

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс сварки мачты

Студент

В.В. Назаров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

К.т.н., доцент А.Л. Федоров

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

Консультанты

к.э.н., доцент Н.В. Зубкова

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

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

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

Тольятти 2022

Аннотация

Цель выпускной квалификационной работы – повышение производительности и улучшение условий труда на операции сварки мачты.

Для достижения поставленной цели работы были решены следующие задачи: выбран способ сварки взамен применяемого; для выбранного способа сварки подобраны технологические режимы, сварочные материалы; разработан технологический процесс, основанный на предлагаемом способе сварки; проработана защита производственного персонала и окружающей среды от опасных и вредных факторов; обоснованы предложенные решения с точки зрения экономических расчетов.

Пояснительная записка содержит 60 стр., 12 рисунков, 13 таблиц.

Проанализированы условия эксплуатации изделия, особенности свариваемости материала. Проведен анализ базового технологического процесса, выявлены недостатки базовой технологии – низкая степень автоматизации. Разработан технологический процесс механизированной сварки изделия. Подобрано оборудование и спроектирована сборочная оснастка. Для защиты персонала участка от вредных факторов при операциях сварки предложены соответствующие технические и организационные мероприятия. Ожидаемый экономический эффект составит 73860 рублей.

Abstract

The purpose of the final qualification work is to increase productivity and improve working conditions at the mast welding operation.

To achieve the goal of the work, the following tasks were solved: a welding method was chosen instead of the one used; technological modes and welding materials were selected for the selected welding method; a technological process based on the proposed welding method was developed; protection of production personnel and the environment from dangerous and harmful factors was worked out; the proposed solutions were justified from the point of view of economic calculations.

The explanatory note contains 60 pages, 12 figures, 13 tables.

The operating conditions of the product, the features of the weldability of the material are analyzed. The analysis of the basic technological process is carried out, the disadvantages of the basic technology are revealed – a low degree of automation. The technological process of mechanized welding of the product has been developed. Equipment has been selected and assembly equipment has been designed to protect site personnel from harmful factors during welding operations, appropriate technical and organizational measures have been proposed. The expected economic effect will be 73860 rubles.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных и известных технических решений	6
1.1 Описание мачты и условий ее эксплуатации	6
1.2 Базовая технология изготовления мачты.....	12
1.3 Задачи работы.....	18
2 Разработка технологического процесса	19
2.1 Обоснование способа сварки взамен применяемого.....	19
2.2. Разработанная технология сварки мачты	23
2.3. Операции контроля сварных швов мачты	26
2.4 Выбор и обоснование сварочного оборудования	28
3 Безопасность и экологичность проекта	31
3.1 Технологическая характеристика объекта	31
3.2 Систематизация профессиональных рисков	32
3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	34
3.4 Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке ..	36
3.5 Экологическая безопасность разработанного технического объекта ...	38
4 Экономические расчеты	40
4.1 Вводная информация для расчета	40
4.2 Расчёт фонда времени работы оборудования	42
4.3 Расчёт штучного времени.....	43
4.4 Определение заводской себестоимости применяемого и предлагаемого вариантов.....	45
4.5 Определение капитальных затрат	50
4.6 Показатели экономической эффективности.....	53
Заключение	57
Список используемой литературы и используемых источников.....	58

Введение

Для повышения эффективности приемо-передающих устройств при осуществлении радиосвязи их пытаются разместить как можно выше от поверхности земли. Для этих целей служат различного рода мачтовые конструкции. В некоторых случаях подобного рода устройства представляют из себя сложнейшие инженерно-технические устройства. Например, Останкинская телебашня, подвешенные на высоте 400 метров антенны обеспечивают радиус покрытия, устойчивую зону приема, 90 километров. Однако строительство уже упомянутой здесь Останкинской телебашни продолжалось 7 лет, проектирование заняло 3 года.

Однако в массе своей для покрытия радиосвязью применяют стальные и железобетонные мачты высотой несколько десятков метров. При изготовлении стальных мачт на предприятиях применяем, преимущественно, дуговая сварка покрытыми электродами. К недостаткам данного технологического процесса следует отнести низкую производительность.

В данном случае оценка производительности выполнялась по значениям скорости сварки. Невысокая скорость сварки при технологии штучными покрытыми электродами обусловлена низкой плотностью тока в электроде. Поскольку токоподвод расположен в противоположном от места горения сварочной дуги по ходу процесса сварочной ток проходит через весь стержень и при высоких значениях будет идти разогрев электрода до неприемлемых значений. Кроме того, длина штучного электрода ограничена, следовательно по мере израсходования электрода необходима его замена. На это тоже расходуется время, увеличивая суммарную продолжительность выполнения сварного шва.

Таким образом, в качестве цели выпускной квалификационной работы определим снижение трудоемкости при сварке мачт радиосвязи.

1 Анализ исходных данных и известных технических решений

1.1 Описание мачты и условий ее эксплуатации

Рассматриваемая мачта характеризуется высотой 25 метров, рисунок 1. Это высота девятиэтажного дома. Однако при установке приемо-передающих антенн на жилые здания иногда приходится преодолевать столько препятствий организационного характера, что проще изготовить и установить отдельную мачту.

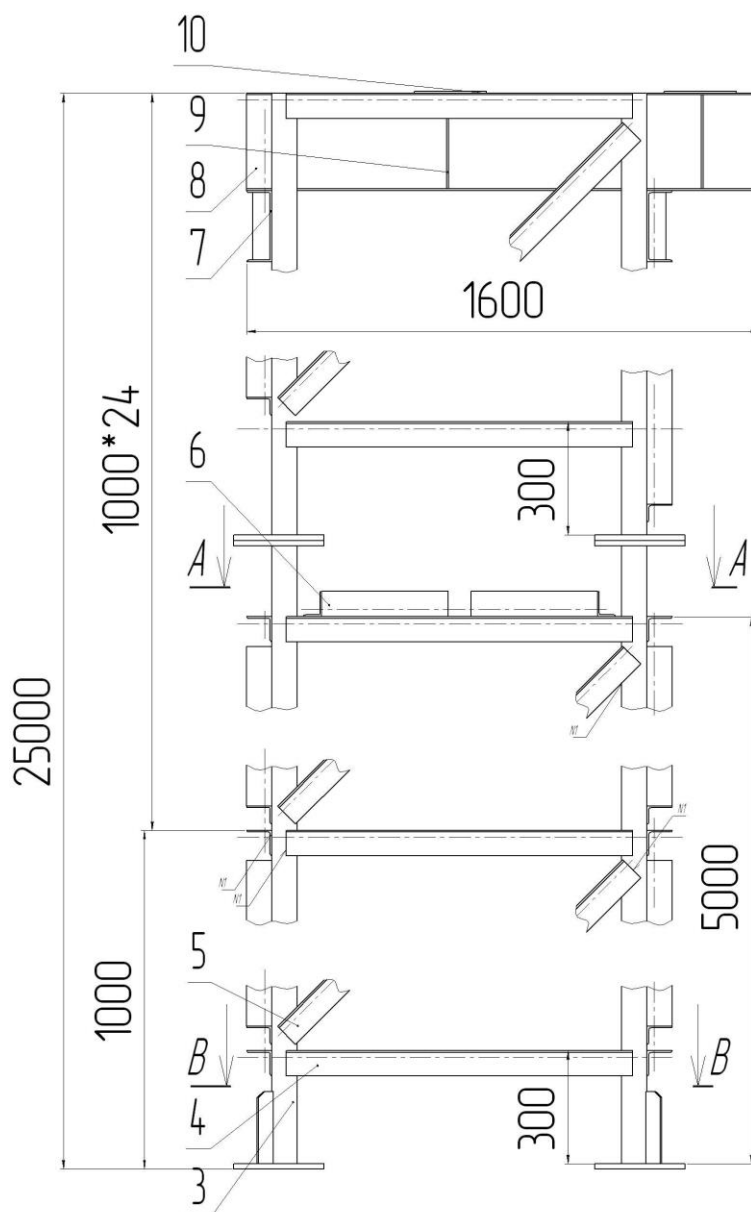


Рисунок 1 - Общий вид мачты

Конструктивно мачта выполнена из сортового металлопроката, согласно ГОСТ 8509-72 для изготовления ветвей мачты принят уголок с полкой 70 мм, и с толщиной полки, $d=6$ мм. Схема поперечного сечения мачты показана на рисунке 2.

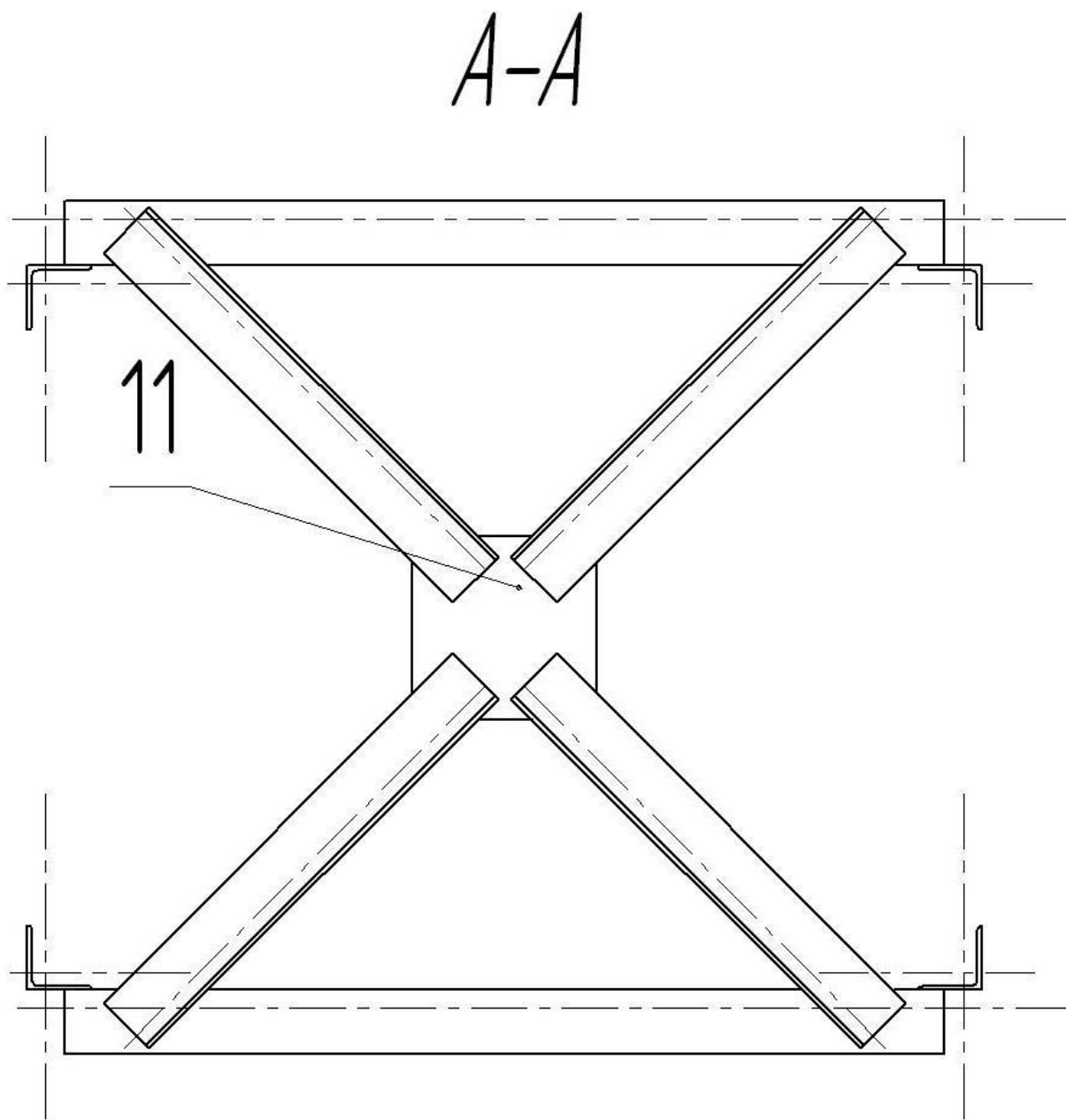


Рисунок 2 – Общий вид поперечного сечения мачты

База мачты показана на рисунке 3. База представляет собой четыре пластины 1, под каждую ветвь, и косынку 2, которая соединяет ветвь и пластину.

B-B

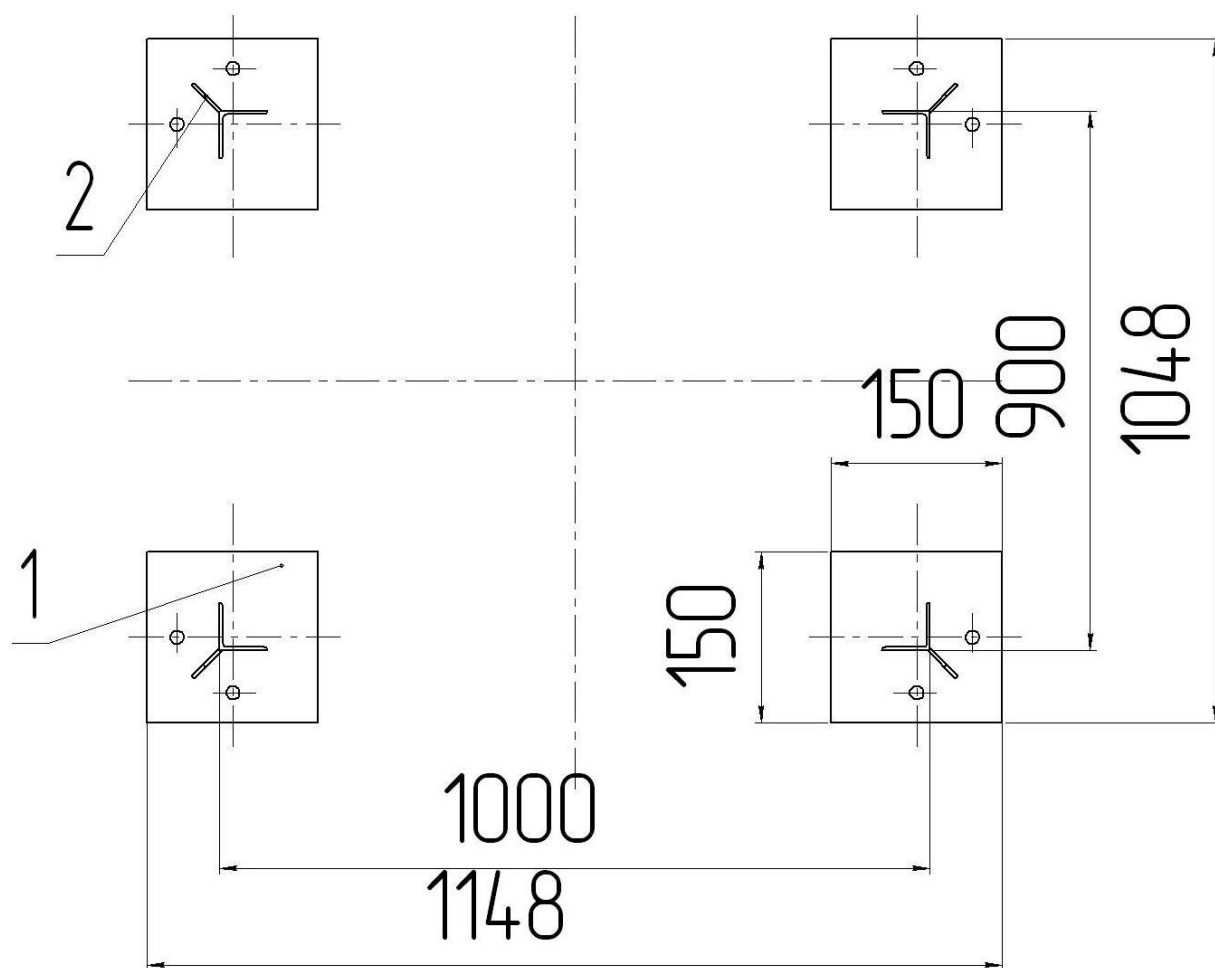


Рисунок 3 – База мачты

На приведенных рисунках позиция 1 обозначает плиту основания, позиция 2 косынку, позиция 3 обозначает уголок колонны, позиция 4 – раскос средний, позиция 5 раскос длинный, позиция 6 – уголок диафрагмы, 7 – швеллер, на него установлены двуравры оголовка, позиция 8, позиция 9 – ребро жесткости, позиция 10 – подпятник и позиция 11 – пластина диафрагмы.

Для изготовления всех перечисленных деталей применяется сталь 09Г2С [1]. Предел прочности указанного материала составляет для листов толщиной менее 10 мм 490 МПа. Для листов толщиной 60-80 мм 440 МПа.

Предел текучести для листов толщиной менее 10 мм 345 МПа. Для листов толщиной 60-80 мм 275 МПа [4].

Для определения нагрузки, действующей на мачту, проводили расчеты веса антенных устройств. Суммарный вес указанного оборудования составляет 3 тс. Учитывая нагрузку на стержни мачты в размере 3 тс принимаем нагрузку на базу, передаваемую и на фундамент равную вышеуказанной плюс еще вес самой мачты [2]. Нагрузка передается от приемо-передающих антенн, рисунок 4.

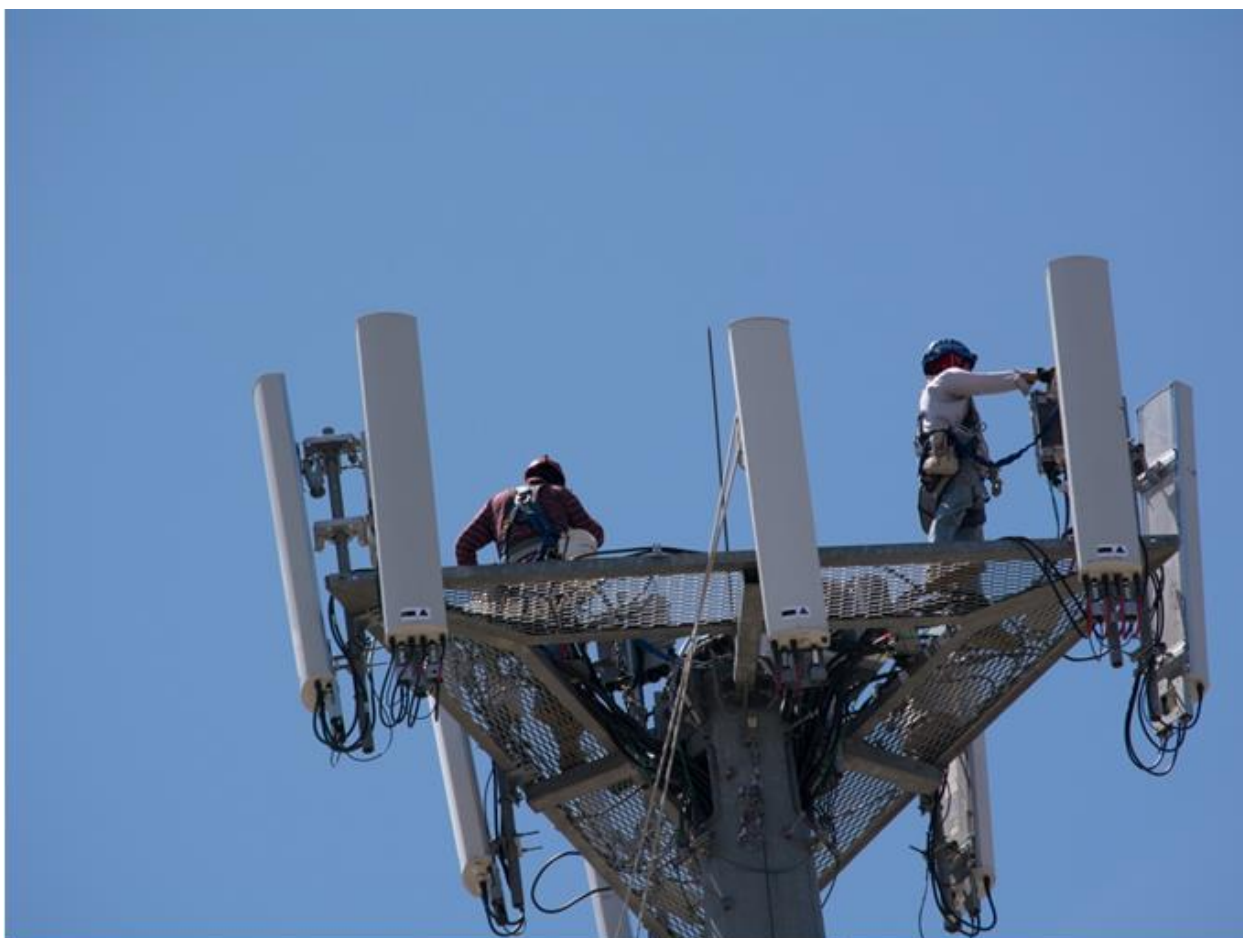


Рисунок 4 – Приемо-передающие антенны

Эксплуатация мачты производится в условиях открытого воздуха, т.е. при температурах $\pm 40^{\circ}$ (континентальный климат) и при воздействии атмосферных осадков [3].

Учитывая условия эксплуатации мачты, действующие нагрузки, проектировщиками заложена в качестве материала сталь 09Г2С по ГОСТ

380-71. Эта сталь обладает высокой пластичностью и достаточными прочностными характеристиками [5]. Содержание химических элементов в стали 09Г2С отражено в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав стали 09Г2С в процентах

Марка материала	углерод	кремний	марганец	хром	медь	никель	фосфор	сера
	Не более							
	C	Si	Mn	Cr	Cu	Ni	P	S
Сталь 09Г2С	0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	0,3	0,3	0,3	0,03	0,035

Оценить возможность соединения материалов сваркой можно определив такой показатель как свариваемость данных материалов. Согласно определению в ГОСТ 29273–92, свариваемость является комплексной характеристикой [6]. На свариваемость оказывает влияние выбранный способ сварки, химический состав материала, эксплуатационные требования к изделию, тип сварной конструкции. Данный подход к определению свариваемости реализован и в зарубежных стандартах, например ИСО 581–80. Таким образом, материал, который невозможно соединить сваркой одним способом, успешно соединяется другим [7]. Если получить работоспособное соединение в данных условиях эксплуатации одним способом невозможно, применив другой способ можно получить соединение, успешно эксплуатируемое в данных условиях [13]. Положение сварного соединения на металлоконструкции может быть таким, что одним способом сварки его требуемые эксплуатационные характеристики не могут быть достигнуты, но другим способом сварки получаем вполне работоспособное в данных условиях изделие [12].

Рассмотрим все это детально. Например, диффузионной сваркой в вакууме можно соединять самые фантастические сочетания материалов. Однако данный способ требует дорогостоящего оборудования, высокой культуры производства и применим для получения уникальных изделий.

Сварка плавлением нашла большее распространение в промышленности по причине мобильности оборудования, возможности соединения элементов крупногабаритных конструкций [11]. По химическому составу материала следует отметить, что в настоящее время практически все конструкционные материалы успешно соединяются широко распространенной сваркой плавлением. Данной технологией можно соединить алюминий и его сплавы, стали, медь, никель. Однако при сварке плавлением значительное влияние на свариваемость оказывает химический состав соединяемых материалов. В нашем случае необходимо оценить свариваемость стали 09Г2С. Для оценки влияния химического состава стали на ее свариваемость применяют расчетные зависимости по определению эквивалента углерода, в частности из ГОСТ 19281-89. Приведенная в данном ГОСТ формула по определению эквивалента углерода выглядит так:

$$C_{\text{Э}} = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Cr}}{5} + \frac{\text{Si}}{24} + \frac{\text{Ni}}{40} + \frac{\text{Cu}}{13} + \frac{\text{V}}{14} + \frac{\text{P}}{2}, \quad (1)$$

После того, как по данной формуле определено численное значение $C_{\text{Э}}$ его анализируют, сопоставляя с фиксированными показателями [10]. Если полученное расчетное значение не превышает значение фиксированного показателя 0,25, то указанная сталь обладает хорошей свариваемостью. Если полученное расчетное значение находится в пределах 0,25... 0,35 то данная сталь обладает удовлетворительной свариваемостью [9]. Требуется введение в технологический процесс получения изделия дополнительных операций, таких как предварительные подогрев или термообработка после сварки. Возможно решение проблемы свариваемости специальными технологическими приемами, сварка короткой дугой, например. Если полученное расчетное значение находится в пределах 0,35...0,45 сталь характеризуется ограниченной свариваемостью. Здесь сварку необходимо вести в узком диапазоне режимов, обязателен подогрев до сварки и после сварки необходима термообработка соединения. И если расчетное значение получено свыше 0,45 сталь плохо сваривается [8]. Даже вводя в

технологический процесс перечисленные здесь технологические приемы, получаем в итоговом сварном соединении трещины, закалочные структуры.

Для соединения деталей из стали 09Г2С применяют практически все способы сварки. Однако при превышении критической скорости охлаждения металла возможно получение закалочных структур. В качестве мер борьбы с данным явлением применяют предварительный подогрев. Кроме того, по сравнению с низкоуглеродистыми сталями конструкции из стали 09Г2С обладают меньшей стойкостью против кристаллизационных трещин. Для увеличения стойкости против кристаллизационных трещин применяют сварочную проволоку с пониженным содержанием серы и углерода [14].

1.2 Базовая технология изготовления мачты

При изготовлении мачты должны выдерживаться определенные технические условия. Техническими условиями называют требования, предъявляемые к конструкции при ее изготовлении [15].

Технические условия, согласно ГОСТ 1500-1-88 должны соответствовать требованиям технического задания и стандартов на данный вид продукции, т.е. учитывать опыт проектирования, изготовления и эксплуатации [16].

Существуют общие и дополнительные технические условия. В общих условиях указывается:

- требования к материалу будущей конструкции;
- допуски отклонений размеров согласно чертежу;
- допуски отклонения формы, вследствие деформации после сварки;
- способы контроля заготовок;
- виды сварочных материалов.

Дополнительные условия указываются на чертежах.

Весь металлопрокат, поступающий на завод, должен сопровождаться сертификатом, в котором указывается:

- завод изготовитель;
- марка ГОСТ материала;
- механические свойства;
- химический состав;
- номер партии.

При отсутствии сертификата, металл в производство не допускается, до его проверки в заводской лаборатории.

При сварке мачты последовательность операций начинается с операций входного контроля. Как указано выше выполняется проверка сертификатов на металлопрокат. Уголки должны иметь маркировку, предоставляющую возможность установить марку материала, номер плавки. Если уголки соответствуют предъявляемым требованиям и документация на них в порядке, оформляется акт приемки, если не соответствует требованиям – оформляется дефектная ведомость [17].

Сортовой прокат может храниться в стеллажах штабелях, как в открытых, так и в закрытых складах.

Помимо входного контроля металлоконструкций производится входной контроль сварочных материалов. Контролируются электроды. Их упаковка должна быть неповрежденной и снабженной ярлыком. Ярлык должен содержать следующую информацию: товарный знак предприятия-изготовителя электродов; тип, марка, диаметр; механические свойства и химический состав наплавленного металла (согласно данным паспорта); специальные технологические свойства электродов [19].

При осмотре электродов следует обратить внимание на продольные трещины. Их минимальная длина не должна превышать три номинальных диаметра электрода. Расстояние от одной трещины до другой должно быть больше, чем трехкратная длина самой протяженной трещины.

Также следует обратить внимание на местные вмятины. Допускаются вмятины глубиной не более 50% от толщины покрытия электрода [18].

Эксцентриситет покрытия должен соответствовать значениям, приведенным в ГОСТ 9466-75 таблица 3.

В заключении контроля состояния электродов следует уронить электрод плашмя на гладкую стальную плиту. Для электродов диаметром 4

мм и менее высота падения 1 метр. Для электродов диаметром, превышающем 4 мм, высота падения должна составлять 0,5 метра. При падении электродов указанных диаметров с указанных высот покрытие электрода не должно разрушаться [20].

После проведения перечисленных контрольных операций приступают к проверке сварочно-технологических характеристик электродов. Устанавливают на источнике питания сварочной дуги заданные параметры режима сварки. Выполняют сварные соединения и контролируют их качество. Требования по сварочно-технологическим характеристикам изложены в ГОСТ 9466-75 пункт 3.12.

После завершения контрольных операций начинаются заготовительные операции.

Используется такое оборудование как станки ленточнопильные, ножницы гильотинные машина для правки сортового металлопроката и всяческий инструмент [21].

Волнистость уголков исправляют на правильной машине JZJ20-40, рисунок 5.

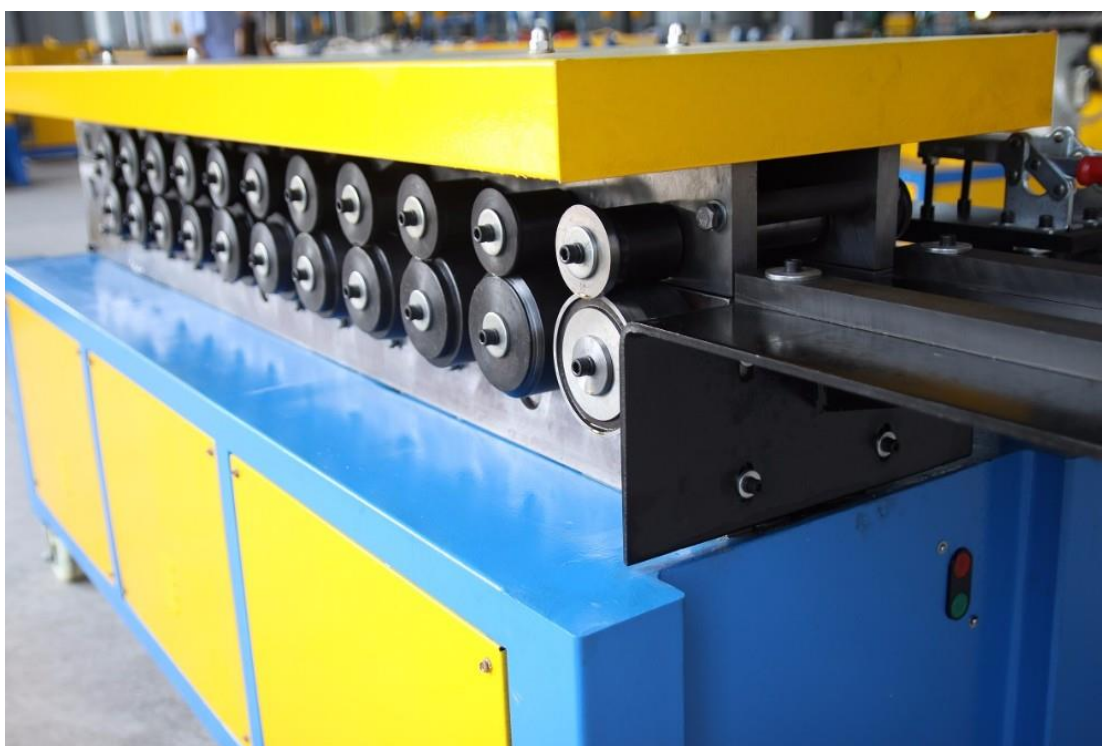


Рисунок 5 – Правильная машина

Правка уголков выполняется в холодном состоянии местной пластической деформацией [25]. Допустимая величина остаточного относительного удлинения при холодной правке составляет не более 1 %. Уголки многократно пропускают между двумя рядами валков. При этом рабочая скорость правки составляет приблизительно 0,3...1,5 м/с.

Для обрезки уголков в нужный размер отрезную пилу TERMIX-МСВ310, рисунок 6, производства Польша. Для работы на данной пиле применяется полотно размером 2725x0,9x27. Максимальный размер обрабатываемого круга составит 250 мм.

Для контроля заготовок после выполнения заготовительных операций применяем, в первую очередь, рулетки, металлические линейки, штангенциркули. Очень важным моментом при этом является обеспечить должный уровень прямолинейности заготовок [24]. Контролируемый уголок укладывается на поверочную плиту и при помощи щупов выполняется оценка непрямолинейности. Поскольку свариваемые детали характеризуются малой толщиной тип соединения без разделки кромок. Выполняется осмотр поверхностей, подлежащих сварке на предмет наличия заусенцев.

Зона сварки подлежит тщательной зачистки, на ширину 20-30 мм от будущего сварного шва.

Сборка под сварку. Операции сборки под сварку выполняются на универсальном сборочном приспособлении. Представляет из себя сваренные швеллера. В швеллерах выполнены отверстия для крепления элементов оснастки. Общая длина приспособления 6 метров. В пазы элементов приспособления устанавливаем уголки, раскосы. Фиксируем все перечисленное струбцинами [23].

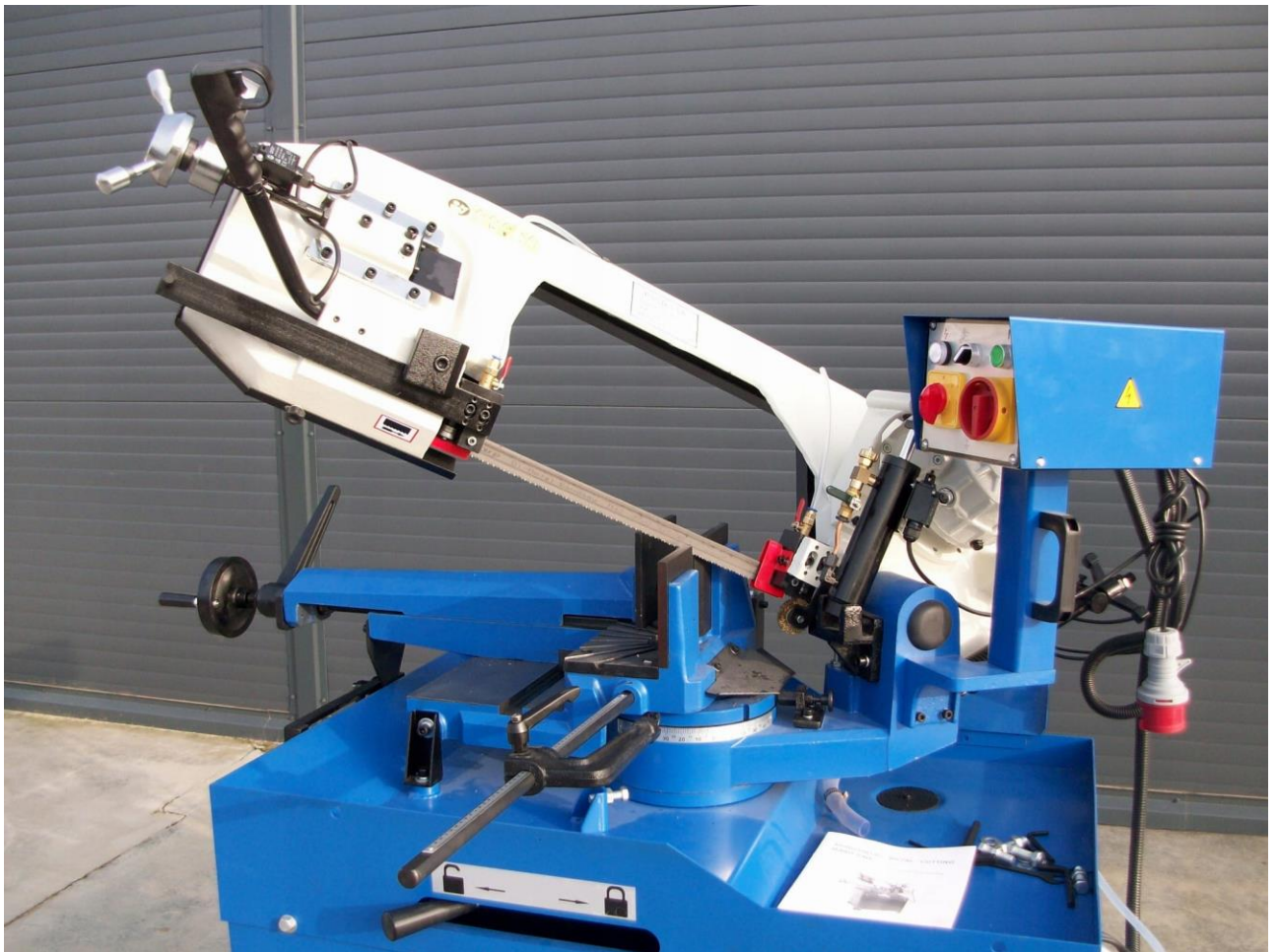


Рисунок 6 – Отрезная пила TERMIX-MCB310

Затем выполняются прихватки. В качестве сварочных электродов применяются электроды Э-50А. Сварку ведут электродами УОНИ 13/55 диаметром 3 мм и 4 мм.

Для прихваток применяют электроды диаметром 3 мм. Сила сварочного тока принимается 90 А. Ток постоянный прямой полярности, минус на электроде. Прихватки расположены в разных пространственных положениях [22]. При наложении прихватки в вертикальном положении силу сварочного тока снижаем до 80 А. Длина прихваток варьируется в пределах 10-12 мм.

После того, как прихватки выполнены, кирочкой удаляем шлак с прихваток. Выполняем контроль прихваток. Непроваренные и с трещинами прихватки удаляются с последующей сваркой вновь. Затем выполняется контроль геометрии изделия. При операции контроля применяем, в первую

очередь, рулетки, металлические линейки. Геометрия отправной секции мачты должна соответствовать требованиям чертежа.

После положительных результатов контроля выполняем сварные швы согласно чертежу. Электрод при этом применяем УОНИ 13/55 диаметром 4 мм. Сила сварочного тока составляет для данного диаметра электрода 120-140 А. Ток постоянный прямой полярности. Поскольку конструкция пространственная, помимо нижнего положения возможны различные варианты соединений, при сварке в вертикальном и потолочном положении уменьшаем значения силы сварочного тока на 10-15%. Напряжение дуги составляет 22-26 В [26].

Последовательность наложения сварных швов от центра отправочного элемента к его краям. Преимущественными соединениями являются нахлесточные, угловые и тавровые.

По окончании сварки выполняется операция удаления шлака, затем выполняется зачистка мест сварки и после выполнения данных операций наступает очередь операции итогового контроля.

Выполняется визуальный контроль сварных швов, 100%. При этом должен быть обеспечен уровень освещения контролируемой поверхности не менее 500 Лк. Поверхность сварных швов должна быть равномерно-чешуйчатая, без прожогов, наплывов, сужений и перерывов. «Шов должен плавно сопрягаться с основным металлом. Недопустимыми дефектами в данном случае являются трещины, несплавления, наплывы, прожоги, свищи, наружные поры и цепочки пор, грубая чешуйчатость» [27]. Геометрия сварных швов должна соответствовать требованиям стандарта 5264.

Затем выполняют контроль геометрических характеристик сваренного изделия.

Данный технологический процесс является трудоемким, качество сварки зависит от квалификации сварщика.

В выпускной квалификационной работе предлагается сварку мачты выполнять механизированным способом с помощью сварочного полуавтомата в среде углекислого газа. Это позволит повысить качество сварного узла, увеличит производительность труда и улучшить условия труда сварщиков [28].

1.3 Задачи работы

Проведенный анализ условий эксплуатации изделия, базового технологического процесса, возможных способов его сварки показал, что достижения цели бакалаврской работы необходима замена применяемой технологии наложения сварных швов.

Применяемая в базовой технологии сварка штучными электродами обладает рядом недостатков:

- ручная дуговая сварка характеризуется малой производительностью, поскольку в настоящее время ручная дуговая сварка исчерпала возможности повышения производительности за счёт корректировки параметров режима и назначения оптимальных сварочных материалов;

- недостаточная стабильность качества сварки, обусловленная пористостью, непроварами и возникновением трещин из-за перегрева основного металла;

- тяжёлые условия труда сварщика, обусловленные вредностью сварочного аэрозоля, образующегося при горении сварочных электродов.

В ходе постановки задач на выполнение выпускной квалификационной работы сформулировано следующее:

- выбрать способ сварки взамен применяемого;
- для выбранного способа сварки подобрать технологические режимы, сварочные материалы;
- разработать технологический процесс, основанный на предлагаемом способе сварки;
- проработать защиту производственного персонала и окружающей среды от опасных и вредных факторов;
- обосновать предложенные решения с точки зрения экономических расчетов.

2 Разработка технологического процесса

2.1 Обоснование способа сварки взамен применяемого

Применяемый на предприятии способ сварки сопровождается недостатками. В частности у применяемого способа низкая производительность. Причиной этого являются затраты времени на прерывание процесса сварки и замену израсходованного электрода на новый. Другим негативным моментом, сопровождающим процесс РДСПЭ является расположение токоподвода на противоположном месту горения дуги конце электрода. Проходя по всей длине электродного стержня сварочный ток разогревает его. Из-за нагрева меняются свойства покрытия электрода. Поэтому значительно увеличивать сварочный ток нельзя [30].

Схема применяемого на предприятии способа сварки РСДПЭ представлена на рисунке 7.

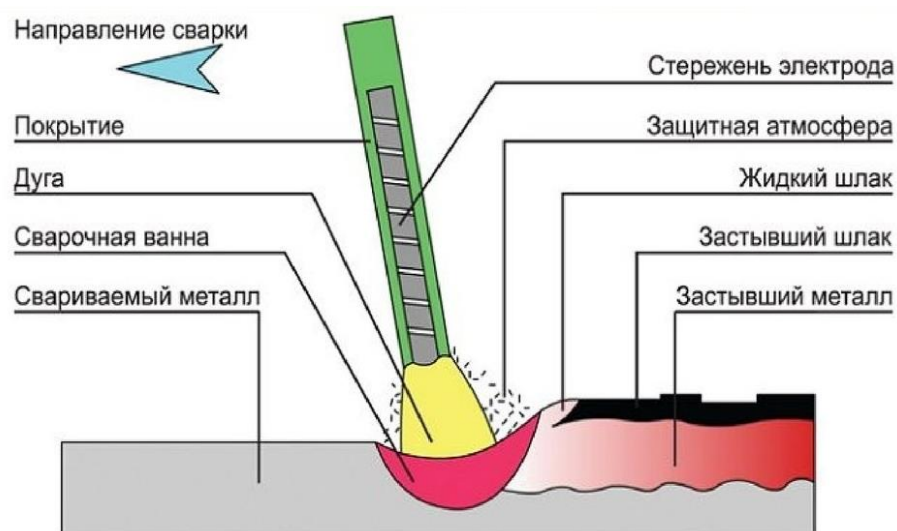


Рисунок 7 - Схема реализации способа РСДПЭ

К недостаткам данного способа относится низкая производительность. Однако есть и ряд положительных моментов. В покрытие электродов возможно введение легирующих компонентов, позволяющих в требуемом

направлении менять свойства наплавленного металла. Стоимость оборудования для РСДПЭ сравнительно невелика. Так сварочный трансформатор обеспечивающий максимальную величину сварочного тока 200 А стоит 8000 рублей. Стоимость трансформатора рассчитанного на сварочный ток 250 А составляет 16000 рублей. Рассмотрены самые дешевые варианты. В настоящее время для реализации способа РСДПЭ применяют инверторные источники. Стоимость данного оборудования ненамного дороже, однако данное оборудование снабжено такими полезными для сварщика функциями как увеличение сварочного тока в момент угасания сварочной дуги или прилипания электрода. Уверенно зажигать сварочную дугу позволяет функция Hot Start. Такая функция как PWS позволяет нажатием кнопки поменять полярность сварочного источника. Конечно, применение перечисленных функций увеличивает производительность процесса сварки в целом, но она остается низкой [29].

Рассмотрим возможные для применения для данного изделия способы сварки. Предпочтительным вариантом является сварка плавлением. Из возможных вариантов данного способа рассмотрим, в первую очередь, ацетилено-кислородную сварку. Схема реализации данного способа представлена на рисунке 8.

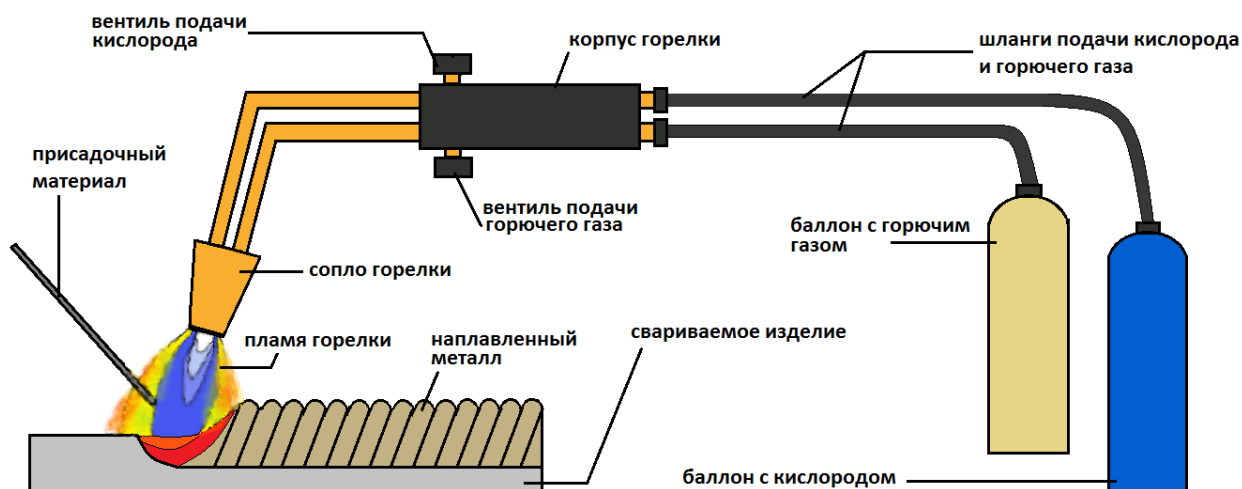


Рисунок 8 – Схема реализации способа ацетилено-кислородной сварки

Положительными моментами для данного способа являются простое и дешевое оборудование. Так стоимость газовой горелки находится в пределах 2 – 4 тысяч рублей. Другим положительным моментом для данного способа является легкость, при необходимости, предварительного подогрева свариваемого изделия. Кроме того, само по себе газовое пламя может обеспечить другие полезные функции [28].

Однако для данного способа есть ряд отрицательных моментов. Газовое пламя является рассредоточенным источником нагрева, что снижает производительность процесса. Длительное пребывание металла в зоне высоких температур отрицательно сказывается на его механических характеристиках, способствует росту зерна.

Устранить затраты времени на замену электрода можно применив длинный электрод при подаче его в зону горения сварочной механизированным способом, рисунок 9.

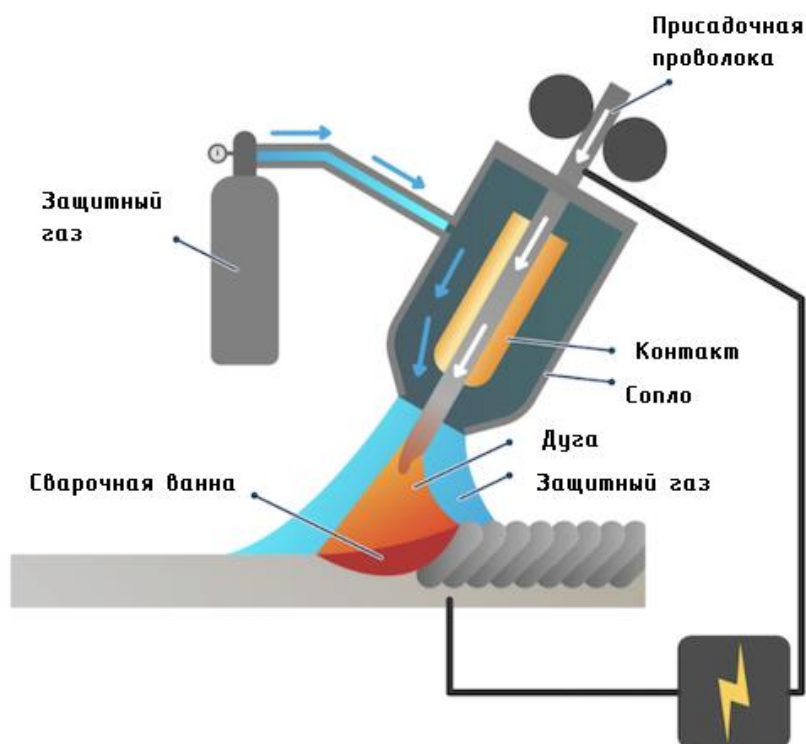


Рисунок 9 – Схема механизированной сварки

Для защиты зоны горения дуги может быть применен углекислый газ, аргон или газовые смеси. К плюсам такого способа сварки можно отнести помимо исключения прерывания процесса сварки для замены электрода токоподвод приближен к зоне горения дуги. При этом можно увеличить силу сварочного тока, так как ток проходит к месту горения дуги на участке небольшой длины. Применение газовых смесей исключает из технологического процесса операции удаления шлака. Однако есть и минусы. Обмазка электрода содержит необходимые для управления свойствами наплавленного металла компоненты. Слой закристаллизовавшегося шлака замедляет процессы охлаждения металла шва и околошовной зоны. Меньше вероятность образования закалочных структур [27].

Поэтому применяют технологический процесс сварки порошковой проволокой. Обмазка электрода окружена металлической оболочкой. Такое техническое решение позволяет обойтись без баллонов с газом, при использовании самозащитной проволоки, в наполнитель проволоки можно вводить легирующие и иные компоненты. Сварной шов закрыт сверху слоем шлака.

Однако у данного технического решения есть и минусы. Тонкая оболочка требует аккуратного обращения при намотке проволоки из общей бухты на катушки. Кроме того, стоимость. Данная присадочная проволока отличается высокой стоимостью [26].

Метод сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов позволяет соединять сваркой легированные стали, цветные металлы, активные металлы. Применяется из инертных газов для защиты сварочной ванны гелий и аргон. Сварщику не составляет труда поддерживать длину дуги, электрод не плавится. За счет всех этих технических решений получается шов высокого качества.

Есть у данного способа сварки и отрицательные стороны, если сварка выполняется на открытом воздухе внезапные порывы ветра приведут к

нарушению газовой защиты. При сварке активных металлов и сплавов требуется тщательная подготовка свариваемых поверхностей.

На основании анализа преимуществ и недостатков каждого рассмотренного способа сварки мачты следует сделать вывод, что для построения проектной технологии целесообразно применить механизированную сварку согласно ГОСТ 14771-76 проволокой сплошного сечения в углекислом газе.

Технологический процесс, согласно ГОСТ 3.1109-82 это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда..

«Главное требование к технологии сварки – обеспечение необходимого уровня качества при заданной производительности труда с наименьшими затратами» [1].

2.2. Разработанная технология сварки мачты

В качестве защитного газа предложено применять углекислый газ высшего сорта по ГОСТ 8050. Высший сорт предусматривает содержание непосредственно двуокиси углерода 99,8%.

«В качестве сварочной проволоки предложено применить проволоку сплошного сечения диаметром 1,2 мм ARISTOROD 12.63 производства концерна ESAB. Качество сварочной проволоки должно соответствовать ГОСТ 2264. Упаковка сварочных материалов должна быть проведена согласно требованиям ТУ на эти материалы. Обязательно наличие сертификатов предприятия-изготовителя, которые удостоверяют качество поставленной сварочной проволоки. Очищенная и намотанная в кассеты сварочная проволока должна храниться в закрытых помещениях, температура в которых не опускается ниже +15 °С. При этом на каждой кассете с проволокой на видном месте необходимо выполнить маркировку несмываемой краской. При намотке проволоки на кассеты следят за тем, чтобы не было перегибов. Сварочные проволоки в зависимости от условий

поставки могут быть полированными, омеднёнными или осветлёнными» [13].

Проволока ОК ARISTOROD 12.63 (ESAB), ее химический состав представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав сварочной проволоки ОК ARISTOROD 12.63 (ESAB)

Углерод	Марганец	Кремний	Сера, максимально	Фосфор, максимально
0,06-0,14 %	1,60-1,85 %	0,8-1,15 %	0,025 %	0,025

«Неомеднённая легированная сварочная проволока ОК ARISTOROD 13.08 предназначена для сварки ответственных изделий из низкоуглеродистой и низколегированной стали. Проволока имеет пониженную чувствительность к порообразованию при сварке по окисленным и загрязненным поверхностям. Отсутствие омеднения позволяет избежать засорения проволокопровода и пригорания чешуек меди к рабочей поверхности контактного наконечника, значительно увеличивает срок службы расходных деталей горелки. Поэтому проволока рекомендуется для автоматической и роботизированной сварки, позволяет повысить срок службы сварочных наконечников» [16].

Химический состав наплавленного металла при использовании данной проволоки следующий, таблица 4.

Таблица 4 – Химический состав наплавленного металла проволокой ОК ARISTOROD 12.63 (ESAB)

C	Cu	Mn	P	S	Si
0,10 %	0,05 %	1,28 %	0,013 %	0,013 %	0,80 %

Предел текучести наплавленного металла достигает 475 Н/мм², предел прочности 570 Н/мм², при относительном удлинении 25%.

Затем следуют заготовительные операции. Необходимо разметить

металлопрокат согласно чертежа. Для разметки применяют рулетку, линейку измерительную, и чертилку. Затем следует на пиле отрезной TERMIX-МСВ310 нарезать двутавр №18 на отрезки для оголовка и уголок №7 на отрезки для ветвей элемента радиомачты согласно разметке, рисунок 10.

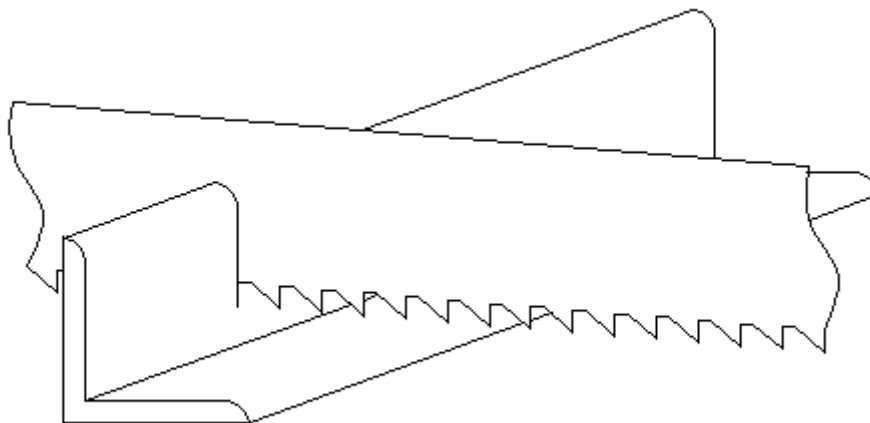


Рисунок 10 – Резка уголков на пиле ленточнопильной TERMIX-МСВ310

Для диафрагм нарезаем 16 уголков длиной 107 мм. Для поперечин длинных нарезаем уголки длиной 192 мм, в количестве 46 штук, для поперечин коротких нарезаем 46 уголков длиной 142 мм. Также следует нарезать уголок на отрезки для раскосов. Раскосы длинные уголки получаются длиной 275 мм, раскосы короткие получаются длиной 234 мм. Нарезать лист для плиты базы согласно чертежа, размеры листа 120x120 мм. Нарезать лист для косынок базы и оголовка и для пластин раскосной решетки согласно чертежа, размеры листа 150x150 мм.. Для данных операций применяют ножницы гильотинные. Места реза зачищаются с помощью машинки угловой шлифовальной МШУ-1-6-230. На станке сверлильном в базе выполняются отверстия под болты крепления к фундаменту.

Операции сборки под сварку изменений по сравнению с базовой технологией не претерпели, выполняются на универсальном сборочном приспособлении. Представляет из себя сваренные швеллера. В швеллерах

выполнены отверстия для крепления элементов оснастки. Общая длина приспособления 6 метров. В пазы элементов приспособления устанавливаем уголки, раскосы. Фиксируем все перечисленное струбцинами.

Затем выполняются прихватки. Сила сварочного тока принимается 120-140 А, напряжение дуги 19-22 В. Применяется постоянный ток обратной полярности. Расход углекислого газа 8-12 л/мин. Скорость подачи присадочной проволоки 140 м/час.

После того, как прихватки выполнены, выполняем контроль прихваток. Непроваренные и с трещинами прихватки удаляются с последующей сваркой вновь. Затем выполняется контроль геометрии изделия. При операции контроля применяем, в первую очередь, рулетки, металлические линейки. Геометрия отправной секции мачты должна соответствовать требованиям чертежа.

После положительных результатов контроля выполняем сварные швы согласно чертежу. Сила сварочного тока принимается 140-160 А, напряжение дуги 19-22 В. Применяется постоянный ток обратной полярности. Расход углекислого газа 10-12 л/мин. Скорость подачи присадочной проволоки 160 м/час. Последовательность наложения сварных швов от центра отправочного элемента к его краям.

Преимущественными соединениями являются нахлесточные, угловые и тавровые.

По окончании сварки выполняется операция зачистки сварных швов и после выполнения данных операций наступает очередь операции итогового контроля.

2.3. Операции контроля сварных швов мачты

Окончательный контроль предусмотрен визуально-измерительный. Перед контролем сварной шов и прилегающие к нему поверхности должны быть очищены от шлака и других загрязнений, затрудняющих осмотр, на ширину не менее 20 мм по обе стороны шва.

Дефекты, выявленные внешним осмотром, должны быть устранены перед проведением контроля другими методами.

Визуальный контроль сварных соединений проводится невооруженным глазом или с помощью оптических приборов. Расчетные соединения должны осматриваться с применением лупы десятикратного увеличения.

При внешнем осмотре выявляются наплывы, подрезы, прожоги, незаваренные кратеры, наружные трещины швов и околошовной зоны, непровары корня шва, пористость.

По результатам визуального контроля должны выполняться следующие требования:

- сварной шов должен иметь гладкую структуру с плавным переходом к основному металлу, при этом неровность не должна быть более 0,5 мм (если шов является легкодоступным) или не более 1 мм (если шов является труднодоступным);

- должны отсутствовать скопления пор и шлаковых включений, свищи, наплывы по всей длине сварного шва;

- не допускается наличие незаваренных кратеров.

По результатам ультразвукового контроля должны выполняться следующие требования:

- не допускается наличие непроваров в корне шва глубиной более 3 мм;

- не допускаются поры и шлаковые включения размером более 3 мм; -

не допускаются скопления пор более 5-штук на 1 см².

Если недопустимые дефекты были обнаружены, необходимо их устранить. Удаление дефекта выполняется механическим способом (абразивным инструментом, вырубкой, фрезеровкой) по всей длине дефекта плюс 10 мм в каждую сторону от дефекта. Запрещено выплавлять дефект дугowymi способами. Допустимо применение плазменно-дугowych процессов.

Если обнаружены сквозные трещины, перед их заваркой следует засверлить концы, чтобы исключить возможность дальнейшего роста трещины при нагреве от сварки. Заваривание дефектного участка следует выполнять на всю глубину.

Не допускается исправление дефектного участка более двух раз.

Для визуально-измерительного контроля применяется оборудование, которое представлено на рисунке 4-а. В состав комплекта для проведения визуально-измерительного контроля входят: инструкция РД 03-606-03, лупа просмотровая с подсветкой 3,5 х, лупы просмотровые 4х и 7х, лупа измерительная ЛИЗ-10х, универсальный шаблон сварщика УШС-3, наборы щупов и радиусных шаблонов, маркер по металлу, штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 с глубиномером, фонарик, линейка металлическая Л-300 (300 мм), футляр для хранения, рулетка, угольник металлический, рисунок 11.



Рисунок 11 – Оборудование для проведения визуально-измерительного контроля

2.4 Выбор и обоснование сварочного оборудования

По мере расширения области применения сварки и распространение её на получение изделий из тонких металлов, лёгких сплавов, низкоуглеродистых сталей и т.д. были усовершенствованы методы сварки

плавящимся электродом и разработан метод сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов (аргон, гелий). Были разработаны различные системы автоматического регулирования и управления сварочным процессом. Широко велись работы по внедрению механизации и автоматизации сварочных процессов. Разработка новых технологий процессов в расчёте на высокую степень механизации и автоматизации работ с начальной стадией внедрения – это одна из основных тенденций развития сварочной техники.

При выборе сварочного оборудования необходимо ориентироваться на:

- способ сварки;
- режим сварки;
- экономические показатели;
- технические возможности предприятия;
- годовую программу;
- достижения сварной науки и техники;
- максимальную производительность сварных работ.

В бакалаврской работе выбран способ механизированной сварки в среде углекислого газа, со следующими параметрами режима сварки:

- диаметр электродной проволоки $d_{э.п.} = 1,2\text{мм}$;
- сила сварочного тока 160А.

Для выполнения процесса сварки требуется сварочное оборудование, которое обеспечивает выбранные режимы сварки и соответствие вышеперечисленным требованиям, проведенный анализ позволяет выбрать полуавтомат моноблочного типа СВАРОГ ТЕСН MIG 350, рисунок 12.



Рисунок 12 – Полуавтомат СВАРОГ TECH MIG 350

Полуавтомат обеспечивает сварку MIG/MAG а также MMA. Питание от трехфазной сети, сила сварочного тока от 50А до 300А. Вес аппарата 31,5 кг. Аппарат способен работать со сварочной проволокой диаметром до 1,2 мм.

3 Безопасность и экологичность проекта

3.1 Технологическая характеристика объекта

Тема выпускной квалификационной работы: «Технологический процесс сварки мачты». Любым производственным процессам сопутствуют опасные и вредные производственные факторы. Задача раздела безопасность и экологичность бакалаврской работы опасные и вредные производственные факторы выявить и нейтрализовать [25].

Для изготовления рассматриваемого изделия применяется в настоящее время на предприятии вариант технологии сварки основанный на дуговой сварке штучными электродами. Предложен вариант дуговой сварки в газовой смеси. Он обладает следующими преимуществами. Производительность выше за счет того, что нет необходимости прерывать цикл сварки для замены израсходованного электрода. Кроме того, при сварке электрический ток идет не по всей длине присадочного стержня а по т.н. вылету. Это позволяет значительно увеличить силу сварочного тока [24].

Предлагаемая к внедрению на предприятии технология сборки и сварки состоит из таких операций как: операции, контроля заготовок и сварочных материалов, принимает участие в данной технологической операции дефектоскопист; подготовка заготовок к сварке, занимается данной технологической операцией слесарь-сборщик; соединение деталей при помощи прихваток, выполняемых посредством механизированной сварки, выполняет данные технологические манипуляции электросварщик; выполнение посредством механизированной сварных соединений, задействован при выполнении данных технологические манипуляции электросварщик; завершающая операция – контроль, задействован в ней дефектоскопист [23].

Таблица 3 - Технологический паспорт технического объекта

Наименование операции предлагаемого технологического варианта	Должность исполнителя	Оборудование необходимое для реализации предлагаемого технологического варианта	Вспомогательные материалы и вещества необходимые для предлагаемого технологического варианта
1) контроль заготовок и сварочных материалов	Дефектоскопист	Измерительный инструмент.	Рукавицы
2) подготовка заготовок к сварке	Слесарь-сборщик	Щетка металлическая, ветошь.	Рукавицы, ацетон
3) соединение деталей при помощи прихваток	Электросварщик	Сварочный аппарат для механизированной сварки	Рукавицы, сварочная проволока, защитный газ,
4) выполнение сварных соединений	Электросварщик	Сварочный аппарат для механизированной сварки	Рукавицы, сварочная проволока, защитный газ,
5) операция проверки качества готового узла	Дефектоскопист	набор визуально-измерительного контроля	Рукавицы, вода техническая

Анализ данных в таблице 3 позволяет в дальнейшем провести идентификацию опасных и вредных производственных факторов, которые возникают при реализации проектной технологии.

3.2 Систематизация профессиональных рисков

Рассмотрение операций технологического процесса в направлении поиска опасных и вредных факторов позволит систематизировать факторы для дальнейшего анализа, таблица 4. Травмы на производстве и профессиональные заболевания появляются по причине действия на организм работников опасных и вредных факторов. Если после непродолжительного действия появляются повреждения организма, это травма. Для появления профессионального заболевания требуется действие вредного фактора в течение продолжительного времени, месяцы, годы.

Таблица 4 – Систематизация профессиональных рисков

Наименование операции	Выявленный опасный или вредный фактор, угрожающий жизни и здоровью производственного персонала	Производственные объекты, являющиеся источником опасного или вредного фактора
1	2	3
1) контроль заготовок и сварочных материалов	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> - инструменты
2) подготовка заготовок к сварке	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека 	<ul style="list-style-type: none"> - ножницы гильотинные; - аппарат плазменной резки
3) соединение деталей при помощи прихваток	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; - подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - повышенное значение напряжения; 	<ul style="list-style-type: none"> - оснастка сборочная универсальная; - трубины; - угольник; - линейка; - сварочный аппарат СВАРОГ ТЕСН MIG 350 - зачистная машинка; - сварочная дуга;
4) выполнение сварных соединений	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; - опасные и вредные производственные факторы, связанные с высокой температурой производственных объектов 	<ul style="list-style-type: none"> - сварочный аппарат СВАРОГ ТЕСН MIG 350; - сварочная дуга; - сварочный аэрозоль; - нагретые края изделия

Продолжение таблицы 4

1	2	3
5) операция проверки качества готового узла	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека 	

В любом случае после систематизации профессиональных рисков потребуется разработка перечня мероприятий, технических и организационных, по нейтрализации воздействия рисков на человеческий организм [24].

3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Для уменьшения воздействия на организм работающих на производстве опасных и вредных факторов применяется комплекс организационных и технических мероприятий.

В первую очередь следует по приему на работу и периодически разъяснять причины возникновения опасных и вредных факторов и методы борьбы с ними. Кроме того, различного рода плакаты, вывешенные на видных местах напоминают работникам каждый день о борьбе с опасными и вредными факторами и причинах их возникновения. Все это организационные мероприятия. К техническим мероприятиям следует отнести различного рода барьеры, устанавливаемые вокруг опасного места, предохранительные устройства, срабатывающие при пересечении работником опасного места. Также для нейтрализации могут быть применены индивидуальные средства защиты, к которым относится специальная одежда, выполненная для нейтрализации опасного или вредного

фактора, различного рода маски, перчатки, специальная обувь, средства индивидуальной защиты.

Таблица 5 – Используемые с целью снижения влияния отрицательных производственных условий средства и методики

Выявленный опасный или вредный фактор, угрожающий жизни и здоровью производственного персонала	Организационные и технические средства нейтрализующие выявленные опасные и вредные факторы.	Средства нейтрализующие опасный или вредный фактор при размещении непосредственно на работнике.
1	2	3
1) острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.	1) на видных местах вывешиваются плакаты и информационные стенды по правилам поведения в той или иной ситуации; 2) вводные и периодические инструктажи по технике безопасности	Спецодежда, перчатки.
2) движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования;	1) ограждения и барьеры; 2) размещение в отведённых местах информационных плакатов и табличек 3) установка предохранительных устройств	Спецодежда, перчатки
3) повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;	1) местные вытяжные устройства; 2) устройства общеобменной вентиляции; 3) организация общецеховой системы вентиляции, обеспечивающей, в целом, удаление и поступление воздуха извне	Защитные маски
4) повышенное значение напряжения в электрической цепи.	1) организация защитного заземления; 2) периодические инструктажи по технике электробезопасности; 3) измерения сопротивления изоляции проводников; 4) измерения сопротивления заземляющей цепи	Спецодежда, перчатки
5) повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	1) проведение с персоналом инструктажа по технике безопасности; 2) удаление производственного персонала из места действия данного опасного фактора за счет механизации и автоматизации процесса	Спецодежда, перчатки
6) инфракрасное излучение	1) экранирование опасной зоны; 2) ограждения и барьеры	Спецодежда.

Предложенные технологические и организационные мероприятия, позволяют устранить негативное действие выявленных опасных и вредных производственных факторов.

3.4 Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке

По определению пожар – это неконтролируемый процесс горения. Причиной пожара может быть нарушение технологического регламента, неисправность производственного оборудования, несоблюдение сотрудниками правил пожарной безопасности. Соответственно и мероприятия по обеспечению пожарной безопасности направлены на борьбу с перечисленными причинами. Если рассматривать производственный участок изготовления рассматриваемого изделия то возможный пожар можно классифицировать как «Е» - горение веществ и материалов под напряжением, таблица 6.

Таблица 6 – Распознавание классов и опасных условий пожара

Участок	Установлено на участке оборудование	«Классификация по виду горящего вещества» [23]	«Наименование основных опасных факторов пожара» [23]	Наименование вторичных опасных факторов пожара
Участок, на котором осуществляется сборка и сварка рассматриваемого изделия	Сварочный аппарат EWM PHOENIX 351, горелка ABITIG 200 GRIP 4м BIS-75 GZ-2 машинка шлифовальная	Пожары, которые происходят за счет воспламенения и горения веществ и материалов на электроустановках, запитанных [23]	«Резкое повышение температуры на участке и вокруг него; выделение при горении токсичных продуктов и угарного газа; выделение аэрозолей, снижающих видимость на участке и вокруг него» [23]	«Короткие замыкания на оборудовании, запитанном высоким электрическим напряжением; действие на людей, находящихся в районе возгорания продуктов разложения составов, используемых для

На основании выполненного анализа, мы можем разработать перечень технических и организационных мероприятий, нейтрализующих причины возникновения пожара, таблица 7. Также необходимы мероприятия организационного характера, их краткий перечень отражен в таблице 8.

Таблица 7 – Перечень мер по обеспечению пожарной безопасности

Емкость с песком, переносные углекислотные огнетушители.	Средства, применяемые в начале возгорания
Специализированные расчеты (вызываются)	Мобильные средства пожаротушения
Нет необходимости для применения на производственном участке	Стационарные установки системы пожаротушения
Нет необходимости для применения на производственном участке	Средства пожарной автоматики
Пожарный кран	Пожарное оборудование
План эвакуации	Средства, обеспечивающие эвакуацию персонала
Ведро конусное, лом, лопата штыковая	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)
Кнопка оповещения, телефон в помещении начальника участка	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.

Таблица 8 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности производственного участка

Наименование участка	Перечень мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
«Участок для сборки и сварки мачты (механизированная сварка по методу MIG)» [23]	«Инструктаж сотрудников производственного участка правилам предупреждения возгораний и действиям в случае возгорания, деловые игры с сотрудниками по тематике борьбы с пожарами» [23].	«На участке необходимо иметь первичные средства пожаротушения в достаточном количестве, должны быть защитные экраны, ограничивающие разлет искр» [23].

В таблицах разработаны мероприятия против возникновения пожара и предусмотрены средства для устранения пожара.

3.5 Экологическая безопасность разработанного технического объекта

Опасные и вредные факторы сварочного участка помимо действия на производственный персонал оказывают негативное действие на окружающую среду, таблица 9.

Таблица 9 – Систематизация факторов негативно влияющих на окружающую среду

Наименование технологического процесса	Перечень операций, технологического процесса	Факторы, негативно влияющие на атмосферу	Факторы, негативно влияющие на гидросферу	Факторы, негативно влияющие на литосферу
Механизированная сварка по методу MIG.	«контроль заготовок и сварочных материалов, подготовка заготовок к сварке, сборка, операция прихватки, операция сварки контрольные операции» [23]	«Выделяемые в процессе горения пламени аэрозоли, частицы сажи и газообразные частицы» [14]	«Химикаты, используемые в процессе проявления рентгеновской пленки» [14].	«Упаковочный материал от присадочных материалов, мусор – бытовой и производственный» [14].

При оценке экологичности проектного технологического процесса рассмотрены отрицательные воздействия результатов проведения процесса на окружающую среду – атмосферу, гидросферу и литосферу. Предложенные в таблице 10 мероприятия позволяют выполнить экологические требования, предъявляемые предприятию со стороны природоохранных организаций.

Таблица 10 – Борьба с факторами негативно влияющими на окружающую среду

Наименование мер борьбы	Сварка
Борьба с факторами негативно влияющими на атмосферу.	«Оснащение вентиляционной системы фильтрами, позволяющими выполнить сбор и утилизацию выделяющихся при горении дуги вредных продуктов» [6].
Борьба с факторами негативно влияющими на гидросферу	Контроль утечек воды технической при проведении контроля герметичности.
Борьба с факторами негативно влияющими на литосферу	«Установка на участке сварки соответствующих емкостей для сбора отходов производственного цикла и при проведении повторных инструктажей подробное разъяснение необходимости складирования отходов производственного цикла в установленные емкости» [6].

В рамках решения 4 задачи бакалаврской работы выявлены факторы, оказывающее негативное влияние на производственный персонал и окружающую среду. Для успешной борьбы с выявленными факторами предложены уже применяющиеся методики, включающие в себя организационные и технические мероприятия. К числу организационных следует отнести периодические разъяснения причины возникновения опасных и вредных факторов и методы борьбы с ними, во время проведения вводных и ежеквартальных инструктажей. Кроме того, различного рода плакаты, вывешенные на видных местах напоминают работникам каждый день о борьбе с опасными и вредными факторами и причинах их возникновения. К числу технических мероприятий следует отнести различного рода барьеры, устанавливаемые вокруг опасного места, предохранительные устройства, срабатывающие при пересечении работником опасного места. Также для нейтрализации факторов, оказывающих негативное влияние, могут быть применены индивидуальные средства защиты, к которым относится специальная одежда, выполненная для нейтрализации опасного или вредного фактора, различного рода маски, перчатки, специальную обувь.

4 Экономические расчеты

4.1 Вводная информация для расчета

Для решения пятой задачи бакалаврской работы необходимо рассчитать экономические параметры разработанной технологии сварки. На основании анализа передовых достижений сварочной науки и возможных вариантов сварки рассматриваемого изделия предложен способ механизированной сварки в газовой смеси. Для реализации предлагаемых технических решений на сварочный участок требуется установка нового оборудования. Также в работе спроектирована специализированная оснастка для сборки рассматриваемого изделия. По этим позициям необходимо будет рассчитать капитальные затраты. Затраты должны быть компенсированы за счет увеличения производительности и качества. Причем, время в течение которого должны быть компенсированы капитальные затраты ограничено. В целом, по машиностроению нормативный срок окупаемости капитальных вложений принят 3 года.

Применяемый в настоящее время на предприятии вариант технологии сварки основан на дуговой сварке штучными электродами. Сварка по предлагаемому варианту в газовой смеси обладает следующими преимуществами. Производительность выше за счет того, что нет нужды прерывать цикл сварки для замены израсходованного электрода. Кроме того, при сварке электрический ток идет не по всей длине присадочного стержня а по т.н. вылету. Это позволяет значительно увеличить силу сварочного тока.

Экономические расчёты требуют таких сведений как величины коэффициентов различных принятых в промышленности, размер почасовой тарифной ставки, стоимость электрической энергии, и т.д. Все эти данные для применяемого технологического варианта и предлагаемого систематизируем в таблице 11.

Таблица 11 – Вводная информация для выполнения расчетов

Наименование показателя	Обозначение показателя в формуле	В чем измеряются финансовые показатели	Численные значения финансовых показателей	
			Применяемый вариант	Предлагаемый вариант
1	2	3	4	5
Коэффициент, позволяющий при расчетах определить заводские расходы	$K_{зав}$	-	1,15	1,15
Коэффициент, позволяющий при расчетах определить цеховые расходы	$K_{цех}$	-	1,5	1,5
Требуемый разряд рабочих	P_p	-	V	IV
Оплата рабочему за один час отработанного времени	$Cч$	Р/час	200	175
Режим сменности	$K_{см}$	-	1	1
Коэффициент, позволяющий рассчитать доплаты к основной заработной плате	$K_{доп}$	%	12	12
Коэффициент, позволяющий рассчитать отчисления на дополнительную заработную плату	K_d	-	1,88	1,88
Коэффициент, позволяющий рассчитать выполнение нормы	$K_{вн}$	-	1,1	1,1
Коэффициент, позволяющий рассчитать транспортно-заготовительные расходы	$K_{т-з}$	%	5	5
Цена приобретения применяемого и предлагаемого оборудования	$Ц_{об}$	Руб.	150000	340000
Значения мощности применяемого и предлагаемого оборудования	$M_{уст}$	кВт	5	8
Коэффициент, позволяющий рассчитать отчисления на социальные потребности	$K_{сн}$	%	34	34
Коэффициент, позволяющий рассчитать амортизацию оборудования	$На$	%	21,5	21,5
Коэффициент, позволяющий рассчитать затраты на монтаж предлагаемого оборудования и демонтаж применяемого оборудования	$K_{мон}$ $K_{дем}$	%	3	5
Стоимость электрической энергии для промышленных предприятий	$Ц_{э-э}$	Р/ кВт	3,02	3,02
Значения коэффициента полезного действия предлагаемого оборудования применяемого оборудования	КПД	-	0,7	0,85
Площадь занимаемая предлагаемым и применяемым оборудованием	S	м ²	11	11

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5
Затраты на эксплуатацию производственных площадей для предприятия	$C_{\text{эксп}}$	$(P/m^2)/\text{год}$	2000	2000
Принятые значения цены производственных площадей	$C_{\text{пл}}$	P/m^2	30000	30000
Коэффициент, позволяющий рассчитать норму амортизации производственных площадей под предлагаемое оборудование и применяемое оборудование	$Ha_{\text{пл}}$	%	5	5
Коэффициент, позволяющий рассчитать необходимость в дополнительной производственной площади	$K_{\text{пл}}$	-	3	3

4.2 Расчёт фонда времени работы оборудования

Общее время работы оборудования и рабочих составляет годовой фонд времени. Для предлагаемого варианта технологии и применяемого на предприятии данный экономический показатель одинаков.

Для определения данного экономического показателя понадобится общее количество рабочих дней в году $D_p = 277$ дней, продолжительность одной смены $T_{\text{см}} = 8$ часов, общее количество дней в преддверии праздников $D_{\text{п}} = 7$ дней, в эти дни продолжительность смены по принятому законодательству меньше на $T_{\text{п}} = 1$ час, режим работы предприятия односменный, следовательно количество смен $K_{\text{см}} = 1$. По приведенной зависимости выполняем расчетное определение годового фонда времени:

$$F_{\text{н}} = (D_p \cdot T_{\text{см}} - D_{\text{п}} \cdot T_{\text{п}}) \cdot K_{\text{см}} . \quad (2)$$

Расчёты согласно (2) показывают значение 2209 часов:

$$F_{\text{н}} = (277 \cdot 8 - 7 \cdot 1) \cdot 1 = 2209 \text{ ч.}$$

Время работы оборудования необходимо уменьшить на величину обусловленную потерями рабочего времени, коэффициент $B = 7\%$:

$$F_{\text{э}} = F_{\text{н}}(1-B/100). \quad (3)$$

Расчёты согласно (3) показывают значение 2054 часа:

$$F_{\text{э}} = 2209 \cdot (1 - 7/100) = 2054 \text{ ч.}$$

4.3 Расчёт штучного времени

Штучное время $t_{\text{шт}}$ можно найти сложив затраты времени машинного $t_{\text{маш}}$; вспомогательного $t_{\text{всп}}$; времени обслуживания оборудования $t_{\text{обсл}}$; времени на личный отдых $t_{\text{отд}}$ и подготовительно-заключительного времени $t_{\text{п-з}}$.

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{п-з}} + t_{\text{отд}} + t_{\text{всп}} + t_{\text{обсл}} + t_{\text{маш}} + t_{\text{п-з}} \quad (4)$$

Для определения машинного времени расчетным способом понадобятся численные значения скорости сварки и суммарная протяженность сварного соединения. Скорость сварки для применяемого на предприятии технологического процесса составляет $V_{\text{св}} = 20-25$ см/мин, для предлагаемого $V_{\text{св}} = 50-55$ см/мин.

Протяженность сварных швов неизменна для применяемого и предлагаемого варианта и составляет $L = 2000$ миллиметров.

Для определения машинного времени воспользуемся зависимостью:

$$t_{\text{маш}} = \frac{\sum L}{V_{\text{св}}} \quad (5)$$

Машинное время, рассчитанное для применяемого и предлагаемого варианта, составит:

$$t_{\text{машб}} = 200/20 = 10 \text{ мин} = 0,16 \text{ час}$$

$$t_{\text{машпр}} = 200/50 = 4 \text{ мин} = 0,06 \text{ час}$$

Штучное время, рассчитанное для применяемого на предприятии и

предлагаемого варианта систематизируем в таблице 12:

Таблица 12 – Штучное время, мин.

Вариант	$t_{\text{маш}}$	$t_{\text{всп}}$ 15%	$t_{\text{обсл}}$ 10%	$t_{\text{отл}}$ 5%	$t_{\text{п-з}}$ 1%	$t_{\text{шт}}$
Применяемый:	10	1,5	1	0,5	0,01	13,01
Предлагаемый	4	0,6	0,4	0,2	0,004	5,2

Согласно заданию на выпускную квалификационную работу годовая программа составляет $\Pi_{\Gamma}=500$ изделий в год.

Для определения нужного количества технологического оборудования $n_{\text{расч}}$, нам необходимо знание коэффициента выполнения нормы, для применяемого и предлагаемого варианта технологии он одинаков, $K_{\text{вн}} = 1,03$, и эффективного фонда работы оборудования. Расчеты выполняются согласно формуле:

$$n_{\text{РАСЧ}} = \frac{t_{\text{ШТ}} \cdot \Pi_{\Gamma}}{F_{\text{Э}} \cdot K_{\text{ВН}}} \quad (6)$$

Определенное по формуле (6) нужное число оборудования составляет:

$$n_{\text{РАСЧ.б}} = \frac{0,21 \cdot 500}{2054 \cdot 1,1} = 0,04 \text{ед.}, \quad n_{\text{РАСЧ.пр}} = \frac{0,08 \cdot 500}{2054 \cdot 1,1} = 0,17 \text{ед.}$$

Согласно проведенным расчётам для предлагаемого варианта требуется одна единица оборудования и для применяемого варианта также требуется одна единица оборудования. Тогда для определения коэффициента загрузки для предлагаемого варианта и применяемого нам потребуются расчеты по зависимости:

$$K_3 = n_{\text{расч}}/n_{\text{пр}}. \quad (7)$$

Полученные расчетным путем по формуле (7) коэффициенты загрузки K_3 для применяемого на предприятии варианта и предлагаемого варианта:

$$K_{3б} = 0,04/1 = 0,04; \quad K_{3п} = 0,017/1 = 0,017.$$

4.4 Определение заводской себестоимости применяемого и предлагаемого вариантов

Для выполнения сварных швов в применяемом варианте технологии необходимы штучные электроды. Предлагаемый вариант технологического процесса нуждается в сварочной проволоке и защитных газах.

Для определения расходов M на требуемые для выполнения сварных соединений штучные электроды выполним необходимые расчеты согласно формулы:

$$M = C_M \cdot H_p \cdot K_{Т-З} \quad (8)$$

где норма расходов H_p , цена штучных электродов C_M и коэффициента $K_{ТЗ}$ транспортно-заготовительных расходов.

Определенные согласно (8) для применяемого и предлагаемого варианта:

$$M_{баз.} = 11 \cdot 5 \cdot 1,05 = 63,5 \text{ руб.},$$

Определенные согласно (8) расходы на электроды для применяемого варианта:

$$M_{баз.} = 11 \cdot 5 \cdot 1,05 = 63,5 \text{ руб.},$$

Для выполнения сварных швов в предлагаемом варианте технологии необходима сварочная проволока и газовая смесь штучные электроды. Предлагаемый вариант технологического процесса нуждается в сварочной проволоке и защитных газах.

Определенные согласно (8) расходы на сварочную проволоку и газовую смесь для применяемого варианта:

$$M_{баз.} = 11 \cdot 5 \cdot 1,05 = 63,5 \text{ руб.},$$

Для определения основной заработной платы $Z_{осн}$ работников, нам понадобятся численные значения штучного времени $t_{шт}$, часовой тарифной ставки $C_ч$ и значения коэффициента $K_д$ доплат. Размер основной заработной платы определяется по формуле:

$$Z_{осн} = t_{шт} \cdot C_ч \cdot K_д. \quad (9)$$

Основная заработная плата рабочих для применяемого и предлагаемого вариантов технологии определенная согласно формулы (9) составляет:

$$Z_{осн.баз.} = 0,21 \cdot 200 \cdot 1,88 = 78,96 \text{ руб.},$$

$$Z_{осн.проектн.} = 0,08 \cdot 175 \cdot 1,88 = 26,23 \text{ руб.}$$

Для расчета дополнительной заработной платы $Z_{доп}$ воспользуемся значениями коэффициента $K_{доп}$ которые составляют 12 %:

$$Z_{доп} = \frac{K_{доп}}{100} \cdot Z_{осн}. \quad (10)$$

После выполнения расчетов согласно (10) по применяемому и предлагаемому вариантам дополнительная заработная плата составит:

$$Z_{доп.базов.} = 78,96 \cdot 12/100 = 9,47 \text{ руб.},$$

$$Z_{доп.проектн.} = 26,23 \cdot 12/100 = 3,15 \text{ руб.}$$

Определить размер фонда заработной платы $\Phi ЗП$ можно просуммировав основную заработную плату работников $Z_{осн}$ и дополнительную $Z_{доп}$ заработную плату работников:

$$\Phi ЗП_{базов.} = 78,96 + 9,47 = 88,43 \text{ руб.},$$

$$\Phi ЗП_{проектн.} = 26,23 + 3,15 = 29,38 \text{ руб.}$$

Для расчета отчислений $O_{сн}$ на социальные потребности, воспользуемся коэффициентом $K_{сн}$ и расчет проведем по следующей формуле:

$$O_{CH} = \PhiЗП \cdot K_{CH} / 100. \quad (11)$$

Размер отчислений O_{CH} на социальные потребности, по применяемому и предлагаемому вариантам определенным согласно (11) составит:

$$O_{CH_{\text{баз.}}} = 88,43 \cdot 34 / 100 = 30,06 \text{ руб.},$$

$$O_{CH_{\text{проектн.}}} = 29,38 \cdot 34 / 100 = 9,98 \text{ руб.}$$

Для определения суммарных затрат $Z_{об}$ на оборудование, которое используется для применяемого и предлагаемого вариантов, просуммируем расходы на амортизацию $A_{об}$ и на электрическую энергию $P_{ээ}$:

$$Z_{об} = A_{об} + P_{ээ}. \quad (12)$$

Для определения размера амортизации $A_{об}$ понадобится информация по цене оборудования $Ц_{об}$, по норме амортизации H_a , ранее рассчитанным значениям машинного времени $t_{\text{маш}}$, и эффективного фонда времени $F_э$ по формуле:

$$A_{об} = \frac{Ц_{об} \cdot H_a \cdot t_{\text{МАШ}}}{F_э \cdot 100}. \quad (13)$$

После расчетов согласно (13) значения амортизации оборудования по применяемому и по предлагаемому вариантам технологии составят:

$$A_{\text{ОБ.БАЗ}} = \frac{150000 \cdot 0,16 \cdot 21,5}{2054 \cdot 100} = 2,61 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{ОБ.ПР}} = \frac{340000 \cdot 0,06 \cdot 21,5}{2054 \cdot 100} = 2,13 \text{ руб.}$$

Для определения размера затрат на электрическую энергию $P_{ээ}$ по применяемому и предлагаемому вариантам воспользуемся значениями мощности оборудования $M_{\text{уст}}$, стоимости электрической энергии для

промышленных предприятий $C_{\text{ээ}}$ и рассчитанными ранее значениями машинного времени $t_{\text{маш}}$, также нам потребуется величина коэффициента полезного действия оборудования $KПД$. Расчет будем вести по формуле:

$$P_{\text{э-э}} = \frac{M_{\text{вст}} \cdot t_{\text{маш}} \cdot C_{\text{э-э}}}{KПД} \quad (14)$$

После расчетов согласно (14) значения расходов на электроэнергию по применяемому и по предлагаемому вариантам технологии составят:

$$P_{\text{ээ баз}} = 6,8 \cdot 0,16 \cdot 3,2 / 0,7 = 4,97 \text{ руб.},$$

$$P_{\text{ээ пр}} = 60 \cdot 0,06 \cdot 3,2 / 0,85 = 13,55 \text{ руб.}$$

Просуммировав согласно формуле (12) значения расходов на оборудование по применяемому и предлагаемому вариантам получим следующие значения:

$$Зоб_{\text{баз.}} = 2,61 + 4,97 = 7,58 \text{ руб.},$$

$$Зоб_{\text{проектн.}} = 2,13 + 13,55 = 15,68 \text{ руб.}$$

Для определения размера технологической себестоимости необходимо просуммировать все определенные ранее в разделе 4.4 затраты.

$$C_{\text{ТЕХ}} = M + \PhiЗП + O_{\text{СН}} + З_{\text{ОБ}} \quad (15)$$

Определенная согласно формуле (15) технологическая себестоимость для применяемого в настоящее время на производстве и предлагаемого к внедрению варианта технологии составит:

$$C_{\text{ТЕХБаз}} = 63,5 + 88,43 + 30,06 + 7,58 = 189,57 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ТЕХПроектн}} = 63,5 + 29,38 + 9,98 + 15,68 = 118,54 \text{ руб.},$$

Для определения размера цеховой себестоимости $C_{\text{цех}}$ необходимо к вычисленному значению технологической себестоимости $C_{\text{тех}}$, приплюсовать

произведение основной заработной платы $Z_{\text{осн}}$ на значение коэффициента $K_{\text{цех}}$ цеховых расходов:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = C_{\text{ТЕХ}} + Z_{\text{осн}} \cdot K_{\text{ЦЕХ}} \quad (16)$$

Определенная согласно формуле (16) цеховая себестоимость для применяемого в настоящее время на производстве и предлагаемого к внедрению варианта технологии составит:

$$C_{\text{ЦЕХБаз}} = 189,57 + 1,5 \cdot 78,96 = 189,57 + 118,44 = 308,01 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ЦЕХПроктн}} = 118,54 + 1,5 \cdot 26,23 = 118,54 + 39,34 = 157,88 \text{ руб.}$$

Для определения размера цеховой себестоимости $C_{\text{зав}}$ необходимо к вычисленному значению технологической себестоимости $C_{\text{цех}}$, приплюсовать произведение основной заработной платы $Z_{\text{осн}}$ на значение коэффициента $K_{\text{зав}}$ заводских расходов:

$$C_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + Z_{\text{осн}} \cdot K_{\text{ЗАВ}}. \quad (17)$$

Определенная согласно формуле (17) заводская себестоимость для применяемого в настоящее время на производстве и предлагаемого к внедрению варианта технологии составит:

$$C_{\text{ЗАВБаз}} = 308,01 + 1,15 \cdot 78,96 = 308,01 + 90,80 = 398,81 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ЗАВПроктн}} = 157,88 + 1,15 \cdot 26,23 = 157,88 + 30,16 = 188,04 \text{ руб.}$$

Выполнены в разделе 4.4 работы расчеты экономических показателей для применяемого в настоящее время на производстве и предлагаемого к внедрению варианта технологии. Сводные данные, которые используются для расчёта заводской себестоимости по проектному и базовому вариантам технологии, систематизированы в таблице 13. Далее определим капитальные затраты, которые понадобятся для установки нового оборудования и демонтажа старого.

Таблица 13 – Результаты расчетов показателей себестоимости предлагаемого и применяемого вариантов

Наименование экономического показателя	Услов. обозн.	Калькуляция, руб	
		Применяемый	Предлагаемый
1. Расходы на вспомогательные материалы	<i>М</i>	63,5	63,5
2. Расходы на заработную плату	<i>ФЗП</i>	88,43	29,38
3. Отчисления на соц. нужды	<i>Осн</i>	30,06	9,98
4. Затраты на оборудование	<i>Зоб</i>	7,58	15,68
5. Технологическая себестоимость	<i>Стех</i>	189,57	118,54
6. Цеховые расходы	<i>Рцех</i>	118,44	39,34
7. Цеховая себестоимость	<i>Сцех</i>	308,01	157,88
8. Заводские расходы	<i>Рзав</i>	90,80	30,16
9. Заводская себестоимость	<i>Сзав</i>	398,81	188,04

4.5 Определение капитальных затрат

Для определения капитальных затрат применительно к используемому в настоящее время технологическому процессу, $K_{\text{общ. б.}}$ необходимо знать остаточную стоимость оборудования $\Pi_{\text{об.б.}}$, и рассчитанный согласно (5) коэффициент загрузки оборудования $K_{\text{з. б.}}$:

$$K_{\text{ОБЩБ}} = \Pi_{\text{ОББ}} \cdot K_{\text{ЗБ}} \quad (18)$$

При определении остаточной стоимости оборудования $\Pi_{\text{об.б.}}$ используемого для реализации применяемых технологических решений нам понадобится информация по рыночной стоимости оборудования $\Pi_{\text{перв}}$, сроку службы оборудования $T_{\text{сл}}$ и нормы амортизации $H_{\text{а}}$ оборудования:

$$\Pi_{\text{ОББАЗ}} = \Pi_{\text{ПЕРВ}} - (\Pi_{\text{ПЕРВ}} \cdot T_{\text{СЛ}} \cdot H_{\text{А}} / 100) \quad (19)$$

Расчет выполненный по формуле (19) показывает, что остаточная стоимость составит 85500 рублей:

$$\Pi_{\text{ОБ.Баз.}} = 150000 - (150000 \cdot 2 \cdot 21,5 / 100) = 85500 \text{ руб.,}$$

Тогда расчет выполненный по формуле (18) показывает, что с учетом коэффициента загрузки величина $K_{\text{общ. б.}}$ составит 27350 рублей.

$$K_{\text{ОБЩБаз.}} = 1 \cdot 85500 \cdot 0,55 = 27360 \text{ руб.}$$

Для того, чтобы найти капитальные затраты по разработанному в бакалаврской работе варианту $K_{\text{общ. пр.}}$ необходима информация о вложениях в оборудование $K_{\text{об. пр.}}$, вложениях в производственные площади, необходимые для установки оборудования $K_{\text{пл. пр.}}$, и о сопутствующих вложениях $K_{\text{соп.}}$: для расчета применим следующую формулу:

$$K_{\text{общ. пр.}} = K_{\text{об. пр.}} + K_{\text{пл. пр.}} + K_{\text{соп.}} \quad (20)$$

При расчетном определении капитальных вложений $K_{\text{общ. пр.}}$ в оборудование для выполнения операций по разработанному в бакалаврской работе варианту технологии необходима информация о цене оборудования $C_{\text{об. пр.}}$, коэффициенту транспортно-заготовительных расходов $K_{\text{ТЗ}}$ и коэффициенту загрузки оборудования $K_{\text{ЗП}}$ по проектному варианту:

$$K_{\text{ОБ.ПР}} = C_{\text{об.пр}} \cdot K_{\text{ТЗ}} \cdot K_{\text{ЗП}} \quad (21)$$

Расчет выполненный по формуле (22) показывает, что величина капитальных вложений по предлагаемому варианту технологии 96380 рублей:

$$K_{\text{ОБ.ПР}} = 340000 \cdot 1,05 \cdot 0,27 = 96390 \text{ руб.}$$

Чтобы рассчитать сопутствующие капитальные вложения $K_{\text{соп.}}$ необходимо учесть расходы на демонтаж $K_{\text{дем}}$ оборудования для ручной дуговой сварки и расходов на монтаж оборудования для механизированной сварки в смеси газов $K_{\text{монт}}$ расчеты выполняются по формуле:

$$K_{\text{соп}} = K_{\text{дем}} + K_{\text{монт}} \quad (22)$$

При определении расходов на демонтаж оборудования для ручной дуговой сварки $K_{\text{дем}}$ и монтаж оборудования для механизированной сварки в среде газов $K_{\text{монт}}$ необходима ранее определенная стоимость оборудования по применяемому варианту Π_6 и значения рыночной стоимости оборудования $\Pi_{\text{пр}}$ по предлагаемому варианту технологии. Также понадобится информация по значениям коэффициентам на монтаж и демонтаж оборудования $K_{\text{д}}$ и $K_{\text{м}}$, расчеты выполняются по формулам:

$$K_{\text{дем}} = \Pi_{\text{об.б}} \cdot K_{\text{д}} \quad (23)$$

$$K_{\text{монт}} = \Pi_{\text{об.пр}} \cdot K_{\text{м}} \quad (24)$$

Расчет выполненный по формулам (22), (23) и (24) соответствующих значений:

$$K_{\text{дем}} = 1 \cdot 150000 \cdot 0,05 = 7500 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{монт}} = 340000 \cdot 0,05 = 17000 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{соп}} = 7500 + 17000 = 24500 \text{ руб.}$$

Расчет выполненный по формуле (20) соответствующих значений:

$$K_{\text{общ.пр}} = 96390 + 24500 = 120890 \text{ руб.}$$

Для определения величины дополнительных капитальных вложений $K_{\text{доп}}$ нам потребуется информация по дополнительным капитальным затратам $K_{\text{общ.пр}}$ и $K_{\text{общ.б}}$ для применяемого на предприятии и разработанного в бакалаврской работе вариантов, расчеты выполняются по формуле:

$$K_{\text{доп}} = K_{\text{общ.пр}} - K_{\text{общ.б}} \quad (25)$$

Расчет выполненный по формуле (25) показывает, что величина дополнительных капитальных вложений составляет 93530 рублей:

$$K_{\text{доп}} = 120890 - 27360 = 93530 \text{ руб.}$$

Для определения величины удельных капитальных вложений $K_{\text{уд}}$ воспользуемся формулой:

$$K_{уд} = \frac{K_{общ.}}{П_{Г}}, \quad (26)$$

где $П_{Г}$ – годовая программа выпуска изделий согласно заданию на бакалаврскую работу.

Расчет выполненный по формуле (26) показывает размеры удельных капитальных вложений для предлагаемого $K_{удПроектн}$ и применяемого $K_{удБаз}$ вариантов технологии:

$$K_{удБаз.} = 27360/500 = 54,7 \text{ руб./ед.};$$

$$K_{удПроектн.} = 93530/500 = 187,0 \text{ руб./ед.}$$

4.6 Показатели экономической эффективности

Для определения величины снижения трудоёмкости $\Delta t_{шт}$ при внедрении предлагаемых в бакалаврской работе технических решений воспользуемся формулой:

$$\Delta t_{шт} = \frac{t_{штБ} - t_{штПр}}{t_{штБ}} \cdot 100\% . \quad (27)$$

где $t_{штБ}$ – штучное время для применяемого на предприятии варианта технологии, основанного на дуговой сварке штучными электродами, $t_{штПр}$ – предлагаемый в бакалаврской работе для сварки рассматриваемого изделия вариант механизированной сварки в смеси газов.

Расчет выполненный по формуле (28) показывает, что величина снижения трудоёмкости составляет 126%:

$$\Delta t_{шт} = \frac{13,01 - 5,2}{13,01} \cdot 100\% = 126\%$$

Для определения величины повышения производительности труда Π_T при внедрении предлагаемых в бакалаврской работе технических решений воспользуемся формулой:

$$\Pi_T = \frac{100 \cdot \Delta t_{\text{шт}}}{100 - \Delta t_{\text{шт}}} . \quad (28)$$

Расчет выполненный по формуле (29) показывает, что величина повышения производительности труда составляет 150%:

$$\Delta \Pi_T = \frac{100 \cdot 126}{100 - 126} = 150\%$$

Для определения величины снижения технологической себестоимости $\Delta C_{\text{ТЕХ}}$ при внедрении предлагаемых в бакалаврской работе технических решений воспользуемся формулой:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{C_{\text{ТЕХБ}} - C_{\text{ТЕХПР}}}{C_{\text{ТЕХБ}}} \cdot 100\% \quad (29)$$

Расчет выполненный по формуле (30) показывает, что величина снижения технологической себестоимости для варианта механизированной сварки в среде защитных газов составляет 70%::

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{189,57 - 55,04}{189,57} \cdot 100\% = 70\%$$

Для определения величины условно-годовой экономии $\text{Пр}_{\text{ож}}$ при внедрении предлагаемых в бакалаврской работе технических решений воспользуемся формулой:

$$\text{Пр}_{\text{ож.}} = \text{Э}_{\text{у.г.}} = \left(C_{\text{зав}}^{\text{б}} - C_{\text{зав}}^{\text{пр}} \right) \cdot \Pi_T . \quad (30)$$

Расчет выполненный по формуле (30) показывает, что величина ожидаемой прибыли для варианта механизированной сварки в среде защитных газов составляет 105385 рублей:

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{y.z.} = (398,81 - 188,04) \cdot 500 = 105385 \text{ руб.}$$

Для определения срока окупаемости $T_{ок}$ дополнительных капитальных вложений воспользуемся формулой:

$$T_{ок} = \frac{K_{доп}}{\mathcal{E}_{yг}} \quad . \quad (31)$$

Расчет выполненный по формуле (32) показывает, что дополнительные капитальные вложения окупятся в течение примерно 1 года:

$$T_{ок} = \frac{93530}{105385} \approx 1,0 \text{ год}$$

Для определения годового экономического эффекта $\mathcal{E}_г$, при внедрении предлагаемых в бакалаврской работе технических решений воспользуемся формулой:

$$\mathcal{E}_г = \mathcal{E}_{yг} - E_n \cdot K_{доп} \quad (32)$$

Расчет выполненный по формуле (32) показывает, что величина годового экономического эффекта с учетом компенсации капитальных затрат, определенных в разделе 4.4, составит 73860 рублей.:

$$\mathcal{E}_г = 105385 - 0,33 \cdot 93530 = 73860 \text{ руб.}$$

Применяемая на предприятии технологии сборки и сварки рассматриваемого изделия основана на дуговой сварке штучными электродами. Механизированная сварка по предлагаемому варианту в газовой смеси обладает преимуществами, согласно результатов расчетов обеспечивающих повышение производительности, что было поставлено в качестве цели бакалаврской работы.

Расчеты показали, что внедрение разработанных в бакалаврской работе технических решений позволит снизить величину трудоемкости на 70 %, и, свою очередь увеличить производительность труда на 150 %. Также к положительным сторонам предлагаемых технических решений следует отнести снижение размера технологической себестоимости на 70%.

Размер условно-годовой экономии при внедрении в производство предлагаемых технических решений составит 105385 рублей.

Если предлагаемые технические решения внедрить в производство для изготовления рассматриваемого изделия будет получен экономический эффект, с учетом компенсации капитальных затрат, определенных в разделе 4.4, составит 73860 рублей. Определенные в разделе 4.4 капитальные затраты, необходимые для внедрения предлагаемых технических решений, окупятся в течение 1 года, что меньше, чем нормативный срок окупаемости.

Выполненные в разделе 4 расчеты свидетельствуют о том, что предлагаемый вариант технологического процесса сварки изделия эффективен.

Заключение

В качестве цели выпускной квалификационной работы поставлено снижение трудоемкости при сварке мачт радиосвязи. Для достижения поставленной в проекте цели решены следующие задачи:

- выбран способ сварки взамен применяемого;
- для выбранного способа сварки подобраны технологические режимы, сварочные материалы;
- разработан технологический процесс, основанный на предлагаемом способе сварки;
- проработана защита производственного персонала и окружающей среды от опасных и вредных факторов;
- обоснованы предложенные решения с точки зрения экономических расчетов.

Анализ возможных вариантов сварки мачты позволил остановить выбор на технологическом процессе сварки мачты механизированной сваркой согласно ГОСТ 14771-76 проволокой сплошного сечения в углекислом газе. В качестве оборудования предложено применить полуавтомат СВАРОГ ТЕСН MIG 350. Полуавтомат обеспечивает сварку MIG/MAG а также MMA. Питание от трехфазной сети, сила сварочного тока от 50А до 300А. Вес аппарата 31,5 кг.

В результате внедрения проектного варианта технологического процесса изготовления мачты ожидается увеличение производительности труда, снижение себестоимости изделия на 1,9 %.

Годовой экономический эффект за счет снижения себестоимости изделия составит 73860 рублей.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Алешин, Н.П., Лысак В.И., Лукьянов В.Ф. Современные способы сварки: Учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2011. 59 с.
2. Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений. М.: Машиностроение. 2006. 368 с.
3. Афромеев А.А. Технология сборки и сварки полипропиленовых труб / А.А. Афромеев // Бакалаврская работа. Тольятти, ТГУ. – 2015. – 58 с. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/11599>.
4. Берлине, Ю.И., Балашов Ю.А. Технология химического и нефтяного аппаратостроения. М.: Машиностроение, 1976. 256 с.
5. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением: учебное пособие. Томск: Издательство ТПУ, 2008. 96 с.
6. Виноградов В.С. Технологическая подготовка производства сварных конструкций в машиностроении. М.: Машиностроение. 1981. 224с.
7. Горина, Л. Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве: учеб. пособие. Л. Н. Горина. Гриф УМО. Тольятти : ТолПИ. 2000. 79 с.
8. Гостюшин А. В. Энциклопедия экстремальных ситуаций. М.: Изд. «Зеркало», 1995. 288 с.
9. Гринин А. С., Орехов Н.А. Экологический менеджмент : учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 206 с.
10. Действия населения в чрезвычайных ситуациях. Пособие. Под общей редакцией В.А. Владимирова. М.: МЧС России, 1995. 230 с.
11. Егоров А.Г., Уполовникова Г.Н., Живоглядова И.А. Правила оформления выпускных квалификационных работ для бакалавриата и специалитета: учебно-методич. пособие по выполнению дипломного проекта. Тольятти.: ТГУ, 2011. 87 с.

12. Иванов В.П. Технология и оборудование для восстановления деталей машин. Минск: Техноперспектива. 2007. 458 с.
13. Климов А.С. Выпускная квалификационная работа бакалавра: Учебно-метод. пособие по выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра по направлению подготовки 150 700.62 «Машиностроение». Тольятти: ТГУ, 2014. 52с.
14. Козулин, М.Г. Технология изготовления сварных конструкций. Учеб-метод. пособие к курсовому проектированию. - Тольятти: ТГУ 2008. 77 с.
15. Колганов, Л. А. Сварочное производство. Учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. 512 с.
16. Косинцев, В.И. Основы проектирования химических производств и оборудования / В.И. Косинцев [и др.] – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 395 с.
17. Краснопевцева И. В. Экономическая часть дипломного проекта: метод. указания. Тольятти: ТГУ. 2008. 38 с.
18. Кудинова Г. Э. Организация производства и менеджмент: метод. указания к выполнению курсовой работы. Тольятти: ТГУ. 2005. 35 с.
19. Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста, программам магистратуры: учебно-методическое пособие. Тольятти: ТГУ, 2020. 39 с.
20. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка: Учеб. для сред. ПТУ. - 2-е изд. перераб. М.: Высш. школа, 1986. 208 с.
21. Сварка и резка в промышленном строительстве. Под ред. Малышева Б.Д. - М.: Стройиздат. 1977. 780с.
22. Фатхутдинов, Р.А. Организация производства: Учебник. М.: ИНФРА М. 2001. 672 с.
23. Цыганова Е.С. Технология и оборудование для ремонта трубного пучка теплообменника [Электронный ресурс] // Бакалаврская работа.

Тольятти, ТГУ. – 2020. – 64 с. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13202>
(дата обращения 24.05.2021).

24. Ahlblom B. Oxygen and its Role in Determining Weld Metal Microstructure and Toughness. A State of the Art Review. Reprinted in ASM Handbook. // ASM International. International Institute of Welding. 1984. Vol. 6. Doc. №. IX-1322.

25. Cresswell R. A. Gases and gas mixtures in MIG and TIG welding // Welding and Metal Fabrication. – 1972. – 40, № 4. – P. 114–119.

26. Dilthy U., Reisgen U., Stenke V. et al. Schutgase zum MAGM – Hochleistungsschweißen // Schweissen und Schneiden. – 1995. – 47, № 2. – S. 118–123.

27. Dixon K. Shielding gas selection for GMAW of steels // Welding and Metal Fabrication. – 1999. – № 5. – P. 8–13.

28. Evans G. Microstructure and Properties of Ferritic Steel Welds Containing Ti and B. // Welding Journal. 72 (8). 1996. P. 251-260.

29. Shiliang W., Weiping H., Bogang T. Improving the Toughness of Weld Metal by Adding Rare Earth Elements. // Welding International 3. 1986. P. 284-287.

30. Tsuboi J., Terashima H. Review of strength and toughness of Ti and Ti-B microalloyed deposits (en) Welding in the world. // Le Soudage dans le monde. 1983. Vol 21. Num. 11/12. ref : 33. P. 304-317.