

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)

Технологии сварочного производства и инженерия поверхностей
(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс и оборудование при изготовлении напольной вешалки
для малых помещений

Обучающийся

С.Р. Бандишоев
(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент К.В. Моторин
(ученая степень звание И.О. Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы «Технологический процесс и оборудование при изготовлении напольной стойки для малых помещений». Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 66 страниц, включая введение, заключения, 24 рисунок и 8 чертежей на листах формата А1. Целью выпускной квалификационной работы является повышение производительности при изготовлении напольной вешалки для малых помещений. В процессе изготовления корпуса реактора в сфере биотехнологии, обычно используется ручная дуговая сварка с покрытыми электродами. Однако этот метод не приносит желаемого уровня производительности из-за ограниченной скорости сварки.

По результатам детального анализа различных подходов к сварке, было рассмотрено и выбрано переходное решение от ручного процесса к механизированной сварке с использованием плавящегося электрода в комбинации с защитными газами. Этот подход позволяет достичь значительно более высокой скорости работы и гарантирует качество сварного соединения.

Для достижения целей выпускной бакалаврской работы были выполнены следующие шаги: анализированы исходные данные и существующие методы использования напольной вешалки, что позволило разработать описание новой напольной вешалки, исследовать характеристики материалов и оценить различные методы сварки, а также определить основные задачи проекта; разработан технологический процесс сборки и сварки напольной вешалки для малых помещений, включающий в себя все этапы производства. проведен экологический анализ предлагаемых технологических решений с целью оценки их воздействия на окружающую среду и выявления потенциальной угрозы для природной среды, а также разработана экономическая часть.

Abstract

Theme of the graduate qualification work "Technological process and equipment in the manufacture of floor stand for small premises". The graduate qualification work consists of an explanatory note on 66 pages, including an introduction, conclusion, 24 figures and 8 drawings on A1 sheets. The purpose of the graduate qualification work is to increase productivity in the manufacture of floor hangers for small rooms. In the process of fabrication of reactor vessel in the field of biotechnology, manual arc welding with coated electrodes is commonly used. However, this method does not bring the desired level of productivity due to the limited welding speed.

Based on a detailed analysis of different welding approaches, a transitional solution from manual process to mechanized welding using a fusion electrode in combination with shielding gases was considered and selected. This approach achieves a significantly higher operating speed and guarantees the quality of the welded joint.

In order to achieve the goals of the final bachelor's thesis the following steps were performed: the initial data and existing methods of using floor hangers were analyzed, which allowed to develop a description of a new floor hanger, to study the characteristics of materials and evaluate different welding methods, as well as to determine the main objectives of the project; the technological process of assembly and welding of floor hangers for small rooms was developed, including all production stages. an environmental analysis of the proposed technological solutions was carried out in order to.

Содержание

Введение.....	6
1 Анализ исходных данных и известных решений по изготовлению напольных вешалок для одежды	7
1.1 Описание конструкций известных напольных вешалок	7
1.2 Описание предлагаемой напольной вешалки	13
1.3 Свойства материала напольной вешалки	14
1.4 Анализ возможных способов сварки напольной вешалки для одежды.	15
2 Разработка технологического процесса изготовления напольной вешалки для малых помещений	22
2.1 Разметка труб	22
2.2 Резка труб	22
2.3 Резка основания вешалки.....	23
2.4 Гибка крючков	25
2.5 Сборка и сварка крючков.....	25
2.6 Сборка и сварка штанги-стойки с основанием.....	26
2.7 Контроль качества	27
3 Выбор и разработка оборудования и приспособлений для сборки и сварки напольной вешалки для малых помещений	28
3.1 Отрезная пила Вихрь ОП-355/2500 72/15/1	28
3.2 Листовые ножницы по металлу ЗУБР ЗНЛ-500	29
3.3 Сварочный инвертор Сварог REAL MIG 200	31
3.4 Приспособление для сборки и сварки стойки для спортивной штанги.	33
4 Безопасность и экологичность технического объекта	36
4.1 Конструктивно-технологические и организационно-технические характеристики изготовления напольной вешалки для малых помещений	36
4.2 Идентификация профессиональных рисков	38
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	39

4.4 Обеспечение пожарной безопасности	40
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта	42
4.6 Заключение разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра	43
5 Оценка экономической эффективности выпускной квалификационной работы.....	45
5.1 Исходная информация для выполнения экономических расчетов	45
5.2 Расчёт фонда времени работы оборудования	46
5.3 Расчёт штучного времени	47
5.4 Расчёт заводской себестоимости вариантов технологии	51
5.6 Расчёт показателей экономической эффективности.....	59
5.7 Вывод по оценке экономической эффективности выпускной квалификационной работы	60
Список используемой литературы и используемых источников.....	63

Введение

«В настоящее время напольные стойки для одежды являются необходимым атрибутом любого жилого помещения. Однако на сегодняшний день существует множество моделей вешалок, среди которых почётное место занимают напольные конструкции. Напольные вешалки, как правило устойчивы, компактны и предлагают разнообразие для подбора под любой интерьер» [15].

«Вешалка - неизменная составляющая любой прихожей или гардеробной. Она служит для размещения различных предметов гардероба, таких как куртки, шубы, пальто, головные уборы, а также сумки и пакеты. Ранее она была не отделима от шкафа, и крепилась к стене гвоздями или шурупами. Эти времена прошли, пользователи получили возможность подобрать вешалку, которая гармонично впишется в выбранный интерьерный стиль. Она не только сохраняет безупречный вид одежды, но и выступает украшением. Отдельного внимания заслуживают напольные вешалки» [6].

Вешалка – долгожитель среди мебельных решений. Напольные модели, несмотря на размеры, остаются востребованными благодаря стильному дизайну и удобству. Они гармонично вписываются в интерьер дома, офиса, магазина или ателье, кафе, ресторана, помогая экономить пространство.

Следовательно, напольные вешалки-стойки имеют ряд преимуществ: 1) мобильностью они перемещаются и размещаются в любом месте; 2) компактностью, занимает меньше места, при верхней одежды помещается не меньше, чем в большой шкаф.

На сегодняшний день напольные стойки для одежды изготавливают из нержавеющей стальной трубы с применением ручной дуговой сварки. Однако этот способ не обеспечивает высокой производительности из-за малой скорости сварки, поэтому целью работы является повышение производительности.

1 Анализ исходных данных и известных решений по изготовлению напольных вешалок для одежды

1.1 Описание конструкций известных напольных вешалок

Известна напольная стойка для одежды №1 (рисунок 1).



Рисунок 1 – Напольная вешалка №1

«Вешалка-стойка гармонично впишется почти в любой интерьер. Напольная вешалка обладает повышенной функциональностью. Конструкция изделия состоит из 5 больших и 10 маленьких крючков, приваренных к основной стойке. Внизу имеет приваренную устойчивую опору. Сборно-разборная металлическая конструкция, при равномерном размещении на крючки можно повесить большое количество одежды, опора в виде диска увеличивает устойчивость.

Напольная вешалка №1 имеет следующие преимущества: 1) круглое основание; 2) стильный дизайн; 3) качественное покрытие; 4) составные части стыкуются в центре; 5) крючок выдерживает до 5 кг; 6) простая сборка. Однако есть и недостаток: 1) малый вес; 2) шаткая конструкция; 3) размещение ветвей в одной плоскости вызывает неудобства» [11].

Известна напольная стойка для одежды №2 (рисунок 2).



Рисунок 2 – Напольная вешалка №2

«Классическая стержневая модель в черном цвете. Высокая вместительность достигается шестью сварка верхними и нижними, четырьмя центральными крючками. Конструкция состоит из стальных труб диаметром 16 и 40 мм. Они обработаны полимерным порошковым покрытием. Максимальная допустимая нагрузка не превышает 30 кг.

Среди преимуществ напольной вешалки: 1) разборная конструкция со стыками в центре; 2) классическая форма; 3) устойчивая; 4) предусмотрено пространство для головных уборов и перчаток; 5) вместительная; 6) срок службы 10 лет» [11]. Однако имеет некоторые недостатки: 1) высокая верхняя часть; 2) стыки в центральной части требуют дополнительного уплотнения.

Известна напольная стойка для одежды №3 (рисунок 3).



Рисунок 3 – Напольная вешалка №3

«Напольная вешалка из металла предназначена для верхней одежды. Внизу предусмотрены крючки для сумок или зонтов. Современный дизайн вешалки позволяет красиво вписать её как в офисный, так и в домашний интерьер.

Среди преимуществ этой напольной стойки стоит выделить: 1) хорошая, устойчивая; 2) недорогая; 3) смотрится солидно; 4) компактная». Однако имеет ряд недостатков: 1) приходится повозиться со сборкой, так как верхние крючки плохо закручиваются, резьба не подходит под шурупы, некоторые отверстия» [20]; 2) верхние крючки немного шатаются.

«Известна вешалка напольная №4 (рисунок 4) – не просто функциональный элемент прихожей, но и стильный акцент интерьера. Отсылка к природным мотивам позволяет вписать модель в различные стилевые решения.



Рисунок 4 – Напольная вешалка №4

Конструкция имеет прочное железное основание с хромированным покрытием, устойчивым к коррозии и внешним воздействиям. Благодаря

компактности вешалка не занимает много места в помещении, подходит для малогабаритных пространств» [2].

«Известна напольная элегантная вешалка №5 (рисунок 5) на один костюм в кабинет, спальню, прихожую. Её классический дизайн и внушительный вес вешалки отлично смотрится даже без одежды. Сочетание цвета отделки и элегантный дизайн позволяют использовать эту вешалку в любом интерьере.

Вешалка отлично дополняет интерьер рабочего кабинета и может быть идеальным подарком деловому мужчине на любой праздник» [3].



Рисунок 5 – Напольная вешалка №5

Известна напольная вешалка №6 (рисунок 6), которая предназначена для хранения верхней одежды и аксессуаров. «Металлическая вешалка, стилизованная под березку, идеально подходит для интерьеров с изюминкой. Занимает мало места в помещении и при этом имеет 14 приваренных крючков для одежды и сумок. Пластиковые шарики идеально подходят под размер петель верхней одежды. Сварная конструкция делает вешалку очень

надежной. Полимерное покрытие надежно защищает вешалку. Металлическое основание – тяжелый стальной круг обеспечивает хорошую устойчивость» [4].



Рисунок 6 – Напольная вешалка №6

В результате проведенного анализа шести известных вешалок (рисунок 7) выбираем за основу вешалку №2.

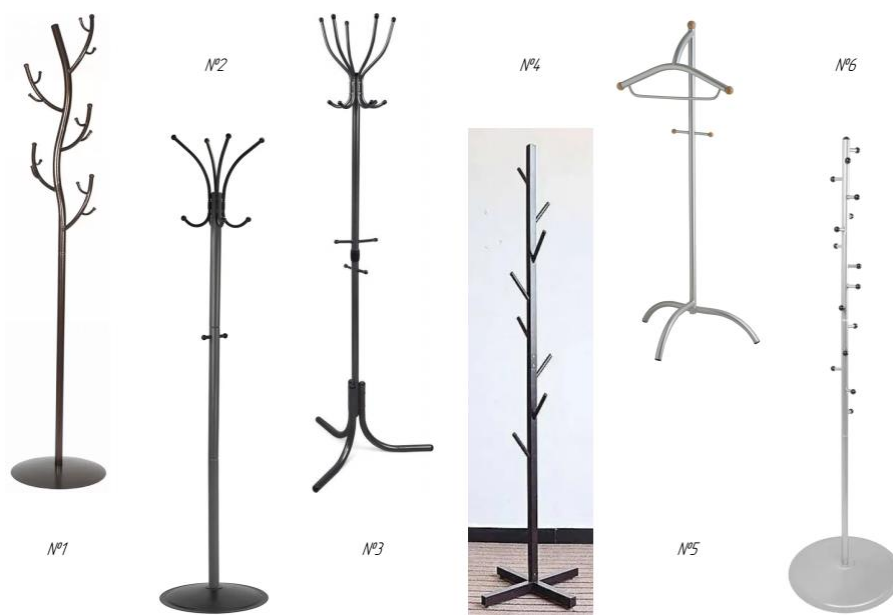
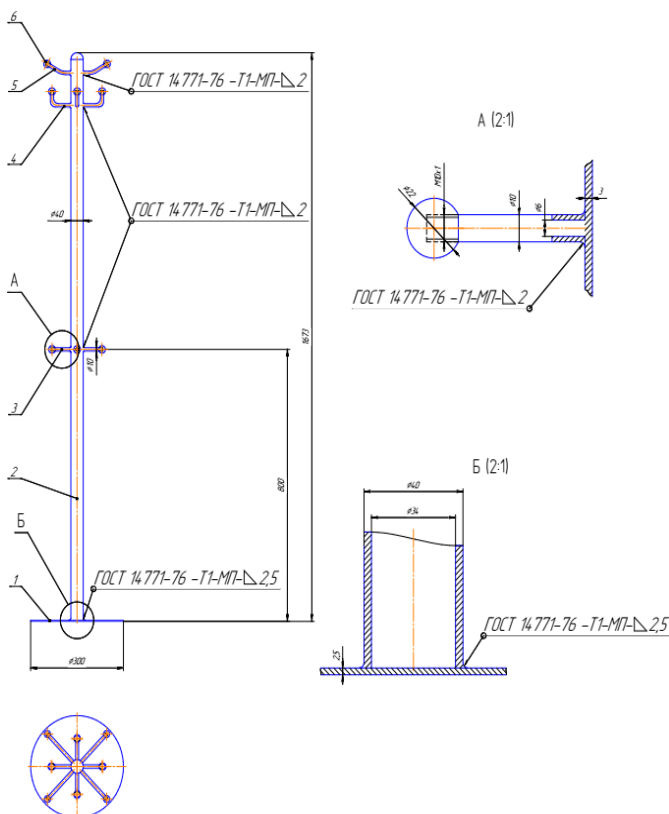


Рисунок 7 – Известные напольные вешалки для одежды

Вешалка из-за своей устойчивости, а также возможности вешать не только одежду, но и пакеты с зонтами.

1.2 Описание предлагаемой напольной вешалки

Напольная вешалка для одежды – это функциональное и стильное решение для хранения одежды и аксессуаров. Она состоит из прочной конструкции, которая обеспечивает устойчивость и надежность. Обычно такие вешалки имеют металлическую раму с удобной штангой для подвешивания одежды (рисунок 8).



- 1 - основание стойки; 2 - штанга-стойка; 3 - крючок для зонтов, сумок и пакетов - 4 шт.;
4 - крючок для одежды - 4 шт.; 5 - крючок для головного убора - 4 шт.;
6 - заглушка для крючков - 12 шт.

Рисунок 8 – Предлагаемая вешалка напольная

Их дизайн позволяет разместить несколько предметов одежды одновременно, создавая удобное пространство для хранения пальто, курток, рубашек и прочей одежды. Благодаря наличию дополнительных крючков и подвесов, такие вешалки обеспечивают место для головных уборов, сумок,

зонтов и других аксессуаров, помогая сохранить порядок и организованность в помещении.

Вешалки для одежды прекрасно сочетают в себе функциональность и стильный дизайн, дополняя интерьер и обеспечивая удобное хранение одежды и аксессуаров в вашем доме или офисе.

Вешалка напольная металлическая – это сварная конструкция, которая подходит для хранения верхней одежды: куртки, футболки, кофты. Основным материалом изготовления выступает металлическая труба с наружным диаметром 40 мм и толщиной стенок 3 мм из марки стали Ст3. Размеры вешалки составляют 300x1673 мм.

Предлагаемая напольная вешалка состоит из штанги-стойки 2 приваренной к основанию стойки 1. К штанге-стойке 2 на высоте 800 мм от основания приварены четыре прямых крючка для зонтов, сумок и пакетов 4. В верхней части вешалки располагаются четыре изогнутых крючка для одежды 4 и четыре изогнутых крючка для головных уборов 4. Каждый крючок на конце имеет металлическую заглушку 6. Наружный диаметр труб для всех двенадцати крючков составляет 10 мм с толщиной стенок 2 мм.

1.3 Свойства материала напольной вешалки

«Ст3 – характеризуется уникальной свариваемостью, что обеспечивает большой диапазон технических характеристик, которые можно улучшить при помощи легирующих добавок. Данная сталь по своим качествам считается универсальной. Не подвержена хрупкости после отпуска, не образует флокенов, характеризуется отличной свариваемостью по любым технологиям» [28].

«Сталь всех групп с номерами 1, 2, 3, и 4 по степени раскисления изготавливают кипящей, полуспокойной и спокойной» [22]. Нормируемые

показатели для стали группы А приведены в табл. 1, а механические свойства стали – в табл. 2» [22]. Химический состав стали приведён в таблице 1.

«Таблица 1– Нормируемые показатели для стали группы А

Категории стали	Марки стали всех степеней раскисления и с повышенным содержанием марганца	Временное сопротивление	Относительное удлинение	Изгиб, в холодном состоянии	Предел текучести
1		+	+	-	-
2	Ст0 - Ст6	+	+	+	-
3	Ст2 - Ст6	+	+	+	-

Примечание. Знак + означает, что показатель нормируется, знак - означает, что показатель не нормируется.

Таблица 2 – Механические свойства стали» [22]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	KCV , Дж/см ²	H , МПа
205-255	370-490	22-26	при +20 °С составляет 108 при -20 °С равняется 49	131

Таблица 3 – Химический состав Ст3, %

C	Si	Mn	Ni, Cr, Cu	S	P	N	As	Fe
0,14-0,22	0,15-0,3	0,4-0,65	до 0,3	до 0,05	до 0,04	до 0,008	до 0,08	~97

1.4 Анализ возможных способов сварки напольной вешалки для одежды

В выпускной квалификационной работе приведён анализ возможных способов сварки напольной вешалки для малых помещений.

«Для получения при механизированной сварке высококачественных соединений необходимо защита зоны дуги и расплавленного металла от вредного воздействия воздуха, а в ряде случаев также легирование и

металлургическая обработка металла шва. При сварке в защитных газах для защиты зоны дуги и расплавленного металла используют газ, подаваемый струей при помощи горелки; иногда сварку выполняют в камерах, заполненных газом» [17].

«В качестве защитных газов используют инертные газы (аргон, гелий и их смеси), не взаимодействующие с металлом при сварке, и активные газы (углекислый газ, водород, и др.), взаимодействующие с металлом, а также их смеси. Род защитного газа определяет физические, металлургические и технологические характеристики способа сварки. Защитный газ выбирают в зависимости от рода свариваемых материалов, технологических задач, требований, предъявляемых к сварным соединениям, и других условий» [17]. Род защитного газа обычно принимают за основу названия способа сварки, например, «сварка в аргоне» [17]. Сварку в защитных газах в основном выполняют на обратной полярности при постоянном токе. При прямой полярности скорость плавления проволоки в 1,4–1,6 раза больше, чем при обратной, но дуга горит менее стабильно с интенсивным разбрызгиванием» [17, 18]

Рассмотрим механизированную сварку плавящимся электродом в смеси защитных газах (рисунок 9).

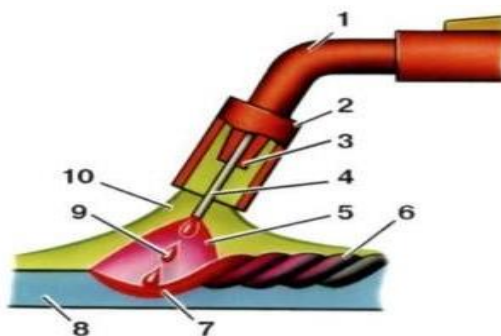


Рисунок 9 – Эскиз механизированной сварки плавящимся электродом в смеси защитных газах

«Кромки свариваемого изделия расплавляются дугой, горящей между изделием и плавящейся электродной проволокой, непрерывно поступающей в дугу и служащей одновременно присадочным материалом» [1, 14].

«Дуга расплавляет проволоку и кромки изделия, образуя сварочную ванну. Дуга, металл сварочной ванны, плавящийся электрод и кристаллизирующийся шов защищены от воздействия воздуха газом, подаваемым в зону сварки горелкой. По мере перемещения дуги сварочная ванна кристаллизуется, образуя сварной шов» [1, 14].

Этот метод сварки отличается эффективностью, удобством контроля за процессом, минимальной деформацией изделий, а также не требует использования флюсов и специальных покрытий. «Высокая производительность процесса за счет легкости автоматизации и механизации сварочных работ» [7].

«Однако для этого способа требуется применение газовой аппаратуры и значительное воздействие сквозняка и ветра на сварку, взрывоопасность газовой аппаратуры» [33, 34, 35, 36]

Таким образом, применение механизированной сварки с использованием плавящегося электрода в среде защитных газов для изготовления напольной вешалки, предназначенной для небольших помещений, является осуществимым.

«В основном используют на практике два основных вида сварки в среде защитных газов – это сварка в среде углекислого газа и аргонодуговая сварка». При сварке в среде защитных газов плавящимся электродом можно отметить ряд особенностей» [13].

«При высоких плотностях тока в электроде, происходит устойчивое горение дуги (100 А/мм^2 и выше) при нарастающей вольтамперной статической характеристике. Геометрические параметры сварного шва (глубина проплавления и ширина) зависят от постоянства длины дуги, которая

поддерживается за счет процесса саморегулирования дуги при том, что скорость подачи электродной проволоки остается постоянной» [13].

Рассмотрим механизированную сварку самозащитой порошковой проволокой. Известно, что «порошковая проволока представляет собой непрерывный электрод трубчатой или другой, более сложной конструкции с порошкообразным наполнителем – сердечником (рисунок 10)» [25, 29].

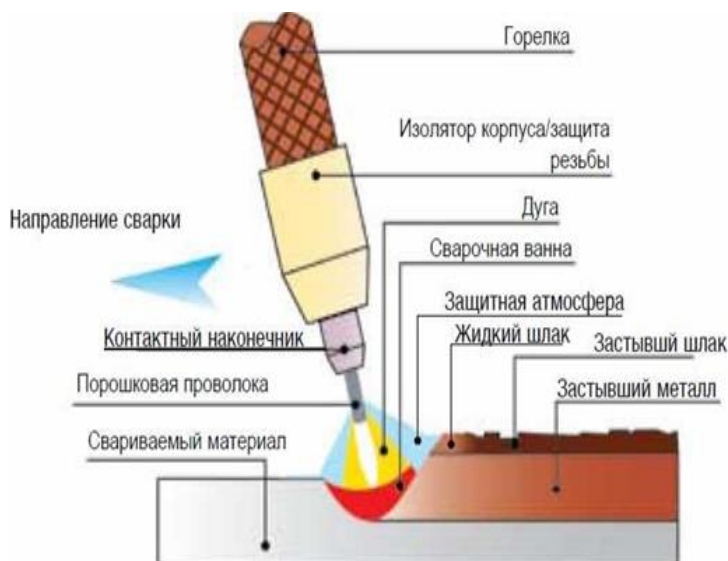


Рисунок 10 – Эскиз механизированной сварки самозащитой порошковой проволокой

«Сердечник порошковой проволоки представляет собой смесь порошков минералов, руд, химикатов, ферросплавов и металлических порошков» [26].

«Он выполняет функции, аналогичные функциям электродного покрытия, – стабилизацию дугового разряда, защиту металла от воздуха, раскисление и легирование металла шва, регулирование процесса переноса расплавленного электродного металла в сварочную ванну, формирование шва и др» [12, 26, 27].

Специализированные сварочные устройства, применяемые для механизированной сварки с порошковой проволокой, гарантируют точное регулирование температуры и скорости процесса. Порошковая составляющая

внутри проволоки при воздействии тепла преобразуется в газ, который защищает металл от окисления и предупреждает появление недочетов. Чтобы сварка прошла идеально, крайне важно верно подобрать вид порошковой проволоки и точно настроить аппаратуру, следуя инструкциям технологического процесса. Кроме того, при работе с газовыми емкостями необходимо строго придерживаться мер безопасности и проводить сварочные операции в помещениях с хорошей вентиляцией или на свежем воздухе.

«Однако этот способ способствует экономии электроэнергии, усиливает устойчивость сварных соединений к появлению горячих и холодных трещин, а также улучшает эксплуатационные качества сварных швов благодаря их нормализации и зонам сплавления. Сокращение трудозатрат на основные и дополнительные операции приводит к улучшению условий труда сотрудников и позволяет достичь значительного экономического результата» [30].

Однако этот способ имеет высокую стоимость проволоки, требует удаление шлаковой корки, ограниченный угол работы, высокое количество выбросов и дыма, высокие затраты на оборудование, а также велика вероятность образования пор в сварном шве.

Следовательно, для сварки напольной вешалки для малых помещений механизированную сварку самозащитой порошковой проволокой использовать нежелательно из-за вышеуказанных недостатков.

Рассмотрим ручную дуговую сварку покрытыми электродами. «Источником тепловой энергии в ней служит электрическая дуга, горящая между покрытым металлическим электродом и свариваемым металлом (рисунок 11)» [8, 21].

«Ручной дуговой сваркой покрытыми электродами (РД) по-прежнему выполняется большой объем работ, как при ремонте стальных конструкций, так и при их производстве. Значительная часть сварочных работ этим способом выполняется на ответственных конструкциях. При РД наибольшую сложность представляет сварка на весу корневого слоя шва стыковых

соединений с разделкой кромок. Считается, что ручная сварка имеет то преимущество, что сварщик за счет техники сварки может нивелировать влияние неточностей параметров разделки свариваемых кромок и их сборки. Зачастую это приводит и к тому, что на производстве точности подготовки кромок и сборки уделяется недостаточно внимания» [24].

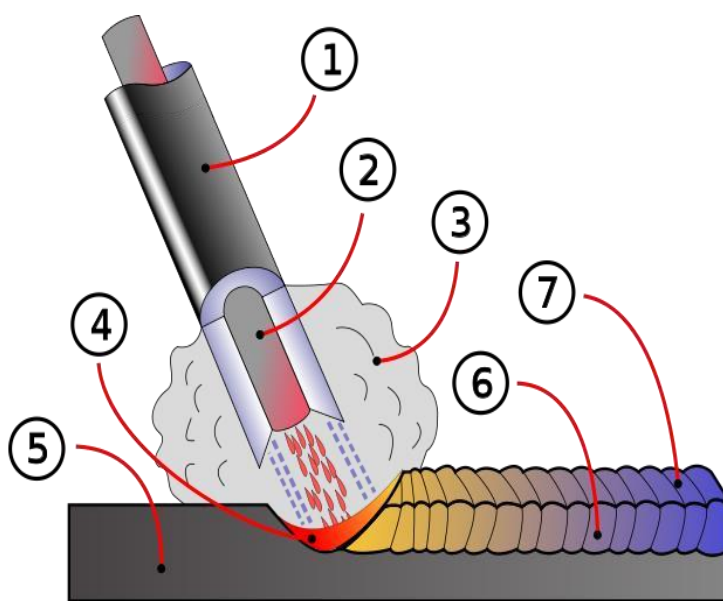


Рисунок 11 – Эскиз ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Метод ручной дуговой сварки с использованием покрытых электродов представляет собой способ соединения металлических деталей путем создания дугового разряда между электродом с покрытием и свариваемым металлом. В ходе сварочного процесса покрытие электрода расплавляется, образуя защитный газ и шлак, который надежно защищает сварной шов от воздействия окружающей среды.

Сущность ручной дуговой сварки с использованием покрытых электродов заключается в том, что сварное соединение создается при помощи специального покрытого электрода, который контролируется сварщиком. Этот метод сварки обладает своими уникальными особенностями и широко применяется в различных отраслях, где требуется высококачественная сварка.

Эта методика выделяется легкостью использования и доступностью сварочного аппарата, способностью проводить работу в различных положениях, отличается легкостью перемещения, универсальностью применения, простотой обслуживания и использования.

Тем не менее, методика не лишена недостатков, таких как потенциальный вред для здоровья, средние показатели производительности, частая необходимость замены электродов, сложности доступа в узких местах, а также образование отходов в зоне сварки, что представляет угрозу для здоровья. В итоге, после взвешивания плюсов и минусов каждого метода, для сварки напольной вешалки, предназначенной для компактных пространств, выбрана технология механизированной сварки с использованием плавящихся электродов в среде защитных газов. Дополнительные исследования будут сфокусированы на улучшении производительности процесса.

Исходя из анализа начальных данных и проверенных методик, в выпускной квалификационной работе ставятся задачи разработки технологического процесса сборки и сварки напольной стойки для использования в ограниченном пространстве, а также подбора соответствующего оборудования.

2 Разработка технологического процесса изготовления напольной вешалки для малых помещений

2.1 Разметка труб

Разработка технологического процесса сборки и сварки изготовления напольной вешалки для малых помещений начинается с главной операции – разметки. Разметка выполняется с использованием инструментов, таких как линейка, чертилка и рулетка. Разметка является первым шагом в создании точного и аккуратного изделия. Операция разметки имеет решающее значение, поскольку определяет расположение отверстий и размеры компонентов напольной вешалки для одежды. Для обеспечения высокой точности и качества изготовления, разметка выполняется вручную с отклонением размеров по длине ± 1 мм (рисунок 12).



Рисунок 12 – Разметка труб

2.2 Резка труб

Затем производится процесс резания труб, при этом задействуется отрезной инструмент – пила "Вихрь ОП-355/2500 72/15/1". Точность реза труб обеспечивается с допуском в длину ± 1 мм (см. рисунок 13). При

использовании пилы для трубы напольной вешалки для малых помещений удерживают трубу и производят плавные и ровные движения пилой, чтобы прорезать материал. Важно определить, что резки трубы напольной вешалки выполняются точно и соответствуют требованиям операции разметки. После резки труб напольной вешалки требуется обработка краев для удаления острых граней или заусенцев, чтобы обеспечить безопасность и качество сборки. Станок имеет следующие параметры: отрезной диск диаметром 355 мм, скорость вращения 3800 об/мин и мощность 2500 Вт.



Рисунок 13 – Резка трубы для напольной вешалки для малых помещений

2.3 Резка основания вешалки

Затем выполняется операция резка основания диаметром 300 мм напольной вешалки для малых помещений, для которой используются листовые ножницы по металлу ЗУБР ЗНЛ-500 (рисунок 14). Ножницы имеют характеристики: мощность 500 Вт, число ходов 1200 ход/мин и минимальный радиус резания 40 мм. Перед началом работы надо проверить наличие всех

необходимых средств индивидуальной защиты, таких как защитные очки и перчатки, чтобы обеспечить безопасность при работе с ножницами. Подготовить основание стойки, закрепив его надёжно для предотвращения его движения во время резки.



Рисунок 14 – Резка основания вешалки

Резку труб основания напольной вешалки для малых помещений провести следуя предварительной маркировке или шаблону с отклонением по диаметру ± 1 мм. Приложить необходимое давление, чтобы прорезать металл, и продвигаться по линии резки, удерживая ножницы стабильно.

После завершения резки стоит проверить качество и точность реза основания. При необходимости надо выполнить обработку краев, чтобы сгладить острые края или заусенцы.

2.4 Гибка крючков

Далее выполняется операция гибка крючков, для которой используется ручной рычажный трубогиб Thorvik ВРВ1 (рисунок 14). Перед началом работы надо настроить трубогиб в соответствии с требуемым радиусом гибки крючка. Гибка выполняется только для крючков в верхней части вешалки в количестве 8 штук, у четырёх из которых угол сгиба составляет 30° , а у других четырёх – 90° . Потом поместить трубу в гибкую матрицу трубогиба так, чтобы она была выставлена под углом, необходимым для создания крючка. Использовать рычаги трубогиба для выполнения гибки и создания крючка на конце трубы. Применять постепенное усилие, чтобы избежать перегибов или деформаций трубы с отклонением не менее 10° .



Рисунок 15 – Гибка крючков

2.5 Сборка и сварка крючков

Далее процесс включает этапы монтажа и сваривания крючков (рисунок 15). В процессе сборки сварных элементов соединение отдельных компонентов осуществляется с использованием временных фиксаторов и зажимов, для которых используется сборочное приспособление, сварочный инвертор Сварог REAL MIG 200, сварочная проволока Св08Г2С с диаметром 1 мм и маска сварщика хамелеон SPECTR START 51STVI7. Перед началом

работы нужно надеть защитную одежду и маску сварщика. Определить, что рабочая зона чиста и свободна от легковоспламеняющихся материалов. Проверить все детали на наличие повреждений или дефектов. «Правильный выбор режимов сварки оказывает огромное значение на качество производимой продукции. В качестве способа сварки широко применяется частично механизированная сварка плавящимся электродом в среде защитного газа или газовой смеси» [13]. После чего провести сборку и сварку деталей под напряжением сети 220 В, сварочным током 150 А с отклонением тока не более 10%, расходом газа 75 % Ar+ 25 % CO₂ 10-12 л/мин, а скоростью подачи проволоки 150 м/ч.

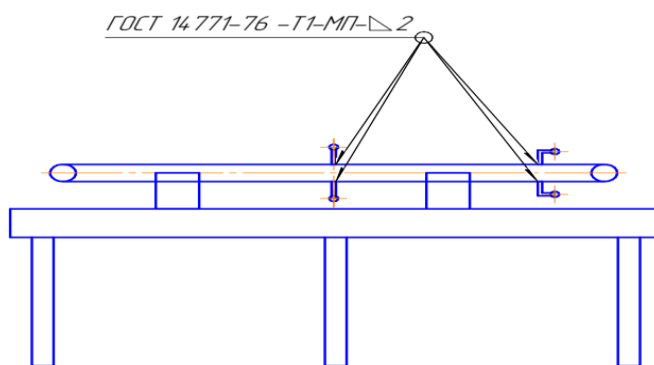


Рисунок 16 – Сборка и сварка крючков

2.6 Сборка и сварка штанги-стойки с основанием

Далее выполняется операция сборки и сварка штанги-стойки с основанием (рисунок 16). Для сварки напольной вешалки для малых помещений используется сборочное приспособление, сварочный инвертор Сварог REAL MIG 200, сварочная проволока Св08Г2С с диаметром 1 мм и маска сварщика хамелеон SPECTR START 51STVI7. До начала работы нужно проверить, что рабочая зона чиста и свободна от легковоспламеняющихся материалов. Затем надеть маску, чтобы защитить глаза и лицо от света и искры во время сварки. «Состав защитного газа существенно влияет на

технологические процессы характеристики процесса» [19]. Выбираем режим сварки, который имеет следующие параметры: напряжение сети 220 В, марка проволоки Св08Г2С с диаметром 1 мм, скорость подачи проволоки 150 м/ч, сварочный ток 150 А, расход газа 10-12 л/мин. Далее провести сборку и сварку соединений напольной стойки для малых помещений с отклонением тока не более 10%.

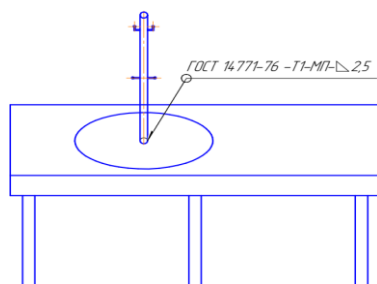


Рисунок 17 – Сборка и сварка стойки с основанием

2.7 Контроль качества

В завершающем этапе производства проводится тщательная проверка качества компактной напольной вешалки (рисунок 18).

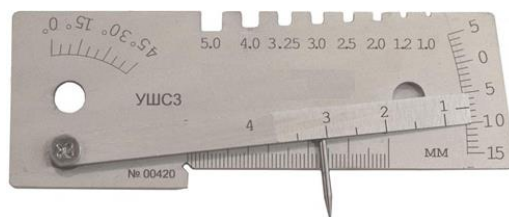


Рисунок 18 – Контроль качества сварных швов напольной вешалки

Применяется стандартный инструмент сварщика и лупа Sparta с шестикратным увеличением, которая легко помещается в карман. Все сварные соединения обязательно проходят всесторонний визуальный осмотр и измерения. Наличие трещин или отслоений, превышающих 2 мм, недопустимо.

3 Выбор и разработка оборудования и приспособлений для сборки и сварки напольной вешалки для малых помещений

3.1 Отрезная пила Вихрь ОП-355/2500 72/15/1

«Отрезная пила Вихрь ОП-355/2500 используется для резки труб выполнена с мощным щеточным двигателем 2500 Вт рассчитана на высокие нагрузки. Применяется для резки изделий из черных металлов: труб, прутьев, уголков, металлопрофиля. Пильный диск имеет диаметр 355 мм, что позволяет разрезать крупные заготовки на глубину до 115 мм. Максимальная скорость вращения диска на холостом ходу составляет 4000 об/мин. Это обеспечивает высокую производительность и чистый срез» [16].



Рисунок 19 – Отрезная пила Вихрь ОП-355/2500 72/15/1

«Кнопка запуска расположена на рукоятке. Для удобства выполнения серийных отрезных работ предусмотрена ее фиксация. Зажим в виде тисков позволяет производить резку под разным углом. Стопор, расположенный на корпусе инструмента, блокирует поворот диска для безопасной замены

режущего элемента. Вентиляционные отверстия на корпусе препятствуют перегреву двигателя. Прочный металлический кожух надежно закрывает диск, защищая от стружки и искр» [16].

«Отрезная пила Вихрь ОП-355/2500 имеет специальные ножи, позволяющие устойчиво располагать ее на любой поверхности. Удобная D-образная рукоятка предназначена для надежного хвата. Компактное и безопасное хранение и транспортировку обеспечивает фиксатор пилы в опущенном состоянии. Для замены оснастки предусмотрен гаечный ключ, входящий в комплектацию.

Особенности Вихрь ОП-355/2200 72/15/1.

Удобное управление. Рукоятка отрезной пилы Вихрь ОП-355/2500 72/15/1 для комфортного уверенного хвата.

Безопасность. Диск накрыт прочным защитным кожухом для защиты оператора от травм» [16].

Таблица 4 - Технические характеристики отрезной пилы Вихрь ОП-355/2500 72/15/1

Мах диаметр отрезного круга	355 мм
Посадочный диаметр диска	25,4 мм
Мощность	2500 Вт
Напряжение	220 В
Частота вращения шпинделя	3800 об/мин
Масса	15,5 кг
Габариты	550x310x413 мм

3.2 Листовые ножницы по металлу ЗУБР ЗНЛ-500

«Сетевые ножницы Зубр ЗНЛ-500 – удобный и функциональный инструмент применяется для резки основания вешалки. Модель подходит для обработки листовых металлов, различных по толщине. Благодаря высокой мощности инструмент применяется при работе с кровлей, а также для разрезания сетки» [31].

«В отличие от той же «болгарки» инструмент не портит поверхность или покрытие на месте разреза. Единственное, что стоит учесть при работе – ножницами разрез делают, начиная от края листа» [31].



Рисунок 20 – Листовые ножницы по металлу ЗУБР ЗНЛ-500

«Преимущества:

- возможность регулировки зазора между лезвиями в зависимости толщины обрабатываемого металла;
- высокая скорость резки;
- оснащение долговечными и острыми ножами, которые можно перевернуть, когда они затупятся;
- чистый и точный рез без стружки» [31].

Технические характеристики листовых ножниц: 1) Min радиус резания 40 мм; 2) Толщина реза 2,5 мм; 3) Мощность 500 Вт; 4) Число ходов 1200 ход/мин; 5) Масса 2,5 кг.

3.3 Сварочный инвертор Сварог REAL MIG 200

«REAL MIG 200 – инверторный сварочный аппарат для полуавтоматической сварки в среде защитных газов (MIG/MAG), сварки порошковой проволокой (FCAW), а также ручной дуговой сварки покрытым электродом (ММА) используется для прихватки и сварки элементов вешалки. Инвертор выпущен в уникальном дизайне и в ограниченном количестве. Отличается от стандартной модели REAL MIG 200 (N24002N) стильным дизайном, расширенной комплектацией» [23].



Рисунок 21 – Сварочный инвертор Сварог REAL MIG 200

«Отличительными особенностями аппарата являются:

- Устойчивая работа при напряжении сети от 160 В;

- Сварка алюминия;
- Регулировка индуктивности;
- Сварка порошковой проволокой;
- Холостой прогон и дожигание сварочной проволоки;
- Сварка ММА;
- Уникальный дизайн;
- Расширенная комплектация» [23].

«REAL MIG 200 работает от однофазной питающей сети 220 В. Аппарат адаптирован к российским условиям и обеспечивает устойчивую работу в широком диапазоне напряжения сети от 160 до 270 В. Предельные значения сетевого напряжения могут составить - 150 В.

Инвертор может работать от автономных электростанций, генераторов, необорудованных цифровыми инверторами. Подключение возможно через удлинитель большой длины, с правильно подобранным сечением кабеля, чтобы исключить потерю мощности.

Евроразъем для быстрого подключения горелки. Благодаря разьему ОКС 35-50 мм силовые выходы при работе не нагреваются.

Быстрая смена полярности для MIG/MAG и сварки самозащитной порошковой проволокой» [23].

Таблица 5 - Технические характеристики сварочного инвертора Сварог REAL MIG 200

Напряжение сети	220 В
Сварочный ток	10-200 А
Диаметр проволоки	0,6-1 мм
Напряжение холостого хода	52 В
Скорость подачи проволоки	250 м/ч
Габариты	502x225x375

«Благодаря современной элементной базе и надежному роликовому механизму инвертор позволяет выполнять качественную и производительную сварку черных металлов, сплавов, разных марок сталей. При этом

максимальная величина сварочного тока MIG/MAG сварки достигает 200 А, что вполне достаточно для глубокого провара металлических изделий толщиной до 7-8 мм. Величину сварочного напряжения можно регулировать в широком диапазоне 15,5-23,5 вольт. Возбуждение дуги осуществляется нажатием кнопки на горелке без лишних движений, а сам сварочный процесс отличается чистым и равномерным швом с оптимальной глубиной провара. Благодаря тому, что в процессе сварки возбуждение дуги и формирование шва происходят в защитной среде газа, исключается воздействие атмосферы на сварочный процесс и качество шва при этом значительно повышается. Наличие функции «Дожигание проволоки» позволяет снизить вероятность слипания присадочного материала в расплаве в конце цикла» [23].

3.4 Приспособление для сборки и сварки стойки для спортивной штанги

В наши дни, универсальные столы (рисунок 21) для сборочных и сварочных работ нашли своё применение в различных сферах промышленного производства. Эти столы используются для изготовления как единичных и мелкосерийных изделий, так и для массового производства изделий различных габаритов. На таких столах можно осуществлять как ручную, так и автоматическую сварку, а также монтаж, обработку, напыление, шлифовку и чистку изделий.

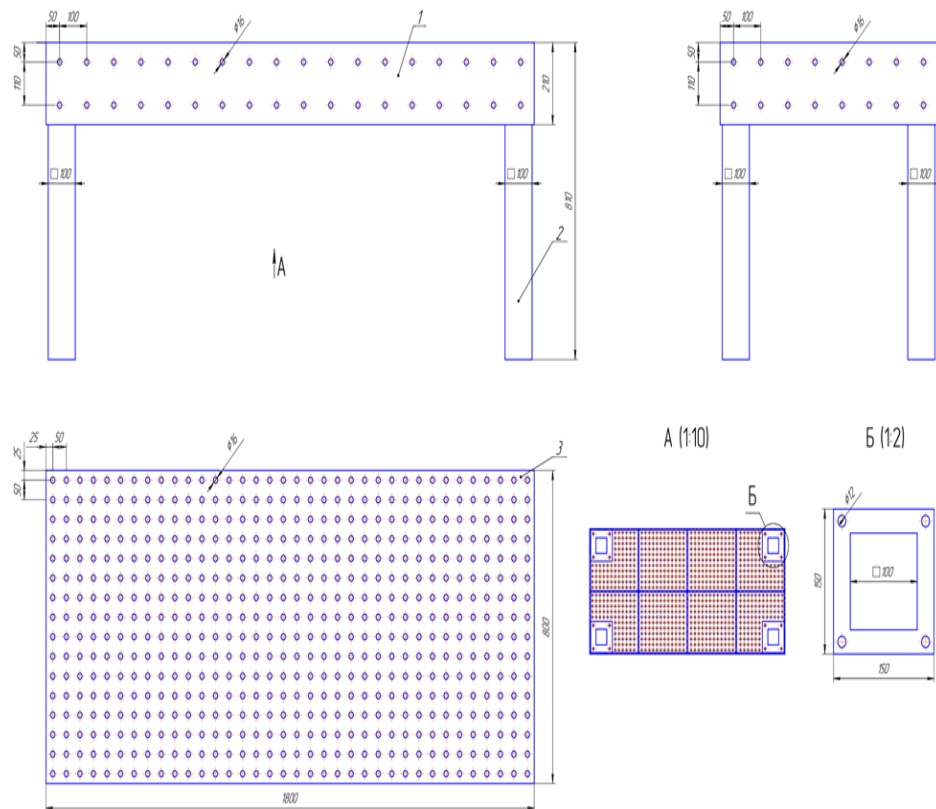


Рисунок 22 – Стенд для сборки и сварки

Этот стол для сварщика был разработан для обработки изделий среднего и малого размера, и его грузоподъемность достигает 2000 кг при использовании стандартных поддержек. Распространенность данного стола связана с его многофункциональностью, идеально горизонтальной рабочей поверхностью и функциональными элементами для фиксации. Благодаря модульной конструкции и взаимозаменяемости компонентов, стол предоставляет возможность точно располагать детали и гибко адаптировать оборудование к разнообразным рабочим задачам, не меняя при этом местоположение.

Высокоточные отверстия для крепления обеспечивают быструю и удобную установку фиксирующих элементов, что позволяет создавать сварочную оснастку для закрепления деталей на столе и последующей их обработки.



Рисунок - 23 Крепежные элементы сборочно-сварочного стола

Столешница сборного стола изготавливается из материала толщиной 12 мм, имеет отверстия диаметром 16 мм с интервалом между ними в 50 мм. Координатная сетка расположена с шагом в 50 мм. Боковая часть стола высотой 150 мм изготовлена из стали марки 09Г2С. Общие размеры стола составляют 1950×1150×850 мм.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологические и организационно-технические характеристики изготовления напольной вешалки для малых помещений

Тема выпускной квалификационной работы: Производственный процесс и аппаратура для создания компактных напольных вешалок. Зона изготовления данных элементов интерьера включает в себя разметочный стол, оборудование для обрезки материала, уникальную установку для монтажа, сварочное устройство и помещение для хранения изделий (рисунок 21).

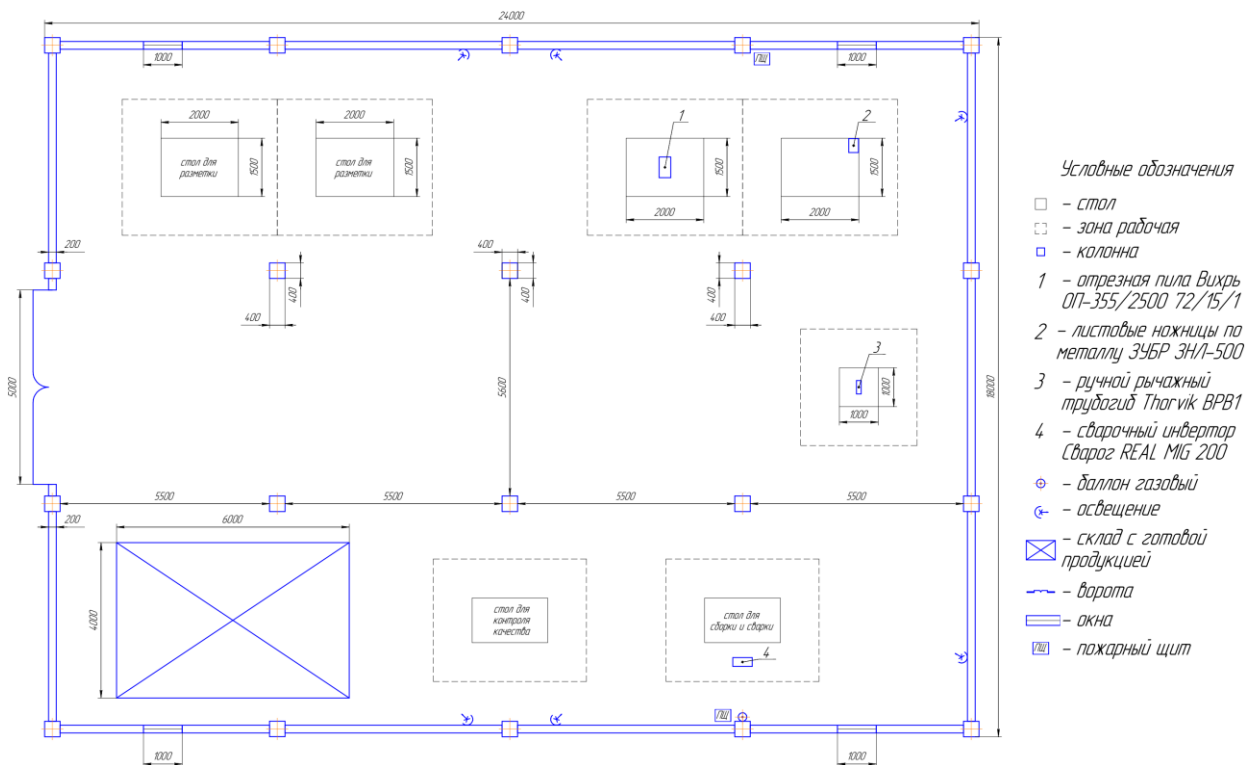


Рисунок 24 – Планировка участка для сборки и сварки напольной вешалки для малых помещений

«В производственных процессах существует вероятность проявления опасных и вредных факторов. Таким образом, процесс подразумевает под собой наличие приборов под напряжением, колющий режущий и инструмент, наличие вредных паров и прочее» [6].

«Для технологических процессов, описанных в данной выпускной квалификационной работе, определим перечень опасных и вредных производственных факторов» [6].

Таблица 6 – «Технологический паспорт изготовления напольной вешалки для малых помещений» [6]

«Технологический процесс» [6]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [6]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [6]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [6]	«Материалы, вещества» [6]
Технологический процесс и оборудование при изготовлении напольной вешалки для малых помещений	Резка трубы	Слесарь-сборщик	Отрезная пила Вихрь ОП-355/2500 72/15/1	Рукавицы
Технологический процесс и оборудование при изготовлении напольной вешалки для малых помещений	Сварка	Электросварщик	Сварочный инвертор Сварог REAL MIG 200	Сварочная проволока, смесь газов, рукавицы, маска защитная

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 7 – «Идентификация профессиональных рисков» [6]

«Производственно-технологическая и или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [6]	«Опасный и или вредный производственный фактор» [6]	«Источник опасного и или вредного производственного фактора» [6]
Резка труб	<ul style="list-style-type: none"> - Остроты, угловатость и неровности на поверхностях материалов, инструментах и оборудовании; - Быстрые моторы и механизмы, перемещающиеся компоненты производственных устройств; - Высокий уровень пыли и газов в атмосфере рабочего пространства; - Сильное напряжение в электрической сети, которое может вызвать вероятность прохождения электрического тока через человеческое тело. 	Отрезная пила Вихрь ОП-355/2500 72/15/1
Сварка	<ul style="list-style-type: none"> - Искры и брызги расплавленного металла, которые могут возникнуть; - Увеличенное количество пыли и газов в воздухе рабочей зоны; - Электрическое напряжение, способное вызвать замыкание через человеческое тело; - Опасные и вредные последствия высоких температур для окружающих объектов, которые могут привести к ожогам; - Излучение инфракрасного и ультрафиолетового спектра в процессе работы 	<ul style="list-style-type: none"> - источник питания; - сварочная дуга; - сварочный аэрозоль; - нагретые края изделия - прихватки

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 8 – «Технологические и организационные мероприятия по снижению профессиональных рисков» [6]

«Опасный и или вредный производственный фактор» [6]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и или вредного производственного фактора» [6]	«Средства индивидуальной защиты работника» [6]
Острые контуры, угловатость и неровные участки на поверхностях различных материалов, инструментов и технических устройств;	Организация размещения информационных материалов и вывесок на прописанных территориях; проведение обучающих семинаров для персонала по нормам безопасности.	Защитный кожух, спецодежда
Машины и механизмы в процессе движения, а также мобильные элементы производственной аппаратуры;	Применение защитных элементов способствует защите работников и исключает возможность их попадания в зоны, представляющие риск. Также, размещение информационных материалов и указателей на оговоренных участках обеспечивает доступ к важной информации и направляет сотрудников в нужное направление.	Специальная одежда
В атмосфере рабочего пространства наблюдается повышенное количество пыли и газообразных веществ;	Применение устройств для очищения воздуха на месте и внедрение систем централизованной вентиляции в офисной зоне для гарантирования поступления чистого воздуха из окружающей среды.	Вытяжная вентиляция
Избыточное напряжение в электрической схеме, которое может стать причиной риска прохождения электрического тока через организм человека.	Организация мер по обеспечению безопасности включает в себя установку защитного заземления, систематические беседы по вопросам безопасности, регулярное тестирование изоляционных свойств и мониторинг сопротивления заземляющей схемы.	Специальная одежда

4.4 Обеспечение пожарной безопасности

Планирование деятельности направлено на гарантирование безопасности персонала и обеспечение защиты ресурсов организации от угрозы огня. Необходимо выполнить оценку рисков пожара и создать унифицированные процедуры и методы для их устранения. В соответствии с классификацией пожаров, возможный пожар на данном объекте может быть отнесен к категории «Е» - возгорание проводящих материалов под напряжением. Анализ рисков такого типа пожара, представленный в таблице 7, станет основой для формирования технических предписаний, изложенных в таблице 8. Предложенные технические меры должны быть эффективными в предотвращении рисков, связанных с возможностью возгорания. Эти меры должны соответствовать действующим нормативам и учитывать особенности технологического процесса на данном объекте.

Таблица 9 – «Идентификация классов и опасных факторов пожара» [6]

«Участок, подразделение» [6]	«Оборудование» [6]	«Класс пожара»	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара» [6]
Зона, где проходит процесс монтажа и соединения в сварочном режиме компактной напольной вешалки, предназначенной для использования в небольших пространствах.	Станок для резки, источник питания сварочной дуги, сварочный аппарат	Пожары, спровоцированные зажиганием и последующим горением материалов на электрических устройствах, функционирующих в условиях электрического напряжения (Е).	На этой территории и в прилегающих районах наблюдается скачок температур, что влечёт за собой высвобождение опасных веществ в процессе горения. Это включает в себя токсичные соединения и угарный газ. Помимо этого, формируются аэрозольные облака, способные значительно снизить уровень видимости как на самом участке, так и в его округе.	В случаях, когда в механизмах, функционирующих при повышенном напряжении, возникают неисправности в виде короткого замыкания, это обстоятельство может сказаться на здоровье персонала, находящегося в непосредственной близости от огня, который возникает в результате химического разложения средств, применяемых для тушения пламени.

Таблица 10 – «Технические средства обеспечения пожарной безопасности» [6]

«Первичные средства пожаротушения»	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизованный и немеханизованный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Емкость с песком, переносные углекислотные огнетушители.	Пожарные автомобили (вызываются)	Нет необходимости	Нет необходимости	Нет необходимости	План эвакуации	Ведро конусное, лом, лопата штыковая	Кнопка оповещения» [6]

«Полноценная защита работающего персонала и имущества предприятия от вероятного пожара обеспечивается при условии проведения соответствующих организационных мероприятий согласно таблице 11» [6].

Таблица 11 – «Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности» [6]

«Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта» [6]	«Наименование видов, реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий» [6]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты» [6]
Зона монтажа и сварочных работ для компактной напольной вешалки (механизированной сварки с использованием плавящегося электрода в среде защитных газов)	Мы организуем инструктаж для сотрудников, где подробно обговорим меры по предупреждению огненной опасности и протоколы поведения при возникновении огня. Кроме того, запланированы командные мероприятия, цель которых — развитие навыков противопожарной безопасности в игровой форме.	На этой зоне необходимо обеспечить достаточный запас основного оборудования для тушения пожаров, а также установить защитные барьеры, способные предотвратить распространение искр.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

«Реализация предлагаемого технологического процесса помимо опасных и вредных производственных факторов приводит к возникновению опасных и экологического раздела следует выполнить идентификацию согласно таблице 10 этих негативных факторов и предложить меры защиты от этих факторов, сведённые в таблицу 11» [6].

Таблица 12 – «Идентификация негативных экологических факторов технического объекта» [4]

«Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса» [6]	«Структурные составляющие технического объекта, производственно-технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических операций, технического оборудования), энергетической установки, транспортного средства и т.п.» [6]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)» [6]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)» [6]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра, образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)» [6]
Создание напольного подвесного устройства с применением автоматизированной сварки в атмосфере газовой защиты.	Операции разметки, резки, сборки, сварки и контроля качества - являются важными этапами в процессе производства	«Выделяемые в процессе горения сварочной дуги аэрозоли, частицы сажи и газообразные частицы» [10].	Нет необходимости	«Упаковочный материал от присадочных материалов, мусор – бытовой и производственный» [10].

Таблица 13 – «Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду» [6]

«Наименование технического объекта» [6]	Сварка напольной вешалки для малых помещений
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу» [6]	«Оснащение вентиляционной системы фильтрами, позволяющими выполнить сбор и утилизацию выделяющихся при горении дуги вредных продуктов» [5].
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу» [6]	Необходимо постоянно контролировать гидравлическую систему аппарата или кантователя на предмет протечек и оперативно принимать меры по их исправлению.
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу» [6]	Для оптимизации производственного процесса и обеспечения безопасных условий работы на территории сварочного участка следует разместить специализированные баки для сбора мусора. Кроме того, необходимо систематически проводить обучающие сессии для персонала, в ходе которых будет акцентировано внимание на важности корректной утилизации отходов путем их размещения в предназначенные для этого емкости.

4.6 Заключение разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра

Цель этого раздела в рамках выпускной работы заключается в тщательном рассмотрении и оценке негативных аспектов производства и экологии, связанных с использованием разработанной методики монтажа и сваривания половых вешалок для компактных пространств. В ходе анализа

специфики технологического процесса, включающего автоматизированную сварку в защитной газовой среде с применением сварочной проволоки, были идентифицированы опасные и вредоносные факторы производства. Исходя из этих данных, были разработаны стандартные процедуры и инструменты для нейтрализации угрозы или минимизации ее влияния на работников до приемлемого уровня безопасности. Компания приняла комплекс мероприятий для гарантии защиты персонала и активов от угрозы пожаров. В рамках этой программы были выявлены факторы, способствующие возгоранию, и разработаны универсальные решения и методики для их нейтрализации.

В ходе оценки экологических аспектов новой технологии установлено, что её применение не принесёт вреда природной среде, в том числе не окажет отрицательного влияния на атмосферу, водные ресурсы и земную кору. В этой части документа описаны инициативы, направленные на минимизацию экологического ущерба.

Описанные в данном разделе инициативы ориентированы на сокращение отрицательного влияния экологических рисков.

5 Оценка экономической эффективности выпускной квалификационной работы

5.1 Исходная информация для выполнения экономических расчетов

В выпускной квалификационной работе была разработана методика сборки и сварочных операций для создания стойки для одежды, предназначенной для использования в компактных помещениях. В качестве основного сырья использована стальная труба диаметром 40 мм, произведенная из стали марки Ст3. Для сварочных работ применялась техника с использованием механизированной сварки и плавящегося электрода в атмосфере защитных газов.

Исходно сварка выполнялась вручную с использованием покрытых электродов, что оказалось не слишком эффективным из-за медленной скорости работы.

В проектной версии технологии предложен переход на механизированную сварку с плавящимся электродом в среде защитных газов, что позволило значительно повысить скорость выполнения работ и гарантировать отличное качество готового изделия.

Таблица 14 – «Исходные данные для оценки экономической эффективности предлагаемых изменений операций технологического процесса» [9]

Наименование экономического показателя	Условное обозначение в расчетах	Единица измерения	Значение параметра экономической характеристики	
			Базовая технология	Проектная технология
«Число рабочих смен в сутках»	$K_{см}$	-	1	1
Разряд работников	P_p	-	V	V
Часовая тарифная ставка	$C_ч$	руб/час	200	250
Коэффициент выполнения нормы	$K_{вн}$	-	1,1	1,1
Коэффициент доплат	$K_{доп}$	%	12	12

Продолжение таблицы 14

Наименование экономического показателя	Условное обозначение в расчетах	Единица измерения	Значение параметра экономической характеристики	
			Базовая технология	Проектная технология
Коэффициент отчислений на дополнительную ЗП	Кд	-	1,88	1,88
Коэффициент отчислений на социальные нужды» [9]	Ксн	%	30	30
«Норма амортизации оборудования	На	%	21,5	21,5
Норма амортизации площади	На.пл.	%	5	5
Площадь под оборудование	S	м2	432	432
Цена производственных площадей	Цпл	руб/м2	30000	30000
Стоимость эксплуатации площадей	Сзксп	(руб/м2)/го д	2000	2000
Коэффициент транспортно- заготовительных расходов	Кт -з	%	5	5
Коэффициент затрат на монтаж и демонтаж оборудования	Кмонт Кдем	%	3	5
Стоимость оборудования	Цоб	руб.	28000	40000
Коэффициент дополнительной производственной площади	Кпл	-	3	3
Мощность оборудования	Муст	кВт	4,8	4,8
Стоимость электрической энергии	Цэ-э	руб/ кВт	6,74	6,74
Коэффициент полезного действия	КПД	-	0,7	0,85
Коэффициент эффективности капитальных вложений	Ен	-	0,33	0,33
Коэффициент цеховых расходов	Кцех	-	1,5	1,5
Коэффициент заводских расходов» [9]	Кзав	-	1,15	1,15

5.2 Расчёт фонда времени работы оборудования

«Размер временного резерва, в течение которого происходит работа сварочного оборудования, задействованного в технологическом процессе, по

основным и конструктивным возможностям можно определить по формуле» [9]:

$$F_n = (D_p \cdot T_{см} - D_n \cdot T_n) \cdot K_{см}. \quad (1)$$

где « $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены в часах» [9];

« D_p – общее число рабочих дней в календарном году» [9];

« D_n – планируемое количество предпраздничных дней в календарном году» [9];

« T_n – планируемое сокращение длительности рабочей смены в часах в предпраздничный день» [9];

« $K_{см}$ – количество рабочих смен» [9].

«После подстановки в формулу (1) численных значений соответствующих переменных, получим» [9]:

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

«Расчет эффективного фонда наработки сварочного оборудования, участвующего в выполнении операций технологического процесса по основным и конструктивным возможностям, можно определить по формуле» [9]:

$$F_э = F_n (1 - B/100). \quad (2)$$

где « B – процент планируемых потерь рабочего времени» [9].

«После подстановки в формулу (2) численных значений соответствующих переменных, получим» [9]:

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

5.3 Расчёт штучного времени

«Общее время на выполнение сварочной операции технологического процесса по базовому и проектному вариантам выполним с использованием формулы» [9]:

$$t_{шт} = t_{ОСН} + t_{ВСП} + t_{ОБСЛ} + t_{ОТЛ} + t_{П-З}. \quad (3)$$

«где $t_{шт}$ – штучное время – объём времени в часах, которое будет затрачено работниками на выполнение всех операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [9];

« $t_{осн}$ – основное время - количество времени в часах, которое сотрудники затрачивают на выполнение основной операции технологического процесса в соответствии с основными и проектными возможностями. Определяется по формуле» [9]:

$$t_{um} = L_{шв} / V_{св} \quad (4)$$

где $L_{шв}$ - сумма длин всех швов, $m \sum L_{шв} = 0,5026$ м;

$V_{св}$ – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч, $V_{св} = 15$ м/ч;

$V_{св}$ – скорость сварки (базовый вариант), м/ч, $V_{св} = 5$ м/ч.

Определяем основное время по формуле (4) для обоих вариантов:

$$t_{оснбаз.} = 0,5026/5 = 0,100$$

$$t_{оснпроект.} = 13,3/15 = 0,033$$

« $t_{всп}$ – вспомогательное время - количество времени в часах, которое сотрудники будут затрачивать на выполнение подготовительных операций технологического процесса в соответствии с основными и проектными возможностями, определяется в процентах от машинного времени: $t_{всп} = 10\%$ от $t_{осн}$ » [9];

« $t_{обсл}$ – наработка - количество времени в часах, которое будет определять обслуживающий персонал, текущий и мелкий ремонт технологического оборудования, задействованного при выполнении операций технологического процесса по базовому и конструктивному вариантам, определяется в процентах от машинного времени: $t_{обсл} = 5\%$ от $t_{осн}$ » [9];

« $t_{отл}$ – время личный досуг - объём-время в часах, которое будет затрачено работником на обеспечение личных потребностей в отпуске при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам, определяется в процентах от машинного времени: $t_{отл} = 5\%$ от $t_{осн}$ » [9];

« $t_{П-3}$ – время подготовки-финальное - количество времени в часах, которое будет определено сотрудником для выполнения подготовки - окончательная операция технологического процесса по базовому и конструктивному вариантам, определяется в процентах от машинного времени: $t_{ОП-3} = 1\%$ от $t_{ОСН.}$ » [9].

«После подстановки в формулу (3) численных значений соответствующих переменных, получим» [5]:

$$t_{ум.баз} = 0,100 \cdot (100\% + 10\% + 5\% + 5\% + 1\%) = 0,121 \text{ ч.}$$

$$t_{ум.проектн.} = 0,033 \cdot (100\% + 10\% + 5\% + 5\% + 1\%) = 0,039 \text{ ч.}$$

«Расчет годовой программы сварочных работ по рассматриваемому технологическому процессу по основному и конструктивному вариантам возможен по формуле» [9]:

$$П_2 = F_3 / t_{ум.} \quad (5)$$

«где F_3 – объём в часах эффективного фонда времени работы оборудования, задействованного выполнения операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [9];

« $t_{шт}$ – штучное время в часах, которое затрачивает работник на одно изделие по базовому и проектному вариантам технологии» [9];

«После подстановки в формулу (5) численных значений соответствующих переменных, получим» [9]:

$$П_{2.баз.} = 2054 / 0,121 = 16975 \text{ за год};$$

$$П_{2.проектн.} = 2054 / 0,039 = 52666 \text{ за год.}$$

«Дальнейшие расчеты проведем для определения экономической эффективности предлагаемых решений на основе годовой программы $Пг = 10000$ в год» [9].

«Необходимое количество сварочного оборудования, которое будет использовано при выполнении операций технологического процесса согласно основным и конструктивным возможностям, рассчитывается по формуле» [9]:

$$n_{расч} = t_{ум} \cdot П_2 / (F_3 \cdot K_{вн}). \quad (6)$$

где «Пг – годовая программа – принятое ранее количество изделий, которые необходимо сварить за один календарный год при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [9];

« $t_{шт}$ – штучное время - количество времени в часах, которое будет затрачено сотрудниками на выполнение всех операций технологического процесса согласно базовым и проектным возможностям» [9];

«Fэ – объём в часах эффективного фонда времени работы оборудования, задействованного выполнения операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [9];

« $K_{вн}$ – принятое значение коэффициента, определяющего временные затраты на выполнение нормы, (для базового и проектного варианта технологий принимаем $K_{вн} = 1,03$)» [9].

«После подстановки в формулу (6) численных значений соответствующих переменных, получим» [9]:

$$n_{расч. б.} = 0,121 \cdot 10000 / (2054 \cdot 1,03) = 0,571;$$

$$n_{расч. пр.} = 0,039 \cdot 10000 / (2054 \cdot 1,03) = 0,184.$$

«Исходя из расчета по определению эффективного функционального рабочего времени на единицу оборудования, времени, которое будет затрачено рабочими на выполнение всей работы технологического процесса, основных возможностей и возможностей в проекте, можно сделать вывод о необходимом количестве и сварочное оборудование. Для реализации ключевой технологии необходимо использовать штучное производственное оборудование. Для реализации технологии проекта необходимо использовать единое производственное оборудование» [9].

«Расчёт коэффициента загрузки оборудования выполним согласно формуле» [9]:

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

где « $n_{расч}$ – полученное согласно (6) количество технологического оборудования, задействованного для выполнения операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [9];

« $n_{пр}$ – принятое количество технологического оборудования, задействованного для выполнения операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [9].

«После подстановки в формулу (7) численных значений соответствующих переменных, получим» [9]:

$$K_{зб} = 0,571/1 = 0,571;$$

$$K_{зн} = 0,184/1 = 0,184.$$

5.4 Расчёт заводской себестоимости вариантов технологии

«Сварочные изделия являются подходящими сварочными материалами. Базовая технология сварки предполагает использование ручной дуговой сварки покрытым электродом. Технология проекта предусматривает использование механизированной сварки плавящимся электродом в смеси защитных газов. Стоимость сварочных материалов, которые будут использоваться при выполнении операций, исходя из технологического процесса и возможностей проекта, рассчитывается по формуле» [9]:

$$M = C_{м} \cdot H_p \cdot K_{м-з}. \quad (8)$$

где « $C_{м}$ – цена, определённая для сварочного материала по каталогам предприятий, которые представлены в сети Интернет» [9];

« $K_{т-з}$ – принятое значение коэффициента, определяющего процент затрат на оборудование по затратам на транспорт и подготовку» [9].

«После подстановки в формулу (8) численных значений соответствующих переменных, получим» [9]:

$$M_{баз.} = 120 \cdot 2 \cdot 1,05 = 252 \text{ руб.};$$

$$M_{проектн.} = 90 \cdot 0,6 \cdot 1,05 + 50 \cdot 0,3 \cdot 9 \cdot 1,05 = 198,45 \text{ руб.}$$

«Объём фонда заработной платы (ФЗП) определяется суммой основной заработной платы $Z_{осн}$ и дополнительной заработной платы $Z_{доп}$ » [9].

«Объём $Z_{осн}$ основной заработной платы определим расчётным путём с использованием формулы» [9]:

$$Z_{осн} = t_{ит} \cdot C_{ч} \cdot K_{д}. \quad (9)$$

где « $C_{ч}$ – утверждённая часовая тарифная ставка работника» [9];

« $K_{д}$ – принятое значение коэффициента, определяющего процент на формирование доплат к основной заработной плате» [9].

«После подстановки в формулу (9) численных значений соответствующих переменных, получим» [9]:

$$Z_{осн.баз.} = 0,100 \cdot 200 \cdot 1,88 = 37,6 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн.проектн.} = 0,033 \cdot 200 \cdot 1,88 = 12,4 \text{ руб.}$$

«Объём $Z_{доп}$ дополнительной заработной платы определим расчётным путём с использованием формулы» [9]:

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

где « $K_{доп}$ – принятое значение коэффициента, определяющего процент на формирование дополнительной заработной платы» [9].

«После подстановки в формулу (10) численных значений соответствующих переменных, получим» [9]:

$$Z_{доп.базов.} = 37,6 \cdot 12 / 100 = 4,51 \text{ руб.};$$

$$Z_{доп.проектн.} = 12,4 \cdot 12 / 100 = 1,48 \text{ руб.};$$

$$\Phi ЗП_{базов.} = 37,6 + 4,51 = 42,11 \text{ руб.};$$

$$\Phi ЗП_{проектн.} = 12,4 + 1,48 = 13,38 \text{ руб.}$$

«Объём $O_{сн}$ отчислений на страховые взносы определим расчётным путём с использованием формулы» [9]:

$$O_{сн} = \Phi ЗП \cdot K_{сн} / 100. \quad (11)$$

где « $K_{сн}$ – принятое значение коэффициента, определяющего процент от заработной платы на страховые взносы» [9].

«После подстановки в формулу (11) численных значений соответствующих переменных, имеем» [9]:

$$O_{сс_{баз.}} = 42,11 \cdot 30 / 100 = 12,6 \text{ руб.}$$

$$OCC_{\text{проектн.}} = 13,38 \cdot 30/100 = 4,01 \text{ руб.}$$

«Объём $Z_{об}$ финансовых затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования определим расчётным путём с использованием формулы» [9]:

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

«где $A_{об}$ – финансовые потери от амортизации технологического оборудования, задействованного при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [9];

« $P_{ээ}$ – финансовые затраты на электрическую энергию при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [9].

«Финансовые потери от износа оборудования, задействованного при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [9]:

$$A_{об} = C_{об} \cdot N_a \cdot t_{\text{маш}} / F_e \cdot 100. \quad (13)$$

где « $C_{об}$ – цена оборудования, задействованного в операциях технологического процесса, по основным и конструктивным возможностям, определяемая по каталогам компаний в сети Интернет» [9];

« N_a – принятое значение коэффициента, задающего процент от стоимости технологического оборудования на его амортизацию» [9];

« $t_{\text{маш}}$ – машинное время - количество времени в часах, которое будет затрачено сотрудниками на выполнение основной операции технологического процесса в соответствии с основными и проектными возможностями» [9];

« F_e – объём в часах эффективного фонда времени работы оборудования, задействованного выполнения операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [9].

«После подстановки в формулу (13) численных значений соответствующих переменных, имеем» [9]:

$$A_{об. баз.} = 15000 \cdot 21,5 \cdot 0,100 / (2054 \cdot 100) = 0,15 \text{ руб.};$$

$$A_{об. пр.} = 30000 \cdot 21,5 \cdot 0,033 / (2054 \cdot 100) = 0,10 \text{ руб.}$$

«Стоимость электроэнергии при проведении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам определяется расчетным методом по формуле» [9]:

$$P_{ээ} = M_{уст} \cdot t_{маш} \cdot Ц_{ээ} / КПД. \quad (14)$$

где « $M_{уст}$ – установленная мощность оборудования, задействованного при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [9];

« $Ц_{ээ}$ – принятое значение стоимости электрической энергии при работе оборудования для выполнения операций рассматриваемого технологического процесса» [9];

«КПД – принятое значение коэффициента полезного действия оборудования для выполнения операций рассматриваемого технологического процесса» [9].

«После подстановки в формулу (14) численных значений соответствующих переменных, имеем» [9]:

$$P_{ээ баз} = 4,8 \cdot 0,100 \cdot 6,74 / 0,7 = 4,62 \text{ руб.};$$

$$P_{ээ пр} = 4,8 \cdot 0,033 \cdot 6,74 / 0,85 = 1,25 \text{ руб.};$$

$$Зоб_{баз.} = 0,15 + 4,62 = 4,77 \text{ руб.};$$

$$Зоб_{проектн.} = 0,10 + 1,25 = 1,35 \text{ руб.}$$

«Значение $C_{тех}$ показателя технологической себестоимости определим расчётным путём с использованием формулы» [9]:

$$C_{тех} = M + ФЗП + Осс + Зоб. \quad (15)$$

«После подстановки в формулу (15) численных значений соответствующих переменных, имеем» [9]:

$$C_{техБаз.} = 252 + 42,11 + 12,6 + 4,77 = 311,48 \text{ руб.};$$

$$C_{техПроектн.} = 198,45 + 13,38 + 4,01 + 1,35 = 217,19 \text{ руб.}$$

«Значение $C_{цех}$ показателя цеховой себестоимости определим расчётным путём с использованием формулы» [9]:

$$C_{цех} = C_{тех} + Зосн \cdot K_{цех}. \quad (16)$$

где « $K_{\text{ЦЕХ}}$ – принятое значение коэффициента, определяющего долю производственных затрат при выполнении операций технологического процесса по основным и проектным возможностям» [9].

«После подстановки в формулу (16) численных значений соответствующих переменных, имеем» [9]:

$$C_{\text{ЦЕХБаз.}} = 311,48 + 1,5 \cdot 37,6 = 311,48 + 56,4 = 367,88 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{ЦЕХПроектн.}} = 217,19 + 1,5 \cdot 12,4 = 217,19 + 18,6 = 235,79 \text{ руб.}$$

«Значение $C_{\text{зав}}$ показателя заводской себестоимости определим расчётным путём с использованием формулы» [9]:

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

где « $K_{\text{ЗАВ}}$ – принятое значение коэффициента, определяющего долю заводских расходов при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [9].

«После подстановки в формулу (17) численных значений соответствующих переменных, имеем» [9]:

$$C_{\text{ЗАВБаз.}} = 367,88 + 1,15 \cdot 37,6 = 367,88 + 43,24 = 411,12 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{ЗАВПроектн.}} = 235,79 + 1,15 \cdot 12,4 = 235,79 + 14,26 = 250,05 \text{ руб.}$$

«Калькуляцию технологической, цеховой и заводской себестоимости сварки при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам сведём в таблицу 15» [9].

Таблица 15 – «Калькуляция технологической, цеховой и заводской себестоимости сварки» [9]

Показатели	Условные обозначения	Калькуляция, рублей	
		Базовый вариант	Проектный вариант
1. Материалы	М	252	198,45
2. Фонд заработной платы	ФЗП	42,11	13,38
3. Отчисление на соц. нужды	Осн	12,6	4,01
4. Затраты на оборудование	Зоб	4,77	1,35
5. Себестоимость технологич.	Стехн.	311,48	217,19
6. Себестоимость цеховая	Сцех.	367,88	235,79
7. Себестоимость заводская	Сзав	411,12	250,05

5.5 Оценка капитальных затрат по базовой и проектной технологиям

«Значение $K_{\text{общ}}$ капитальные затраты, которые потребуются для выполнения технологических операций над базовыми и проектными вариантами, определяются расчетным путем по формуле» [9]:

$$K_{\text{общ. б.}} = C_{\text{ОБ.Б.}} \cdot K_{\text{з.б.}} \quad (18)$$

где « $K_{\text{з}}$ – ранее полученное расчётное значения коэффициента загрузки оборудования» [9];

« $C_{\text{ОБ.Б.}}$ – остаточная стоимость в рублях технологического оборудования на момент внедрения предлагаемых решений в производство, который определяется по сроку службы этого оборудования» [9];

« n – приобретенное ранее количество единиц технологического оборудования, для выполнения технологических операций в базовом и конструктивном вариантах» [9].

«Величину $C_{\text{ОБ.Б.}}$ остаточная стоимость технологического оборудования на момент внедрения предлагаемых решений в производство определяется расчетным методом по формуле» [9]:

$$C_{\text{об.б.}} = C_{\text{ПЕРВ.}} - (C_{\text{ПЕРВ.}} \cdot T_{\text{СЛ}} \cdot N_A / 100). \quad (19)$$

где « $C_{\text{ПЕРВ.}}$ – рыночная стоимость оборудования, которое необходимо для выполнения операций рассматриваемого технологического процесса» [9];

« $T_{\text{СЛ}}$ – количество лет, в течение которых рассматриваемое оборудование было использовано в технологическом процессе по базовому варианту» [9];

« N_A – принятое значение коэффициента, задающего процент от стоимости технологического оборудования на его амортизацию» [9].

«После подстановки в формулу (18) и (19) численных значений соответствующих переменных, имеем» [9]:

$$C_{\text{ОБ.Баз.}} = 15000 - (15000 \cdot 4 \cdot 21,5/100) = 2100 \text{ руб.};$$

$$K_{\text{ОБЩ.Баз.}} = 1 \cdot 2100 \cdot 0,571 = 1200 \text{ руб.}$$

«Величину $K_{\text{ОБЩ.ПР}}$ суммарные капитальные затраты на выполнение операций технологического процесса в технологии проекта определяем расчетным способом по формуле» [9]:

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

где « $K_{\text{ОБ.ПР}}$ – оценочная сумма капитальных вложений в оборудование, используемое для выполнения технологических операций в технологии проекта» [9];

« $K_{\text{ПЛ.ПР}}$ – предполагаемый объем капитальных вложений в производственные мощности, которые используются для выполнения технологических операций по технологии проекта» [9];

« $K_{\text{СОП.ПР}}$ – расчётный объём сопутствующих капитальных вложений при выполнении операций технологического процесса по проектной технологии» [9].

«Объём $K_{\text{ОБ.ПР}}$ капитальных вложений в оборудование, задействованное для выполнения операций технологического процесса по проектной технологии определим расчётным путём с использованием формулы» [9]:

$$K_{\text{об. пр.}} = C_{\text{об. пр.}} \cdot K_{\text{тз}} \cdot K_{\text{зн.}} \quad (21)$$

«После подстановки в формулу (21) численных значений соответствующих переменных, имеем:» [9].

$$C_{\text{об. пр.}} = 30000 \cdot 1,05 \cdot 0,184 = 5796 \text{ руб.}$$

«Объём $K_{\text{СОП}}$ сопутствующих капитальных вложений при выполнении операций технологического процесса в технологии проекта определяется расчетным методом по формуле» [9]:

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

где « $K_{\text{ДЕМ}}$ – размер затрат на демонтаж оборудования для реализации базовой технологии» [9];

« $K_{\text{МОНТ}}$ – величина коэффициента, определяющего долю расходов на монтаж оборудования» [9].

«Затраты $K_{ДЕМ}$ на демонтаж оборудования, которое используется для выполнения операций технологического процесса на базовом исполнении, определяются расчетным способом по формуле» [9]:

$$K_{ДЕМ} = Ц_{Б} \cdot K_{ДЕМ}. \quad (23)$$

где « $K_{ДЕМ}$ – принятое значение коэффициента, задающего процент от стоимости оборудования на его демонтаж» [9].

«После подстановки в формулу (23) численных значений соответствующих переменных, имеем» [9]:

$$K_{ДЕМ} = 15000 \cdot 0,05 = 750 \text{ рублей.}$$

«Стоимость $K_{МОН}$ на установку оборудования, задействованного при выполнении операций технологического процесса по проектному варианту, мы определяем расчетным способом по формуле» [9]:

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

где « $K_{МОНТ}$ – принятое значение коэффициента, задающего процент от стоимости оборудования на его монтаж» [9].

«После замены числовых значений соответствующих переменных в формулах (5.22) и (5.24) имеем» [9]:

$$K_{монт} = 30000 \cdot 0,05 = 1500 \text{ руб.}$$

$$K_{сop} = 750 + 1500 = 2250 \text{ руб.}$$

$$K_{общ.пр.} = 5796 + 2250 = 8046 \text{ руб.}$$

«Размер $K_{ДОП}$ дополнительных капитальных вложений будет определяться расчетным способом по формуле» [9]:

$$K_{ДОП} = K_{ОБЩПР} - K_{ОБЩБ}. \quad (25)$$

«После замены числовых значений соответствующих переменных в формуле (25) имеем» [9]:

$$K_{ДОП} = 8046 - 1200 = 6846 \text{ рублей.}$$

«Размер индивидуальных капитальных вложений будет определяться расчетным способом по формуле» [9]:

$$K_{уд} = K_{общ} / П_r. \quad (26)$$

где « Π_T – принятое значение годовой программы» [9].

$$K_{удБаз} = 1200/10000 = 0,12 \text{ руб./ед.};$$

$$K_{удПроектн} = 8046/10000 = 0,80 \text{ руб./ед.}$$

5.6 Расчёт показателей экономической эффективности

«Сокращение трудозатрат при внедрении предложенных решений в производство определяется расчетным методом по формуле» [9]:

$$\Delta t_{ум} = (t_{ум б} - t_{ум пр}) \cdot 100 \% / t_{ум б}. \quad (27)$$

«После замены в формуле (27) числовых значений соответствующих переменных имеем» [9]:

$$\Delta t_{ум} = (0,100 - 0,033) \cdot 100 \% / 0,100 = 67 \%.$$

«Прирост производительности труда Π_T при внедрении предложенных решений в производство определяется расчетным путем по формуле» [9]:

$$\Pi_T = 100 \cdot \Delta t_{ум} / 100 - \Delta t_{ум}. \quad (28)$$

«После подстановки в формулу (28) числовых значений соответствующих переменных, имеем» [9]:

$$\Pi_T = 100 \cdot 67 / 100 - 67 = 203 \%.$$

«Снижение технологической себестоимости $\Delta C_{тех}$, которое получается при реализации проектного технологического процесса, вычисляется по ранее определённым технологической себестоимости базового и проектного вариантов» [9]:

$$\Delta C_{тех} = (C_{тех.б.} - C_{тех.пр.}) \cdot 100\% / C_{тех.б.} \quad (29)$$

«После подстановки в формулу (29) числовых значений соответствующих переменных, имеем» [9]:

$$\Delta C_{тех} = (311,48 - 217,19) \cdot 100\% / 311,48 = 30 \%.$$

«Условная годовая экономия затрат (ожидаемая прибыль) при внедрении предложенного решения в производство будет определяться расчетным способом по формуле» [9]:

$$Пр_{ож.} = Э_{у.г.} = (C_{заб}^б - C_{заб}^{np}) \cdot Пг \quad (30)$$

«После замены в формуле (30) числовых значений соответствующих переменных имеем» [9]:

$$Э_{у.г.} = (411,12 - 250,05) \cdot 10000 = 1610700 \text{ руб.}$$

«Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений при внедрении предлагаемых решений в производство определяется расчетным путем по формуле» [9]:

$$Ток = К_{дон} / Э_{у.г.} \quad (31)$$

«После замены числовых значений соответствующих переменных в формуле (31) имеем» [9]:

$$Ток = 6846 / 1610700 = 0,4 \text{ года}$$

«Годовой экономический эффект Эг на участке при внедрении предлагаемых решений в производство определяется расчетным путем по формуле» [9]:

$$Эг = Э_{уг} - Ен \cdot К_{дон}. \quad (32)$$

«После подстановки в формулу (32) численных значений соответствующих переменных, имеем» [9]:

$$Эг = 1610700 - 0,33 \cdot 6846 = 1608440,82 \text{ руб.}$$

5.7 Вывод по оценке экономической эффективности выпускной квалификационной работы

Предложено перейти от традиционной ручной дуговой сварки с использованием покрытых электродов к механизированному процессу сваривания с применением плавящихся электродов в среде защитных газов. Такой подход позволит увеличить эффективность работы, сэкономить ресурсы и получить высококачественные сварные соединения с минимальным разбрызгиванием проволоки.

Расчеты показали, что применение данной технологии снизит трудозатраты на 67% и увеличит производительность на 203%. Благодаря сокращению сопутствующих расходов и затрат на оплату труда, технологическая себестоимость уменьшится на 30%.

Применение проектного подхода обещает заметную экономию средств – около 1,6 миллиона рублей ежегодно, что позволит компенсировать расходы на его реализацию всего за четыре месяца. При этом чистая экономия, с учетом инвестиций, оценивается в 1 608 440,82 рубля в год.

Исходя из этих цифр, ясно, что предложенные изменения обладают впечатляющей отдачей и их стоит применять в производственной практике.

Тем не менее, проектные инновации не лишены определенных рисков. Среди них – риск несоответствия качества продукции ожиданиям клиентов, возможные задержки в процессах из-за отсутствия квалифицированных работников или необходимого оборудования, недостаточная подготовка кадров к взаимодействию с новой техникой и вероятность технических сбоев. Чтобы минимизировать эти опасности, необходимо провести детальный анализ и планирование, а также разработать запасные планы на случай возникновения сложностей.

Заключение

Целью данной выпускной квалификационной работы заключается в увеличении производительности процесса сборки и соединения деталей напольной вешалки, предназначенной для использования в ограниченном пространстве. В исходной конфигурации применяется традиционная методика ручной дуговой сварки с использованием электродов с покрытием, что влечёт за собой медленные темпы выполнения работ. В рамках разработанного проекта предложен переход на механизированную сварку плавящимся электродом в смеси защитных газов. Исследование конструктивных особенностей вешалок для компактных помещений выявило высокий потенциал для внедрения механизированной методики сварки. В ходе анализа рассматривались различные техники сварки, включая ручную дуговую сварку с покрытыми электродами, механизированную сварку с использованием порошковой проволоки и автоматизированную сварку с плавящимся электродом в защитной газовой среде. После тщательного анализа процесса создания напольных вешалок, предназначенных для использования в ограниченном пространстве, было принято решение модернизировать производство. Вместо традиционной ручной дуговой сварки с применением покрытых электродов, перешли к механизированному методу сварки с использованием плавящегося электрода в среде защитных газов, что позволило значительно повысить производительность работы. Проведен анализ проектной технологии сварки на предмет опасных и вредных производственных факторов. Расчетный годовой экономический эффект с учетом капитальных вложений составляет 1608440,82 рублей. Повышение производительности труда составляет 203 %.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что поставленная цель выпускной квалификационной работы была достигнута. Результаты работы могут быть внедрены в производство для производства напольной вешалки для малых помещений.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Виноградов В.С. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки : учеб. для проф. учеб. заведений / В. С. Виноградов. - Москва : Высш. шк. : Изд. центр "Академия", 1997. - 318
2. Вешалка напольная Bergenson Bjorn Vakken, 180 см, золотистый хром/светлый орех [Электронный ресурс]. URL: <https://lomovozow.ru/pn590180195> (дата обращения 30.10.2023).
3. Вешалка напольная Мебелик, 118 см х 45 см х 28 см [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ozon.ru/product/veshalka-napolnaya-mebelik-118-sm-h-45-sm-h-28-sm-551031908/> (дата обращения 01.11.2023).
4. Вешалка напольная Пико 15 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mebelik.ru/shop/veshalki/napolnye/veshalka-napolnaya-piko-15/> (дата обращения 03.11.2023).
5. Виноградов В.С. Технологическая подготовка производства сварных конструкций в машиностроении. М.: Машиностроение. 1981. 224с
6. Горина Л.Н. Промышленная безопасность и производственный контроль: учебно-методическое пособие/ Л.Н. Горина, Т.Ю. Фрезе. –Тольятти: ТГУ, 2013. –154с.
7. Ельцов В.В. Технология сварки плавлением: электронное учебное пособие / В.В. Ельцов. – Тольятти: ТГУ, 2019. – 181 с.
8. Жиньяков С.Н. Ручная дуговая сварка : Материалы. Оборудование. Технология / С. Н. Жиньяков, З. А. Сидлин. - Москва : ЦТТ ИЭС им. Е. О. Патона, 2007. - 359 с.
9. Зубкова Н.В. – к.э.н., доцент. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». Тольятти: ТГУ, 2020. – 123 с.

10. Козулин М.Г. Технология изготовления сварных конструкций. Учеб-метод. пособие к курсовому проектированию. - Тольятти: ТГУ 2008. 77
11. Лучшие напольные вешалки на 2023 год [Электронный ресурс]. URL: <https://yanashla.com/luchshie-napolnye-veshalki> (дата обращения 15.11.2023).
12. Лебедев В.А., Жук Г.В. Анализ энергетических затрат с разными способами подачи порошковой электродной проволоки при механизированной сварке на различной полярности// упрочняющие технологии и покрытия. 2018. С. 443-446.
13. Маценко И.А., Ощепков А.А., Мандров Б.И., Посылкин Ю.С., Дронов А.Н. Выбор метода определения скорости подачи проволоки при сварке в защитных газах//ползуновский альманах. 2022. С. 21-26
14. Механизированная дуговая сварка плавящимся электродами в среде защитных газов (MIG/MAG), Юхин Н.А., – М: Союзло, 2008. – 72 с.
15. Напольная вешалка для одежды (75+ фото) [Электронный ресурс]. URL: <https://trizio.ru/napolnaya-veshalka-dlya-odezhdy-75-foto-988> (дата обращения 20.11.2023).
16. Отрезная пила Вихрь ОП-355/2500 72/15/1 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vseinstrumenti.ru/product/otreznaya-pila-vihr-op-355-2500-72-15-1-709740/> (дата обращения 25.11.2023).
17. Потапьевский А.Г. Сварка сталей в защитных газах плавящимся электродом. Техника и технология будущего: монографии/ А.Г. Потапьевский, Ю.Н. Сараев, Д.А. Чинахов; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 208 с
18. Потапьевский А. Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. М., «Машиностроение», 1974, 240с.
19. Потапьевский А. Г. Сварка в углекислом газе. – М.: Машиностроение, 1984. – 80 с.

20. Рейтинг лучших напольных вешалок (ТОП-8) 2023 [Электронный ресурс]. URL: proreyting.ru/mebel/rejting-luchshih-napolnyh-veshalok-top-8.html (дата обращения 01.12.2023).
21. Ручная дуговая сварка: учебник / В.Г. Лупачёв. – Мн.: Выш. шк., 2006. – 416 с.
22. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т. / Редкол.: Г. А. Николаев (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1979 – т. 3 / Под ред. В.А. Винокурова. 1979. – 567 с.
23. Сварочный инвертор MIG REAL MIG 200 BLACK (N24002N) [Электронный ресурс]. URL: svarog-rf.ru/products/real-mig-200-black (дата обращения 10.12.2023).
24. Сидоров В.П. О режимах ручной дуговой сварки покрытыми электродами//инновационное и цифровое машиностроение. 2021. С. 321-316.
25. Сущность способа сварки порошковой проволокой [Электронный ресурс]. URL: <https://pvrt.ru/pohodny/pohod-01.html> (дата обращения 20.12.2023).
26. Томас К.И. Технология сварочного производства: учебное пособие / К.И. Томас, Д.П. Ильященко; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 247 с
27. Фролов В.А. Технология сварки плавлением и термической резки металлов : учеб. для студентов вузов, обуч. по специальности "Металлургия свароч. пр-ва" / В. А. Фролов, В. Р. Петренко, В. В. Пешков [и др.] ; под ред. В. А. Фролова. - Гриф УМО. - Москва : Альфа-М : ИНФРА-М, 2016. - 445 с.
28. Характеристика стали Ст3 [Электронный ресурс]. URL: <https://elbows.ru/marki/st3.pdf> (дата обращения 28.12.2023).
29. Щекин В.А. Технологические основы сварки плавлением : учеб. пособие для вузов / В. А. Щекин. - Изд. 2-е, перераб. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. - 345 с.

30. Шлепаков В.Н., Гаврилюк Ю.А., Котельчук А.С., Игнатюк В.Н., Косенко П.А., Рохлин О.Н., Топчий А.В. Применение механизированной сварки самозащитной порошковой проволокой при ремонте металлургического оборудования//автоматическая сварка. 2013. С. 40-47
31. Электрические листовые ножницы ЗУБР 500 Вт ЗНЛ-500 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vseinstrumenti.ru/product/elektricheskie-listovye-nozhnitsy-zubr-500-vt-znl-500-202862/> (дата обращения 30.12.2023).
32. Argon Welding | The Best Gas To Use? [Электронный ресурс]. URL: <https://weldingempire.com/argon-welding/> (дата обращения 15.12.2023).
33. Cresswell R. A. Gases and gas mixtures in MIG and TIG welding / R.A. Cresswell // Welding and Metal Fabrication. – 1972. – 40, № 4. – P. 114-119. (дата обращения 31.12.2023).
34. Dixon K. Shielding gas selection for GMAW of steels / K. Dixon // Welding and Metal Fabrication. – 1999. – № 5. – P. 8-13. (дата обращения 01.01.2024).
35. Lucas W. Choosing a shielding gas. Pt 2 / W. Lucas // Welding and Metal Fabrication. – 1992. – № 6. – P. 269-276. (дата обращения 07.01.2024).
36. Stenbacka N., Persson K.-A. Shielding gases for gas metal arc welding // Welding Journal. – 1989. – № 11. – P. 41-47. (дата обращения 20.01.2024).