

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра « Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технология и оборудование для изготовления лестничного
перехода через наземный трубопровод

Студент

И.Е. Любимов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

К.В. Моторин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

д.т.н., профессор В.В. Ельцов

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

(личная подпись)

« ____ » _____ 2018 г.

Тольятти 2018 г.

АННОТАЦИЯ

Существующие технологические решения при монтаже лестничных переходов предусматривают сборку их элементов непосредственно на монтажной площадке, последующую ручную дуговую сварку. Данный технологический процесс подкупает мобильностью применяемого сварочного оборудования, является хорошо отработанным. Однако, учитывая протяженность трубопровода, и, соответственно, общее количество лестничных переходов, можно выделить и ряд недостатков его. Главный здесь низкая производительность, которая обусловлена необходимостью при ручной дуговой сварке контролировать большое количество параметров процесса, т.е. низкая степень механизации и автоматизации процесса.

Цель настоящей работы – повышение производительности и улучшение условий труда на операции сварки лестничных переходов через наземный трубопровод.

Базовая технология сварки с применением ручной дуговой сварки штучными электродами обладает следующими недостатками: малая производительность сварки, низкое качество выполняемых работ по причине получения множественных дефектов. Эти два недостатка связаны между собой и должны быть совместно устранены. Для этого предлагается решение следующих задач, которые были сформулированы по результатам анализа состояния вопроса: 1) обосновать замену способа сварки на основе современных достижений сварочной науки и техники; 2) обосновать выбор сварочных материалов и оборудования для осуществления сварки и предложить оптимальные параметры режима сварки; 3) составить проектную технологию сварки с применением предложенных ранее технических решений.

Работа включает в себя пояснительную записку из 59 страниц (12 рисунков, 14 таблиц, 26 библиографических наименований) и графическую часть из 6 листов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
Раздел 1 – СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СВАРКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ	
1.1 Описание изделия	9
1.2 Сведения о материале изделия	11
1.3 Операции базового технологического процесса сборки и сварки	12
1.4 Дефекты по базовой технологии	16
1.5 Анализ содержания источников научно-технической информации по теме исследования	18
1.6 Постановка задач на выполнение выпускной квалификационной работы	20
Раздел 2 – ПРОЕКТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ	
2.1 Обоснование замены способа сварки	21
2.2 Выбор параметров режима сварки	24
2.3 Описание участка для сборки и сварки	26
2.4 Технологический процесс сборки и сварки	27
2.5 Повышение эффективности механизированной сварки	32
Раздел 3 – ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	
3.1 Технологическая характеристика объекта	43
3.2 Персональные риски, сопровождающие внедрение проектной технологии в производство	37
3.3 Предлагаемые мероприятия по снижению профессиональных рисков в ходе внедрения в производство проектной технологии	38
3.4 Предлагаемые мероприятия по обеспечению пожарной безопасности разрабатываемого технологического объекта	39
3.5 Оценка экологической безопасности разрабатываемого технологического объекта	40

3.6 Заключение по экологическому разделу	41
Раздел 4 – ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ	
4.1 Исходные данные для проведения экономического расчёта	42
4.2 Вычисление фонда времени работы оборудования	44
4.3 Расчёт времени, затрачиваемого для выполнения годовой программы, и коэффициента, учитывающего загрузку оборудования	45
4.4 Расчет заводской себестоимости базового и проектного вариантов технологии	47
4.5 Калькуляция заводской себестоимости сварки по базовому и проектному варианту технологии	51
4.6 Определение капитальных затрат по базовому и проектному вариантам технологии сварки	51
4.7 Расчёт показателей экономической эффективности проектного варианта технологии	54
4.8 Выводы по экономическому разделу	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ	56
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	57

ВВЕДЕНИЕ

Обозначенная роль России как гаранта энергетической безопасности требует энергичной работы в том числе и по прокладке наземных трубопроводов. Трубопровод представляет из себя сложный комплекс, включающий магистральные трубопроводы, входящие в их состав трубопроводы технологической обвязки, вспомогательные трубопроводы, перекачивающие станции и т.д. Работы, направленные на совершенствование любых частей данного комплекса являются актуальными. В частности, для монтажа трубопроводов при организации перехода персонала них может понадобиться строительство соответствующих металлических конструкций, включающих в себя фундаментную часть, установленные на ней стойки, воспринимающие нагрузку от пешеходных площадок, проложенных над ними. Существующие технологические решения при монтаже лестничных переходов предусматривают сборку их элементов непосредственно на монтажной площадке, последующую ручную дуговую сварку. Данный технологический процесс подкупает мобильностью применяемого сварочного оборудования, является хорошо отработанным. Однако, учитывая протяженность трубопровода, и, соответственно, общее количество лестничных переходов, можно выделить и ряд недостатков его. Главный здесь низкая производительность, которая обусловлена необходимостью при ручной дуговой сварке контролировать большое количество параметров процесса, т.е. низкая степень механизации и автоматизации процесса. Кроме того, работы в условиях монтажа ведутся на открытом воздухе, при воздействии на сварщика негативных атмосферных факторов, в ряде случаев, осадки, низкая температура, требуется применение инвентарных укрытий, где сварщик находится в стесненных условиях.

Таким образом, цель настоящей работы – повышение производительности и улучшение условий труда на операции сварки лестничных переходов через наземный трубопровод.

Раздел 1 – СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СВАРКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

1.1 Описание изделия

Лестничный переход через наземный трубопровод предназначен для обеспечения перехода персоналом наземной части магистральных и технологических трубопроводов. Переход (рис 1.1) представляет собой горизонтальную часть (обеспечивает перемещение людей в горизонтальном направлении на заданной высоте перехода), лестничные части (обеспечивают подъём людей на заданную высоту перехода) и вертикальную (несущую) части. Крепление частей перехода осуществляется болтами. Элементы каждой части выполнены сварными. Наибольший интерес с точки проектирования конструкции и технологических процессов сварки представляет вертикальная (несущая) часть (рис. 1.2).

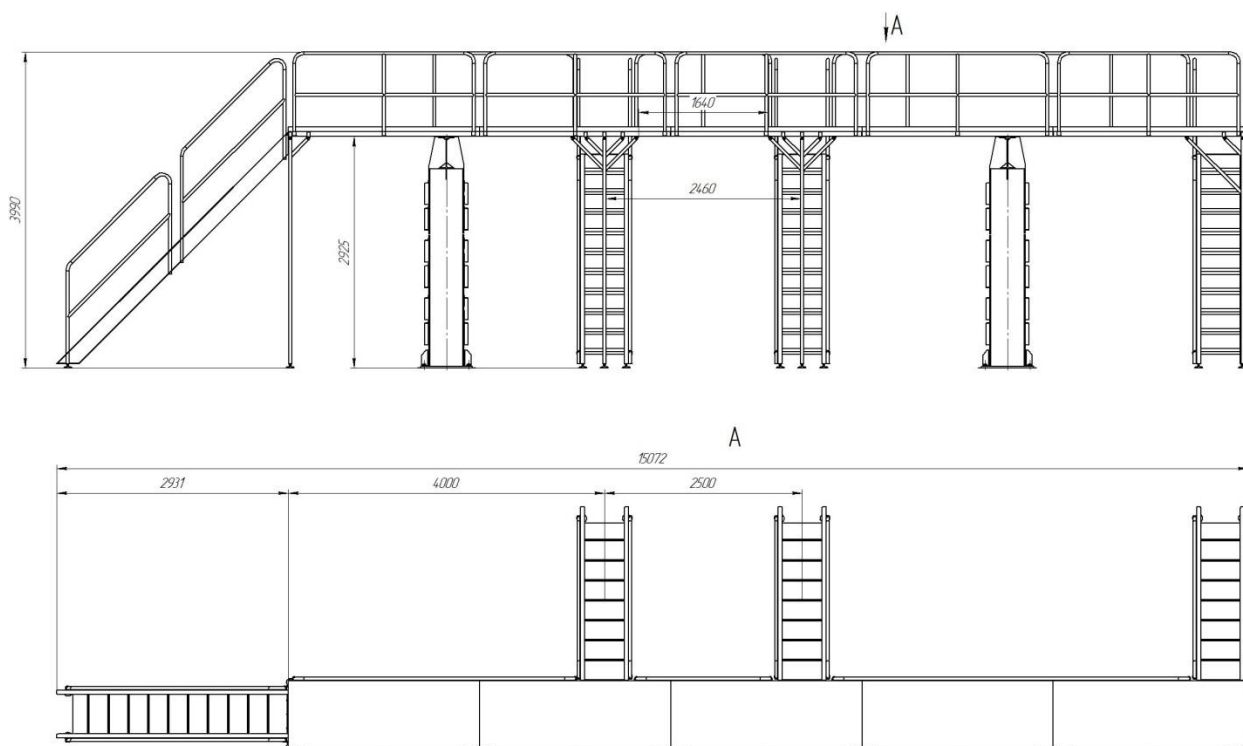


Рисунок 1.1 – Переход через трубопровод

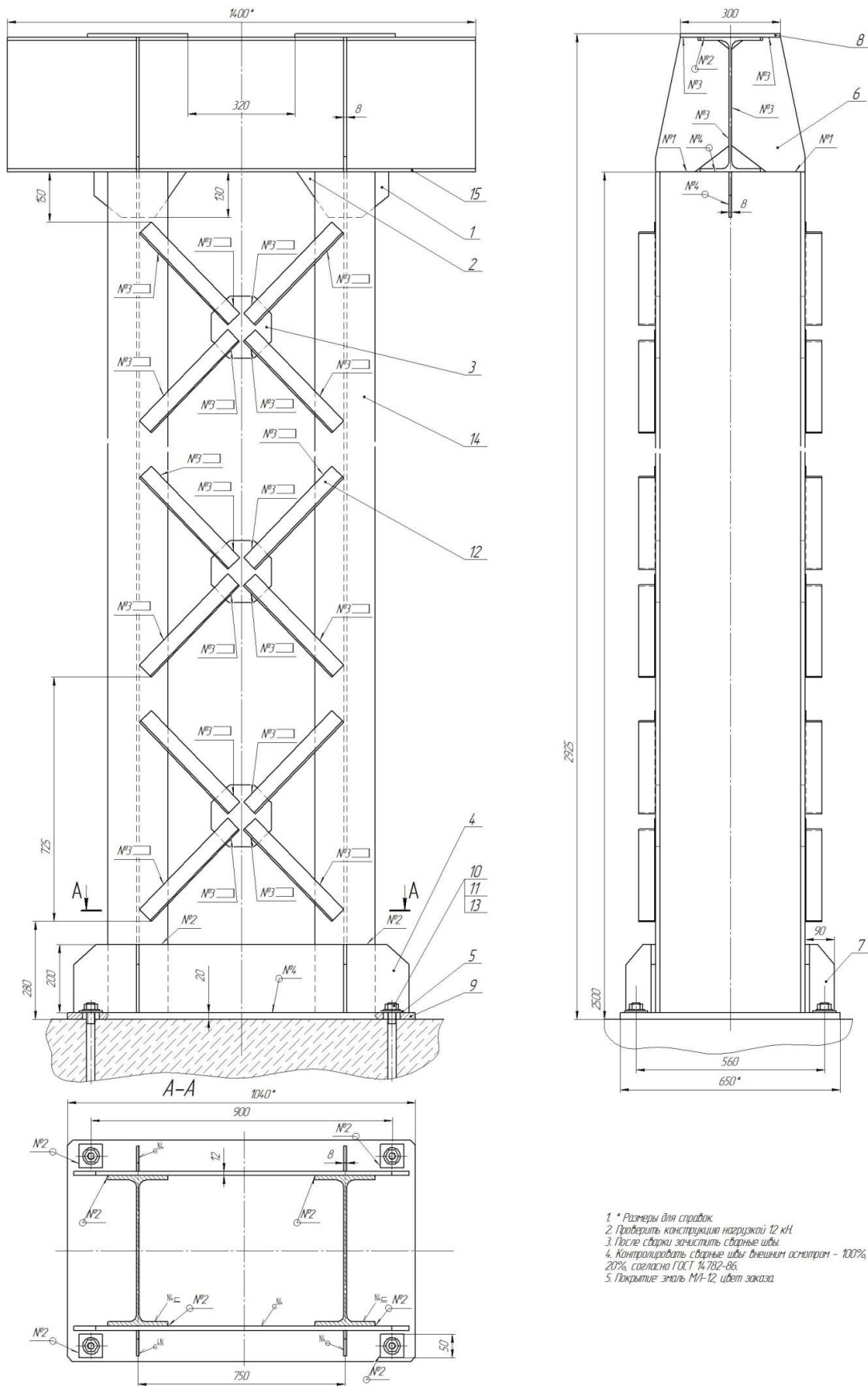


Рисунок 1.2 – Опора перехода

1.2 Сведения о материале изделия

Учитывая условия эксплуатации лестничного перехода, нагрузки, проектировщиками заложена в качестве материала сталь 3 по ГОСТ 380-71. Химический состав стали приведен в таблице 1.1, механические свойства в таблице 1.2. Механические свойства сталей зависят от содержания углерода. Прочность стали возрастает с увеличением содержания углерода в ее составе.

Механические характеристики стали Ст 3 сп показаны в таблице 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав стали Ст 3 сп, % по ГОСТ 380-94

Углерод	Марганец	Кремний	Сера	Фосфор
0,14-0,22	0,3 - 0,6	<0,05	0,05	0,04

Таблица 1.2 – Механические свойства стали Ст 3 сп по ГОСТ 1050-74

Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %
384-470	240	27	60

Для изготовления колонны применяется металлопрокат самый разнообразный. В зависимости от конструктивного исполнения может быть применен двутавр, швеллер, уголок, стальной лист горячекатаный.

Свариваемость выбранного материала – хорошая, предварительный и сопутствующий подогрев при сварке – не требуется.

1.3 Операции базового технологического процесса сборки и сварки

Первой операцией технологического процесса является – входной контроль, предусматривающий выполнение следующих операций: проверка сопроводительной документации (сертификаты, паспорта) на применяемые детали конструкции и материалы трубы требованиям технических условий и чертежей, проверка соответствия проектной документации; проверка качества сварочных материалов, правильности назначения режимов прокали и хранения сварочных материалов; проверка соответствия марок сварочных материалов, материалам, указанным в операционных технологических картах; проверка состояния сварочного оборудования, сварочного инструмента, контрольно-измерительных приборов, измерительного инструмента, сборочной оснастки; возможности обеспечения точности сборки, заданных режимов сварки; наличия и состояния средств индивидуальной защиты; проверка квалификации работников и её соответствия выполняемым работам, проверка проведения необходимых инструктажей, наличие у работников соответствующих удостоверений и других разрешающих документов; проверяется лицензия на выполняемые работы, проект производства работ, акт аттестации технологии сварки, акты сварки допусковых стыков, наличие операционных технологических карт на выполняемые работы, наличие наряда-допуска на проведение огневых работ.

Вторая операция – заготовительная. Размещают металлопрокат согласно чертежа. Нарезают двутавр № 45 и № 40 на отрезки согласно чертежа ацетилено-кислородной резкой. Нарезают уголок на отрезки для раскосной решетки согласно чертежа ацетилено-кислородной резкой. Нарезают лист для плиты базы согласно чертежа. Нарезают лист для косынок базы и оголовка, для пластин раскосной решетки согласно чертежа. Намечают отверстия в плите базы под анкерные болты. Сверлят отверстия под анкерные болты в плите.

После этого производят разделку кромок, которую выполняют с

применением ручной кислородной резки. Для этой операции применяется резак ГРМ-70, который предназначен для резки металла толщиной 3...50 мм. Вес резака составляет 630 грамм. Применяют редукторы ДКП-1-65 для кислорода и ДАП 1-65 для ацетилен. После резки осуществляется зачистка кромок с применением абразивных кругов и притупление кромок с применением абразивных кругов. Для этого используется машинка шлифовальная угловая МШУ-1-6-230 и абразивные круги 14А80Т264.

У подготовленных под сварку кромок шероховатость поверхности должна соответствовать нормам. Необходимо устранить все местные уступы и неровности, которые имеются на кромках и могут препятствовать их соединению. Устранение производят до сборки с использованием абразивного круга или напильника, при этом не допускаются острые углы и резкие переходы. После обработки кромок необходимо выполнить проверку соответствия формы, размеров и качества подготовки кромок требованиям технологии. Проверка размеров кромок производят по специальными шаблонам.

Третья операция – сборка и прихватка стоек. Устанавливают двутавры колонны и оголовка на плиту универсального сборочного приспособления (УСП), устанавливают плиту основания на УСП. Устанавливают уголки раскосной решетки на швеллера, выставляют размеры согласно чертежа. Прихватывают собранные детали, расстояние между прихватками 150...200 мм, длина прихватки 10...12 мм, $I = 110...130$ А, $V = 12...14$ см/мин, $U = 35$ В. Устанавливают косынки. Повторяют операцию прихватки. Кантуют колонну на 180° . Повторяют операцию прихватки.

Четвертая операция – сварка. Выполняют сварку швов в нижнем положении, соединяющих уголки и двутавры и двутавры между собой, $I = 180...200$ А, $V = 15...18$ см/мин, $U = 35$ В. Выполняют сварку швов в нижнем положении, соединяющих косынки с двутаврами и плитой основания: $I = 180...200$ А, $V = 15...18$ см/мин, $U = 35$ В. Кантуют колонну на 180° . Выполняют сварку швов в нижнем положении, соединяющих уголки и

двутапры и двутапры между собой, $I = 180 \dots 200 \text{ А}$, $V = 15 \dots 18 \text{ см/мин}$, $U = 35 \text{ В}$.
Выполняют сварку швов в нижнем положении, соединяющих косынки с двутапрами и плитой основания: $I = 180 \dots 200 \text{ А}$, $V = 15 \dots 18 \text{ см/мин}$, $U = 35 \text{ В}$.

Пятая операция – контроль качества. Проверку качества сварных швов проводят систематическим пооперационным контролем, внешним осмотром и измерениями, неразрушающими методами контроля; испытаниями механических свойств образцов пробных стыков. Результаты контроля сварных соединений следует фиксировать в соответствующих документах.

Пооперационный контроль предусматривает выполнение следующих операций:

- а) проверка сварочных материалов на качество соответствие требованиям нормативной документации (стандарты и технические условия);
- б) проверка подготовки торцев под сварку и качества сборки (угол скоса кромок, несовпадение кромок, величина зазоров, правильность расположения и количество выполненных прихваток, отсутствие трещин в прихватках);
- в) проверяют качество и технологию сварки (значения параметров режима сварки, соблюдение порядка наложения швов, качество послойной зачистки сварных швов от шлака).

Внешний осмотр и измерения проводят применительно ко всем сварным соединениям. При этом до проведения внешнего осмотра следует произвести очистку сварного соединения от шлака, окалина, брызг металла и загрязнений. Очистку проводят на ширине не менее 20 мм в обе стороны от оси сварного шва.

К результатам внешнего осмотра сварных швов предъявляют следующие требования:

- а) стандартная форма и размеры сварного шва;
- б) мелкая чешуйчатость поверхности сварного шва;
- в) не допускается наличие ноздреватости, свищей, скоплений пор, прожогов, незаплавленных кратеров, наплывов в местах перехода сварного шва к основному металлу.

в) плавность перехода от наплавленного металла к основному металлу.

Подрезы в местах перехода от шва к основному металлу допускаются по глубине не более 10% толщины стенки, но не более 0,5 мм. При этом общая протяженность подреза на одном сварном соединении не должна превышать 30% длины шва.

1.4 Дефекты по базовой технологии

В результате применения ручной дуговой сварки наблюдается большое число дефектов (табл. 1.4).

Таблица 1.4 – Наиболее частые дефекты при ручной дуговой сварке

Дефекты	Причины образования дефектов
1	2
Непровары	1) неправильный выбор формы разделки; 2) недостаточная погонная энергия; 3) нарушение подготовки поверхностей; 4) чрезмерная величина притупления; 5) мала величина зазоров; 6) смещение в процессе сварки электрода; 7) некачественное проведение зачистки шва после выполнения прохода
Занижение шва	1) чрезмерный зазор кромок; 2) чрезмерная величина угла разделки кромок; 3) нарушение техники сварки.
Подрезы	1) чрезмерная величина сварочного тока; 2) чрезмерная величина скорости сварки; 3) чрезмерная длинная дуга; 4) недостаточный наклон электрода (неправильное ведение)
Прожоги	1) повышенное значение погонной энергии; 2) чрезмерный зазор; 3) недостаточная величина притупления кромок; 4) чрезмерное смещение кромок при сборке; 5) коробление деталей при сварке

1	2
Наплывы	1) чрезмерная величина сварочного тока; 2) чрезмерная скорость сварки; 3) чрезмерная длина дуги (повышенное напряжение); 4) смещение электрода при сварке; 5) недостаточный наклон электрода (неправильное ведение)
Свищ	1) низкое качество основного металла; 2) нарушение газовой защиты.
Трещины	1) превышение времени между сваркой и термообработкой; 2) чрезмерно большая скорость охлаждения; 3) нарушение газовой защиты; 4) низкое качество основного металла.
Поры	1) применение отсыревших электродов; 2) нарушение подготовки свариваемых кромок; 3) чрезмерный диаметр электрода; 4) чрезмерная длина дуги; 5) чрезмерная скорость сварки; 6) нарушение газовой защиты; 7) низкое качество основного металла.
Включения	1) нарушения подготовки поверхности деталей; 2) низкое качество основного металла; 3) нарушение технологии сварки; 4) нарушение газовой защиты.

1.5 Анализ содержания источников научно-технической информации по теме исследования

Для достижения поставленной цели необходимо сформулировать и решить ряд задач. Корректная формулировка этих задач и правильность их решения зависит от глубины анализа современного состояния вопроса сварки металлических конструкций из углеродистых сталей. Для этого необходимо произвести поиск и анализ источников научно-технической информации по рассматриваемому вопросу.

Поиск информации проведём в сети ИНТЕРНЕТ с применением поисковика GOOGLE и использованием ключевых слов «сварка металлических конструкций», «качество сварки», «журнал Автоматическая сварка», «журнал Сварочное производство», «диссертация», «статья», «исследование».

В **первой** работе [1] Представлены результаты исследований зависимости концентрации вредных веществ, поступающих в воздух рабочей зоны при ручной дуговой сварке электродами с рутил-целлюлозным покрытием, от расстояния до сварочной дуги в различных условиях вентилирования (с общеобменной вентиляцией, местной и без вентиляции). Получены аналитические зависимости концентрации вредных веществ в различных точках рабочей зоны от интенсивности образования сварочных аэрозолей и мощности сварочной дуги.

Результаты этой работы будут использованы в выпускной квалификационной работе при разработке раздела, посвящённого безопасности труда.

Во **второй** работе [2] проанализированы основные сварочно-технологические свойства защитных чистых газов и газовых смесей при сварке различных материалов плавящимся и неплавящимся электродом. Подчеркнуто, что знание свойств компонентов защитных газов позволяет сделать их рациональный выбор с точки зрения оптимизации процесса сварки, повышения показателей качества и служебных характеристик

сварных изделий, улучшения условий труда и повышения его производительности, а также обеспечения экологической безопасности работ. На основании приведенных данных сделан вывод, что в ближайшем и более отдаленном будущем этот способ останется одним из ведущих технологических процессов соединения материалов.

Результаты этой работы будут применены при составлении проектной технологии сварки и анализе возможных способов сварки.

В **третьей** работе [3] рассмотрены современные разработки механизмов подачи электродной проволоки применительно к оборудованию для сварки, наплавки и резки сталей и сплавов алюминия, дана классификация их основных типов. Особый интерес для специалистов представляют механизмы, осуществляющие подачу электродной проволоки с управляемым нестационарным характером движения (прерывистая подача, модулированная и импульсная). Рассмотрены достоинства и недостатки некоторых оригинальных конструкций импульсных механизмов подачи электродной проволоки.

Результаты этой работы будут применены при составлении проектной технологии сварки для выбора сварочного оборудования.

В **четвёртой** работе [4] проанализированы основные сварочно-технологические свойства защитных чистых газов и газовых смесей при сварке различных материалов плавящимся и неплавящимся электродом. Подчеркнуто, что знание свойств компонентов защитных газов позволяет сделать их рациональный выбор с точки зрения оптимизации процесса сварки, повышения показателей качества и служебных характеристик сварных изделий, улучшения условий труда и повышения его производительности, а также обеспечения экологической безопасности работ. На основании приведенных данных сделан вывод, что в ближайшем и более отдаленном будущем этот способ останется одним из ведущих технологических процессов соединения материалов.

Результаты этой работы будут применены при составлении проектной технологии сварки и анализе возможных способов сварки.

В пятой работе [5] рассмотрена математическая модель, описывающая зависимость тока дугового процесса и соответственно скорости плавления электродной проволоки от изменяющегося характера ее движения в процессе сварки плавящимся электродом, в частности, при коротких замыканиях дугового промежутка.

Результаты этой работы будут применены при составлении проектной технологии сварки для выбора сварочного оборудования.

1.6 Постановка задач на выполнение выпускной квалификационной работы

Базовая технология сварки с применением ручной дуговой сварки штучными электродами обладает следующими недостатками: малая производительность сварки, низкое качество выполняемых работ по причине получения множественных дефектов. Эти два недостатка связаны между собой и должны быть совместно устранены. Для этого предлагается решение следующих задач, которые были сформулированы по результатам анализа состояния вопроса:

- 1) обосновать замену способа сварки на основе современных достижений сварочной науки и техники;
- 2) обосновать выбор сварочных материалов и оборудования для осуществления сварки и предложить оптимальные параметры режима сварки;
- 3) составить проектную технологию сварки с применением предложенных ранее технических решений.

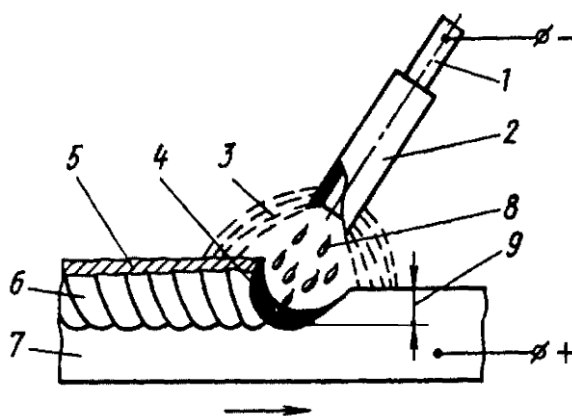
Раздел 2 – ПРОЕКТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ

2.1 Обоснование замены способа сварки

При начале анализа выделим те типы сварки, которые смогут обеспечить защиту зоны сварки от воздействия окружающего воздуха. Для сварки низкоуглеродистых сталей может применяться: сварка под флюсом, ручная дуговая сварка, сварка в защитных газах плавящимся электродом, сварка самозащитной проволокой.

Далее отберем те способы сварки, которые подходят для выполнения шва с учетом его протяженности пространственного положения, а также конфигурации. В нашем случае осуществляется сварка монтажных швов. Таким образом, подходящими для нас типами сварки являются: дуговая сварка в среде защитного газа плавящимся электродом, сварка самозащитной проволокой, а также ручная электродуговая сварка. Следует отказаться от возможности использования дуговой сварки под флюсом, так как при выполнении монтажных швов возможно осыпание флюса.

В числе преимуществ ручной дуговой сварки с применением штучных электродов (рис. 2.1) следует отметить: во-первых, шлаковая защита шва при условии равномерного оплавления электрода; во-вторых, наличие возможности легирования металла шва. В числе недостатков дуговой сварки с применением штучных электродов следует отметить: во-первых, ручной труд; во-вторых, необходимость высокой квалификации сварщика для получения стабильного качества сварных швов, которое напрямую зависит от квалификации и кондиции сварщика; в-третьих, необходимость частой смены электродов и прерывание процесса сварки; в-четвёртых, отсутствие возможности и механизации автоматизации процесса сварки изделий.



- 1 – металлический стержень; 2 – покрытие электрода; 3 – газовая атмосфера дуги;
 4 – сварочная ванна; 5 – затвердевший шлак; 6 – закристаллизовавшийся металл шва;
 7 – основной металл (изделие); 8 – капли расплавленного электродного металла;
 9 – глубина проплавления

Рисунок 2.1 – Схема процесса ручной дуговой сварки штучными электродами

Механизированная сварка с применением самозащитной порошковой проволоки (рис. 2.2) обладает как положительными свойствами ручной дуговой сварки с применением штучных электродов (обеспечение защиты, возможность легирования металла шва, возможность раскисления металла шва), так и положительными свойствами механизированной сварки в защитных газах проволоками сплошного сечения (высокая производительность сварки). Применение самозащитных порошковых проволок при сварке даёт существенные производственные преимущества, которые особенно сильно проявляются в монтажных условиях. Также следует отметить отсутствие необходимости в применении элементов газовой аппаратуры (не требуется баллонов, шлангов, газовых редукторов), также не нужен флюс и флюсоподающая аппаратура. Эти элементы приводят к существенному усложнению процесса сварки или повышению его трудоемкости, так как требуют проведения засыпки и уборки флюса.

В числе преимуществ механизированной сварки самозащитными порошковыми проволоками следует отметить также возможность

наблюдения за подачей электрода в разделку, которое особенно важно при проведении сварки с поперечными колебаниями. Также в числе преимуществ следует отметить возможность слежения за образованием шва. За счёт изменения состава шихты порошковой проволоки можно осуществлять воздействие на химический состав металла шва и изменять технологические характеристики сварочной дуги.



Рисунок 2.2 – Схема сварки самозащитной проволокой

Механизированная сварка в активных газах получила широкое промышленное применение после того, как был предложен способ механизированной сварки в углекислом газе плавящимся электродом [10]. До этого применению углекислого газа для создания защитной атмосферы препятствовало порообразованием швах, возникающее по причине кипения металла сварочной ванны от выделений монооксида углерода из-за недостаточного раскисления сварочной ванны. При использовании сварочной проволоки с повышенным содержанием кремния (Св-08ГС и Св-08Г2С) этот недостаток был устранён [11, 12], что послужило широкому использованию углекислого газа в сварочном производстве.

Промышленное применение дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах постоянно расширяется, и есть все основания полагать, что это будет происходить и в будущем. В литературных источниках [6-10] указано, что дуговая сварка в защитных газах наиболее распространена среди

других способов сварки плавлением. При этом прогнозируется замена сварки штучными электродами на механизированные виды сварки.

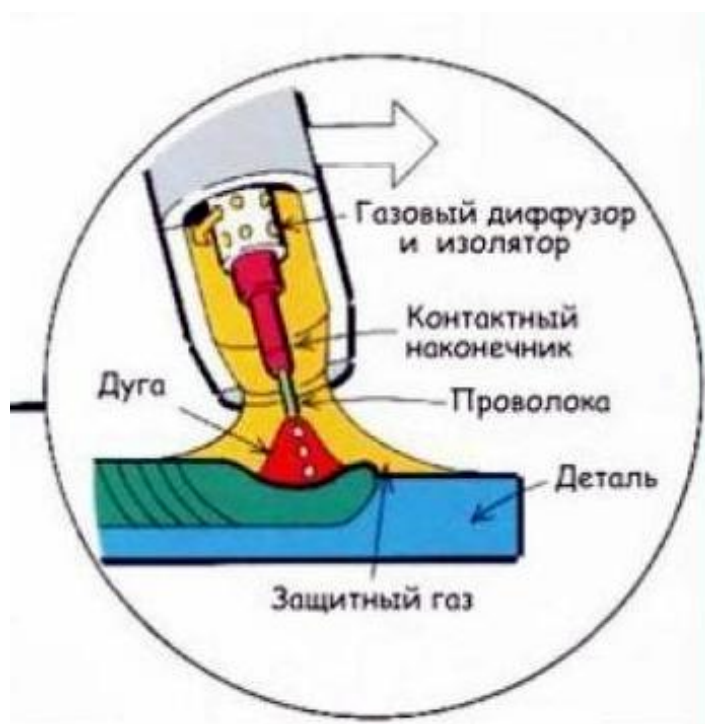


Рисунок 2.3 – Схема процесса механизированной сварки в защитных газах плавящимся электродом

2.2 Выбор параметров режима сварки

Основными параметрами режима сварки в защитных газах проволокой сплошного сечения являются:

- заданная величина сварочного тока;
- принятый диаметр электродной проволоки;
- напряжение на дуге;
- величина скорости подачи электродной проволоки;
- скорость перемещения сварочной горелки;
- расход газа.

Производим выбор сварочной проволоки, при этом следует обеспечить получение свойств и химического состава наплавленного металла сходных со свойствами основного металла. Для осуществления сварки металлических

конструкций из стали Ст3 можно рекомендовать сварочную проволоку Св-08Г2С.

Производим выбор защитного газа. Диоксид углерода долгое время используется в странах Восточной Европы и развивающихся странах благодаря относительно низкой стоимости и доступности. Однако он имеет такие существенные недостатки, как повышенный уровень разбрызгивания и набрызгивания электродного металла, узкое и глубокое проплавление основного металла с высоким валиком, не всегда удовлетворительные механические свойства металла шва и особенно его ударной вязкости при отрицательных температурах. Поскольку следует экономить энергетические ресурсы, то повышенная энергоёмкость производства аргона по сравнению с CO_2 требует использования углекислого газа и проведения работ по уменьшению недостатков сварки в углекислом газе.

Выбор параметров режима сварки произведём исходя из толщины свариваемого металла. При сварке угловых и нахлесточных швов и толщине металла 3...5 мм можно рекомендовать следующие параметры режима сварки:

- диаметр сварочной проволоки – 1,8 мм;
- величина сварочного тока – 200...210 А;
- значение напряжения на дуге – 26...32 В;
- величина скорости подачи сварочной проволоки – 100...110 см/мин
- величина скорости сварки – 19...23 см/мин.

При выполнении угловых, нахлесточных и тавровых швов при толщине металла 4...8 мм можно рекомендовать следующие параметры режима сварки:

- диаметр сварочной проволоки – 1,8 мм
- величина сварочного тока – 220-230 А
- значение напряжения на дуге – 29-35 В
- величина скорости подачи сварочной проволоки – 120-130 см/мин
- величина скорости сварки – 20-25 см/мин

2.3 Описание участка для сборки и сварки

Участок сварки опоры (рис 2.4). включает в себя следующие основные виды оборудования и технологические участки: 1) Пост для проведения неразрушающего (рентгеновского контроля); 2) Пост для проведения неразрушающего (рентгеновского контроля); 3) Аппарат сварочный АСДП-500; 4) Приспособление для сборки решетки; 5) Полуавтомат сварочный ПДПГ-500; 6) Аппарат газосварочный передвижной; 7) Приспособление для сборки колонны; 8) Реостат балластный РБУ-400; 9) Кран-балка; 10) Вентиляция приточная; 11) Склад для хранения вспомогательного инструментария; 12) Электрическая печь для проведения прокалики сварочных электродов.

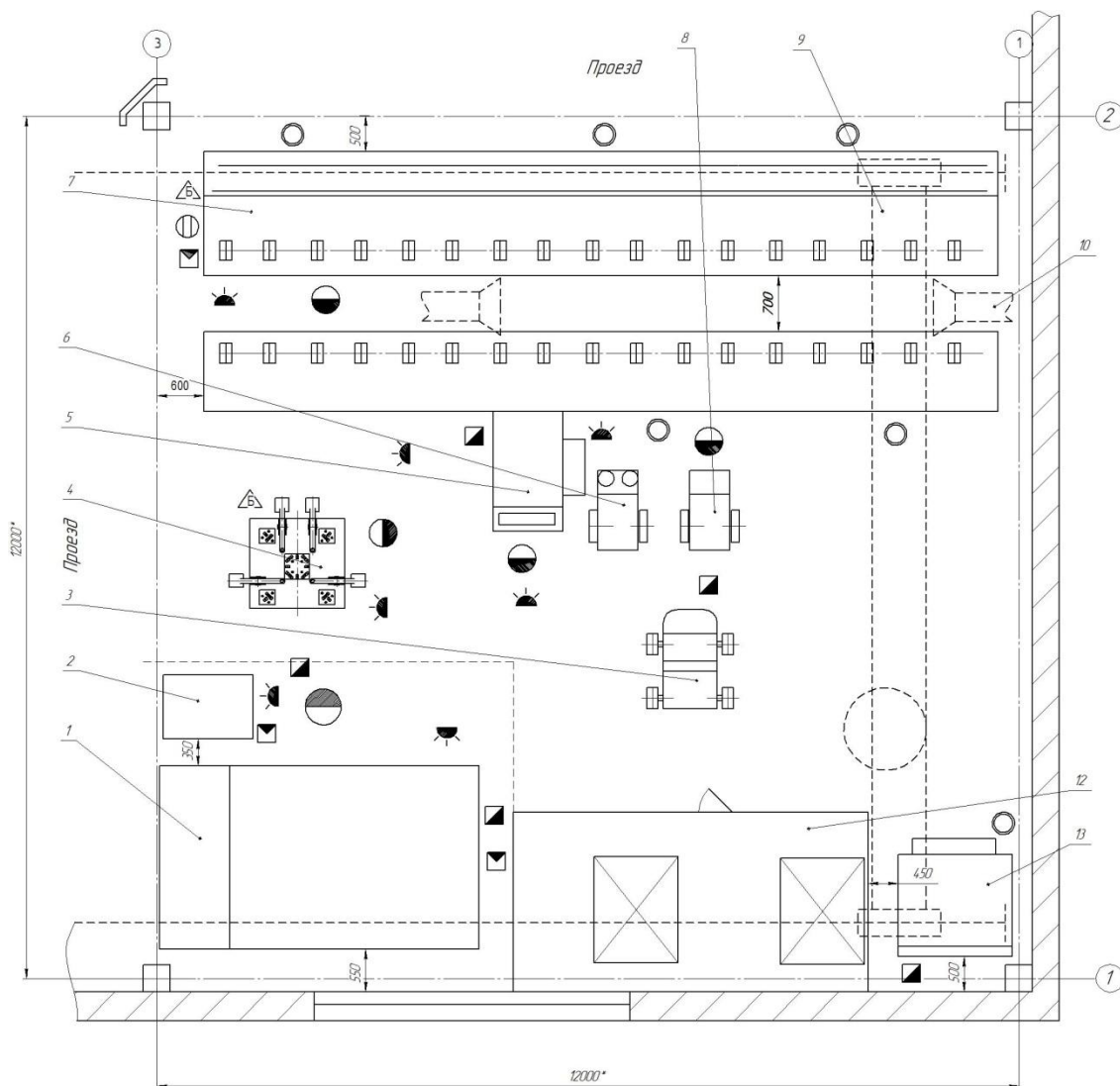


Рисунок 2.4 – Схема планировки участка

2.4 Технологический процесс сборки и сварки

Первой операцией технологического процесса является – входной контроль, предусматривающий выполнение следующих операций: проверка сопроводительной документации (сертификаты, паспорта) на применяемые детали конструкции и материалы трубы требованиям технических условий и чертежей, проверка соответствия проектной документации; проверка качества сварочных материалов, правильности назначения режимов прокали и хранения сварочных материалов; проверка соответствия марок сварочных материалов, материалам, указанным в операционных технологических картах; проверка состояния сварочного оборудования, сварочного инструмента, контрольно-измерительных приборов, измерительного инструмента, сборочной оснастки; возможности обеспечения точности сборки, заданных режимов сварки; наличия и состояния средств индивидуальной защиты; проверка квалификации работников и её соответствия выполняемым работам, проверка проведения необходимых инструктажей, наличие у работников соответствующих удостоверений и других разрешающих документов; проверяется лицензия на выполняемые работы, проект производства работ, акт аттестации технологии сварки, акты сварки допускных стыков, наличие операционных технологических карт на выполняемые работы, наличие наряда-допуска на проведение огневых работ.

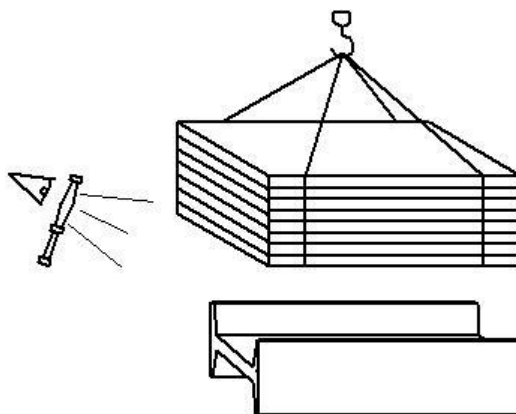


Рисунок 2.5 – Условная схема выполнения технологической операции
«входной контроль»

Вторая операция – заготовительная. Размещают металлопрокат согласно чертежа. Нарезают двутавр № 45 и № 40 на отрезки согласно чертежа ацетилено-кислородной резкой. Нарезают уголок на отрезки для раскосной решетки согласно чертежа ацетилено-кислородной резкой. Нарезают лист для плиты базы согласно чертежа. Нарезают лист для косынок базы и оголовка, для пластин раскосной решетки согласно чертежа. Намечают отверстия в плите базы под анкерные болты. Сверлят отверстия под анкерные болты в плите.

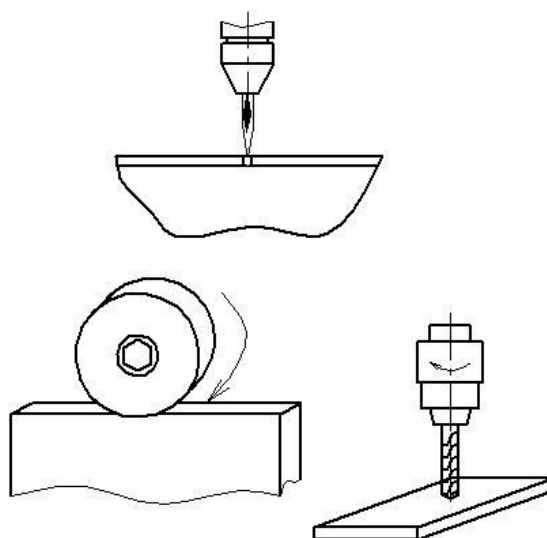


Рисунок 2.6 – Условная схема выполнения технологической операции «заготовительная»

После этого производят разделку кромок, которую выполняют с применением ручной кислородной резки. Для этой операции применяется резак ГРМ-70, который предназначен для резки металла толщиной 3...50 мм. Вес резака составляет 630 грамм. Применяют редукторы ДКП-1-65 для кислорода и ДАП 1-65 для ацетилена. После резки осуществляется зачистка кромок с применением абразивных кругов и притупление кромок с применением абразивных кругов. Для этого используется машинка шлифовальная угловая МШУ-1-6-230 и абразивные круги 14А80Т264.

У подготовленных под сварку кромок шероховатость поверхности должна соответствовать нормам. Необходимо устранить все местные уступы и неровности, которые имеются на кромках и могут препятствовать их

соединению. Устранение производят до сборки с использованием абразивного круга или напильника, при этом не допускаются острые углы и резкие переходы. После обработки кромок необходимо выполнить проверку соответствия формы, размеров и качества подготовки кромок требованиям технологии. Проверка размеров кромок производят по специальным шаблонам.

Третья операция – сборка раскосой решётки, предусматривающая установку уголков раскосой решетки и пластин в ячейки приспособления, их фиксирование.

Четвёртая операция – сварка раскосой решётки. Выполняют сварку швов согласно чертежу $I_d = 200...210$ А, $V_{св} = 19...23$ см/мин, $U_d = 37$ В, $Q_{г} = 8...10$ л/мин. Применяются: сборочное приспособление, полуавтомат сварочный ПДГ-500, линейка измерительная, шаблон сварщика УШС-3, сварочная проволока Св-08Г2С диаметром 1,8 мм, углекислый газ.

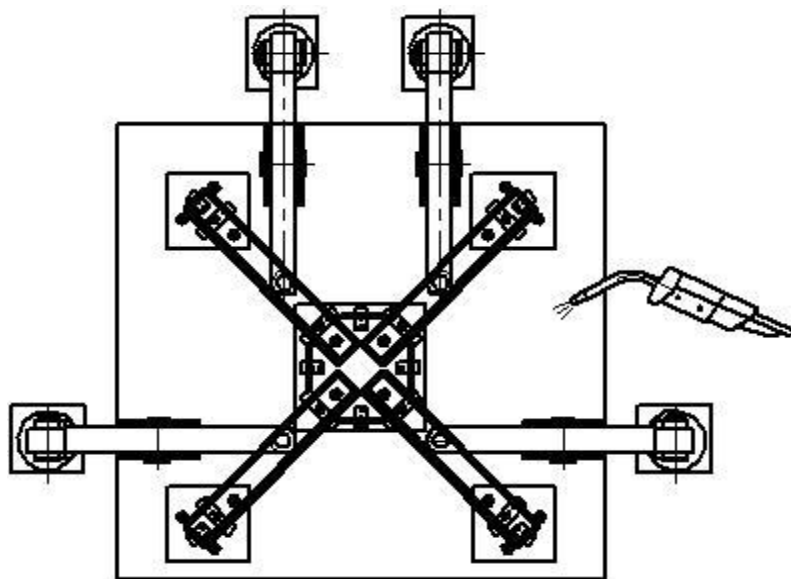


Рисунок 2.7 – Условная схема выполнения технологических операций «сборка» и «сварка» для раскосой решётки

Пятая операция – сборка. Устанавливают в приспособление раскосые решетки, далее устанавливают в приспособление двутавры колонны, далее устанавливают плиту базы, двутавр оголовка косынки базы и оголовка, раскосые решетки.

Шестая операция – сварка. Выполняют сварку швов в нижнем положении, соединяющих уголки и швеллера и швеллера между собой, $I_d = 220 \dots 230$ А, $V_{св} = 20 \dots 25$ см/мин, $U_d = 37$ В, $Q_{г} = 10 \dots 11$ л/мин. Далее выполняют сварку швов в нижнем положении, соединяющих косынки со швеллерами и плитой основания: $I_d = 200 \dots 210$ А, $V_{св} = 20 \dots 25$ см/мин, $U_d = 37$ В, $Q_{г} = 10 \dots 11$ л/мин. Далее следует кантовать колонну на 180 градусов, установить косынки. Далее выполняют сварку швов в нижнем положении, соединяющих уголки и швеллера и швеллера между собой, $I_d = 220 \dots 230$ А, $V_{св} = 20 \dots 25$ см/мин, $U_d = 37$ В, $Q_{г} = 10 \dots 11$ л/мин. Далее выполняют сварку швов в нижнем положении, соединяющих косынки со швеллерами и плитой основания: $I_d = 200 \dots 210$ А, $V_{св} = 20 \dots 25$ см/мин, $U_d = 37$ В, $Q_{г} = 10 \dots 11$ л/мин. Применяются: сборочное приспособление, полуавтомат сварочный ПДГ-500, линейка измерительная, шаблон сварщика УШС-3, сварочная проволока Св-08Г2С диаметром 1,8 мм, углекислый газ.

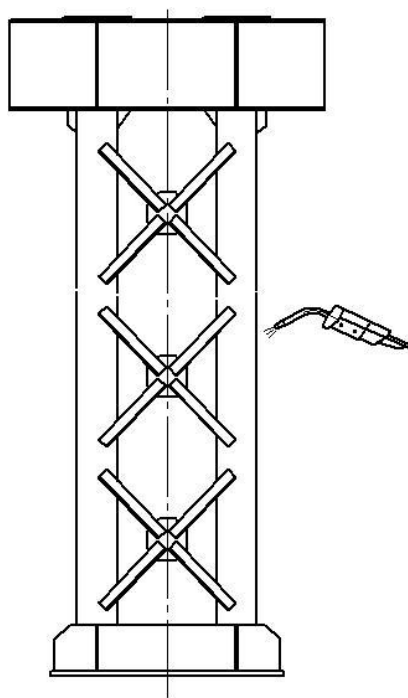


Рисунок 2.8 – Условная схема выполнения технологических операций «сборка» и «сварка» для опоры

Седьмая операция – контроль качества. Проверку качества сварных швов проводят систематическим пооперационным контролем, внешним осмотром и измерениями, неразрушающими методами контроля;

испытаниями механических свойств образцов пробных стыков. Результаты контроля сварных соединений следует фиксировать в соответствующих документах. Подрезы в местах перехода от шва к основному металлу допускаются по глубине не более 10% толщины стенки, но не более 0,5 мм. При этом общая протяженность подреза на одном сварном соединении не должна превышать 30% длины шва.

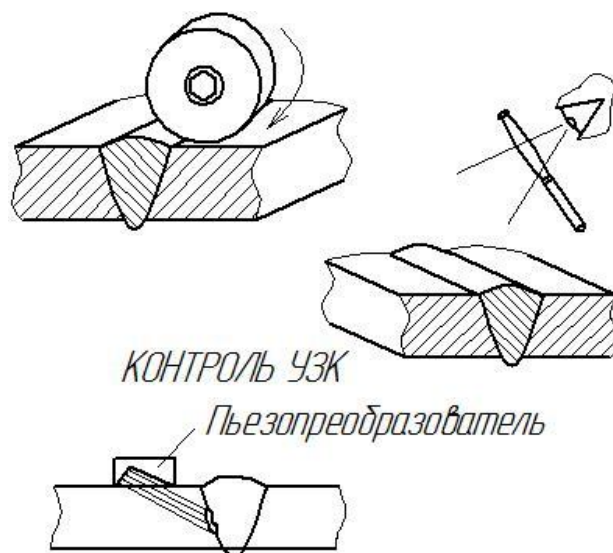


Рисунок 2.9 – Условная схема выполнения технологической операции «контроль качества»

Восьмая операция – исправление дефектов. Удаляют недопустимые дефекты сварных швов абразивным кругом до неповрежденного металла. Заваривают выборку $I_d = 220...230$ А, $V_{св} = 20...25$ см/мин, $U_d = 37$ В, $Q_g = 10...11$ л/мин. Производят контроль качества.



Рисунок 2.10 – Условная схема выполнения технологической операции «исправление дефектов»

2.5 Повышение эффективности механизированной сварки

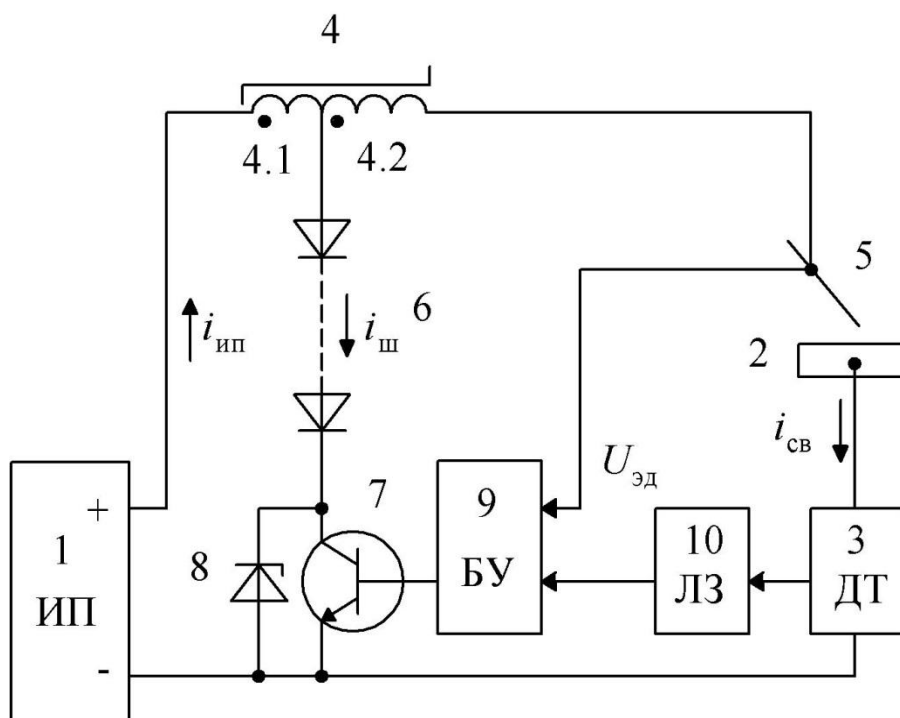
В 1960-е годы получил достаточно широкое распространение импульсно-дуговой процесс сварки, суть которого заключалась в использовании импульсных алгоритмов управления источником сварочного тока процессом переноса электродного металла.

В настоящее время совершенствование сварочных процессов и оборудования для механизированной сварки в основном происходит с учетом возможностей, которые можно получить, используя современные электронные компоненты и разнообразия алгоритмов управления переносом электродного металла и циклом сварки.

Проведённое исследование быстропротекающих процессов при сварке с короткими замыканиями [22] были выполнены с применением методов физико-математического моделирования, при этом использовались различные алгоритмы управления источником питания для сварки. В результате моделирования установлено, что период коротких замыканий обладает большей стабильностью, если осуществлять дополнительные управляющие воздействия при импульсном управлении процессом сварки. Кроме того, подобное импульсное управление процессом сварки приводит к тому, что ток дуги, стабильность переноса капель проволоки в сварочную ванну, длина дуги и размер капель существенно увеличиваются по сравнению со сваркой в непрерывном режиме и отсутствующем управлении.

Предлагаемое устройство [23], представленное на рисунке 2.11, предназначено для управления переносом капель электродной проволоки в зону сварки состоит из: источника питания (ИП) 1, свариваемой детали 2, токового датчика 3 (ДТ); дросселя 4 с насыщающимся магнитопроводом, а также обмоток секционного типа (4.1, 4.2), электрода сварочного 5, двух диодов соединенных последовательно друг с другом 6, полупроводникового триода 7, диода Зенера 8, блока управления 9, а также линии задержки 10. При этом крайние выводы обмотки дросселя 4 подключены, соответственно, к клемме «плюс» источника питания 1 (ИП) и к электроду 5, а отвод от нее

подключен к аноду первого диода. Катод последнего диода соединен с катодом стабилитрона 8 и с коллектором транзистора 7, эмиттер которого соединен с анодом стабилитрона 8 и клеммой «минус» источника питания 1 (ИП). Между клеммой «минус» источника питания 1 (ИП) и свариваемым изделием 2 включен датчик тока 3 (ДТ), выход которого соединен с входом линии задержки 10 (ЛЗ), а ее выход соединен с одним из входов блока управления 9 (БУ), другой вход которого соединен с электродом 5. Выход блока управления 9 (БУ) соединен с базой транзистора 7.



1 - источник питания; 2 – свариваемый металл; 3 – токовый датчик; 4 - дроссель; 5 – электродная проволока; 6 - два диода соединенных последовательно друг с другом; 7 - полупроводниковый триод; 8 - диода Зенера; 9 - блок управления; 10 - линия задержки

Рисунок 2.11 – Принципиальная схема устройства для сварки импульсной дугой [23]

Раздел 3 – ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

3.1 Технологическая характеристика объекта

Одним из основных вредных производственных факторов в сварочном производстве является загрязнение воздуха рабочей зоны токсичными веществами в виде сварочных аэрозолей, образующихся при электродуговом процессе. Защита сварщиков и производственной среды от действия сварочных аэрозолей осуществляется посредством различных систем вентиляции, которые должны обеспечить содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не выше предельно допустимой концентрации. Для выбора необходимой системы вентиляции и повышения ее эффективности на рабочих местах сварщиков необходимы экспериментальные данные о содержании вредных веществ в воздухе рабочей зоны при различных условиях вентилирования.

Твердая составляющая сварочного аэрозоля (ТССА) образуется при конденсации паров металлов и шлака. Условия испарения металла и шлака оказывают решающее влияние на состав аэрозоля. Температура капли, ее удельная поверхность и скорость перехода марганца из объема капли к ее поверхности определяют концентрацию марганца в аэрозоле [13...16].

Удлинение дуги, увеличение удельной поверхности испарения при измельчении капель ведет к более интенсивному испарению марганца. Основным источником поступления марганца и железа в сварочный аэрозоль является металлический расплав. Наличие на его поверхности пленки шлака препятствует испарению железа и марганца. Интенсивность испарения марганца из расплавленного шлака увеличивается с ростом основности и содержания в нем оксидов марганца [14]. Увеличение основности сварочных шлаков способствует

интенсификации испарения соединений калия, натрия, магния и кальция, при этом значительно возрастают валовые выделения ТССА. Для их уменьшения рекомендуется увеличивать в шлаках содержание структурообразующих анионов кремния, титана, алюминия и снижать содержание катионов-модификаторов — калия, натрия, магния [15].

В проектной технологии предлагается заменить способ ручной дуговой сварки штучными электродами на механизированную сварку с защитных газах с импульсным управлением дуги. Как показывает практика, одним из путей улучшения санитарно-гигиенических характеристик дуговой сварки как раз и является применение импульсных источников питания, которые позволяют снизить избыточную энергию дуги, осуществлять управление переносом электродного металла, уменьшить его разбрызгивание. Таким образом уменьшается выделение в воздух рабочей зоны вредных веществ в составе сварочного аэрозоля [17, 18, 19]. Становится возможным повышать качество сварных соединений, управлять геометрическими параметрами сварного шва, снижать энерго- и ресурсозатраты на процесс сварки и, предположительно, снижать выделение вредных веществ в воздух рабочей зоны. Последнее остается весьма актуальной задачей при решении проблемы защиты сварщика и окружающей среды от неизбежных вредных выделений сварочных аэрозолей, особенно при применении легированных электродных проволок [20, 21].

Таблица 3.1 - Технологический паспорт объекта

Технологическая операция, вид выполняемых работ	Должность работника, выполняющего данную технологическую операцию	Оборудование, устройства и приспособления, применяемые при выполнении технологической операции	Вещества и материалы, применяемые при выполнении технологической операции
1 Входной контроль	Слесарь-сборщик, дефектоскопист	1) Кран-балка 2) Лупа х4	Рукавицы х/б
2. Заготовительная операция	Слесарь-сборщик	1) Рулетка 2) Линейка измерительная 3) Ножницы гильотинные, 4) Резак ГРМ-70 5) Машинка угловая шлифовальная МШУ-1-6-230 6) Станок сверлильный	1) Мел 2) Ацетилен 3) Кислород, 4) Круг абразивный 5) Сверло Р6М5
3. Сборка и сварка	Слесарь-сборщик, электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	1) Сборочное приспособление 2) Полуавтомат сварочный ПДГ-500 3) Линейка измерительная 4) Шаблон сварщика УШС-3	1) Сварочная проволока Св-08Г2С 2) Углекислый газ
3. Осуществление сварки стыка труб	Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	Машинка радиальная шлифовальная; набор ВИК; выпрямитель сварочный ВДГ-303; Формирователь импульсов сварки;	Круг абразивный; щётка металлическая дисковая, электродная проволока сплошного сечения L-56; смесь защитных газов: 75% Ar + 25%CO ₂
5. Проведение контроля качества	Дефектоскопист по магнитному и ультразвуковому контролю	Ультразвуковой дефектоскоп	-

3.2 Персональные риски, сопровождающие внедрение проектной технологии в производство

Таблица 3.2 –Профессиональные риски, сопровождающие осуществление проектной технологии

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Источник появления опасного или вредного производственного фактора
1	2	3
1. Входной контроль	- острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин	1) Кран-балка 2) острые края листов и профильного проката
2. Заготовительная операция	- повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека; - высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов; - острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин	й) Ножницы гильотинные, 2) Резак ГРМ-70 3) Машинка угловая шлифовальная МШУ-1-6-230 4) Станок сверлильный
3. Сборка и сварка	- повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека; - высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов; - повышенное значение уровня ультразвуковых волн в рабочей зоне; - повышенное значение уровня инфракрасной радиации в рабочей зоне	1) Сборочное приспособление 2) Полуавтомат сварочный ПДГ-500
5. Проведение контроля качества сварных стыков труб	- повышенный уровень ультразвуковых волн в рабочей зоне	Ультразвуковой дефектоскоп

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

Таблица 3.3 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Наименование предлагаемого организационного мероприятия и технического средства, осуществляющего защиту, снижение и устранение данного опасного и вредного производственного фактора	Наименование средства для осуществления индивидуальной защиты работника
1	2	3
1. Острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования;	Проведение периодического инструктажа по вопросам техники безопасности	Перчатки, спецодежда.
2. Подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин	Нанесение предостерегающих надписей, соответствующая окраска, применение ограждения	-
3. Высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов	Проведение периодического инструктажа по вопросам техники безопасности	Спецодежда, перчатки
4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека	Устройство и периодический контроль заземления электрических машин и изоляции	-
5. Повышенное значение уровня ультразвуковых волн в рабочей зоне;	Осуществление экранирования зоны сварки с использованием щитов	Спецодежда, маска сварщика
6. Повышенное значение уровня инфракрасной радиации в рабочей зоне	Осуществление экранирования зоны сварки с использованием щитов	Спецодежда, маска сварщика

1	2	3
7. Повышенный уровень ультразвуковых волн в рабочей зоне	Осуществление экранирования зоны контроля с использованием щитов, удаление источника излучения от оператора и снижение времени пребывания в опасной зоне оператора	-

3.4 Предлагаемые мероприятия по обеспечению пожарной безопасности разрабатываемого технологического объекта

Таблица 3.4 - Технические средства, обеспечивающие пожарную безопасность технологического объекта

Наименование первичного средства для осуществления тушения	Наименование мобильного средства для осуществления тушения	Наименование стационарных систем и установок для	Наименование пожарной автоматики	Наименование пожарного оборудования, применяющегося для	Наименование средств индивидуальной защиты и спасения людей, применяющихся при	Наименование пожарного инструмента	Наименование пожарной сигнализации, связи и систем оповещения
Ящики с песком, кошма, огнетушитель ОВП-80	-	-	-	-	План эвакуации,	Лопата, багор, топор	кнопка извещения о пожаре

Таблица 3.5 – Проведение организационных и технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

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

3.5 Оценка экологической безопасности разрабатываемого технологического объекта

Таблица 3.6 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Реализуемый технологический процесс	Составляющие операции технологического процесса	Отрицательное влияние технического объекта на атмосферу	Отрицательное влияние технического объекта на гидросферу	Отрицательное влияние технического объекта на литосферу
Подготовка сборки и сварка опоры перехода	Подготовка, сборка, сварка	газообразные частицы и сажа, которые выделяются при сварке	-	упаковка от проволоки бумажная и полиэтиленовая; металлолом, преимущественно стальной; бытовой мусор.

Таблица 3.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

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

3.6 Заключение по экологическому разделу

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

Раздел 4 – ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

4.1 Исходные данные для проведения экономического расчёта

В выпускной квалификационной работе предложены технологические мероприятия по повышению производительности и качества выполнения сварки при опор наземного перехода через трубопровод.. При выполнении технологии предусматривается механизированная сварка в среде защитных газов проволокой сплошного сечения. Применение предложенных технологических решений позволит получить снижение трудоемкости сварки и повышение стабильности качества выполняемых сварных соединений. Базовый и проектный технологические процессы включают в себя следующие укрупнённые операции: первая операция – подготовительная; вторая – сборочная; третья операция – сварочная, четвёртая операция - контроль качества. Поскольку производится изменение только самой технологии сварки, расчёт затрат производим по изменяющимся экономическим показателям.

Таблица 4.1 – Исходные данные для проведения экономического расчёта

№	Наименование экономического показателя	Обозначение показателя	Единица измерения	Значение экономического показателя по вариантам технологии	
				Базовый	Проектный
1	2	3	4	5	6
1	Общее количество рабочих смен	Ксм	-	1	1
2	Установленная норма амортизационных отчислений на используемое в технологическом процессе оборудование	На	%	18	18
3	Принимаемый разряд роботиста	Р.р.		V	V
4	Величина часовой тарифной ставки	Сч	Р/час	150	150

1	2	3	4	5	6
5	Значение коэффициента, устанавливающего размер отчислений на дополнительную заработную плату	Кдоп	%	12	12
6	Значение коэффициента, устанавливающего размер доплат к основной заработной плате	Кд		1,88	1,88
7	Значение коэффициента, учитывающего размер отчислений на социальные нужды.	Ксн	%	34	34
8	Принятое значение размера амортизационных отчислений на площади	На.пл.	%	5	5
9	Стоимость эксплуатации производственных площадей	Сзксп	(Р/м ²)/год	2000	2000
10	Цена приобретения производственных площадей	Цпл	Р/м ²	30000	30000
11	Площадь, которая занята технологическим оборудованием	S	м ²	150	150
12	Значение коэффициента, который учитывает наличие транспортно-заготовительных расходов	Кт-з	%	5	5
13	Значение коэффициента, учитывающего затраты на монтаж и демонтаж технологического оборудования	Кмонт Кдем	%	5	5
14	Рыночная стоимость применяемого технологического оборудования	Цоб	Руб.	500000	800000
15	Значение коэффициента, учитывающего затраты на дополнительную производственную площадь	Кпл	-	3	3
16	Потребляемая мощность технологического оборудования	Муст	кВт	20	20
17	Стоимость расходуемой на проведение технологии электрической энергии	Цэ-э	Р/ кВт	4,2	4,2
18	Значение коэффициента, учитывающего выполнение нормы	Квн	-	1,1	1,1
19	Значение коэффициента полезного действия технологического оборудования	КПД	-	0,7	0,85

1	2	3	4	5	6
20	Принятое значение нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений	Ен	-	0,33	0,33
21	Значение коэффициента, который учитывает цеховые расходы	Кцех	-	1,5	1,5
22	Значение коэффициента, который учитывает заводские расходы	Кзав	-	2,15	2,15
23	Значение коэффициента который учитывает производственной нормы	Кв		1,03	1,03
24	Время машинное	t _{МАШ}	час	10	7

4.2 Вычисление фонда времени работы оборудования

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

$$F_H = (D_P \cdot T_{CM} - D_{II} \cdot T_{II}) \cdot C, \quad (4.1)$$

где T_{CM} – принятая продолжительность смены;

D_P – общее количество рабочих дней в году;

D_{II} – общее количество предпраздничных дней;

T_{II} – ожидаемое сокращение рабочего времени предпраздничные дни в часах;

C – общее количество смен.

Подставив в (4.1) заданные значения, получим:

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

Расчётное определение величины эффективного фонда времени работы оборудования производим с использованием зависимости:

$$F_{\text{Э}} = F_H \cdot \left(1 - \frac{B}{100}\right), \quad (4.2)$$

где B – плановые потери рабочего времени.

Подставив в (4.2) заданные значения, получим:

$$F_3 = 2209 \cdot (1 - 7/100) = 2054 \text{ ч.}$$

4.3 Расчёт времени, затрачиваемого для выполнения годовой программы, и коэффициента, учитывающего загрузку оборудования

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

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{МАШ}} + t_{\text{ВСП}} + t_{\text{ОБСЛ}} + t_{\text{ОТЛ}} + t_{\text{П-3}}, \quad (4.3)$$

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

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

$t_{\text{ВСП}}$ – время, которое затрачивает персонал на подготовку к работе сварочного оборудования и составляет 10% от $t_{\text{МАШ}}$;

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

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

$t_{\text{П-3}}$ – время на подготовительно – заключительные операции, 1% $t_{\text{МАШ}}$.

Подставив в (4.3) заданные значения, получим:

$$t_{\text{шт.баз}} = 10 \cdot (100\% + 10\% + 5\% + 5\% + 1\%) = 12,1 \text{ ч.}$$

$$t_{\text{шт.проектн.}} = 7 \cdot (100\% + 10\% + 5\% + 5\% + 1\%) = 8,5 \text{ ч.}$$

Годовую программу объемов работ определяем расчётным путём:

$$П_{\Gamma} = \frac{F_3}{t_{\text{шт}}} \quad (4.4)$$

где F_3 – величина эффективного фонда времени работы оборудования;

$t_{\text{шт}}$ – штучное время на выполнение сварки одного изделия;

Подставив в (4.4) необходимые значения, получим:

$$П_{\Gamma.баз.} = 2054/12,1 = 170 \text{ изделий за год;}$$

$P_{г.проектн.} = 2054/8,5 = 241$ изделие за год.

Для проведения дальнейших экономических расчётов принимаем $P_{г} = 100$ изделий за год.

Количество оборудования определяем с использованием формулы:

$$n_{РАСЧ} = \frac{t_{шт} \cdot P_{г}}{F_{э} \cdot K_{вн}} \quad (4.5)$$

где $t_{шт}$ – затрачиваемое штучное время на сварку одного изделия;

$P_{г}$ – принятое значение годовой программы;

$F_{э}$ – величина эффективного фонда времени работы сварочного оборудования;

$K_{вн}$ – принятое значение коэффициента выполнения нормы.

Подставив в (4.5) необходимые значения, получим:

$$n_{РАСЧ.б} = \frac{12,1 \cdot 100}{2054 \cdot 1,1} = 0,53$$

$$n_{РАСЧ.пр} = \frac{8,5 \cdot 100}{2054 \cdot 1,1} = 0,38$$

На основании проведённых расчётов принимаем одну единицу оборудования для реализации базового технологического процесса и одну единицу оборудования для реализации проектного технологического процесса.

Расчётное определение величины коэффициента загрузки оборудования выполним с использованием зависимости:

$$K_{з} = n_{расч}/n_{пр} \quad (4.6)$$

где $n_{РАСЧ}$ – рассчитанное согласно (4.5) количество сварочного оборудования,

$n_{пр}$ – принятое ранее количество сварочного оборудования

Подставив в (4.6) необходимые значения, получим:

$$K_{зб} = 0,53/1 = 0,53$$

$$K_{зп} = 0,38/1 = 0,38$$

4.4 Расчет заводской себестоимости базового и проектного вариантов технологии

Затраты на материалы, используемые при реализации базового и проектного вариантов технологии, определяем с использованием формулы:

$$M = C_m \cdot N_p \cdot K_{т-з}, \quad (4.7)$$

где C_m – стоимость сварочных материалов;

$K_{т-з}$ – принятое значение коэффициента, учитывающего транспортно-заготовительные расходы.

$$M_{\text{баз.}} = 120 \cdot 4 = 480 \text{ рублей}$$

$$M_{\text{проектн.}} = 554,8 + 489,2 = 1044 \text{ рублей}$$

Фонд заработной платы (ФЗП) представляет собой сумму основной зарплаты и дополнительной. Для расчётного определения основной зарплаты используем зависимость:

$$З_{\text{осн}} = t_{\text{шт}} \cdot C_{\text{ч}} \cdot K_{\text{д}} \quad (4.8)$$

где $C_{\text{ч}}$ – принятое значение тарифной ставки;

$K_{\text{д}}$ – принятое значение коэффициента, который учитывает расходы на доплату к основной заработной плате.

Подставив в (4.8) необходимые значения, получим:

$$З_{\text{осн.баз.}} = 12,1 \cdot 150 \cdot 1,88 = 3412 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{осн.проектн.}} = 8,5 \cdot 150 \cdot 1,88 = 2397 \text{ руб.}$$

Для расчётного определения дополнительной заработной платы используем формулу:

$$З_{\text{доп}} = \frac{K_{\text{доп}}}{100} \cdot З_{\text{осн}} \quad (4.9)$$

где $K_{\text{доп}}$ – размер коэффициента, учитывающего величину отчислений на дополнительную заработную плату

Подставив в (4.9) необходимые значения, получим:

$$З_{\text{доп.базов.}} = 3412,2 \cdot 12/100 = 409,46 \text{ рублей};$$

$$З_{\text{доп.проектн.}} = 2397 \cdot 12/100 = 287,64 \text{ рублей};$$

$$\PhiЗП_{\text{базов.}} = 3412 + 409 = 3821 \text{ рублей};$$

$$\PhiЗП_{\text{проектн.}} = 2397 + 288 = 2685 \text{ рублей.}$$

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

$$Осн = \PhiЗП \cdot K_{сн} / 100, \quad (4.10)$$

где $K_{сн}$ – значение коэффициента, который учитывает затраты отчисления на социальные нужды.

Подставив в (4.10) необходимые значения, получим:

$$Осс_{\text{баз.}} = 3821,66 \cdot 35 / 100 = 1338 \text{ руб.}$$

$$Осс_{\text{проектн.}} = 2684,64 \cdot 35 / 100 = 394 \text{ руб.}$$

Расчёт затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования производим с использованием зависимости:

$$З_{об} = A_{об} + P_{э-э}, \quad (4.11)$$

где $A_{об}$ – принятая величина амортизации оборудования;

$P_{э-э}$ – величина затрат на электрическую энергию;

Величину амортизации оборудования вычисляем с использованием формулы:

$$A_{об} = \frac{Ц_{об} \cdot N_a \cdot t_{МАШ}}{F_{э} \cdot 100} \quad (4.12)$$

где $Ц_{об}$ – принятое значение стоимости оборудования;

N_a – принятое значение нормы амортизации оборудования.

Подставив в (4.12) необходимые значения, получим:

$$A_{обб} = \frac{50000 \cdot 18 \cdot 12,1 \cdot 0,53}{2054 \cdot 100} = 281 \text{ рублей}$$

$$A_{обпр} = \frac{800000 \cdot 18 \cdot 8,5 \cdot 0,38}{2054 \cdot 100} = 226 \text{ рублей}$$

Расчётное определение расходов на электроэнергию производим с использованием зависимости:

$$P_{\text{э-э}} = \frac{M_{\text{уст}} \cdot t_{\text{маш}} \cdot C_{\text{э-э}}}{\text{КПД}} \quad (4.13)$$

где $M_{\text{уст}}$ – принятое значение мощности установки;

$C_{\text{э-э}}$ – стоимость электрической энергии;

КПД – значение коэффициента полезного действия технологического оборудования.

Подставив в (4.13) необходимые значения, получим:

$$P_{\text{э-ЭБ}} = \frac{20 \cdot 12,1 \cdot 4,79}{0,7} = 1656 \text{ рублей}$$

$$P_{\text{э-ЭПР}} = \frac{20 \cdot 8,5 \cdot 4,79}{0,8} = 1018 \text{ рублей}$$

$$\text{Зоб}_{\text{баз.}} = 281 + 1656 = 1937 \text{ руб.}$$

$$\text{Зоб}_{\text{проектн.}} = 226 + 1018 = 1244 \text{ руб.}$$

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

$$Z_{\text{пл}} = P_{\text{пл}} + A_{\text{пл}}, \quad (4.14)$$

где $P_{\text{пл}}$ – величина затрат на эксплуатацию и содержание производственных площадей;

$A_{\text{пл}}$ – амортизация площадей.

Величину затрат на содержание производственных площадей вычисляем на основании зависимости:

$$P_{\text{пл}} = \frac{C_{\text{экспл}} \cdot S \cdot t_{\text{шт}}}{F_{\text{э}}}, \quad (4.15)$$

где $C_{\text{экспл}}$ – расходы на содержание площадей

S – площадь, занятая под оборудование.

Подставив в (4.15) необходимые значения, получим:

$$P_{\text{ПЛБ}} = \frac{2000 \cdot 150 \cdot 12,1}{2054} = 1767$$

$$P_{ПЛПР} = \frac{2000 \cdot 150 \cdot 8,5}{2054} = 1241$$

Амортизацию площади вычисляем на основании формулы:

$$A_{ПЛ} = \frac{Ц_{ПЛ} \cdot На_{ПЛ} \cdot S \cdot t_{ПЛ}}{F_3 \cdot 100}, \quad (4.16)$$

где $На_{ПЛ}$ – принятое значение нормы амортизации площади;

$Ц_{ПЛ}$ – цена приобретения площадей

Подставив в (4.16) необходимые значения, получим:

$$A_{ПЛБ} = \frac{30000 \cdot 2 \cdot 150 \cdot 12,1}{2054 \cdot 100} = 530$$

$$A_{ПЛПР} = \frac{30000 \cdot 2 \cdot 150 \cdot 8,5}{2054 \cdot 100} = 372$$

$$З_{ПЛБаз.} = 1767 + 530 = 2297 \text{ руб.}$$

$$З_{ПЛПРоктн.} = 1241 + 372 = 1613 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины технологической себестоимости производим на основании зависимости:

$$С_{ТЕХ} = М + ФЗП + Осс + З_{ОБ} + З_{ПЛ} \quad (4.17)$$

Подставив в (4.17) необходимые значения, получим:

$$С_{ТЕХБаз.} = 480 + 3821 + 1338 + 1937 + 2297 = 9873 \text{ руб.}$$

$$С_{ТЕХПроктн.} = 1044 + 2685 + 394 + 1244 + 1613 = 6980 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величину цеховой себестоимости производим на основании зависимости:

$$С_{ЦЕХ} = С_{ТЕХ} + З_{ОСН} \cdot К_{ЦЕХ} \quad (4.18)$$

где $К_{ЦЕХ}$ – коэффициент, который учитывает цеховые расходы

Подставив в (4.18) необходимые значения, получим:

$$С_{ЦЕХБаз.} = 9873 + 2,15 \cdot 3412 = 9873 + 7336 = 17209 \text{ руб.},$$

$$С_{ЦЕХПроктн.} = 6980 + 2,15 \cdot 2397 = 6980 + 5154 = 12134 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины заводской себестоимости производим на основании зависимости:

$$С_{ЗАВ} = С_{ЦЕХ} + З_{ОСН} \cdot К_{ЗАВ} \quad (4.19)$$

где $K_{ЗАВ}$ – коэффициент, учитывающий заводские расходы

Подставив в (4.19) необходимые значения, получим:

$$C_{ЗАВБаз.} = 17209 + 1,5 \cdot 3412 = 17209 + 5118 = 22327 \text{ руб.},$$

$$C_{ЗАВПроектн.} = 12134 + 1,5 \cdot 2397 = 12134 + 3596 = 15730 \text{ руб.}$$

4.5 Калькуляция заводской себестоимости сварки по базовому и проектному варианту технологии

Таблица 4.2 – Заводская себестоимость сварки

№ п/п	ПОКАЗАТЕЛИ	Услов. обозн.	Калькуляция., руб	
			Базовый	Проектн.
1	Материалы	М	480	1044
2	Фонд заработной платы	ФЗП	3821	2685
3	Отчисления на соц. нужды	O_{CH}	1338	394
4	Затраты на оборудование	$Z_{об}$	1937	1244
5	Расходы на площади	$Z_{пл}$	2297	1613
	Себестоимость технологич.	Стех	9873	6980
6	Расходы цеховые	Рцех	7336	5154
	Себестоимость цеховая	Сцех	17209	12134
7	Расходы заводские	Рзав	5118	3596
	Себестоимость заводская	$C_{ЗАВ}$	22327	15730

4.6 Определение капитальных затрат по базовому и проектному вариантам технологии сварки

Расчётное определение величины капитальных затраты, сопровождающих реализацию базового варианта технологии производим с использованием следующей зависимости:

$$K_{ОБЩБ} = K_{ОББ} = n \cdot Ц_{ОБ.Б} \cdot K_{З.Б.}, \quad (4.20)$$

где K_3 – значение коэффициента, который учитывает загрузку технологического оборудования;

$\text{Ц}_{\text{ОБ.Б.}}$ – размер остаточной цены оборудования, полученный с учетом срока службы технологического оборудования (рублей);

n – принятое количество оборудования, которое необходимо для выполнения производственной программы согласно описанию технологического процесса.

$$\text{Ц}_{\text{ОБ.Б.}} = \text{Ц}_{\text{ПЕРВ.}} - (\text{Ц}_{\text{ПЕРВ.}} \cdot T_{\text{СЛ}} \cdot N_A / 100), \quad (4.21)$$

где $\text{Ц}_{\text{ПЕРВ.}}$ – стоимость приобретения технологического оборудования (рублей)

$T_{\text{СЛ}}$ – установленный срок службы технологического оборудования на момент внедрения результатов выпускной квалификационной работы в производство (лет);

N_A – принятое значение нормы амортизации технологического оборудования (%).

Подставив в (4.20) и (4.21) необходимые значения, получим:

$$\text{Ц}_{\text{ОБ.Баз.}} = 500000 - (50000 \cdot 2 \cdot 18 / 100) = 320000 \text{ рублей}$$

$$\text{К}_{\text{ОБЩ.Баз.}} = 320000 \cdot 0,53 = 169600 \text{ рублей}$$

Расчётное определение величины общих капитальных затрат при реализации проектного варианта технологического процесса производим с использованием формулы:

$$\text{К}_{\text{ОБЩ.ПР}} = \text{К}_{\text{ОБ.ПР}} + \text{К}_{\text{ПЛ.ПР}} + \text{К}_{\text{СОП.ПР}} \quad (4.22)$$

где $\text{К}_{\text{ОБ}}$ – принятая величина капитальных вложений в технологическое оборудование;

$\text{К}_{\text{ПЛ}}$ – принятая величина капитальных вложений в площади (поскольку базовый и проектный вариант технологии предполагает использование одной и той же площади, размеры площади не изменились, поэтому расчёта капитальных вложений в площади не производим);

$\text{К}_{\text{СОП}}$ – принятая величина сопутствующих капитальных вложений.

$$\text{К}_{\text{ОБ.Проектн.}} = \text{Ц}_{\text{ОБ.ПР}} \cdot K_{\text{T-З}} \cdot K_{\text{ЗБ}} \quad (4.23)$$

Подставив в (4.23) необходимые значения, получим:

$$K_{\text{ОБПроектн.}} = 800000 \cdot 1,05 \cdot 0,38 = 319200 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{СОП}} = K_{\text{ДЕМ}} + K_{\text{МОНТ}} \quad (4.24)$$

где $K_{\text{ДЕМ}}$ – принятое значение затрат на демонтаж технологического оборудования для реализации базового процесса;

$K_{\text{МОНТ}}$ – принятое значение коэффициента расходов на монтаж оборудования.

$$K_{\text{ДЕМ}} = Ц_{\text{Б}} \cdot K_{\text{ДЕМ}} \quad (4.25)$$

где $K_{\text{ДЕМ}}$ – коэффициент, учитывающий расходы на демонтаж.

Подставив в (4.25) необходимые значения, получим:

$$K_{\text{ДЕМ}} = 500000 \cdot 0,03 = 15000 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{МОНТ}} = Ц_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{МОНТ}}, \quad (4.26)$$

где $K_{\text{МОНТ}}$ – значение коэффициента, учитывающего затраты на монтаж технологического оборудования для реализации проектного процесса.

Подставив в (4.24) и (4.25) необходимые значения, получим:

$$K_{\text{МОНТ}} = 800000 \cdot 0,05 = 40000 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{СОП}} = 15000 + 40000 = 55000 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ОБЩПроектн.}} = 319200 + 0 + 55000 = 374200 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины дополнительных капитальных вложений выполняем с использованием зависимости:

$$K_{\text{ДОП}} = K_{\text{ОБЩПР}} - K_{\text{ОБЩБ}} \quad (4.27)$$

Подставив в (4.27) необходимые значения, получим:

$$K_{\text{ДОП}} = 374200 - 169600 = 204600 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины удельных капитальных вложений выполняем с использованием зависимости:

$$K_{\text{УД}} = \frac{K_{\text{ОБЩ}}}{П_{\text{Г}}}, \quad (4.28)$$

где $П_{\text{Г}}$ – принятое значение годовой программы.

Подставив в (4.28) необходимые значения, получим:

$$K_{\text{УДБаз.}} = 169600/100 = 1696 \text{ руб./ед.}$$

$$K_{удПроекта} = 374200 / 100 = 3742 \text{ руб./ед.}$$

4.7 Расчёт показателей экономической эффективности проектного варианта технологии

Величину показателя снижения трудоемкости определим с использованием формулы:

$$\Delta t_{шт} = \frac{t_{штБ} - t_{штПР}}{t_{штБ}} \cdot 100\% \quad (4.29)$$

Подставив в (4.29) необходимые значения, получим:

$$\Delta t_{шт} = \frac{12,1 - 8,5}{12,1} \cdot 100\% = 30\%$$

Величину показателя повышения производительности труда определим по формуле:

$$П_T = \frac{100 \cdot \Delta t_{шт}}{100 - \Delta t_{шт}} \quad (4.30)$$

Подставив в (4.30) необходимые значения, получим:

$$П_T = \frac{100 \cdot 30}{100 - 30} = 43\%$$

Величину показателя снижения технологической себестоимости определим по формуле:

$$\Delta C_{ТЕХ} = \frac{C_{ТЕХБ} - C_{ТЕХПР}}{C_{ТЕХБ}} \cdot 100\% \quad (4.31)$$

Подставив в (4.31) необходимые значения, получим:

$$\Delta C_{ТЕХ} = \frac{9873 - 6980}{9873} \cdot 100\% = 29\%$$

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

$$\mathcal{E}_{у.г.} = (C_{ЗАВБ} - C_{ЗАВПР}) \cdot П_T \quad (4.32)$$

Подставив в (4.32) необходимые значения, получим:

$$\text{Э}_{\text{у.г.}} = (22327 - 15730) \cdot 100 = 659700 \text{ руб.}$$

Величину срока окупаемости дополнительных капитальных вложений определим по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{доп}}}{\text{Э}_{\text{уг}}} \quad (4.33)$$

Подставив в (4.33) необходимые значения, получим:

$$T_{\text{ок}} = \frac{204600}{659700} = 0,31$$

Размер годового экономического эффекта в сфере производства определим по формуле:

$$\text{Э}_{\text{г}} = [(C_{\text{завб}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{удб}}) - (C_{\text{завпр}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{удпр}})] \cdot \text{Пг} \quad (4.34)$$

Подставив в (4.34) необходимые значения, получим:

$$\text{Э}_{\text{г}} = [(22327 + 0,33 \cdot 1696) - (15730 + 0,33 \cdot 3742)] \cdot 100 = 592182 \text{ руб.}$$

4.8 Выводы по экономическому разделу

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

Установлено, что проектный вариант сварки после своего внедрения в производство даст такие эффекты, как уменьшение трудоемкости на 30 %, что уменьшило технологическую себестоимость на 43 %. Расчётная величина условно-годовой экономии составила 659700 рублей. Величина годового экономического эффекта, полученная с учетом затрат на капитальные вложения в оборудование, составила 592182 рублей. Капитальные вложения в оборудование размером будут окуплены за 0,31 года.

На основании вышеизложенного делаем вывод о том, что разработанная технология сварки обладает экономической эффективностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

Цель выпускной квалификационной работы – повышение производительности и улучшение условий труда на операции сварки лестничных переходов через наземный трубопровод.

Базовая технология сварки с применением ручной дуговой сварки штучными электродами обладает следующими недостатками: малая производительность сварки, низкое качество выполняемых работ по причине получения множественных дефектов. Эти два недостатка связаны между собой и должны быть совместно устранены. Для этого предлагается решение следующих задач, которые были сформулированы по результатам анализа состояния вопроса: 1) обосновать замену способа сварки на основе современных достижений сварочной науки и техники; 2) обосновать выбор сварочных материалов и оборудования для осуществления сварки и предложить оптимальные параметры режима сварки; 3) составить проектную технологию сварки с применением предложенных ранее технических решений.

В ходе выполнения экологического раздела было произведено выявление опасных и вредных производственных факторов, появление которых возможно при внедрении проектной технологии в производство. Проведён анализ возможности и мер по устранению и уменьшению опасных и вредных производственных факторов.

Внедрение проектной технологии сварки в производство приводит к уменьшению трудоемкости на 30 %, повышению производительности труда на 43 %, снижению технологической себестоимости на 29 %. Величина годового экономического эффекта, полученная с учетом затрат на капитальные вложения в оборудование, составила 592 тыс. рублей.

Вышеизложенное свидетельствует о факте достижения поставленной цели.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Левченко, О.Г. Экспериментальное и расчетное определение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны при дуговой сварке покрытыми электродами / О.Г. Левченко А.О. Лукьяненко, Ю.О. Полукаров // Автоматическая сварка. – 2010. – № 1. – С. 31–34.
- [2] Патон, Б.Е. Применение защитных газов в сварочном производстве / Б.Е. Патон, С.Т. Римский, В.И. Галинич // Автоматическая сварка. – 2014. – № 6–7. – С. 17–24.
- [3] Лебедев, В.А. Современные механизмы подачи электродной проволоки в аппаратах для механизированной сварки, наплавки и резки / В.А. Лебедев, С.И. Притула // Автоматическая сварка. – 2006. – № 4. – С. 53–56.
- [4] Варуха, Е.Н. Расчёт глубины проплавления изделия при сварке в углекислом газе / Е.Н. Варуха, А.А. Морозов // Автоматическая сварка. – 2002. – № 8. – С. 20–23.
- [5] Лебедев, В.А. Зависимость между скоростями импульсной подачи электродной проволоки и её плавления при сварке с короткими замыканиями / В.А. Лебедев // Автоматическая сварка. – 2007. – № 4. – С. 19–22.
- [6] Lucas W. Choosing a shielding gas. Pt 2 // Welding and Metal Fabrication. – 1992. – № 6. – P. 269–276.
- [7] Diltly U., Reisgen U., Stenke V. et al. Schutgase zum MAGM – Hochleistungsschweißen // Schweissen und Schneiden. – 1995. – 47, № 2. – S. 118–123.
- [8] Dixon K. Shielding gas selection for GMAW of steels // Welding and Metal Fabrication. – 1999. – № 5. – P. 8–13.
- [9] Salter G. R., Dye S. A. Selecting gas mixtures for MIG welding // Metal Constr. and Brit. Weld. J. – 1971. – 3, № 6. – P. 230–233.

- [10] Cresswell R. A. Gases and gas mixtures in MIG and TIG welding // *Welding and Metal Fabrication*. – 1972. – 40, № 4. – P. 114–119.
- [11] Потапьевский, А. Г. Сварка сталей в защитных газах плавящимся электродом. Техника и технология будущего: монография / А. Г. Потапьевский, Ю. Н. Сараев, Д. А. Чинахов. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2012. – 208 с.
- [12] Новожилов, Н.М., Разработка электродных проволок для сварки малоуглеродистых и низколегированных сталей в углекислом газе / Н.М. Новожилов, А.М. Соколова // *Сварочное производство*. – 1958. – № 7. – С. 10–14.
- [13] Походня, И.К. Об испарении марганца при сварке стали / И.К. Походня, В.И Швачко, И.Р. Явдошин, С.С. Пономарев // *Автоматическая сварка*. – 1982. – №11. – С. 24–26.
- [14] Походня, И.К. Источники поступления марганца и железа в сварочный аэрозоль / И.К. Походня, И.Р. Явдошин, А.В. Булат, В.И. Швачко // *Автоматическая сварка*. – 1981. – № 3. – С. 37–29.
- [15] Походня, И.К. Особенности испарения натрия, калия, магния, кальция из сварочных шлаков, содержащих двуокись титана / И.К. Походня, А.В. Булат, И.Р. Явдошин [и др.] // *Автоматическая сварка*. – 1986. – № 3. – С. 27–29.
- [16] Войткевич, В.Г. Изучение неоднородности состава частиц сварочной пыли методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии / В.Г. Войткевич, А.И. Сенкевич // *Автоматическая сварка*. – 1987. – № 3. – С. 34–38.
- [17] Головатюк, А.П. Интенсивность образования аэрозолей при ручной сварке модулированным током / А.П. Головатюк, В.С. Сидорук, О.Г. Левченко и др. // *Автоматическая сварка*. – 1985. – № 2. – С. 39–40.
- [18] Левченко, О.Г. Образование аэрозолей при сварке в CO₂ модулированным током // *Автоматическая сварка*. – 2000.– № 8. – С. 48–50.

- [19] Harvey R. Castner. Gas metal arc welding using pulsed fume generation current. WELDING RESEARCH SUPPLEMENT. – February, 1995. – P. 59–68.
- [20] Winifred G. Palmer, James C. Eaton. Effects of welding on health, XIII // American Welding Society. – 2007. – International Standard Book Number: 978-0-87171-067-3.
- [21] James M. Antonini. Health effects of welding // Critical reviews in toxicology. – 2003. – 33(1). – P. 61–103.
- [22] Гецкин, О.Б. Разработка алгоритма управления переносом электродного металла при сварке в защитных газах и его реализация в многофункциональном сварочном источнике: диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. – Чеюоксары: НПП «Технотрон». – 2010.
- [23] Патент РФ № 2359796. Способ дуговой сварки с управляемым переносом электродного металла и устройство для его осуществления / А.С. Киселёв, А.С. Гордынец, Р.И. Дедюх. Заявл. 07.042008; Оpubл. 27.06.2009, Бюл. № 18.
- [24] Горина, Л. Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве: учебное пособие / Л. Н. Горина. – Тольятти: ТолПИ, 2000. – 68 с.
- [25] Краснопевцева, И. В. Экономическая часть дипломного проекта: метод. указания / И. В. Краснопевцева – Тольятти: ТГУ, 2008. – 38 с.
- [26] Егоров, А. Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста: учебно-методическое пособие / А. Г. Егоров, В. Г. Виткалов, Г. Н. Уполовникова, И. А. Живоглядова – Тольятти, 2012. – 135 с.