

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра « Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Ремонтные технологии трубопроводов ЖКХ»

Студент

П.В. Черепанов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.Л. Федоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

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

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

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

АННОТАЦИЯ

Цель бакалаврской работы: увеличение производительности процесса сварки стыков трубопроводов.

Для достижения данной цели были решены следующие задачи: подобраны из перечня полимерных труб наиболее подходящие для условий ЖКХ; подобрано оборудование для получения сварных швов труб из выбранного полимера; разработана технология получения сварных швов труб из выбранного полимера; обеспечена безопасность рабочих производственного участка; рассчитана экономическая эффективность предложенного варианта ремонтной сварки трубопроводов ЖКХ

Выполненный анализ ремонтной технологии трубопроводов ЖКХ позволил рекомендовать замену материала труб – стальные на полипропиленовые. Для осуществления техпроцесса сварки полипропиленовых труб подобрано оборудование – сварочный аппарат CANDAN CM-01.

Предложены мероприятия по обеспечению безопасности при сварке аппаратом CANDAN CM-01 и рассчитана экономическая эффективность работы.

В пояснительной записке к работе 53 страницы, 6 рисунков, 11 таблиц. В графической части к работе 6 листов формата А 1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Анализ исходных данных и известных технических решений.....	6
1.1 Описание трубопроводов ЖКХ и условий их эксплуатации	6
1.2 Анализ базовой технологии соединения трубопроводов ЖКХ	9
1.3 Операция контроля	13
1.4 Анализ недостатков базовой технологии и путей их преодоления.....	13
1.5 Задачи бакалаврской работы.....	14
2 Анализ вариантов замены материала	16
2.1 Обоснование выбора материала.....	16
2.2 Обоснование способа сварки полипропиленовых труб	19
2.3 Анализ номенклатуры полипропиленовых труб.....	21
3 Проектная технология и оборудование	26
4 Безопасность и экологичность проекта.	30
4.1 Основные параметры участка сварки трубопроводов.....	30
4.2 Опасные факторы участка сварки.	31
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	32
4.4 Пожарная и техногенная безопасность рассматриваемого технического объекта.....	32
4.5 Оценка экологической безопасности разрабатываемого технического объекта.....	33
4.6 Заключение по разделу	34
5 Экономическая эффективность проекта.....	36
5.1 Исходные данные для расчетов	37
5.2 Расчёт времени, затрачиваемого для выполнения годовой.....	38
программы, и коэффициента, учитывающего загрузку оборудования.....	38
5.4 Определение капитальных затрат по базовому и проектному вариантам технологии.....	41
5.5 Расчет себестоимости сравниваемых вариантов.....	42
5.6 Калькуляция себестоимости	47

5.7 Показатели экономической эффективности проектной технологии.....	47
5.8 Выводы по разделу.....	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	51

ВВЕДЕНИЕ

В любом жилом доме требуется водоснабжение. Повсеместно для этих целей применяют трубопроводы, изготавливаемые, как правило, из стальных труб. Соединение труб в таких водопроводах осуществляют, в основном, сваркой плавлением.

Однако начиная с середины 20-го века в качестве материала для труб жилых домов в Европейских странах стали применяться полимеры. Обладая рядом преимуществ в сравнении со сталью полимеры в качестве материала для трубопроводов жилых домов быстро завоевали популярность. Главные преимущества следующие: меньший вес полимерных труб и большая долговечность (в сравнении со стальными). Долговечность обеспечивается высокой коррозионной стойкостью. Теплопроводность полимерных труб ниже, чем стальных. Главное преимущество, при использовании полимерных труб в инженерных системах жилищно-коммунального хозяйства значительно сокращается время монтажа трубопроводов и сварки стыков. Если рассматривать трубопроводы в жилых зданиях, то для них используют трубы из полипропилена.

Конечно, у полимерных трубопроводов есть и недостатки, с течением времени уменьшается прочность труб, однако, предприятия и организации жилищно-коммунального хозяйства все шире применяют полимерные трубы в своей практике.

Поэтому, формулируем цель работы так: увеличение производительности процесса сварки стыков трубопроводов.

1 Анализ исходных данных и известных технических решений

1.1 Описание трубопроводов ЖКХ и условий их эксплуатации

В настоящее время, в многоквартирных домах, с учетом того, что современные дома практически не газифицируют к трубопроводам, обслуживаемым ЖКХ следует отнести трубопроводы холодной и горячей воды и трубопроводы отопления. Как правило, в многоквартирном доме диаметр вертикального стояка 4 трубопроводов холодной и горячей воды, рисунок 1.1, принимают 25 мм (1 дюйм). Горизонтальные отводы 3, непосредственно в квартирах, принимают 15 мм (0,5дюйма). Толщину стенок трубопроводов задают 2 мм (рис. 1.2, рис. 1.3).

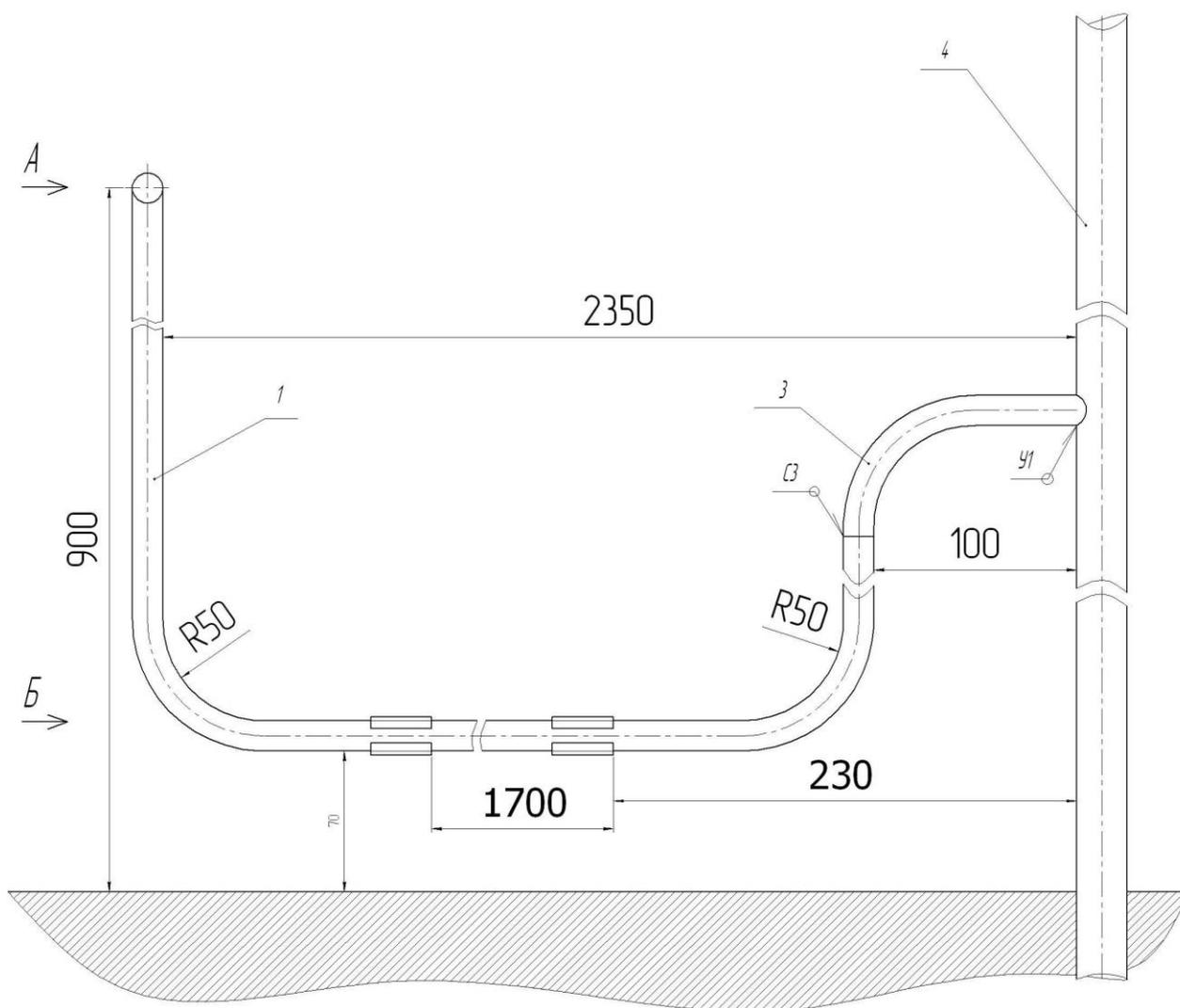


Рисунок 1.1 – Схема водопровода внутриквартирного

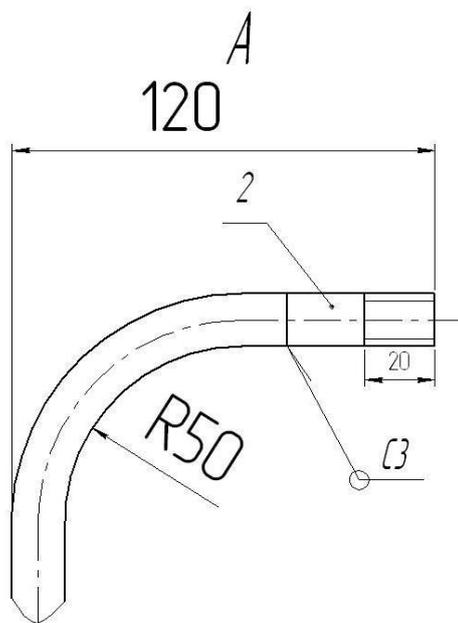


Рисунок 1.2 – Схема водопровода внутриквартирного, вид А

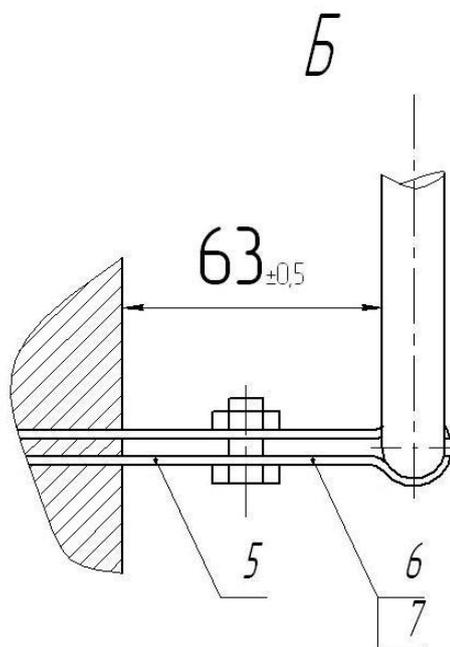


Рисунок 1.3 – Схема водопровода внутриквартирного, вид Б

Трубопроводы, которые эксплуатируются в жилых помещениях, находятся под действием температуры +12...30°C. В таком трубопроводе внутренне давление может изменяться от атмосферного до 3-х атмосфер. С целью защиты труб от коррозии применяют трубы горячего цинкования, кроме того, на них наносят лакокрасочное покрытие.

С учетом условий эксплуатации трубопроводов, действующих на них нагрузок, нормативные документы в качестве материала трубопроводов ЖКХ предлагают сталь 3. Химический состав стали 3 указан в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Содержание химических элементов в стали 3.

Углерод	Кремний	Никель	Медь	Хром	Фосфор	Сера
		Не более				
0,22	0,30	0,30	0,30	0,30	0,045	0,055

Механические свойства стали 3 указаны в таблице 1.2

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 3.

σ_T	σ_B	δ
Кгс/мм ²		%
21-24	44-47	25-27

Согласно приведенному в ГОСТ 2601—84 определению свариваемостью называют свойство металла образовывать для заданного технологического процесса сварки соединение, которое отвечает требованиям, предъявляемым к данной конструкции. В первую очередь свариваемость зависит от химического состава материала. Анализ химического состава стали 3 позволяет сделать вывод, что она относится к категории хорошо свариваемых сталей. Ее соединяют всеми способами сварки без специальных технологических приемов.

1.2 Анализ базовой технологии соединения трубопроводов ЖКХ

При строительстве жилых домов трубы соединяют, в основном, газовой сваркой.

Газовая сварка относится к способам сварки плавлением. Особенность газовой сварки в том, что нагрев и плавление кромок соединяемого изделия и присадочного материала обеспечивается пламенем, получаемым путем сжигания в кислороде горючего газа. Получаемое при этом пламя образует газовую зону вокруг нагретого и расплавленного металла, которая защищает его от действия вредных газов окружающего воздуха. Наибольшую температуру пламени получают при сжигании ацетилена, поэтому он нашел наибольшее распространение в качестве горючего газа.

При строительстве жилых зданий, до того, как начнется монтаж внутренних трубопроводов, выполняют следующие работы:

- монтаж междуэтажных перекрытий, стен и перегородок;
- устройство фундаментов или площадок для монтажа санитарно-технического оборудования;
- выполняют вводы трубопроводов для данного здания;
- устанавливают опоры для трубопроводов в технических подпольях и в подпольных каналах;
- устанавливают закладные детали согласно рабочих чертежей для фиксации оборудования и трубопроводов;
- выполняют отверстия в требуемых местах фундаментов, стен предназначенные для монтажа трубопроводов;
- остекление оконных проемов, если температура наружного воздуха меньше нуля;
- оштукатуривают или облицовывают стены и ниши в местах прокладки трубопроводов или установки санитарных приборов;
- обеспечивают искусственное освещение и возможность подключения электроинструментов и электросварочных аппаратов.

При ремонте трубопроводов бывших в эксплуатации, или при замене трубопроводов при капитальном ремонте все перечисленные работы уже выполнены.

Первая операция базовой технологии сварки труб – входной контроль.

При входном контроле:

- проверяют сопроводительные документы на трубы, детали, арматуру;
- контролируют соответствие труб, деталей, арматуры техническим условиям и сопроводительным документам;
- проверяют качество сварочных материалов;
- проверяют оборудование оснастку и прочий инструмент предназначенные для сборки, сварки, контроля;
- проверяют защитные средства рабочих;
- проверяют квалификацию работников, удостоверения на право выполнения работ и пр.;
- проверяют наряд-допуск на огневые работы;
- проверяют нормативно техническую документацию на выполняемые работы.

При входном контроле труб проверяют сертификат или паспорт, заводскую маркировку, осматривают металл на наличие дефектов и повреждений.

Если сертификат отсутствует, проводят испытания труб, если испытания подтвердят их соответствие требованиям, трубы можно запускать в работу.

Следующая операция - правка свариваемых труб. Трубы зажимают в тисках и производят правку с помощью молотка. После правки трубы зачищают от загрязнений, ржавчины. Не вынимая трубы из тисков ее зачищают металлической щеткой. И, вынув из тисков, передают на операцию разметки. Разметку выполняют на верстаке. Применяют при этом чертилку, мел и линейку. Трубу размечают в соответствии с требованиями чертежа. Размеченная труба вновь зажимается в тиски и производится ее разрезка.

Резка требуется для того, чтобы соединяемые участки были требуемой проектом длины. Резать лучше механически. Однако при монтажных условиях предпочтительнее газокислородная резка.

Нарезанные трубы доставляются к месту монтажа. Там производится предварительная сборка и прихватка. Сборку, для обеспечения соблюдения размеров, указанных в чертежах, производим с использованием линейки и иного измерительного инструмента. Предварительно выполняем подогрев металла. Производим прихватку в двух точках. Длина прихватки должна быть в пределах 8—12 мм, высота прихватки не должна превышать 1,2 мм. Сварку труб выполняют 3-мя участками длиной по 10—15 мм каждый. В первую очередь на каждом участке сплавляют кромки (без применения присадки), после чего наплавляют шов. Конец присадки при сварке необходимо держать в ванне расплавленного металла.

Чтобы выбрать режим сварки вначале определяемся - каким пламенем выполняем сварку.

Пламя, может быть нормальным, окислительным, восстановительным, науглероживающим. Это зависит от соотношения в пламени кислорода и водорода. Чаще применяют нормальное пламя, оно обеспечивает раскисление металла сварочной ванны. При таком пламени получается качественный шов.

В науглероживающем пламени, соотношение кислорода и ацетилена 0,8:1, максимальная температура науглероживающего пламени 2700—3100°C. Применяют такое пламя при сварке чугуна и наплавке твердых сплавов.

В нормальном пламени, соотношение кислорода и ацетилена 1,0:1,3, максимальная температура достигает 3100°C, применяют его при сварке стали, алюминия, пайке.

В окислительном пламени, соотношение кислорода и ацетилена 1,3:1,5, максимальная температура достигает 3100—3300°C. Такое пламя нашло применение при пайке латуни, очистке поверхности.

Сварку труб из стали 3 выполняем нормальным пламенем.

Сварку можно выполнять как левым (справа налево) так и правым (слева направо) способом. Однако рекомендуется левый способ, так как он предпочтительнее при сварке металла толщиной до 5 мм.

Угол наклона сварочной горелки зависит от толщины металла. Угол наклона присадочной проволоки принимаем 30—45° к оси шва. Горелку перемещаем по вытянутой спирали, такой способ предпочтительнее для металла толщиной от 1,5 до 5 мм.

Присадочную проволоку принимаем Св-08, Св-08А или Св-08АА. Диаметр проволоки для правого способа принимают равным толщине соединяемого сваркой металла, а при левом — увеличивают на 1 мм. Принимаем проволоку диаметром 3 мм. Сварку выполнять только одним слоем. Ширину шва принимать 4—6 мм, высоту 1— 1,5 мм.

При сварке следует следить, чтобы конец присадочной проволоки находился расплавленном металле чтобы избежать насыщение сварного шва вредными газами воздуха.

Тепловая мощность пламени определяется расходом ацетилена за час. Регулировать ее можно сменными наконечниками. Для определения мощности применяют формулу:

$$Q_a = A \cdot S \quad (1.1)$$

где Q_a – значение расхода ацетилена, дм^3 ;

S – значение толщины металла, мм;

коэффициент A определяют опытным путем, $\text{дм}^3/(\text{г} \cdot \text{мм})$.

Для сталей, применяемых при строительстве трубопроводов жилых домов – низкоуглеродистые, низколегированные - $A=100-130$. Выполнив расчеты по формуле 1.1 определим расход ацетилена: $Q_a=(100\dots130) \cdot 2=200\dots260$ л/час. С учетом выбора нормального пламени расчет расхода кислорода Q_k даст значение: $Q_k= Q_a/1,3=153\dots200$ л/час.

После окончания сварки стыка выполняется контроль согласно требований раздела 1.3. настоящей работы.

1.3 Операция контроля

В процессе монтажа и сварки трубопроводов следует систематически контролировать качество сварочных работ и качество получаемых сварных соединений. Операции контроля включают предварительный (входной) контроль, контроль операционный и контроль при приемке сварных соединений

Организация, выполняющая предварительный и операционный контроль, фиксирует его результаты в журналах или оформляет его результаты отдельными документами.

Все выполненные сварные соединения подлежат визуальному контролю. Перед проведением визуального контроля выполняют зачистку сварных швов и близлежащей поверхности основного металла шириной свыше 20 мм от шлака, окалины, других загрязнений.

Выполнять визуальный контроль допускается как невооруженным глазом так с помощью лупы 4—7^x. При необходимости следует применять переносные источники света.

К недопустимым дефектам, выявляемым в процессе визуального контроля относятся: все виды трещин; непровары и несплавления; незаваренные кратеры; прожоги.

Если результаты визуального контроля вызвали сомнения в корректности таких показателей качества как размеры швов, переломы осей, смещения кромок, углубления между валиками и др. выполняется измерительный контроль. Применяют при этом различные шаблоны, наиболее популярен УШС-3, рисунок 1.2, мерительные инструменты.

Контроль герметичности гидроиспытаниями выполняют после сварки всего трубопровода. При контроле герметичности не допустимы протечки и отдельные капли.

1.4 Анализ недостатков базовой технологии и путей их преодоления

К недостаткам базового технологического процесса можно отнести следующие. Сварщик вручную производит манипуляции горелкой,

следовательно, положение сварочной горелки относительно кромок свариваемого изделия, скорость сварки целиком определяются сварщиком. Получается что качество соединения зависит от субъективных характеристик сварщика. Манипуляции сварочной горелкой в течение смены – 8 часов – утомляют сварщика. Производительность труда снижается. Кроме того, ацетилено-кислородная сварка данного соединения и данных толщин, как показывает практика, сопровождается большим количеством дефектов.

Следовательно, технологический процесс ацетилено-кислородной сварки трубопроводов ЖКХ нуждается в замене. Возможны разные варианты устранения перечисленных недостатков. Возможен вариант применения дугового нагрева. Автоматизация и механизация процесса дуговой сварки выполняется существенно легче, чем газовой сварки.

Однако, как было показано выше, идет процесс активного вытеснения стальных труб полимерными трубами. Технологический процесс соединения полимерных труб легко механизуется и характеризуется высокой производительностью.

Замена материала труб приведет к замене базовой технология сварки стыков.

1.5 Задачи бакалаврской работы

Цель настоящей работы – увеличение производительности процесса сварки стыков трубопроводов.

Анализ базовой технологии получения стыков трубопроводов ЖКХ позволил выявить такой главный недостаток, как низкая производительность процесса газовой сварки.

Можно устранить выявленный недостаток автоматизируя и механизуя технологию сварки, но газовая слабо поддается механизации и автоматизации. С учетом все более активного вытеснения традиционных металлических труб полимерными как при реконструкции старых зданий так

и при строительстве новых можно рекомендовать замену материала трубопроводов ЖКХ.

Технология получения сварных соединений полимерных труб характеризуется легкой механизацией и высокой производительностью.

Следовательно, при замене материала подлежит замене и технология получения стыков. Поэтому, для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи.

1. Подобрать из перечня полимерных труб наиболее подходящие для условий ЖКХ.

2. Подобрать оборудование для получения сварных швов труб из выбранного полимера.

3. Разработать технологию получения сварных швов труб из выбранного полимера.

4. Обеспечить безопасность рабочих производственного участка

5. Рассчитать экономическую эффективность предложенного варианта ремонтной сварки трубопроводов ЖКХ

.
.

2 Анализ вариантов замены материала

2.1 Обоснование выбора материала

Выполненный анализ применяемых в ЖКХ технологий ремонтной сварки трубопроводов показал, что присущие ему недостатки можно устранить механизацией процесса сварки, это требует замены газовой сварки на дуговую. Но с учетом повсеместной замены стальных труб на полимерные следует рассмотреть и такой вариант устранения недостатков.

Полимерные трубы активно применяют как при строительстве новых объектов – жилых зданий, так и в процессе ремонта трубопроводов в старых зданиях. Например, при их замене во время капитального ремонта. Практика показывает что при правильно выполненном монтаже полимерных труб их срок эксплуатации в разы выше, чем стальных для того же трубопровода.

Поскольку полимерные материалы не корродируют, отпадает надобность в защите трубопроводов лакокрасочными покрытиями. Другим преимуществом является низкое гидравлическое сопротивление полимерных труб, поэтому для перекачки одного и того же объема воды можно применить полимерную трубу меньшего диаметра. Кроме того, со временем пропускная способность полимерных труб не уменьшается, так как они не зарастают изнутри. Еще одно достоинство полимерных труб – они, за счет высоких пластических свойств, не разрушаются из-за подвижек грунта или колебаний почвы.

С точки зрения монтажника меньший вес полимерных труб при равном со стальными диаметре облегчает доставку, погрузочно-разгрузочные работы и монтаж. Вес трубопровода из полимерных труб до 9 раз меньше веса аналогичного по характеристикам трубопровода, смонтированного из стали.

Важным является и то, что при одинаковом диаметре полимерные трубы выпускают большей, чем у стальных, длины. Значит количество стыков строящегося трубопровода уменьшается.

В некоторых случаях полимерные трубопроводы не нуждаются в

нанесении слоя теплоизоляции, так как у полимерных труб теплопроводность меньше, чем у стальных. Полимеры не обладают электропроводностью, значит т.н. блуждающие токи не будут оказывать на них разрушающее воздействие.

Важным преимуществом с точки зрения ремонта трубопровода является то что при диаметре полимерной трубы меньшем, чем заменяемой пропускная способность обеспечивается заданная, значит возможен вариант замены путем проталкивания новой трубы внутри изношенной. При ремонте трубопровода такими методами не требуется выполнение земляных работ, или из объем незначителен.

С учетом изложенных преимуществ замена стальных труб на трубы из полимерного материала представляется перспективной.

Следует помнить, что номенклатура полимеров, выпускаемых промышленностью весьма обширна, и нужно выбрать наиболее подходящий для трубопроводов жилых зданий.

На Российском рынке представлены полимерные трубы из следующих материалов:

- поливинилхлорид;
- полиэтилен;
- металлопластик;
- полипропилен.

Применение в практике водоснабжения труб из поливинилхлорида насчитывает не один десяток лет. Популярны трубы из поливинилхлорида американской компании Genova Systems. Их применяют в малоэтажном строительстве, соединяя трубы и фитинги посредством клея. В настоящее время из-за ряда недостатков трубы из данного материала почти не применяют. Так в России трубы из поливинилхлорида напорные применяются для подземных водопроводов вне зданий.

Трубы из полиэтилена применяются более широко. Появились они около 60ти лет назад. Их главное достоинство – устойчивость к

отрицательным температурам. Поэтому их монтируют даже зимой. Соединяют полиэтиленовые трубы механическим способом — фитингами. Применяют их в сетях холодного водоснабжения. Один из недостатков полиэтилена - быстрое старение под действием солнечных лучей. Для снижения интенсивности старения в полимер вводят сажу – стабилизатор.

Большой прочностью и стойкостью к высоким температурам отличаются трубы из т.н. «сшитого» полиэтилена, выпуск которых начался в 70х годах. Для «сшивки» молекул применяют полиэтилен высокой плотности. Трубы из такого полиэтилена используют и в трубопроводах горячего водоснабжения.

Затем начался выпуск металлополимерных труб. Алюминиевую ленту, сваренную ультразвуком в стык, покрывали с двух сторон слоями полиэтилена, нужной толщины.

Из металлополимерных труб монтируют даже системы теплоснабжения, но диаметр таких труб ограничен 40 мм.

У полипропиленовых труб ряд преимуществ в сравнении с перечисленными выше. Высокая прочность стойкость к растворителям как кислотного, так щелочного типа. У полипропилена широкий температурный диапазон эксплуатации, от -10°C до $+90^{\circ}\text{C}$. Даже повышение температуры до 100°C в течение непродолжительного времени не вредит трубам. Кроме того, при отрицательных температурах эластические свойства полипропилена снижаются незначительно - вода в таких трубах замерзает не разрушая труб. При утилизации полипропилена не образуются вредные вещества.

К недостаткам труб их полипропилена следует отнести низкую твердость и деструкцию полимерных нитей при действии ультрафиолетового излучения.

2.2 Обоснование способа сварки полипропиленовых труб

Способов соединения пластмассовых деталей сваркой существует множество. Чтобы выбрать способ сварки наиболее подходящий для данной производственной ситуации необходимо руководствоваться экономическими категориями.

Классифицируют способы сварки пластмасс по физическим, техническим и технологическим критериям. По физическим критериям способы сварки пластмасс делят на виды и классы.

Согласно определению сварки следует делить на классы по видам энергии, подводимой к соединяемым материалам. Известные сейчас процессы сварки полимеров реализуют с применением тепловой, механической, электромагнитной энергии. Возможны различные варианты комбинации данных видов энергии. Поэтому различают такие классы сварки как: термический, механический и электромагнитный. Классы, основанные на комбинации, разделяют на термомеханический и электромагнитномеханический.

При термической сварке давление особой роли в процессе образования сварного соединения не играет.

При термомеханической сварке образование неразъемного соединения осуществляется за счет подвода тепловой энергии и приложения давления. (например, сварка нагретым инструментом или нагретым закладным элементом).

При сварке полимеров механическими видами тепловая энергия образуется в свариваемых деталях путем превращения механической энергии в тепловую. Сюда относят сварку трением или ультразвуковую сварку.

При сварке полимеров электромагнитномеханическими видами тепловая энергия образуется при подводе электромагнитной энергии к соединяемым деталям за счет поляризации звеньев макромолекул при действии на них переменного электрического поля. Вторым вариантом такого

вида - поглощение энергии инфракрасных лучей или лучей лазера.

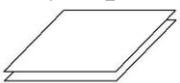
Поскольку химический состав пластмасс их физические свойства и геометрия соединяемых деталей разнообразны, нет способа, который обеспечивал для всей номенклатуры соединяемых деталей высокие экономические, технологические и эксплуатационные характеристики. По признаку геометрии свариваемых деталей выделяют:

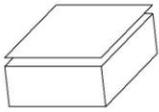
- трехмерные (объемные) детали;
- двумерные детали (пленки);
- одномерные детали (волокна).

Волокнистые материалы являются комбинацией двух последних.

Для каждого вида геометрии свариваемого изделия могут быть применены способы сварки перечисленные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Виды сварки пластмасс

Признак геометрии	Номенклатура изделий	Источник энергии, применяемый при сварке	Степень механизации и автоматизации процесса
<p>Трехмерная</p> 	Трубы, плиты	Горячий газ, нагретый инструмент, трение, горячая присадка	Преимущественно ручной, механизированный или частично автоматизированный
	Фасонные детали	Нагретый инструмент, ультразвук, трение или вибротрение	Автоматизированный
<p>Двумерная</p> 	Пленочная упаковка, покрытия, подложка	Нагретый инструмент, токи высокой частоты, ультразвук, излучение	В основном автоматизированный и механизированный
<p>Одномерная</p> 	Волокнистые нетканые материалы	Нагретый инструмент, ультразвук	В основном автоматизированный и механизированный
	Ткани из синтетических волокон	Нагретый инструмент, ультразвук, токи высокой частоты, излучение	В основном автоматизированный и механизированный
Комбинированная	Волокнистые	Нагретый	В основном

<p>ванна</p> 	<p>материалы с пленочным покрытием (искусственные кожи)</p>	<p>инструмент, ультразвук, токи высокой частоты, излучение</p>	<p>автоматизированный и механизированный</p>
--	---	--	--

Сварку нагретым газом и инструментом характеризует простота и высокие экономические показатели а также хорошие прочностные характеристики соединения. Данные способы получили широкое распространение при сварке полимерных трубопроводов. К недостаткам следует отнести широкую зону разогрева

Высокочастотную сварку характеризует высокая производительность. Однако она не может обеспечить сварку полиэтилена и полипропилена.

Сварку расплавом применяют при соединении деталей больших толщин.

Для соединения труб можно применить склеивание. Но это низкопроизводительный процесс не обеспечивающий высокой прочности соединения. Поэтому склеивание не будем применять.

Окончательно останавливаем выбор на способе сварки нагретым инструментом, чертеж 18.БР.СОМДиРП.092.12.000.

2.3 Анализ номенклатуры полипропиленовых труб

Таким образом, трубы из полипропилена наиболее привлекательны как альтернатива стальным в сетях ЖКХ. Для окончательного выбора таких труб следует провести анализ выпускаемой промышленностью номенклатуры полипропиленовых труб. Требования к полимерным трубам регламентированы ГОСТ Р 52134-2003 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления.»

Выпускаемые в настоящее время полипропиленовые трубы, разделены по времени создания на 3 типа:

- 1 - гомополимер пропилена;
- 2 - сополимеры полипропилена и этилена - блоксополимеры;
- 3 - статические сополимеры полипропилена и этилена - рандом

сополимеры.

Статические сополимеры получают модификацией структуры в молекулярную цепь путем добавления молекул этилена. Результатом стало получение материала, обладающего превосходными техническими свойствами, перечисленными ранее. В настоящее время выпускают преимущественно 3-й тип. Его сокращенное обозначение PPR.

Согласно ГОСТ основные характеристики PPR:

плотность: 0,9 г/см³ (ГОСТ 15139);

температура плавления: +149°C (ГОСТ 21553);

предел текучести при растяжении: 24...25-ти Н/мм² (ГОСТ 11262);

предел прочности: 34...35 Н/мм² (ГОСТ 11262);

удлинение до предела текучести: 50%.

Полипропиленовые трубы выпускают белого, зеленого, черного и серого цвета. На технические свойства труб цвет не влияет за исключением черного. Трубы черного цвета в меньшей степени подвержены влиянию ультрафиолетового излучения.

Выпускаемые трубы делятся на три категории. Трубы PN10 и PN20 выполнены из монолитного материала, в трубе PN25 есть прослойка из алюминиевого сплава.

Первая категория - тонкостенная труба PN10. Предназначена для холодного водоснабжения, при температурах не более +20°C и рабочем давлении 10 атмосфер.

Вторая категория – универсальная труба PN20. Такую трубу можно использовать для систем горячего водоснабжения, температура теплоносителя до +80°C и рабочем давлении до 20 атмосфер.

Трубы третьей категории PN25 применяют для центрального отопления при температуре теплоносителя – до +95°C и горячего водоснабжения. Давление допускается до 25 атмосфер. Применение алюминиевой фольги в трубах третьей категории существенно уменьшает такой недостаток, как высокий коэффициент теплового расширения. Однако

данный технический прием создает сложности при монтаже таких труб.

Некоторые характеристики труб первой и второй категории приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Характеристики труб из полипропилена

Диаметр наружный, мм	Толщина стенки, мм	Вес погонного метра, кг	Стоимость погонного метра, руб.
Труба PN10			
20	2	0,216	15
25	2,3	0,326	18
32	3,0	0,448	24
40	3,7	0,613	39
50	4,8	0,725	44
63	5,8	0,951	56
Труба PN20			
20	3,4	0,390	17,5
25	4,2	0,459	19,2
32	5,4	0,520	29
40	6,7	0,746	46
50	8,4	0,899	58
63	10,5	1,215	71

Традиционно полипропиленовые трубопроводы монтируют при помощи раструбной сварки, подразумевающей наличие фитингов. Промышленность предлагает потребителю широкую номенклатуру фитингов. Внутренний диаметр d , муфт, рисунок 2.1, обеспечивает соединение всех типоразмеров труб, характеристики которых указаны в таблице 2.2.



Рисунок 2.1 – Муфта.

Тройники выпускаются с одинаковым диаметром отверстий, рисунок 2.2, и переходные, с разным диаметром, рисунок 2.3.

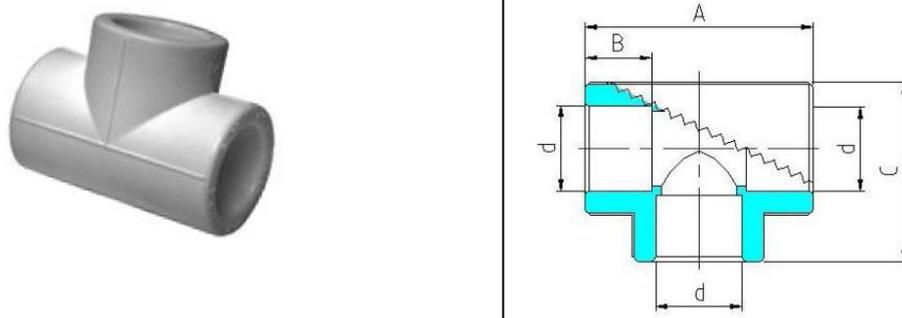


Рисунок 2.2 – Тройник.

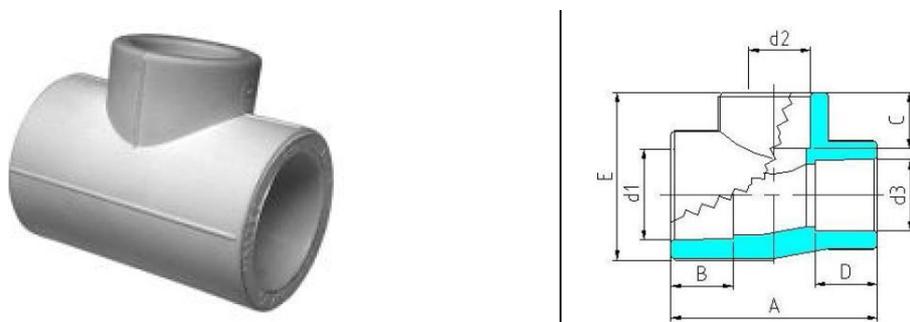


Рисунок 2.3 – Тройник переходной.

Невозможен нормальный монтаж без угольников и отводов. Угольники, рисунок 2.4, выпускают под углом 90° .

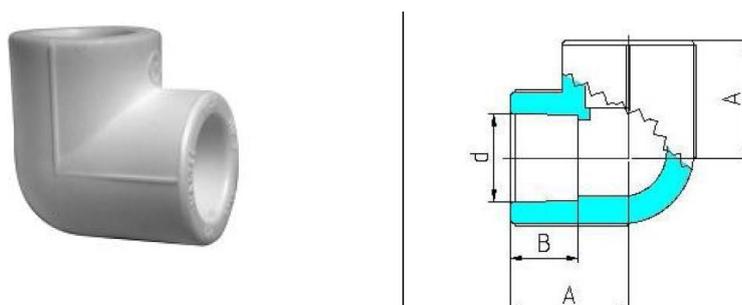


Рисунок 2.4 - Угольник

В отводах, рисунок 2.5, величина угла составляет 45° .



Рисунок 2.5 – Отвод.

Таким образом, предлагаемая производителями номенклатура полипропиленовых труб и фитингов позволяет выполнять ремонтные работы с трубопроводами ЖКХ, геометрия которых совпадает с показанными, рис. 1.1, рис. 1.2, рис. 1.3 трубопроводами. Следовательно, возможна замена стальных труб на полипропиленовые при ремонте трубопроводов ЖКХ.

3 Проектная технология и оборудование

Согласно нормативных документов на сварку полимерных трубопроводов обеспечение качества при их строительстве предусматривает неукоснительное выполнение следующих мероприятий:

- проверку квалификации исполнителей;
- контроль качества поступающих на строительную площадку труб, деталей, арматуры (входной контроль);
- предварительный контроль сварочного оборудования и инструмента;
- операционный контроль;
- визуально-измерительный контроль готовых сварных соединений;
- при необходимости - механические испытания сварных и иных соединений.

Входной контроль качества поступающих на строительную площадку труб, деталей, арматуры выполняет строительно-монтажная организация, допущенная к работам по монтажу и сварке трубопроводов из полимерных материалов.

При входном контроле выполняют следующие операции:

- проверяют целостность упаковки;
- проверяют маркировку труб, деталей, арматуры;
- выполняют внешний осмотр труб, деталей, арматуры;
- измеряют и сопоставляют требованиям проекта наружные и внутренние диаметры и толщины стенок труб.

Необходимо совпадение результатов измерений величинам в технической документации. Все трубы и соединительные детали зарубежной поставки должны иметь техническое свидетельство.

Трубы и детали с дефектами и отклонениями от допусков не допускается применять для строительства.

По результатам входного контроля оформляют акт.

Выполнять раструбную сварку нагретым элементом можно аппаратом CANDAN CM-01.

. Аппарат предназначен для сварки труб диаметром от 16 мм до 63 мм.
Вес аппарата 7 кг.

Предварительно аппарат должен быть установлен на горизонтальной поверхности. Затем с помощью гаечного ключа крепят парные насадки. Для трубы и фитинга. После чего аппарат включают на нагрев, установив температуру 260°C. Время нагрева до такой температуры составит 5-7 мин.



Рисунок 3.1 – Аппарат CANDAN CM-01

Пока аппарат нагревается, проводят подготовку труб к сварке. После выполнения требуемых замеров трубы режут согласно полученным размерам. Срезы зачищают и выравнивают. Конец трубы и внутреннюю поверхность фитинга необходимо обезжирить. После обезжиривания выполняют пробную стыковку трубы и фитинга. В стыке не должно быть зазоров. Маркером наносят отметки, по которым трубу следует вводить в фитинг.

После 5 минут прогрева аппарата на насадку следует установить фитинг и трубу. Если между насадкой аппарата и трубой или фитингом выявлены зазоры, трубу или фитинг необходимо повернуть. Время прогрева зависит от диаметра трубы. После прогрева трубу и фитинг снимаем с насадок и аккуратно вдавливаем одну в другую. Поворот вокруг оси не допустим. Затем на несколько минут фиксируют детали, исключив даже незначительное силовое воздействие на них.. Иначе возможно снижение прочности шва.

Сваренный трубопровод контролируют. В соответствии со СНиП 3.05.04 проводят испытания на прочность и плотность трубопроводов водоснабжения и канализации. Испытания могут быть гидравлическими и пневматическими и проводятся дважды (предварительное испытание и окончательное испытание).

Во время предварительного испытания избыточное давление принимают равным рабочему давлению, умноженному на коэффициент 1,5. Порядок предварительных гидравлических испытаний для напорных трубопроводов следующий:

- трубопровод заполняют водой и без давления выдерживают 2 часа;
- создать избыточное давление и выдерживают его 0,5 часа;
- снижают избыточное давление до рабочего и осматривают трубопровод.

Выдерживать трубопровод под рабочим давлением не менее 0,5 часа. Так как оболочка деформируется подкачивают воду для поддержания на заданном уровне избыточного давления и рабочего.

Трубопровод считается выдержавшим предварительное гидравлическое испытание, если под испытательным давлением не обнаружено разрывов труб или стыков и соединительных деталей, а под рабочим давлением не обнаружено видимых утечек воды.

Во время окончательного испытания гидравлическое давление принимают равным рабочему давлению, умноженному на коэффициент 1,3.

До проведения испытания напорных трубопроводов с раструбными соединениями с уплотнительными кольцами по торцам трубопровода и на отводах необходимо устраивать временные или постоянные упоры.

Окончательное гидравлическое испытание на плотность проводится в следующем порядке:

- в трубопроводе следует создать давление, равное расчетному рабочему давлению, и поддерживать его 2 ч; при падении давления на 0,02 МПа производится подкачка воды;

- давление поднимают до уровня испытательного за период не более 10 мин и поддерживают его в течение 2 ч.

Гидравлические испытания трубопроводов из полимерных материалов следует проводить при температуре воздуха выше 0°С через 24 ч после сварки последнего стыка.

4 Безопасность и экологичность проекта.

4.1 Основные параметры участка сварки трубопроводов.

Тема выпускной работы бакалавра: «Ремонтные технологии трубопроводов ЖКХ».

Условно, схема рабочего места сварки стыков трубопровода приведена на рисунке 4.1.

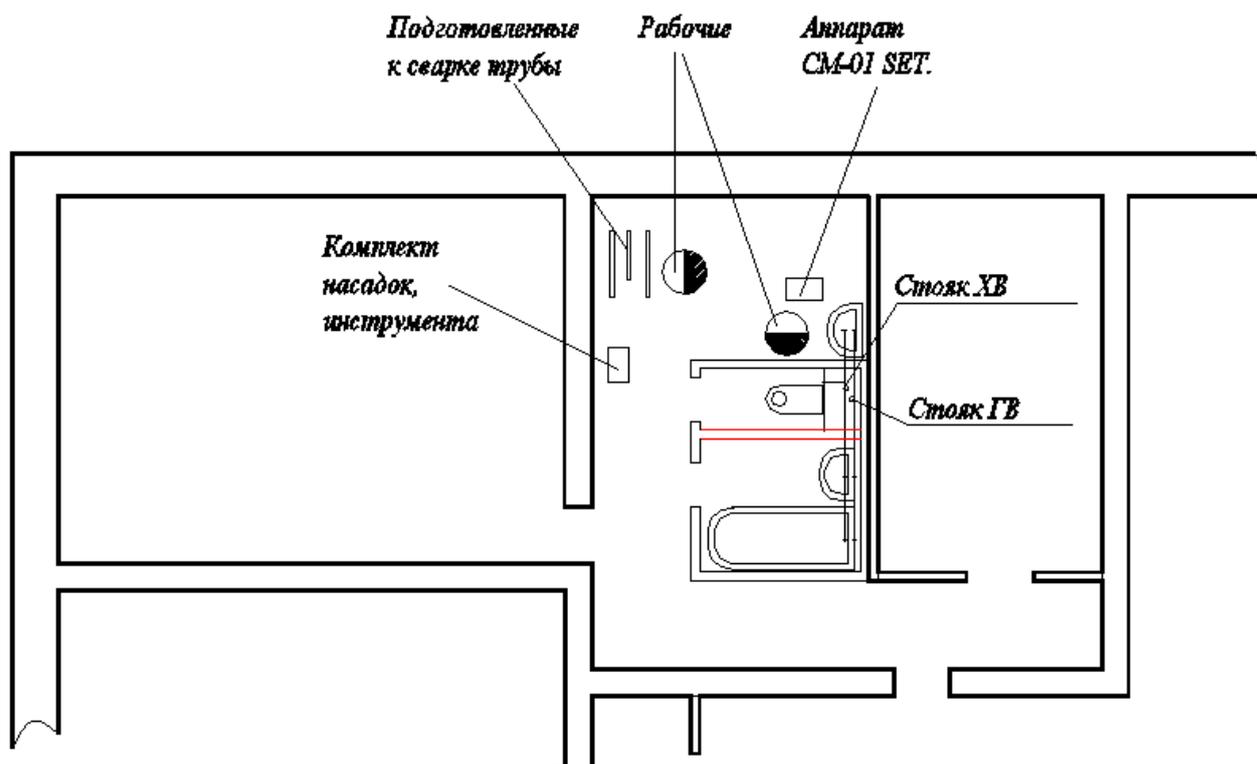


Рисунок 4.1 - Схема рабочего места сварки стыков трубопровода

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Должность работника, выполняющего данную технологическую операцию	Оборудование, устройства и приспособления, применяемые при выполнении технологической операции	Вещества и материалы, применяемые при выполнении технологической операции
1	2	3	4
1. Подготовительная операция	Слесарь-сборщик	Труборез	Ацетон
2. Сборочная операция	Слесарь-сборщик	Аппарат CANDAN CM-01	Сжатый воздух
Продолжение таблицы 4.1.			

3. Осуществление сварки стыка труб	Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	Аппарат CANDAN CM-01	
4. Проведение контроля качества сварных стыков труб	Дефектоскопист	Лупа 4x	Вода

4.2 Опасные факторы участка сварки.

Таблица 4.2 – Профессиональные риски, сопровождающие реализацию проектной технологии.

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Источник появления опасного или вредного производственного фактора
1. Подготовительная операция	- острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин	Труборез
2. Сборочная операция	- острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин	Аппарат CANDAN CM-01
3. Осуществление сварки стыка труб	- повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека; - высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов;	Аппарат CANDAN CM-01
4. Проведение контроля качества сварных стыков труб	- подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин	Вода

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов.

Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Наименование предлагаемого организационного мероприятия и технического средства, осуществляющего защиту, снижение и устранение данного опасного и вредного производственного фактора	Наименование средства для осуществления индивидуальной защиты работника
1. Острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования;	Периодический инструктаж 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	-

4.4 Пожарная и техногенная безопасность рассматриваемого технического объекта.

На участке сварки полимерных труб возможно возникновение пожара. Возможные классы пожара и опасные факторы, сопутствующие пожару сведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок, на котором осуществляется сварка стыков трубопровода	Аппарат CANDAN CM-01	пожары, которые происходят за счет воспламенения и горения веществ и материалов на электроустановках, запитанных электрическим напряжением (Е)	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; уменьшение концентрации кислорода; снижение видимости в дыму	замыкания на проводящих ток частях технологических установок, агрегатов изделий высокого напряжения; термохимическое действие используемых при пожаре огнетушащих веществ, на предметы и людей

Таблица 4.5 – Проведение организационных и технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса	Реализуемое организационное или техническое мероприятие	Требования по обеспечению пожарной безопасности
Сварка	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, осторожное обращение с жидкостью для обезжиривания.

4.5 Оценка экологической безопасности разрабатываемого технического объекта

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического

объекта

Наименование технологии	Составляющие технического объекта	Негативное воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное воздействие технического объекта на литосферу
Сварка	Подготовка стыка, сборка труб под сварку, выполнение сварки, контроль качества сварных швов	Нет	Жидкость для обезжиривания	Бумажная и полиэтиленовая упаковка от вспомогательных материалов; бытовой мусор, преимущественно дефектная арматура

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

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

4.6 Заключение по разделу

В ходе выполнения данного раздела было произведено выявление опасных и вредных производственных факторов, появление которых возможно при внедрении проектной технологии в производство. Проведён

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

5 Экономическая эффективность проекта

Цель бакалаврской работы – увеличение производительности процесса сварки стыков трубопроводов.

В базовом варианте ремонта трубопроводов ЖКХ сварка стыков труб выполняется технологией ацетилено-кислородной сварки. Замена материала труб проектом варианте на полимерные привела к замене технологии сварки. Проектный вариант технологии – нагретым инструментом – характеризуется меньшей трудоемкостью, лучшими условиями труда рабочих и обеспечивает условно-годовую экономию, так как себестоимость сварки данным способом меньше. Экономический эффект будет получен за счет замены материала и применения оборудования с большей производительностью.

Расчет будем вести по изменяющимся операциям сварки.

В таблице 5.1. приведены недостатки базового техпроцесса и каким образом они устранены в проектом.

Таблица 5.1 – Сравнение вариантов технологии

Базовый вариант	Проектный вариант
Стальные трубы греют до температуры плавления, свыше 1500°С. Нужно много энергии.	Полипропилен размягчается при 250-300°С. Экономия энергии и времени
Ведут сварку стыка пламенем горелки последовательно, низкая производительность.	Нагрев ведется сразу по всему периметру трубы, производительность выше, чем в базовом.
В процессе ацетилено-кислородной сварки оператор контролирует множество параметров, нужен рабочий высокого разряда и сложно автоматизировать процесс.	Сварка нагретым инструментом легко автоматизируется. Не нужен высокий разряд оператора.

5.1 Исходные данные для расчетов

Исходные для проведения расчетов сведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Исходные данные

№	Показатели	Усл. обозн.	Ед. изм.	Значение	
				Баз. вар.	Пр. вар.
1	2	3	4	5	6
1	Программа годовая	Нпр	шт	3000	3000
2	Принимаемый разряд рабочего	Р.р.	-	V	IV
3	Величина часовой тарифной ставки	Счс	Р/час	72,16	58,24
4	Значение коэффициента, устанавливающего размер отчислений на дополнительную заработную плату	Кдоп.	%	12	12
5	Значение коэффициента, устанавливающего размер доплат к основной заработной плате	Кд.		1,81	1,81
6	Норма амортизации оборудования: сварочного приспособления инструмента	На	%	18	18
7	Значение коэффициента, учитывающего размер отчислений на социальные нужды.	Нсоц	%	30	30
8	Значение коэффициента, который учитывает наличие транспортно-заготовительных расходов	Кт -з	-	5	5
9	Цена оборудования	Цоб	Руб.	98000	3412000
10	Потребляемая мощность	Муст	кВт	3	7,4
11	Значение коэффициента, учитывающего затраты на монтаж и демонтаж технологического оборудования	Кмонт. Кдем.	%	2	2
12	Стоимость расходуемой на проведение технологии электрической энергии	Цэ-э	Р/ кВт	2,50	2,50
13	Коэф-т выполн. нормы	Квн	-	1,1	1,1
14	Коэф-т полезн. действия	КПД	-	0,75	0,8
15	Коэф. Расхода сварочных материалов	Кр	-	1,7	1,15
16	Принятое значение нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений	Ен	-	0,33	0,33

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5	6
17	Значение коэффициента, который учитывает цеховые расходы	к _{цех}	-	2,5	2,5
18	Значение коэффициента, который учитывает заводские расходы	к _{ЗАВ}	-	1,8	1,8
19	Стоимость присадочного материала, сварочная проволока	Цм	Руб/кг	120	-

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

Определение норм времени выполняем на изменившиеся операции технологии сварки для базового и проектного вариантов.

Время штучное

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{МАШ}} + t_{\text{ВСП}} + t_{\text{ОБСЛ}} + t_{\text{ОТЛ}} + t_{\text{П-3}} \quad (5.1)$$

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% $t_{\text{МАШ}}$;

$t_{\text{ОБСЛ}}$

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

$t_{\text{П-3}}$

Расчет машинного времени

В базовом варианте сварка стыка стальной трубы ручной сваркой. По проектному сварка стыка полипропиленовой трубы полуавтоматической

сваркой. Суммарное время и время каждой составляющей в таблице 5.3 приведено в часах.

Таблица 5.3.

Вариант	$t_{\text{МАШ}}$	$t_{\text{ВСП}}$ 15%	$t_{\text{ОБСЛ 10\%}}$	$t_{\text{ОТЛ 5\%}}$	$t_{\text{П-3}}$ 1%	$t_{\text{ШТ}}$
Базов.	0,4	0,06	0,04	0,02	0,004	0,524
Проектн.	0,25	0,037	0,025	0,0125	0,0025	0,327

Определение фонда времени работы оборудования

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

$$\Phi_{\text{эф}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{вых}} - D_{\text{пр}}) * T_{\text{см}} * S * (1 - k_{\text{р.п}}) \quad (2)$$

где: $D_{\text{к}}$ – общее количество календарных дней в году;

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

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

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

S – количество рабочих смен;

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

$$\Phi_{\text{эф}} = (365 - 104 - 8) \cdot 8 \cdot 1 \cdot (1 - 0,06) = 1737 \text{ часов}$$

Согласно плану ремонтных работ сварить около 3000 стыков, поэтому примем годовую программу составит $N_{\text{пр}} = 3000$ в базовом и проектном вариантах. Исходя из данной годовой программы вычислим значение коэффициента загрузки оборудования.

Количество оборудования, нужного для выполнения программы рассчитывается по формуле:

$$n_{\text{об.расчетн}} = \frac{N_{\text{пр}} * t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} * 60} \quad (3)$$

где: N_{np} – годовая программа, шт.;

$t_{шт}$ – штучное время на один стык, мин.;

$\Phi_{эф}$ – величина годового фонда времени, в течение которого работает оборудование, час.

$$n_{об.расчетнб} = \frac{3000 \cdot 31,44}{1737 \cdot 60} = 0,9$$

$$n_{об.расчетншп} = \frac{3000 \cdot 19,2}{1737 \cdot 60} = 0,55$$

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:

$$k_z = n_{расч}/n_{пр} \quad (4.6)$$

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

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

Подставив в (4.6) необходимые значения, получим:

$$k_{зб} = \frac{0,9}{1} = 0,9$$

$$k_{зпр} = \frac{0,55}{1} = 0,55$$

5.4 Определение капитальных затрат по базовому и проектному вариантам технологии

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

$$K_{общ} = K_{пр} + K_{соп} \quad (5)$$

где: $K_{пр}$ – капитальные вложения прямые, руб.;

$K_{соп}$ – капитальные вложения сопутствующие, руб.

Определяем прямые капитальные вложения для базового и для проектного вариантов по формуле:

$$K_{пр} = \Sigma Ц_{об} * k_з \quad (3)$$

где $\Sigma Ц_{об}$ – суммарная цена оборудования, руб.;

$k_з$ – определенное значение коэффициента загрузки оборудования.

$$K_{прб} = 9800 \cdot 0,9 = 8820 \text{ руб.}$$

$$K_{прпр} = 54120 \cdot 0,55 = 29766 \text{ руб.}$$

Величина сопутствующих капитальных вложений определяется для проектного варианта по зависимости:

$$K_{соп} = K_{монт} + K_{дем} + K_{площ} \quad (7)$$

где $K_{монт}$ – значение затрат требуемых для монтажа нового оборудования;

$K_{дем}$ – значение затрат требуемых для демонтажа старого оборудования;

$K_{площ}$ – значение затрат требуемых для дополнительных производственных площадей под установку нового оборудования.

$$K_{монт} = \Sigma Ц_{об} \cdot k_{монт} \quad (8)$$

где: $k_{\text{монт}}$ – принятое значение коэффициента расходов на монтаж оборудования, = 0,2.

$$K_{\text{монт}} = 54120 \cdot 0,2 = 10824 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{дем}} = \Sigma \Pi_{\text{об}} \cdot k_{\text{дем}} \quad (9)$$

где: $k_{\text{дем}}$ – коэффициент, учитывающий расходы на демонтаж = 0,2.

$$K_{\text{дем}} = 54120 \cdot 0,2 = 10824 \text{ руб.}$$

Поскольку при ремонтных работах постоянной площади, где выполняются операции нет, затраты дополнительно требуемую для нового оборудования площадь рассчитывать не будем.

$$K_{\text{соп}} = 10824 + 10824 = 21648 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{общб}} = 8820 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{общпр}} = 29766 + 21648 = 51414 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины удельных капитальных вложений выполняем с использованием зависимости:

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

Подставив в (5.11) необходимые значения, получим:

$$K_{\text{удб}} = \frac{8820}{3000} = 2,94 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{удпр}} = \frac{51414}{3000} = 17,13 \text{ руб}$$

5.5 Расчет себестоимости сравниваемых вариантов

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

$$ЗМ = ЗМ_{\text{осн}} + ЗМ_{\text{всп}} \quad (11)$$

Затраты на основные материалы определяем с использованием формулы:

$$ЗМ_{осн} = Н_{м} * Ц_{м} * k_{т.з} - Н_{отх} * Ц_{отх} \quad (12)$$

$Н_{отх}$ и $Ц_{отх}$ рассчитывают при наличии отходов. У нас они отсутствуют.

$Н_{м}$ – принятое значение расхода основных материалов, м;

$Ц_{м}$ – стоимость единицы (одного кг) основного материала, руб.;

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

$$ЗМ_{оснб} = 50 \cdot 6 \cdot 1,05 = 315 \text{ руб.}$$

$$ЗМ_{оснпр} = 56 \cdot 6 \cdot 1,05 = 352 \text{ руб.}$$

Затраты на присадочную проволоку для базового варианта определим по формуле:

$$ЗМ_{эл.} = Н_{эл.} \cdot Ц_{эл.} \quad (13)$$

где: $Н_{эл.}$ – норма расхода проволоки, кг;

$Ц_{эл.}$ – цена проволоки, руб. за 1кг.

$$ЗМ_{эл.} = 5 \cdot 78 = 390 \text{ руб}$$

$$ЗМ_{б} = 315 + 390 = 3540 \text{ руб.}$$

$$ЗМ_{пр} = 352 \text{ руб.}$$

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

$$ФЗП = ЗПЛ_{осн} + ЗПЛ_{доп} \quad (5.22)$$

Для расчётного определения основной зарплаты используем зависимость:

$$ЗПЛ_{осн} = t_{шт} \cdot C_{ч} \cdot k_{зпл} \quad (5.23)$$

где $C_{ч}$ – принятое значение тарифной ставки, руб/час;

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

$k_{зпл}$ – значение коэффициента, который учитывает расходы на доплату к основной заработной плате.

$$k_{зпл} = k_{пр} * k_{вн} * k_{у} * k_{нф} * k_{н} \quad (5.24)$$

где $k_{пр} = 1,25$ – коэффициент, учитывающий затраты на премирование;

$k_{ВН} = 1,1$ – коэффициент, учитывающий выполнение норм;

$k_{у} = 1,1$ – коэффициент, учитывающий доплату за условия труда;

$k_{пф} = 1,057$ – коэффициент, учитывающий доплату за профессиональное мастерство;

$k_{Н} = 1,133$ – коэффициент, учитывающий доплату за работу в вечерние часы и ночные смены.

$$k_{зпл} = 1,25 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,057 \cdot 1,133 = 1,81$$

$$ЗПЛ_{оснб} = 0,52 \cdot 72,16 \cdot 1,82 = 68,29 \text{ руб.}$$

$$ЗПЛ_{оснпр} = 0,32 \cdot 58,24 \cdot 1,82 = 33,91 \text{ руб.}$$

Для расчётного определения дополнительной заработной платы используем формулу:

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{k_{д}}{100} \cdot ЗПЛ_{осн} \quad (5.25)$$

где $k_{д}$ – размер коэффициента, учитывающего величину отчислений на дополнительную заработную плату, 10%.

$$ЗПЛ_{доп}^Б = 68,29 \cdot 10/100 = 6,82 \text{ руб.}$$

$$ЗПЛ_{доп}^{пр} = 33,91 \cdot 10/100 = 3,39 \text{ руб.}$$

$$\PhiЗП_{Б} = 68,29 + 6,82 = 76,56 \text{ руб.}$$

$$\PhiЗП_{пр} = 33,91 + 3,39 = 37,98 \text{ руб.}$$

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

$$O_{сн} = \PhiЗП \cdot N_{соц} / 100 \quad (5.26)$$

где $N_{соц}$ – значение коэффициента, который учитывает затраты отчисления на социальные нужды, 30 %.

Подставив в (5.26) необходимые значения, получим:

$$O_{сн}^Б = 76,56 \cdot 30 / 100 = 22,96 \text{ руб.}$$

$$O_{\text{CH}}^{\text{пр}} = 37,98 \cdot 30 / 100 = 11,39 \text{ руб.}$$

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

$$Z_{\text{об}} = A_{\text{об}} + P_{\text{т.р}} + Z_{\text{в.тех}} + Z_{\text{сж.возд}} \quad (17)$$

где $A_{\text{об}}$ – принятая величина амортизации оборудования, руб.;

$P_{\text{т.р}}$ – принятая величина расходов на текущий ремонт, руб.;

$Z_{\text{в.тех}}$ – принятая величина расходов на воду техническую;

$Z_{\text{сж.возд}}$ – принятая величина расходов на сжатый воздух.

Величину амортизации оборудования вычисляем с использованием формулы:

$$A_{\text{об.}} = \frac{Ц_{\text{об}} * Na_{\text{об}} * t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} * 60 * 100} \quad (18)$$

где: $Ц_{\text{об}}$ – принятое значение стоимости оборудования, руб.;

$Na_{\text{об}}$ – принятое значение нормы амортизации оборудования, %

$$A_{\text{обб}} = \frac{9800 \cdot 18 \cdot 0,52}{1737 \cdot 100} = 0,52 \text{руб}$$

$$A_{\text{обпр}} = \frac{54120 \cdot 18 \cdot 0,32}{1737 \cdot 100} = 1,79 \text{руб}$$

Расчётное определение затрат на текущий ремонт оборудования:

$$P_{\text{т.р}} = \frac{Ц_{\text{об}} * H_{\text{т.р}} * k_3}{\Phi_{\text{эф}} * 100} \quad (5.20)$$

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

$$P_{\text{т.рб}} = \frac{9800 * 35 * 0,9}{1737 * 100} = 1,77 \text{руб.}$$

$$P_{\text{т.рпр}} = \frac{54120 * 35 * 0,55}{1737 * 100} = 5,99 \text{руб.}$$

$$Z_{\text{обб}} = 0,52 + 1,77 = 2,29 \text{руб.}$$

$$Z_{\text{обпр}} = 1,79 + 5,99 = 7,78 \text{ руб.}$$

Расчётное определение расходов на электроэнергию производим с использованием зависимости

$$Z_{\text{э-э}} = \frac{M_{\text{уст}} \cdot t_{\text{шт}} \cdot C_{\text{э-э}}}{\text{КПД}} \quad (20)$$

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

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

КПД – значение коэффициента полезного действия технологического оборудования.

$$Z_{\text{э-эпр}} = \frac{4 \cdot 0,32 \cdot 2,5}{0,8} = 4 \text{руб}$$

Расчётное определение величины технологической себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{ТЕХ}} = Z_{\text{М}} + \Phi Z_{\text{П}} + O_{\text{сн}} + Z_{\text{Об}} + Z_{\text{э-э}} \quad (22)$$

$$C_{\text{ТЕХ}}^{\text{Б}} = 354 + 76,56 + 27,56 + 2,29 + 5,57 = 465,98 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ТЕХ}}^{\text{ПР}} = 352,8 + 37,98 + 11,39 + 7,78 + 4,0 = 416,23 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины цеховой себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = C_{\text{ТЕХ}} + P_{\text{ЦЕХ}} = C_{\text{ТЕХ}} + k_{\text{ЦЕХ}} \cdot Z_{\text{ОСН}} \quad (5.28)$$

где $k_{\text{цех}}$ – коэффициент, который учитывает цеховые расходы, 2,5;

Подставив в (5.29) необходимые значения, получим:

$$C_{\text{ЦЕХ}}^{\text{Б}} = 465,98 + 68,29 \cdot 2,5 = 465,98 + 170,72 = 636,71 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ЦЕХ}}^{\text{ПР}} = 416,23 + 33,91 \cdot 2,5 = 416,23 + 84,77 = 501,00 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины заводской себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + P_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + k_{\text{ЗАВ}} \cdot Z_{\text{ОСН}} \quad (5.29)$$

где $k_{\text{ЗАВ}}$ – коэффициент учитывающий общезаводские расходы, 1,8

$$C_{\text{ЗАВ}}^{\text{Б}} = 636,71 + 68,29 \cdot 1,8 = 636,71 + 122,92 = 759,63 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ЗАВ}}^{\text{ПР}} = 501,00 + 33,91 \cdot 1,8 = 501,00 + 61,04 = 562,05 \text{ руб.}$$

5.6 Калькуляция себестоимости

Таблица 5.4.

№ п/п	ПОКАЗАТЕЛИ	Услов. обозн.	Калькуляция, руб	
			Базовый	Проектн
1	Затраты на материалы	М	354	352,8
2	Фонд заработной платы	ФЗП	76,56	37,98
3	Отчисления на соц. нужды	О _{сн}	27,56	13,67
4	Затраты на оборудование	Зоб	2,29	7,78
5	Расходы на электроэнергию	Зэ – э	-	4,0
	Себестоимость технологич.	Стех	465,98	416,23
6	Цеховые расходы	Рцех	170,72	84,77
	Себестоимость цеховая	С _{ЦЕХ}	636,71	501,00
7	Заводские расходы	Рзав	122,92	61,04
	Себестоимость заводская	С _{ЗАВ}	759,63	562,05

5.7 Показатели экономической эффективности проектной технологии.

Величину показателя снижения трудоемкости определим с использованием формулы:

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{t_{\text{штБ}} - t_{\text{штПР}}}{t_{\text{штБ}}} \cdot 100\% \quad (5.30)$$

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{0,0524 - 0,0327}{0,0524} \cdot 100\% = 37,5\%$$

Величину показателя увеличения производительности труда определим по формуле:

$$П_{\text{Т}} = \frac{100 \cdot \Delta t_{\text{шт}}}{100 - \Delta t_{\text{шт}}} \quad (5.31)$$

$$П_T = \frac{100 \cdot 37,5}{100 - 37,5} = 60\%$$

Величину показателя снижения заводской себестоимости определим по формуле:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{C_{\text{ТЕХБ}} - C_{\text{ТЕХПР}}}{C_{\text{ТЕХБ}}} \cdot 100\% \quad (5.32)$$

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{759 - 562}{759} \cdot 100\% = 26\%$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{У.Г.}} = (C_{\text{ЗАВБ}} - C_{\text{ЗАВПР}}) \cdot N_{\text{ПР}} \quad (27)$$

$$\mathcal{E}_{\text{У.Г.1}} = (759,63 - 562,05) \cdot 3000 = 591000 \text{ руб.}$$

Для определения размера годового экономического эффекта воспользуемся формулой

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = [(C_{\text{ЗАВ}}^{\text{Б}} + E_{\text{Н}} \cdot K_{\text{УД}}^{\text{Б}}) - (C_{\text{ЗАВ}}^{\text{ПР}} + E_{\text{Н}} \cdot K_{\text{УД}}^{\text{ПР}})] \cdot N_{\text{ПР}} \quad (5.33)$$

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = [(759,63 + 0,33 \cdot 2,94) - (562,05 + 0,33 \cdot 17,13)] \cdot 3000 = 506187 \text{ руб.}$$

Величину срока окупаемости дополнительных капитальных вложений определим по формуле:

$$T_{\text{ОК}} = \frac{K_{\text{ОБЩПР}}}{\mathcal{E}_{\text{УГ}}} \quad (5.34)$$

$$T_{\text{ОК}} = \frac{51414}{591000} \approx 0,5 \text{ года}$$

Сравнительная экономическая эффективность

$$E_{\text{СР}} = \frac{1}{T_{\text{ОК}}} = \frac{1}{0,5} = 2 \quad (5.35)$$

5.8 Выводы по 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 37 %, увеличение производительности труда на 60 %, что уменьшило технологическую себестоимость на 26 %. Расчётная величина условно-годовой экономии составила 591 тыс. рублей. Величина годового экономического эффекта, полученная с учетом затрат на капитальные вложения в оборудование, составит 506 тыс. рублей. Капитальные вложения в оборудование размером будут окуплены за 0,5 года.

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель выпускной квалификационной работы – увеличение производительности процесса сварки стыков трубопроводов.

Исходная технология сварки осуществляется с использованием ручной ацетилено-кислородной сварки. Недостатками такого подхода являются: малая производительность сварки, низкое качество выполняемых работ по причине получения множественных дефектов, тяжёлые условия труда сварщика. В выпускной квалификационной работе предложены технологические мероприятия по повышению производительности и качества сварки. На основании анализа существующих отечественных разработок предложена замена стальных труб трубопроводов ЖКС на полимерные - полипропиленовые. С учетом того, что при сварке полипропилена контролируемые параметры процесса сварки сведены к минимуму – технология сварки легко автоматизируется.

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 37 %, увеличению производительности труда на 60 %, снижению технологической себестоимости на 26 %.. Величина годового экономического эффекта, полученная с учетом затрат на капитальные вложения в оборудование, составит 506 тыс. рублей.

Вышеизложенное свидетельствует о факте достижения поставленной цели

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Колганов Л. А. Сварочное производство. Учебное пособие [Текст] / Л.А. Колганов. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. - 512 с.
2. Справочник конструктора и технолога / сост. В. М. Михин, Б. Е. Кобызев, В. В. Михайленко. - Королев : ЦНИИМАШ, 2000. - 582 с.
3. Щекин В. А. Технологические основы сварки плавлением : учеб. пособие для вузов. - Изд. 2-е, перераб [Текст] / В. А. Щекин - Ростов н/Д. : Феникс, 2009. - 345 с.
4. Цепенев Р. А. Автоматическое управление процессом сварки : учеб. пособие [Текст] / Р. А. Цепенев ; ТолПИ ; Каф. "Оборуд. и технология сварочного пр-ва". - Тольятти : ТолПИ, 2001. - 76 с.
5. Селиванов В. А. Сварка трубопроводов и резервуаров из алюминия и его сплавов [Текст] / В. А. Селиванов. – М.: Стройиздат, 1976. - 233 с.
6. Сахно К. В. Технология сварки металлов: учебник для вузов [Текст] / К. В. Сахно. - Киев : Вища школа, 1977. - 180 с.
7. Прыкин Б. В. Технология металлов и сварки : учеб. для вузов по спец. "Пр-во строит. изделий и конструкций" / Б. В. Прыкин. - Киев : Вища шк., 1978. - 240 с. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: Учебник / Р.А. Фахрутдинов. – М.: ИНФРА – М, 2001.– 672 с.
8. Акшенцева А. П. Структура и свойства никельмолибденовых коррозионностойких сплавов : (с атласом микроструктур) : справочник / А. П. Акшенцева. - Москва : СП Интермет Инжиниринг, 1999. - 204 с.
9. Марфин К. С. Источники питания сварочной дуги : учеб. Пособие [Текст] / К. С. Марфин. - ВУЗ/изд. - Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2000. - 172 с.
10. Косинцев В.И. Основы проектирования химических производств и оборудования / В.И. Косинцев [и др.] – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 395 с.
11. Действия населения в чрезвычайных ситуациях. Пособие. Под общей редакцией В.А. Владимирова. – М.: МЧС России, 1995.

12. Колганов Л. А. Сварочное производство : учеб. пособие / Л. А. Колганов. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2002. - 504 с.
13. Уткин И.Ю. Роль микролегирующих элементов в формировании механических свойствоколошовной зоны при сварке прямошовных труб большого диаметра групп прочности Х70-Х80. Автореферат диссертации кандидата технических наук. Москва: 2011. – 27 с.
14. Гостюшин А. В. Энциклопедия экстремальных ситуаций [Текст] / А. В. Гостюшин. — М.: Изд. «Зеркало», 1995.-288 с.
15. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка: Учеб. для сред. ПТУ [Текст] / В.М. Рыбаков. - 2-е изд. перераб.- М.: Высш. школа, 1986.- 208 с.
16. Рыбаков А.М. Сварка и резка металлов. Учебник для средних профессионально-технических училищ [Текст] / А.М. Рыбаков. - М.: Высшая школа, 1977.
17. Чебац В.А. Сварочные работы: Учеб. пособие [Текст] / В.А. Чебац - 3-е изд. перераб.- Ростов-на-Дону: изд. центр «Феникс», 2006. - 412 с.
18. Михлюк С. П. Технология и оборудование для сварки плавлением : учеб. пособие для вузов. [Текст] / С. П. Михлюк - Ростов н/Д. : Феникс, 2002. - 215 с.
19. Волченко В.Н. Сварка и сварочные материалы, том . 1 [Текст] / В.Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1991 – 527 с.
20. Клюев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика [Текст] /В.В. Клюев. - М.: Машиностроение, 1995. - 390 с.
21. Александров А.Р. Источники питания для дуговой сварки [Текст] / А.Р. Александров, В.С. Милютин. - М.: Машиностроение, 1982-427 с.