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 ПЕРЕКРЫТИЯ СЕКЦИИ ШАХТНОЙ КРЕПИ

Пояснительная записка

| | | | |
|---|---|---|---|
| Руководитель | 17.06.16 | к.т.н., доцент | А.И. Демченко |
| | подпись, дата | должность, ученая степень | инициалы, фамилия |
| Выпускник | 16.06.16 | | Е.Н. Гончар |
| | подпись, дата | | инициалы, фамилия |
| Рецензент | 17.06.16 | доцент, к.т.н. | А.Е. Мейлев |
| | подпись, дата | должность, ученая степень | инициалы, фамилия |
| Консультанты: Организационно-экономический раздел | 6.06.16 | ст. преп. | Е.Е. Качуровская |
| | подпись, дата | должность, ученая степень | инициалы, фамилия |
| Раздел безопасность и экологичность проекта | 30.05.16 | доцент, к.т.н. | О.В. Чурбакова |
| | подпись, дата | должность, ученая степень | инициалы, фамилия |
| Нормоконтролер | 17.06.16 | ст. преподаватель | С.Л. Бусыгин |
| | подпись, дата | должность, ученая степень | инициалы, фамилия |

Красноярск 2016

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

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

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

Студенту Е.Н. Гончар
Группа 3МТ 10-05 Направление (специальность) 150202.65 - «Оборудование и технология сварочного производства»
Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологии и участка сборки и сварки перекрытия 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 2листа (А1);
2. Технологическая схема сборки сварки 2 лист (А1);
3. Приспособление сборочное 2 листа (А1);
4. Приспособление сварочное 1 лист (А1);
5. План участка 1 лист (А1);
6. Экономическая часть 1 лист (А1);

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 – 0710301 ПЗ | |
| Разраб. | Гончар Е.Н. | | 16.06.16 | Разработка технологии и участка сборки и сварки перекрытия секции шахтной крепи | | Лист | Листов |
| Пров. | Демченко А.И. | | 17.06 | | | 2 | 91 |
| Н. контр. | Бусыгин С.Л. | | 17.06 | | Каф. «Машиностроение» | | |
| Утв. | Демченко А.И. | | 17.06 | | | | |

**КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК**
выполнения этапов ВКР

| № этапа | Срок | Текстовая часть | Графическая часть |
|---|---|---|---|
| 1 | с 08.03.2016 | ТЧП - 50 % | лист № 1 |
| | по 15.03.2016 | | |
| | | | |
| | | | |
| 2 | с 16.03.2016 | КЧП – 50 % | лист № 2 |
| | по 31.03.2016 | ТЧП – 40 % | лист № 3 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| 3 | с 01.04.2016 | КЧП – 50 % | лист № 4 |
| | по 15.04.2016 | Б и ЭП – 40 % | лист № 5 |
| | | ОЭЧ – 25 % | |
| | | ТЧП – 10 % | |
| | | | |
| 4 | с 16.04.2016 | Б и ЭП –40 % | лист № 6 |
| | по 30.04.2016 | ОЭЧ – 25 % | лист № 7 |
| | | | лист № 8 |
| | | | |
| 5 | с 01.05.2016 | ОЭЧ – 50 % | |
| | по 25.05.2016 | | 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 _____ Е.Н. Гончар
(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 перекрытия секции шахтной крепи, разработан участок сборки - сварки данных перекрытий.

Выбраны способы сварки и сварочный материал, разработаны сборочное и сборочно-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 перекрытия секции шахтной крепи

В заключении приводятся выводы по результатам работы над проектом.

В приложении размещены спецификации к чертежам.

Объем расчетно-пояснительной записки составляет 98 страниц. Из них 6 иллюстраций, 10 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 ..... 13
1.4. Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки. ..... 21
1.5. Технологический анализ выбранного производства ..... 25
1.6. Общая структура процесса изготовления сварной конструкции ..... 28
1.7. Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального ..... 29
1.8 выбор технологического оборудования ..... 30
1.9 расчёт режимов сварки ..... 35
1.10. Контроль технологических операций ..... 38
1.11 разработка технической документации ..... 41
конструкторская часть ..... 43
2.1 общая характеристика механического оборудования ..... 44
2.2. Проектирование сборочно-сварочных приспособлений ..... 45
2.3. Работа сборочно-сварочных приспособлений ..... 46
2.4. Выбор и проверочный расчет кантователя ..... 46
2.5. Расчет приспособления для перемещения сварочной головки ..... 50
2.6. Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений ..... 54
экономическая часть ..... 57
3.1 введение ..... 58
3.2. Определение типа производства и расчет нормы времени ..... 58
3.3. Расчет действительного фонда времени работы оборудования и рабочих ..... 61
3.4. Расчет потребности в оборудовании и количестве рабочих ..... 63
3.5.расчет капитальных вложений ..... 64
3.6. Расчет текущих затрат ..... 66

3.7. Приведенные затраты ..... 70
3.8. Годовой экономический расчет ..... 70
3.9. Вывод ..... 71
безопасность и экологичность проекта ..... 73
4.1 характеристика объекта исследования ..... 74
4.2 выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов на данном участке ..... 75
4.3 обеспечение требуемого освещения на участке ..... 81
4.4 обеспечение оптимальных параметров микроклимата участка. Вентиляция и кондиционирование ..... 82
4.5 разработка методов защиты от вредных и опасных факторов ..... 84
4.6 психофизиологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном участке ..... 88
4.7 разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени ..... 89
4.8 обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды ..... 91
4.9 заключение по главе ..... 93
заключение ..... 95
литература ..... 96

## Введение

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;
- возможность сварки разнородных металлов и тонкостенных изделий.

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки и сварки перекрытия секции крепи (заводская маркировка МКЮ.4У.46.00.000). В результате данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации повышающей производительность труда, качество сварного изделия, улучшений 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.

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Описание изделия.

Изготовляемое изделие – перекрытие– является частью секции крепи МКЮ.4У.46.00.000 .

Секции крепей горношахтного оборудования предназначены для механизированного крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей способом полного обрушения, передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пластах с тяжелой кровлей, обеспечивает постоянное перекрытие призабойного пространства.

Основными частями рассматриваемого перекрытия являются боковины, днище, настил, технологические узлы, планки, ребра и усилители крепления.

Для изготовления перекрытия используют стали трёх марок 14ХГ2САФД, 35Л и 10ХСНД.

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 перекрытие является неотъемлемой частью изделия.

Изготавливаемое перекрытие нашло широкое применение в горнодобывающей промышленности, поэтому для пополнения портфеля заказов и увеличения заключаемых сделок необходимо повышать конкурентоспособность изделия.

Для этого следует снижать себестоимость продукции и повышать

качество, что в свою очередь может быть получено в результате уменьшения 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

Существующий технологический процесс сборки и сварки перекрытий имеет свои достоинства и недостатки. Основной целью и задачей поисковой деятельности является поиск возможных усовершенствований технологического процесса или снижения отрицательного влияния недостатков технологического процесса на качество изделия и эффективность производства.

В существующем технологическом процессе сборки и сварки перекрытия используется механизированная сварка в $CO_2$.

Процесс сварки в $CO_2$ характеризуется более узким и глубоким проплавлением свариваемого металла, а также бугристостью шва и резким переходом сварного шва к основному металлу, чем при сварке под флюсом. Наиболее важным из всех недостатков сварки в $CO_2$ является повышенное, по сравнению с другими способами сварки разбрызгивание жидкого металла. Брызги, вылетающие из зоны сварки, прилипают или сплавляются со свариваемой деталью, соплом горелки и токоподводящим мундштуком. Забрызгивание свариваемых деталей требует введения в технологический процесс операции зачистки поверхности деталей после сварки, что увеличивает длительность производственного цикла. Брызги металла, налипающие на кромки свариваемых деталей, могут привести к ухудшению качества сварного шва.

Для того, чтобы устранить недостатки сварки в $CO_2$ существует много различных методов. Эти методы улучшают формирование и внешний вид

шва, снижают разбрызгивание или влияют на плавление и перенос электродного металла, они также влияют на металлургические особенности процесса сварки.

Для совершенствования сварки в $CO_2$ и ликвидации её недостатков существует ряд направлений: использование активированной проволоки; систем оптимизации режима сварки и импульсной модуляции режимов сварки; сварка порошковой проволокой; двухэлектродная сварка и т.д. Широко используются методы уменьшения привариваемости брызг металла к изделию в результате применения специальных защитных покрытий, наносимых на околошовные зоны свариваемого изделия. Помимо этого может быть использована принципиальная возможность изменения технологического процесса путём обоснованной замены используемого способа сварки на иной, или комбинирование этого способа с другими.

На производительность труда, как и на качество продукции, существенное влияние оказывает увеличение уровня механизации и автоматизации производственного процесса, модернизация конструкции технологической оснастки и т.д.

Все вопросы повышения производительности труда необходимо решать в комплексе.

Каждый способ сварки имеет свои рациональные области применения. Поэтому целесообразность применения того или иного способа сварки решается на основе анализа его технико-экономических показателей. Произведя сравнительную оценку вариантов технологии, выбирают наиболее оптимальный в экономическом и технологическом отношении способ сварки.

В результате теоретического анализа существующего технологического процесса сборки и сварки перекрытия 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 использовать кантователь;

- произвести рациональный выбор оборудования, который позволяет получить достаточно высокий экономический эффект.

В результате внедрения в технологический процесс вышеуказанных изменений значительно улучшаются технические и экономические показатели, снижается себестоимость изделия, что в свою очередь приведет к увеличению конкурентоспособности изделия на рынке производства, сбыта и потребления, а, следовательно, к рентабельности производства данного изделия.

## 1.3 Выбор способа сварки и сварочных материалов

Изготавливаемое изделие – перекрытие. 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14ХГ2САФД | 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÷0,52 | ≤0,045 | ≤0,04 | - | - | - | - |

Таблица 1.2 - Механические свойства сталей

| Сталь | $\sigma_в$,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 производиться 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].

Выбираем автоматическую сварку под флюсом и сварку плавящимся электродом в среде защитного газа $CO_2$, т. к. существует ряд преимуществ этих способов:

1) возможность вести механизированную сварку, а т. к. в изготавливаемом изделии есть сварные швы протяженностью больше 2-х м, то возможность использования автоматической 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].

Автоматическая сварка - электрическая дуговая сварка металлическим, реже угольным электродом, при которой правильное горение сварочной дуги обеспечивается автоматически. Автоматическая сварка открытой дугой не получила большого распространения вследствие малой производительности, редко превышающей в 3…4 раза ручную сварку и сложности конструкции сварочного оборудования. Широкое развитие и распространение получил

созданный в СССР на основе работ Института электросварки Академии наук УССР и ЦНИИТМАШ метод автоматической сварки под слоем флюса.

Дуга образуется под слоем гранулированного флюса толщиной 25…50мм, что допускает увеличение мощности сварочного тока до 250 кВт и скорости сварки до 100 м/час и более (вместо 5…10 кВт и 2…6 м/час при ручной сварке). Помимо огромного увеличения производительности при автоматической сварки под слоем флюса значительно облегчается труд сварщиков. Одновременно достигается улучшение качества сварки и уменьшение расхода электроэнергии. Недостатки данной сварки – это сварка только в нижнем положении, требуется уборка флюса и отбивка шлака, применение флюсовых подушек и гладких медных подкладок. Тип установки для автоматической сварки под слоем флюса и выполняемые ею функции зависят преимущественно от конструкции свариваемого изделия, расположения швов на нём и организации производственного процесса. Наибольшее применение имеют сварочные головки, специальные сварочные аппараты и сварочные трактора. Последние представляют собой одномоторные самоходные головки, перемещающиеся непосредственно по свариваемому изделию или по уложенным на нём лёгким направляющим. Применяемые при автоматической сварке флюсы представляют собой выплавленные и гранулированные силикаты с наибольшим размером частиц 0,25…3,5 мм. Выбираем проволоку Св-08Г2С ГОСТ 2246-70 диаметром 5 мм и флюс ОСЦ – 45М с размерами гранул 0,25…1,6мм, светло – серого цвета, с объёмной массой 1,3…1,8 г/см$^3$, тип - высококремистый маргонцевый, с режимом прокалки при 300 - 420ºС.

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.

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 проволоки | Химический состав | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C | 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 | $\sigma_B$, МПа | $\delta$, % | $\alpha_n$, Дж/см$^2$ | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 20°С | 0°С |
| Св-08Г2С | 510 | 24 | 120 | 60 |

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны используется $CO_2$.

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 «$CO_2$ 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 $CO_2$ в %

| Содержание | Сорт | | |
|---|---|---|---|
| | Сварочная 1сорт | Сварочная 2сорт | Высшая |
| $CO_2$ (не менее) | 99,5 | 99,0 | 99,8 |
| CO (не более) | 0 | 0 | 0 |
| Водяных паров при 760мм.рт.ст. и20$^0$ С (не более), г/см$^3$. | 0,178 | 0,515 | 0,037 |

Таблица 1.6 – Состав флюса ОСЦ – 45М

| Марка флюса | Массовое содержание компонентов, % | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $SiO_2$ | MnO | $CaF_2$ | MgO | CaO | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | S | P |
| ОСЦ-45М | 38-44 | 38-44 | 6-9 | До 2,5 | До 6,5 | До 5 | До 2 | До 0,15 | До 0,15 |

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 прилипать 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;
- лингосульфанат 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 их 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 определение 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]:

$$Сэкв=C+(Mn/6)+(Si/24)+(Ni/10)+(Cr/5)+(Mo/4)+(V/14), \qquad (1.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах. Если углеродный эквивалент Сэкв 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 применяемости этих сталей при механизированной сварке в $CO_2$.

## 1.4. Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки.

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 от части повышением доли теплоты, выделяющейся в результате химических реакций, и некоторым напряжением дуги. При высокой температуре дуги происходит реакция диссоциации $CO_2$:

$$CO_2 = CO + 1/2O_2 \qquad (1.2)$$

С повышением температуры увеличивается количество тепла, 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:

$$2CO_2 = 2CO + O_2 \qquad (1.3)$$

Окисление металла происходит по реакции:

$$2Fe + O_2 = 2FeO \qquad (1.4)$$

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

$$Fe_3C + FeO = 4Fe + CO \qquad (1.5)$$

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% C, 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 бес пористые швы указанного выше состава получают при применении кремне марганцовистых 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:

$$FeO + Mn = Fe + MnO \qquad (1.6)$$

$$2FeO + Si = 2Fe + SiO_2 \qquad (1.7)$$

Окислы 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 $CO_2$ проволокой Св – 08Г2С диаметром 1,6 мм остается на необходимом уровне.

При сварке в $CO_2$ 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 .

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 скомпонована 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 пресса 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 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 участка. 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 участка, механизированных переменно-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= 750 штук, а масса перекрытия равна 2520 кг, заключаем, что проектируемое сварочное производство относится к типу серийного.

## 1.6. Общая структура процесса изготовления сварной конструкции .

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

Предварительно к боковинам механизированной сваркой привариваются усилители крепления (шов №1). Сварка производится с использованием струбцин без специализированной оснастки. Применяется полуавтомат ПДГО-501 и выпрямитель ВДУ-506СЭ.

Одновременно производится сборка – сварка днища на универсальной сборочной плите (шов №2). Применяется автоматизированная сварка под слоем флюса с использованием сварочного трансформатора ТДФЖ – 1002У3 и сварочного автомата А-639К. Для кантовки листов днища применяется кран – балка с магнитным захватом.

Далее с использованием специального сборочного приспособления (показанного в графической части) производится сварка боковин с днищем.

Сварка также автоматизированная (шов №3 ????) Боковины фиксируются относительно днища с помощью зажимов, прихватываются и свариваются на стенде для автоматической сварки.

После того производится приварка настила. Данная операция проводится с использованием разработанного приспособления, которое позволяет фиксировать настил относительно боковин и вращать изделие в кантователе для придания удобного для сварки положения. К крайним боковинам настил приваривается автоматизированной сваркой, а к средним – механизированной (шов №4).

Далее механизированной сваркой к изготавливаемому перекрытию последовательно привариваются ребра, планки и технологические узлы. Сварка проводится также с использованием кантователя (швы №№ 5, 6 и 7 соответственно).

Все прихватки производятся полуавтоматом в среде $CO_2$ 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.

## 1.7. 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.

## 1.8 Выбор технологического оборудования .

Пост для сварки в $CO_2$ состоит из источника питания дуги и сварочного 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;
- 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 У3:

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

Для автоматической дуговой сварки под флюсом выбираем сварочный трансформатор ТДФЖ-1250 и сварочный автомат (головку) А-639К Двухдуговой. Также в качестве источника питания допустимо использовать универсальные выпрямители

Сварочный трансформатор ТДФЖ-1250 - источник питания, предназначенный для высокопроизводительной автоматической одно- или многодуговой сварки и наплавки на переменном токе. Одна из важнейших областей применения ТДФЖ-1250 - работы в составе автоматизированных сварочных линий.

Трансформатор ТДФЖ-1250 позволяет производить сварку переменным током прямоугольной формы. При сварке переменным током прямоугольной формы обеспечивается повышенная скорость перехода тока через нулевое значение. При этом время прерывания дуги в момент бестоковых пауз существенно уменьшается и, соответственно, резко повышается устойчивость горения дуги, а значит и качество сварного шва. Прямоугольная форма тока улучшает формирование шва, снижает угловые остаточные деформации свариваемых деталей, исключает образование зоны выгнутости по оси шва при сварке по предельно допустимым зазорам, исключает эффект магнитного дутья и намагничивания свариваемого изделия.

Основные особенности:

•Надежное зажигание и устойчивое горение дуги за счет прямоугольной формы переменного тока;

•Разъемы для подключения двух трансформаторов по схеме Скотта;

•Два вида жестких внешних вольтамперных характеристик для сварки и наплавки под слоем флюса;

•Компенсация сетевого напряжения в диапазоне -10%...+5% для улучшения стабильности процесса сварки;

•Наличие термозащиты от перегрузки;

•Возможность дистанционного регулирования сварочных параметров;

Технические характеристики сварочного трансформатора ТДФЖ-1250:

| | |
|---|---|
| Напряжение питающей сети, В | 380 |
| Частота питающей сети, Гц | 50 |
| Номинальный сварочный ток, А (при ПВ, %) | 1250 (100%) |
| Номинальное рабочее напряжение, В | 44 |
| Пределы регулирования сварочного тока, А | 400-1250 |
| Напряжение холостого хода, В, не более | 76 |
| Регулирование сварочного тока | плавное |
| Пределы регулирования рабочего напряжения, В | 28-44 |
| Крутизна наклона внешней характеристики, В/А | 0,001 |
| КПД, не менее, % | 88 |
| Потребляемая мощность при номинальном токе, кВА, не более | 98 |
| Первичный ток при номинальной нагрузке, А, не более | 250 |
| Масса, кг, не более | 560 |
| Габариты, мм, не более | 610x776x1410 |

Технические характеристики А-639К Двухдуговой

| | |
|---|---|
| Номинальный сварочный ток, А | 1000 |
| Диаметр электрода, мм | 1,6-5,0 |
| Скорость подачи проволоки, м/ч | 28-220 |
| Регулирование скорости подачи | ступенчатое |
| Скорость сварки, м/ч | 14-110 |
| Вертикальный ход, мм | 200 |
| Поперечная корректировка, мм | ±100 |
| Емкость бункера, $дм^3$ | 55 |
| Габаритные размеры, мм | 1450 x 630 x 2100 |
| Масса аппарата, кг | 222 |

## 1.9 Расчёт режимов сварки.

Расчёт режима дуговой сварки.

Параметры режима дуговой сварки плавящимся электродом следующие:

- диаметр электродной проволоки - $d_{эп}$;
- скорость сварки $\vartheta_c$;
- сварочный ток – $I_c$;
- напряжение сварки – $U_c$;
- вылет электродной проволоки – $l_в$;
- 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 глубине проплавления $h_р$) [2].

Для примера производим расчёт режимов сварки шва № 1 перекрытия. Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08Г2С, в нижнем положении. Соединение тавровое типа Т1 с катетом 12 мм.

Определим расчётную глубину проплавления по формуле [2]:

$$h_р = (0{,}7\ldots1{,}1)\cdot к, \qquad (1.8)$$

где к – катет шва, мм.

Принимаем $h_р = 0{,}7\cdot к$, тогда

$h_р = 0{,}7\cdot 16 = 11{,}2$ мм.

Диаметр электродной проволоки определяем по формуле: [2]

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

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

Принимаем $d_{эп} = 2$ мм.

Скорость сварки определяем по формуле [2]:

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

где $K_v$ – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки

l – ширина сварного шва, мм;

$K_v = 1150$ . [2]

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

$l = \sqrt{2} \cdot 16 = 22,63$ мм

Подставляем числовые значения в формулу (1.10):

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

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

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

где $K_I$ – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки

$K_I = 480$ [3] .

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

Принимаем Ic=400-430А.

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

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

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

Принимаем Uсв=35…37В.

Зная значение диаметра электродной проволоки, определяем вылет электродной проволоки:

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

Lв=13…19мм.

Расход защитного газа определяем по формуле [2]:

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

gзг=0,303л/с=18,17 л/мин.

Принимаем 18…20 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 для механизированной и автоматизированной сварки перекрытия в $CO_2$ и под флюсом соответственно.

| Номер шва | Тип шва | Катет шва, мм | Диаметр проволоки, мм | Число проходов | Сварочный ток, А | Напряжение, В | Ско-рость сварки м/ч | Ско-рость подачи м/ч | Расход газа, л/мин |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Т1 | 12 | 2,0 | 1-2 | 350…450 | 32…34 | 25…28 | 360 | 18…20 |
| 2 | Т1 | 16 | 5,0 | 1 | 675…725 | 34…36 | 34…36 | - | - |
| 3 | Т1 | 16 | 5,0 | 1 | 675…725 | 34…36 | 34…36 | - | - |
| 4 | У1 | 8 | 2,0 | 1-2 | 360…380 | 30…32 | 25…28 | 280 | 16…18 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Т3 | 8 | 2,0 | 1-2 | 360…380 | 30…32 | 25…28 | 280 | 16…18 |
| 6 | У6 | 8 | 2,0 | 1-2 | 360…380 | 30…32 | 25…28 | 280 | 16…18 |

## 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 уравновешиваются в крупных объёмах, соизмеримых с размерами изделия или его основных

частей;

- напряжения второго рода – уравновешиваются в микрообъёмах тела в пределах одного или нескольких зёрен металла;
- напряжения третьего рода – уравновешиваются 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.

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 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;
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].

# КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

## 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 прижимы.

Специальное сборочное приспособление позволяет улучшить качество сборки. Применение при этом пневматических прижимов значительно сокращает вспомогательное время, особенно если требуется зажать изделие одновременно в нескольких местах. Широкое применение получили пневматические прижимы, воздухом малого давления (0,4 МПа).

Однако, при таком давлении размер цилиндра, необходимого для обеспечения заданного усилия сжатия, могут оказаться значительными, поэтому часто прибегают к использованию дополнительной рычажной или клиновой системы.

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 обладают небольшой массой использовать мостовой кран для кантовки изделия нецелесообразно, 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 [11].

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 производственного 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 сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75 процентов всего комплекса цехового оборудования [12].

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

и сварки перекрытия.

## 2.3. Работа сборочно-сварочных приспособлений.

Приспособление ДП-150202.65-071016748-0400СБ предназначено для сварки перекрытия. Приспособление состоит из рамы, стойки и четырёх штырей. На раме установлены двенадцать прижимов, которые перемещаются по направляющим пазам.

Также на раме располагаются опоры, платики, и дополнительные прижимы. Приспособление устанавливается в кантователь.

В приспособление на опоры, устанавливается рама и прижимается прижимами. Прижимы регулируются по толщине перекрытия и зажимаются вручную при помощи гаечного ключа и трубы.

Приспособление ДП-150202.65-071016748-0300СБ предназначено для сборки рамы перекрытия. Приспособление состоит из двух опор, шестнадцати кронштейнов, двенадцати стоек и шестнадцати прижимов. В приспособлении выставляется рама перекрытия. После чего в порядке сборки устанавливают детали. Все детали фиксируются прижимами. Производят прихватку установленных деталей, после чего открепляют прижимы и отправляют на следующее рабочее место, где производят сварку изделия.

## 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.

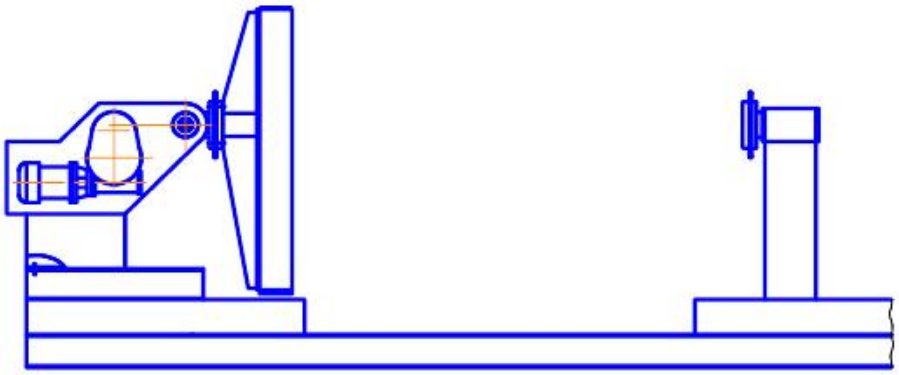

Рис. 2.1. Конструктивная схема двухстоечного кантователя:

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 КДП-4М.

Определение крутящего момента

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

$$M_{кр} = M_1 + M_2 \tag{2.1}$$

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

$M_2$ – момент трения-скольжения, Нм.

$$M_1 = G \cdot e \tag{2.2}$$

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.

В данном случае смещение центра тяжести весьма незначительно, поэтому моментом $M_1$ пренебречь.

$$M_2 = G \cdot f \cdot R \tag{2.3}$$

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

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

Вес изделия:

$$G = M \cdot g \tag{2.4}$$

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

$g = 9{,}8$ м/с$^2$, ускорение свободного падения.

$$G = 3200 \cdot 9{,}8 = 31360$$

$$M_2 = 31360 \cdot 0{,}15 \cdot 0{,}1 = 470$$

Тогда общий крутящий момент привода будет равен моменту трения:

$$M_{кр} = M_2 = 470 Нм$$

Из технических характеристик кантователя, максимальный крутящий момент на оси вращения планшайбы М= ? Нм.

Определение изгибающего момента

Изгибающий момент:

$$M_и = \frac{G}{2} \cdot \frac{L}{2} \qquad (2.5)$$

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

$$M_и = 31360 \cdot 5{,}37 / 4 = 42100$$

Из технических характеристик вращателя, максимальный изгибающий момент на плоскости планшайбы М= ? Нм.

Расчет мощности электродвигателя

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

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{974\eta_0} \qquad (2.5)$$

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

n – частота вращения планшайбы.

$$N = \frac{470 \cdot 2,5}{974 \cdot 0,65} = 1,85 кВт$$

2.5. Расчет приспособления для перемещения сварочной головки

Для автоматической сварки под слоем флюса при изготовлении перекрытия целесообразно использование приспособления для перемещения сварочной головки. В качестве такого приспособления будем использовать катучую балку. Так как вес сварочной головки значительный, необходимо подобрать размер поперечного сечения балки. Составим расчетную схему и построим эпюру изгибающих моментов (рис.2.2).

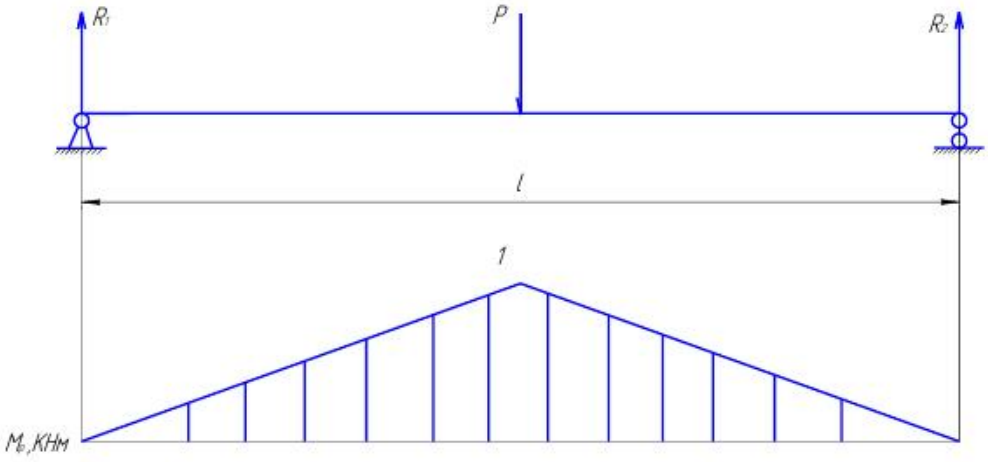


Рисунок 2.2 Расчетная схема несущей балки

Наиболее опасным будет положение, при котором сварочная головка будет находиться посередине балки. Вес сварочного аппарата составляет P=2кН.

Запишем условие прочности:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma] \qquad (2.6)$$

где $M_{мах}$ – максимальный изгибающий момент, возникающий от силы P;

W – момент сопротивления поперечного сечения;

[σ] – допускаемое напряжение.

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{k_з} \qquad (2.7)$$

где $k_з$ – коэффициент запаса прочности (1,4 – 1,6)

Принимаем $k_з$ = 1,5

$\sigma_т$ – предел текучести, материала из которого изготовлена балка.

Для данного материала $\sigma_т$ = 240 МПа.

$$[\sigma] = \frac{240}{1,5} = 160 МПа$$

Для определения максимального момента, возникающего в балке, необходимо построить эпюру изгибающих моментов от действия внешних сил и определить опасное сечение.

Максимальный изгибающий момент будет возникать посередине пролета и определится следующим образом:

$$M_{мах} = \frac{Pl}{4} \qquad (2.8)$$

где $l$ – длина балки. $l = 2$ метра.

$$M_{мах} = \frac{2 \cdot 2}{4} = 1кНм$$

Вид эпюры изгибающих моментов показан на рисунке 2.2.

Из условия прочности определим необходимый момент сопротивления поперечного сечения:

$$W = \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{1 \cdot 10^3}{160 \cdot 10^6} = 6{,}25см^3$$

По ГОСТ 8239-86 принимаем швеллер №5 с W = 9,14 см$^3$, и моментом инерции I = 22,8 см$^4$.

Проверка балки на жесткость

Для обеспечения жесткости конструкции, необходимо чтобы выполнялось следующее условие:

$$y_{мах} \le [y] \qquad (2.9)$$

где $y_{мах}$ – максимальный прогиб, который будет возникать в данной конструкции;

[y] – допускаемый прогиб.

$$[y] = \frac{1}{400} l \qquad (2.10)$$

где $l$ – длина пролета.

Исходя из анализа расчетной схемы, очевидно, что максимальная величина прогиба будет возникать в месте приложения нагрузки.

$$[y] = \frac{2000}{400} = 5 мм$$

Для определения величины прогиба приложим вместо внешней нагрузки единичную силу, построим единичную эпюру изгибающего момента и перемножим ее с грузовой эпюрой по способу Верещагина.

$$\delta = \frac{1}{EI}\left[\frac{1}{2}\cdot 1\cdot 1\cdot \frac{2}{3}\cdot 0{,}5 + \frac{1}{2}\cdot 1\cdot 1\cdot \frac{1}{2}\cdot 0{,}5\right]$$

$$\delta = \frac{0{,}33}{EI}$$

где E – модуль упругости материала; $E = 2\cdot 10^5 МПа$

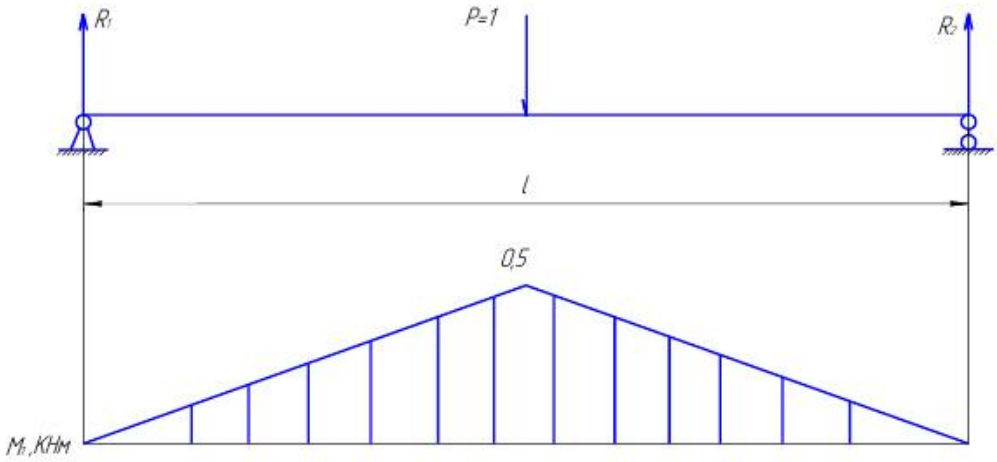

Рисунок 2.3 Единичная эпюра моментов

Из последнего выражения получаем величину прогиба $\delta = 7{,}2ii$ . Условие жесткости не выполняется, Необходимо увеличить профиль. Окончательно примем швеллер №10 с моментом инерции I=89,8см$^4$, которая будет удовлетворять как условию прочности, так и условию жесткости.

## 2.6. Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

Описание и расчёт винтовых прижимов приспособления.

Закрепление свариваемого изделия в сварочном приспособлении осуществляется винтовыми прижимами. Они удерживают перекрытие во время вращения кантователя вокруг оси вращения. Основные детали винтового прижима – неподвижный винт и гайка. Вращением ключа производится вращение гайки, которая закручиваясь давит на прижим. Прижим, в свою очередь, прижимает перекрытие 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 быстродействие прижима. Усилие зажима

$$P = \frac{WL}{r_{cp} \cdot tg(\alpha + \varphi) + 0{,}3\mu d_1}, \qquad (2.11)$$

где $W$-усилие на ключе;

$d_1$ – диаметр торца

$r_{cp}$ – средний радиус резьбы, мм.;

$\alpha$-угол подъема витка резьбы;

$\varphi$-угол трения в резьбовой паре (для метрическ5ой резьбы $\varphi$=6°34';

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

L – вылет ключа, мм.

Допускаемое усилие зажима определим по формуле:

$$Q = 0{,}4 R_Z d^2 ; \qquad (2.12)$$

где $R_Z$- допускаемое напряжение на разрыв, кг/см$^2$;

$d$ – наружный диаметр резьбы.

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

Определим допускаемое усилие зажима:

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

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

$$P = \frac{5{,}7 \cdot 0{,}21}{9{,}35 \cdot tg(2^O 28' + 6^O 34') + 0{,}3 \cdot 0.1 \cdot 20} = 575{,}2 \text{ кгс.}$$

Условие P<Q выполняется.

Общая масса перекрытия не превышает 2520кг. Значит для удержания перекрытия в перевернутом состоянии достаточно пяти прижимов. Применение в конструкции восьми прижимов гарантирует безопасную работу.

Расчет болтового соединения в приспособлении.

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 2500 кгс.

Рассчитаем болт на усилие затяжки:

$$Q = \frac{P}{f} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot [\sigma_P], \qquad (2.13)$$

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

$$P = Q \cdot f = 7578{,}4 \cdot 0{,}2 = 1515{,}7H$$

Количество винтов $n = \frac{P_{общ}}{P} = \frac{2500 \cdot 9{,}8}{1515{,}7} = 16$ .

Для удержания заготовки достаточно шестнадцати болтов М16.

# ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 3.1 Введение

По базовой технологии сборка – сварка перекрытия осуществлялась механизированной сваркой в среде защитного газа с использованием универсальных сборочных плит и универсальных зажимных и фиксирующих элементов. В данном проекте предлагается частично применить автоматизированную сварку под флюсом, использовать сборочно-сварочные приспособления, кантователи, а также специальное покрытие для облегчения процесса удаления брызг металла.

## 3.2. Определение типа производства и расчет нормы времени .

Исходя из веса изделия (2520 кг.) и годовой программы выпуска (750 шт.), по табличным данным определяем, что тип производства перекрытия – серийный.

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

$$t_{шт} = t_о + t_{вн} + t_{обс} + t_{отд} \qquad (3.1)$$

где $t_о$ – 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;

Операция 1 – Приварка усилителей крепления.

Lш ≈ 400 мм., Катет – 12 мм., Кол-во швов – 8, Скорость сварки – 25 м/ч, Кол-во проходов – 2.

$$\Sigma L_ш = 400 * 8 * 2 = 6{,}4 \text{ м}$$

$$V = 400 * (12^2/2) * 8 = 230{,}4 \text{ см}^3$$

$$t_о = 6{,}4 / 25 = 0{,}256 \text{ ч}$$

| | |
|---|---|
| $t_{вн} = 1{,}8$ ч | $t_{вн} = 1{,}6$ ч |

Операция 2 – Сварка днища.

| Базовая технология | Проектируемая технология |
|---|---|
| Lш ≈ 2930 мм., Катет – 16 мм., Кол-во швов – 4, Скорость сварки – 25 м/ч, Кол-во проходов – 2.<br>$\Sigma L_ш = 23{,}44$ м<br>$V = 1500{,}16$ см$^3$<br>$t_о = 23{,}44/25 = 0{,}94$ ч<br>$t_{вн} = 2{,}9$ ч | Lш ≈ 2930 мм., Катет – 16 мм., Кол-во швов – 4, Скорость сварки – 35 м/ч, Кол-во проходов – 1.<br>$\Sigma L_ш = 11{,}72$ м<br>$V = 1500{,}16$ см$^3$<br>$t_о = 11{,}72/35 = 0{,}33$ ч<br>$t_{вн} = 2{,}3$ ч |

Операция 3 – Сборка – сварка боковин с днищем.

| Базовая технология | Проектируемая технология |
|---|---|
| Lш ≈ 2930 мм., Катет – 16 мм., Кол-во швов – 8, Скорость сварки – 25 м/ч, Кол-во проходов – 2.<br>$V = 3000{,}32$ см$^3$<br>$t_о = 1{,}88$ ч<br>$t_{вн} = 3{,}5$ ч | Lш ≈ 2930 мм., Катет – 16 мм., Кол-во швов – 8, Скорость сварки – 35 м/ч, Кол-во проходов – 1.<br>$V = 3000{,}32$ см$^3$<br>$t_о = 11{,}72/35 = 0{,}67$ ч<br>$t_{вн} = 2{,}9$ ч |

Операция 4 – Приварка настила.

| Базовая технология | Проектируемая технология |
|---|---|
| Lш ≈ 2930 мм., Катет – 16 мм., Кол-во швов – 2, Скорость сварки – 25 м/ч, Кол-во проходов – 2. $V = 750{,}08\ см^3$ $t_о = 0{,}47$ ч | Lш ≈ 2930 мм., Катет – 16 мм., Кол-во швов – 2, Скорость сварки – 35 м/ч, Кол-во проходов – 1. $V = 750{,}08\ см^3$ $t_о = 0{,}165$ ч |

Lш ≈ 2930 мм., Катет – 8 мм., Кол-во швов – 6, Скорость сварки – 25 м/ч, Кол-во проходов – 1.

$$V = 57{,}6\ см^3$$

$$\Sigma\ Lш = 1{,}8\ м$$

$$t_о = 1{,}8/25 = 0{,}072\ ч$$

| | |
|---|---|
| $t_{вн} = 1{,}8$ ч | $t_{вн} = 1{,}6$ ч |

Операция 5 – Приварка ребер.

Lш ≈ 280 мм., Катет – 8 мм., Кол-во швов – 42, Скорость сварки – 25 м/ч, Кол-во проходов – 1.

$$V = 280 * 8^2/2 * 42 = 376{,}32\ см^3$$

$$\Sigma\ Lш = 11{,}76\ м$$

$$t_о = 11{,}76\ /25 = 0{,}47\ ч$$

| | |
|---|---|
| $t_{вн} = 1{,}8$ ч | $t_{вн} = 1{,}6$ ч |

Операция 6 – Приварка планок.

$\Sigma$ Lш ≈ (1600 * 2 + 250 * 6) = 4,7 м., Катет – 8 мм., Кол-во швов – 16, Скорость сварки – 25 м/ч, Кол-во проходов – 1.

$$V = 4700 * 8^2/2 = 1504\ см^3$$

$$t_о = 4{,}7\ /25 = 0{,}188\ ч$$

| | |
|---|---|
| $t_{вн}$ = 1,3 ч | $t_{вн}$ = 1,1 ч |

Операция 7 – Приварка технологических узлов.

Lш ≈ 1400 мм., Кол-во швов – 4, Скорость сварки – 25 м/ч, Кол-во проходов – 1.

$$V = 1400 * (26*16/2) * 4 = 1164,8 \text{ см}^3$$

$$\Sigma L_ш = 1400 * 4 = 6400 \text{ мм}$$

$$t_о = 6,4 /25 = 0,256 \text{ ч}$$

| | |
|---|---|
| $t_{вн}$ = 1,8 ч | $t_{вн}$ = 1,6 ч |

Итого:

| | |
|---|---|
| $\Sigma t_о$ = 4,532 ч<br>$\Sigma t_{вн}$ = 14,9 ч<br>$t_{опер}$ = 19,432<br>$t_{обс}$ = 19,432 * 0,1 = 1,94 ч<br>$t_{отд}$ = 1,36 ч<br>$t_{шт}$ = 4,532+14,9+1,94+1,36 = 22,73 ч | $\Sigma t_о$ = 2,407 ч<br>$\Sigma t_{вн}$ = 12,7 ч<br>$t_{опер}$ = 15,107 ч<br>15,107 * 0,1 = 1,51 ч<br>$t_{отд}$ = 15,107 * 0,07 = 1,06 ч<br>$t_{шт}$ = 2,407+12,7+1,51+1,06 = 17,67 ч |
| $\Sigma V$ = 8583,68 см$^3$<br>$\Sigma$ M = 8583,68 * 7,8 = 66,95 кг | $\Sigma V$ = 8583,68 см$^3$, из них:<br>$\Sigma V_{мех}$ = 3333,12 см$^3$<br>$\Sigma V_{мех}$ = 5250,56 см$^3$<br>$\Sigma$ M = 8583,68 * 7,8 = 66,95 кг, из них:<br>$\Sigma$ $M_{мех}$ = 26 кг,<br>$\Sigma$ $M_{авт}$ = 40,95 кг |

## 3.3. Расчет действительного фонда времени работы оборудования и рабочих

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

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

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

$F_{ном}^{0}$ - 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:

$$F_{ном}^{0} = \frac{Д_{2} \cdot Ч_{н}}{Д_{н}}, \qquad (3.3)$$

где $Д_2$ – число дней работы в году, $Д_2$ = 249 дней;

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

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

$$F_{ном}^{0} = 249 * 80/5 = 3984$$

$$F_{д}^{0} = 3984 * 0,97 = 3864,48$$

Действительный фонд времени рабочего рассчитывается по формуле (18):

$$F_{д}^{р} = F_{ном}^{р} \cdot k_{0}, \qquad (3.4)$$

где $F_{д}^{р}$ - действительный фонд времени рабочего, ч/год;

$F^{р}_{ном}$ - 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);

$$F^{р}_{ном} = \frac{Д_2 \cdot Ч_н}{Д_н}, \qquad (3.5)$$

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

$$F^{р}_{ном} = 249 * 40/5 = 1992 \text{ ч.}$$

$$F^{р}_{д} = 1992 * 0,88 = 1752,96 \text{ ч.}$$

3.4. Расчет потребности в оборудовании и количестве рабочих

Расчетное количество сварочного оборудования, необходимое для выполнения планового задания $C_р$, следует определять следующим образом: |17|

$$C_р = \frac{t_{шт.к} \cdot N}{F^{о}_{д} \cdot k_в \cdot k_{пр}} \qquad (3.6)$$

где N – годовая программа выпуска изделий, шт;

$t_{шт.к}$ – штучное время, ч;

$F^{о}_{д}$ - действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч/год;

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

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

| Базовая технология | Проектируемая технология |
|---|---|

| | |
|---|---|
| $C_p = \frac{22,73*750}{3864,48*1,2*0,8} = 4,59 шт$<br>$C_{пр}$ = 5 шт | $C_p = \frac{17,67*750}{3864,48*1,2*0,8} = 3,57 шт$<br>$C_{пр}$ = 4 шт |

Согласно этому на проектируемом участке одна единица оборудования для автоматической сварки и три единицы оборудования для механизированной сварки.

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

| Базовая технология | Проектируемая технология |
|---|---|
| $\eta_{загр}$ = 4,59/5 = 0,918 | $\eta_{загр}$ = 3,57/4 = 0,89 |

Определяем расчетное количество основных рабочих $P^o_p$:

$$P^o_p = \frac{t_{шт\cdot к} \cdot N}{F^p_д \cdot к_в}, \qquad (3.7)$$

где $F^p_д$- действительный фонд времени работы одного рабочего в год, ч/год;

$к_в$- коэффициент выполнения норм выработки рабочими, $к_в$=1,2.

| | |
|---|---|
| $P^o_p = \frac{22,73*750}{1752,96*1,2} = 8,1 чел.$ | $P^o_p = \frac{17,67*750}{1752,96*1,2} = 6,3 чел.$ |

Учитывая количество смен, принимаем

$P^o_{пр}$= 10 чел. $P^o_{пр}$= 8 чел.

## 3.5.Расчет капитальных вложений.

Расчет капитальных вложений производится по формуле:

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

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

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

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

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

| | |
|---|---|
| $К_{об}$ = 84000 (ПДГО-601 + ВДУ-508) * 5 = 420000 р. | $К_{об}$ = 84000 (ПДГО-601 + ВДУ-508) * 3 + 81200 (ТДФЖ – 1250У3) + 53400 (св. автомат) = 386600 р. |

Капитальные вложения в приспособления включают стоимость приспособлений и кантователей:

| | |
|---|---|
| $К_{пр}$ = 59300 (универсальная сборочная плита) * 2 + 38000 (сборочное присп) * 3 + 150000 (кантователь) *3 = 682600 руб | $К_{пр}$ = 59300 (универсальная сборочная плита) * 1 + 38000 (сборочное присп) * 1 + 41000 (сварочное присп.) * 2 + 150000 (кантователь) * 2 + 42800 (стенд для автоматической сварки) = 522100 руб |

Общие капитальные вложения по вариантам

| Базовый | Проектируемый |
|---|---|
| $К_{общ}$ = 420000 + 682600 = 1102600 руб. | $К_{общ}$ = 386600 + 522100 = 908700 руб. |

Удельные капитальные вложения:

$$К_{уд} = К_{общ} / N \quad (3.9)$$

где N – программа выпуска

| | |
|---|---|
| $К_{уд}$ = 1102600 /750 = 1470,13 руб. | $К_{уд}$ = 908700 / 750 = 1211,6 руб. |

3.6. Расчет текущих затрат.

$$С_т = С_м + С_{эл} + С_з + С_{об}; \quad (3.10)$$

где: $С_м$ – затраты на материалы;

$С_{эл}$ – затраты на технологическую электроэнергию;

$С_з$ – затраты на заработную плату;

$С_{об}$ – расходы на эксплуатацию и содержание оборудования;

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

$$С_{ЭЛ} = Q_Н \quad g_Э \quad Ц_{ЭЛ}; \quad (3.11)$$

где: $Q_н$ – масса наплавленного металла: $Q_н$ =66,95 кг;

$g_э$ – расход энергии на килограмм наплавленного металла, кВа·ч; для механизированной сварки $g_э$ = 7, для автоматической $g_э$ = 5

$Ц_{эл}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, руб. $Ц_{эл}$ =3,2 руб.

$С_{эл}$ =66,95 ·7,0·3,2=1499,68 руб. $С_{эл}$ =(26*7,0*3,2) + (40,95*5*3,2) = 1237,6 руб.

Расчет расходов на сварочные материалы $С_м$;

Расход наплавленного материала:

$P_{мех}$ =66,95 ·1,2 =80,34 кг.

1,2 – коэф. расхода при п/а сварке.

Стоимость сварочной проволоки ∅ 2 – 68,25 руб.

$C_{ср}$ =68,25·80,34 = 5483,21 руб.

Стоимость $CO_2$ – 52,40 руб. 1м$^3$;

Расход $CO_2$ ≈ 15 дм$^3$/мин = 0,9 м$^3$/ч

$C_{CO2}$ = 52,40 *0,9*4,532 = 213,73 руб.

$C_м$ = 5483,21 + 213,73= 5696,94 руб.

$P_{авт}$ =40,95 ·1,02 = 41,769 кг.

1,02 - коэф. расхода при автоматической сварке.

Стоимость сварочной проволоки ∅ 5 – 50 руб.

$P_{мех}$ =26·1,2 = 31,2 кг.

$C_{ср}$ =(50*41,77) + (68,25 *31,2) = 4217,9 руб.

Стоимость $CO_2$ – 52,40 руб. 1м$^3$;

Расход $CO_2$ ≈ 15 дм$^3$/мин = 0,9 м$^3$/ч

$C_{CO2}$ = 52,40 *0,9*1,242 = 58,58 руб.

(где 1,242 – суммарное время механизированной сварки)

Стоимость флюса – 50 р/кг

Расход флюса на 1 кг наплавленного металла - 0,8 кг

$C_ф$ = 50*0,8* 40,95 = 1638 р

Стоимость покрытия – 18 р/литр

Расход покрытия – 7 л/изделие

$C_{покр}$ = 18*7 = 126 р

$C_м$ = 4217,9 + 58,58 + 1638 + 126 = 6040,48 руб.

Затраты на заработную плату $C_з$:

$$C_з = З_о + З_д + О_с; \quad (3.12)$$

где: $З_о$ – основная заработная плата;

$З_д$ – дополнительная заработная плата;

$О_с$ – отчисления на социальные нужды;

Основная заработная плата $З_о$;

$$З_о = t_{шт} \quad Ч_т \quad К_д; \qquad (3.13)$$

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

$К_д$ – коэф. доплат: $К_д$ =1,6;

$З_о$ = 22,73·90·1,6 = 3273,12 руб. $З_о$ =17,67·90·1,6 = 2544,48 руб.

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

$$З_д = З_о \quad \frac{Q}{100}; \qquad (3.14)$$

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

$З_д$ = 3273,12 ·0,15 = 490,97 руб. $З_д$ = 2544,48 ·0,15 = 381,67 руб.

Отчисления на социальные нужды определяются по формуле:

$$О_с = (З_о + З_д) \quad \frac{C}{100}; \qquad (3.15)$$

где: С – процент отчислений на социальное страхование, С = 31,2%;

$О_с$ = (3273,12 +490,97)·0,312 = $О_с$ = (2544,48+381,67)·0,312 =

1174,4 руб. 912,96 руб.

$C_з$ =3273,12 +490,97+1174,4 = 4938,49 руб. $C_з$ =2544,48+381,67 + 912,96 = 3839,11 руб.

Затраты на обслуживание оборудования по вариантам:

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования определяем по формуле:

$$C_{об} = A_o + З_{тр}, \qquad (3.16)$$

где $A_o$ – амортизационные отчисления;

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

Затраты на амортизацию сварочного оборудования по формуле:

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

где $S_i$ – балансовая стоимость единицы оборудования $i$ – типоразмера;

$A_{o1}$=(1102600 *·27)/(750·100) = 396,94 руб. $A_{o1}$=(908700 *·27)/(750·100) = 327,13 руб.

$n_i$ – количество единиц оборудования;

$H_a$ – норма амортизационных отчислений. (27%)

Затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования рассчитываем по формуле:

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

где $P_о$ - процент отчислений на текущий ремонт оборудования, $P_о$ = 11 %.

$З_{тр}$=(1102600 *·11)/(750·* 100) = 161,71 руб.

$C_{об}$ =396,94+ 161,71 = 558,65 руб.

$З_{тр}$=(908700 *·11)/(750·* 100) = 133,28 руб.

$C_{об}$ =327,13 + 133,28 = 460,41 руб.

$C_т$ = 5696,94+ 1499,68 + 4938,49+ 558,65= 12693,76 руб.

$C_т$ = 6040,48+ 1237,6+ 3839,11 + 460,41= 11577,6 руб.

3.7. Приведенные затраты.

Приведенные затраты на выполнение газовой программы выпуска определяем по формуле:

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

где: $C_м$ – текущие затраты, руб/шт;

N – годовая программа выпуска, шт/год;

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

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

| | |
|---|---|
| $W_б$ = 750·12693,76+0,25·1102600 = = 9795970 руб. | $W_{пр}$ =750·11577,6+0,25·908700 = = 8910375 руб. |

3.8. Годовой экономический эффект.

$$Э_Г = W_1 - W_2; \quad (3.20)$$

$Э_г$ = 9795970 - 8910375 = 885595 руб.

Расчеты сводим в таблицу

Таблица 3.1 – Технико– экономические показатели участка.

| Показатель | Единица измерения | Вариант | |
|---|---|---|---|
| | | Базовый | Проектируем |
| 1. Готовая программа выпуска | шт. | 750 | 750 |
| 2. Трудоемкость изделия | Н.ч. | 22,73 | 17,67 |
| 3. Количество рабочих | Чел. | 10 | 8 |
| 4. Общие капитальные вложения | Руб. | 1102600 | 908700 |
| 5. Технологическая себестоимость, в т.ч.: | руб. | 12693,76 | 11577,6 |
| 5.1. Затраты на сварочные матер. | руб. | 5696,94 | 6040,48 |
| 5.2. Затраты на электроэнергию | руб. | 1499,68 | 1237,6 |
| 5.3. Заработная плата | руб. | 4938,49 | 3839,11 |
| 5.4.Затраты на ремонт и эксплуатацию оборудования | руб. | 558,65 | 460,41 |
| 6. Условно – годовой экономический эффект | руб. | 885595 | |

3.9. Вывод:

Экономический эффект получен за счет снижения трудоемкости, технологической себестоимости продукции по сравнению с базовым

вариантом, улучшения условий труда. Годовой экономический эффект равен 885595 руб., следовательно, выбираем предложенный вариант, как наиболее экономичный.

# БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

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.

Развитие науки и техники, интенсивное внедрение научных достижений в промышленность и сельское хозяйство без всякого воздействия антропогенных факторов на среду обитания, привели к тому, что природная среда практически исчерпала свои резервные возможности к самовосстановлению.

Особенно сильно загрязнение окружающей среды ощущается в промышленных центрах, потребляющих большое количество природных ресурсов и выбрасывающих в атмосферу, воду и поверхность земли отходы промышленности и быта.

## 4.1 Характеристика объекта исследования

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

| | |
|---|---|
| -сварочный стенд с головкой АБСК | 1шт. |
| -трансформатор ТДФЖ – 1250 | 1шт. |
| -полуавтоматПДГО-601 И У3 | 3шт. |
| -выпрямитель ВДГ-508 | 3шт. |
| -приспособления: | |
| Сборочное | 1шт. |
| Сварочное | 2шт |
| -кантователь | 2шт. |
| -плита | 1шт. |
| -кран-балка | 2шт. |

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. Все работы производятся на участке площадью S=360 м. Масса изделия составляет 2520кг.

## 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 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 $CO_2$ 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 $CO_2$ до 0,5÷0,6 процентов; CO 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 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/см$^2$*мин.

Производственный шум

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

-полуавтомат ПДГО-501 И У3, выпрямитель ВДУ-506СЭ;

-сварочный стенд

-трансформатор ТДФЖ – 1002У3

-кантователь

-вентиляция;

-сварочная дуга;

-слесарный инструмент - пневматические бор-машинки, молотки, кувалды, и т.д.

На сварочном участке по характеру спектра шум является широкополосным.

Таблица 4.1 - Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах по ГОСТ12.1.003-83.

| Рабочие места. | Уровни звукового давления, дБ в октавных со среднегеометрическими частотами, Гц. | | | | | | | | | Уровни звука и эквивалентные уровни звука дБ(А) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| Выполнение всех видов работ в производственных помещениях на территории предприятия. | 107 | 95 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 | 80 |

Таблица 4.2 - Шумовые характеристики используемого технологического оборудования.

| № п/п | Оборудование. | Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| 1. | Вентиляция. | 78 | 80 | 84 | 86 | 85 | 84 | 80 | 80 |
| 2. | Слесарный инстр-т. | 68 | 76 | 79 | 90 | 82 | 83 | 84 | 81 |
| 3. | выпрямитель. | 85 | 88 | 90 | 89 | 84 | 84 | 83 | 85 |
| 4. | Сварочный стенд. | 82 | 82 | 82 | 85 | 84 | 88 | 89 | 88 |

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).

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.

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:

$$\varphi = (E \cdot K_з \cdot S \cdot Z)/(N \cdot \eta), \qquad (4.1)$$

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

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

S – освещаемая площадь, $м^2$; S=360$м^2$;

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

η - коэффициент использования светового потока; η = 48.

Для светильников типа ОД с лампой ЛБ-20 φ = 1180 Лм.

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

$$N = (E \cdot K_з \cdot S \cdot Z)/(\varphi \cdot \eta) \qquad (4.2)$$

Тогда $N = (500 \cdot 1{,}8 \cdot 1{,}2 \cdot 360)/(1180 \cdot 48) = 6{,}86$

Принимаем количество светильников равное N = 7

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 II6 – 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 перекрытий применяем местную вытяжную вентиляцию.

При приточно-вытяжной вентиляции воздух подаётся в помещение приточной вентиляцией, а удаляется вытяжной вентиляции, 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:

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

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

V – скорость всасывания воздуха на рабочем участке, м/с;

V = 0,5 м/с.

$L = 3600 \cdot 0.04 \cdot 0,5 = 72$ $м^3/с$.

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов на площади равной 360 $м^2$ составляет L= 72 $м^3/с$.

## 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 4х12 миллиметров. Сущность расчёта защитного сопротивления сводится к определению числа вертикальных заземлителей и длины соединительной полосы.

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

Определим сопротивление одиночного заземлителя:

$$R_э = (\rho_э/2\cdot\pi\cdot l_m)\cdot \ln(4\cdot h_m/d), \qquad (4.4)$$

где $\rho_э$ – 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;

$\rho_э = 1\cdot10^4$ Ом·см; $d = 4$ см; $l_m = 105$ см; $h_m = 250$ см.

Подставляем значения в формулу (4.4) получаем:

$R_э = (1\cdot10^4)/(2\cdot3{,}14\cdot105)\cdot\ln(4\cdot105/4) = 29$ Ом.

Определяем требуемое число заземлителей по формуле:

$$n = R_э/(R_з\cdot\eta), \qquad (4.5)$$

где $\eta$ - коэффициент использования грунтового заземления;

$\eta = 0.8/$

$R_з$ – требуемое сопротивление заземления, Ом;

$R_з = 5$ 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:

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

где a – расстояние между заземлителями, м;

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

Подставляем значения в формулу (4.6):

$ln = 1,05 \cdot 5 \cdot (7 - 1) = 32$ 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 $\rho_n$ – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

$l_n$ – длина полосы, см;

$h_n$ – глубина заложения полосы в землю, см;

b – ширина полосы, см.

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

Подставляем значения в формулу (4.8) получаем:

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

Результирующее сопротивление тока по всей системе определяется по формуле:

$$R_c = (R_э \cdot R_n)/(R_э \cdot \eta_n + R_n + \eta_э \cdot n), \quad (4.9)$$

где $R_э$ – сопротивление одной трубы, Ом;

$R_п$ – сопротивление заземляющей полосы, Ом;

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

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

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 заземлителя составляет $R_э$ =29 Ом, требуемое число заземлителей n = 7 штук, длина соединительной полосы ln =32 м., сопротивление соединительной полосы $R_п$ =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, 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 покрой, 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 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.

Сварочное производство соответствует категории Г. То есть в производство обращаются следующие материалы: несгораемые 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 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-506У3 в комплекте с полуавтоматом ПДГ-508У3 на выпрямитель ВДУ-506СЭ, укомплектованный полуавтоматом ПДГО-501 У3.

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 750 изделий.

Площадь спроектированного участка – 360 м$^2$;

Экономический эффект на годовую производственную программу – 885595 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. Богословский В.Н. Отопление и вентиляция. - М.:

Машиностроение, 1976.

16. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов/ Е.Я. Юдин, С.В. Белов, С.К.Козьяков, О.Ф. Партолин и др.; Под ред. С.В. Белова. М.: Машиностроение, 1983, 432 с.

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

18. 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.

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

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

21. СНиП II-12-77 “Защита от шума”.

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

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

24. СНИП 21-01-97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений.

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

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

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

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

29. Разумов И.М. и др. Организация, планирование и управление

предприятием машиностроения: - М.: Машиностроение, 1982 - 544с.