

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)

05.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Исследование влияния остаточных сварочных деформаций башен
вытяжных труб на процесс монтажа»

Студент

Д.И. Баранов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.А. Еремичев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

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

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

(личная подпись)

« » 20 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Цель настоящей работы – повышение качества и производительности труда при сварке труб вытяжных.

Для достижения цели в работе решены следующие задачи: разработана методика исследований; на основании проведенных исследований выбран способ уменьшения остаточных напряжений; разработана технология сварки; подобрано необходимое оборудование; обеспечена безопасность рабочих сварочного участка; выполнена экономическая оценка разработок.

В составе пояснительной записки __58__ стр., __8__ рисунков, __6__ таблиц.

В данной работе проведен анализ технологии сварки башен труб вытяжных. По результатам анализа сделан вывод, о необходимости разработки мероприятий по снижению остаточных деформаций. Проведены исследования, по результатам которых выбран наиболее подходящий способ снижения. Также разработаны мероприятия по безопасному производству работ и определена экономическая эффективность бакалаврской работы.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Анализ исходных данных и известных решений.....	5
1.1 Описание изделия и условий его эксплуатации	5
1.2 Свойства конструкционного материала трубы	7
1.3 Базовый технологический процесс изготовления изделия	11
1.4 Задачи бакалаврской работы.....	15
2 Методика исследований	17
2.1 Сварка образцов для исследований.....	17
2.3 Исследования на ударный изгиб.	20
3 Проектная технология	23
3.1 Выбор варианта сварки.....	23
3.2 Технология комбинированной сварки	26
3.3 Оборудование для механизированной сварки	27
4 Безопасность и экологичность проекта.	29
4.1 Характеристика участка сварки.....	29
5 Экономическая эффективность проекта.....	37
5.1 Исходные данные для расчетов.....	38
5.2 Вычисление времени на операции сварки.....	39
5.3 Капитальные вложения в оборудование.....	41
5.4 Расчет себестоимости сравниваемых вариантов.	44
5.5 Расчет показателей экономической эффективности работы	49
5.6 Выводы по экономической части выпускной работы.....	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	52
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	53

ВВЕДЕНИЕ

Вытяжные трубы служат для отвода дымовых газов в верхние слои атмосферы и последующего их рассеивания концентраций, допускаемых действующими санитарными нормами. Металлические вытяжные трубы отличаются своей многофункциональностью, возможностью применения широкой гаммы защитных материалов. У металлических факельных труб, при равных эксплуатационных параметрах, наименьшая масса и наименьшая трудоемкость монтажа. Кроме того, через корпус металлических вытяжных труб не проникают компоненты уходящих газов, даже при высоких избыточных давлениях и скоростях. Благодаря этому металлические трубы получили широкое распространение. В настоящее время металлические промышленные вытяжные трубы сооружаются высотой 100 м и более.

Согласно базовому технологическому процессу сварки трубы вытяжной, предусмотрена сборка на универсальных сборочных приспособлениях, и ручная дуговая сварка применением штучных электродов. Это отработанный технологический процесс, не требующий сложного оборудования. Однако данный технологический процесс характеризуется низкой производительностью труда, высоким расходом присадочного материала. Качество изготовления трубы по базовому технологическому процессу зависит от квалификации и субъективных качеств исполнителей.

Недостатком базового технологического процесса является низкий уровень собираемости в условиях монтажа из-за высокого уровня деформации труб.

Цель настоящей работы – повышение качества и производительности труда при сварке труб вытяжных.

1 Анализ исходных данных и известных решений

1.1 Описание изделия и условий его эксплуатации

Вытяжные трубы относятся к сложным специальным инженерным сооружениям башенного типа. Вытяжные трубы, применяемые как составные части различных промышленных предприятий сооружения высокой сложности. Их проектирование, строительство и эксплуатация которых требует комплексного решения большого количества технических задач, рисунок 1.1.

Вытяжные трубы эксплуатируются в условиях воздействия высоких давлений, под действием перепадов температур, давлений, влажности, агрессивное химическое воздействие дымовых газов, ветровых нагрузок и собственного веса.

К эксплуатационным параметрам относятся температура, рабочее давление и состав рабочей среды. Указанные параметры определяют основные характеристики трубы — диаметр, толщину стенки, материал. Требования к сварке и объем испытаний и контроля зависят от группы, к которой относится труба.

Условный проход и высота вытяжной трубы зависит от выполненных аэродинамических расчетов газового тракта.

К недостаткам металлических вытяжных труб следует отнести малый срок службы. В зависимости от условий эксплуатации металлическая труба может эксплуатироваться 20...30 лет. Наиболее уязвимы кожух трубы, опорные кольца под растяжки. Указанные детали подвержены коррозии и прогарам металла, усталостного разрушения сварных швов и прилегающего к ним металла.

Преимущества таких труб большая высота, до 200 м, малые значения массы, и, как следствие не требуются мощные фундаменты.



Рисунок 1.1 - Вытяжная труба металлическая, общий вид

Однако при эксплуатации такие трубы требуют тщательного ухода, ремонт их весьма трудоемок, да и срок их службы невелик.

Выбор стали для трубы факельной производится в зависимости от состава газа и от температуры газа.

1.2 Свойства конструкционного материала трубы

Выполнены из стали 12X18H10T, свойства которой определены ГОСТом 7350–77.

Марка 12X18H10T является коррозионностойкой и жаропрочной сталью. Данная сталь применяется при изготовлении сварной аппаратуры, теплообменников, электродов свечей зажигания, а также других изделий, работающих в агрессивных средах.

Марка 12X18H10T разрешена к эксплуатации при диапазоне температур $-196... + 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ без требований к давлению.

ГОСТы 7350–77, 5582–72, 4986–79 предъявляют требования к отсутствию склонности у данной марки стали к коррозии межкристаллитного типа.

Данная марка стали по назначению, физическим и механическим характеристика идентична маркам 08X18H10T и 10X18H9T.

Марка 12X18H10T по своему типу является аустенитной сталью, т.е. феррит содержится в малом количестве или совсем отсутствует. Данная марка обеспечивает содержание феррита в металле сварного шва в диапазоне от 2% до 10%.

Таблица 1.1 – Химсостав марки 08X18H10T в процентах

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Ti	Fe
<0.12	<0.8	<2	9-11	<0.02	<0.035	17-19	<0.3	0,5 – 0,7	оставшиеся %

Таблица 1.2 – Физико-механические свойства марки 12X18H10T

Состояние поставки и наличие термической обработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_6	δ_5	ψ
		МПа		%	
		не менее			
Трубы бесшовные горячедеформированные без термической обработки	3,5...32	205	511	41	54

Сварка сталей марки 08X18H10T обладает рядом особенностей, представленных ниже [2]:

1) Необходимость избегания нагрева околошовной зоны и металла сварного шва в процессе эксплуатации до температуры 450-650 °С. Такой нагрев приводит к появлению межкристаллитной коррозии и ножевой коррозии в зоне сплавления.

2) Образование термических трещин при кристаллизации металла связано с аустенитной структурой сварного шва. При этом размер термических трещин бывает разным: от незаметных глазу микронадрывов в структуре металла до крупных заметных трещин. Термические трещины могут возникать при эксплуатации металлоконструкций в условиях повышенных температур или при термообработке. При сварке образование термических трещин связано с формированием крупнозернистой макроструктуры металла в зоне сварного шва. При многослойной сварке вероятность образования термических трещин повышается, т.к. кристаллы текущего слоя являются продолжением кристаллов предыдущего слоя и на них оказывают влияния напряжения усадки.

3) Подверженность охрупчиванию. Это выражается в снижении пластичности металла в зоне сварки при длительной работе металлоконструкции в условиях высокой температуры (>350 °С). Причиной охрупчивания металла в температурном диапазоне от 350 до 550 °С является повышенное содержание феррита, а при более высоких температурах – из-за стигматизации. Также охрупчивание металла в зоне сварки с большим содержанием феррита происходит при выполнении различных технологических операций на производстве, например, при горячей штамповке. Для предотвращения эффекта охрупчивания металла в зоне сварки при длительном нагреве с температурой выше 350 °С нужно снизить содержание феррита в металле до 8-10 %.

4) Подверженность к короблению. Если сравнивать с углеродистыми сталями данная марка стали обладает сниженной теплопроводностью и высоким

коэффициентом теплового расширения в температурном диапазоне 0-800 °С . Это приводит к усилению эффекта коробления металлоконструкций при сварке.

Мероприятия по предотвращению межкристаллитной и ножевой коррозии

- 1) Сторону сварного шва направленного к коррозионной среде необходимо заваривать последней. При выполнении двухсторонней сварки следует выполнять третий облицовочный шов, направленной к коррозионной среде. Если при односторонней сварке отсутствует возможность выполнение сварного шва направленного к коррозионной в последнюю очередь, то следует принять дополнительные меры, направленные на уменьшение перегрева металла первого слоя шва последующими слоями. В том случае следует применить медные массивные прокладки, обдув воздухом, сточки зрения режимов – сварку следует выполнять на максимальной скорости, малым диаметром электродов, на малой силе тока, без поперечных колебаний;
- 2) Не допускать перегрева металла путем ограничения кратности ремонтных подварок – не более двух;
- 3) При необходимости следует выполнить полировку рабочей поверхности сварного соединения;
- 4) Для предотвращения перегрева необходимо и сохранения коррозионной стойкости стали в зоне нагрева сварку следует выполнять при минимально возможном токе, на высокой скорости в условиях отсутствия поперечных колебаний сварочного электрода.

Мероприятия по предотвращению появления термических трещин

- 1) Во время сварки следует выбирать наименьшую длину дуги и обеспечить отсутствие поперечных колебаний.
- 2) Кратеры швов необходимо заплавлять до получения выпуклости или проводить их вышлифовку. Запрещено выводить кратеры на основной металл трубопровода.

3) Если произошел обрыв дуги, то следует проверять место сварки на отсутствие кратерной трещины перед продолжением сварки. При обнаружении трещины следует воспользоваться механической обработкой для удаления кратера.

4) При разработке проекта сварных конструкций из аустенитных сталей рекомендуется производить замену тавровых и угловых соединений на стыковые.

Мероприятия по предотвращению охрупчивания металла

Для того чтобы снять эффект охрупчивания металла, возникающий при длительной эксплуатации сварной конструкции при температуре выше 350°C необходимо ограничить содержание феррита в металле сварного соединения.

Металл, попавший в результате сварки в зону термического влияния должна быть исследована при циклических испытаниях на разрывной машине, так такие исследования позволяют получить достоверно оценить несущей способности стали марки 12X18H10T.

Циклическое нагружение стали 12X18H10T приводит к снижению пластичности, а следовательно и к повышению у металла в зоне сварки склонности к хрупкому разрушению. Скорость снижения пластичности стали зависит от циклограммы нагружения и температуры.

Изучение фазового состава образцов металла из зоны термического влияния сварки после проведения циклических испытаний показало присутствие карбидов TiC и $Cr_{23}C_6$. Под действием температуры и упруго-пластических деформаций в стали происходит процесс растворения, выделения и коагуляции карбидных частиц.

Выделения данных частиц хоть и приводит к повышению прочности, но значительно снижает пластичность стали. При этом показатель прочности зависит от геометрических характеристик карбидных частиц [3, 4] (размер, форма).

Интенсивность образования карбидных частиц во многом зависит от величины напряжений, длительности нагружения и температуры нагрева металла.

1.3 Базовый технологический процесс изготовления изделия

Начальной операцией технологического процесса сварки башен вытяжных труб является входной контроль. К хранению предназначенных для изготовления башен заготовок из нержавеющей стали предъявляются следующие требования. Хранение должно осуществляться в закрытых помещениях. Допускается хранение под навесом, если исключена возможность загрязнения заготовок, их механического повреждения и контакта с цветными металлами.

Все заготовки должны быть промаркированы для обеспечения возможности определения марки стали, номера плавки и номера листа.

При осуществлении приема заготовок необходимо проверять:

- соответствие стали требованиям стандартов/технических условий, также данным, указанным сертификате;
- соответствие данных, указанных в сертификате маркировке проката;
- соответствие поверхности проката требованиям стандартов/технических условий.

При отсутствии сопроводительной документации на материалы, заводу производителю необходимо провести необходимые испытания для подтверждения требуемых характеристик, свойств и соответствия марок стали.

Сварочные материалы при отсутствии сопроводительной документации необходимо проверять на склонность к межкристаллитной коррозии в соответствии с ГОСТом 6032-75.

Сварочные материалы, используемые для сварки изделий работающих при температурных режимах ≥ 350 °С, при условии отсутствия сертификатов

соответствия должны проверяться на содержания феррита в металле сварного соединения.

Используемые при сварке электроды должны соответствовать ГОСТам 9466-75 и 10052-75.

Каждая партия электродов должна иметь сопроводительную документацию, в которой содержатся следующие данные:

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

Также необходимо проверить наличие на пачке с электродами следующих данных:

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

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

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

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

Следующим этапом выполняются заготовительные операции. К данным видам операции относятся правка заготовок, наметка листов, резка, формирование кромок, изготовление отверстий, а также гибка.

Резка заготовок из коррозионно-стойкой стали может выполняться механическим путем. Изготовление в заготовках технологических отверстий (например, для люков, штуцеров) выполняется воздушно-плазменным способом. Может быть использована установка ПУРМ-140. При этом значение тока - 120 ампер, а расход воздуха 300 л/мин.

При выполнении термической резки необходимо удалять металл с кромок заготовки на глубину 0,8 миллиметра от максимальной неровности в соответствии с ГОСТом 14792-60.

После выполнения кромок необходимо проверить:

- Геометрические параметры, качество подготовки кромок и их соответствие требованиям. Проверку размеров удобно осуществлять с помощью шаблонов;
- Толщину листов на соответствие допускам;
- Качество зачистки поверхностей листов.

После приемки труб непосредственно на участке сварки, перед тем как выполнять сборку заготовок необходимо выполнить зачистку кромок до характерного металлического блеска и обезжирить поверхность. Ширина зачистки ≥ 2 см с наружной стороны и ≥ 1 см с внутренней стороны листа.

Сборку деталей под сварку следует осуществлять с использованием сборочного приспособления. Производится сборки и сварка обечайки. Необходимо проверить величину нестыковки кромок, которая должна не превышать миллиметр на сторону. В зазор необходимо установить

зазорники.

К сварке можно приступать только после оценки отделом технического контроля правильности сборки поверхностей.

Сначала выполняются прихватки ручной дуговой сваркой. Для сварки используется источник тока ВД-306 М. При осуществлении сборки стыка надо учитывать необходимость свободной усадки металла шва. Запрещено производить сборку стыка с натягом.

Прихватки следует располагать равномерно по всему периметру стыка. Необходимо обеспечивать расстояние между прихватками равное 0,15 – 0,20 метра. При этом длина одной прихватки должна составлять порядка 1 см.

При выполнении прихваток используются электроды с основным покрытием марки ОЗЛ-8 с диаметром поперечного сечения, равным 3 миллиметрам. При этом используется постоянный ток обратной полярности – 50-100 ампер.

Выполненные прихватки обрабатывают шлифовальным кругом.

После выполнения прихваток и обработки кругом их необходимо подвергнуть визуальному контролю. При этом необходимо руководствоваться теми же требованиями, которые предъявляются к основному сварному шву.

Если в результате контроля прихваток обнаружены недопустимые дефекты, то их необходимо удалять путем применения механической обработки.

После выполнения прихваток производят сварку швов. Используют электроды с основным покрытием марки ОЗЛ-8 с диаметром поперечного сечения, равным 4 миллиметрам. При этом используется постоянный ток обратной полярности – 100-130 ампер.

Для сварки используется источник тока ВД-306 М.

Трубы соответствующие требованиям входного контроля монтируют на штатные места. При монтаже используют автокран Liebherr LTM 11200-9.1. Грузоподъемность крана 1200 тонн а подъем он может осуществлять на

высоту до 100 метров.

Общий вид крана, на рис. 1.2.



Рисунок 1.2 – Кран Liebherr LTM 11200

1.4 Задачи бакалаврской работы

Цель настоящей работы – повышение качества и производительности труда при сварке труб вытяжных.

Выполненный в первом разделе анализ базовой технологии, и анализ возможных путей устранения ее недостатков позволяет рекомендовать сварку высококонцентрированными источниками энергии и приспособление с фиксацией при сборке, лист 18.БР.СОМДиРП.096.14.000.

Таким образом, можно следующим образом сформулировать следующие задачи, после последовательного выполнения которых цель бакалаврской работы будет достигнута:

1. разработать методику исследований;
2. на основании проведенных исследований выбрать способ уменьшения остаточных напряжений;
3. разработать технологию сварки;
4. подобрать необходимое оборудование.
5. обеспечить безопасность производственных рабочих на операции сварки
6. выполнить экономическую оценку разработок.

2 Методика исследований

2.1 Сварка образцов для исследований

Для того, чтобы определить влияние на остаточные деформации разных технологических приемов следует не только провести сварку образцов и, соответственно, выяснить в каком случае остаточные деформации будут минимизированы, но и провести исследования механических характеристик сварных швов.

Исследования механических свойств проводят в соответствии с ГОСТ 6996. Указанный стандарт рассматривает различные способы определения механических характеристик сварных швов.

В ГОСТе изложены методики следующих основных видов исследований механических характеристик сварных соединений:

- а) исследования при растяжении (статическом);
- б) исследования на удар;
- в) исследования на старение;
- г) исследования твердости разных мест наплавленного металла и прилегающего участка образца и т.д.

Все методы приведенных в ГОСТе исследований применять для нашего изделия вряд ли целесообразно. Всякие исследования требуют денег. Поэтому следует из всего перечня ГОСТа выбрать те, которых будет достаточно для получения исчерпывающей информации. Выберем исследования разных участков сваренной детали растяжение (статическое) и на ударную вязкость. В общем то, этих исследований будет достаточно, чтобы ответить на вопрос об изменении прочности сварного соединения, появлении хрупких слоев в валиках наплавленного металла и околошовной зоне.

При выборе образцов следует помнить, что толщина стенки трубы всего то 2 мм. Возникает вопрос. Не воспользоваться ли плоскими образцами? Тем более, что ГОСТ предусматривает для деталей сложных

конфигураций вариант плоского образца. Образцы можно изготовить из плоских соединений, которые, конечно, по химическому составу должны быть близки к материалу исследуемого изделия. Все же приняли решение исследовать круглые образцы. Сварку для их получения вести пластин толщиной 6 мм. Эти пластины после выполнения сварных швов использовали для определения степени деформации.

При выполнении стыков предназначенных для проведения исследований все технологические параметры процесса сварки должны совпадать с технологическими параметрами свариваемых труб.

Контрольные образцы, свариваемые дуговой, сваркой пластин должны отвечать определенным геометрическим характеристикам.

Так при толщине выбранного нами металла, $\delta=4$ мм ширина пластины должна составлять 50 мм.

Длина пластин выбирается в соответствии с размерами и количеством на одно испытание образцов.

Согласно ГОСТу образцы из сваренных пластин вырезали на металлорежущем оборудовании.

2.2 Исследования на статическое растяжение

Информация, которую дают исследователю испытания на статическое растяжение следующая. Это предел текучести, при условии, что металл пластичный, для хрупкого металла исследователь может определить предел текучести условный $\sigma_{0,2}$. Следующий определяемый параметр – предел прочности или временное сопротивление. И две характеристики пластичности. Удлинение после разрушения δ , %; и сужение после разрушения, φ , %.

Исследования будем выполнять для разных способов сварки и для разных режимов

ГОСТ строго регламентирует форму образцов, вырезаемых из сваренного шва, для проведения исследований. Образцы показаны на рис. 2.1, или рис. 2.2. и таблицы 2.1.

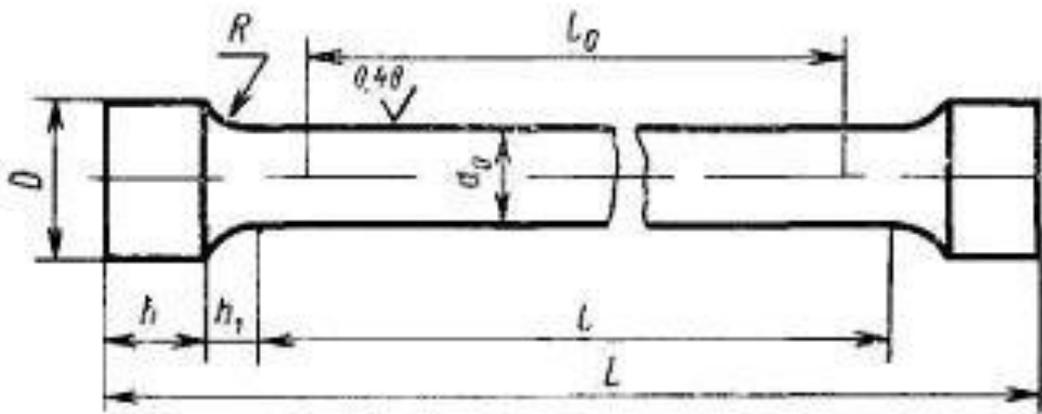


Рисунок 2.1 - Образцы типа I, II, III

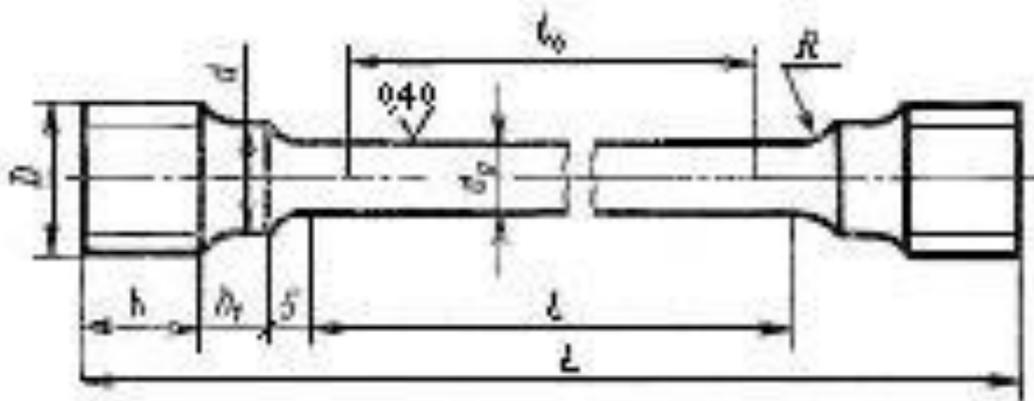


Рисунок 2.2 - Образцы типа IV, V

Размеры головки в месте лыски должны быть: для образцов типов I, II и III — не менее d_0+2 ; для образцов типов IV и V — не менее d .

Таблица 2.1 – Значения размеров образцов

Тип образца	d_0	d	K	D	h	h_1	R	l_0	l	$L \pm 1$
I	$3 \pm 0,1$	-	0,03	6	4	2	1	15	18	30
II	$6 \pm 0,1$	-	0,03	12	10	2,5	1,5	30	36	61
III	$10 \pm 0,2$	-	0,04	16	10	3	3	50	60	86
IV	$6 \pm 0,1$	10	0,03	M12	15	5	5	30	36	86
V	$10 \pm 0,2$	12	0,04	M16	15	5	5	50	60	110

Допускается увеличение размера диаметра образца и его высоты.

Рабочее сечение образцов всех типов должно полностью состоять из металла испытываемого участка. В головках может присутствовать

металл из других участков сварного соединения. На поверхности головки могут быть лыски и необработанная поверхность шва или свариваемого металла.

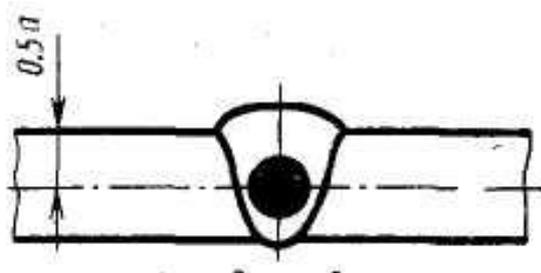


Рисунок 2.3 – Место вырезки образца согласно требований ГОСТ

2.3 Исследования на ударный изгиб.

При исследованиях на ударный изгиб определяют значения ударной вязкости. Ударную вязкость вычисляют по результатам исследований в Дж/см² (кгс-м/см²), если не оговорено иначе. Для испытания выбираем образцы, форма, которых указана на рис.2.4 (образцы с V-образным надрезом). Учитывая толщину свариваемого металла берем образцы типа IX.

Надрез располагаем по металлу шва, по зоне сплавления и в различных участках металла околошовной зоны на расстоянии t от границы сплавления. Место расположения надреза и расстояние t от границы сплавления до оси надреза оговаривают нормативно-технической документацией. В нашем случае принимаем 5 мм.

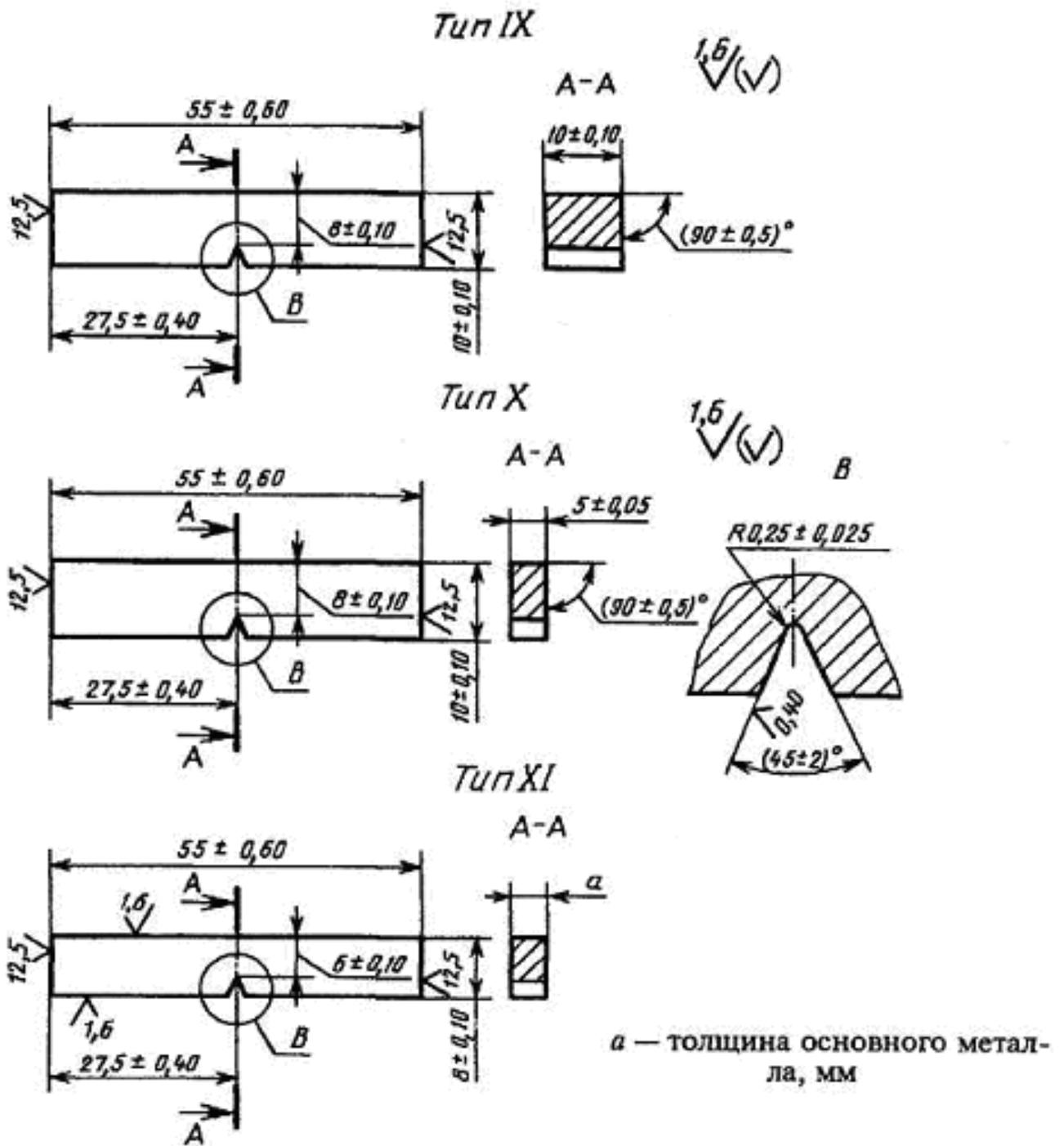


Рисунок 2.4 - Образцы для испытания на ударный изгиб

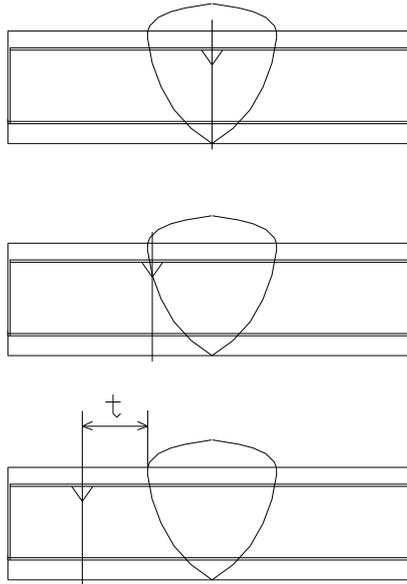


Рисунок 2.5 - Места вырезки образцов для испытаний на ударный изгиб

3 Проектная технология

3.1 Выбор варианта сварки

Определение наиболее подходящего для наших целей способа сварки необходимо производить с учётом свариваемости металла, необходимости использования высокотехнологичного оборудования, реализующего процесс сварки, квалификации сварочного и обслуживающего персонала, а также с учетом экономических показателей. Кроме того, выбор способа сварки проводим по результатам полученных сведений после исследования сваренных экспериментальных образцов.

Дуговая сварка штучными электродами

Данный способ сварки является наиболее часто встречаемым в отечественной и зарубежной промышленности. Схема данного типа сварки показана на рисунке 3.1.

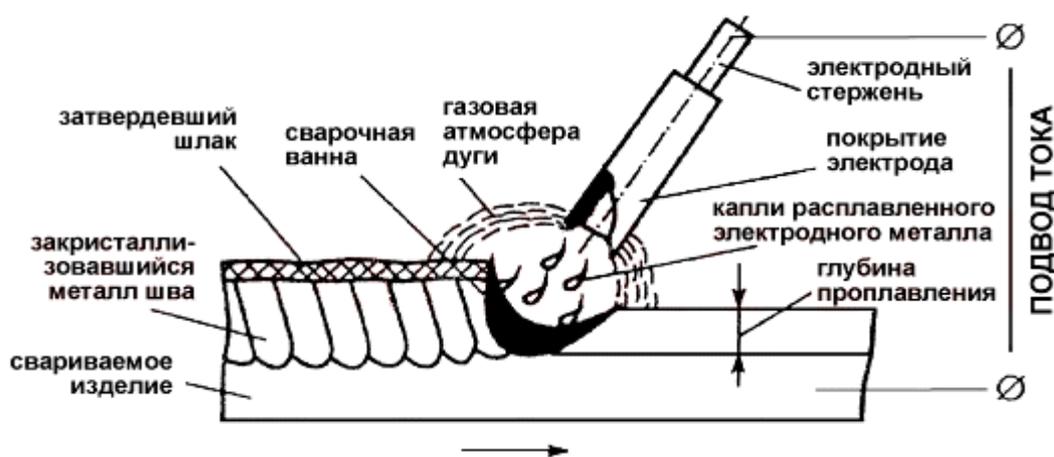


Рисунок 3.1 – Ручная дуговая сварка штучными электродами

Достоинствами такого способа сварки являются:

1. Простое устройство и относительная дешевизна сварочного оборудования;
2. Доступность выполнения швов в разных пространственных положениях;
3. Высокая мобильность сварочных установок.

К недостаткам такого вида сварки относятся:

1. Низкая скорость выполнения шва;
2. Высокая зависимость качества сварки от квалификации рабочего.

Перед выполнением сварного шва собранные стыки сначала прихватываются ручной дуговой сваркой с использованием диаметром 3 миллиметра и меньше. Допускается выполнение прихваток сваркой в среде CO₂ газа.

Достоинствами такого способа сварки являются:

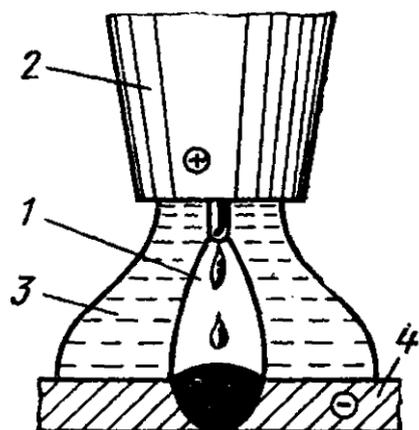
1. Хорошая стабильность качества получаемых соединений;
2. Благодаря автоматизации достигается высокие показатели производительности;
3. Обеспечение возможности сварки больших толщин за проход.

К недостаткам такого способа сварки относятся:

1. Сложность нанесения флюса и возможность его осыпание при сварке в определенных пространственных положениях;
2. Высокая сложность применяемого при сварке оборудования
3. Большие габариты сварочного оборудования снижают мобильность сварщика.

Сварка в среде аргона

Механизированная сварка в среде аргона может применяться при сварке трубопроводов из углеродистых и низколегированных сталей с толщиной стенок от 3 и более миллиметров. Схема данного вида сварки представлена на рисунке 3.2.



1 – дуга; 2 – сопло; 3- защитная газовая среда; 4- свариваемый металл

Рисунок 3.2 – Сварка в аргоне газе плавящимся электродом

Достоинствами такого способа сварки являются:

1. Благодаря минимизации обеспечивается высокая производительность сварки;

2. Стабильная сварка во всех пространственных положениях электрода.

К недостаткам такого вида сварки относятся:

1. Наличие эффекта разбрызгивания расплавленного металла;

2. Сниженная мобильность сварщика;

3. повышенная хрупкость наплавленного металла.

Сварка порошковой проволокой

Применение самозащитных порошковых проволок при сварке даёт существенные производственные преимущества, которые особенно сильно проявляются в монтажных условиях. Также следует отметить отсутствие необходимости в использовании газовой аппаратуры (не нужны баллоны, шланги, газовые редукторы), флюса и флюсоподающей аппаратуры.

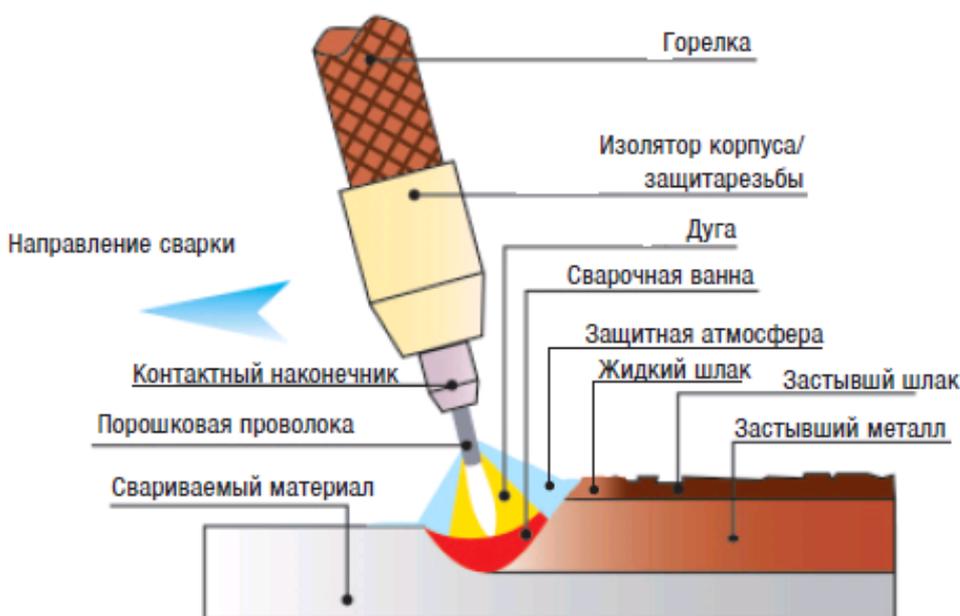


Рисунок 3.3 – Сварка порошковой проволокой

Достоинствами такого способа сварки являются:

1. Обеспечивается высокая производительность процесса сварки;
2. Высокая стабильность качества швов;
3. Сварщик не ограничен в мобильности.

К недостаткам такого вида сварки относятся:

1. Сниженная глубина проплавления металла;
2. Повышение склонности к образованию пористой структуры при отклонении вылета и напряжения от рекомендованных значений.

Исследования образцов, сваренных перечисленными способами и по методике, изложенной в разделе 2 работы, показали, что при примерно одинаковых механических характеристиках сварного шва у них деформации минимальны, если сварка выполняется в аргоне плавящимся электродом.

3.2 Технология комбинированной сварки

При комбинированной сварке стыков ручной дуговой штучными электродами и второй проход механизированной в аргоне начальные операции технологического процесса, перечисленные в разделе состоянии

вопроса, входной контроль, очистка труб, ремонт кромок, стыковка изменению не подвергаются.

На приспособление устанавливается труба, затем устанавливается следующая труба. После чего две трубы стыкуются, производится их стяжка, фиксация, после чего производится их прихватка в 3-х 4-х местах. При сборке труб следим, чтобы расстояние между швами продольными было не менее 100 мм. Следующая операция – сварка корневого шва. После сварки корневого шва выполняем второй проход.

Собранная и сваренная секция поступает на дальнейшие операции.

3.3 Оборудование для механизированной сварки

Анализ применяемого оборудования позволяет остановить выбор на инверторе сварочном Сварог MIG 350, рисунок 3.4.



Рисунок 3.4 – Аппарат сварочный

Данный сварочный аппарат применяется для механизированной сварки в среде защитных инертных и активных газов (MIG/MAG). Для увеличения

радиуса действия, не двигая источник питания, инвертор представлен в декомпактном исполнении. Напряжение питающей сети 380 В.

4 Безопасность и экологичность проекта.

4.1 Характеристика участка сварки.

В проектной технологии предлагается заменить способ ручной дуговой сварки штучными электродами на механизированную сварку с защитных газах 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. Становится возможным повышать качество сварных соединений, управлять геометрическими параметрами сварного шва, снижать энерго- и ресурсозатраты на процесс сварки и, предположительно, снижать выделение вредных веществ в воздух рабочей зоны. Последнее остается весьма актуальной задачей при решении проблемы защиты рабочих и окружающей среды от неизбежных вредных выделений сварочных аэрозолей, особенно при применении легированных электродных проволок.

Проектная технология сварки предусматривает выполнение следующих операций:

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

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Должность работника, выполняющего данную технологическую операцию	Оборудование, устройства и приспособления, применяемые при выполнении технологической операции	Вещества и материалы, применяемые при выполнении технологической операции
1	2	3	4
1. Подготовка кромок труб	Слесарь-сборщик, электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	1) вращатель 2) плазменно-воздушный резак 3) Щётка металлическая 4) машинка угловая шлифовальная	1) рукавицы 2) круг абразивный 3) ацетилен 4) кислород
2. Сборка, прихватка, контроль	Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	1) центратор наружный 2) сварочный полуавтомат Сварог MIG 350 3) стропы 4) шаблон УШС-3 5) линейка металлическая 6) машинка угловая шлифовальная	7) проволока Св-08Г2С Ø 1,2 мм 8) газ углекислый
3. Сварка	Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	1) сварочный полуавтомат Сварог MIG 350 2) стропы 3) шаблон УШС-3 4) машинка угловая шлифовальная	1) проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм 2) газ углекислый
4. Контроль качества сварки	Дефектоскопист	1) лупа х4 2) шаблон сварщика УШС-3 3) стенд гидроиспытательный	-

4.2 Персональные риски, сопровождающие внедрение проектной технологии в производство

Таблица 4.2 –Профессиональные риски, сопровождающие осуществление проектной технологии

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Источник появления опасного или вредного производственного фактора
1	2	3
1. Подготовка кромок труб	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека 	<ul style="list-style-type: none"> 1) вращатель 2) плазменно-воздушный резак 3) Щётка металлическая 4) машинка угловая шлифовальная
2. Сборка, прихватка, контроль	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека; - 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 инфракрасной радиации в рабочей зоне 	<ul style="list-style-type: none"> 1) центратор наружный 2) сварочный полуавтомат Сварог MIG 350 3) стропы 4) шаблон УШС-3 5) линейка металлическая 6) машинка угловая шлифовальная

1	2	3
3. Сварка	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека; - 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 инфракрасной радиации в рабочей зоне 	<ul style="list-style-type: none"> 1) сварочный полуавтомат (Сварог MIG 3502) стропы 3) шаблон УШС-3 4) машинка угловая шлифовальная
4. Контроль качества сварки	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека 	<ul style="list-style-type: none"> 1) лупа х4 2) шаблон сварщика УШС-3 3) стенд гидроиспытательный

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

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

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

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

4.4 Предлагаемые мероприятия по обеспечению пожарной безопасности разрабатываемого технологического объекта

Таблица 4.4 - Технические средства, обеспечивающие пожарную безопасность технологического объекта

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

Таблица 4.5 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

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

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

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

4.5 Оценка экологической безопасности разрабатываемого технологического объекта

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

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

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

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

4.6 Заключение по 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 – повышение качества и производительности труда при сварке труб вытяжных.

Базовая технология сварки труб вытяжных предусматривает ручную дуговую сварку штучными электродами ОЗЛ-6. В проектном варианте применена механизированная сварка, которая предусматривает механизированную сварку проволокой сплошного сечения Св06Х19Н9Т.

В работе предложены технологические мероприятия по повышению производительности и качества выполнения сварки при изготовлении труб вытяжных. При выполнении технологии предусматривается сварка механизированная в аргоне.. 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 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 5.1 – Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Базовый вариант	Проектный вариант
Сварщик вручную перемещает в пространстве сварочную горелку. Качество соединения зависит от субъективных характеристик рабочего. И разряд у него высокий.	Поскольку процесс происходит механизированно, разряд рабочего может быть меньше а качество и производительность выше.
Низкая скорость перемещения сварочной горелки обусловлена малыми значениями силы сварочного тока.	Сила тока выше и скорость перемещения горелки может быть увеличена. Значит и производительность может быть выше

5.1 Исходные данные для расчетов

Исходные данные отражены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Исходные данные

№ п/п	Показатели	Усл. обозн.	Ед. изм.	Варианты	
				Баз.	Проект.
1	2	3	4	5	6
1	Программа годовая	Нпр	шт	200	200
2	Цена присадки.	Цэл	Руб/кг	78	64
3	Часовая тарифная ставка	Сч	Руб/час	74,89	53,16
4	Значение коэффициента, устанавливающего размер доплат к основной заработной плате	Кд	-	1,88	1,88
5	Значение коэффициента, устанавливающего размер отчислений на дополнительную заработную плату	Кдоп	%	10	10
6	Значение коэффициента, учитывающего размер отчислений на социальные нужды.	Осн	%	30	30
7	Коэф. транспортно-заготовительных расходов	ктз	-	1,05	1,05
8	Рыночная стоимость применяемого технологического оборудования	Цоб	Руб	85000	270000
9	Установленная норма амортизационных отчислений на используемое в технологическом процессе оборудование	На	%	18	18
10	Рыночная цена флюса	Цфл	Руб/кг	-	28
11	Значение коэффициента полезного действия технологического оборудования	КПД	-	0,78	0,8
12	Стоимость расходуемой на проведение технологии электрической энергии	Цээ	Руб/кВт	2,2	2,2
13	Принятая величина коэффициента затарт по демонтажу оборудования базового варианта	-	%	2	2
14	Удельный расход защитного газа	Узг	М ³ /час	50	-
15	Стоимость защитного газа	Цзг	Руб/м ³	50	-
16	Стоимость аренды площади	Сэкспл	Руб/м ²	1800	1800
17	Площадь, которая занята технологическим оборудованием	S	М ²	8	11
18	Значение коэффициента, который учитывает цеховые расходы	Кцех		2,50	2,50
19	Стоимость приобретения производственных площадей	Цпл	Руб/м ²	3000	3000

1	2	3	4	5	6
20	Значение коэффициента, который учитывает заводские расходы	Кзав		1,8	1,8
21	Принятое значение нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений	Ен	-	0,33	0,33
22	Норма амортизационных отчислений на площадь	Напл	%	2	2

5.2 Вычисление времени на операции сварки

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

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

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

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

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

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

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

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

Машинное время рассчитаем по зависимости:

$$t_0 = \frac{60 * M_{напл.мет} * L_{ш}}{I_{св.} * \alpha_{напл}}, \quad (5.2)$$

где: $M_{напл.мет}$ – масса наплавленного металла, кг/м;

$L_{ш}$ – протяженность сварных швов в корпусе, м;

$I_{св}$ – значения параметров тока сварки, А;

$\alpha_{напл}$ – коэффициент наплавки, примерно 9 Г/А*час.

Для определения веса наплавленного металла воспользуемся зависимостью:

$$M_{\text{напл.мет}} = \rho \cdot F_{\text{н}} \cdot 10^{-3} \quad (5.3)$$

где ρ – плотность стали, г/см³ (для стали $\rho = 7,8$ г/см³);

$F_{\text{н}}$ – поперечного сечение валика, мм².

$$\begin{aligned} F_{\text{н}} &= F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6 = 21 + 24 + 27 + 27 + 30 + 33 = \\ &= 129 \text{ мм}^2. \end{aligned}$$

Общая длина сварных швов корпуса, рассчитанная согласно данным на чертеже изделия, составит 14351,85 см.

Подставляя данное значение в 5.3 вычислим:

$$M_{\text{напл.мет.б}} = 7,8 \cdot 129 \cdot 10^{-3} = 1,006 \text{ кг/м.}$$

Подставляя полученное значение длины шва в 5.2 определим машинное время, расходуемое производственным персоналом на сварку всех обечаек корпуса

$$t_{\text{об}} = \frac{60 \cdot 1,006 \cdot 143,518}{200 \cdot 9} = 4,81 \text{ час} = 288,75 \text{ мин.}$$

Зависимость для расчета машинного времени автоматической сварки несколько отличается от 5.2.

$$t_o = \frac{60 \cdot L_{\text{ш}}}{V_{\text{св}}} \quad (5.4)$$

где $V_{\text{св}}$ – скорость автоматического перемещения сварочной головки, 30 м/час;

$L_{\text{ш}}$ – с учетом того, что конструкция корпуса неизменна, также неизменно, если сравнивать с базовым вариантом технологии, м.

$$t_{\text{опр}} = \frac{60 \cdot 143,518}{40} = 215,277 \text{ мин.} = 3,587 \text{ час.}$$

Подставив в (5,1) заданные значения, получим:

$$t_{\text{штб}} = 258,049 \text{ мин.} = 5,967 \text{ час.}$$

$$t_{\text{штпр}} = 266,849 \text{ мин.} = 4,447 \text{ час.}$$

5.3 Капитальные вложения в оборудование

Расчётное определение величины капитальных затрат, сопровождающих реализацию технологии производим с использованием следующей зависимости:

$$K_{общ} = K_{пр} + K_{соп} \quad (5.5)$$

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

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

Прямые капитальные вложения могут быть определены согласно зависимости:

$$K_{пр} = \Sigma Ц_{об} * k_з \quad (5.6)$$

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

$k_з$ – коэффициент загрузки оборудования.

Количество оборудования определяем с использованием формулы:

:

$$n_{об.расчетн} = \frac{N_{пр} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60} \quad (5.7)$$

где: $N_{пр}$ – принятое значение годовой программы, шт.;

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

$\Phi_{эф}$ – величина эффективного фонда времени работы сварочного оборудования, час.

Для выполнения $N_{пр}$ округлим полученное количество оборудования до целых значений в большую сторону ($n_{об.прин}$).

Тогда расчётное определение величины коэффициента загрузки оборудования выполним с использованием зависимости:

$$k_з = \frac{n_{об.расчетн}}{n_{об.прин}} \quad (5.8)$$

Величина эффективного фонда времени работы сварочного оборудования:

$$\Phi_{эф} = (D_k - D_{вых} - D_{пр}) * T_{см} * S * (1 - k_{р.п}) \quad (5.9)$$

где: D_k – количество дней в году;

$D_{вых}$ – выходные дни;

$D_{пр}$ – праздничные дни;

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

S – количество рабочих смен;

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

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

$$n_{об.расчетнб} = \frac{200 * 358,049}{1812 * 60} = 0,65 \text{ шт}$$

$$n_{об.расчетнпр} = \frac{200 * 266,849}{1812 * 60} = 0,49 \text{ шт}$$

$$k_{зб} = \frac{0,65}{1} = 0,65$$

$$k_{зпр} = \frac{0,49}{1} = 0,49$$

$$K_{прб} = 85000 * 0,65 = 55250 \text{ руб.}$$

$$K_{прпр} = 276000 * 0,49 = 135240 \text{ руб.}$$

Принятая величина сопутствующих капитальных вложений определяется по зависимости:

$$K_{соп} = K_{монт} + K_{дем} + K_{площ} \quad (5.10)$$

$K_{монт}$ – принятое значение коэффициента расходов на монтаж оборудования;

$K_{дем}$ – принятое значение затрат на демонтаж технологического оборудования для реализации базового процесса;

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

$$K_{монт} = \sum C_{об} * k_{монт} \quad (5.11)$$

где: $k_{монт}$ – значение коэффициента, учитывающего затраты на монтаж технологического оборудования для реализации проектного процесса, = 0,2.

$$K_{монт} = 276000 * 0,2 = 55200 \text{ руб.}$$

$$K_{дем} = \sum C_{об} * k_{дем} \quad (5.12)$$

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

$$K_{дем} = 85000 * 0,2 = 17000 \text{ руб.}$$

Затраты на площади которые нужны для установки производственного оборудования, рассчитываем по формуле:

$$K_{площ} = S_{площ} * C_{площ} * g * k_3 \quad (5.13)$$

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

$$K_{площ} = 10 * 3000 * 3 * 0,49 = 44100 \text{ руб}$$

$$K_{ОБЩ}^{БАЗ} = K_{пр} = 55250 \text{ руб.}$$

$$K_{ОБЩ}^{ПР} = 31980 + 55200 + 17000 + 44100 = 148280 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины удельных капитальных вложений выполняем с использованием зависимости

$$K_{уд} = \frac{K_{общ.}}{N_{пр}} \quad (5.14)$$

$$K_{уд}^{БАЗ} = 55250 / 200 = 220,5 \text{ руб.}$$

$$K_{уд}^{ПР} = 148280 / 200 = 741,40 \text{ руб.}$$

5.4 Расчет себестоимости сравниваемых вариантов.

Затраты на материалы

$$ЗМ = ЗМ_{\text{ОСН}} + ЗМ_{\text{ВСП}}$$

Затраты на основные материалы остаются неизменными, поэтому их не учитываем

Затраты на вспомогательные материалы, используемые при реализации базового варианта технологии, определяем с помощью технологических карт.

$$ЗМ_{\text{СВБ}} = 16374 \text{ руб.}$$

Затраты на вспомогательные материалы, используемые при реализации проектного варианта технологии,

$$ЗМ_{\text{пр}} = 16416 \text{ руб.}$$

Расчётное определение расходов на электроэнергию производим с использованием зависимости

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

где $Р_{\text{об}}$ – полезная мощность оборудования, кВт;

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

КПД – коэффициент полезного действия установки.

Мощность технологических установок вычисляется по значениям $I_{\text{св}}$ и $U_{\text{д}}$.

$$Р_{\text{обб}} = 200 \cdot 30 = 6000 \text{ Вт} = 6 \text{ кВт}$$

$$З_{\text{э-э}}^{\text{б}} = \frac{6 \cdot 4,812}{0,75} 2,2 = 84,70 \text{ руб.}$$

$$Р_{\text{обпр}} = 600 \cdot 30 = 18000 \text{ Вт} = 18 \text{ кВт}$$

$$З_{\text{э-э}}^{\text{пр}} = \frac{18 \cdot 3,587}{0,8} 2,2 = 177,55 \text{ руб.}$$

Расчетное определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования.

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

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

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

Расчетное определение расходов на амортизацию оборудования

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

где $Ц_{об}$ – цена оборудования по базовому и проектному вариантам, руб.;

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

$$A_{об}^Б = \frac{85000 \cdot 358,04 \cdot 18}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 50,38 \text{ руб}$$

$$A_{об}^{ПР} = \frac{276000 \cdot 266,849 \cdot 18}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 212,54 \text{ руб}$$

Расчетное определение расходов, требуемых для текущего ремонта оборудования производится по формуле:

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

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

Подставив в (5.18) необходимые значения, получим:

$$P_{тр}^Б = \frac{85000 * 35 * 0,65}{1812 * 100} = 10,67 \text{ руб.}$$

$$P_{тр}^{ПР} = \frac{276000 * 35 * 0,49}{1812 * 100} = 26,12 \text{ руб.}$$

Итого, затраты на оборудование

$$З_{об}^Б = 50,38 + 10,67 = 61,05 \text{ руб.}$$

$$З_{об}^{ПР} = 121,54 + 26,12 = 147,66 \text{ руб.}$$

Расчетное определение расходов на площади, на которых установлено
производственное оборудование.

$$Z_{\text{плоч}} = \frac{C_{\text{плоч}} * S_{\text{плоч}} * Ha_{\text{плоч}} * t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} * 100 * 60} \quad (5.19)$$

где: $C_{\text{плоч}}$ – цена 1 м² производственной площади, руб.;

$Ha_{\text{плоч}}$ – норма амортизационных отчислений на здания, %;

$S_{\text{плоч}}$ – площадь, занимаемая сварочным оборудованием, м²;

Подставив в (5.19) необходимые значения, получим:

$$Z_{\text{плоч}}^{\text{б}} = \frac{3000 * 8 * 2 * 358,04}{1812 * 100 * 60} = 1,58 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{плоч}}^{\text{пр}} = \frac{3000 * 11 * 2 * 266,84}{1812 * 100 * 60} = 1,61 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих с
отчислениями на социальные нужды.

Фонд заработной платы основных рабочих

$$\text{ФЗП} = \text{ЗПЛосн} + \text{ЗПЛдоп.} \quad (5.20)$$

Затраты на основную заработную плату.

$$\text{ЗПЛосн} = t_{\text{шт}} \cdot C_{\text{ч}} \cdot k_{\text{зпл}} \quad (5.20)$$

где $C_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка рабочего, руб/час;

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

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

$$k_{\text{зпл}} = k_{\text{пр}} * k_{\text{вн}} * k_{\text{у}} * k_{\text{нф}} * k_{\text{н}} \quad (5.21)$$

где $k_{\text{пр}} = 1,25$ – коэффициент премирования;

$k_{\text{вн}} = 1,1$ – коэффициент выполнения норм;

$k_y = 1,1$ – коэффициент доплат за условия труда;

$k_{нф} = 1,067$ – коэффициент доплат за профессиональное мастерство;

$k_H = 1,133$ – коэффициент доплат за работу в вечерние и ночные смены.

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

$$ЗПЛ_{осн}^Б = 5,967 \cdot 74,89 \cdot 1,81 = 808,83 \text{руб.}$$

$$ЗПЛ_{осн}^{ПР} = 4,447 \cdot 53,16 \cdot 1,81 = 427,88 \text{руб.}$$

Для расчётного определения дополнительной заработной платы используем формулу:

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{k_{\partial}}{100} \cdot ЗПЛ_{осн} \quad (5.22)$$

где k_{∂} – коэффициент, соотношения между основной и дополнительной заработной платой, 10%.

$$ЗПЛ_{доп}^Б = 808,83 \cdot 10 / 100 = 80,88 \text{руб.}$$

$$ЗПЛ_{доп}^{ПР} = 427,88 \cdot 10 / 100 = 42,78 \text{руб.}$$

$$\Phi ЗПб = 808,83 + 80,88 = 889,71 \text{руб.}$$

$$\Phi ЗПпр = 427,88 + 42,78 = 470,66 \text{руб.}$$

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

$$О_{осн} = \Phi ЗП \cdot Н_{соц} / 100 \quad (5.23)$$

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

Подставив в (5.23) необходимые значения, получим:

$$О_{осн}^Б = 889,71 \cdot 30 / 100 = 266,91 \text{руб.}$$

$$О_{осн}^{ПР} = 470,66 \cdot 30 / 100 = 141,20 \text{руб.}$$

Расчётное определение величины технологической себестоимости производим на основании зависимости:

$$\text{Стех} = ЗМ + Зэ-э + Зоб + Зпл + \Phi ЗП + О_{осн} \quad (5.24)$$

Подставив в (5.24) необходимые значения, получим:

$$C_{\text{ТЕХ}}^{\text{Б}} = 16374,00 + 84,70 + 61,05 + 1,58 + 889,71 + 266,91 = 17677,95 \text{руб.}$$

$$C_{\text{ТЕХ}}^{\text{ПР}} = 16416,00 + 177,50 + 147,66 + 1,61 + 470,66 + 141,20 = 17354,63 \text{руб.}$$

Расчётное определение величины цеховой себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{цех}} = C_{\text{тех}} + R_{\text{цех}}; \quad (5.25)$$

где $R_{\text{цех}}$ – сумма цеховых расходов, руб.

$$R_{\text{цех}} = Z_{\text{осн}} \cdot k_{\text{цех}} \quad (5.26)$$

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

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата рабочих, руб.

Подставив в (5.25) необходимые значения, получим:

$$C_{\text{ЦЕХ}}^{\text{Б}} = 17677,95 + 808,83 \cdot 2,5 = 17677,95 + 2022,07 = 19345,02 \text{руб.}$$

$$C_{\text{ЦЕХ}}^{\text{ПР}} = 17354,63 + 427,88 \cdot 2,5 = 17354,63 + 1069,70 = 18338,33 \text{руб.}$$

Расчётное определение величины заводской себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{зав}} = C_{\text{цех}} + R_{\text{зав}} = C_{\text{цех}} + k_{\text{зав}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (5.27)$$

где $R_{\text{зав}}$ – сумма заводских расходов, руб.

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

Подставив в (5.27) необходимые значения, получим:

$$C_{\text{ЗАВ}}^{\text{Б}} = 19345,02 + 808,83 \cdot 1,8 = 19345,02 + 1455,89 = 20392,06 \text{руб.}$$

$$C_{\text{ЗАВ}}^{\text{ПР}} = 18338,33 + 427,88 \cdot 1,8 = 18338,33 + 770,18 = 19006,21 \text{руб.}$$

Результаты выполненных расчетов обобщим в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Калькуляция себестоимости изготовления трубы вытяжной

№ п/п	Показатели	Усл. обозн	Калькуляция, руб.	
			базов	Проект
1	2	3	4	5
1	Материалы	М	16374,00	16416,00

Продолжение таблицы 5.3.

2	Фонд заработной платы	ФЗП	889,71	470,66
3	Отчисления на социальные нужды	О _{сн}	266,91	141,20
4	Затраты на оборудование	Зоб	61,05	147,66
5	Затраты на площади	Зпл	1,58	1,61
	Себестоимость технологическая	Стех	17677,95	17354,63
6	Цеховые расходы		2022,07	1069,70
	Себестоимость цеховая	Сцех	19345,02	18338,33
7	Заводские расходы		1455,89	770,18
	Себестоимость заводская	Сзав	20392,06	19006,21

5.5 Расчет показателей экономической эффективности работы

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

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

$$\mathcal{E}_{у.г.} = (20392,06 - 19006,21) \cdot 200 = 384597,10 \text{ руб.}$$

Для определения размера годового экономического эффекта воспользуемся формулой

$$\mathcal{E}_Г = \left[\left(C_{зав}^Б + E_H \cdot K_{уд}^Б \right) - \left(C_{зав}^{ПП} + E_H \cdot K_{уд}^{ПП} \right) \right] \cdot N_{нр} \quad (5.29)$$

$$\mathcal{E}_Г = \left[(21155,91 + 0,33 \cdot 220,50) - (19194,51 + 0,33 \cdot 741,40) \right] \cdot 200 = 328429,2 \text{ руб.}$$

Величину показателя снижения трудоемкости определим с использованием формулы:

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

Подставив в (5.45) необходимые значения, получим:

$$\Delta t_{шт} = \frac{5,967 - 4,447}{5,967} \cdot 100\% = 52\%$$

Величину показателя увеличения производительности труда определим по формуле:

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

Подставив в (5.46) необходимые значения, получим:

$$\Delta\Pi_T = \frac{100 \cdot 52}{100 - 52} = 108\%$$

Величину срока окупаемости дополнительных капитальных вложений определим по формуле:

$$T_{ок} = \frac{K_{общпр}}{\Xi_{уг}} \quad (5.32)$$

$$T_{ок} = \frac{148280}{384597,20} \approx 0,5 \text{года}$$

Коэффициент сравнительной экономической эффективности

$$E_{ср} = 1/T_{ок} = 1/0,5 = 2. \quad (5.33)$$

5.6 Выводы по экономической части выпускной работы

В экономической части выпускной квалификационной работы были произведены расчеты с целью определения таких экономических параметров, как технологическая и заводская себестоимость сварки труб вытяжных.

Установлено, что проектный вариант сварки после своего внедрения в производство даст такие эффекты, как уменьшение трудоемкости на 52 %, увеличение производительности труда на 108 %. Расчётная величина условно-годовой экономии составила 384 тыс. рублей. Величина годового экономического эффекта, полученная с учетом затрат на капитальные вложения в оборудование, составила 328 тыс. рублей. Капитальные вложения в оборудование размером 148 тыс. рублей будут окуплены за 0,5 года.

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненный анализ применяемой в настоящее время технологии сварки труб отличается массой недостатков, главный из которых – низкая степень механизации. Применение механизированных способов сварки позволяет уменьшить трудоемкость изготовления изделия, и позволяет улучшить собираемость на монтаже, так как в меньшей степени проявляют себя остаточные деформации и напряжения..

Для реализации разработанной технологии подобрано оборудование – это источник питания.

При внедрении результатов бакалаврской работы предполагается получить годовой экономический эффект в размере 328 тыс. рублей. Цель работы достигнута

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Колганов Л. А. Сварочное производство. Учебное пособие [Текст] / Л.А. Колганов. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. - 512 с.
2. Марфин К. С. Источники питания сварочной дуги : учеб. Пособие [Текст] / К. С. Марфин. - ВУЗ/изд. - Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2000. - 172 с.
3. Гитлевич А.Д., Этитоф А.А. Механизация и автоматизация сварочного производства [Текст] / А.Д. Гитлевич, А.А. Этитоф. – М.: Машиностроение, 1987 – 280 с.
4. Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах : ПОТ РМ-020-2001 : ввод. в действие с 1 янв. 2002 г. - Москва : [б. и.], 2001. - 58 с..
5. Михлюк С. П. Технология и оборудование для сварки плавлением : учеб. пособие для вузов. [Текст] / С. П. Михлюк - Ростов н/Д. : Феникс, 2002. - 215 с.
6. Щекин В. А. Технологические основы сварки плавлением : учеб. пособие для вузов. - Изд. 2-е, перераб / В. А. Щекин - Ростов н/Д. : Феникс, 2009. - 345 с.
7. Цепенев Р. А. Автоматическое управление процессом сварки : учеб. пособие / Р. А. Цепенев ; ТолПИ ; Каф. "Оборуд. и технология сварочного пр-ва". - Тольятти : ТолПИ, 2001. - 76 с.
8. Корольков П. М. Термическая обработка сварных соединений трубопроводов и аппаратов, работающих под давлением / П. М. Корольков. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Стройиздат, 1987. - 233 с.
9. Прыкин Б. В. Технология металлов и сварки : учеб. для вузов по спец. "Пр-во строит. изделий и конструкций" / Б. В. Прыкин. - Киев : Вища шк., 1978. - 240 с.
10. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: Учебник / Р.А. Фахрутдинов. – М.: ИНФРА – М, 2001.– 672 с.

11. Акшенцева А. П. Структура и свойства никельмолибденовых коррозионностойких сплавов : (с атласом микроструктур) : справочник / А. П. Акшенцева. - Москва : СП Интермет Инжиниринг, 1999. - 204 с.
12. Сахно К. В. Технология сварки металлов: учебник для вузов [Текст] / К. В. Сахно. - Киев : Вища школа, 1977. - 180 с.
13. Косинцев В.И. Основы проектирования химических производств и оборудования / В.И. Косинцев [и др.] – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 395 с.
14. Действия населения в чрезвычайных ситуациях. Пособие. Под общей редакцией В.А. Владимирова. – М.: МЧС России, 1995.
15. Колганов Л. А. Сварочное производство : учеб. пособие / Л. А. Колганов. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2002. - 504 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. Красовский А.М. Основы проектирования сварочных цехов [Текст] / А.М. Красовский. – М.: Машиностроение, 1979 – 319 с.
19. Волченко В.Н. Сварка и сварочные материалы, том . 1 [Текст] / В.Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1991 – 527 с.
20. Ключев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика [Текст] /В.В. Ключев. - 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.
22. Сэйдж А.М. Металлофизический обзор высокопрочных низколегированных сталей для труб и фиттингов. // Стали для газопроводных труб и фиттингов. Труды конференции. – М.: Metallurgy, 1985. – С.38– 59.

23. Выбойщик Л. М., Лучкин Р. С., Платонов С. Ю. Структурный фактор коррозионно-механической прочности сварных соединений нефтепромысловых труб // Сварочное производство. - №6 - 2008, с 12-17.
24. Масленников А.В. Разработка технологического процесса сварки неповоротных стыков трубопроводов на основе оптимизации параметров режима : диссертация ... кандидата технических наук : 05.03.06 / Масленников Александр Васильевич; [Место защиты: Рос. гос. технол. ун-т им. К.Э. Циолковского (МАТИ)] - Москва, 2008.
25. Ефименко Л. А., Капустин О. Е., Илюхин В. Ю., Коновалова О. В. — Анализ склонности трубных сталей различной категории прочности к термомодеформационному старению // Сварочное производство. 2008. №1 — С. 10-12.
26. Федосеева Е.М. Повышение качества сварных соединений сталей трубного назначения для обеспечения эксплуатационной безопасности магистральных трубопроводов : диссертация ... кандидата технических наук : 05.02.10 / Федосеева Елена Михайловна; [Место защиты: Перм. гос. техн. ун-т]. - Пермь, 2011. - 140 с.