

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Технология сборки и сварки рамы привода лифта грузового»

Студент

С.С. Абдурахмонов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.Л. Федоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор, В.В. Ельцов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2018

## АННОТАЦИЯ

Цель выпускной работы бакалавра: повышение производительности и качества при сварке рамы привода лифта грузового.

Перечень задач, решить которые понадобилось для достижения цели, следующий: разработан технологический процесс механизированной сварки рамы привода лифта грузового в защитных газах; обоснован выбор сварочных материалов и оборудования для осуществления сварки и предложены оптимальные режимы сварки; разработаны мероприятия по охране здоровья и жизни рабочих; выполнены расчеты экономической эффективности.

По результатам анализа базового технологического процесса, основанного на сварке с применением штучных электродов, был сделан вывод о необходимости перехода на технологию механизированной сварки проволокой сплошного сечения в среде активных газов. Подобрано оборудование. Также разработаны мероприятия по безопасному производству работ и определена экономическая эффективность проекта.

Работа состоит из пояснительной записки, в которой 54 страницы, 6 рисунков, 11 таблиц. Графическая часть включает в себя 6 листов формата А1.

## ABSTRACT

The purpose of the final work of the bachelor: increased productivity and quality when welding the frame of the actuator of the lift truck.

The list of tasks that need to be solved to achieve the goal is as follows: the technological process of mechanized welding of the frame of the Elevator drive in protective gases; selected welding equipment; developed measures to protect the health and life of workers; calculated the economic efficiency of the proposed technical measures.

Based on the results of the analysis of the basic technological process based on welding with piece electrodes, it was concluded that it is necessary to switch to the technology of mechanized welding with a solid cross-section wire in an active gas environment. Selected equipment. Also, measures for the safe production of works have been developed and the economic efficiency of the project has been determined.

The work consists of an explanatory note, in which 52 pages, 6 figures, 11 tables. The graphic part includes 6 sheets of A1 format.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ исходных данных и известных решений.....	6
1.1 Конструкция рамы и условия ее эксплуатации.....	6
1.2 Анализ свойств материала рамы .....	7
1.3 Выбор способа сварки .....	9
1.4 Задачи бакалаврской работы.....	16
2 Разработка технологического процесса сварки .....	18
2.1 Заготовительные операции .....	18
2.2 Выбор режимов сварки.....	20
2.3 Технологический процесс сборки и сварки изделия. ....	23
3 Выбор оборудования для сварки .....	26
4 Безопасность и экологичность проекта. ....	29
4.1 Характеристика участка сварки.....	29
4.2 Персональные риски, сопровождающие внедрение проектной.....	31
технологии в производство .....	31
5 Экономическая эффективность проекта.....	37
5.1 Исходные данные для экономического обоснования .....	37
сравниваемых вариантов .....	37
5.2 Определение норм штучного времени на изменившиеся операции	
технологического процесса.....	39
5.3 Капитальные вложения в оборудование.....	40
5.4 Расчет технологической, цеховой, заводской себестоимости базового и	
проектного вариантов. ....	43
5.5 Экономическая эффективность проекта.....	48
Выводы по экономическому разделу .....	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	52

## ВВЕДЕНИЕ

Лифтом называют машину для вертикального или наклонного перемещения грузов на платформах, которые передвигаются по жестким направляющим.

Лифты для перемещения грузов, грузовые лифты, классифицируются на малые и большие грузовые лифты. Важной частью грузовых лифтов является механизм подъема. Он устанавливается в машинном отделении и состоит из электродвигателя, редуктора, приводного барабана на который наматывается трос. К одному концу троса подвешена грузовая платформа, к другому – противовес. Ответственный узел механизма подъема - рама привода. Рама является сложной пространственной конструкцией. На ней установлены электродвигатель привода, редуктор, барабан. Выполнена рама из листового проката и сортового проката. Детали рамы соединены сваркой. Таким образом, совершенствование технологии сварки рамы привода грузового лифта является актуальным.

Базовый техпроцесс сварки рамы привода обладает недостатками. К их перечню можно отнести сборку рамы с применением универсальных приспособлений, дуговую сварку штучными электродами. Этот техпроцесс, не требует сложного оборудования. Однако расход присадочного материала высокий. Качество сварных швов находится в прямой зависимости от уровня квалификации и добросовестности исполнителей. Кроме того, ручная дуговая сварка характеризуется низкой производительностью.

С учетом изложенного цель работы сформулируем так – повышение производительности и качества при сварке рамы привода лифта грузового.

# 1 Анализ исходных данных и известных решений

## 1.1 Конструкция рамы и условия ее эксплуатации

Проектируют лифты и изготавливают согласно ГОСТ 22011-95 «Лифты пассажирские и грузовые. Технические условия».

Главным критерием классификации лифтов является грузоподъемность. По грузоподъемности лифты классифицируют на: большие, вес перемещаемого груза 250 – 5000 кг, и малые, вес груза 200 и менее кг. Скорость движения кабин грузовых лифтов может составлять от 0,15 до 0,5 м/с.

Несмотря на разные конструктивные исполнения лифтов привод механизма подъема выполнен одинаково и рамы привода во всех разновидностях лифтов отличается принципиально только габаритными размерами, в зависимости от грузоподъемности и скорости движения груза.

Рама привода это сложная пространственная конструкция. Ее размеры: в длину 1750 мм; в ширину 930 мм; в высоту 420 мм, рис. 1.1. На эллиптических пазах рамы установлен электродвигатель. Пазы выполнены овальными для обеспечения натяжения шкива привода, передающего вращательный момент от электродвигателя редуктору. Кроме того, установлен приводной барабан на который наматывается трос. Изготовлена рама основания из сортового металлопроката - швеллеров. Учитывая особенности установки грузовых лифтов рамы привода может эксплуатироваться и в помещениях, при незначительных колебаниях температур, и на открытом воздухе. Привод лифта, установленного на открытом воздухе, защищен от осадков, так как вода не должна попадать на электродвигатель. Но машинное отделение не отапливается, поэтому температуры эксплуатации, в зависимости от исполнения, могут находиться в диапазоне +40...-20°C.

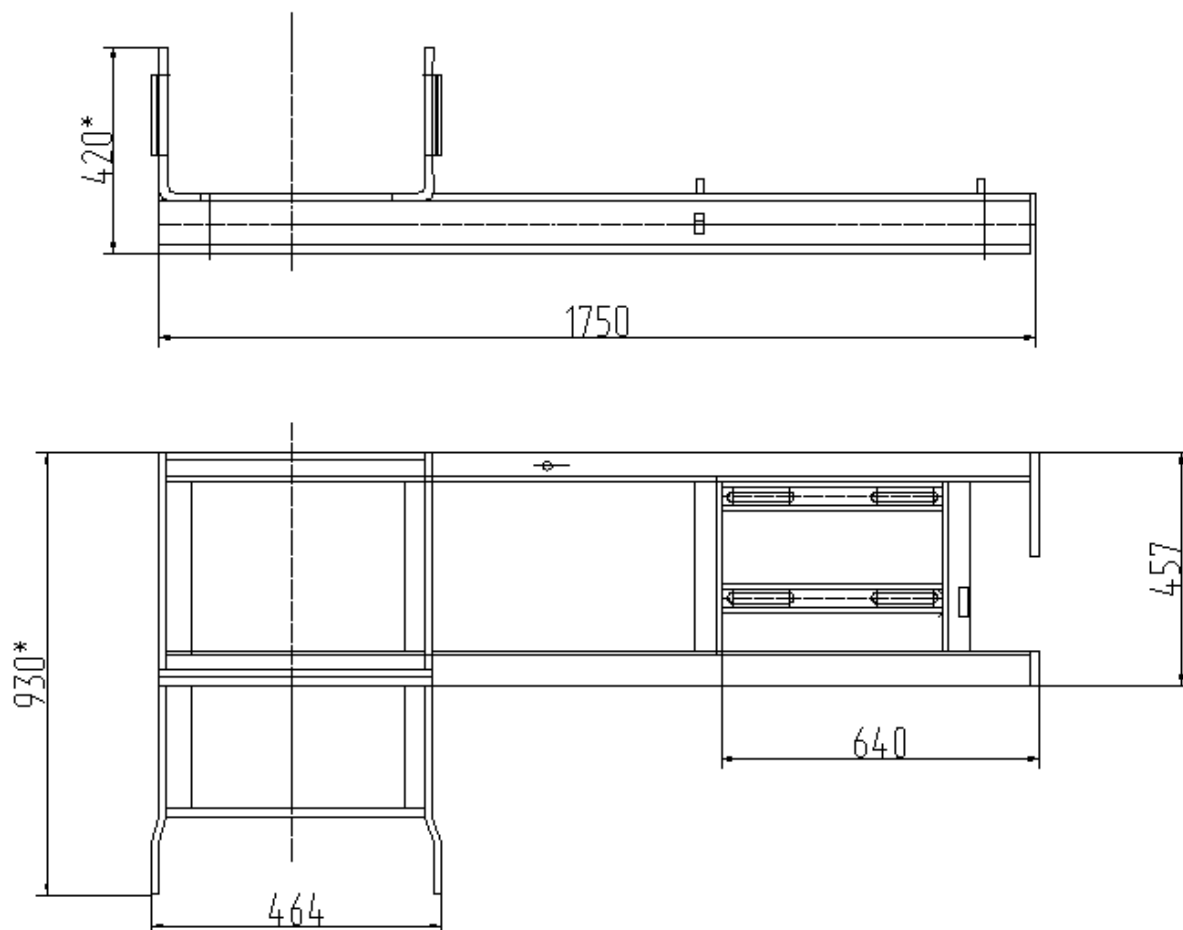


Рисунок 1.1 - Общий вид рамы

Детали рамы соединены сваркой согласно по ГОСТ 5264-80. Применяют сварку электродами с обмазкой МР-3. В раме есть все виды соединений – тавровые, нахлесточные, стыковые, угловые.

## 1.2 Анализ свойств материала рамы

Рассматриваемое изделие – рама привода лифта - изготовлено из стали 09Г2С, являющейся низколегированной конструкционной сталью для проведения сварных работ. Сталь 09Г2С используется при выполнении различных металлических конструкций с применением сварки, которые работают под давлением в условиях воздействия температуры  $-70...+425$  °С. В качестве заменителей стали 09Г2С может выступать сталь марки 09Г2 и 09Г2Т, 09Г2ДТ и 10Г2С.

Сталь 09Г2С сваривается без ограничений, т.е. при её сварке не требуется применения предварительного подогрева и проведения последующей термической обработки. Характеристики стали по содержанию химических элементов и по механическим свойствам отражены в таблицах 1.1, и 1.2.

Таблица 1.1 – Химсостав стали 09Г2С

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
≤0,11%	от 0,5% до 0,8%	от 1,3% до 1,7%	≤0,3%	≤0,04%	≤0,035%	≤0,3%	≤0,008%	≤0,3%	≤0,08%

Таблица 1.2 – Физико-механические свойства стали марки 09Г2С при комнатной температуре [3]

Сортамент	□ <sub>B</sub>	□ <sub>T</sub>	□ <sub>5</sub>
Лист	470 МПа	265 МПа	22 %

Реакция на термический цикл стали 09Г2С несколько отличается от реакции обычной низкоуглеродистой стали. Основное различие заключается в некотором увеличении склонности к образованию в металле шва и околошовной зоне закалочных структур в условиях повышенных скоростей охлаждения. Повышенные скорости охлаждения в сварных швах стали 09Г2С кроме феррита и перлита вызывают образование мартенсита, бейнита и остаточного аустенита. Обнаруживаемый в таких швах мартенсит носит бесструктурный характер, а бейнит представлен феррито-карбидной смесью с высокой степенью дисперсности. Количество этих структурных составляющих может изменяться и зависит от параметров нагрева в процессе сварки. Снижение погонной энергии приводит к повышению содержания бейнита, аустенита и мартенсита в шве, а также к увеличению их дисперсности.

Закалочные структуры при их малом количестве оказывают незначительное воздействие на физико-механические свойства металла. При этом значительное увеличение доли закалочных структур в сварном шве и



околошовной зоне резко уменьшают пластичность металла и снижают его стойкость против хрупкого разрушения. Марганец, кремний и другие легирующие элементы способствует образованию большего количества закалочных структур в сварном соединении. Сварку конструкций из стали 09Г2С необходимо производить на режимах с меньшей погонной энергией, чем сварку конструкций из низкоуглеродистой стали.

Равнопрочность металла шва и основного металла может быть достигнута благодаря легированию шва элементами, которые переходят из основного металла. Также повышение прочности металла шва и его стойкости против хрупкого разрушения может быть достигнуто путём дополнительного легирования металла шва через сварочную проволоку.

При выполнении сварных конструкций из стали 09Г2С стойкость металла шва против кристаллизационных трещин ниже, чем при использовании низкоуглеродистых сталей. Это происходит из-за повышенного содержания углерода и воздействия отдельных легирующих компонентов, таких как кремний. Стойкости против трещин может быть повышена путём снижения содержания в металле шва таких элементов как углерод и сера, что достигается применением сварочной проволоки с пониженным содержанием углерода и серы. Существенное влияние на прочность сварных соединений оказывает правильное проектирование технологии сварки, предусматривающей рациональную последовательность сварки швов, обеспечивающей нужную величину провара.

### 1.3 Выбор способа сварки

Определение наиболее подходящего для наших целей способа сварки необходимо производить с учётом свариваемости металла, необходимости использования высокотехнологичного оборудования, реализующего процесс сварки, квалификации сварочного и обслуживающего персонала, а также с учетом экономических показателей.

В рассматриваемом нами случае рама привода лифта грузового выполнены из стали марки 09Г2С, которая является легкосвариваемой. По это причине нецелесообразно

в качестве вариантов применяемых способов сварки рассматривать электронно-лучевую, лазерную и другие специальные способы. Также данные способы сварки не применимы в монтажных условиях, требуют наличия высококвалифицированного персонала и дорогостоящего сварочного оборудования

Такие способы сварки целесообразно применять только при сварке уникальных деталей или при использовании сложносвариваемых материалов.

В случае использования газопламенной сварки стык свариваемых деталей разогревается с помощью горелки до температуры плавления металла, в результате чего образуется сварочная ванна. Затем пламя перемещают вдоль стыка, формируя сварной шов. При отсутствии воздействия пламени расплавленный металл остывает и кристаллизуется.

Если необходимо сформировать усиление на сварном шве, то при сварке в пламя вводят присадочный пруток, материал которого, расплавляясь, попадает в сварочную ванну. Газопламенная сварка показана на рисунке 1.2.

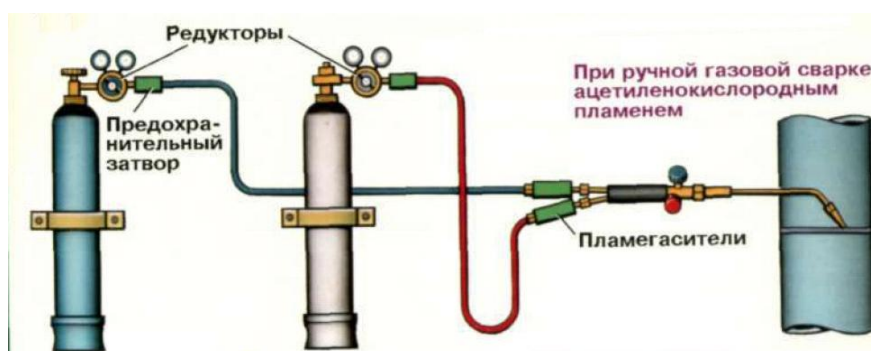


Рисунок 1.2 - Газопламенная сварка

Газопламенная сварка применяется не столь часто из-за невозможности механизации, сложности применяемого оборудования, необходимости контроля состава газового пламени. Необходима высокая квалификация рабочего персонала с допуском для проведения данного типа сварочных работ. Кроме того, возникающий из-за применения газового пламени перегрев может привести к дефектности всего сварного соединения.

Наиболее распространённым способом сварки является ручная дуговая сварка, которая показана на рисунке 1.3. Именно она применяется в базовом

технологическом процессе сварки рамы листа грузового.

Главными достоинствами ручной дуговой сварки является относительная простота сварочного оборудования, высокая мобильность способа, обеспечивающая возможность сварки в различных пространственных положениях, а также возможность сварки широкого спектра материалов. Основным недостатком ручной дуговой сварки является сложность механизации и затруднённая автоматизация процесса сварки. По этой причине данный способ сварки является низкопроизводительным и характеризуется неоптимальным расходом материала из большого количества остаточных “огарков” электродов.

При этом относительно низкие значения тока сварки затрудняют повышение производительности способа.



Рисунок 1.3 – Электродуговая сварка отдельными электродами

При сварке соединений с проходом более 8 см при толщине стенок 4 и более миллиметров наиболее распространенным способом сварки является ручная дуговая сварка, осуществляемая с помощью электродов с защитным покрытием.

Примечательно, что данный способ сварки в 2 раза дешевле газовой сварки. Данный способ сварки применяется в монтажных условиях, где использование средств механизации затруднительно.

В числе недостатков дуговой сварки с применением штучных электродов следует отметить: во-первых, ручной труд; во-вторых, необходимость высокой квалификации сварщика для получения стабильного качества сварных швов, которое напрямую зависит от квалификации и кондиции сварщика; в-третьих, необходимость частой смены электродов и прерывание процесса сварки; в-четвёртых, отсутствие возможности механизации и автоматизации процесса сварки изделий.

Сварка порошковой проволокой, рисунок 1.4, является одним из наиболее перспективных электродуговых процессов формирования сварных соединений с требуемыми свойствами и химсоставом. В начале 1950-х годов И.И. Фрумин предложил применять порошковую проволоку для автоматической наплавки под флюсом валков прокатных станов. Было организовано производство наплавочной порошковой проволоки на Магнитогорском метизно-металлургическом заводе. Идея использования порошковой проволоки в качестве сварочного материала оказалась весьма плодотворной. Во второй половине XX в. проводили исследования электрофизических, металлургических и технологических процессов сварки и наплавки порошковой проволокой. В результате разработано большое количество различных типов порошковых проволок разного назначения, созданы и отлажены технологии сварки и наплавки, а также промышленное оборудование и технологии производства порошковых проволок. Созданы материалы для сварки и наплавки в защитных газах, материалы, не требующие дополнительной защиты (самозащитные порошковые проволоки), порошковые проволоки для подводной, дуговой (электрогазовой) и электрошлаковой сварки с принудительным формированием металла швов, а также для десульфурации и легирования металлических расплавов.

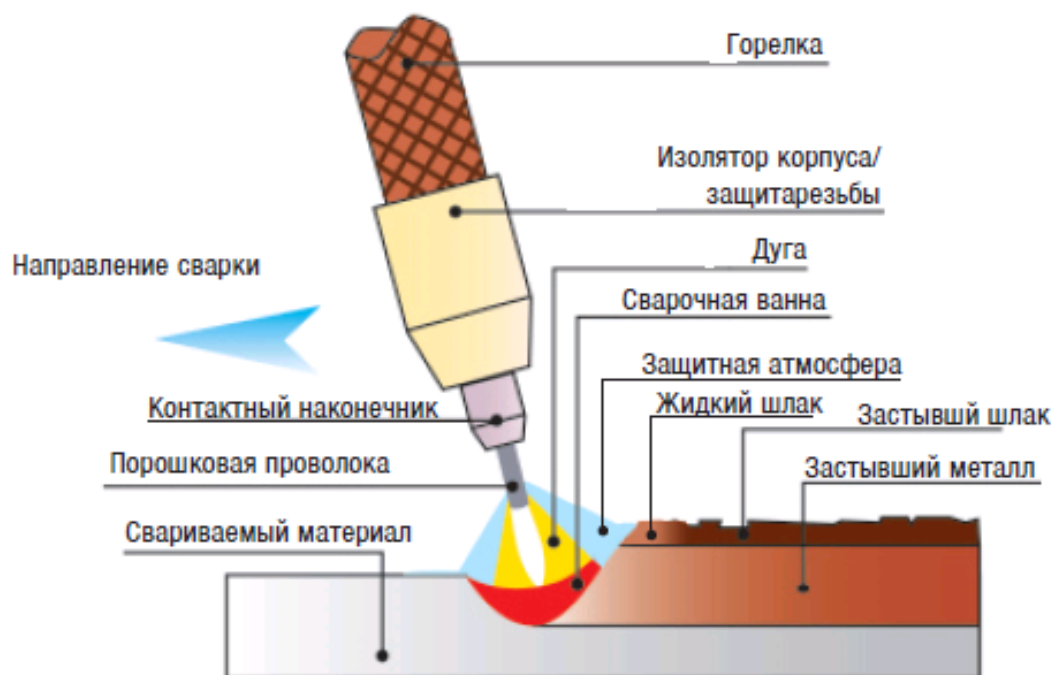


Рисунок 1.4 – Схема дуговая сварка с использованием порошковой проволоки

Сварка под флюсом с высокой степенью автоматизации может применяться при выполнении сварочных работ для протяженных сварных соединений с толщиной стенки 4 миллиметра и больше.

Данный вид сварки подходит для труб из углеродистых и кремне-марганцовистых сталей. Схема сварки под флюсом представлена на рисунке 1.5.

Толщина флюсового слоя должна находиться в диапазоне от 4 до 5 см. Для обеспечения надежного удержания флюсового слоя на поверхности свариваемых труб применяются флюсовые коробки, которые плотно прилегают к их поверхностям.

Широкое применение данного способа ограничено его следующими недостатками. Во-первых, наличие флюса приводит к изменению химсостава металла шва. Во-вторых, необходимо следить за равномерностью нанесения флюса, т.к. в противном случае не будет обеспечена надежная защита зоны сварки. В-третьих, для выполнения сварки под флюсом необходимо специальное сложное оборудование.

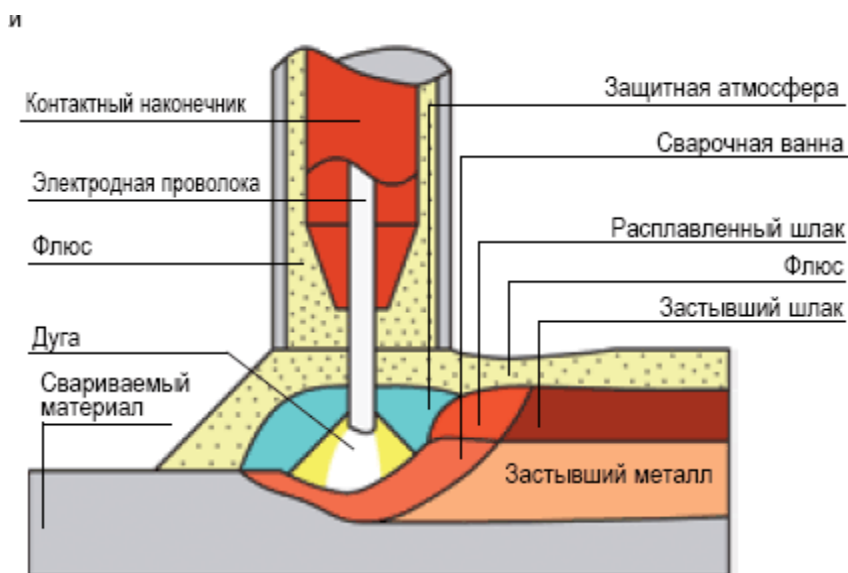


Рисунок 1.5 – Сварка под флюсом

При сварке деталей рамы лифта грузового при любых размерах поперечного сечения используемого при изготовлении деталей рамы сортового металлопроката и при толщине стенок 3 миллиметра и более возможно применение механизированной сварки в среде  $\text{CO}_2$  газа. Схема данного вида сварки представлена на рисунке 1.6.

При этом сварка проводится на токах обратной полярности с использованием переносных полуавтоматов А-929С (А-1011), А-825М, А-547 и др.

Для осуществления механизированной сварки в среде  $\text{CO}_2$  газа требуется следующее оборудование: механизм, подающий проволоку, шкаф управления процессом сварки, осушитель защитного газа, катушка для хранения проволоки, баллон с  $\text{CO}_2$ , площадка для подогревания баллона с газом, источник сварочного тока, редуктор.

Присадочная проволока должна подбираться с учетом марки свариваемых труб. Диаметр поперечного сечения сварочной проволоки – 1,2 миллиметра. При выполнении швов в нижнем положении разрешено использование проволоки диаметром 1,6 миллиметров.

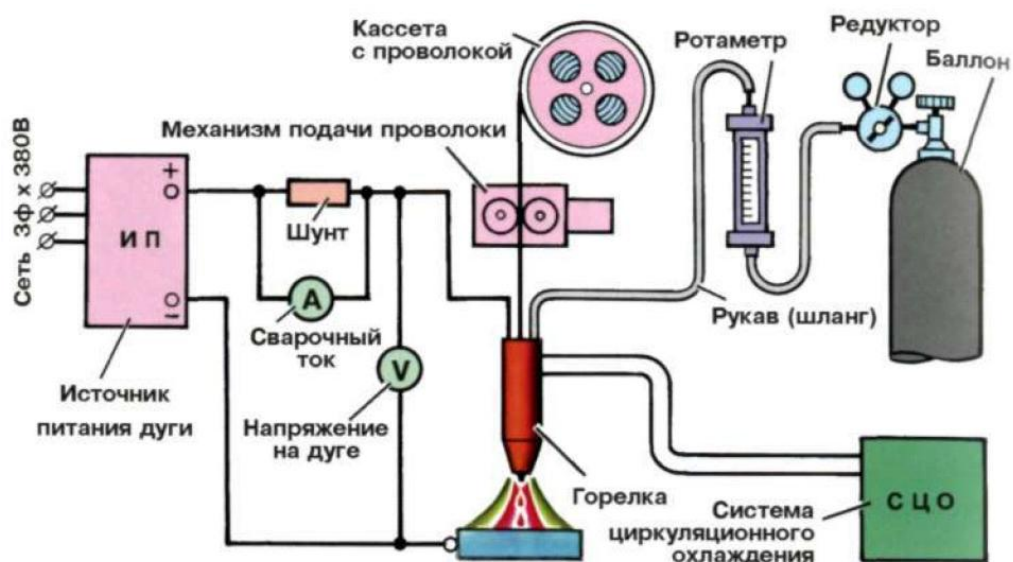


Рисунок 1.6 – Схема сварки в среде защитного газа с использованием электродной проволоки

Достоинствами сварки в среде  $\text{CO}_2$  газа являются относительно высокая производительность процесса сварки, простота реализации способа, возможность выполнения сварки в любых пространственных положениях сварного шва.

К иным преимуществам следует отнести такие как:

- высокая производительность (скорость сварки в 2,5 раза выше, чем у ручной дуговой сварки покрытыми электродами);
- использование инертных газов позволяет достичь высокоэффективной защиты зоны расплава;
- наличие возможности визуального наблюдения за процессом сварки;
- диапазон толщин свариваемых заготовок варьируется в значительных пределах (от десятых долей миллиметра до десятков миллиметров);
- существует возможность сварки при различных пространственных положениях;
- отсутствует необходимость зачистки швов при многослойной сварке;
- узкой зоной термического воздействия.

Недостатками сварки в среде CO<sub>2</sub> газа являются наличие эффекта разбрызгивания расплавленного металла, сниженная мобильность сварщика из-за применяемого оборудования, низкая пластичность металла в зоне сварки.

Промышленное применение дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах постоянно расширяется, и есть все основания полагать, что это будет происходить и в будущем. В литературных источниках [6] указано, что дуговая сварка в защитных газах наиболее распространена среди других способов сварки плавлением.

В различных сферах машиностроения доля полуавтоматической сварки с использованием проволок сплошного сечения достигает 75... 85 %. При этом процесс сварки продолжает модернизироваться путем внедрения новых технологий.

Основными задачами применения новых технологий являются увеличение показателей производительности сварочного производства, также повышения качества соединений.

#### 1.4 Задачи бакалаврской работы

Цель настоящей работы – повышение производительности и качества при сварке рамы привода лифта грузового.

Базовая технология сварки с применением ручной дуговой сварки штучными электродами обладает следующими недостатками: малая производительность сварки, низкое качество выполняемых работ по причине получения множественных дефектов. Эти два недостатка связаны между собой и должны быть комплексно устранены. Для этого предлагается решение следующих задач, которые были сформулированы по результатам анализа состояния вопроса: разработать технологический процесс механизированной сварки рамы привода лифта грузового в защитных газах; обосновать выбор сварочных материалов и оборудования для осуществления сварки и предложить оптимальные режимы сварки; разработать



мероприятия по охране здоровья и жизни рабочих; выполнить расчеты экономической эффективности.

.

## 2 Разработка технологического процесса сварки

### 2.1 Заготовительные операции

Первая операция технологического процесса – входной контроль.

- 1) проверка сопроводительной документации (сертификаты, паспорта) на применяемый сортовой и листовой прокат, осуществление контроля соответствия швеллеров, уголков, листового проката требованиям технических условий и чертежей;
- 2) проверка качества сварочных материалов, правильности назначения режимов прокатки и хранения сварочных материалов; проверка правильности сварочных материалов по их маркировке;
- 3) проверка состояния сварочного оборудования, сварочного инструмента, контрольно-измерительных приборов, измерительного инструмента, сборочной оснастки; проверка возможности сборки стыков с необходимыми геометрическими параметрами; проверка возможности обеспечения режимов сварки и остывания стыков; проверка наличия средств индивидуальной защиты, необходимых для выполнения операций технологического процесса;
- 4) проверка квалификации работников и ей соответствия выполняемым работам, проверка проведения необходимых инструктажей, наличие у работников соответствующих удостоверений и других разрешающих документов;
- 5) проверка наличия лицензии на выполнение работ, проекта проведения работ, аттестации технологии сварки, операционных технологических карт;
- б) проверка текущего состояния производственного участка и соответствия условий выполнения работ требованиям безопасности.

Каждая партия электродов, применяются МР-3, должна иметь сопроводительную документацию, в которой содержаться следующие данные:

– название фирмы, осуществляющей поставку;

- марка электрода, его геометрические характеристики, а также тип электрода;
- номер партии, а также дата изготовления;
- вес партии;
- результаты испытаний электродов;
- стандарт/технические условия в соответствии с которыми электроды изготовлены.

Также необходимо проверить наличие на пачке с электродами следующих данных:

- название фирмы-изготовителя;
- марка электрода, его геометрические характеристики, а также тип электрода;
- номер партии, а также дата изготовления;
- стандарт/технические условия в соответствии с которыми электроды изготовлены.
- рекомендуемые режимы сварки;
- свойства наплавленного металла;
- технологические свойства электродов.

Каждый ящик, содержащий упаковки с электродами должен иметь наклейку с аналогичными данными. При этом каждый ящик должен иметь предупреждающие надписи, предостерегающие от хранения электродов сырости и необходимости бережной транспортировки.

Хранение, подготовка, а также контроль сварочных материалов осуществляется в соответствии с РТМ 26-304-78 "Организация хранения, подготовки и контроля сварочных материалов"

Если нарушены условия хранения электродов, на необходимо провести выборочную проверку электродов на соответствие их требуемым свойствам.

Вторая операция технологического процесса – подготовительная.

После этого производят нарезку комплектующих, которую выполняют с применением ручной кислородной резки. Для этой операции применяется

резак ГРМ-70, который предназначен для резки металла толщиной 3...50 мм. Вес резака составляет 630 грамм. Применяют редукторы ДКП-1-65 (кислородный), а также ДАП 1-65 (ацетиленовый). По окончании резки осуществляется зачистка кромок с применением абразивных кругов и притупление кромок с применением абразивных кругов. Для этого используется машинка шлифовальная угловая МШУ-1-6-230 и абразивные круги 14A80T264.

У подготовленных под сварку кромок необходимо контролировать шероховатость на соответствие требуемым значениям. Необходимо устранить неровные части, выступы, заусенцы мешающие плотному примыканию кромок друг к другу. Устранение производят до сборки с использованием абразивного круга или напильника, при этом не допускается наличие острых углов, а также резких переходов.

Из швеллера №12 нарезают детали для рамы и поперечины, №6 - перемычки. Из прутка необходимо выточить штифты-центраторы. Из уголка №5 следует нарезать кронштейны боковые. С использованием гидравлические ножниц НГ12Г.01 из листа 2 мм нарезать ребра жесткости. Затем их гнуть на гибочной машине.

Контролировать детали соответствие требованиям чертежа..

## 2.2 Выбор режимов сварки

Для снижения параметров разбрызгивания используем смесь аргона и углекислого газа.

Смесь  $Ar + 10-20\% CO_2$  применяют при сварке стали 09Г2С.

Основные параметры режима сварки в смеси газов согласно [2] следующие: сила сварочного тока; сечение электродной проволоки; напряжение на дуге; расход защитного газа.

Для улучшения показателей технологии сварки применим приставку [17] для сварки (рис. 2.1) состоит из источника 1 постоянного тока, к положительному выводу которого подсоединены включенные последовательно коммутирующий дроссель 2, силовой тиристор 3, зашунтированные резистором 4, и сварочный дроссель 5, причем параллельно коммутирующему дросселю 2 включены последовательно соединенные

вспомогательный тиристор 6 и коммутирующий конденсатор 7, соединенный параллельно с цепью из зарядного дросселя 8 и первого диода 9, анод которого соединен с анодом второго диода 10 через зарядный тиристор 11, а катод второго диода 10 соединен с анодом третьего диода 13, причем катод последнего соединен с катодом силового тиристора 3, при этом первая обкладка фильтрующего конденсатора 12 подключена к положительному выводу источника 1; вторая обкладка фильтрующего конденсатора 12 подключена к точке соединения катода второго диода 10 и анода третьего диода 13, а точка соединения анода второго диода 10 и катода зарядного тиристора 11 подключена к отрицательному выводу источника 1. Управление устройством осуществляется схемой 14 управления.

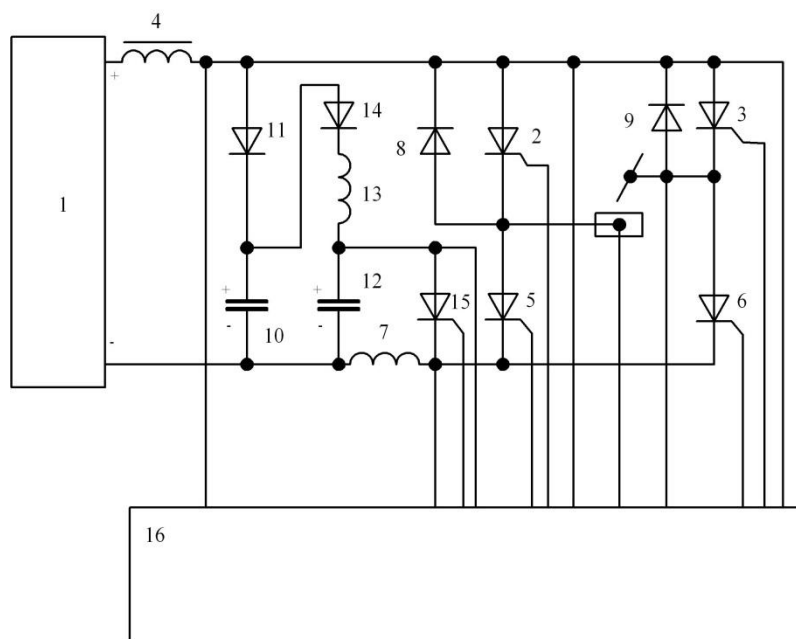
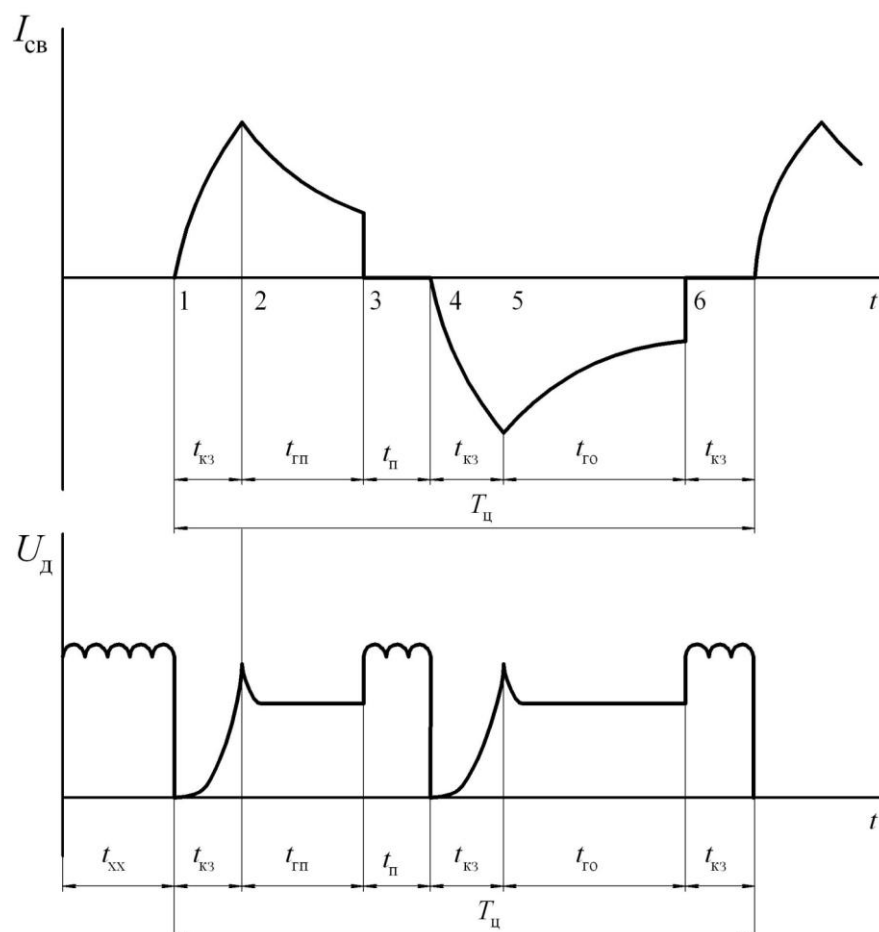


Рисунок 2.7 – Схема устройства

На рисунке 2.2 показаны осциллограммы сварочного тока и напряжения дуги при импульсном управлении сваркой. Сначала происходит короткое замыкание (поз. 1) в результате чего возбуждается дуга на прямой полярности (поз. 2). Затем начинается дозирование энергии на расплавление одной капли электродного материала. Затем сварочную дугу обрывают (поз 3).



$t_{кз}$  – временной период в течении которого происходит короткое замыкание дугового промежутка;  $t_{хх}$  – временной период холостого хода;  $t_{гп}$  – временной период в течении которого дуга горит на токе прямой полярности;  $t_{го}$  – временной период в течении которого дуга горит на токе обратной полярности;  $t_{п}$  – временной период паузы ставочного тока;  $T_{ц}$  – временной период в течении которого происходит расплавление и массоперенос электродного материала

Рисунок 2.2 – Осциллограммы сварочного тока и напряжения дуги

Капля электродного материала под действием сил поверхностного натяжения и сил тяжести располагается соосно с электродом, что облегчает перенос электродного металла при коротком замыкании. В момент начала короткого замыкания (поз. 4) полярность сварочного тока меняют на обратную. После возбуждения дуги на обратной полярности (поз 5) дозируют энергию на расплавление одной капли причем учитывая различные условия

плавления электрода на прямой и обратной полярности, время горения дуги на обратной полярности устанавливают в 1,3...1,5 раза больше, чем на прямой полярности. По окончании дозирования дугу вновь обрывают (поз б). Далее весь цикл повторяется.

### 2.3 Технологический процесс сборки и сварки изделия.

При сборке стыка рамы используем специальное приспособление, обеспечивающие взаимную фиксацию деталей, и нужную величину зазора по стыкам.

Фиксация зазора в стыках осуществляется с помощью сварки прихваток.

При выполнении прихваток их следует равномерно распределять по всему изделию. При сварке прихваток необходимо использовать те же режимы сварки, что и при сварки корневого слоя.

Исв 70-100 А, Уд 18-23 В, Qзг 8-10 л/мин. Затем производится прихватка поперечин и перемычки. По окончании прихваток сварщиком сварщик варит сварные швы согласно чертежу. Шов N1, рисунок 2.3. Шов N2, рисунок 2.4., Шов N 3. рисунок 2.5.

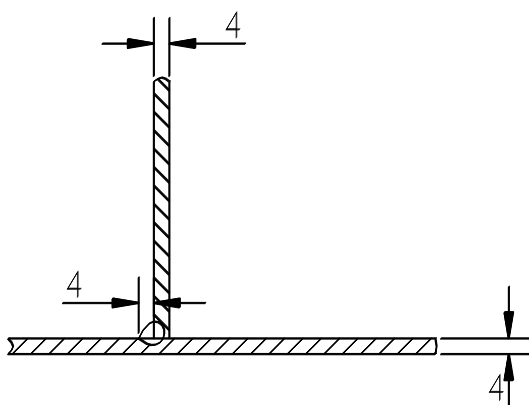


Рисунок 2.1 – схема шва 1

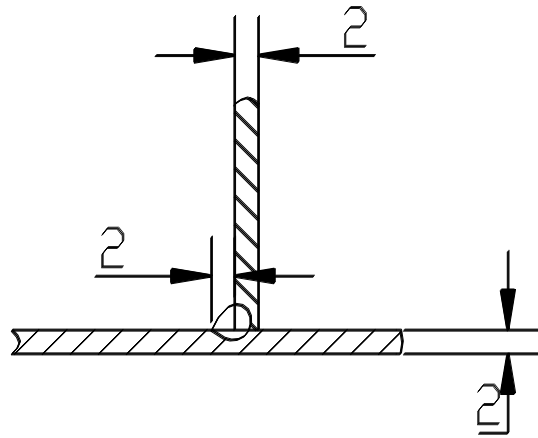


Рисунок 2.2 – Схема шва 2

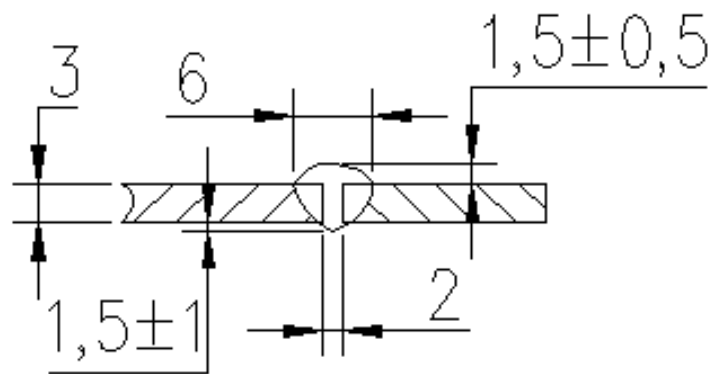


Рисунок 2.3 – Схема шва 3

Перед выполнением визуального осмотра требуется провести зачистку как самого шва, так и прилегающего металла (на ширине не менее двух сантиметров по обе стороны шва) от различных видов загрязнений, которые включают в себя брызги расплавленного металла, шлак, окалина.

К результатам внешнего осмотра сварных швов предъявляют следующие требования:

- а) стандартная форма и размеры сварного шва;
- б) мелкая чешуйчатость поверхности сварного шва, не допускается наличие ноздреватости, свищей, скоплений пор, прожогов, незаплавленных кратеров, наплывов.
- в) должен быть обеспечен плавный переход от наплавленного металла к основному металлу трубы.



Проверяют соответствие геометрии рамы требованиям чертежа и если все в порядке – отправляют на следующие технологические операции, такие как нанесение лакокрасочного покрытия.

### 3 Выбор оборудования для сварки

Для нарезки сортового металлопроката на мерные заготовки применим ленточнопильный станок ТВН-230,260 SAV.



Рисунок 3.1 – Станок ленточнопильный.

Анализ подходящего для выбранного способа сварки оборудования позволяет остановить выбор на полуавтомате Aurora SPEEDWAY 250. Это инверторный полуавтомат. Сварочный ток (MIG/MAG) составляет 40-250 А, что нас устраивает, ПВ – 30%. Вес 23 кг, и катушка для проволоки встроенная, а это значит, что его можно легко перемещать, важно это, так как габариты сварочного участка существенные. В целом полуавтомат выглядит следующим образом, рисунок 3.2.



Рисунок 3.2 – Полуавтомат сварочный

Для рубки листового металла выбираем гидравлические ножницы НГ12Г.01, рисунок 3.3.



Рисунок 3.3 - Гидравлические ножницы НГ12Г.01

Гильотинные ножницы серии нг12г.01 оснащены гидравлическим приводом. С помощью наклонного ножа гильотина НГ12 может производить продольную, поперечную резку заготовок листового металла. Резка металла на НГ12Г осуществляется за один цикл с использованием разметки или бокового, заднего упоров (входят в комплект). Для управления работой ножниц применяется ручной пульт или ножная педаль. Ножницы гильотинные нг 12 могут оснащаться лазерным указателем линий реза, подогревателем масла, устройством цифровой индикации. Функционировать гильотина НГ12Г может в автоматическом или одиночном циклах. Станок не создаёт повышенного шума, надежен, несложный в использовании, обеспечивает высокое качество разрезания листовых металлических деталей.

Для зачистки сварных швов необходимо подобрать машинку шлифовальную угловую. Анализ позволяет остановить выбор на машинке МШУ 2,2-230, рисунок 3.4



Рисунок 3.4 – Машинка шлифовальная угловая МШУ 2,2-230

Данная машинка весит 7,7 кг. Мощность ее 2,2 кВт, диаметр диска 230 мм.

Машинка предназначена для резки (зачистки), грубой обработки элементов металлоконструкций. Напряжение питания переменного тока ~220В/50Гц.

## 4 Безопасность и экологичность проекта.

### 4.1 Характеристика участка сварки.

В проектной технологии предлагается заменить способ ручной дуговой сварки штучными электродами на механизированную сварку с защитных газах. Как показывает практика, одним из путей улучшения санитарно-гигиенических характеристик дуговой сварки как раз и является применение механизированной сварки. Таким образом уменьшается выделение в воздух рабочей зоны вредных веществ в составе сварочного аэрозоля. Становится возможным повышать качество сварных соединений, управлять геометрическими параметрами сварного шва, снижать энерго- и ресурсозатраты на процесс сварки и, предположительно, снижать выделение вредных веществ в воздух рабочей зоны. Последнее остается весьма актуальной задачей при решении проблемы защиты рабочих и окружающей среды от неизбежных вредных выделений сварочных аэрозолей, особенно при применении легированных электродных проволок.

Проектная технология сварки предусматривает выполнение следующих операций:

- 1) Подготовка деталей рамы;
- 2) Сборка, прихватка, контроль;
- 3) Сварка;
- 4) Контроль качества сварки

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Должность работника, выполняющего данную технологическую операцию	Оборудование, устройства и приспособления, применяемые при выполнении технологической операции	Вещества и материалы, применяемые при выполнении технологической операции
1	2	3	4
1. Подготовка кромок	Слесарь-сборщик, электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	1) Щётка металлическая 2) машинка угловая шлифовальная	1) рукавицы 2) круг абразивный 3) ацетилен 4) кислород
2. Сборка, прихватка, контроль	Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	1) сварочный полуавтомат Phoenix-351 3) стропы 4) шаблон УШС-3 5) линейка металлическая 6) машинка угловая шлифовальная	7) проволока Св-08Г2С □ 1,2 мм 8) газ углекислый
3. Сварка	Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	1) сварочный полуавтомат Phoenix-351 2) стропы 3) шаблон УШС-3 4) машинка угловая шлифовальная	1) проволока Св-08Г2С □ 1,2 мм 2) газ углекислый
4. Контроль качества сварки	Дефектоскопист	1) лупа х4 2) шаблон сварщика УШС-3 3) стенд контрольный	-

## 4.2 Персональные риски, сопровождающие внедрение проектной технологии в производство

Таблица 4.2 –Профессиональные риски, сопровождающие осуществление проектной технологии

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Источник появления опасного или вредного производственного фактора
1	2	3
1. Подготовка деталей	<ul style="list-style-type: none"> <li>- острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования;</li> <li>- подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) вращатель</li> <li>2) плазменно-воздушный резак</li> <li>3) Щётка металлическая</li> <li>4) машинка угловая шлифовальная</li> </ul>
2. Сборка, прихватка, контроль	<ul style="list-style-type: none"> <li>- острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования;</li> <li>- подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека;</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека;</li> <li>- высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов;</li> <li>- повышенное значение уровня инфракрасной радиации в рабочей зоне</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) центратор наружный</li> <li>2) сварочный полуавтомат Phoenix-351</li> <li>3) стропы</li> <li>4) шаблон УШС-3</li> <li>5) линейка металлическая</li> <li>6) машинка угловая шлифовальная</li> </ul>

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
3. Сварка	<ul style="list-style-type: none"> <li>- острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования;</li> <li>- подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека;</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека;</li> <li>- высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов;</li> <li>- повышенное значение уровня инфракрасной радиации в рабочей зоне</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) сварочный полуавтомат Phoenix-351</li> <li>2) стропы</li> <li>3) шаблон УШС-3</li> <li>4) машинка угловая шлифовальная</li> </ul>
4. Контроль качества сварки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования;</li> <li>- подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) лупа х4</li> <li>2) шаблон сварщика УШС-3</li> <li>3) стенд гидроиспытательный</li> </ul>

4.3 Предлагаемые мероприятия по снижению профессиональных рисков в ходе внедрения в производство проектной технологии

Таблица 4.3 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Наименование предлагаемого организационного мероприятия и технического средства, осуществляющего защиту, снижение и устранение данного опасного и вредного производственного фактора	Наименование средства для осуществления индивидуальной защиты работника
1	2	3
- Острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования	Проведение периодического инструктажа по вопросам техники безопасности	Перчатки, спецодежда.



Продолжение таблицы 4.3

- Подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин	Нанесение предостерегающих надписей, соответствующая окраска, применение ограждения	-
- Высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов	Проведение периодического инструктажа по вопросам техники безопасности	Спецодежда, перчатки
- Повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека	Устройство и периодический контроль заземления электрических машин и изоляции	-
- Повышенное значение уровня инфракрасной радиации в рабочей зоне	Осуществление экранирования зоны сварки с использованием щитов	Спецодежда, маска сварщика

4.4 Предлагаемые мероприятия по обеспечению пожарной безопасности разрабатываемого технологического объекта

Таблица 4.4 - Технические средства, обеспечивающие пожарную безопасность технологического объекта

Наименование первичного средства для осуществления тушения	Наименование мобильного средства для осуществления тушения	Наименование стационарных систем и установок для осуществления тушения	Наименование пожарной автоматики	Наименование пожарного оборудования, применяющегося для тушения	Наименование средств индивидуальной защиты и спасения людей, применяющихся при	Наименование пожарного инструмента	Наименование пожарной сигнализации, связи и систем оповещения
Ящики с песком, кошма, огнетушитель	-	-	-	-	План эвакуации,	Лопата, багор, топор	кнопка извещения о пожаре

Таблица 4.5 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок, на котором осуществляется сварка рамы	Установка для индукционного нагрева, источник питания сварочной дуги	пожары, которые происходят за счет воспламенения и горения веществ и материалов на электроустановках, запитанных электрическим напряжением (Е)	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; уменьшение концентрации кислорода; снижение видимости в дыму	замыкания на проводящих токе частях технологических установок, агрегатов изделий высокого напряжения; термохимическое действие используемых при пожаре огнетушащих веществ, на предметы и людей

Таблица 4.6 – Проведение организационных и технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса	Реализуемое организационное или техническое мероприятие	Требования по обеспечению пожарной безопасности
Подготовка кромок, сборка теплообменника, сварка теплообменника и контроль качества сварных соединений	Проведение ознакомительных мероприятий с рабочим персоналом и служащими, целью которых является доведение до них правил пожарной безопасности, использования средств наглядной агитации по пожарной безопасности. Учения по обеспечению пожарной безопасности с производственным персоналом и служащими	Необходимо обеспечить достаточное количество первичных средств пожаротушения, применение защитных экранов с целью ограничения разлёта искр.

#### 4.5 Оценка экологической безопасности разрабатываемого технологического объекта

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Реализуемый технологический процесс	Операции, входящие в состав технологического процесса	Негативное воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное воздействие технического объекта на литосферу
Подготовка кромок, сборка теплообменника, сварка теплообменника и контроль качества сварных швов и околошовной зоны	Подготовка стыка, сборка труб под сварку, выполнение сварки, контроль качества сварных швов и околошовной зоны	Выделяемые при сварке газообразные частицы и сажа	Проявитель и закрепитель рентгеновских снимков	Бумажная и полиэтиленовая упаковка от вспомогательных материалов; бытовой мусор, преимущественно стальной металлолом .

Таблица 4.8 – Организационно-технические мероприятия обеспечивающие снижение негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Сварка трубопровода
Мероприятия, позволяющие снизить негативное антропогенное воздействие на литосферу	Следует предусмотреть установку контейнеров, позволяющих проводить селективный сбор производственных отходов и бытового мусора. Необходима установка отдельного контейнера для сбора металлолома. На контейнеры следует нанести соответствующие надписи. Необходимо проведение инструктажа среди рабочих сварочного участка по вопросу правильного складывания мусора и отходов в контейнеры.

#### 4.6 Заключение по экологическому разделу

В ходе выполнения экологического раздела было произведено

выявление опасных и вредных производственных факторов, появление которых возможно при внедрении проектной технологии в производство. Проведён анализ возможности и мер по устранению и уменьшению опасных и вредных производственных факторов. В результате проведения этого анализа установлено, опасные и вредные производственные факторы могут быть устранены или уменьшены до необходимого уровня с применением стандартных средств безопасности и санитарии производства. Отсутствует необходимость в разработке дополнительных средств защиты. При внедрении проектной технологии возможны угрозы экологической безопасности. Для устранения этих угроз необходимо соблюдение технологического регламента и производственной санитарии.

## 5 Экономическая эффективность проекта

В выпускной квалификационной работе предложены технологические мероприятия по повышению производительности и качества выполнения сварных соединений при изготовлении рамы привода грузового лифта. При выполнении базовой технологии сварки предусматривается характеризующаяся низкой производительностью сварка отдельными электродами. В проектном варианте технологии предложено применить механизированную сварку проволокой сплошного сечения в смеси газов. Применение предложенных технологических решений позволит получить некоторое снижение трудоемкости сварки и повышение стабильности качества выполняемых сварных соединений.

Проектная технология сварки предусматривает выполнение следующих операций: 1) изготовление деталей рамы; 2) сборка и прихватка; 3) сварка; 4) контроль качества сварки.

В таблице 5.1. отражены недостатки при сварке отдельными электродами и за счет чего они будут исключены при переходе на механизированный метод.

Таблица 5.1 – Сравнительная характеристика вариантов

Базовый вариант	Проектный вариант
Скорость сварки невелика, так как ток маленький.	Режимы механизированной сварки характеризуются большими значениями силы тока и скорости.
Расход отдельных электродов высок	Проволока, за счет исключения огарков, снижает расход.

### 5.1 Исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов

Исходные данные, необходимые для выполнения расчетов экономического обоснования занесены в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Исходные данные для экономического расчета

№ п/п	Показатели	Условные обозначения	Единицы измерения	Варианты	
				База	Проект
1	2	3	4	5	6
1	Программа годовая	Нпр	шт	500	500
2	Цена присадочного материала	Цэл	Руб/кг	54	71
3	Коеф. транспортно-заготовительных расходов	Ктз	-	1,05	1,05
4	Часовая тарифная ставка	Сч	Руб/час	74,89	53,16
5	Значение коэффициента, устанавливающего размер доплат к основной заработной плате	Кд	-	1,81	1,81
6	Значение коэффициента, устанавливающего размер отчислений на дополнительную заработную плату	-	%	12	12
7	Значение коэффициента, учитывающего размер отчислений на социальные нужды	-	%	36,5	36,5
8	Рыночная стоимость применяемого технологического оборудования	Цоб	Руб	15000	42000
9	Амортизационные отчисления на оборудование	На	%	18	18
10	Мощность установки	Му	кВт	3,64	4,4
11	Коеф. Полезного действия установки	КПД	-	0,7	0,78
12	Рыночная цена требуемой для реализации технологии сварки электрической энергии	Цээ	Руб/кВт	1,79	1,79
13	Удельный расход защитного газа	Узг	М <sup>3</sup> /час	-	50
14	Стоимость защитного газа	Цзг	Руб/м <sup>3</sup>	-	50
15	Стоимость аренды площади	Сэкспл	Руб/м <sup>2</sup>	1800	1800
16	Площадь занимаемая оборудованием	S	М <sup>2</sup>	8	11

Продолжение таблицы 5.2.

1	2	3	4	5	6
17	Значение коэффициента, учитывающего затраты на монтаж и демонтаж технологического оборудования	-	%	2	2
18	Принятое значение нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений	Ен	-	0,33	0,33
19	Стоимость приобретения производственных площадей	Цпл	Руб/м <sup>2</sup>	3000	3000
20	Значение коэффициента, который учитывает цеховые расходы	Кцех		2,50	2,50
21	Значение коэффициента, который учитывает заводские (производственные) расходы	Кзав		2,15	2,15
22	Норма амортизационных отчислений на площадь	Напл	%	2	2

### 5.2 Определение норм штучного времени на изменившиеся операции технологического процесса

Для определения временных затрат на выполнение операций технологического процесса используем расчётную зависимость:

$$t_{шт} = t_{п-з} + t_о + t_в + t_{отл} + t_{обсл} + t_{н.п} \quad (5.1)$$

где  $t_{шт}$  – общее время, которое затрачивает персонал на выполнение операций технологического процесса;

$t_{маш}$  – время, которое затрачивает персонал непосредственно на выполнение сварочных операций;

$t_{всп}$  – время, которое затрачивает персонал на подготовку к работе сварочного оборудования и составляет 10% от  $t_{маш}$ ;

$t_{\text{ОБСЛ}}$  – время, которое затрачивает персонал на обслуживание, текущий и мелкий ремонт сварочного оборудования и составляет 5%  $t_{\text{МАШ}}$ ;

$t_{\text{ОТД}}$  – время, которое затрачивает персонал на личный отдых, составляет 5%  $t_{\text{МАШ}}$ ;

$t_{\text{П-З}}$  – время на подготовительно – заключительные операции, 1%  $t_{\text{МАШ}}$ .

Определение машинного времени выполним на основании анализа информации в картах технологического процесса сварки:

$$t_{\text{об}} = 10,7 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{опр}} = 7,6 \text{ мин.}$$

Выполнив подстановки в (5.1) необходимых значений, получим:

$$t_{\text{ШПБ}} = 0,053 + 10,7 + 1,07 + 0,53 + 0,856 + 0,107 = 13,26 \text{ мин.} = 0,221 \text{ час.}$$

$$t_{\text{ШППР}} = 0,06 + 7,6 + 0,76 + 0,38 + 0,608 + 0,076 = 9,576 \text{ мин.} = 0,1596 \text{ час.}$$

### 5.3 Капитальные вложения в оборудование

Для расчетного определения размера капитальных вложений используем зависимость:

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{соп}} \quad (5.2)$$

где:  $K_{\text{пр}}$  – прямые капитальные вложения в оборудование, руб.;

$K_{\text{соп}}$  – сопутствующие капитальные вложения в оборудование, руб.

Прямые капитальные вложения рассчитываются по двум сравниваемым вариантам:

$$K_{\text{пр}} = \sum C_{\text{об}} * k_3 \quad (5.3)$$

где  $\sum C_{\text{об}}$  – суммарная цена оборудования, руб.;

$k_3$  – коэффициент загрузки оборудования.

Количество единиц оборудования, необходимого для выполнения принятой программы изготовления изделий рассчитывается по формуле:



$$n_{об.расчетн} = \frac{N_{пр} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60} \quad (5.4)$$

где:  $N_{пр}$  – программа выпуска изделий, шт.;

$t_{шт}$  – штучное время на изготовление одного изделия, мин.;

$\Phi_{эф}$  – эффективный фонд времени работы сварочного оборудования, час.

Для выполнения принятой  $N_{пр}$  принимаем целое число единиц оборудования ( $n_{об.прин}$ ).

Для расчетного определения размера коэффициента загрузки используем зависимость:

$$k_3 = \frac{n_{об.расчетн}}{n_{об.прин}} \quad (5.5)$$

Величину годового фонда времени, в течение которого работает оборудование, рассчитываем с использованием формулы:

$$\Phi_{эф} = (D_k - D_{вых} - D_{пр}) * T_{см} * S * (1 - k_{р.п}) \quad (5.6)$$

где:  $D_k$  – количество календарных дней в году;

$D_{вых}$  – количество выходных дней в году;

$D_{пр}$  – количество праздничных дней в году;

$T_{см}$  – продолжительность рабочей смены, час;

$S$  – количество рабочих смен;

$k_{р.п}$  – потери времени работы оборудования на ремонт и переналадку (0,06).

$$\Phi_{эф.} = (365 - 110 - 14) * 8 * 1 * (1 - 0,06) = 1812 \text{ час.}$$

$$n_{об.расчетнб} = \frac{500 * 13,26}{1812 * 60} = 0,06 \text{ шт}$$

$$n_{об.расчетнпр} = \frac{500 * 9,57}{1812 * 60} = 0,04 \text{ шт}$$

$$k_{зб} = \frac{0,06}{1} = 0,06$$

$$k_{зпр} = \frac{0,12}{1} = 0,04$$

$$K_{прб} = 5000 * 0,06 = 900 \text{ руб.}$$

$$K_{прпр} = 42000 * 0,04 = 1680 \text{ руб.}$$

Для расчетного определения сопутствующих капитальных вложений воспользуемся зависимостью:

$$K_{соп} = K_{монт} + K_{дем} + K_{площ} \quad (5.7)$$

$K_{монт}$  – затраты на монтаж нового оборудования;

$K_{дем}$  – затраты на демонтаж старого оборудования;

$K_{площ}$  – затраты на производственные площади под новое оборудование.

$$K_{монт} = \sum \Pi_{об} * k_{монт} \quad (5.8)$$

где:  $k_{монт}$  – коэффициент монтажа оборудования = 0,2.

$$K_{монт} = 42000 * 0,2 = 8400 \text{ руб.}$$

$$K_{дем} = \sum \Pi_{об} * k_{дем} \quad (5.9)$$

где:  $k_{дем}$  – коэффициент демонтажа оборудования = 0,2.

$$K_{дем} = 15000 * 0,2 = 3000 \text{ руб.}$$

Расчетное определение величины расходов на площадь требуемую для установки нового оборудования, определим с использованием зависимости:

$$K_{площ} = S_{площ} * \Pi_{площ} * g * k_з \quad (5.10)$$

где:  $g$  – коэффициент, учитывающий проходы и проезды = 3.

$$K_{площ} = 3 * 3000 * 3 * 0,12 = 5400 \text{ руб}$$

$$K_{общ}^{БАЗ} = K_{пр} = 5400 \text{ руб.}$$

$$K_{общ}^{ПР} = 1680 + 8400 + 3000 + 5400 = 18480 \text{ руб.}$$

Расчетное определение величины удельные капитальные вложений  
выполним с использованием зависимости:

$$K_{уд} = \frac{K_{общ.}}{N_{пр}} \quad (5.11)$$

$$K_{уд}^{БАЗ} = 900/500 = 1,8 \text{ руб.}$$

$$K_{уд}^{ПР} = 18480/500 = 36,96 \text{ руб.}$$

#### 5.4 Расчет технологической, цеховой, заводской себестоимости базового и проектного вариантов.

Затраты на вспомогательные материалы

Затраты на сварочные материалы

Для базового варианта сварки рамы, расходы на сварочные материалы определим на основании зависимости:

$$ЗМ_{СВПР} = ЗМ_{ЭЛ} \quad (5.12)$$

$$ЗМ_{ЭЛ} = N_{ЭЛ} \cdot Ц_{ЭЛ} \quad (5.13)$$

где  $Ц_{ЭЛ}$  – рыночная стоимость электродов для сварки, руб/кг;

$N_{ЭЛ}$  = норма расхода электродов сварочных, определенная по результатам анализа технологической карты, кг.

Норма расхода электрода принимается из технологической карты

$$N_{ЭЛ} = 0,291 \text{ кг}$$

$$ЗМ_{ЭЛБ} = 54 * 0,291 = 16,11 \text{ руб.}$$

Для разработанного варианта сварки

$$ЗМ_{СВПР} = ЗМ_{СВПР} + З_{ЗГ} \quad (5.14)$$

Затраты на электродную проволоку

$$З_{ПР} = 71 * 0,111 = 7,88 \text{ руб.}$$

Затраты на защитный газ

$$З_{ЗГ} = 0,087 * 50 = 4,35 \text{ руб.}$$

Затраты на материалы в разработанном варианте технологического процесса сварки

$$ЗМпр = Зпр + Зг = 7,88 + 4,35 = 12,23 \text{ руб.}$$

Расчётное определение расходов на электроэнергию производим с использованием зависимости:

$$З_{э-э} = \frac{P_{об} \cdot t_{об}}{КПД} Ц_{э-э} \quad (5.15)$$

где  $P_{об}$  – полезная мощность оборудования, кВт;

$Ц_{э-э}$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб/кВт·час;

КПД – коэффициент полезного действия установки.

Для расчетного определения мощности сварочного оборудования воспользуемся значениями параметрами режимов сварки: сила тока и напряжение,

$$P_{обб} = 120 \cdot 30 = 3,600 \text{ Вт} = 3,6 \text{ кВт}$$

$$З_{э-э}^Б = \frac{3,6 \cdot 0,19}{0,7} 2,2 = 3,58 \text{ руб.}$$

$$P_{обпр} = 300 \cdot 30 = 9000 \text{ Вт} = 9 \text{ кВт}$$

$$З_{э-э}^{пр} = \frac{9 \cdot 0,121}{0,75} 2,2 = 3,19 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования.

$$З_{об} = A_{об} + P_{т.р} \quad (5.16)$$

где  $A_{об}$  – амортизационные отчисления на оборудование, руб.;

$P_{т.р}$  – затраты на текущий ремонт оборудования, руб.;

Величину амортизации оборудования вычисляем с использованием формулы:

$$A_{об.} = \frac{Ц_{об} * N_{об} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60 * 100} \quad (5.17)$$

где  $Ц_{об}$  – рыночная стоимость оборудования, руб.;

$N_{об}$  – норма амортизации оборудования, %;

$$A_{\text{об}}^{\text{б}} = \frac{15000 \cdot 13,26 \cdot 18}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 0,35 \text{ руб}$$

$$A_{\text{об}}^{\text{пр}} = \frac{42000 \cdot 9,57 \cdot 18}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 0,66 \text{ руб}$$

Для расчетного определения расходов на текущий ремонт технологического оборудования воспользуемся зависимостью:

$$P_{\text{т.р}} = \frac{C_{\text{об}} * H_{\text{т.р}} * k_3}{\Phi_{\text{эф}} * 100} \quad (5.18)$$

где  $H_{\text{т.р}}$  – норма отчислений на текущий ремонт оборудования,  $\approx 35\%$ ;

Подставив в (5.31) необходимые значения, получим:

$$P_{\text{т.р}}^{\text{б}} = \frac{15000 * 35 * 0,06}{1812 * 100} = 0,17 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{т.р}}^{\text{пр}} = \frac{42000 * 35 * 0,04}{1812 * 100} = 0,32 \text{ руб.}$$

Итого, затраты на оборудование

$$З_{\text{об}}^{\text{б}} = 0,35 + 0,17 = 1,14 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{об}}^{\text{пр}} = 0,66 + 0,32 = 2,53 \text{ руб.}$$

Расчётное определение затрат на содержание и эксплуатацию площадей производим на основании зависимости:

$$З_{\text{пл}} = \frac{C_{\text{пл}} * S_{\text{пл}} * N_{\text{пл}} * t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} * 100 * 60} \quad (5.19)$$

где:  $C_{\text{пл}}$  – цена 1 м<sup>2</sup> производственной площади, руб.;

$N_{\text{пл}}$  – норма амортизационных отчислений на здания, %;

$S_{\text{пл}}$  – площадь, занимаемая сварочным оборудованием, м<sup>2</sup>;

$$З_{\text{пл}}^{\text{б}} = \frac{3000 * 8 * 2 * 13,26}{1812 * 100 * 60} = 0,06 \text{ руб.}$$

$$z_{\text{пр площ}} = \frac{3000 \cdot 11 \cdot 2 \cdot 9,57}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 0,05 \text{ руб.}$$

Фонд заработной платы (ФЗП) представляет собой сумму основной зарплаты и дополнительной.

$$\text{ФЗП} = \text{ЗПЛ}_{\text{осн}} + \text{ЗПЛ}_{\text{доп}} \quad (5.20)$$

Для расчётного определения основной зарплаты используем зависимость:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{осн}} = t_{\text{шт}} \cdot \text{Сч} \cdot k_{\text{зпл}} \quad (5.21)$$

где Сч – часовая тарифная ставка рабочего, руб/час;

$t_{\text{шт}}$  – норма штучного времени, час;

$k_{\text{зпл}}$  – коэффициент начислений на основную заработную плату, 1,81.

Подставив в (5.34) необходимые значения, получим:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{осн}}^{\text{Б}} = 0,221 \cdot 74,8 \cdot 1,81 = 31,17 \text{ руб.}$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{осн}}^{\text{ПР}} = 0,159 \cdot 53,1 \cdot 1,81 = 14,43 \text{ руб.}$$

Для расчётного определения дополнительной заработной платы используем формулу:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{доп}} = \frac{k_{\text{д}}}{100} \cdot \text{ЗПЛ}_{\text{осн}} \quad (5.22)$$

где  $k_{\text{д}}$  – коэффициент, соотношения между основной и дополнительной заработной платой, 10%.

$$\text{ЗПЛ}_{\text{доп}}^{\text{Б}} = 31,17 \cdot 10 / 100 = 3,12 \text{ руб.}$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{доп}}^{\text{ПР}} = 14,43 \cdot 10 / 100 = 1,44 \text{ руб.}$$

$$\text{ФЗП}_{\text{Б}} = 31,17 + 3,12 = 34,29 \text{ руб.}$$

$$\text{ФЗП}_{\text{ПР}} = 14,43 + 1,44 = 15,87 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины отчислений на социальные нужды производим с использованием формулы:

$$O_{\text{сн}} = \text{ФЗП} \cdot H_{\text{соц}} / 100 \quad (5.23)$$

где  $H_{\text{соц}}$  – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды, 30 %.

$$O_{\text{CH}}^{\text{Б}} = 34,29 \cdot 30 / 100 = 10,28 \text{ руб.}$$

$$O_{\text{CH}}^{\text{ПП}} = 15,87 \cdot 30 / 100 = 4,76 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины технологической себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{ТЕХ}} = 3\text{М} + 3_{\text{Э-Э}} + 3_{\text{ОБ}} + 3_{\text{ПЛ}} + \text{ФЗП} + O_{\text{CH}} \quad (5.24)$$

$$C_{\text{ТЕХ}}^{\text{Б}} = 16,11 + 3,58 + 1,14 + 0,06 + 34,92 + 10,28 = 66,24 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ТЕХ}}^{\text{ПП}} = 12,23 + 3,19 + 2,53 + 0,05 + 15,87 + 4,76 = 39,52 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины цеховой себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = C_{\text{ТЕХ}} + P_{\text{ЦЕХ}} \quad (5.25)$$

где  $P_{\text{ЦЕХ}}$  – сумма цеховых расходов, руб.

$$P_{\text{ЦЕХ}} = k_{\text{ЦЕХ}} \cdot 3_{\text{ОСН}} \quad (5.26)$$

где  $k_{\text{ЦЕХ}}$  – коэффициент цеховых расходов, 2,5;

$3_{\text{ОСН}}$  – основная заработная плата рабочих, руб.

$$C_{\text{ЦЕХ}}^{\text{Б}} = 66,24 + 31,17 \cdot 2,5 = 66,24 + 77,92 = 135,26 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ЦЕХ}}^{\text{ПП}} = 39,52 + 14,43 \cdot 2,5 = 39,52 + 36,07 = 75,69 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины заводской (производственной) себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + P_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + k_{\text{ЗАВ}} \cdot 3_{\text{ОСН}} \quad (5.27)$$

где  $P_{\text{ЗАВ}}$  – сумма заводских расходов, руб.

$k_{\text{ЗАВ}}$  – коэффициент общезаводских расходов, 1,8

$$C_{\text{ЗАВ}}^{\text{Б}} = 142,46 + 31,17 \cdot 1,8 = 142,46 + 56,10 = 216,12 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ЗАВ}}^{\text{ПП}} = 75,69 + 14,43 \cdot 1,8 = 75,69 + 25,97 = 110,28 \text{ руб.}$$

Результаты расчета себестоимости обобщим в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Калькуляция себестоимости

№ п/п	Показатели	Условные обозначе- ния	Калькуляция, руб.	
			базов	Проект
1	2	3	4	5
1	Материалы	М	16,11	12,23
2	Заработная плата	ФЗП	34,29	15,87
3	Социальные нужды	О <sub>сн</sub>	10,28	4,76
4	Расходы на оборудование	Зоб	1,14	2,53
5	Затраты на производственные площади	Зпл	0,06	0,05
	Себестоимость технологическая	Стех	66,24	39,52
6	Цеховые расходы		77,92	36,07
	Себестоимость цеховая	Сцех	135,26	75,69
7	Заводские расходы		56,10	25,97
	Себестоимость заводская	С <sub>зав</sub>	216,12	110,28

### 5.5 Экономическая эффективность проекта

Величину условно-годовой экономии (ожидаемой прибыли) определим по формуле:

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{у.г.} = \left( C_{зав}^б - C_{зав}^{пр} \right) \cdot N_{пр} \quad (5.28)$$

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{у.г.} = (216,12 - 110,28) \cdot 500 = 49484 \text{ руб}$$

Для определения размера годового экономического эффекта воспользуемся формулой

$$\mathcal{E}_Г = [(C_{зав}^б + E_H \cdot K_{уд}^б) - (C_{зав}^{пр} + E_H \cdot K_{уд}^{пр})] \cdot N_{пр} \quad (5.29)$$

$$\mathcal{E}_{год} = [(216,12 + 0,33 \cdot 1,8) - (110,28 + 0,33 \cdot 36,96)] \cdot 500 = 43691 \text{ руб.}$$

Величину срока окупаемости дополнительных капитальных вложений определим по формуле:

$$T_{ок} = \frac{K_{общ}^{пр}}{\mathcal{E}_{уг}} \quad (5.30)$$

Подставив в (5.44) необходимые значения, получим:



$$T_{OK} = \frac{18480}{49495} = 0,5 \text{года}$$

Коэффициент сравнительной экономической эффективности

$$E_{CP} = \frac{1}{T_{OK}} = \frac{1}{0,5} = 2 \quad (5.31)$$

Снижение трудоемкости

$$\Delta t_{шт} = \frac{t_{штБ} - t_{штПР}}{t_{штБ}} \cdot 100\% \quad (5.32)$$

Подставив в (5.46) необходимые значения, получим:

$$\Delta t_{шт} = \frac{0,2394 - 0,1596}{0,2394} \cdot 100\% = 45,6\%$$

Снижение трудоемкости произошло вследствие повышения скорости сварки. Расчетное определение показателя повышения производительности труда

$$П_T = \frac{100 \cdot \Delta t_{шт}}{100 - \Delta t_{шт}} \quad (5.33)$$

$$П_T = \frac{100 \cdot 45,6}{100 - 45,6} = 83,8\%$$

Величину показателя снижения технологической себестоимости определим по формуле:

$$\Delta C = \frac{C_{ЗAB}^Б - C_{ЗAB}^{ПР}}{C_{ЗAB}^Б} \cdot 100\% \quad (5.34)$$

$$\Delta C = \frac{102,69 - 58,34}{102,69} \cdot 100\% = 43\%$$

Выводы по экономическому разделу

В экономическом разделе выпускной квалификационной работы были произведены расчеты с целью определения таких экономических параметров, как технологическая и заводская себестоимость сварки.

Установлено, что проектный вариант сварки после своего внедрения в производство даст такие эффекты, как уменьшение трудоемкости на 45 %, увеличение производительности труда на 83 %, что уменьшило технологическую себестоимость на 43 %. Расчётная величина условно-годовой экономии (прибыли ожидаемой) составила 49 тыс. рублей. Величина годового экономического эффекта, полученная с учетом затрат на капитальные вложения в оборудование, составила 43 тыс. рублей.

На основании вышеизложенного делаем вывод о том, что сформулированная во введении цель работы благополучно достигнута.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель выпускной квалификационной работы – повышение производительности и качества при сварке рамы привода лифта грузового.

В выпускной квалификационной работе предложены технологические мероприятия по повышению производительности и качества выполнения сварных соединений при изготовлении рамы привода лифта грузового. При выполнении базовой технологии сварки предусматривается сварка отдельными электродами, что характеризуется дефектностью и высокими затратами времени на сварку рамы привода лифта грузового. В проектом варианте технологии предложено применить механизированную сварку проволокой сплошного сечения в смеси газов – углекислого и аргона. Применение предложенных технологических решений позволит получить снижение трудоемкости сварки и повышение стабильности качества выполняемых сварных соединений рамы привода лифта грузового.

Разработана проектная технология сборки и сварки рамы привода лифта грузового.

В работе предусмотрены мероприятия по обеспечению безопасности труда персонала.

Внедрение проектной технологии сварки в производство приводит к уменьшению трудоемкости на 59 %, повышению производительности труда на 144 %, снижению технологической себестоимости на 47 %. Величина годового экономического эффекта, полученная с учетом затрат на капитальные вложения в оборудование, составила 3,66 млн. рублей.

На основании этого можно признать достижение поставленной цели.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Колганов Л. А. Сварочное производство. Учебное пособие [Текст] / Л.А. Колганов. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. - 512 с.
2. Мейстер Р. А. Нестандартные источники питания для сварки : учеб. пособие / Р. А. Мейстер. - ВУЗ/изд. - Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2004. - 96 с..
3. Гитлевич А.Д., Этитоф А.А. Механизация и автоматизация сварочного производства [Текст] / А.Д. Гитлевич, А.А. Этитоф. – М.: Машиностроение, 1987 – 280 с.
4. Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах : ПОТ РМ-020-2001 : ввод. в действие с 1 янв. 2002 г. - Москва : [б. и.], 2001. - 58 с..
5. Справочник конструктора и технолога / сост. В. М. Михин, Б. Е. Кобызев, В. В. Михайленко. - Королев : ЦНИИМАШ, 2000. - 582 с.
6. Щекин В. А. Технологические основы сварки плавлением : учеб. пособие для вузов. - Изд. 2-е, перераб / В. А. Щекин - Ростов н/Д. : Феникс, 2009. - 345 с.
7. Сахно К. В. Технология сварки металлов: учебник для вузов [Текст] / К. В. Сахно. - Киев : Вища школа, 1977. - 180 с.
8. Корольков П. М. Термическая обработка сварных соединений трубопроводов и аппаратов, работающих под давлением / П. М. Корольков. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Стройиздат, 1987. - 233 с.
9. Прыкин Б. В. Технология металлов и сварки : учеб. для вузов по спец. "Пр-во строит. изделий и конструкций" / Б. В. Прыкин. - Киев : Вища шк., 1978. - 240 с. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: Учебник / Р.А. Фахрутдинов. – М.: ИНФРА – М, 2001.– 672 с.
10. Акшенцева А. П. Структура и свойства никельмолибденовых коррозионностойких сплавов : (с атласом микроструктур) : справочник / А. П. Акшенцева. - Москва : СП Интермет Инжиниринг, 1999. - 204 с.

11. Изучение сварочного трансформатора : метод. указания к лаб. работе №4 по дисциплине "Электротехнологические установки" / сост. М. А. Бондаренко [и др.] ; науч. ред. В. М. Салтыков ; ТГУ ; Каф. "Электроснабжение промышленных предприятий". - Тольятти : ТГУ, 2003. - 13 с.
12. Косинцев В.И. Основы проектирования химических производств и оборудования / В.И. Косинцев [и др.] – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 395 с.
13. Действия населения в чрезвычайных ситуациях. Пособие. Под общей редакцией В.А. Владимирова. – М.: МЧС России, 1995.
14. Колганов Л. А. Сварочное производство : учеб. пособие / Л. А. Колганов. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2002. - 504 с.
15. Уткин И.Ю. Роль микролегирующих элементов в формировании механических свойствоколошовной зоны при сварке прямошовных труб большого диаметра групп прочности Х70-Х80. Автореферат диссертации кандидата технических наук. Москва: 2011. – 27 с.
16. Гостюшин А. В. Энциклопедия экстремальных ситуаций [Текст] / А. В. Гостюшин. — М.: Изд. «Зеркало», 1995.-288 с.
17. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка: Учеб. для сред. ПТУ [Текст] / В.М. Рыбаков. - 2-е изд. перераб.- М.: Высш. школа, 1986.- 208 с.
18. Рыбаков А.М. Сварка и резка металлов. Учебник для средних профессионально-технических училищ [Текст] / А.М. Рыбаков. - М.: Высшая школа, 1977.
19. Чебац В.А. Сварочные работы: Учеб. пособие [Текст] / В.А. Чебац - 3-е изд. перераб.- Ростов-на-Дону: изд. центр «Феникс», 2006. - 412 с.
20. Красовский А.М. Основы проектирования сварочных цехов [Текст] / А.М. Красовский. – М.: Машиностроение, 1979 – 319 с.
21. Walter W.G. Some aspects of the penetration mechanisme in metal-inert-gas (MIG) Welding // Ars Phus. and Weld Pool. Benev. Ant Conf., London, 1979, Prepz, Abington, 1979.-S. 289-300.

22. Glickstein S.S., Fridman E., Veniscavich W. Investigations of alloy 600 welding parameters // *Welding Journal*. 1975. - 54. - № 4. - P. 113-122.
23. Leinonen J.I., Kaijalainen L.P. Factors affecting weld pool penetration in austenitic stainless steels // *Acta univ ouluen*. -1983. -№ 26. S. 87-92.
24. Babkin A.S. Improving the accuracy of the coefficients and constant quantities in the calculation of carbon dioxide welding and surfacing conditions // *Welding International*. – 2005. – Vol.19. - №8. – P.640-642.
25. A.G. Krampit Welding with double modulation of the main welding parameters // *Welding International*. -2012. -№26. - 867-869.