

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« 17 » 06 2016г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

150202.65 - «Оборудование и технология сварочного производства»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И УЧАСТКА СБОРКИ И СВАРКИ
ОСНОВАНИЯ СЕКЦИИ ШАХТНОЙ КРЕПИ

Пояснительная записка

Руководитель	 подпись, дата 17.06.16	к.т.н., доцент должность, ученая степень	А.И. Демченко инициалы, фамилия
Выпускник	 подпись, дата 23.05.16г		С.В. Лопарев инициалы, фамилия
Рецензент	 подпись, дата 22.06.16	Доцент, к.т.н. должность, ученая степень	А.С. Маслов инициалы, фамилия
Консультанты:			
Организационно-экономический раздел	 подпись, дата 2.06.16	с.т.н. преподав. должность, ученая степень	Е.Е. Качуровская инициалы, фамилия
Раздел безопасность и экологичность проекта	 подпись, дата 27.05.16.		О.В. Чурбакова инициалы, фамилия
Нормоконтролер	 подпись, дата 17.06.16	с.т. преподавател должность, ученая степень	С.Л. Бусыгин инициалы, фамилия

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« 12 » 06 2016г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
В ФОРМЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Студенту С.В. Лопареву

Группа ЗМТ 10-05 Направление (специальность) 150202.65 - «Оборудование и технология сварочного производства»

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологии и участка сборки и сварки основания секции шахтной крепи»

Утверждена приказом по университету № 4280/с от 29.03.2016

Руководитель ВКР: А.И. Демченко, ПИ СФУ, к.т.н., доцент
(инициалы, фамилия, место работы и должность)

Исходные данные для ВКР: 1. Чертеж изделия; 2. Программа выпуска; 3. Технические условия на изготовление

Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР):

1. Технологическая часть
2. Расчетно-конструкторская часть
3. Организационно-экономическая часть
4. Безопасность и экологичность проекта

Перечень графического или иллюстрированного материала с указанием основных чертежей, плакатов:

1. Основание 2 листа (A1);
2. Технологическая схема сборки сварки 2 лист (A1);
3. Приспособление сборочное 2 листа (A1);
4. Приспособление сварочное 1 лист (A1);
5. План участка 1 лист (A1);
6. Экономическая часть 1 лист (A1);

Консультанты по разделам

Наименование раздела ВКР	Инициалы, фамилия преподавателя-консультанта по разделу
Организационно-экономический раздел	Е.Е. Качуровская
Раздел безопасности жизнедеятельности и экологичности проекта	О.В. Чурбакова

ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ

Разраб.	Лопарев С.В.		16.06.16	Разработка технологии и участка сборки и сварки основания секции шахтной крепи	Лист	Листов
Пров.	Демченко А.И.		17.06.16		2	87
Н. контр.	Бусыгин С.Л.		17.06.16		Каф. «Машиностроение»	
Утв.	Демченко А.И.		17.06.16			

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК
выполнения этапов ВКР

№ этапа	Срок	Текстовая часть	Графическая часть
1	с 08.03.2016 по 15.03.2016	ТЧП - 50 %	лист № 1
2	с 16.03.2016 по 31.03.2016	КЧП – 50 % ТЧП – 40 %	лист № 2 лист № 3
3	с 01.04.2016 по 15.04.2016	КЧП – 50 % Б и ЭП – 40 % ОЭЧ – 25 % ТЧП – 10 %	лист № 4 лист № 5
4	с 16.04.2016 по 30.04.2016	Б и ЭП – 40 % ОЭЧ – 25 %	лист № 6 лист № 7 лист № 8
5	с 01.05.2016 по 25.05.2016	ОЭЧ – 50 %	лист №9
Всего	на 25.05.2016	100% по разделам	100%

ТЧП – технологическая часть

КЧП – конструкторская часть

Б и ЭП – безопасность и экологичность проекта

ОЭЧ – организационно-экономическая часть

Руководитель выпускной
квалификационной работы

_____ А.И. Демченко
(подпись, дата)

Задание принял к исполнению

_____ С.В. Лопарев
(подпись, дата)

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка к проекту состоит из введения, четырех основных частей (технологическая часть, конструкторская часть, организационно-экономическая часть, безопасность и экология), заключения и приложений.

Во введении указывается, что сварка является одним из ведущих технологических процессов в отраслях машиностроения. При бурном развитии науки и техники она неуклонно продолжает развиваться и совершенствоваться.

В основных разделах на основе инновационного анализа разработан технологический процесс сборки сварки основания секции шахтной крепи, разработан участок сборки - сварки оснований.

Выбраны способы сварки и сварочный материал, разработаны сборочное и сварочное приспособления, подобрано сварочное оборудование и оснастка.

Разработаны мероприятия по технике безопасности и охране труда при выполнении сварочных работ.

Выполнен расчет экономического эффекта от внедрения технологического процесса сборки - сварки основания секции шахтной крепи

В заключении приводятся выводы по результатам работы над проектом.

В приложении размещены спецификации к чертежам.

Объем расчетно-пояснительной записки составляет 87 страниц. Из них 8 таблиц, 20 ист. использованной литературы.

Содержание

Введение.....	7
Технологическая часть	9
1.1. Описание изделия.....	10
1.2 Анализ процесса сборки - сварки изделия	11
1.3 Выбор способа сварки и сварочных материалов	12
1.4. Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки.	19
1.5. Технологический анализ выбранного производства.....	22
1.6. Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального.....	26
1.7 Выбор технологического оборудования.....	26
1.8 Расчёт режимов сварки.....	29
1.9. Общая структура процесса изготовления сварной конструкции.....	32
1.10. Контроль технологических операций	33
1.11 Разработка технической документации	36
Конструкторская часть	39
2.1 Общая характеристика механического оборудования	40
2.2. Проектирование сборочно-сварочных приспособлений.....	41
2.3. Работа сборочно-сварочных приспособлений	42
2.4. Выбор и проверочный расчет кантователя.....	43
2.5. Описание и расчёт винтовых прижимов приспособления	47
Экономическая часть	51
3.1 Введение.....	52
3.2. Определение типа производства и расчет нормы времени	52
3.3. Расчет действительного фонда времени работы оборудования и рабочих	53
3.4. Методика расчета потребности в оборудовании и количестве рабочих..	54
3.5. Расчет капитальных вложений	56
3.6. Расчет текущих затрат	57
3.7. Приведенные затраты	61
3.8. Годовой экономический расчет	61
3.9. Вывод.....	62
Безопасность и экологичность проекта	64
4.1 Характеристика объекта исследования.....	65
4.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов на данном участке	66
4.3 Обеспечение требуемого освещения на участке	70
4.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата участка. Вентиляция и кондиционирование.....	72
4.5 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов.....	74

4.6 Психофизиологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном участке.....	78
4.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени.....	79
4.8 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды	80
4.9 Заключение по главе	83
Заключение	84
Литература	85

Введение

Высокой надежности машин можно достичь только комплексом конструктивных, технологических, организационно-технических мероприятий. Повышение надежности требует повседневной целенаправленной работы конструкторов, технологов, металлургов, производственников.

Непременным условием выпуска качественной продукции является прогрессивная технология изготовления, высокая культура производства, строгое соблюдение технологического процесса, тщательный контроль изготовления на всех стадиях производства, начиная с операций изготовления деталей и кончая сборкой изделия. Сварка является одним из основных способов изготовления продукции машиностроения.

Сварка широко применяется в производстве, так как резко сокращается расход металла, сроки выполнения работ и трудоёмкость производственных процессов. Достигнутые успехи в области автоматизации и механизации сварочных процессов позволяет уменьшить затраты на единицу продукции, сократить длительность производственного цикла, улучшить качество изделия.

В настоящее время сварка является одним из ведущих процессов обработки металлов. Существует множество различных видов сварки: ручная дуговая сварка; сварка в инертных активных газах; сварка под флюсом; электрошлаковая сварка; сварка давлением и т.д.

Наиболее распространена механизированная сварка в CO_2 , так как она имеет простой и эффективный технологический процесс, отличающийся гибкостью и универсальностью. Она имеет высокие технико-экономические показатели. Преимущества этого вида сварки заключается в следующем:

- высокая тепловая мощность дуги;
- высокое качество сварных швов;

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

- возможность сварки разнородных металлов и тонкостенных изделий.

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки и сварки основания. В результате данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации повышающей производительность труда, качество сварного изделия, улучшение условий труда.

Перед сварочным производством ставятся задачи, направленные на повышение эффективности производства. Это, прежде всего переход к массовому применению высокоэффективных систем, машин, оборудования и технологических процессов, которые могут обеспечить высокую механизацию и автоматизацию производства, рост производительности труда и связанное с этим высвобождение рабочих. В современных условиях сварочного производства первостепенное значение имеет повышение производительности труда и снижение себестоимости изделия. Это обеспечивает качественно лучшее использование рабочей силы в процессе производства и повышение конкурентоспособности изделия на потребительском рынке. А это является основным в современной промышленности.

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

1.1. Описание изделия.

Крепь (заводской номер МКЮ.4У.46.00.000) входит в состав очистного комплекса, предназначенного для добычи угля в подземных условиях. В состав комплекса входит непосредственно крепь, составленная из нескольких десятков секций крепи, лавный конвейер, предназначенный для транспортировки угля из очистного забоя и очистной комбайн К500Ю. Основание (заводской номер МКЮ.4У.256.00.000) является основной несущей частью секции крепи МКЮ.4У.46.00.000.

Основание состоит из рамы рычажной, рамы опорной, технологического узла, днища, боковин, накладок, косынок, ребер и распорок.

Для изготовления основания используются стали трех марок: 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 35Л.

Основной характеристикой любого изделия является его технологичность, которая оказывает решающее влияние на эффективность и рентабельность проектируемого производства.

Технологичность – это соответствие изделия и процесса его изготовления наиболее прогрессивной и экономичной технологии производства. Конструкция является технологичной, если совокупность её свойств определяется её приспособленностью к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объёма выпуска и условий выполнения работ.

Для анализа конъюнктуры изделия следует оценивать конъюнктуру крепей в целом, так как основание является неотъемлемой частью изделия.

Крепь, состоящая из нескольких десятков секций, предназначена для механизированного крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей способом полного обрушения, передвижки забойного конвейера, обеспечения постоянного перекрытия призабойного пространства.

					ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Механизированные крепы различных типоразмеров и моделей широко используются горнодобывающей промышленностью, поэтому для постоянного пополнения портфеля заказов и увеличения объемов заключаемых сделок необходимо повышать конкурентоспособность оборудования.

Для этого следует снижать себестоимость продукции и повышать ее качество, что в свою очередь, может быть достигнуто уменьшением затрат труда, материалов, энергии, а также сокращения длительности производственного цикла, повышения уровня механизации и автоматизации производства, повышения коэффициентов загрузки оборудования и ускорения оборачиваемости оборотных средств и других параметров.

1.2 Анализ процесса сборки - сварки изделия

Основной задачей анализа является определение возможных путей повышения технологичности производственного процесса изготовления изделия, которые напрямую влияют на улучшение технических и экономических показателей эффективности и рентабельности проектируемого производства.

В ходе изучения существующего технологического процесса сборки и сварки основания были выявлены некоторые недостатки. Для устранения этих недостатков предлагается произвести следующие изменения в технологическом процессе:

- сократить время производственного цикла за счет применения приспособлений для сборки и сварки, а также применить специальные покрытия и использовать при сварке кантователь, который позволит устанавливать свариваемое изделие в удобное для проведения сварочных работ положение, что позволит уменьшить количество затраченного времени и позволит получить более качественные сварные швы;

					ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

- произвести рациональный выбор оборудования, что позволит получить достаточно высокий экономический результат за счет более эффективного использования возможностей выбранного оборудования.

Результатом внедрения в технологический процесс вышеуказанных изменений будет улучшение технических и экономических показателей, снижение себестоимости изделия, что в свою очередь приведет к повышению конкурентоспособности изделия на рынке горношахтного оборудования.

1.3 Выбор способа сварки и сварочных материалов

Изготавливаемое изделие – основание. Материал деталей стали 14ХГ2САФД, 35Л и 10ХСНД. Выбор этих сталей обусловлен необходимостью очень высокой надежности и прочности. Химический состав и механические свойства этих сталей приведены в таблицах 1.1 и 1.2 [1].

Таблица 1.1 - Химический состав сталей в %

Сталь	C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr	Ni	V
14ХГ2С АФД	0,11±0,17	1,2±1,6	≤0,05	≤0,04	≤0,035	≤0,8	≤0,2	≤0,8	0,2
10ХСНД	0,08±0,14	0,4±0,7	0,4±0,7	≤0,04	≤0,035	≤0,6	≤0,6	≤0,008	
35Л	0,32±0,40	0,45±0, 90	0,2±0,5 2	≤0,04 5	≤0,04	-	-	-	-

Таблица 1.2 - Механические свойства сталей

Сталь	σ_b , Н/мм	$\sigma_{0,2}$, Н/мм	δ , %
14ХГ2САФД	530	390	19
10ХСНД	490	345	21
35Л	491	275	15

Способ сварки при разработке технологии следует выбирать таким способом, чтобы он удовлетворял всем требованиям, установленным исходными данными. Если возможно использовать несколько способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической оценки (минимальные затраты или максимальная производительность при требуемом качестве) [2,с.49].

Для сталей 14ХГ2САФД, 35Л и 10ХСНД рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в CO_2 , в аргоне электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [2, с.150].

В связи с тем, что этот способ имеет ряд преимуществ, выбираем сварку плавящимся электродом в среде защитного газа CO_2 . Этот способ сварки характеризуется следующими факторами:

- 1) имеется возможность вести механизированную сварку, а так как в изготавливаемом изделии есть сварные швы протяженностью больше 1 м, то возможность использования механизированной сварки очень важна;
- 2) высокая производительность;
- 3) высокие механические свойства сварных соединений;
- 4) меньшая склонность к образованию горячих трещин;
- 5) меньшая себестоимость сварочных работ [2,с.15].

При сварке в защитных газах электродная проволока является единственным материалом, через который можно в достаточно широких пределах изменять состав и свойства металла шва. Состав металла шва выбирают близким к составу основного металла, при этом необходимые свойства металла получают за счёт сварочной проволоки. Сварку ведут проволокой с повышенным содержанием элементов – раскислителей. Также, как и для автоматизированной сварки, выбираем проволоку Св-08Г2С ГОСТ 2246-70 диаметром 2 мм.

					ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Поволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. Она поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен. К каждому мотку прикреплена бирка с названием завода-изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках. Химический состав и механические свойства металла шва приведены в таблице 1.3 и 1.4.

Таблица 1.3 - Химический состав проволоки в % Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70

Марка проволок и	Химический состав							
	С	Mn	Si	Cr	Ni	Al	S	P
							не более	
Св-08Г2С	0,05÷0,11	1,8÷2,1	0,7÷0,95	≤0,2	≤0,25	≤0,05	≤0,025	≤0,03

Таблица 1.4 - Механические свойства металла шва

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	α_n , Дж/см ²	
			20°С	0°С
Св-08Г2С	510	24	120	60

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны используется CO₂.

Двуокись углерода – бесцветный, неядовитый, тяжелее воздуха. Он хорошо растворяется в воде. Жидкая углекислота – бесцветная жидкость, плотность которой сильно изменяется с изменением температуры. Вследствие этого поставляется по массе, а не по объёму. При испарении 1 кг углекислоты образуется 509 литров двуокиси углерода.

В промышленности двуокись углерода получают в специальных установках, путём извлечения её из дымовых газов, образующихся при сжигании топлива.

Транспортируют двуокись углерода в жидком состоянии в стальных

баллонах или изотермических ёмкостях. Баллоны должны соответствовать ГОСТ 949-57 и быть окрашены в чёрный цвет с жёлтой надписью «СО₂ сварочный».

В баллоне ёмкостью 40 литров залито 25 кг жидкой углекислоты, при испарении которой образуется 12600л газа. Двуокись углерода поставляется по ГОСТ 8050-85 трёх сортов. Состав приведён в таблице 1.5.

Таблица 1.5-Состав СО₂ в %

Содержание	Сорт		
	Сварочная 1 сорт	Сварочная 2 сорт	Высшая
СО ₂ (не менее)	99,5	99,0	99,8
СО (не более)	0	0	0
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20° С (не более), г/см ³ .	0,178	0,515	0,037

Для защиты поверхности изделия от сварочных брызг применяют покрытие защитное ПЗ-1. Оно имеет низкую себестоимость, легко наносится на поверхность, позволяет легко удалять сварочные брызги, так как не даёт им прилипнуть к изделию [3].

Состав покрытия следующий: водный коллоидный раствор мыла; кальцинированная сода и лигносульфанат технический.

Компоненты покрытия должны соответствовать следующим требованиям:

- мыло хозяйственное по РТУ-216-63;
- сода кальцинированная техническая ГОСТ 5100-85;
- лигносульфанат технический по ОСТ 13-183-83.

В состав защитного покрытия входят: 1 литр воды, хозяйственное мыло

20÷25 грамм, кальцинированная сода 20÷23 грамма, лигносульфанат 250÷300 грамм. Разведённое защитное покрытие хранят в металлической ёмкости с плотно закрытой крышкой.

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [4].

Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс плавления определяются способом сварки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу сварки и режиму принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых образуется неразъёмное сварное соединение.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Такие особенности сварки, как высокая температура нагрева, малый объём сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. – в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия:

- резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;

- изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;

- возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;

- образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;

- образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

При различных способах сварки наблюдается заметное окисление компонентов сплавов. В стали, например, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В связи с этим в определении технологической свариваемости должно входить:

- определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;

- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;

- оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;

- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Существующие методы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы: первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы; вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не

может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

первая группа – хорошо сваривающиеся стали;

вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;

третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;

четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, - это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [5]:

$$C_{\text{экв}} = C + (\text{Mn}/6) + (\text{Si}/24) + (\text{Ni}/10) + (\text{Cr}/5) + (\text{Mo}/4) + (\text{V}/14), \quad (1.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах. Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Сталь 14ХГ2САФД является высоколегированной. Сталь 35Л является литейной углеродистой. Сталь 10ХСНД-низколегированная конструкционная ГОСТ 19282-73. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью. Сварка для этих сталей может выполняться по обычной технологии, то есть без подогрева до сварки и в процессе сварки и последующей термообработки. Однако применение

термообработки для снятия внутренних напряжений не исключается. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). При сварке низкоуглеродистых сталей легко обеспечить равнопрочность сварного шва основному металлу. Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

Таким образом, можно сделать вывод, что применяемые при изготовлении основания стали могут свариваться по обычному технологическому процессу и удовлетворяют требованиям применимости этих сталей при механизированной сварке в CO_2 .

1.4. Metallurgical and technological features of the adopted welding method.

Состав металла шва при сварке в защитных газах плавящимся электродом определяется составом газа, составом электродного и основного металла, их долями в металле шва и ходом металлургических реакций в сварочной ванне.

Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней. При сварке в CO_2 тепловые характеристики дуги возрастают, что объясняется отчасти повышением доли теплоты, выделяющейся в результате химических реакций, и некоторым напряжением дуги. При высокой температуре дуги происходит реакция диссоциации CO_2 :



С повышением температуры увеличивается количество тепла,

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19

вводимого в изделие, что способствует снижению скорости охлаждения. С увеличением содержания кислорода в смеси, время существования ванны в жидком состоянии увеличивается, что способствует более плавному удалению неметаллических включений и дегазации металла сварочной ванны [5].

При сварке в CO_2 плавящимся электродом в зоне высоких температур происходит разложение CO_2 по реакции:



Окисление металла происходит по реакции:



Но в тоже время большая концентрация окиси углерода будет тормозить этот процесс и задерживать окисление углерода стали:



При сварке в CO_2 происходит потеря легирующих элементов. Это приводит к повышенному содержанию кислорода в металле сварочной ванны. В результате возрастает вероятность образования пор из-за выделения оксида углерода в процессе кристаллизации, и снижаются механические свойства металла шва.

Образование пор из-за выделения оксида углерода при сварке углеродистых сталей предотвращается, если металл шва содержит до 0,12-0,14% С, не ниже 0,5-0,8% Mn. При этом металл шва характеризуется малой склонностью к образованию пор, трещин и достаточно высокими механическими свойствами.

В большинстве случаев при сварке низкоуглеродистых сталей беспористые швы указанного выше состава получают при применении кремнемарганцовистых электродных проволок Св-08Г2С, обеспечивающих малую загрязненность металла шва оксидными включениями.

Содержащиеся в проволоке кремний и марганец, обладая большим сродством к кислороду, чем железо, связывают кислород, растворенный в металле:



Оксиды кремния и марганца образуют легкоплавкие соединения, которые в виде шлака всплывают на поверхность сварочной ванны. При сварке в углекислом газе количество шлака на поверхности шва составляет примерно от 1 до 1,5 % массы наплавленного металла [5].

Содержание кремния и марганца в наплавленном металле шва выполняемого в CO₂ проволокой Св – 08Г2С диаметром 1,6 мм остается на необходимом уровне.

При сварке в CO₂ наблюдается повышенное по сравнению с другими способами сварки разбрызгивание электродного металла. Некоторая часть капель расплавленного металла, вылетающих из зоны сварки, прилипает или сплавляется со свариваемой деталью, соплом горелки и токоподводящим мундштуком. Налипание капель на поверхность сопла и токоподводящего мундштука может нарушить равномерную подачу электродной проволоки, ухудшить газовую защиту, поэтому необходимо периодически очищать сопло и токоподводящий мундштук от брызг. В некоторых случаях требуется удаление прилипших капель с поверхности изделия. Снижению разбрызгивания электродного металла способствуют параметры режима, уменьшающие размер капель: увеличение силы тока, снижение диаметра

электродной проволоки, а также уменьшение длины дугового промежутка-уменьшение напряжения на дуге. Режим сварки оказывает большое влияние и на содержание легирующих элементов в сварном шве при сварке в CO_2 . Напряжение сварки в наибольшей степени повышает окисление и испарение элементов.

С увеличением выгорания кремния происходит образование горячих трещин, с уменьшением содержания кремния увеличивается количество расплавленного металла и уменьшается количество защитного газа на единицу массы переплавленного металла.

Технология сварки выбирается в зависимости от марки стали и требований, предъявляемых к сварным соединениям. Разработанная технология сварки должна обеспечивать получение достаточной работоспособностью при минимальной трудоемкости.

Конструктивные элементы подготовки кромок, типы сварных швов и их размеры при сварке в CO_2 должны соответствовать ГОСТ 14771-76. Основной металл до сборки в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений.

Для сварки легированных сталей обычной и повышенной прочности в CO_2 с обычным и увеличенным вылетом необходимо применять проволоку марки Св – 08Г2С ГОСТ 2246-70.

При сварке «в угол» тавровых соединений без разделки кромок, за один проход рекомендуется выполнять швы с катетом не более 8 мм. Швы с большими катетами должны выполняться в несколько проходов. При многослойной сварке в углекислом газе каждый последующий валик накладывается без зачистки шлака с поверхности шва. Зачистка шва от шлака необходима лишь после сварки пятого – шестого слоя при сварке на токе около 400 А [5].

1.5. Технологический анализ выбранного производства .

					ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Технологичность сварных конструкций – одно из главных условий ускорения научно-технического прогресса в сварочном производстве, снижение металлоёмкости и энергоёмкости, себестоимости, повышения их качества и надёжности [8].

Сварная конструкция считается технологичной, если она сконструирована из такого количества элементов, с приданием им таких размеров и форм, применением таких видов и марок материалов и оборудования, оснастки и методов организации производства, которые при заданном объёме выпуска и полном выполнении эксплуатационных функций обеспечивают простое и экономичное изготовление конструкций, узлов и деталей, судят, прежде всего, по их себестоимости. К технологичным обычно относятся конструкции с самой низкой себестоимостью, а сварные конструкции из большого числа металлоёмких элементов, изготовление которых известными способами и средствами невозможно, либо вызывает затруднение и усложнение технологических операций, повышения трудоёмкости, увеличение производительности цикла и повышение себестоимости относят нетехнологичным.

На стадии проектирования сварных конструкций уровень технологичности должен оцениваться по всей совокупности показателей, охватывающий заготовительную, обрабатывающую и сборочно-сварочную стадии производства.

Перечень показателей технологичности сварных конструкций устанавливается в зависимости от состава и характера факторов, к которым относятся число и конструктивно-технологическая сложность элементов (заготовок, деталей, узлов), используемых при изготовлении сварной конструкции; уровень унификации, стандартизации и взаимозаменяемости элементов конструкции; степень соответствия размеров и форм готовых деталей; количество обрабатываемых поверхностей; требование к качеству обработки, к точности сборки под сварку; объём трудоёмких подгоночных операций; использование новых материалов.

Оценка технологичности.

Технологичность – совокупность свойств конструкции, определяющих её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объёма выпуска и условий выполнения работ [8].

Технологичность конструкции изделия может быть различной для разных типов производства и должна рассматриваться в комплексе с заготовительными операциями.

Для толщин от 3 до 6 мм используются механические способы резки, так как этот метод является наиболее целесообразным.

Использование прессы или гильотинных ножниц позволяет обеспечить достаточно хорошее качество кромок, что позволяет не применять дополнительной механической обработки для обеспечения необходимого качества кромок.

Использование стационарных листов, рациональное расположение деталей и заготовок на поверхности листа обеспечивает достаточно высокий коэффициент использования металла.

Применение сборочных и сборочно-сварочных приспособлений позволяет до минимума сократить потери рабочего времени на установку и кантовку при сварке. Это позволяет снизить трудоёмкость и длительность производственного процесса.

При разработке проекта в производстве изделия большое значение имеет определение целесообразных форм организации производственных процессов выпуска заданной продукции.

В зависимости от числа различных заданных видов изделий и повторяемости их изготовления может быть установлена принадлежность проектируемого цеха к определённому типу производства (единичное, мелкосерийное, крупносерийное, массовое). Однако не редко в одном цехе

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		24

предусматривают организацию производства разных типов. Строгих границ между различными типами производств не существует.

Краткие характеристики перечисленных видов производств сводятся к следующему.

Единичное и мелкосерийное производство отличается большой и неустойчивой номенклатурой выпускаемых изделий. В производственном процессе применяют универсальное оборудование «переналаживаемую оснастку». Отсутствует закрепление заготовок и деталей за оборудованием. В основном использует общецеховой транспорт.

В серийном производстве номенклатура выпускаемых изделий ограничена и достаточно устойчива. Изготовление изделий производят периодически повторяющимися сериями на специализированных участках. Применяют универсальное оборудование. Характерно применение простой и комбинированной оснастки. Используют общецеховой и напольный транспорт.

В крупносерийном производстве номенклатура выпускаемых изделий весьма ограничена и устойчива. Изделия производят периодически повторяющимися крупными сериями на специализированных участках, механизированных переменного-поточных линиях. Применяют специализированное оборудование, специальные приспособления. Широко используют подвесной и напольный транспорт.

Массовое производство отличается весьма устойчивой номенклатурой выпускаемой продукции, включающей один (редко два или три) тип изделия в большом количестве. Изделия производят с постоянным ритмом потока на комплексно-механизированных и автоматических поточных линиях с применением специализированного межоперационного транспорта.

На основании вышеизложенных характеристик и таблицы 1 [7], учитывая, что годовая программа выпуска продукции составляет $N = 1500$ штук, а масса основания равна 1545 кг, заключаем, что проектируемое сварочное производство относится к типу серийного.

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		25

1.6. Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального .

Весь технологический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных операций.

В предлагаемом варианте технологического процесса работы, сопряжённые с нагрузками, выполняются с использованием кран-балки и крана мостового.

Основная сборка основания производится на сборочных приспособлениях, в которых используются механические прижимы, обеспечивающие необходимую точность сборки.

Для выполнения сварочных работ используют сборочно-сварочные приспособления и кантователь .

Некоторые операции по сборке и сварке элементов перекрытия производятся на сварочной плите.

Слесарные операции выполняют на слесарной плите.

Контроль - на контрольной плите.

Базовые технологические процессы сборки и сварки перекрытия выполняются механизированной сваркой в среде углекислого газа. Она обладает значительной производительностью процесса, но имеет некоторые недостатки, в частности разбрызгивание и, как следствие, загрязнение поверхности сборочной единицы, сборочно-сварочных приспособлений и деталей сварочной аппаратуры. В результате этого увеличивается трудоёмкость операций по очистке поверхностей от сварочных брызг, что повышает себестоимость изготавливаемого изделия.

1.7 Выбор технологического оборудования .

Пост для сварки в CO_2 состоит из источника питания дуги и сварочного

					ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

полуавтомата.

В качестве сварочного полуавтомата выбираем ПДГО-601 И У3. Он работает в закрытых помещениях. Производит сварку на постоянном токе и обеспечивает механизированную подачу проволоки. Изготавливается

- по условиям эксплуатации:

климатического исполнения У3 – для работы в странах с умеренным климатом при температуре окружающего воздуха от +10 С до +40 С, относительной влажности 80%;

- по условиям поставки:

с источником питания – сварочным выпрямителем инверторного типа "Пионер - 5000" (ВДУ-508).

Выпрямитель сварочный ВДУ-508 предназначен:

1. для полуавтоматической дуговой сварки плавящейся электродной проволокой в среде защитных газов (режим МИГ/МАГ-DC) при комплектации подающим механизмом.

2. для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом на постоянном токе всех видов металлов и сплавов, кроме алюминия и его сплавов (режим ТИГ-DC).

3. для ручной дуговой сварки покрытыми электродами (режим ММА-DC).

Основные преимущества сварочного выпрямителя ВДУ-508:

- Плавная регулировка сварочного тока и напряжения;
- Цифровая индикация величины сварочного тока и напряжения;
- Наличие встроенного конвертера низкого напряжения (чопер) обеспечивает хорошие сварочные свойства, а также позволяет экономить потребляемую энергию;

- Контактный поджиг дуги в режиме ТИГ-DC;
- Управление сваркой в режиме ТИГ производится с пульта дистанционного управления;

- Плавная регулировка тока короткого замыкания в режиме ММА;

					ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

- Предварительная установка сварочного тока в режиме ММА и ТИГ;
- 4 ступени регулирования индуктивности дросселя в режиме МИГ-МАГ;
- Наличие режима 2 такта/4 такта в режиме МИГ-МАГ;
- Быстроразъемные и безопасные токовые разъемы.

Применение современных схемотехнических решений по управлению сварочных процессов, позволило существенно снизить весогабаритные показатели. Учитывая данные преимущества, а также то, что на некоторых сварочных операциях сварочный ток достигает 400А, в качестве источника питания дуги для предлагаемого варианта технологического процесса ВДУ-508 подходит.

Технические характеристики выпрямителя сварочного "Пионер-5000" (ВДУ-508):

Режим сварки	ММА	ТИГ	МИГ/МАГ
Напряжение питающей сети, В	3x380		
Частота питающей сети, Гц	3~50		
Максимальные колебания напряжения питающей сети от номинального, %	от -10 до +5		
Номинальный сварочный ток при ПВ-60%, А	500		
Пределы регулирования сварочного тока, А	50-500	25-500	50-500
Напряжение холостого хода, В, не более	80		
Номинальное рабочее напряжение, В	40	30	39
Потребляемая мощность, кВА	25	20	25
Масса, не более, кг	58		
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	660x300x565		

Технические характеристики полуавтомата для дуговой сварки ПДГО-601 И

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		28

УЗ:

Номинальный сварочный ток при ПН=60%, А	600
Количество роликов, шт	6
Электродная проволока	
-	диаметр, мм
1,0-2,0	
-	скорость
подачи, м/ч	60-820
Вместимость сварочной кассеты, кг	10 (до 15)
Габаритные размеры, мм	620x255x425
Масса, кг (без кассеты с проволокой)	18

1.8 Расчёт режимов сварки.

Расчёт режима дуговой сварки.

Параметры режима дуговой сварки плавящимся электродом следующие:

- диаметр электродной проволоки - $d_{эп}$;
- скорость сварки ϑ_c ;
- сварочный ток - I_c ;
- напряжение сварки - U_c ;
- вылет электродной проволоки - l_b ;
- скорость подачи электродной проволоки - $\vartheta_{эп}$;
- общее количество проходов - $n_{пр}$;
- расход защитного газа $g_{зг}$.

Расчёт режимов сварки выполняем по размерам шва (ширине l и

					ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

глубине проплавления h_p) [2].

Для примера производим расчёт режимов сварки шва № 3 рамы рычажной. Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08Г2С, в нижнем положении. Соединение тавровое типа ТЗ с катетом 12 мм.

Определим расчётную глубину проплавления по формуле [2]:

$$h_p = (0,7 \dots 1,1) \cdot k, \quad (1.8)$$

где k – катет шва, мм.

Принимаем $h_p = 0,7 \cdot k$, тогда

$$h_p = 0,7 \cdot 16 = 11,2 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки определяем по формуле: [2]

$$d_{эп} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05h_p \quad (1.9)$$

$$d_{эп} = \sqrt[4]{11,2} \pm 0,05 \cdot 11,2 = 1,27 \dots 2,39 \text{ мм.}$$

Принимаем $d_{эп} = 2 \text{ мм.}$

Скорость сварки определяем по формуле [2]:

$$v_c = K_v \cdot h_p^{1,61} / l^{3,36} \quad (1.10)$$

где K_v – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки

l – ширина сварного шва, мм;

$$K_v = 1150. [2]$$

$$l = \sqrt{2} \cdot k \quad (1.11)$$

$$l = \sqrt{2} \cdot 16 = 22,63 \text{ мм}$$

Подставляем числовые значения в формулу (1.10):

$$v_c = 1150 \cdot 11,2^{1,61} / 22,63^{3,36} = 1,58 \text{ мм/с.}$$

Силу сварочного тока определяем по формуле [2, с.170]:

$$I_c = K_I \cdot (h_p^{1,32} / l^{1,07}), \quad (1.12)$$

где K_I – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки
 $K_I = 480$ [3].

$$I_c = 480 \cdot (11,2^{1,32} / 22,63^{1,07}) = 414 \text{ А.}$$

Принимаем $I_c = 400\text{--}430 \text{ А}$.

Зная значение сварочного тока, определяем напряжение сварки по формуле [2]:

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot I_c \quad (1.13)$$

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot 414 = 34,7 \text{ В.}$$

Принимаем $U_{св} = 35\text{--}37 \text{ В}$.

Зная значение диаметра электродной проволоки, определяем вылет электродной проволоки:

$$L_B = 10 \cdot d_{эп} \pm 2 \cdot d_{эп} \quad (1.14)$$

$$L_B = 13\text{--}19 \text{ мм.}$$

Расход защитного газа определяем по формуле [2]:

$$g_{зг.} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_c^{0,75} \quad (1.15)$$

$$g_{зг.} = 0,303 \text{ л/с} = 18,17 \text{ л/мин.}$$

Принимаем $18\text{--}20 \text{ л/мин}$.

Полученные расчетные значения режимов ориентировочны, мы выбираем их из справочной литературы [6, стр.112], полученные результаты сводим в таблицу 1.6.

Таблица 1.6 – Режимы механизированной сварки стандартных швов основания в CO₂.

Номер шва	Тип шва	Катет шва, мм	Диаметр проволоки, мм	Число проходов	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки м/ч	Скорость подачи м/ч	Расход газа, л/мин
1	T1	10	2,0	1-2	350... 450	32...3 4	25...28	360	16... 18
2	T3	16	2,0	2	350... 450	32...3 4	25...28	360	18... 20
3	T1	16	2,0	2	350... 450	32...3 4	25...28	360	18... 20

1.9. Общая структура процесса изготовления сварной конструкции .

Технологический процесс сборки и сварки основания начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектовочной карте.

Предварительно производится сборка – сварка сборочных единиц, входящих в состав основания: рамы опорной (Поз. 3), рамы рычажной (Поз. 1, ДП – 150202.65 – 0704996 - 0101СБ) и технологического узла (Поз. 2) по отдельному техпроцессу. Для сборки – сварки рамы рычажной используется приспособление (ДП-150202.65-0704996-0300СБ), показанное в графической части. Для прихватки и сварки используется одно оборудование, представленное в п. 1.7 пояснительной записки.

Сборка – сварка непосредственно основания производится в следующей последовательности: К днищу (Поз. 7) приваривается рама опорная (Поз. 3) , затем к днищу и раме опорной приваривается технологический узел (Поз. 2), к днищу и технологическому узлу приваривается рама рычажная (Поз. 1). При этом применяются

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ					

универсальные сборочные плиты и шаблоны. Далее привариваются ребра (Поз. №8).

Одновременно на универсальной плите с использованием шаблонов к боковинам (Поз. 4 и Поз. 5) привариваются накладки (Поз. 6).

Затем основание собирается в сборочном приспособлении (ДП-150202.65-0704996-0400СБ), производится прихватка и сварка боковин с днищем, рамой опорной, рамой рычажной и технологическим узлом. Сварка производится в удобном положении благодаря использованию кантователя.

На последнем этапе осуществляется сварка распорок (Поз. 21 и 22) и косынок (Поз. 9 и 10).

Все прихватки производятся полуавтоматом в среде CO₂ и при сварке должны переплавляться.

Зачистку сварных швов от брызг производят на слесарной плите.

Контроль осуществляют на контрольной плите.

Перемещение следует выполнять кран-балкой и краном мостовым.

1.10. Контроль технологических операций.

Обеспечение высокого качества сварочных работ – наиболее важная проблема в области сварки. Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [10].

Дефекты сварных соединений – отклонения от заданных свойств, сплошности и формы шва, свойств и сплошности околошовной зоны, что приводит к нарушению прочности и других эксплуатационных характеристик изделия. Дефекты бывают наружные, внутренние и сквозные.

Дефекты формы и размеров шва:

- неполномерность швов;
- неравномерность шва;
- несимметричность шва;

- бугристость шва;
- грибовидность;
- боковые выплески металла;
- подрезы шва;
- наплывы;
- прожоги.

Дефекты, нарушающие сплошность сварных соединений:

- непровары;
- трещины;
- поры;
- шлаковые включения.

Дефекты могут быть допустимыми и недопустимыми. Вид и размер допустимых дефектов обычно указывается в технических условиях или стандартах на данный вид изделия.

Проверка качества сварки в готовом изделии производится внешним осмотром и измерением сварного шва. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, трещины, непровары, свищи и поры и т.д.

Сварные соединения рассматриваются невооружённым глазом или с помощью лупы при хорошем освещении; обмер швов производят с помощью инструментов и шаблонов-катетомеров.

Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними.

Сварка, как и другие процессы обработки металлов, вызывает возникновение в изделиях собственных напряжений.

В зависимости от причины, вызвавшей напряжения, различают:

- тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением температур при сварке;
- структурные напряжения, возникающие вследствие структурных

превращений.

В зависимости от времени существования:

- временные - существующие лишь в определённый момент времени;
- остаточные - остаются в изделии после исчезновения причины, их вызвавшей.

В зависимости от размеров области:

- напряжения первого рода, которые действуют и уравниваются в крупных объёмах, соизмеримых с размерами изделия или его основных частей;
- напряжения второго рода – уравниваются в микрообъёмах тела в пределах одного или нескольких зёрен металла;
- напряжения третьего рода – уравниваются в объёмах, соизмеримых с атомной решёткой.

Сварочные напряжения являются напряжениями первого рода.

По направлению действия напряжения и деформации различают:

- продольные (вдоль оси шва);
- поперечные (поперёк оси шва).

По виду напряжённого состояния:

- линейные (действующие в одном направлении);
- плоскостные (действующие в двух направлениях);
- объёмные (действующие в трёх направлениях).

В зависимости от изменения при сварке форм и размеров детали различают:

- деформации в плоскости – проявляются в изменении формы и размеров детали. Они могут быть продольными, поперечными и изгиба;
- деформации из плоскости – проявляются в образовании поперечных или продольных волн, изломов и т.д.

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		35

Весь комплекс мероприятий по борьбе с деформациями и напряжениями от сварки можно расчленить на две основные группы:

- мероприятия, предотвращающие вероятность возникновения деформаций и напряжений;
- мероприятия, обеспечивающие последующее исправление деформаций и снятие возникших напряжений.

С целью предотвращения развития деформаций, обеспечения требуемых форм и точности сварных конструкций, проводятся различные мероприятия, начиная со стадии проектирования и, кончая самим процессом изготовления сварного изделия:

- минимальная протяжённость сварных швов, минимальное сечение швов, удовлетворяющее расчётным условиям, что приводит к уменьшению остаточных деформаций и напряжений;
- симметричное расположение швов;
- оптимизация последовательности выполнения сборочно-сварочных работ;
- закрепление изделия в приспособлениях;
- прихватка деталей для исключения смещения их при сварке.

Эти меры в полной мере обеспечивают достаточно хорошее качество изделия. Применение каких-либо других способов борьбы с деформациями и напряжениями нецелесообразно, так как это ведёт к неоправданному удорожанию изделия.

1.11 Разработка технической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		36

чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов.

Разработка технологических процессов включает:

1. расчленение изделия на сборочные единицы;
2. установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
3. выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами. Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать:

1. наименование и условное обозначение изделия;
2. название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
3. число данных сборочных единиц в изделии;
4. перечень данных сборочных единиц в изделии;
5. название цеха;

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		37

6. указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
7. последовательный перечень всех операций;
8. сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
9. данные о принятых способах и режимах сварки
10. сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
11. нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов [7].

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		38

КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		39

2.1 Общая характеристика механического оборудования

Механизация и автоматизация производственного процесса изготовления сварных изделий представляет собой одну из основных задач современного сварочного производства, решение которой значительно повышает производительность труда.

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют целью – обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия. Наиболее рационально для сборки использовать механические прижимы. Они дешевы в изготовлении, просты в эксплуатации.

Специальное сборочное приспособление позволяет улучшить качество сборки. Возможно применение при этом пневматических прижимов, использование которых значительно сокращает вспомогательное время, особенно если требуется зажать изделие одновременно в нескольких местах. Однако при использовании в технологическом процессе кантователя возникает проблема подвода сжатого воздуха к пневмозажимам. Поэтому наиболее приемлемым вариантом является использование винтовых прижимов. Вспомогательное время на закрепление изделия в приспособлении растет при этом незначительно и практически не оказывает значительного влияния на $T_{шт}$.

Основными требованиями к сборочно-сварочным приспособлениям являются:

- свободный доступ к деталям;
- обеспечение рациональной последовательности сборки;
- обеспечение минимального числа кантовых изделий;
- безопасность в работе;
- прочность и жесткость приспособления.

В связи с тем, что изделие обладает относительно небольшой массой использовать мостовой кран для кантовки изделия не всегда целесообразно, поэтому на проектируемом участке предлагается использовать кран-балку грузоподъемностью до 2 тонны.

Кран-балка – это легкие мостовые краны, у которых подъемным механизмом является тельфер, передвигающийся по нижним полкам двутавровой балки. Кран-балка позволяет производить подъем и перемещение груза вдоль пролета [9].

Подкрановые пути представляют собой двутавровую балку, проложенную по продольным стенам цеха или пролета на специальных колоннах. Перемещение кран-балки осуществляется от электродвигателя. Управление кран-балкой с приводом от электродвигателя осуществляется с пола с помощью кнопок пульта управления. Применение кран-балок обеспечивает довольно высокую степень механизации подъемно-транспортных операций.

2.2. Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса являются комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства. Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30 процентов общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75 процентов приходятся на долю сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		41

сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75 процентов всего комплекса цехового оборудования [10].

В данной работе в предлагаемом технологическом процессе используются сборочные и сборочно-сварочные приспособления для сборки и сварки основания.

Рассмотрев и проанализировав работу сварочных приспособлений, используемых в базовом технологическом процессе, предлагается применить для сборки рычажной рамы специальное приспособление, которое обеспечит необходимую точность изготовления и позволит упростить технологический процесс сборки. Для сборки-сварки всего основания предлагается применить сборочное приспособление, установленное в кантователь. Сборочное приспособление позволит облегчить процесс сборки изделия, позволит избежать нескольких промежуточных (разметочных) операций. В сочетании с кантователем приспособление позволит устанавливать свариваемое изделие в удобное для сварки положение, что в свою очередь повысит производительность труда и качество изготовления сварных швов. Использование приспособления для сборки рамы рычажной и приспособления для сборки-сварки основания в значительной степени повысит качество сборки и снизит ее трудоемкость.

2.3. Работа сборочно-сварочных приспособлений.

Приспособление ДП-150202.65-0704996-0300СБ предназначено для сборки-сварки рамы рычажной. Оно состоит из несущего основания, на котором установлены специальные опорные площадки и упоры, необходимые для соответствующего чертежу размещения в пространстве элементов основания. Кроме того, в приспособлении имеются специальные прижимы, позволяющие зафиксировать элементы свариваемого основания в правильном положении.

					ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Приспособление ДП-150202.65-0704996-0400СБ предназначено для сборки основания. Приспособление состоит из основания, на котором установлены несколько винтовых прижимов, удерживающих основание во время сборки – сварки. Свариваемое изделие устанавливается на массивную жесткую раму, составленную из нескольких швеллеров. Через отверстия в нижнем листе проходят специальные винты, с помощью которых производится прижим опорных пят основания к нижнему листу. После сборки основания эти винты являются дополнительными удерживающими элементами конструкции, позволяющими зафиксировать основание при вращении кантователя.

С помощью восьми винтовых прижимов все элементы сварной конструкции остаются зафиксированными во время сварки.

Рама вместе с закрепленным на нем основанием установлена в двухстоечном кантователе, позволяющем устанавливать свариваемое изделие в удобное для выполнения сварных швов положение.

2.4. Выбор и проверочный расчет кантователя

Кантователи предназначены для поворота и установки изделий в удобное положение при сборке, сварке и отделке. По конструктивному исполнению кантователи разделяют на двухстоечные, одностоечные, цепные, рычажные, кольцевые, домкратные.

В данном дипломном проекте для сварки перекрытия целесообразно применение двухстоечного кантователя, так как изделие вместе со сборочным приспособлением имеет достаточно большой вес и габаритные размеры.

Двухстоечный кантователь отличается от вращателей такого же типа отсутствием регулируемой (сварочной) скорости вращения. Двухстоечные кантователи наиболее распространены, просты по конструкции и

универсальны. Они предназначены для поворота балочных, рамных и корпусных конструкций.

На рисунке 2.1 изображена конструктивная схема двухстоечного кантователя, составленного из двух опорных бабок: передней - приводной, в качестве которой использован одностоечный кантователь с добавлением шарнирного крепежного приспособления, и задней холостой подвижной бабки с крепежным самоустанавливающимся центром.

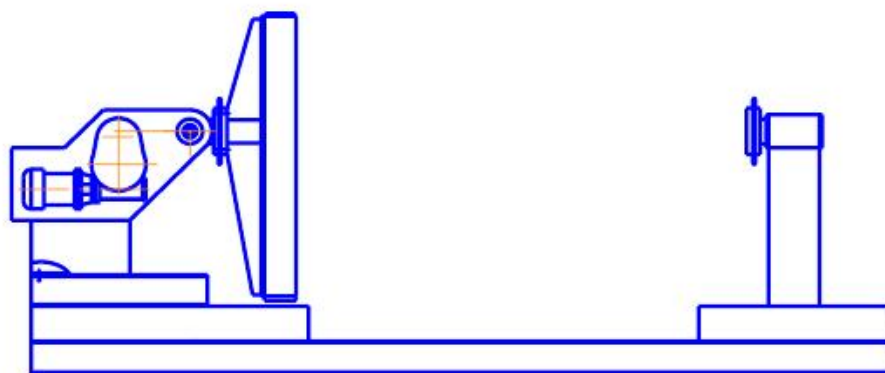


Рис. 2.1. Конструктивная схема двухстоечного кантователя:

Выбор марки кантователя зависит от следующих факторов: грузоподъемность, максимальный крутящий момент на оси вращения планшайбы и наибольший изгибающий момент относительно опорной плоскости планшайбы. Зная вес изделия с приспособлением, предварительно принимаем кантователь с грузоподъемностью 5 тонн.

Определение крутящего момента

Наибольший крутящий момент $M_{кр}$, воспринимаемый приводом кантователя, определяется следующим образом:

$$M_{кр} = M_1 + M_2 \quad (2.1)$$

где M_1 – момент, учитывающий смещение центра тяжести относительно продольной оси, Нм;

M_2 – момент трения-скольжения, Нм.

$$M_1 = G \cdot e \quad (2.2)$$

где G – вес изделия в сборе вместе со сварочным приспособлением, Н;

e – эксцентриситет, т.е. расстояние от оси вращения до центра тяжести свариваемого изделия, м.

$$M_2 = G \cdot f \cdot R \quad (2.3)$$

где f – коэффициент трения ($f = 0,15$);

R – радиус шпинделя механизма привода ($R = 100$ мм.).

Вес изделия:

$$G = M \cdot g \quad (2.4)$$

где $M = 3200$ кг, масса перекрытия в сборе со сварочным приспособлением;

$g = 9,8$ м/с², ускорение свободного падения.

$$G = 2200 \cdot 9,8 = 21560$$

$$M_2 = 21560 \cdot 0,15 \cdot 0,1 = 323$$

Момент, учитывающий смещение центра тяжести относительно продольной оси, зависит от эксцентриситета, который был определен опытным путем. Он составляет $e = 200$ мм.

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		45

Таким образом:

$$M_1 = 21560 \cdot 0,2 = 4312$$

Тогда общий крутящий момент привода будет равен:

$$M_{sp} = M_1 + M_2 = 4312 + 323 = 4635$$

Из технических характеристик кантователя, максимальный крутящий момент на оси вращения планшайбы $M = 5$ кНм.

Определение изгибающего момента

Изгибающий момент:

$$M_u = \frac{G}{2} \cdot \frac{L}{2} \quad (2.5)$$

где L – максимальная длина изделия сварочного приспособления. $L = 5370$ мм

$$M_u = 31360 \cdot 5,37 / 4 = 42100$$

Из технических характеристик кантователя, максимальный изгибающий момент на плоскости планшайбы $M = 45$ кНм.

Расчет мощности электродвигателя

Мощность приводного электродвигателя определяется исходя из величины наибольшего крутящего момента, действующего на оси кантователя:

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		46

$$N = \frac{M_{sp} \cdot n}{974\eta_0} \quad (2.5)$$

Здесь η_0 – общий КПД привода, являющийся произведен КПД всех передач приводного механизма; $\eta_0=0,65$.

n – частота вращения планшайбы.

$$N = \frac{4635 \cdot 1,2}{974 \cdot 0,65} = 8,8 \text{ кВт}$$

2.5. Описание и расчёт винтовых прижимов приспособления

Закрепление свариваемого изделия в сварочном приспособлении осуществляется винтовыми прижимами. Они удерживают основание во время вращения кантователя вокруг оси вращения. Основные детали винтового прижима – неподвижный винт и соединенная с рукояткой гайка. Вращением рукоятки производится вращение гайки, которая закручиваясь давит на прижим. Прижим, в свою очередь, прижимает основание к раме. Резьбовые прижимы – самые распространенные в конструкции приспособлений. Резьба может применяться самая разнообразная, но рекомендуется метрическая. Такая резьба, обеспечивая условие самоторможения, имеет сравнительно большой шаг, что обеспечивает достаточное быстрое действие прижима. Усилие зажима:

$$P = \frac{WL}{r_{cp} \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi) + 0,3\mu d_1}, \quad (2.6)$$

где W – усилие на ключе или рукоятке;

d_1 – диаметр торца

r_{cp} – средний радиус резьбы, мм.;

					ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

α -угол подъема витка резьбы;

φ -угол трения в резьбовой паре (для метрической резьбы $\varphi=6^{\circ}34'$);

μ – коэффициент трения на торце винта, $\mu=0,1$;

L – вылет ключа или рукоятки, мм.

Допускаемое усилие зажима определим по формуле:

$$Q = 0,4R_z d^2; \quad (2.7)$$

где R_z - допускаемое напряжение на разрыв, кг/см²;

d – наружный диаметр резьбы.

Усилие зажима P, передаваемое винтом, должно удовлетворять условию $P < Q$.

Определим допускаемое усилие зажима:

$$Q = 0,4 \cdot 900 \cdot 2,0^2 = 1440 \text{ кгс}$$

Определим усилие зажима, передаваемое винтом. Для прижима диаметром 20мм. усилие на рукоятке $W=5,7$ кг.; средний радиус резьбы $r_{cp}=9,35$ мм.; вылет рукоятки $L=0,21$ м.; угол подъема винтовой линии $\alpha=2^{\circ}28'$.

$$P = \frac{5,7 \cdot 0,21}{9,35 \cdot \text{tg}(2^{\circ}28' + 6^{\circ}34') + 0,3 \cdot 0,1 \cdot 20} = 575,2 \text{ кгс.}$$

Условие $P < Q$ выполняется.

Общая масса основания не превышает 1545 кг. Значит для удержания основания в перевернутом состоянии достаточно трех прижимов. Применение в конструкции шести прижимов гарантирует безопасную работу.

Расчет болтового соединения в приспособлении.

					ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Необходимо определить усилие затяжки болта, крепящего раму кантователя к подшипниковому узлу. Резьбовое соединение должно обеспечивать достаточную силу трения, позволяющую удержать закрепленный в приспособлении узел в наклонном положении, например при транспортировке его краном. Максимальное усилие, которое может возникнуть в этом случае, равно силе, с которой воздействует на болтовое соединение закрепленный в приспособлении узел. Эта сила равна приблизительно 1500 кгс.

Рассчитаем болт на усилие затяжки:

$$Q = \frac{P}{f} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot [\sigma_p], \quad (2.8)$$

где d -внутренний диаметр резьбы, мм.;

P -усилие сдвига, н.;

$[\sigma_p]$ =45МПа-допускаемое напряжение при растяжении.

$$Q = \frac{3,14 \cdot 14,647^2}{4} \cdot 45 = 7578,4н.$$

Тогда

$$P = Q \cdot f = 7578,4 \cdot 0,2 = 1515,7Н$$

$$\text{Количество винтов } n = \frac{P_{\text{общ}}}{P} = \frac{1500 \cdot 9,8}{1515,7} = 9,7.$$

Для удержания заготовки достаточно десяти болтов М16.

При креплении рамы кантователя к подшипниковому узлу кроме усилия затяжки на болты также действуют поперечные силы, которые

					ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

возникают от действия собственного веса изделия и приспособления. Под действием этих сил в поперечном сечении болтов возникают касательные напряжения. Необходимо провести проверку болтового соединения по условию прочности на срез.

Запишем условие прочности при срезе:

$$\tau = \frac{4Q}{i\pi d^2} \leq [\tau] \quad (2.9)$$

где Q – поперечная сила, $Q = 2500H$;

i – количество болтов, $i = 10$

d – диаметр болтов; $d = 16\text{мм.}$;

$[\tau]$ – допускаемое касательное напряжение.

$$[\tau] = (0,6 \div 0,65)[\sigma] \quad (2.10)$$

Зная допускаемое нормальное напряжение, получим:

$$[\tau] = 0,6 \cdot 45 = 27\text{МПа}$$

Проверяем болты по условию прочности на срез:

$$\tau = \frac{4 \cdot 2500}{10 \cdot 3,14 \cdot 0,016^2} = 12,4\text{МПа}$$

словие прочности выполняется $\tau \leq [\tau]$, таким образом, увеличения количества болтов, крепящих раму к кантователю, не требуется.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		51

3.1 Введение

По базовой технологии сборки – сварка основания осуществлялась механизированной сваркой в среде защитного газа с использованием универсальных сборочных плит и универсальных зажимных и фиксирующих элементов. В данном проекте предлагается использовать новое сварочное оборудование, сборочно-сварочные приспособления, кантователи, а также специальное покрытие для облегчения процесса удаления брызг металла. Это значительно сокращает вспомогательное время.

3.2. Определение типа производства и расчет нормы времени .

Исходя из веса изделия (1545 кг.) и годовой программы выпуска (1500 шт.), по табличным данным определяем, что тип производства перекрытия – серийный.

Расчет нормы времени зависит от типа производства. При серийном производстве рассчитываем штучное время $t_{шт}$:

$$t_{шт} = t_o + t_{вн} + t_{обс} + t_{отд} \quad (3.1)$$

где t_o – основное время сварки изделия (образование сварного шва), мин;

$t_{вн}$ – вспомогательное время, мин, включает время установки и съема изделия с приспособлений, его кантовку, а также время слесарных операций (зачистку изделия от брызг металла);

$t_{обс}$ – время, затрачиваемое рабочим на уход за рабочим местом, $t_{обс}$ в размере 10 % от $t_{опер}$, мин;

$t_{отд}$ – время на отдых, $t_{отд}$ в размере 7 % от $t_{опер}$, мин;

					ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

$$t_o = 3,12 \text{ ч}$$

$t_{\text{вн}} = 12,09 \text{ ч}$	$t_{\text{вн}} = 9,75 \text{ ч}$
$t_{\text{опер}} = 15,21 \text{ ч}$	$t_{\text{опер}} = 12,87 \text{ ч}$
$t_{\text{обс}} = 15,21 * 0,1 = 1,52 \text{ ч}$	$t_{\text{обс}} = 12,87 * 0,1 = 1,29 \text{ ч}$
$t_{\text{отд}} = 15,21 * 0,07 = 1,06 \text{ ч}$	$t_{\text{отд}} = 12,87 * 0,07 = 0,9 \text{ ч}$
$t_{\text{шт}} = 15,21 + 1,52 + 1,06 = 17,79 \text{ ч}$	$t_{\text{шт}} = 12,87 + 1,29 + 0,9 = 15,06 \text{ ч}$

3.3. Расчет действительного фонда времени работы оборудования и рабочих

Расчет действительного фонда времени работы оборудования производится по формуле (18):

$$F_{\text{д}}^0 = F_{\text{ном}}^0 \cdot k_{\text{ппр}} \quad (3.2)$$

где $F_{\text{д}}^0$ - действительный фонд времени работы оборудования, ч/год.

$F_{\text{ном}}^0$ - номинальный годовой фонд времени работы оборудования, ч/год.

k – коэффициент учитывающий время по плану на капитальный и средний ремонт, текущее планово-предупредительное обслуживание,

$$k = 0,97;$$

Номинальный годовой фонд работы оборудования определяется по формуле:

$$F_{\text{ном}}^0 = \frac{D_2 \cdot Ч_n}{D_n}, \quad (3.3)$$

где D_2 – число дней работы в году, $D_2 = 249$ дней;

$Ч_n$ – число часов работы в неделю, $Ч_n = 80$ ч;

D_n – число дней работы в неделю, $D_n = 5$ дней;

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

$$F_{НОМ}^0 = 249 * 80/5 = 3984$$

$$F_{\phi}^0 = 3984 * 0,97 = 3864,48$$

Действительный фонд времени рабочего рассчитывается по формуле (18):

$$F_{\phi}^p = F_{НОМ}^p \cdot k_0, \quad (3.4)$$

где F_{ϕ}^p - действительный фонд времени рабочего, ч/год;

$F_{НОМ}^p$ - номинальный фонд времени рабочего, ч/год;

k_0 – коэффициент, учитывающий время по плану на отпуска, болезни, выполнение общественных и государственных обязанностей, $k = 0,88$ (18);

$$F_{НОМ}^p = \frac{D_2 \cdot Ч_n}{D_n}, \quad (3.5)$$

где $Ч_n$ – число часов работы в неделю рабочего, $Ч_n = 40$ ч.

$$F_{НОМ}^p = 249 * 40/5 = 1992 \text{ ч.}$$

$$F_{\phi}^p = 1992 * 0,88 = 1752,96 \text{ ч.}$$

3.4. Методика расчета потребности в оборудовании и количестве рабочих

Расчетное количество сварочного оборудования, необходимое для выполнения планового задания C_p , следует определять следующим образом:

|17|

$$C_p = \frac{t_{шт.к} \cdot N}{F_d^o \cdot k_v \cdot k_{пр}} \quad (3.6)$$

где N – годовая программа выпуска изделий, шт;

$t_{шт.к}$ – штучное время, ч;

F_d^o – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч/год;

k_v – коэффициент выполнения норм выработки, ($k_v = 1,2$);

$k_{пр}$ – коэффициент простоя оборудования, ($k_{пр} = 0,8$).

Базовая технология	Проектируемая технология
$C_p = \frac{17,79 \cdot 1500}{3864,48 \cdot 1,2 \cdot 0,8} = 7,19шт$	$C_p = \frac{15,06 \cdot 1500}{3864,48 \cdot 1,2 \cdot 0,8} = 6,05шт$
$C_{пр} = 8 шт$	$C_{пр} = 6 шт$

Определяем коэффициент загрузки оборудования $\eta_{загр}$:

Базовая технология	Проектируемая технология
$\eta_{загр} = 7,19/8 = 0,9$	$\eta_{загр} = 6,05/6 = 1,008$

Определяем расчетное количество основных рабочих P_p^o :

$$P_p^o = \frac{t_{шт.к} \cdot N}{F_d^p \cdot k_v}, \quad (3.7)$$

где F_d^p – действительный фонд времени работы одного рабочего в год, ч/год;

k_v – коэффициент выполнения норм выработки рабочими, $k_v = 1,2$.

$P_p^o = \frac{17,79 \cdot 1500}{1752,96 \cdot 1,2} = 12,69чел.$	$P_p^o = \frac{15,06 \cdot 1500}{1752,96 \cdot 1,2} = 10,74чел.$
--	--

Учитывая количество смен и количество оборудования, принимаем

$P_{пр}^0 = 16$ чел.

$P_{пр}^0 = 12$ чел.

3.5. Расчет капитальных вложений.

Расчет капитальных вложений производится по формуле:

$$K_{общ} = K_{об} + K_{пр} \quad (3.8)$$

где $K_{общ}$ – общие капитальные вложения, руб;

$K_{об}$ – капитальные вложения в сварочное оборудование, руб;

$K_{пр}$ – капитальные вложения в сборочно- сварочное приспособления, руб;

Капитальные вложения в сварочное оборудование включают затраты на оборудование для механизированной и автоматизированной сварки:

$K_{об} = 84000$ (ПДГО-501 + ВДУ-506) * 8 = 672000 р.	$K_{об} = 84000$ (ПДГО-601 + ВДУ-508) * 6 = 504000 р.
--	--

(Принимаем стоимость оборудования равной, т.к. по данным сайтов различных продавцов оборудования, разница в стоимости находится на незначительном уровне – статистической погрешности).

Капитальные вложения в приспособления включают стоимость приспособлений и кантователей:

$K_{пр} = 59300$ (универсальная сборочная плита) * 6 + 47300 (сборочное присп) * 4 = 545000 руб	$K_{пр} = 59300$ (универсальная сборочная плита) * 2 + 47300 (сборочное присп) * 2 + 24200 (сварочное присп.) * 2 + 150000 (кантователь) * 2 = 561600 руб
--	---

Общие капитальные вложения по вариантам

Базовый	Проектируемый
$K_{\text{общ}} = 672000 + 545000 = 1217000$ руб.	$K_{\text{общ}} = 504000 + 561600 = 1065600$ руб.

Удельные капитальные вложения:

$$K_{\text{уд}} = K_{\text{общ}} / N \quad (3.9)$$

где N – программа выпуска

$K_{\text{уд}} = 1217000 / 1500 = 811,33$ руб.	$K_{\text{уд}} = 1065600 / 1500 = 710,4$ руб.
--	---

3.6. Расчет текущих затрат.

$$C_T = C_M + C_{\text{эл}} + C_3 + C_{\text{об}}; \quad (3.10)$$

где: C_M – затраты на материалы;

$C_{\text{эл}}$ – затраты на технологическую электроэнергию;

C_3 – затраты на заработную плату;

$C_{\text{об}}$ – расходы на эксплуатацию и содержание оборудования;

Затраты на технологическую электроэнергию $C_{\text{эл}}$, руб/м. шва определяем по формуле:

$$C_{\text{эл}} = Q_H \cdot g_{\text{э}} \cdot \Pi_{\text{эл}}; \quad (3.11)$$

где: Q_H – масса наплавленного металла: $Q_H = 40,84$ кг;

g_3 – расход энергии на килограмм наплавленного металла, кВт·ч;
для механизированной сварки $g_3 = 7$,

$\text{Ц}_{\text{эл}}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, руб. $\text{Ц}_{\text{эл}} = 3,2$ руб.

$$C_{\text{эл}} = 40,84 \cdot 7,0 \cdot 3,2 = 914,82 \text{ руб.}$$

Расчет расходов на сварочные материалы C_m ;

Расход наплавленного материала:

$$P_{\text{мех}} = 40,84 \cdot 1,2 = 49,01 \text{ кг.}$$

1,2 – коэф. расхода при п/а сварке.

Стоимость сварочной проволоки $\varnothing 2$
– 68,25 руб.

$$C_{\text{сп}} = 68,25 \cdot 49,01 = 3344,79 \text{ руб.}$$

Стоимость CO_2 – 52,40 руб. 1 м^3 ;

Расход $\text{CO}_2 \approx 15 \text{ дм}^3/\text{мин} = 0,9 \text{ м}^3/\text{ч}$

$$C_{\text{CO}_2} = 52,40 \cdot 0,9 \cdot 3,12 = 147,14 \text{ руб.}$$

$$C_m = 3344,79 + 147,14 = 3491,93 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{мех}} = 40,84 \cdot 1,2 = 49,01 \text{ кг.}$$

1,2 – коэф. расхода при п/а сварке.

Стоимость сварочной проволоки $\varnothing 2$
– 68,25 руб.

$$C_{\text{сп}} = 68,25 \cdot 49,01 = 3344,79 \text{ руб.}$$

Стоимость CO_2 – 52,40 руб. 1 м^3 ;

Расход $\text{CO}_2 \approx 15 \text{ дм}^3/\text{мин} = 0,9 \text{ м}^3/\text{ч}$

$$C_{\text{CO}_2} = 52,40 \cdot 0,9 \cdot 3,12 = 147,14 \text{ руб.}$$

Стоимость покрытия – 18 р/литр

Расход покрытия – 7 л/изделие

$$C_{\text{пок}} = 18 \cdot 7 = 126 \text{ р}$$

$$C_m = 3491,93 + 126 = 3617,93 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату C_z :

$$C_z = Z_o + Z_d + O_c; \quad (3.12)$$

где: Z_o – основная заработная плата;

Z_d – дополнительная заработная плата;

O_c – отчисления на социальные нужды;

Основная заработная плата Z_o ;

$$Z_o = t_{шт} \cdot Ч_T \cdot K_d; \quad (3.13)$$

где: $Ч_T$ – часовая тарифная сетка: $Ч_T = 90$ руб/ч;

K_d – коэф. доплат: $K_d = 1,6$;

$$Z_o = 17,79 \cdot 90 \cdot 1,6 = 2561,76 \text{ руб.} \quad Z_o = 15,06 \cdot 90 \cdot 1,6 = 2168,64 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

$$Z_d = Z_o \cdot \frac{Q}{100}; \quad (3.14)$$

где: Q – процент дополнительной заработной платы $Q = 15\%$;

$$Z_d = 2561,76 \cdot 0,15 = 384,26 \text{ руб.} \quad Z_d = 2168,64 \cdot 0,15 = 325,3 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды определяются по формуле:

$$O_c = (Z_o + Z_d) \cdot \frac{C}{100}; \quad (3.15)$$

где: C – процент отчислений на социальное страхование, $C = 31,2\%$;

$$O_c = (2561,76 + 384,26) \cdot 0,312 = 919,16 \text{ руб.} \quad O_c = (2168,64 + 325,3) \cdot 0,312 = 778,11 \text{ руб.}$$

$$C_3 = 2561,76 + 384,26 + 919,16 = \quad C_3 = 2168,64 + 325,3 + 778,11 =$$

3865,18 руб.

3272,05 руб.

Затраты на обслуживание оборудования по вариантам:

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования определяем по формуле:

$$C_{об} = A_o + Z_{тр}, \quad (3.16)$$

где A_o – амортизационные отчисления;

$Z_{тр}$ – затраты на текущий ремонт и обслуживание сварочного производства.

Затраты на амортизацию сварочного оборудования по формуле:

$$A_o = \frac{\sum_{i=1}^m S_i \cdot n_i \cdot H_a \cdot \eta_{загр}}{N \cdot 100}, \quad (3.17)$$

где S_i – балансовая стоимость единицы оборудования i – типоразмера;

$$A_{o1} = (1217000 \cdot 27) / (1500 \cdot 100) = 219,06 \text{ руб.}$$

$$A_{o1} = (1065600 \cdot 27) / (1500 \cdot 100) = 191,81 \text{ руб.}$$

n_i – количество единиц оборудования;

H_a – норма амортизационных отчислений. (27%)

Затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования рассчитываем по формуле:

$$Z_{тр} = (P_o \cdot K_{об}) / (N \cdot 100), \quad (3.18)$$

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		60

где P_o - процент отчислений на текущий ремонт оборудования,

$P_o = 11 \%$.

$$Z_{тр} = (1217000 \cdot 11) / (1500 \cdot 100) = 89,25 \text{ руб.}$$

$$C_{об} = 219,06 + 89,25 = 308,31 \text{ руб.}$$

$$Z_{тр} = (1065600 \cdot 11) / (1500 \cdot 100) = 78,14 \text{ руб.}$$

$$C_{об} = 191,81 + 78,14 = 269,95 \text{ руб.}$$

$$C_r = 3491,93 + 914,82 + 3865,18 + 308,31 = 8580,24 \text{ руб.}$$

$$C_r = 3617,93 + 914,82 + 3272,05 + 269,95 = 8074,75 \text{ руб.}$$

3.7. Приведенные затраты.

Приведенные затраты на выполнение газовой программы выпуска определяем по формуле:

$$W = N \cdot C_m + E_n \cdot K_{общ}; \quad (3.19)$$

где: C_m – текущие затраты, руб/шт;

N – годовая программа выпуска, шт/год;

E_n – нормативны коэф. экономической эффективности, $E_n = 0,25$;

$K_{общ}$ – общие капитальные вложения, руб;

$$W_6 = 1500 \cdot 8580,24 + 0,25 \cdot 1217000 = 13174610 \text{ руб.}$$

$$W_{пр} = 1500 \cdot 8074,75 + 0,25 \cdot 1065600 = 12378525 \text{ руб.}$$

3.8. Годовой экономический расчет.

$$\mathcal{E}_r = W_1 - W_2; \quad (4.20)$$

$$\text{Э}_r = 13174610 - 12378525 = 796085 \text{ руб.}$$

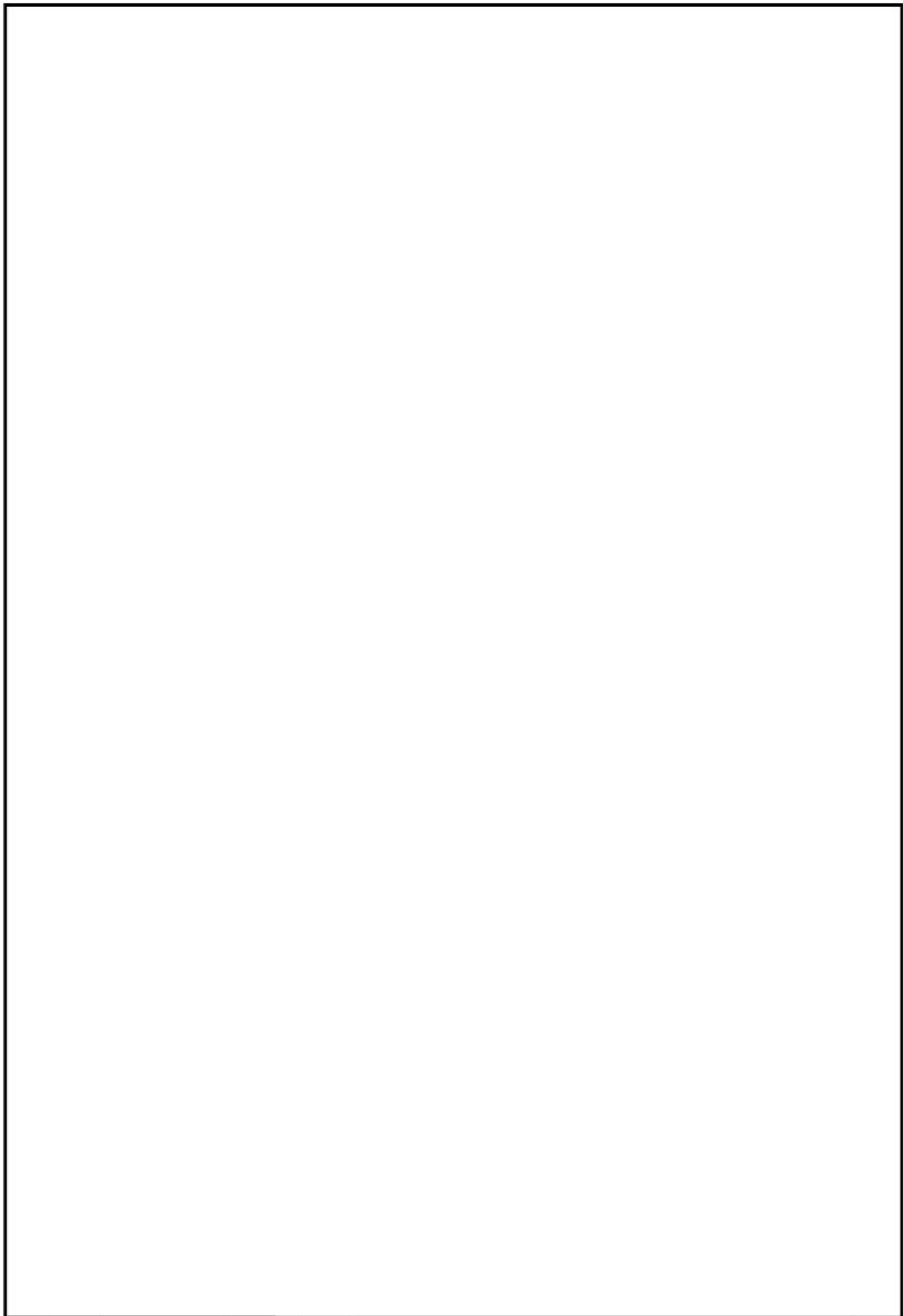
Расчеты сводим в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Техничко– экономические показатели проекта.

Показатель	Единица измерения	Вариант	
		Базовый	Проектируем
1. Готовая программа выпуска	шт.	1500	1500
2. Трудоемкость изделия	Н.ч.	17,79	15,06
3. Общие капитальные вложения	Руб.	1217000	1065600
4. Технологическая себестоимость	руб.	8580,24	8074,75
4.1. Затраты на сварочные матер.	руб.	3491,93	3617,93
4.2. Затраты на электроэнергию		914,82	914,82
4.3. Заработная плата		3865,18	3272,05
4.4. Затраты на ремонт и эксплуатацию оборудования		308,31	269,95
5. Условно – годовой экономический эффект		руб.	796085

3.9. Вывод:

Экономический эффект получен за счет снижения трудоемкости, технологической себестоимости продукции по сравнению с базовым вариантом, повышения производительности труда. Годовой экономический эффект равен 796085 руб., соответственно выбираем предложенный вариант, как наиболее экономичный.



					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		63

БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ
ПРОЕКТА

					ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Улучшение условий труда, повышение его безопасности влияют на результаты производства - на производительность труда, качество и себестоимость выпускаемой продукции.

Производительность труда повышается за счёт сохранения здоровья и работоспособности человека, экономии живого труда, путем повышения уровня использования рабочего времени, продления периода активной трудовой деятельности человека, экономии общественного труда путем повышения качества продукции, более эффективного использования основных производственных фондов, уменьшения числа аварий и т.п.

4.1 Характеристика объекта исследования

На участке производится сборка и сварка основания секции шахтной крепи. При изготовлении основания осуществляются следующие операции: сборка, сварка механизированная в среде углекислого газа, слесарные операции.

Все работы по выполнению технологического процесса производятся при обычных климатических условиях на участке и не требуют каких-либо специальных условий.

При изготовлении перекрытия на участке используется следующее оборудование:

-полуавтомат ПДГО-601 И УЗ	6шт.
-выпрямитель ВДГ-508 СЭ	6шт.
-приспособления:	
Сборочное	2шт.
Сварочное	2шт.
-кантователь	2шт.
-плита	2шт.
-кран-балка	1шт.

Перемещение изделия производят кран-балками и кранами мостовыми. Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется четырьмя окнами, расположенными в стене здания, а также четырьмя светильниками расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона. Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом.

Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери. На случай пожара цех оснащен запасным выходом и сигнализацией.

4.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов на данном участке

При выполнении сварки на работающих могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток, автомобильный транспорт, вызывающий повышенную загазованность, травмоопасность.

Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

При сварке в зону дыхания работающих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твёрдой фазы окислы различных металлов (марганца, хрома, никеля, меди, алюминия, железа и др.), их оксиды и другие соединения, а также токсичные газы (окись углерода, озон, фтористый водород, окислы азота и т.д.). Количество и состав сварочных аэрозолей, их

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		66

токсичность зависят от химического состава сварочных материалов и свариваемых металлов, вида технологического процесса. Воздействие на организм выделяющихся вредных веществ может явиться причиной острых и профессиональных хронических заболеваний и отравлений.

При изготовлении перекрытия в качестве основного материала используют следующие марки стали: 14ХГ2САФД и 10ХСНД. Сварку ведут в CO₂ сварочной проволокой Св-08Г2С.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/ч пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов, а также CO₂ до 0,5÷0,6 процентов; СО до 160 мг/ч; окислов азота до 8,0 мг/ч; озона до 0,36 мг/ч; оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02 г/кг расходуемого материала.

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц меньше 0,1 м/с.

Предельно допустимая концентрация вредных примесей в атмосфере воздуха территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны по ГОСТ 17.2.1.01-76 и ГОСТ 17.2.3.62-78.

Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		67

ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может составлять 0,5-6 кал/см²*мин.

Производственный шум

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- полуавтомат ПДГО-601 И УЗ,
- выпрямитель ВДУ-508 СЭ;
- кантователь
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент - пневматические бор-машинки, молотки, кувалды, и т.д.

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы.

Нормируемые параметры шума: среднегеометрические частоты октавных полос: 63÷8000 герц; допустимый уровень звукового давления: 74÷99 децибел; допустимый эквивалентный уровень звука 85 децибел (СН 2.24/2.1.8.562-96).

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		68

Статическая нагрузка на руку

Статическая нагрузка – поддержание человеком усилий без перемещения тела, рук и ног в пространстве. Она характеризуется произведением массы груза на длительность его удержания. Величина статической нагрузки является одним из основных показателей тяжести труда. Статическая работа более утомительна, чем динамическая. Это объясняется тем, что напряжение мышц длится непрерывно, сосуды в них сдавлены и нормальное кровообращение затруднено, что приводит к застою крови.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами 172÷293 Дж/с (150÷250ккал/ч).

Электрический ток

Действие электрического тока на организм носит разносторонний характер и оказывает термическое, электролитическое, биологическое воздействие на различные системы организма. Виды действия на организм: электротравмы и электроудары.

Электрические травмы – это местные поражения тела, ожоги, металлизация кожи, механическое повреждение организма.

Сила тока является основным фактором, определяющим исход поражения. Чем больше сила тока, тем опасней его воздействие.

Пороговый допустимый ток – 0,6÷1,5 миллиампер – вызывает первые ощутимые воздействия, но не травмирует.

Пороговый неотпускающий - 10÷15 миллиампер – под его воздействием практически исключается возможность самостоятельного отрыва человека от токоведущих установок.

					ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Пороговый фибрилляционный – ток более 100 миллиампер – является смертельно опасным.

Чем дольше человек находится под воздействием тока, тем серьёзнее последствия поражения, поэтому при длительном прохождении тока 20÷50 миллиампер возможен смертельный исход.

Для переменного тока частотой 50 герц допустимой величиной считается: при длительном воздействии 1 миллиампер; при воздействии 0,1 секунду – 500 миллиампер и 1,0 секунду – 65 миллиампер.

Род и частота тока также влияют на тяжесть поражения. Наиболее опасным является ток частотой 50герц.

При постоянном токе пороговые значения повышаются: для ощутимого тока до 6÷7 миллиампер и неотпускающего тока до 50÷70 миллиампер.

На данном участке используется оборудование ВДУ-506СЭ с номинальной мощностью 12,6 кВт, с номинальным сварочным током 500А и напряжением холостого хода 85 В. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380 В.

4.3 Обеспечение требуемого освещения на участке

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов и проездов.

Освещение не должно давать резких теней и бликов, оказывающих ослепляющее действие. Требуемый уровень освещения определяется степенью зрительных работ.

В дневное время можно пользоваться естественным освещением, но чаще всего при учёте того, что производственные помещения имеют большие площади, применяют комбинированное освещение, то есть, как естественное,

так и искусственное.

Естественное освещение можно осуществлять через световые проёмы – окна и световые фонари.

Хорошее искусственное освещение производственного помещения и рабочих мест зависит от правильного выбора мест расположения светильников, его типа и мощности ламп.

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Рассчитаем требуемое количество светильников.

Световой поток светильников определяем по формуле:

$$\varphi = (E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z) / (N \cdot \eta), \quad (4.1)$$

где E – заданная минимальная освещённость, $L_k=500$ [13];

K_3 – коэффициент запаса; $K_3 = 1,8$;

S – освещаемая площадь, m^2 ; $S=280m^2$;

Z – коэффициент минимальной освещённости; $Z = 1,2$;

η – коэффициент использования светового потока; $\eta = 48$.

Для светильников типа ОД с лампой ЛБ-20 $\varphi = 1180$ Лм.

Выразим величину N (количество светильников) из формулы (4.1):

$$N = (E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z) / (\varphi \cdot \eta) \quad (4.2)$$

Тогда :

$$N = \frac{500 \cdot 1,8 \cdot 1,2 \cdot 280,72}{1180 \cdot 48} = 5,35 \text{шт.}$$

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		71

Принимаем количество светильников равное $N = 6$

4.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата участка. Вентиляция и кондиционирование

Микроклимат на рабочем месте в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха и т.д.

Оптимальными параметрами называют такое сочетание параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения реакций терморегуляции, создают ощущение теплового комфорта и являются предпосылкой для высокой рентабельности.

В холодный и переходной периоды года при категории работ П6 – работы средней тяжести оптимальные параметры следующие: температура 17-19 градусов Цельсия; относительная влажность 60÷40 процентов; скорость движения воздуха 0,3 метра в секунду. В тёплый период года: температура 20÷22 градусов Цельсия; относительная влажность 60÷40 процентов; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Параметры микроклимата цеха 14, для которого проектируется участок, соответствуют близки к оптимальным параметрам и разработка специальных мероприятий не требуется.

Параметры микроклимата определены в санитарных нормах и правилах САНПИН 2.2.4.548-96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Производственная вентиляция и кондиционирование

Чтобы создать в производственных помещениях нормальные метеорологические условия, удалить из них вредные газы и пары, пыль необходимо правильно спроектировать и надлежащим образом эксплуатировать вентиляционную систему. Вентиляция – это организованный воздухообмен в помещениях. Вентиляция может быть естественной, механической и смешанной.

На участке сборки и сварки изготовления основания применяем местную вытяжную вентиляцию.

При приточно-вытяжной вентиляции воздух подаётся в помещение приточной вентиляцией, а удаляется вытяжной вентиляцией, работающими одновременно.

Вытяжная вентиляция состоит из вытяжных отверстий, через которые воздух удаляется из помещения; вентилятора; воздуховодов; устройства для очистки воздуха от пыли и газов; устройства для выброса воздуха (вытяжной шахты), которое должно быть расположено на 1÷1,5 метра выше конька крыши.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть 0,2÷0,5 метров в секунду.

Определим необходимый объём воздуха L , удаляемый от местных отсосов по формуле:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V, \quad (4.3)$$

где F – суммарная площадь рабочих проёмов и неплотностей, m^2 ;

V – скорость всасывания воздуха на рабочем участке, m/c ;

$V = 0,5 m/c$.

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		73

$$L = 3600 \cdot 0,04 \cdot 0,5 = 72 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов на площади равной 360 м² составляет L= 72 м³/с.

4.5 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Электробезопасность

Мероприятия по защите от электротравматизма должны обеспечивать: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения; пониженное напряжение; заземление и зануление электроустановок; автоматическое отключение; индивидуальную защиту и др.

Недоступность токоведущих частей электроустановок обеспечивается ограждением от случайного прикосновения, изоляцией токоведущих частей.

Токи пониженного напряжения до 36 вольт применяют для электросварочных работ.

Также мероприятием по защите от электротравматизма является защитное заземление. Защитное заземление – это преднамеренное соединение с землёй или её эквивалентом металлических нетоковедущих частей электрического и технологического оборудования, которые могут оказаться под напряжением.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы длиной 2,5 метра и диаметром 40 миллиметров.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают одиночные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4x12 миллиметров. Сущность расчёта защитного сопротивления

					ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

сводится к определению числа вертикальных заземлителей и длины соединительной полосы.

Глубина заземления составляет 0,8 метра. Почва – суглинок с удельным сопротивлением грунта $\rho = 1 \cdot 10^4$ Ом см.

Определим сопротивление одиночного заземлителя:

$$R_3 = (\rho_3 / 2 \cdot \pi \cdot l_m) \cdot \ln(4 \cdot h_m / d), \quad (4.4)$$

где ρ_3 – удельное сопротивление грунта, Ом см;

l_m – длина трубы, см;

h_m – глубина закопки трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли до середины трубы, см;

$\rho_3 = 1 \cdot 10^4$ Ом-см; $d = 4$ см; $l_m = 105$ см; $h_m = 250$ см.

Подставляем значения в формулу (4.4) получаем:

$$R_3 = (1 \cdot 10^4) / (2 \cdot 3,14 \cdot 105) \cdot \ln(4 \cdot 105 / 4) = 29 \text{ Ом.}$$

Определяем требуемое число заземлителей по формуле:

$$n = R_3 / (R_3 \cdot \eta), \quad (4.5)$$

где η - коэффициент использования грунтового заземления;

$$\eta = 0,8/$$

R_3 – требуемое сопротивление заземления, Ом;

$$R_3 = 5 \text{ Ом.}$$

$$n = 29 / (5 \cdot 0,8) = 7,2$$

Округляем до целого и принимаем в дальнейший расчётах $n = 7$ штук.

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot (n - 1), \quad (4.6)$$

где a – расстояние между заземлителями, м;

					ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

$$a = 2 \cdot l_m = 2 \cdot 2.5 = 5 \text{ м.} \quad (4.7)$$

Подставляем значения в формулу (4.6):

$$l_n = 1,05 \cdot 5 \cdot (7 - 1) = 32 \text{ м.}$$

Сопротивление соединительной полосы:

$$R_n = \rho_n / (2 \cdot \pi \cdot l_n) \cdot \ln (4 \cdot h_n^2) / (h_n \cdot b), \quad (4.8)$$

где ρ_n – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

l_n – длина полосы, см;

h_n – глубина заложения полосы в землю, см;

b – ширина полосы, см.

$$\rho_n = 1 \cdot 10^4 \text{ Ом·см}; l_n = 3200 \text{ см}; h_n = 80 \text{ см.}$$

Подставляем значения в формулу (4.8) получаем:

$$R_n = (1 \cdot 10^4) / (2 \cdot 3,14 \cdot 3200) \cdot \ln (2 \cdot 3200^2) / (80 \cdot 1,2) = 6,1 \text{ Ом.}$$

Результирующее сопротивление тока по всей системе определяется по формуле:

$$R_c = (R_3 \cdot R_n) / (R_3 \cdot \eta_n + R_n + \eta_3 \cdot n), \quad (4.9)$$

где R_3 – сопротивление одной трубы, Ом;

R_n – сопротивление заземляющей полосы, Ом;

η_n – коэффициент использования полосы; $\eta_n = 0,7$.

η_3 – коэффициент использования труб; $\eta_3 = 0,8$.

n – число труб – заземлителей, шт;

$$R_c = (29 \cdot 6,1) / (29 \cdot 0,7 + 6,1 + 0,8 \cdot 7) = 5,5 \text{ Ом}$$

$R_c = 5,5 \leq 10$ Ом, что входит в зону допустимого сопротивления системы.

В результате расчета выявили, что сопротивление одиночного

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		76

заземлителя составляет $R_s = 29$ Ом, требуемое число заземлителей $n = 7$ штук, длина соединительной полосы $l_n = 32$ м., сопротивление соединительной полосы $R_n = 6,1$ Ом, результирующее сопротивление тока $R_c = 5,5$.

Мероприятия по борьбе с шумом

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумные наушники или вкладыши «Беруши».

На данном участке используем виброизолирующие основания для защиты от шума вентиляционного оборудования, вентиляторы установлены в отдельные звукоизолирующие помещения.

Защита от сварочных излучений

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока.

Маска из фибра защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки,

					ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

исключающие попадание искр и капель расплавленного металла.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания, такие как респираторы, должны защищать органы дыхания от пылевых аэрозолей с помощью фильтра.

Для защиты глаз рабочего от пыли, возможных повреждений применяют защитные очки ЗПР.

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы со специальной противопожарной пропиткой.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск.

4.6 Психофизиологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном участке

В психологической оценке труда важное значение придаётся тяжести и напряжённости труда. Для обеспечения условий, способствующих максимальной производительности труда, необходимо учитывать психологические особенности производственных рабочих. Разрабатывать и внедрять мероприятия по созданию благоприятного психологического микроклимата в коллективе, высокой заинтересованности в труде и его результатах, так как при работе на участке рабочие испытывают нервно-психические перегрузки: умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, перенапряжения анализаторов, монотонность труда и т.д.

Психофизиологическими направлениями повышения производительности труда и снижения утомляемости является: правильное чередование труда и отдыха; рациональная окраска и освещение помещений (зелёные тона); создание благоприятных отношений в коллективе (в чём велика роль руководителя), так как устранение отрицательных эмоций предупреждает развитие заболеваний; создание на участке оптимального

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		78

микроклимата, то есть устранение запылённости, загазованности, шума и т.д.

4.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени

Производственные аварии, стихийные бедствия опасны своей внезапностью. Однако разрушительные последствия их могут быть предотвращены или значительно уменьшены, если заранее будут приняты меры.

В целях предупреждения аварий на производственных объектах осуществляют комплекс организационных и инженерно-технических мероприятий, определяемых требованиями охраны труда и техники безопасности, противопожарной безопасности и т.д.

На каждом объекте разрабатывается план ликвидации возможных аварий, организована подготовка рабочих и служащих к работе в аварийных условиях, предусмотрен резерв сил и средств для ликвидации последствий аварии. Необходимо также организовать: устойчивую систему управления предприятием при чрезвычайных ситуациях; систему оповещения; план эвакуации рабочих и служащих; службу гражданской обороны; специальные спасательные команды и команды по ликвидации последствий чрезвычайной ситуации, а также скорейшему восстановлению производства; пункты оказания первой медицинской помощи и т.д.

Определение категории взрывопожароопасности рабочего места и обеспеченности необходимыми средствами пожаротушения

Вероятность возникновения пожаров в зданиях и сооружениях, а также распространение от конструкций и материалов, из которых они выполнены, а также характера производства.

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		79

Сварочное производство соответствует категории Г. То есть в производство обращаются следующие материалы: негорючие вещества и материалы в горячем, раскалённом и расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр, пламени.

Каждый участок должен быть оборудован специальными средствами пожаротушения:

-пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.);

-огнетушитель ОХП-10 7шт.(для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей);

-огнетушитель углекислотный ОУ-5 7шт.(для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.);

-ящик с сухим и чистым песком 1шт. (для тушения различных видов возгорания).

4.8 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды

Охрана воздушного бассейна

Очистка загрязнённого воздуха и отходящих газов, образуемых при технологических процессах и выбрасываемых в атмосферу, от содержащихся в них вредных твёрдых, жидких и газообразных примесей является основным способом охраны воздушного бассейна от загрязнения.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого используют масляные

					ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

фильтры. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95÷98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [13],

Охрана водного бассейна

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

Для предварительного удаления крупных загрязнений применяется процеживание стоков через решётки. Для выделения из сточных вод высокодисперсных минеральных примесей и лёгких взвесей обычно применяют отстойники, где они осаждаются или всплывают на поверхность и удаляются. Однако, степень очистки этими методами далека от стопроцентной. Поэтому следующим этапом для очистки сточных вод от лёгких и высокодисперсных взвесей является флотация. Эффект флотации в том, что дисперсированные в тонкой суспензии пузырьки воздуха прилипают к частицам взвеси и всплывают на поверхность, образуя пену. Этот способ имеет высокую степень очистки 90÷98 процентов от нерастворимых примесей при незначительном времени пребывания сточных вод (20-40 минут) во флотационных установках. Однако даже при самых эффективных

режимах флотации остаточное содержание взвешенных веществ составляет 10÷15 миллиграмм на литр. Поэтому дальнейшим этапом очистки будет фильтрование через слой зернистого или пористого материала. Степень очистки этим способом может достигать в зависимости от режимов фильтрования 97÷98 процентов. Следует также стремиться к переходу на оборотное водоснабжение [13].

Охрана почв и утилизация промышленных отходов

На участке сборки и сварки перекрытия основными отходами являются отходы твердых материалов. Это материалы, применяемые для изготовления изделия, полностью или частично утратившие свои первоначальные качества. В данном случае: окалина, шлаки, обрезки проволоки, применяемой для сварки и т.д.

Существует два пути утилизации металлических отходов: с переплавом и без переплава. В случае утилизации без переплава отпадает необходимость в переработке, но происходит загрязнение почв и растёт площадь свалок, выделяемых для сброса отходов производства.

При способе с переплавом отходы металла переплавляются и появляется возможность использования отходов в дальнейшем производстве. Это приводит к повышению эффективности производства, а также снижается уровень загрязнения окружающей среды, так как не требуется выделять площади под свалки, а металл используется практически стопроцентно.

Очевидно, что для охраны почв и утилизации промышленных металлических отходов от производства перекрытия рациональнее применять метод утилизации производственных металлических отходов с переплавом, как наиболее выгодный в экономическом и экологическом плане [13].

4.9 Заключение по главе

В результате проведенной работы нами были выявлены вредные и опасные факторы, имеющие место на данном участке. Были использованы следующие методы защиты от влияния этих факторов:

- для защиты от запыленности и загазованности воздуха мы применили стационарную приточно-вытяжную вентиляцию;
- для предотвращения от электротравматизма применяем защитное заземление;
- для защиты сварщика от травматизма при сварке применяем индивидуальные средства защиты: маски из фибра, спецодежду; специальную обувь;
- уровень звукового давления при эксплуатации сварочного оборудования составляет 74÷96 дБ, что находится в пределах нормы и не требует специальных средств защиты.

Была рассчитана необходимая освещенность на данном участке и необходимое количество светильников.

Произведена разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени, в том числе пожаров. Приняты необходимые меры по обеспечению экологической безопасности и охраны окружающей среды.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях механизации сборочно-сварочных операций по изготовлению перекрытия разработан механизированный участок, позволяющий сократить время по перемещению изделия с одного рабочего места на другое, освободить рабочих от тяжёлого физического труда при перемещении. Внедрена автоматическая сварка. Произведена замена выпрямителя ВДУ-506УЗ в комплекте с полуавтоматом ПДГ-508УЗ на инверторный источник ВДУ-508 (Пионер-5000) с полуавтоматом ПДГО-601 УЗ.

Были применены сборочное и сварочное приспособления.

В результате перечисленных нововведений время изготовления перекрытия значительно сократилось.

Также в данной работе приведено обоснование выбора способов сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт прижимов на сборочное приспособление.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгодности предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 1500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 360 м²;

Экономический эффект на годовую производственную программу – 796085 рублей.

Литература

1. Николаев Г. А, Куркин С. А, Винокуров В. А. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформации конструкции: Учеб. Пособие. - М: Высшая школа, 1982-272 с.
2. Сварка в машиностроении: Справочник в 4 т. Т1. Под ред. Н.А.Ольшанского М: Машиностроение, 1978-504 с.
3. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. Т.3 Под ред. Винокурова В.А. М.: Машиностроение, 1976 - 620 с.
4. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. Т.4 Под ред. А.И. Акулова- М.: Машиностроение, 1978.
5. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением.: Учебник для студентов ВУЗов. М.: Машиностроение, 1977-432с.
6. Кочергин К.А., Контактная сварка – Л.: Машиностроение, 1987 г.
7. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов: Учебник для вузов.-4-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1980 - 319с.
8. Глебов Л.В. и др. Расчет и конструирование машин контактной сварки – М.: Машиностроение, 1981 г.
9. Гуляев А.И. Технология и оборудование контактной сварки – М.: Машиностроение, 1985 г.
10. Кузьмин А.В. Чернин И.М. Расчеты деталей машин. Справочное пособие .Минск. Высшая школа, 1986 - 403с.
11. Справочник сварщика. Под ред. В.В.Степанова -№-е изд. - М: Машиностроение, 1974-520с.
13. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. Перераб. и доп. - М.: Энергоиздат, 1982-800с.
14. Юдин Е.Я. и др. Охрана труда в машиностроении - М.: Машиностроение, 1983 - 432с.
15. Средства защиты в машиностроении. Расчёт и проектирование.: Справочник - М.: Машиностроение, 1989 - 368с.

					<i>ДП – 150202.65 – 0704996 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		85

16. Безопасность жизнедеятельности в техносфере: Учеб. пособие / Под ред. О.Н. Русака, В.Я Кондрасенко. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2001.431 с.

17. Безопасность жизнедеятельности: методические указания для студентов направления подготовки специалистов 150000- "Металлургия, машиностроение и металлообработка" заочной формы обучения / В. Я. Кондрасенко, Л. Н. Горбунова , О. В. Чурбакова ; Красноярский государственный технический университет. - Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2006. - 32 с.

18. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

19. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

20. СНиП II-12-77 "Защита от шума".

21. СНиП 2.04.05-91* Отопление, вентиляция и кондиционирование.

22. ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ.Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

23. СНиП 21-01-97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений.

24. ГОСТ 12.1.004-76. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

25. Грачева К.А. Экономика, организация и планирование сварочного производства: Учеб. пособие для вузов . - М: Машиностроение, 1984 -368с.

26. Укрупненные нормы времени. Выпуск 6. Сборник 4. - М.: ЦНИИБ, 1982-127с.

27. Васильева З.А. Организация, планирование и управление машиностроительным производством. МУ по курс, работе, Красноярск: КрПИ, 1987 - 35с.

28. Разумов И.М. и др. Организация, планирование и управление предприятием машиностроения: - М.: Машиностроение, 1982 - 544с.

29. Богословский В.Н. Отопление и вентиляция. - М.: Машиностроение, 1976.