тока 250-1250 А

Номинальное рабочее напряжение 56 В

Пределы рабочего напряжения 24-56 В

Напряжение холостого хода 55 В

Первичная мощность, не более 20 кВА

Габаритные размеры 600x790x1410 мм

Масса, не более 520 кг

Количество ступеней регулирования, шт.: плавная регулировка

Сварочный автомат

В качестве сварочного автомата выбран автомат для дуговой сварки А-1416.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		37



Рисунок 1.16 – Автомат для дуговой сварки А-1416

Автомат А-1416 предназначен для электродуговой сварки или наплавки низкоуглеродистых и легированных сталей плавящимися электродами на постоянном токе с независимыми от параметров дуги скоростями сварки и подачи электродной проволоки, плавным изменением сварочного напряжения.

Технические характеристики сварочного автомата:

Номинальное напряжение питающей сети 380 В

Номинальный сварочный ток при ПВ=100% 1000 А

Количество электродов 1 шт

Диаметр электродной проволоки 2-5 мм

Диапазон регулирования скорости подачи проволоки 47-509 м/ч

Диапазон регулирования скорости сварки (ступенчатый) 12-120 м/ч

Вертикальное перемещение сварочной головки:

Ход 250мм

Скорость 0,49 м/ч

Поперечное перемещение сварочной головки:

Ход ±75мм Скорость от руки

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		38

Регулирование угла наклона электрода (мундштука) ± 25 град

Маршевая скорость перемещения наплавочной головки 950м/ч

Флюсоаппаратура:

Вместимость 25дм³

Расход воздуха 30м³/ч

Высота всасывания флюса 2м

Масса головки 295 кг

Габаритные размеры головки 960x860x1860мм

Кантователь сварочный

В качестве сварочного кантователя выбран вращатель ТХ800 с дополнительной задней бабкой.



Рисунок 1.17 – Сварочный вращатель ТХ1200

Сварочный вращатель ТХ800 высокой нагрузки предназначен для закрепления и перемещения деталей при сварке. Обеспечивает такую точ-

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

ДП44.03.04.552 ПЗ

Лист

39

ность установки изделия, что положение стыка при сварке не превышает 20—25% поперечного размера площади пятна ввода теплоты в изделие (при сварке пол флюсом 1-2 мм).

Технические характеристики сварочного кантователя:

Номинальное напряжение питающей сети 380 В

Масса кантователя 560 кг

Диаметр планшайбы 500 мм

Номинальная нагрузка 1200 кг

Угол наклона 0-115°

Скорость вращения 0,1-1,3 об/мин

Описание работы установки

Для изготовления лонжерона была скомпонована установка для автоматизированной сварки под флюсом.

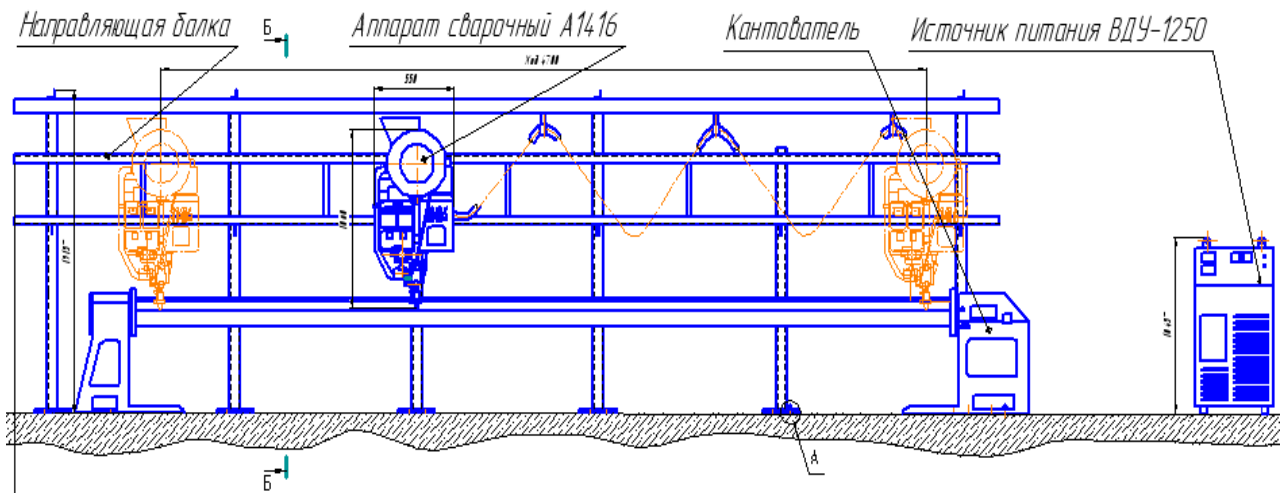


Рисунок 1.18 – Общий вид сварочной установки

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

ДП44.03.04.552 ПЗ

Лист

40

После сборки на сборочном стенде заготовка с помощью цехового крана подается к сварочной установке, где происходит фиксация концов заготовки в патронах кантователя. С помощью кантователя заготовка устанавливается в положения для сварки «в лодочку» первого шва. Сварка под флюсом производится автомата для дуговой сварки А-1416, который передвигается вдоль оси шва по специальным направляющим. При выполнении сварки последующих швов заготовка устанавливается в положение для сварки с помощью кантователя, а сварочный автомат устанавливается в нужное положение с помощью продольного перемещения вдоль оси шва по направляющим, а так же с помощью поперечного перемещения.

1.7 Оборудование и материалы, применяемые при изготовлении лонжерона

1.7.1 Оборудование

1.7.1.1 Машина термической резки Esab ULTRAREX™ UXL

Машины термической резки серии «ULTRAREX™ UXLG» предназначены для прямолинейного и фигурного раскроя листового металла газопламенным и/или плазменным способом, в условиях заготовительных цехов металлообрабатывающих предприятий, как самостоятельные изделия с индивидуальным обслуживанием, так и в составе поточно-механизированной линии.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		41



Рисунок 1.13 – Машина термической резки. Тип: ULTRAREX™ UXL

1.7.2 Сборочная плита для сборки лонжерона

Сборочная плита предназначена для сборки деталей лонжерона и дальнейшего проставления прихваток

1.7.3 Источник питания ВДУ-506

Сварочный универсальный выпрямитель ВДУ-506 предназначен для ручной дуговой сварки покрытыми электродами на постоянном токе, комплектации полуавтоматов и автоматов для сварки изделий из стали в среде защитных газов на постоянном токе. Является регулируемым тиристорным выпрямителем с жесткой или падающей внешней характеристикой.

Работает в комплекте с полуавтоматом ПДГО-510, со стабилизацией скорости подачи сварочной проволоки и возможностью удаления подающего механизма от выпрямителя на расстояние до 30м, оптимален для цеховых условий при сварке на токах дуги до 450А (ПВ=100%).

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		42

1.8 Материалы

1.8.1 Электроды сварочные

УОНИ-13/55 d=4 мм по ГОСТ 9466-76

Электроды предназначены для ручной дуговой сварки особо ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей работающих при пониженных температурах, когда к металлу шва предъявляются повышенные требования по пластичности и ударной вязкости.

Химический состав наплавленного металла электродами УОНИ 13/55 по ГОСТ 9466-76:

- углерода от 0,08 до 0,11;
- марганца от 0,6 до 1,2;
- кремния от 0,2 до 0,5;
- серы не более 0,03;
- фосфора не более 0,035.

1.8.2 Сварочная проволока Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70

Проволока предназначена для автоматической и полуавтоматической сварки углеродистых и низколегированной стали в газовой смеси (Ar-80% + CO₂-20%) и в чистом CO₂.

Химический состав проволоки Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70:

- углерода от 0,05 до 0,11%
- марганца от 1,8 до 2,1%
- кремния от 0,7 до 0,95%
- хрома до 0,2%
- никеля до 0,25%
- серы не более 0,025%

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		43

- фосфора не более 0,030%

1.8.3 Смесь газов K18 по ТУ 2114-004-00204760-99

Смесь применяется для автоматической и полуавтоматической сварки различных конструкций.

Химический состав смеси газов K18 по ТУ 2114-004-00204760-99:

-углекислота 18%

-аргон 82%

1.9 Предложение по усовершенствованию базовой технологии

Изменение способа сварки

В связи с необходимостью увеличения производительности и качества производимого изделия нужно автоматизировать процесс сварки. Сталь 09Г2С кроме как механизированной сваркой в защитных газах плавящейся проволокой сваривается без ограничений ещё, такими способами сварки, как ручная дуговая покрытыми металлическими электродами, автоматической дуговой сваркой под флюсом и электрошлаковая сварка. Выбираем автоматическую сварку под флюсом, так как она обеспечивает высокую производительность, как за счет увеличения сварочного тока, так и за счет лучшего его использования, сводится к нулю потери металла на угар и разбрызгивание, суммарная величина которых не превышает 2% веса расплавленного электродного металла, что позволяет весьма значительно экономить расход электродной проволоки и расход электроэнергии. Также автоматическая сварка под флюсом характеризуется стабильным качеством сварного шва на всей его протяженности.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		44

Изменение сварочных материалов

Выбираем такое сочетание флюса и электродной проволоки, чтобы наряду с раскислением обеспечить и легирование металла шва марганцем и кремнием для компенсации выгорания углерода.

Выбор марки электродной проволоки для сварки – один из главных элементов разработки технологии механизированной сварки под флюсом. Химический состав электродной проволоки определяет состав металла шва а, следовательно, его механические свойства. Берем проволоку, схожую по химическому составу основному металлу (проволока Св-08Г2С)

Химический состав проволоки Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70:

- углерода от 0,05 до 0,11%
- марганца от 1,8 до 2,1%
- кремния от 0,7 до 0,95%
- хрома до 0,2%
- никеля до 0,25%
- серы не более 0,025%
- фосфора не более 0,030%

Флюсы предназначенные для сварки низколегированных сталей, кроме удовлетворения общих требований к ним, должны способствовать получению металла шва повышенной прочности к высоким значениям ударной вязкости при низких и высоких температурах. Если прочность и химический состав металла шва определяется химическим составом сварочной проволоки и основного металла, то его ударная вязкость в значительной степени зависит от флюса.

Наиболее полно этим требованиям отвечают плавленые низкокремнистые слабоокислительные флюсы марок: АН-10, АН-22, АН-47, АН-67.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		45

При сварке низколегированных сталей с применением флюсов АН-10, АН-22, АН-47, АН-67 обеспечивается требуемый уровень ударной вязкости, однако существует и ряд существенных технологических недостатков: неудовлетворительно формируются швы, затруднено удаление шлаковой корки с поверхности швов, швы имеют повышенную пористость. Устранение перечисленных недостатков возможно, если использовать для сварки флюс АН-47, который обеспечивает более качественное формирование швов, самопроизвольное отделение шлаковой корки, высокую стойкость швов против кристаллизационных трещин, а также высокую ударную вязкость металла шва при низких и высоких температурах. Высокие сварочно-технологические свойства флюса АН-47 обеспечиваются введением в его состав наряду с окислами Al_2O_3 , ZrO_2 окисла TiO_2 который способствует повышению ударной вязкости сварных швов, снижает интенсивность выделения летучих фторидов при сварке, уменьшает содержание кислорода в металле шва.

Химический состав флюса АН-47 по ГОСТ 9087-81:

- оксид кремния от 28 до 33%
- оксид марганца от 11 до 18%
- оксид кальция от 13 до 17%
- оксид магния от 6 до 10%
- оксид алюминия II от 9 до 13%
- оксид титана IV от 4 до 7%
- оксид циркония от 1,1 до 2,5%
- оксид железа Шот 0,5 до 3%
- серы не более 0,05%
- фосфора не более 0,08%

Изменения типа сварного соединения

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		46

Так как из-за конструктивных особенностей изделия невозможно выполнить двусторонний шов, то для провара корня шва необходимо выполнить одностороннюю разделку кромок. В связи с этим меняем тип соединения Т1 по ГОСТ 14771-76, на Т7 по ГОСТ 8713-79.

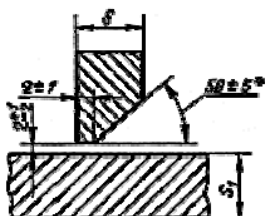


Рисунок 3 – Сварное соединение Т7 по ГОСТ 8713-79

Сварка производится в положении «в лодочку».

Изменение приспособления для сборки

Сборку предлагается производить в специальном стенде, с возможностью обеспечения жесткости закрепления изделия, его кантовки.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		47

2 Экономический раздел

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки малых емкостей, изготавливаемых из стали марки 09Г2С с применением автоматической сварки в среде защитных газов.

По базовому варианту работа выполнялась механизированной (полуавтоматической) сваркой в среде CO_2 . При этом для сборки и сварки использовалась сварочная установка, в состав которой входили: сварочный полуавтомат ПДГ-251с источником ВДГ-302, сварочная горелка, сварочная плита, баллон с углекислотой.

Проектируемая технология предполагает замену механизированной сварки на автоматическую под слоем флюса.

2.1 Определение капиталобразующих инвестиций

2.1.1 Определение технологических норм времени для получения сварного изделия

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

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

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

$t_{осн}$ – основное время, ч.;

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

t_e – вспомогательное время, ч.;

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

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		48

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

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

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

где $L_{шв}$ – сумма длин всех швов, $m \Sigma L_{шв} = 18,488 \text{ м}$;

$V_{св}$ – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч, $V_{св} = 18,46 \text{ м/ч}$;

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

Определяем основное время по формуле для обоих вариантов

$$t_{осн} = \frac{18,48}{8} = 2,3 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{18,48}{18,46} = 1,64 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

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

$$t_{нз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{нз} = \frac{2,3 \cdot 10}{100} = 0,23 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{нз} = 0,106 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		49

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

$$t_{\theta} = t_{\varepsilon} + t_{кр} + t_{\theta p} + t_{ycm} + t_{кл} \quad (2.3)$$

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

Время зачистки кромок или шва $t_{кр}$ (мин.) вычисляют по формуле:

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

где n_C – количество слоев при сварке за несколько проходов, $n_C = 1$;

$L_{шв}$ – длина шва, м, $L_{шв} = 18,48 \text{ м}$.

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле (45) для обоих вариантов

$$t_{кр} = 18,48 \cdot (0,6 + 1,2 \cdot (1-1)) = 3,326 \text{ мин.} = 0,055 \text{ ч.}$$

Сварка и в базовом и проектируемом варианте производится в один проход. Время на очистку швов от шлака и брызг $t_{\theta p}$ (мин.) рассчитываем по формуле

$$t_{\theta p} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_C - 1)) \quad (2.5)$$

$$t_{\theta p} = 0,055 \text{ ч.}$$

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		50

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

Время на установку, поворот и снятие изделия ($t_{узм}$) зависит от его массы, данные указаны в таблице 6.

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

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

$$t_{узм} = 3 \text{ мин.} = 0,05 \text{ ч.}$$

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

$$t_e = 1,01 + 0,101 + 0,055 + 0,0035 + 0,05 = 1,22 \text{ ч.}$$

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

$$t_{обс} = (0,06 \dots 0,08) \cdot t_{осн} \quad (2.6)$$

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

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 2,3 = 1,16ч.$$

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 1,01 = 0,07ч.$$

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

$$t_n = 0,07 \cdot t_{осн} \quad (2.7)$$

Рассчитываем t_n по формуле для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_n = 0,07 \cdot 2,3 = 1,16 ч.$$

$$t_n = 0,07 \cdot 1,01 = 0,07ч.$$

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

$$T_{ум-к} = 2,3 + 0,24 + 1,22 + 1,16 + 1,16 \approx 6,08 ч. \text{ (базовый вариант)}$$

$$T_{ум-к} = 1,01 + 0,101 + 1,22 + 0,07 + 0,07 \approx 2,5 ч. \text{ (проектный вариант).}$$

2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

1) Время сварки на одно изделие:

$$T_{шт} = L_{об} / V_{св} \quad (2.8)$$

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		52

$t_{\text{осн}}=2,3$ ч. (базовый вариант)
 $t_{\text{осн}}=1,01$ ч. (проектируемый вариант).

2.2 Определяем общую трудоемкость

годовой производственной программы $T_{\text{произв. пр.}}$ сварных конструкций по операциям техпроцесса по формуле (1), где N – годовая программа, шт., в нашем случае $N = 1000$ шт.

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

где $T_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляционное время технологической операции – сварки, ч. на одну металлоконструкцию;

N – годовая программа, шт.

$$T_{\text{произв. пр.}} = 6 \cdot 1000 = 6000 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 2,5 \cdot 1000 = 2500 \text{ ч.}$$

Определим трудоемкость только процесса сварки при выполнении годовой производственной программы

$$T_{\text{год}} = t_{\text{осн}} \cdot N \quad (2.10)$$

$$T_{\text{год}} = 2,3 \cdot 1000 = 2300 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{год}} = 1,01 \cdot 1000 = 1010 \text{ ч.}$$

2.3 Рассчитаем количество единиц сварочного оборудования:

$$C_p = \frac{T_{\text{год}}}{\Phi_d \cdot K_n \cdot K_{\text{см}}} \quad (2.11)$$

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		53

где Φ_{δ} – действительный фонд времени работы оборудования, час.

($\Phi_{\delta} = 1914 \text{ час.}$);

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

$K_{см}$ – количество смен, ($K_{см} = 2$)

$$C_p = \frac{2300}{1914 \cdot 1,2} = 1,1; \text{ примем } C_{п} = 2 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_p = \frac{1010}{1914 \cdot 1,1} = 0,5; \text{ примем } C_{п} = 1 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

Принятое количество оборудования C_p 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 три рабочих места для сварки годового объема продукции. По новой измененной технологии достаточно двух установок для автоматической сварки в среде защитного газа. Примем для базового варианта $C_{np} = 2$ шт., а для проектируемого варианта примем $C_{np} = 1$ шт.

2.4 Расчёт коэффициента загрузки оборудования КЗ

производим по формуле

$$K_z = \frac{C_p}{C_{np}} \quad (2.12)$$

$$K_z = \frac{1,1}{2} = 0,56 \text{ (базовый вариант);}$$

$$K_z = \frac{0,5}{1} = 0,5 \text{ (проектируемый вариант).}$$

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		54

2.1.3 Расчет капитальных вложений

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляем исходные данные в виде таблицы.

Таблица 2.2 – Состав и стоимость технологического оборудования

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2	3	4
Годовая производственная программа выпуска	шт	1000	1000
Сварочный полуавтомат ПДГ-516, источник питания ВДУ-506, $C_{онт}$	руб./шт	320000	
Сварочный автомат, источник питания ВДУ-506–	руб./шт		135908
сварочная машина портального типа, источник питания ВДУ- 506			841000
флюс АН-348А	руб./кг		41,60
Сварочная проволока Св-08ГА, Ø 1,2 мм, $C_о$	руб./кг	80	80

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

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

$$K_{обj} = C_{обj} \cdot (1 + K_{мз}), \quad (2.13)$$

где $C_{обj}$ – цена приобретения одного комплекта оборудования, руб.;

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

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		55

$$K_{обj} = Ц_{обj} \cdot (1 + K_{тз}) \quad (2.14)$$

$$K_{обj} = 320290 \cdot (1 + 0,12) = 35862,4 \text{ руб.} \quad . \text{ (базовый вариант);}$$

$$K_{обj} = 976908 \cdot (1 + 0,12) = 1094137 \text{ руб.} \quad . \text{ (проектируемый вариант).}$$

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

$$K_{об} = \sum K_{обj} \cdot C_{Пj} \cdot K_{зj}, \quad (2.15)$$

$$K_{об} = 320290 \cdot 2 \cdot 1 = 640580 \text{ руб.} \quad \text{(базовый вариант);}$$

$$K_{об} = 976908 \cdot 1 = 976908 \text{ руб.} \quad \text{(проектируемый вариант).}$$

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

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

$K_{зj}$ – коэффициент загрузки j -ого оборудования, $K_{зj} = 1$, т.к. загрузка участка другой продукцией не предполагается.

Рассчитанные данные заносим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Цена комплекта оборудования, руб.	320 000	976908
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	35862,4	1094137
Количество комплектов оборудования, шт.	2	1
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	640580	976908

2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций

2.2.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкций

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

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Сталь 09Г2С, C_k	руб./кг	9,95	9,95
Тариф на электроэнергию, $C_{элм}$	руб./кВт-час	3,16	3,16
Защитный газ CO_2 , $C_{з.г}$	руб./л	0,08	
Флюс АН-348А, $C_{з.г}$	руб./л		41,60
Расход защитного газа	л/мин	8	
Длина сварного шва	м	18,48	18,48
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	4	5
Тарифная ставка, $T_{ст}$	руб.		
Сварщики		144	168
Вспомогательные рабочие		130	130
Масса конструкции	т	0,5	0,5

Технологическая себестоимость формируется из прямых затрат, связанных с расходованием ресурсов при проведении сварочных работ в цехе. Расчет технологической себестоимости проводим по формуле (2.12).

$$C_T = MЗ + З_э + З_{пр} , \quad (2.12)$$

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

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

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		57

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

Расчет материальных затрат

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

Материальные затраты (МЗ, руб.) рассчитываются по формуле (2.13).

$$MЗ = C_{o.m} + C_{др} , \quad (2.13)$$

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

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

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

К основным - относятся материалы, из которых изготавливаются конструкции, а при процессах сварки также учитываются и сварочные материалы: электроды, сварочная проволока, присадочный материал (защитный газ, сварочный флюс).

Стоимость основных материалов ($C_{o.m}$, руб.) в расчете на одно металлоизделие с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле(2.14).:

$$C_{o.m} = [C_{к.м} + C_{св.пр.} + (C_{зг} + C_{св.фл.})] \cdot K_{\text{тр}} , \quad (2.14)$$

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

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		58

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

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 09Г2С.

$$C_{к.м} = m_{к} \times Ц_{к.м}, \quad (2.15)$$

где $m_{к}$ – масса конструкции, $m_{к} = 0,5$ т;

$Ц_{к.м}$ - цена одной тонны конструкционного материала, $Ц_{к.м} = 9950$ руб.

$$C_{к.м} = 0,5 \cdot 9950 = 19900 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 19900 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

Расчет затрат на электродную проволоку

$$C_{св.пр} = M_{нм} \cdot \psi \cdot Ц_{с.п.} \cdot K_{тр}, \quad (2.16)$$

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

$Ц_{с.п.}$ - оптовая цена 1 кг сварочной проволоки, $Ц_{с.п.} = 80$ руб.;

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

Масса наплавленного металла $M_{нм}$ рассчитывается по формуле:

$$M_{нм} = V_{нм} \cdot \rho_{нм}, \quad (2.17)$$

где $V_{нм}$ - объем наплавленного металла, см³;

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		59

$\rho_{нм}$ - плотность наплавленного металла, г/см³ ($\rho_{стали} = 7,8$ г/см³).

Объем наплавленного металла $V_{нм}$ рассчитывается по формуле:

$$V_{нм} = L_{шв} \cdot F_o, \quad (2.18)$$

где F_o – площадь поперечного сечения наплавленного металла, см²;

$L_{шв}$ - длина сварного шва, см.

Исходные данные для расчетов:

$$L_{шв} = 18,488 \text{ м} = 1848,8 \text{ см}$$

$$F_o = 78,24 \text{ мм}^2 = 0,78 \text{ см}^2.$$

$$V_{нм} = 18488 \cdot 0,78 = 14420 \text{ см}^3.$$

$$M_{нм} = 14420 \cdot 7,8 = 112480 \text{ г} \approx 112,480 \text{ кг}$$

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

$$C_{св.пр} = 112,480 \cdot 1,2 \cdot 80 \cdot 1,05 = 11,388 \text{ руб. (базовый вариант – сварка в CO}_2)$$

$$C_{св.пр} = 112,480 \cdot 80 \cdot 1,05 = 94,48 \text{ руб. (проектируемый вариант – сварка под флюсом).}$$

Расчет затрат на флюс

$$C_{ВМ(УГ)} = t \cdot V_{СВ} \cdot k_P \cdot Ц_{ВМ(УГ)} \cdot K_T \quad (2.19)$$

где t – время сварки, час.;

$q_{зг}$ – скорость подачи защитного газа, л/мин.; $q_{зг} = 6$ л/мин.;

k_P – коэффициент расхода газа; $k_P = 1,1$;

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		60

$C_{BM(NT)}$ – цена флюса, руб.; $C_{BM(NT)} = 41,6$ руб./л.;

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

$$C_{BM(NT)} = 2,3 \cdot 8 \cdot 1,1 \cdot 33,75 \cdot 1,05 = 873,2 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{BM(NT)} = 1,01 \cdot 18,4 \cdot 1,1 \cdot 41,6 \cdot 1,05 = 892 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

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

Затраты на электроэнергию на операцию

$$C_{ЭН} = \alpha_{Э} \cdot W \cdot C_{Э}, \text{ руб.} \quad (2.20)$$

где $\alpha_{Э}$ – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт·ч/кг.

W – расход электроэнергии, кВт·ч;

$C_{Э}$ – цена за 1 кВт·ч; $C_{Э} = 3,16$ кВт·ч.

$$C_{ЭН} = 8 \cdot 63 \cdot 3,16 = 1592,64 \text{ руб (базовый вариант);}$$

$$C_{ЭН} = 8 \cdot 10,5 \cdot 3,16 = 265,44 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

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

По базовому варианту:

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		61

$$M3 = 19900 + 1593 + 13,31 = 21506 \text{руб.}$$

По проектируемому варианту:

$$M3 = 19900 + 265 + 21,08 = 20186 \text{руб.}$$

Расчет численности производственных рабочих

Определяем численность производственных рабочих (основных рабочих - сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих $Ч_{op}$, а также сварщиков в их числе $Ч_{св}$ определяется по формуле:

$$Ч_{op} = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_{др} \cdot n \cdot K_B}, \quad (2.21)$$

$$Ч_{св} = \frac{T_{св}}{\Phi_{др} \cdot n \cdot K_B} \quad (2.22)$$

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

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

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

$$Ч_{op} = \frac{6000}{1870 \cdot 1,1} = 2,9 \text{ примем } Ч_{op} = 3 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$Ч_{op} = \frac{2500}{1870 \cdot 1,1} = 1,2 \text{ примем } Ч_{op} = 2 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

Расчет расходов на оплату труда производственных рабочих

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих (Зпр) с отчислениями на социальное страхование рассчитывается по формуле (при применении повременной формы оплаты труда сварщиков)

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		62

$$Z_{\text{пр}} = (R_{\text{пв}_{\text{св}}} + R_{\text{пв}_{\text{вс}}}) \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{сс}} + D_{\text{вр}}, \quad (2.23)$$

$$R_{\text{пв}} = T_{\text{ст}} \cdot \Phi_{\text{р}} \cdot \text{Ч} / N \quad (2.24)$$

где $\Phi_{\text{р}}$ - годовой действительный фонд времени одного рабочего, час.

($\Phi_{\text{р}} \approx 1870$ час.);

$T_{\text{ст}}$ - тарифная ставка; для сварщиков в базовом варианте - 144 руб./час., в проектируемом - 168руб./час.; для вспомогательных рабочих - 130 руб/час.;

Ч - количество рабочих; в базовом варианте сварщиков $\text{Ч}_{\text{св}} = 3$ чел.; в проектируемом $\text{Ч}_{\text{св}} = 2$ чел.,

N - годовая программа выпуска металлоизделий, $N = 1000$ шт.

$R_{\text{пв}}$ –расценка за единицу изделия для сварщиков $R_{\text{пв}_{\text{св}}}$

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

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

$K_{\text{д}}$ - коэффициент, определяющий размер дополнительной заработной платы, (статья «Дополнительная заработная плата производственных рабочих» отражает выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное в производстве время (оплата отпускных, компенсаций, оплата льготных часов подросткам, кормящим матерям). Размер выплат предусмотрен обычно в пределах 10% -20% от основной зарплаты), $K_{\text{д}} = 1,2$;

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

$$R_{\text{пв}_{\text{св}}} = 144 \cdot 1870 \cdot 3 / 1000 = 808 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$R_{\text{пв}_{\text{св}}} = 168 \cdot 1870 \cdot 2 / 1000 = 628 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		63

Доплата за вредные условия труда (только для сварщиков) рассчитывается по формуле

$$D_{вр} = T_{ст} \cdot T_{вр} , \quad (2.25)$$

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

$T_{ст}$ – тарифная ставка сварщиков, для базового варианта $T_{ст} = 144$ руб.; для проектируемого $T_{ст} = 168$ руб.;

$T_{вр}$ – время работы во вредных условиях труда,
 $T_{вр} = T_{шт-к} (0,05 \dots 0,51)$, мин.; для полуавтоматической и автоматической сварки коэффициент принимаем соответственно 0,51 и 0,05.

Выполним расчет расходов на оплату труда рабочих $Z_{пр}$ (с учетом доплат за вредность для сварщиков) приходящихся на одно изделие:

$$D_{вр} = 144 \cdot 6,08 \cdot 0,51 = 446,5 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$Z_{пр} = (40,39 + 42,54) \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 + 46,27 = 194,05 \text{ руб.}$$

$$D_{вр} = 168 \cdot 2,5 \cdot 0,51 = 240 \text{ руб. (проектный вариант)}$$

$$Z_{пр} = (15,71 + 36,47) \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 + 46,27 = 125,21 \text{ руб.}$$

Выполним расчет расходов на оплату труда рабочих $Z_{пр}$ на годовую программу:

$$Z_{год} = N \cdot Z_{пр}$$

$$Z_{год} = 1000 \cdot 194,05 = 194050 \text{ руб. (базов. вариант)}$$

$$Z_{год} = 1000 \cdot 125,21 = 125210 \text{ руб. (проект. вариант)}$$

Среднемесячные расходы на оплату труда одного рабочего составят:

$$Z_{м} = Z_{год} / 12 \cdot Ч_{ор}$$

$$Z_{м} = 194050 / (12 \cdot 13) = 990 \text{ руб. (баз. вариант)}$$

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		64

$$Z_m = 125210 / (12 \cdot 8) = 1304 \text{ руб. (проект. вариант)}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости C_T изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ($N = 1000$ шт.) в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Результаты расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Затраты на основные материалы, $C_{o.m}$, руб.	21506	20186
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{Эн}$, руб.	1592,64	265,44
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $Z_{пр}$, руб.	194050	125210
Технологическая себестоимость, C_T , руб./металлоизделие	217143	145661

Расчет производственной себестоимости изготовления металлоизделия.

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

$$C_{ПР} = C_T + P_{пр} + P_{хоз}, \quad (2.26)$$

где C_T – технологическая себестоимость, руб.;

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

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

В статью «Общепроизводственные расходы» ($P_{пр}$, руб.) включаются:

– амортизационные отчисления технологического оборудования, установленного в цехе;

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

$$P_{\text{пр}} = C_A + C_p + P_{\text{пр}}^* \quad (2.27)$$

где C_A – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

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

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

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

$$C_A = \frac{K_{\text{об}} \cdot H_A \cdot n_o \cdot T_{\text{шт-к}}}{100 \cdot \Phi_D \cdot K_B} \cdot K_O \quad (2.28)$$

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

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

Φ_D – действительный эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час. $\Phi_D = 3828$ час.;

$T_{\text{шт-к}}$ – время на выполнение сварочной операции на годовую программу производства, час.;

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

n_o – количество оборудования, шт.;

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		66

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

Базовый вариант:

$$C_A = \frac{64058 \cdot 14.7 \cdot 6,08}{100 \cdot 3828 \cdot 1.1} \cdot 0,93 = 126,4 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант

$$C_A = \frac{976908 \cdot 14.7 \cdot 2,5}{100 \cdot 3828 \cdot 1.1} \cdot 0,8 = 68,21 \text{ руб.}$$

Другие затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования, C_p , руб. рассчитываются по формуле:

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot D}{100} \quad (2.29)$$

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

Значение D принимается равным 3 %.

$$C_p = \frac{640580 \cdot 3}{100} = 19217 \text{ руб}$$

$$C_p = \frac{976908 \cdot 3}{100} = 29307 \text{ руб.}$$

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

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		67

$$P_{\text{ПП}}^* = \frac{\%P_{\text{ПП}} \cdot ЗП_o}{100}, \quad (2.30)$$

$$P_{\text{ПП}}^* = \frac{194050 \cdot 10}{100} = 19405 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ПП}}^* = \frac{125210 \cdot 10}{100} = 12521 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

где ЗП_{пр} – заработная плата производственных рабочих, руб.;

%РПР – процент общепроизводственных расходов на содержание производственных помещений и прочих цеховых расходов, %. РПР = 10%.

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

$$P_{\text{ХОЗ}} = \frac{\%P_{\text{ХОЗ}} \cdot ЗП_o}{100}, \quad (2.31)$$

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

% РХОЗ – процент общехозяйственных расходов, % РХОЗ = 25%.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		68

$$P_{хоз} = \frac{25 \cdot 194050}{100} = 48512 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{хоз} = \frac{25 \cdot 125210}{100} = 31302 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Выполним расчет общепроизводственных расходов (2.27) :
по базовому варианту:

$$P_{пр} = 126,4 + 19217 + 19405 = 38748 \text{ руб.}$$

по проектируемому варианту:

$$P_{пр} = 68,21 + 29307 + 12521 = 41896 \text{ руб.}$$

Выполним расчет производственной себестоимости по формуле (2.26)
По базовому варианту:

$$C_{пр} = 48512 + 48512 + 38748 = 135772 \text{ руб.}$$

По проектируемому варианту

$$C_{пр} = 31302 + 31302 + 41896 = 104500 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости изготовления металлоконструкций, Сп производим по формуле:

$$СП = C_{пр} + P_{к}, \quad (2.28)$$

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

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		69

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» (Рк, 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:

$$P_k = \frac{\% P_k \cdot C_{\text{пр}}}{100}, \quad (2.31)$$

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

$$P_k = 0,1 * 135772 / 100 = 135,77 \text{ руб(базовый вариант)}$$

$$CП = 135772 + 135,77 = 135908 \text{ руб.}$$

$$P_k = 0,1 * 104500 / 100 = 104,5 \text{ руб(проектируемый вариант)}$$

$$CП = 104500 + 104,5 = 104604,5 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов себестоимости изготовления металлоизделий сводятся в таблицу 2.6

Таблица 2.6 – Калькуляция себестоимости по сравниваемым вариантам, руб.

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектируемый вариант	Отклонения (+,-) проектируемый вариант в сравнении с базовым
1	2	3	4
1. Материальные затраты	21500	20186	-1314
2. Затраты на технологическую электроэнергию	1592,64	265,44	-1327,2
3. Заработная плата производственных рабочих	194050	125210	-68840
Итого технологическая себестоимость, Ст	217143	145661	-71482

Окончание таблицы 2.6

1	2	3	4
4. Общепроизводственные расходы, Р _{ПР}	38748	41896	+3148
5. Общехозяйственные расходы, Р _{хоз.}	48512	31302	-17210
Итого производственная себестоимость, С _{пр}	135908	104604	-31304
6. Коммерческие расходы, Р _к	13590	10460,4	+3129,6
Итого полная себестоимость, С _п	453901	1369503	+915602

2.3 Расчет показателей экономической эффективности

Расчет годовой экономии по полной себестоимости, $\Delta C_{п}$, руб., производим по формуле:

$$\Delta C_{п} = C_{п1} - C_{п2}, \quad (2.32)$$

$$\Delta C_{п} = 1369503 - 453901 = 915602$$

где $C_{п1}$, $C_{п2}$ - полная себестоимость годового выпуска продукции по базовому и проектируемому вариантам соответственно.

Технологическая себестоимость в проектируемом варианте меньше технологической себестоимости в базовом варианте за счет снижения расходов на заработную плату и общехозяйственные нужды, а также за счет снижения коммерческих расходов.

Расчет прибыли от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, П, руб. рассчитываем по формуле (2.35).

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		71

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Ц, руб.) по формуле (2.33) по базовому и проектируемому вариантам. Среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции, K_p , определяющий среднеотраслевую норму доходности продукции и учитывающий изменение качества металлоизделия (надежность, долговечность) в эксплуатации принимаем равным соответственно в базовом варианте - 1,3; в проектируемом - 1,5.

$$Ц = (C_n * K_p) / N, \quad (2.33)$$

где N – годовой объем выпуска изделий, шт., $N = 1000$

$$Ц_1 = (453901 \cdot 1,3) / 1000 = 590 \text{ руб.}$$

$$Ц_2 = (1369503 \cdot 1,5) / 1000 = 2054 \text{ руб.}$$

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

$$В = Ц * N \quad (2.34)$$

$$В_1 = 590 \cdot 1000 = 590000 \text{ руб.}$$

$$В_2 = 2054 \cdot 1000 = 2054254 \text{ руб.}$$

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой (2.33) по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий

$$П = В - C_{п}, \quad (2.35)$$

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		72

$$\Pi_1 = 590000 - 453901 = 136099 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 2054254 - 1369503 = 684751 \text{ руб.}$$

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

$$\Delta\Pi = \Pi_2 - \Pi_1, \quad (2.36)$$

$$\Delta\Pi = 684751 - 136099 = 548652 \text{ руб.}$$

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

$$N_{кр} = \frac{C_{пост}}{Ц - C_{пер}}, \quad (2.37)$$

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

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

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

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

$$C_{пер} = C_{тех}/N \quad (2.38)$$

$$C_{пер} = 217143/1000 = 217,143 \text{ руб}$$

$$C_{пер} = 14566/1000 = 145,661 \text{ руб}$$

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		73

$$N_{кр} = \frac{453901 - 1369503}{590 - 217143} = 4,3 \text{ шт}$$

$$N_{кр2} = \frac{1453901 - 13669503}{2054 - 145661} = 6,4 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции, R, выполняем по формуле :

$$R = \frac{\Pi}{C_n} * 100 \quad (2.39)$$

$$R_1 = \frac{136099}{915602} \cdot 100 = 15 \%$$

$$R_2 = \frac{684751}{915602} \cdot 100 = 75 \%$$

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

$$\Pi_{mp} = \frac{B}{Ч_{op}} \quad , \quad (2.40)$$

$$\Pi_{mp1} = \frac{590000}{3} = 196667 \text{ руб./чел.}$$

$$\Pi_{mp2} = \frac{2054254}{2} = 1027127 \text{ руб./чел.}$$

Расчет срока окупаемости капитальных вложений, T_o производим по формуле:

$$T_o = \frac{\Delta K_{\partial}}{\Delta \Pi} \quad (2.41)$$

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		74

$$T_o = \frac{336328}{548652} = 0,61 \text{ года}$$

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

Таблица 2.7 – Техничко-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	2	3	4	5	6
1	Годовой выпуск продукции, N	шт.	1000	1000	-
2	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	тыс.руб.	590000	2054254	1464254
3	Капитальные вложения, К	тыс.руб.	640580	976908	336328
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, С _т	тыс.руб.	217143	145661	71482
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, С _п	тыс.руб.	453901	1369503	915602
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	тыс.руб.	136099	684751	548652
7	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	3	2	1
8	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), П _{тр}	тыс.руб./чел.	196667	1027127	830460
9	Рентабельность продукции, R	%	15	75	
10	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (Т _{ок})	год		0,61	
11	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	5	7	2

Вывод: Предложенный в проекте технологический способ сварки металлоизделия эффективен, прежде всего, в сфере эксплуатации за счет повышения качества и увеличения срока службы сварных соединений металлоизделия.

В сфере производства изделия экономия по себестоимости обеспечена 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 человек.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		76

3 Методический раздел

Проблема, решаемая в методической части дипломного проекта состоит в том, какими должны быть структура и содержание программы обучения сварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах, если организовать повышение квалификации на предприятии. Поэтому, в методической части дипломного проекта будут рассмотрены вопросы организации обучения высококвалифицированных сварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах в специально создаваемых структурах в настоящее время – центрах обучения персонала.

Целью методической части является разработка программы повышения квалификации рабочих «Электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах» 4 разряда до 5 разряда.

Задачи, решаемые в методической части дипломного проекта:

- анализ квалификационных характеристик и планирование содержание обучения;
- разработка учебного плана подготовки сварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах;
- разработка тематического плана по предмету «Специальная технология»;
- разработка плана урока по теме «Оборудование автоматической сварки».

3.1 Анализ квалификационных характеристик «Электросварщика на автоматических и полуавтоматических машинах» 4 и 5 разрядов

Характеристика работ. Автоматическая и механизированная сварка с использованием сложных аппаратов, узлов, конструкций и трубопроводов из

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		74

углеродистых и конструкционных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов. Автоматическая сварка ответственных сложных строительных и технологических конструкций, работающих в сложных условиях. Автоматическая сварка под флюсом неплавящимся электродом горячекатаных полос из цветных металлов и сплавов под руководством электросварщика более высокой квалификации. Наплавка дефектов деталей машин, механизмов и конструкций. Наплавка сложных и ответственных узлов, деталей и инструментов. Чтение чертежей сложных сварных металлоконструкций.

Должен знать: устройство различных сварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и источников питания; основные законы электротехники в пределах выполняемой работы; способ испытания сварных швов; марки и типы сварочных материалов; виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения; влияние режимов сварки на геометрию сварного шва; механические свойства свариваемых металлов.

Проанализировав квалификационные характеристики «Электросварщика на автоматических и полуавтоматических машинах» 4 и 5-ого разряд выяснили, что переподготовка рабочих может проводиться в минимальные сроки, т.е. в течение 1 месяца, т.к. рабочие-сварщики имеют первоначальные знания и умения в профессиональной области:

- знают устройство и принцип работы электрооборудования;
- знают и умеют выполнять технологические приемы подготовки, сборки и сварки изделий;
- знают виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		75

3.2 Разработка учебного плана сварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах

Учебный план подготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 5 разряда приведен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Учебный план

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1.	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	44
1.1	Экономический курс. Основы рыночной экономики и предпринимательства	4
1.2	Материаловедение	4
1.3	Электротехника	4
1.4.	Специальная технология:	32
2	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ	96
2.1	Ознакомление с устройством автоматов, газовой аппаратурой, режимами и приемами сварки и наплавки, инструктаж по организации рабочего места и техника безопасности.	6
2.2	Подготовка автомата к работе	6
2.3	Упражнения в применении автоматов без включения сварочного тока и подачи флюса. Регулирование подачи сварной проволоки.	6
2.4	Сварка прямолинейных швов автоматами, наплавка валиков в нижнем положении.	6
2.5	Многослойная наплавка	6
2.6	Сварка прямолинейных и кольцевых швов с самостоятельными подборками и установкой режима	6
2.7	Сварка пластин в стык в нижнем и вертикальном положениях сварного шва	6
2.8	Сварка прямолинейных угловых швов	6
2.9	Сварка кольцевых швов с поворотом и без поворота свариваемых деталей	6
2.10	Комплексные работы	42
	консультации	4
	квалификационные экзамены	8
	Итого:	152

В учебном плане представлено обучение в объеме 152 часов из них теоретический курс 44 часов, а практический курс – 96 часов.

Всего обучение продолжается 1 месяц. Остановимся на предмете «Специальная технология»

3.3 Разработка тематического плана изучения предмета «Специальная технология»

Тематический план – это документ, отражающий целевые установки и содержательную основу учебного предмета по соответствующему учебному плану, логику построения курса, принципы выбора технологий обучения, методов контроля достигнутого образовательного уровня.

По данной программе изучается предмет «Специальная технология», на который отводится 32 часа. Тематический план предмета приведен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Тематический план предмета «Специальная технология»

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Распределение по видам (час)				
		Всего	Теория	ЛЗ	ПЗ	С/Р
1	Раздел 1 . Общие сведения.	2	2			
2	Раздел 2. Технология и оборудование автоматической сварки	8	4	2	2	
3	Раздел 3. Технология и оборудование автоматической сварки под флюсом	12	6	2	2	2
4	Раздел 4. Технология и оборудование автоматической сварки в защитных газах	8	2	2	2	2
5	Раздел 5. Нормирование сварочных работ	2	2			
	ИТОГО	32	16	6	6	4

В плане выберем тему «Технология и оборудование автоматической сварки под флюсом». На изучение, которой отводится 12 часов из них 6 часа

теории, 2 часа лабораторных занятий, 2 часа практических занятий и 2 час самостоятельной работы.

В дипломной работе остановимся на теме урока «Устройство сварочных автоматов» и разработаем его план и план-конспект.

3.4 Разработка плана и плана-конспекта урока теоретического обучения по изучению устройства сварочных автоматов

Тема программы: Технология и оборудование автоматической сварки под флюсом

Тема урока: «Оборудование автоматической сварки под флюсом. Автоматическая сварочная головка А-1416»

Цели урока:

Образовательная

- сформировать у обучающихся знания об оборудовании для автоматической сварки под флюсом, об устройстве автоматической сварочной головки А - 1416.

- сформировать знания требований автоматической сварки

Воспитательная

- формировать уважение к профессии сварщика.

- воспитывать аккуратность, трудолюбие, дисциплинированность.

Развивающая

- развивать познавательную активность обучающихся.

Тип урока: комбинированный.

Методы проведения урока: рассказ, беседа, демонстрация, иллюстрация, упражнения

Учебно-материальное оснащение: плакат «Сварочный автомат А-1416»

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		78

Таблица 3.3 – План – конспект урока

Этапы урока, затраты времени	Содержание учебного материала	Методика действия и приемы
1	2	3
Организационный этап 3 мин.	Здравствуйте. Прекратите разговоры, и проведем переключку	Взаимное приветствие педагога и обучающихся, проверка отсутствующих
Мотивация 2 мин.	Изучаемая сегодня тема является базовой для вашей работы, обратите на это внимание, смотрите, слушайте, записывайте и запоминайте. Помните, что только подготовленный квалифицированный рабочий может найти свое место в жизни	Объяснить требования к работе на уроке (методика создания рабочего настроения, дисциплины, добросовестного отношения к учебе).
Проверка домашнего задания 15 мин.	«Сегодня мы займемся изучением оборудованием автоматической сварки Вопрос 1. Какие виды сварки металлов вообще вы уже знаете. Ответ: газовая, ручная дуговая, контактная. Вопрос 2. Какие способы восстановления деталей машин с увеличением поперечного размера можете предложить? Ответ: Наплавка Вопрос 3. Что такое сварочная дуга? Ответ: Направленный поток ионизированных частиц, разогревающих сварочную ванну. Вопрос 4. Для чего применяется дуговая сварка? Ответ – для сварки металлов преимущественно стали Вопрос 5 С помощью каких устройств осуществляются процессы дуговой сварки Ответ С помощью сварочных трансформаторов А также применяются электроды сварочные.	Перейти к актуализации опорных знаний. Проводить устный фронтальный опрос. Вопрос задавать 2 раза, добиться, чтобы все учащиеся включились в работу. Выйти на середину аудитории, активизировать учащихся на последних столах. После каждого вопроса выходить в центр аудитории, ответы повторять и дополнять с помощью учащихся. Наблюдать и фиксировать, кто и как отвечает на вопросы. Оценить самостоятельность, подсказывание, подглядывание, активность и пассивность.

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата
-----	------	---------	------	------

ДП44.03.04.552 ПЗ

Лист

79

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3
<p>Сообщение нового материала 40 мин.</p>	<p>Основные сведения</p> <p>Сварка в серийном производстве основном автоматический или полуавтоматический процесс. Вид автоматической сварки обеспечивает высокую производительность (до 40 кг в час) и качество сварного шва. Для этого процесса следует правильно выбрать напряжение и скорость подачи электрода. Значение этих параметров должно обеспечивать горение дуги под слоем флюса или в среде защитного газа, но в то же время на определенной высоте над основным металлом.</p> <p>При автоматической сварке механизированы все основные рабочие движения и операции: возбуждение и поддержание горения дуги, подача электрода, перемещение электрода вдоль свариваемых кромок со скоростью сварки, защита дуги и сварочной ванны от действия воздуха (по необходимости), колебательные движения электрода (по необходимости), прекращение процесса сварки и заварка кратера в конце шва и пр. В связи с этим различают инструмент и приспособления для ручной сварки, сварочный полуавтомат или автомат (самоходная или подвесная головка), станок и установку для полуавтоматической или автоматической сварки. Сварочный автомат АДФ-1005 Урал предназначен для дуговой сварки под флюсом постоянным током 300 - 1200 А электродной проволокой диаметром 3-6 мм. В комплект автомата АДФ-1005 входят сварочный трактор, шкаф распределительного устройства и сварочный преобразователь ПС-1000.</p>	<p>Акцентировать внимание учащихся на важности темы, повысить внимание и заинтересованность.</p> <p>Во время объяснения нового материала проходить по аудитории и обращать внимание на то. Чем занимаются обучающиеся, слушают внимательно, не отвлекаются.</p> <p>При рассказе стоять в стороне от плаката и указкой показывать сущность процесса.</p> <p>Используем плакат «Автоматическая сварка: сварочный автомат» для демонстрации процессов сварки плавящимся электродом и физики процесса сварки.</p>

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

ДП44.03.04.552 ПЗ

Лист

80

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3
	<p>Конструкция сварочного трактора АДФ-1005 идентична конструкции трактора автомата АДС-1000-2, за исключением установки на пульте амперметра и вольтметра для измерения постоянного тока. Шкаф управления</p> <p>Оборудование</p> <p>Сварочной установкой называется комплекс, в состав которого входит следующее оборудование: а) электросварочное - сварочный аппарат, источник сварочного тока, аппаратура регулирования и контроля сварочного процесса; б) механическое – устройства и механизмы для крепления сварочного аппарата и движения его или изделия в заданном направлении, устройства для размещения и перемещения сварщиков, а также аппаратура контроля и регулирования; в) вспомогательное – флюсовая и газовая аппаратура, токоподводы, устройства и механизмы для зачистки места под сварку, устройства и механизмы для очистки шва и прилегающей зоны изделия от шлаковой корки и брызг металла, устройство для очистки зоны обслуживания от пыли и вредных газов.</p> <p>Эффективность применения механизированной сварки зависит от совершенства сварочного оборудования и аппаратуры, для развития которых рекомендуется обеспечить: а) максимальную механизацию и автоматизацию технологического цикла сварки; б) максимальную производительность и эффективность сварки, в том числе применение сварки одного или нескольких швов одновременно несколькими головками (так называемая многоголовчатая сварка); в) применение программного управления для автоматизации сварочных операций; г) соблюдение эргономических и эстетических требований к оборудованию.</p>	<p>Акцентируется внимание на плакате «Сварочный автомат АДС – 1000-21»</p> <p>Плакат «Сварочный автомат А-1416», объяснить каждое требование</p> <p>Записать основные показатели и требования эффективности процесса автоматической сварки</p>

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

ДП44.03.04.552 ПЗ

Лист

81

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3
	<p>Общие требования для автоматической сварке.</p> <p>Для автоматической сварки плавящимся электродом, предъявляется ряд общих требований:</p> <p>Обеспечение стабильности горения дуги и процесса сварки;</p> <p>Получение заданного химического состава металла сварных швов и их свойств;</p> <p>Обеспечение хорошего формирования металла и шлаков;</p> <p>Получение швов без трещин, с минимальным количеством шлаковых включений и пористостью;</p> <p>Легкая отделяемость шлаковой корки от поверхности швов. Решение этих задач связано с состав свариваемого металла и применяемой электродной проволоки. В связи с этим применяют и разнообразные флюсы. Иногда при режимах дуговой сварки под флюсом полезно вводить в состав флюсов тонирующие составляющие. Повышение стабильности горения дуги позволяет более широко варьировать режимы сварки и в ряде случаев добиваться лучшего формирования швов.</p> <p>Химический состав металлов швов формируется как за счет основного и электродного металла, так и их химических изменений при сварке, в данном примере, вследствие взаимодействия свариваемых металлов с флюсом. Естественно, что на химический состав металла влияет также степень защиты от воздуха реакционного сварочного пространства. Определяется она как образующимся, в результате горения дуги, шлаковым куполом над реакционной зоной, так и высотой слоя твердых частиц флюса над этой зоной. Высота слоя, насыпаемого на место сварки флюса, зависит от режима сварки.</p>	<p>Записать основные показатели и требования эффективности процесса автоматической сварки</p> <p>Показать примеры используемых флюсов</p>

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

ДП44.03.04.552 ПЗ

Лист

83

Окончание таблицы 3.3

1	2	3
<p>Заключительная часть 20 минут</p>	<div data-bbox="694 235 877 548" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">Автомат для дуговой сварки А-1416</p> <p>Автомат А-1416 предназначен для электродуговой сварки или наплавки низкоуглеродистых и легированных сталей плавящимися электродами на постоянном токе с независимыми от параметров дуги скоростями сварки и подачи электродной проволоки, плавным изменением сварочного напряжения.</p> <p><i>Технические характеристики сварочного автомата:</i></p> <p>Номинальное напряжение питающей сети 380 В Номинальный сварочный ток при ПВ=100% 1000 А</p> <p>Количество электродов 1 шт Диаметр электродной проволоки 2-5 мм Диапазон регулирования скорости подачи проволоки 47-509 м/ч Диапазон регулирования скорости сварки (ступенчатый) 12-120 м/ч Вертикальное перемещение сварочной головки: 250 мм Скорость 0,49 м/ч Маршевая скорость перемещения наплавочной головки 950 м/ч</p> <p>Флюсоаппаратура:</p> <p>Вместимость 25 дм³ Расход воздуха 30 м³/ч Высота всасывания флюса 2 м Масса головки 295 кг Габаритные размеры головки 960x860x1860 мм</p> <p>Обобщает материал о способах автоматической сварки в виде кратких тезисов.</p> <p>Диктует домашнее задание</p>	<p>Демонстрирую плакат с автоматом А-1416</p> <p>Объяснение веду по плакату</p> <p>Выставляются оценки Если есть проблемы в понимании нужно коротко, ясно повторить данные моменты. Домашнее задание надо записать на доске белым мелом</p>

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата
-----	------	---------	------	------

ДП44.03.04.552 ПЗ

Лист

84

Методическая часть дипломного проекта раскрывает научно-обоснованную целенаправленную учебно-методическую работу преподавателя, которая обеспечивает единство планирования, организации и контроля качества усвоения нового содержания обучения в системе начального профессионального образования. Содержание технологического раздела дипломного проекта явилось составной частью методической разработки.

Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали квалификационную характеристику рабочих по профессии «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»;
- 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.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		85

4 Экологичность проекта

4.1 Влияние сварочного производства на окружающую среду

В настоящее время основной целью промышленных предприятий являются, получение максимальной прибыли и уменьшение издержек производства. Наряду с этим стоит вопрос об экологичности производства: выбросы вредных веществ в атмосферу промышленными предприятиями загрязняют окружающую атмосферу. Защита окружающей среды – это комплексная проблема: наряду с природоохранными задачами она также решает и социально экономическую задачу – улучшение условий жизни человека, сохранения его здоровья.

При сварке и других, связанных с ними технологических операциях в атмосферу выбрасываются различные газы, пыль и другие вредные вещества, нарушающие экологию. Существенный вклад в загрязнение атмосферы вносят энергетические установки предприятия. Выбросы от сварочного производства в атмосферу CO_2 , CO , сажу, углеводороды, SO_2 , SO_3 , PbO , золу и частицы несгоревшего твердого топлива. Основными видами загрязнений сточных вод на предприятии являются механические взвеси (песок, окалина, металлические стружка, пыль, флюсы и т.п. и минеральные масла). Атмосферные сточные воды образуются в результате смывания атмосферными осадками загрязнений, имеющихся на территории предприятия (металлическая стружка, пыль, сажа, нефтепродукты). Во избежание загрязнения окружающей среды применяются меры по снижению содержания вредных примесей в выбросах предприятия, такие как применение «чистых» технологических процессов, фильтрация вредных веществ, их переработка и нейтрализация.

В данном проекте разработана технология автоматической сварки под слоем флюса взамен полуавтоматической в CO_2 .

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		86

Содержание вредных веществ при полуавтоматической и автоматической сварки металлов приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Содержание вредных веществ приполуавтоматической и автоматической сварки металлов (по ГН 2.2.5.686-98, ГОСТ 12.1.005 – 88).

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³	Полуавтоматическая сварка, мг/м ³	Автоматическая сварка под флюсом, мг/м ³
Оксиды азота (в пересчете на NO ₂)	2	8,4	1,6
Хромовый ангидрид	0,01	0,2	-
Оксид хрома	1	4,1	0,32
Ванадий и его соединения:			
Оксиды марганца (в пересчете на MnO ₂):			
аэрозоль дезинтеграции	0,1	5,1	0,9
аэрозоль конденсации	0,05	6,6	0,9
Оксид углерода	20	39	15
Оксид железа с примесью окислов марганца до 35%	6	15,6	8,1

Из таблицы видим, что выброс вредных веществ при автоматической сварке под флюсом гораздо меньше, чем при полуавтоматической в СО₂.

Уменьшение выброса загрязняющих веществ можно обеспечить за счет применения современной сварочной установки, которая производит непрерывную автоматическую сварку под слоем флюса. Согласно статистическим данным процент брака при РДС покрытым электродом составляет 11 %. Высокий процент брака объясняется сложностью процесса и влиянием на качество антропогенного фактора: выполняется ручная сварка выполняется при непосредственном участии человека. Согласно статистическим данным по анализу причин брака на человеческий фактор приходится 9,8 %. При автоматической сварке предполагается снижение брака до уровня 1,2% - брак по техническим причинам.

Реализация проекта по выбору способа сварки положительно скажется на экологической ситуации прилегающих к предприятию районов и на

общей экологической ситуации в стране.

По данным ОТК, процент брака при использовании автоматической сварки под слоем флюса уменьшается почти в 10 раз, что экономит электроэнергию и материалы на исправление брака.

В проекте внедряется автоматическая сварка под флюсом, поэтому процент брака значительно уменьшается.

4.2 Экономия электроэнергии

Экономия электроэнергии при выборе автоматической сварке, при таком же выходе готовой продукции, составит 111 кВт в год. Экономия электроэнергии происходит за счет более высокого КПД процесса автоматической сварки по сравнению с ручной сваркой. Кроме того, необходимо учитывать тепло рекуперированное системой местной очистки: теплый воздух проходя сквозь систему очистки возвращается в помещение, а не выбрасывается наружу.

Экономия электроэнергии происходит за счет внедрения автоматической сварки под слоем флюса.

4.3 Утилизация отходов

В качестве отходов при ручной дуговой сварке рассматриваются огарки электродов и шлаковая корка. При организации автоматической сварки под флюсом в качестве отходов, следует рассматривать обрезки проволоки, образующиеся в момент смены кассет с проволокой.

Огарки электродов при ручной дуговой сварке по мере их накопления сдаются в металлолом.

Обрезки проволоки, образующиеся при автоматической сварке, со-

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		88

бираются и по мере их накопления сдаются в металлолом.

Образующиеся в момент ручной сварки шлаковую корку вывозятся на переработку отходов.

Учет, сбор, хранение и транспортировку к месту захоронения прочих твердых промышленных отходов (обтирочный материал, фильтры из нетканого материала), не вовлекаемых в производство и не отгружаемых на сторону производится в соответствии с требованиями стандарта предприятия СТП 02.223 - 11. Утилизация выполняется по договорам заключенным с соответствующими предприятиями.

при использовании автоматической сварки под флюсом промышленных отходов меньше.

4.4 Уменьшение выбросов вредных веществ в атмосферу

Автоматическая сварка под флюсом 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.

При автоматической сварке целесообразно применение конструкции подвесных поворотных зондов всасывания. Зонд устанавливается непосредственно у зоны сварки. Минимальное количество выбросов сварочных аэрозолей и технологические особенности сварки под флюсом накладывают ограничение на кратность обмена воздуха на рабочем месте, что необходимо учитывать при выборе фильтровентиляционной установки.

При использовании автоматической сварки под флюсом выбросы

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		89

аэрозолей снижаются.

Вывод

В проекте предложены мероприятия по борьбе с загрязнением окружающей среды и по сбережению неисчерпаемых природных ресурсов такие как: применение новых более экологически чистых технологий, очищение загрязненного воздуха и отходящих газов перед выбросом в атмосферу, применение менее энергоемкой технологии и оборудования, меры по утилизации отходов во вторсырье. Все это позволило в целом улучшить экологическую ситуацию в сварочном производстве и проект является экологичным.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		90

5 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.

5.1 Организация рабочих мест

Организация рабочего места осуществлена в соответствии со стандартом ISO системы 5 S совершенствование рабочего места

Таблица 5.1 - Шаги системы 5 S

Шаг	Содержание
1	2
1.Сортировка	<ul style="list-style-type: none">• Все предметы рабочей среды разделяются на три категории: нужные, ненужные и не нужные срочно.• Ненужные удаляются по определенным правилам.• Нужные сохраняются на рабочем месте.• Не нужные срочно располагаются на определенном удалении от рабочего места или хранятся централизованно.• Распределяются и закрепляются зоны ответственности каждого работника.

Окончание таблицы 5.1

1	2
2.Самоорганизация	<ul style="list-style-type: none"> • По отношению к нужным предметам и предметам, не нужным срочно, вырабатываются и реализуются решения, которые обеспечивают: <ul style="list-style-type: none"> - быстроту, легкость и безопасность доступа к ним; - визуализацию способа хранения и контроля наличия; - отсутствие или местонахождение нужного предмета; - свободу перемещения и эстетичность производственной среды
3.Систематическая уборка	<ul style="list-style-type: none"> • Генеральная уборка помещений и чистка оборудования <i>(при необходимости)</i>. • Тщательная уборка и чистка оборудования, фиксация неисправностей. • Выявление труднодоступных для уборки и проверки мест, а также источников проблем и загрязнений. • Устранение неисправностей и выработка мер по их предотвращению. • Выработка и реализация мер по уборке труднодоступных мест, ликвидации (локализации) источников проблем и загрязнений. • Выработка правил проведения уборки, чистки оборудования, проверки, смазки и затяжки крепежных деталей.
4.Стандартизация	<ul style="list-style-type: none"> • Стандартизация правил: <ul style="list-style-type: none"> - удаления ненужного; - рационального размещения предметов; - уборки, проверки, устранения неисправностей. • Максимальная визуализация представления правил (рисунки, схемы, пиктограммы, указатели, цветовое кодирование). • Визуализация контроля нормального состояния и отклонений от нормы (в работе оборудования, уровне запасов и т. п.). • Стандартизация и унификация всех обозначений (размер, цвет, изображение символов и т.п.). • Рационализация носителей информации (материал, способ нанесения надписей, защитные покрытия), мест их размещения, крепления и возможностей замены.
5.Совершенствование	<ul style="list-style-type: none"> • Закрепление сфер ответственности каждого работника <i>(объекты внимания и основные обязанности по их поддержанию в нормальном состоянии)</i>. • Поддержание у персонала правильных привычек (закрепление приобретенных навыков соблюдения правил). • Применение эффективных методов совершенствования.

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

ДП44.03.04.552 ПЗ

Лист

92

5.1.2 Характер трудового процесса

СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений

В проекте предлагается модернизация технологического процесса сборки и сварки колонны. В базовом варианте использовалась полуавтоматическая сварка. В проектируемом варианте – автоматическая сварка под слоем флюса. Мы влияем на изменение характера труда. В базовом варианте сварщик выполнял в ручную технологический процесс и находился непосредственно в зоне сварки, и подвергался прямому воздействию вредных веществ, выделяющихся при сварке. В проектируемом варианте сварщик удален из зоны сварки, он не выполняет операции в ручную, т.к. используется автоматическая сварка. За счет этого снизилась нагрузка на рабочего и он менее подвергается воздействию вредных выбросов и светового излучения.

5.1.3 Условия труда

В базовом варианте используется полуавтоматическая сварка, т.е. сварщик в ручную выполняет трудовые операции. Технологические операции не всегда возможно выполнять в удобной для сварщика позе. В проектируемом варианте – это автоматическая сварка под флюсом, т.е. сварщик выполняет функции оператора управляет автоматом, который осуществляет операции сварки.

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

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		93

привести к химическому взрыву, а эксплуатация сосудов под давлением с инертными газами может вызвать физический взрыв. Открытая наплавочная 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.

Механизированная сварка сопровождается выделением аэрозоля, содержащего мелкодисперсную твердую фазу и газы. Интенсивность выделений зависит от характеристики процесса, марки сварочных материалов и наплавляемого металла; при этом определяющее влияние оказывает состав сварочного 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.

При автоматической сварке сварщик удален из зоны сварки и поэтому менее подвержен воздействию вредных веществ (аэрозолей) и светового излучения.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		94

5.2 Обеспечение безопасности труда

Электробезопасность ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

ГОСТ 12.1.030-96 Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

ГОСТ 12.1.019-96 Электробезопасность. Общие требования ПУЭ 7 редакция

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

Заземление имеет сопротивление 4 Ом, что соответствует ГОСТ 12.1.030–96 [14]. Кроме того, каждая установка для наплавки заземлена к силовому пульту, а каждый пульт к контуру заземления. При этом переходное сопротивление заземления составляет 0.05 Ом по ГОСТ 12.1.030 – 96.[14]

Автоматы и предохранители. Используются в электрических цепях каждой автоматической наплавочной установки и наплавочного автомата;

Используется изоляция токопроводящих частей и оградительные устройства;

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

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		95

5.3 Пожарная безопасность

ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность

Категория пожарной опасности здания в соответствии с НПБ 105-95 [15] представлена в таблице 5.2

Таблица 5.2 - 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		

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;

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		96

- 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.

5.4 Защита от шума

СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки

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

На участках полуавтоматов и автоматов фактический уровень шума соответственно составляет 76 и 71 дБА, что не превышает нормируемый уровень – 80 дБА.

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;

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		97

- Источники питания с меньшей геометрией звукоизолированы специальными материалами в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562 - 96;[17]
 - Акустическая обработка помещений. Части внутренних поверхностей ограждений в помещениях для наплавочных работ облицовываются звукопоглощающими материалами в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562 - 96;[17]
- Звукоизолирующие ограждения в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562 - 96;[17]

5.5 Вибрация

СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.

Источниками вибрации в сборочно-сварочном цехе являются установки и агрегаты для наплавки, ручной механизированный инструмент, конструкции воздуховодов и вентиляционных коробов.

На участках полуавтоматов и автоматов фактический уровень локальной вибрации составляет соответственно 79 и 67 дБ, что соответствует нормируемому уровню локальной вибрации - 109дБ/

Фактический уровень общей вибрации на участках полуавтоматов и автоматов составляет соответственно 81 и 76 дБ, что соответствует нормируемому уровню общей вибрации – 92 дБ/

С целью уменьшения уровня вибрации в сборочно-сварочном цехе при сборке и сварке колонны проектом предусмотрены следующие методы виброзащиты в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.566-96.

- Все установки и агрегаты монтируются на массивном фундаменте;

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		98

- Гибкие вставки и упругие прокладки в ручном механизированном инструменте;

Гибкие вставки и упругие прокладки в конструкциях воздуховодов.

5.6 Защита от механического травмирования

Источниками механических опасностей в сборочно-сварочном 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;
 - Ограждения движущихся частей высотой более 1500 мм по ГОСТ 12.2.003-91.
- На оборудование предусмотрены конечные выключатели, защитные кожухи.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		99

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

СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях

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

Для защиты от различных видов излучений в сборочно – сварочном цехе при сборке и сварке колонны проектом предусмотрены следующие средства защиты в соответствии с СанПиН 2.2.4.1191-03.

Защитные экраны на установках;

- Специальная одежда и ботинки для сварщиков;

5.8 Освещённость и требования к ней с учётом сварочных работ в соответствии со СНиП 23-05.95

СанПиН 2.2.1\2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.

СНиП 23-05-95 * Естественное и искусственное освещение.

Таблица 5.3 – Освещённость и требования к ней с учётом сварочных работ в соответствии со СНиП 23-05.95*

Место проведения измерений	Разряд зрительных работ	Система освещения	Допустимая освещённость, ЛК	Фактическая освещённость, ЛК
Уч. Сварка	III – “б”	Комб.	300	410
Гл.проход цеха	IV	Общее	200	210

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

5.9 Отопление и вентиляция

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

Для отопления в цехе проектом предусматривается батареи с теплоносителем – водой с $t = 50-70$ °С.

Вентиляция и централизованное отопление обеспечивают параметры микроклимата в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 для категории тяжести работ 3б. Температура воздуха на рабочих местах составляет – в холодный период года 20-22 °С, в тёплый период года 22-24 °С по ГОСТ12.1.005-88. Влажность в помещении составляет 40-50%, при допуске значения – 40-60% по ГОСТ12.1.005-88. Теплоизлучение на рабочих местах составляет 350 Вт/м², при нормированном значении 100 Вт/м² по ГОСТ12.1.005-88. В цехе предусматривается механическая вентиляция. Механическая при-

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		101

точная 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 колонны используются местные отсосы, пристроенные к оснастке рабочих мест.

Предусмотренная проектом система вентиляции в здании цеха обеспечивает движение масс воздуха со скоростью 0,2 м/с, что удовлетворяет нормам, соответствующим ГОСТ 12.1.005 – 88.

Таким образом, проект выполнен в соответствии с требованиями нормативных документов и внедрение его позволит снизить функциональную нагрузку на организм сварщика за счет внедрения автоматической сварки под слоем флюса, т.к. сварщик удален из зоны сварки и не подвергается вредному воздействию всех факторов.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		102

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте предложено усовершенствовать технологию сварки на автоматическую под флюсом. Проведена оценка планируемых результатов и сравнительный анализ с существующей на предприятии технологией, также исследован вопрос безопасности и экологичности проекта.

Кроме того, предложена методическая разработка по обучению персонала для работы на установке для автоматической сварки лонжерона.

Технические оценки, полученные в результате исследования, подтверждают актуальность проектной разработки, социальную и экономическую значимость для предприятия. Произведённые в работе экономические расчёты показали, что внедрение автоматической сварки является одним из перспективных направлений к повышению конкурентоспособности продукции за счёт снижения её себестоимости с одновременным повышением качества изготовления.

Таким образом, можно считать, что задачи дипломного проекта выполнены и цели достигнуты

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		103

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 *Фрумин, И.И.* Автоматическая электродуговая наплавка /И.И.Фрумин. – Харьков: Metallurgizdat, 1961. – 422 с.
- 2 *Винокурова, В.А.* Справочник сварка в машиностроении: В 4-х т. / под ред. В.А. Винокурова. - М.: Машиностроение, 1979.
Т.1. – 504с.
Т.2.- 462с.
Т.3. – 567с.
- 3 *Зубченко, А. С.* Марочник сталей и сплавов / под ред. А. С. Зубченко. М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.
- 4 *Верховенко Л.В.* Справочник сварщика/Л.В.Верховенко, А.К. Тукин.: 2-е изд.. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 480 с.
- 5 *Чвертко, А.И.* Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки /А.И.Чвертко, В.Е. Патон, В.А. Тимченко. – М.: Машиностроение, 1981. –264 с.
- 6 *Толстов, И.А.* Повышение работоспособности инструмента горячего деформирования / И.А. Толстов, А.В. Пряхин, В.А. Николаев.– М. : Металлургия, 1990. – 143 с.
- 7 *Крагельский, И.В.* Трение и износ в машинах / И.В. Крагельский. – М: Машгиз, 1962. – 382 с.
- 8 *Потапов, Н.Н.* Основы выбора флюсов при сварке сталей/Н.Н. Потапов.– М.: Машиностроение, 1979. – 168 с.
- 9 *Акулов А.И.* Технология и оборудование сварки плавлением для студентов вузов [Текст]/ А.И. Акулов, Г.А.Бельчук, В.П.Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 432с.
- 10 *Багрянский, К.В.* Теория сварочных процессов / К.В Багрянский, З.А. Добротина, К.К. Хренов. - Киев.: Высшая школа, 1976. – 424 с.

					ДП44.03.04.552 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		104

- 11 *Сварка в СССР*/ под ред. В.А. Винокурова: в 2 т. : - М.: Наука, 1981. - Т.2. – 540 с.
- 12 *Меликов, В. В.* Многоэлектродная наплавка / В. В Меликов. - М.: Машиностроение, 1988. – 144 с.
- 13 *Справочное пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники* / В.М. Рыбаков, Ю.В. Ширшов. - М.: Машиностроение, 1972. - 52 с.
- 14 *ГОСТ 12.1.030-96 ССБТ.* Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1996. - 32 с.
- 15 *ППБ 01-95* Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Изд-во стандартов, 1994. - 83 с.
- 16 *ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ*Шум. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 11 с.
- 17 *СН 2.2.4/2.1.8.562-96* Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 34 с.
- 18 *ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ.* Вибрационная безопасность. Общие требования. – М.: Госстандарт России : Изд-во стандартов, 1990. – 31 с.
- 19 *ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ.* Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 1991. - 76 с.
- 20 *ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ* "Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1989. - 11 с.
- 21 *СниП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 31 с.
- 22 *СНиП 21-01-97*Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М. : Изд-во стандартов, 1997. – 20 с.

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		105

23 ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М. :Изд-во стандартов, 1988. – 49 с

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		106

Приложение А – Лист задания

					<i>ДП44.03.04.552 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		107