

АННОТАЦИЯ

Цель бакалаврской работы – повышение производительности на операции сборки и сварки емкости для воды.

Для достижения цели в работе решены следующие задачи: обоснована замена способа сварки на основе современных достижений сварочной науки и техники; обоснован выбор сварочных материалов и оборудования для осуществления сварки и предложены оптимальные параметры режима сварки; составлена проектная технология сварки с применением предложенных ранее технических решений; предусмотрены мероприятия для защиты жизни и здоровья производственного персонала, принимающего участие при изготовлении изделия; произведен расчет экономической эффективности предложенных технических мероприятий.

В составе пояснительной записки __54__ стр., __14__ рисунков, __6__ таблиц.

В данной работе проведен анализ технологии сварки емкости для воды в условиях производственных мастерских колледжа. По результатам анализа сделан вывод, о предпочтительности замены способа сварки на механизированную. Для осуществления техпроцесса пайки подобрано оборудование, полуавтомат ПДГ-502, и универсальный сборочный стол Demmeler.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Анализ исходных данных и известных технических решений	5
1.1 Краткое описание изделия и условий его эксплуатации	5
1.2 Анализ свойств материала конструкции	7
1.3 Базовая технология, применяемая в мастерских колледжа.....	9
1.4 Анализ недостатков базовой технологии и путей их преодоления	14
1.5 Задачи бакалаврской работы.....	15
2 Разработка механизированного технологического процесса.....	16
2.1 Выбор варианта способа сборки и сварки.....	16
2.2 Технология сварки	22
3 Выбор оборудования.....	25
4. Безопасность и экологичность технического объекта.	28
5 Экономическая эффективность	36
5.1 Исходные данные для экономического обоснования	36
сравниваемых вариантов	36
5.2 Расчет нормы штучного времени на изменяющиеся операции технологического процесса.....	38
5.3. Капитальные вложения в оборудование.....	40
5.4 Расчет технологической себестоимости сравниваемых вариантов.	43
5.5 Цеховая себестоимость.....	48
5.6 Заводская себестоимость.....	48
5.7 Расчет экономической эффективности проекта.....	49
Выводы по экономическому разделу	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	52
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	Ошибка! Закладка не определена.

ВВЕДЕНИЕ

Емкость для воды относится к листовым конструкциям. Листовые конструкции это сплошные тонкостенные конструкции, в качестве несущей основы в которых используются металлические листы, плоские или изогнутые. Металлические листы образуют различной формы оболочки (в основном это оболочки вращения – цилиндрические, конические, сферические).

Листовые конструкции нашли широкое применение в разных отраслях, в основном, чтобы хранить, перемещать, жидкости, газы и сыпучие материалы. Также в листовых конструкциях реализуются процессы технологической переработки. Составляют листовые конструкции примерно 20% от объема всех выпускаемых металлических конструкций.

С точки зрения сварщика к особенностям листовых конструкций относится большая протяженность сварных швов. Другой их особенностью является требование к герметичности сварных соединений, в дополнение к требованиям прочности.

Применявшиеся ранее в механических мастерских технические решения для сварки других металлоконструкций, следовательно, нуждаются в модернизации. Таким образом, разработка новых технических решений является актуальной.

Ранее при выполнении подобного рода работ использовали ручную дуговую сварку штучными электродами. При всех достоинствах метода, простое оборудование, маневренность, ему присущ ряд недостатков. Главные – низкое качество соединения, низкая производительность процесса сварки.

Цель настоящей работы – повышение качества и производительности на операции сборки и сварки емкости для воды.

1 Анализ исходных данных и известных технических решений

1.1 Краткое описание изделия и условий его эксплуатации

Для хранения воды в бытовых условиях и в производственных могут применяться емкости самых разнообразных конструкций из разных материалов. Емкости могут быть изготовлены из стали, алюминия, пластмасс. Сопоставительный анализ позволяет сделать вывод, что стальные тонкостенные емкости усиленные ребрами жесткости несмотря на высокую трудоемкость изготовления обладают приемлемыми ценовыми характеристиками, лист 18.БР.СОМДиРП.105.17.000.

Общий вид такой емкости для воды приведен на рисунке 1.1.

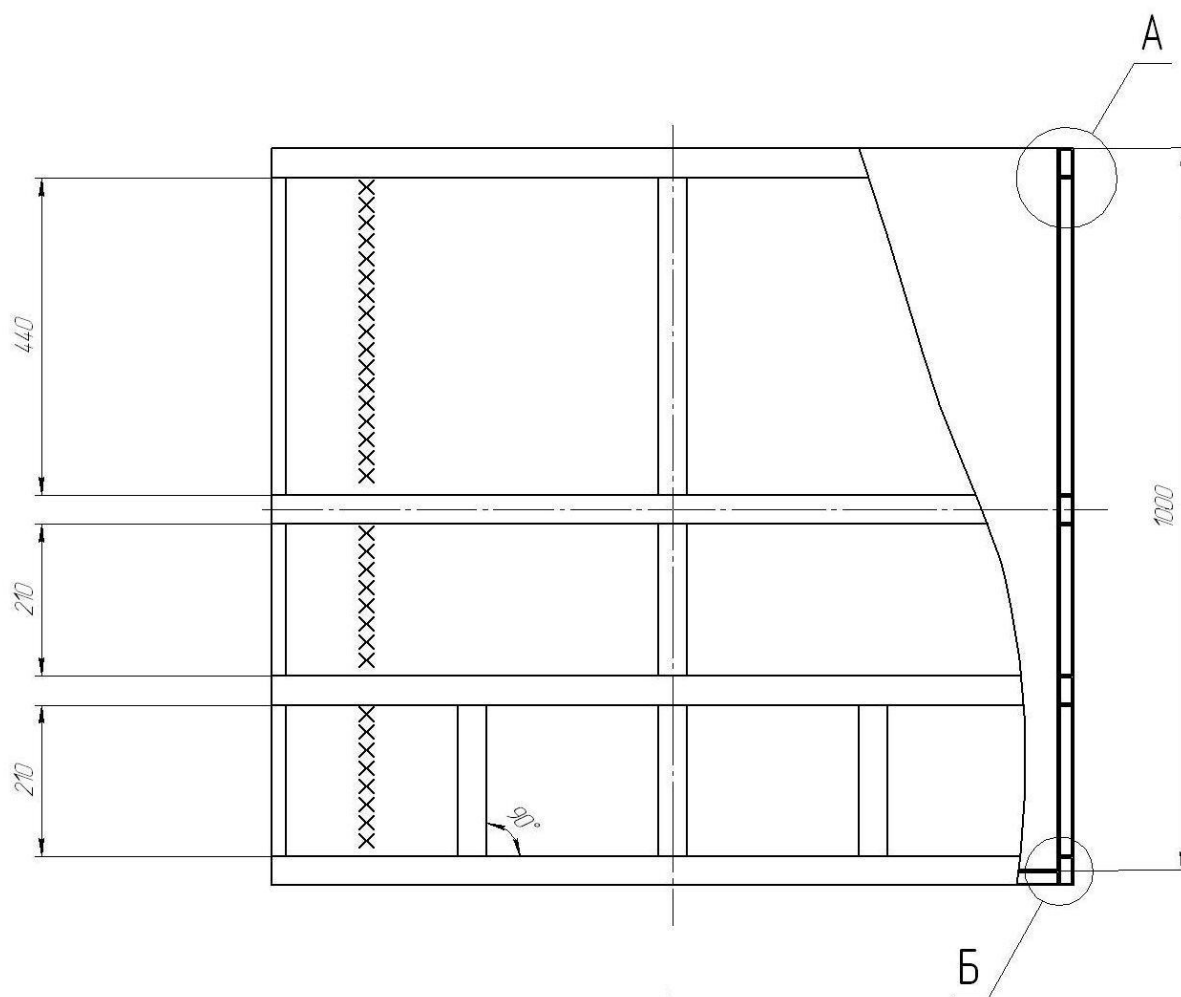


Рисунок 1.1 – Общий вид емкости для воды

Основу емкости представляет собой цилиндрическая обечайка. Обечайка тонкостенная, толщина металла 2 мм. Поэтому, чтобы под нагрузкой, при налитой воде, сохранялись размеры обечайки она окружена ребрами жесткости.

Вид А показан на рисунке 1.2. Вид Б показан на рисунке 1.3.

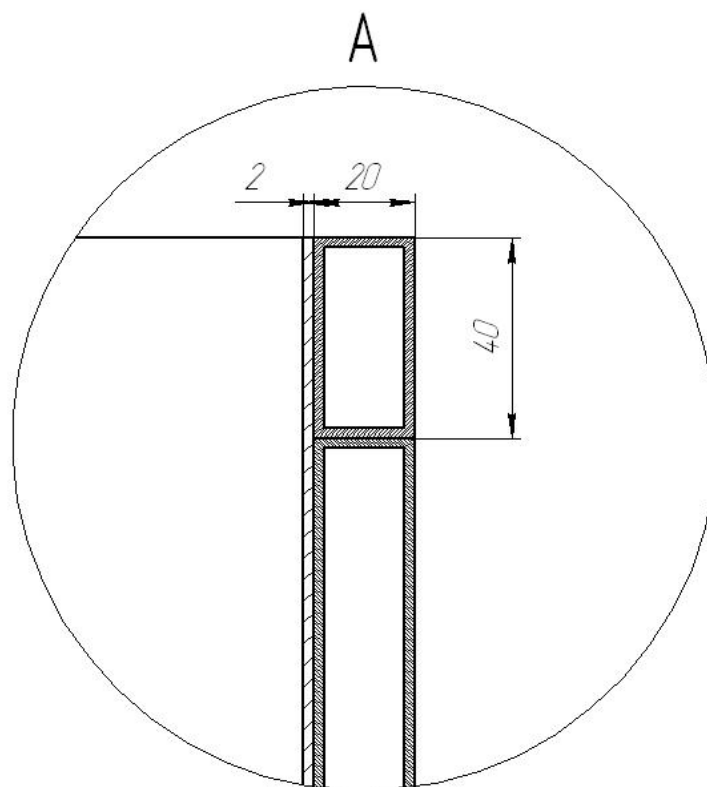


Рисунок 1.2 – Вид А

В качестве ребер жесткости применяют трубы прямоугольные согласно ГОСТ 8645-68. Толщина стенок применяемых труб составляет 2 мм, размер поперечного сечения трубы – 40x20 мм, размер наружный.

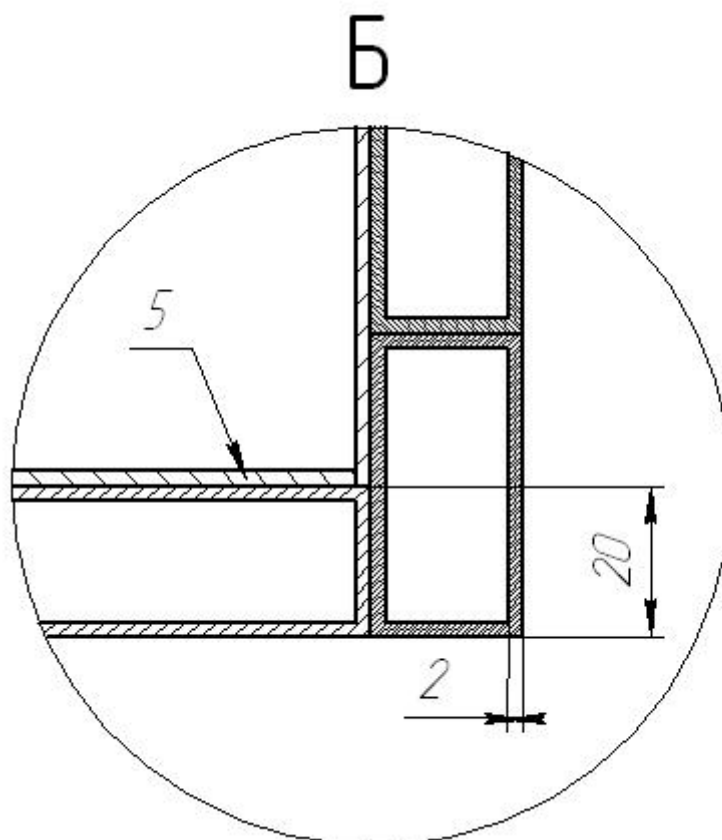


Рисунок 1.3 – Вид Б

Детали соединяют сваркой по ГОСТ 5264-80.

1.2 Анализ свойств материала конструкции

Для емкости применяют сталь 3кп. Химический состав стали 3 кп приведен в таблице 1.1.

Таблица.1.1 Химический состав стали 3 кп

углерод	кремний	марганец	никель	сера	фосфор	хром	медь
0,14-0,22	до 0,05	0,3-0,6	до 0,3	до 0,05	до 0,04	до 0,3	до 0,3

Чтобы оценить технологические характеристики данного материала необходимо проанализировать его свойства.

Вообще, классификацию сталей осуществляют по способам производства, по химическому составу, по структуре и по назначению.

Классификация по способу производства зависит от того, как сталь выплавляли. Сталь в основном выплавляют в мартеновских печах, кислородных конверторах. Специальные стали могут изготавливать в электродуговых печах.

По химическому составу сталь классифицируют на две группы: углеродистую и легированную. Учитывая, что в стали углерода менее 0,3% сталь можно отнести к низкоуглеродистым.

Общее количество примесей в стали менее 2,5%, следовательно, сталь низколегированная. К полезным примесям можно отнести кремний и марганец. При растворении в феррите, они повышают прочность стали. К вредным примесям относят серу. Она образует соединение FeS вызывающее красноломкость сталей. В свою очередь фосфор при растворении в феррите, вызывает хладноломкость. Главным легирующим элементом в сталях, который оказывает решающее влияние на свойства стали и ее структуру является углерод. При увеличении содержания углерода увеличивается твердость и прочность стали при одновременном снижении пластичности и ударной вязкости. При изготовлении данной емкости нам потребуется использовать операции резания, обработки давлением и сварки. С учетом того, что углерода в стали мало, ее штампуемость (способность обрабатываться давлением) находится на приемлемом уровне.

Кроме того, как механические, так и технологические характеристики сталей в существенной степени определяются раскисляемостью. По критерию раскисляемости стали распределяют три группы: кипящие, полуспокойные, спокойные. Сталь 3 кп относится к кипящим сталям. В состав стали 3 кп почти не входит кремний, его содержание не более 0,05%. Другой особенностью кипящих сталей является неравномерность в распределении по толщине проката серы и фосфора. Из за чего они проявляют склонность к старению и пониженной стойкости против хрупкого разрушения. По раскислению сталь 3 кп обладает низким уровнем качества,

но она обладает хорошей обрабатываемостью резанием. Что облегчит изготовление деталей емкости.

Оценку свариваемости произведем с помощью эквивалента углерода. Для углеродистых и марганцевых сталей:

Процентное содержание эквивалента углерода в стали 0,39%, что не превышает нормы, следовательно, свариваемость стали 3 кп хорошая и предварительного подогрева не требуется.

1.3 Базовая технология, применяемая в мастерских колледжа

Первая операция – операция входного контроля, предусматривающая выполнение следующих операций:

- 1) проверку документации на применяемые трубы и листовой прокат;
- 2) проверку качества сварочных материалов, документации на них, проверку правильности хранения сварочных материалов и режимов прокатки;
- 3) проверку сварочного оборудования, вспомогательных инструментов, контрольно-измерительных приборов, измерительных инструментов, сборочной оснастки.

Подготовительные операции заключаются в очистке металла, его разметке, резке и вальцовке. Очистка необходима для удаления с поверхности металла загрязнений, ржавчины, краски, и прочих загрязнений.

Процесс переноса размеров детали с чертежа на металл в натуральную величину называется разметкой. Для выполнения разметки необходим инструмент: рулетка, линейка, угольник, чертилка и др.

Подготовка детали к сварке может быть осуществлена с применением термической, механической и лазерной резки. Механическая резка, как правило, применяется при подготовке к сварке однотипных деталей, в основном прямоугольного сечения. Способ характеризует высокая экономичность.

Для осуществления резки в условиях производственных мастерских имеется металлорежущее оборудование – ножницы гильотинные и аппарат для плазменной резки.

Нарезается листовой металлопрокат. Согласно ГОСТ 19903-2015 для толщины листа 2 мм выбираем лист размерами: ширина 1000 мм, длина 3400 мм. Такие листы позволят минимизировать отходы, по длинной стороне отрезать вообще ничего не надо. Резку выполняют короткой стороной на гильотинных ножницах. Поскольку принимается сварное соединение по ГОСТ 5264-80 «Ручная дуговая сварка соединения сварные», условное обозначение С2 – стыковое соединение без скоса кромок, односторонний шов.

Нарезается в размер согласно чертежу днище бака. Предварительно днище размечают на листе. Вырезают его из листа 3400x1000x2. Для нарезки применяют плазменную резку.

Очищают лист там, где планируется резать, от грязи и прочего.

Начиная работу оператор выполняет подключение источника питания к источнику (компрессор) плазмообразующего газа (воздух). Угол наклона плазмотрона в начале работы к листу должен находиться в пределах 30...35°.

Источник питания подключен к сети переменного тока 3×380 В через автоматические выключатели.

Шланги, кабель, Идущие к плазмотрону от источника питания шланги и кабель должны быть расположены так, чтобы они не создавали помех при работе плазмотрона.

Подают напряжение, подают воздух, устанавливают требуемое значение силы тока. Для толщины разрезаемого листа 2 мм это составляет 120 А.

После нажатия "Пуск" осциллятора, зажигается плазменная дуга в форме факела длиной 10-15 мм. После начала выполнения реза вспомогательная дуга автоматически выключается.

После выполнения резки производят обрыв дуги, нажав кнопку "Стоп".

После охлаждения проволочной щеткой с поверхности реза удаляют грат и шлак. Выполняют визуальный контроль поверхности реза для оценки качества реза.

Перед сборкой кромки и близлежащие участки поверхности деталей, подлежащих сварке зачищают до металлического блеска.

Гибку заготовки цилиндрического корпуса осуществляем методом вальцовки в холодном состоянии. Для вальцовки применяем четырехвалковые вальцы, которые имеются в мастерских. Использование четырехвалковых вальцов уменьшает размер прямого участка кромок листа возле стыка.

Собирают бак (обечайки) под сварку на универсальном приспособлении. Выполняют проверку несоответствия стыковки кромок, величина его не должна превышать 1 мм на сторону. Прихватки выполняют при помощи сварочного выпрямителя ВД-306, рисунок 1.4. Прихваточные швы равномерно располагают по длине стыка обечайки. Расстояние от одной прихватки до другой 150 – 200 мм, при длине прихватки 15...20 мм. Для прихватки применяют электроды УОНИ-13/45. Диаметр электрода 3 мм. Сварочный ток 110-130 А.



Рисунок 1.4 – Сварочный выпрямитель ВД-306

После прихваток выполняют сварной продольный шов электродами УОНИ-13/45 диаметром 3 мм. Ток сварки 140-150 А.

Выполненный шов подвергают операционному контролю. Производят 100% визуального контроля согласно требований. Перед выполнением визуального осмотра требуется провести зачистку как самого шва, так и прилегающего металла (на ширине не менее двух сантиметров по обе стороны шва) от различных видов загрязнений, которые включают в себя брызги расплавленного металла, шлак, окалина.

К результатам внешнего осмотра сварных швов предъявляют следующие требования:

а) стандартная форма и размеры сварного шва;

б) мелкая чешуйчатость поверхности сварного шва, не допускается наличие ноздреватости, свищей, скоплений пор, прожогов, незаплавленных кратеров, наплывов.

в) должен быть обеспечен плавный переход от наплавленного металла к основному металлу емкости.

После сварки шва обечайки ее собирают с днищем. Сборку осуществляют там же, на универсальном приспособлении. Выполняют прихватку, прихваточные швы равномерно располагают по длине окружности. Расстояние от одной прихватки до другой 150 – 200 мм, при длине прихватки 15...20 мм. Для прихватки применяют электроды УОНИ-13/45. Диаметр электрода 3 мм. Сварочный ток 110-130 А. После контроля прихваток производят сварку шва У2. Контроль выполненного шва выполняют как указано выше.

Следующий этап изготовления емкости – сварка каркаса. Каркас изготовлен из труб 20x40 с толщиной стенки 2 мм. Первая операция заготовительная. Выполняется нарезка труб согласно чертежу. Трубы предназначенные для ободов гнут на вальцах четырехвалковых. Затем у ободов выполняют стыковой сварной шов – соединение С2. Для сварки применяют электроды УОНИ-13/45. Диаметр электрода 3 мм. Сила тока 150-180А, напряжение дуги 23-26 В. После сварки ободов необходимо собрать раму жесткости. Сборку выполняем на приспособлении универсальном с применением угольников, струбцин. Контролируем размеры собранной рамы и выполняем прихватки. Для прихваток применяют электроды УОНИ-13/45. Диаметр электрода 3 мм. Сварочный ток 110-130 А. Прихваченный каркас снова контролируют и выполняют сварные швы, соединяющие детали каркаса. Выполняют угловые сварные швы, У2. Сила тока 150-180 А напряжение дуги 23-26 В. После сварки каркаса оббиваем шлак, зачищаем сварные соединения и осматриваем 100% сварные швы, выполняем их обмер на соответствие ГОСТ-5264, контролируем геометрические параметры каркаса, они должны соответствовать требованиям чертежа.

Далее сварные швы, находящиеся на внутренней поверхности каркаса, которые будут находиться в контакте (но не в социальной сети) с емкостью зачищают заподлицо с основным металлом, но не допуская врезания в основной металл.

Подготовленную таким образом раму устанавливают на сборочное приспособление и устанавливают в нее емкость. В данной операции задействована кран-балка, емкость устанавливают без перекосов, легко постукивая при необходимости молотком. После установки контролируют прилегание емкости к элементам каркаса, Поскольку будет выполняться сварка соединения У2 по ГОСТ 5264, то зазоры в соединении должны соответствовать требованиям стандарта.

После сборки производится сварка прерывистыми швами режим сварки сила тока 150-180 А напряжение дуги 23-26 В. Электроды УОНИ-13/45 диаметром 3 мм.

Полностью сваренную емкость контролируют на герметичность 100%, и отправляют, при положительных результатах контроля, на участок окраски.

1.4 Анализ недостатков базовой технологии и путей их преодоления

К недостаткам базового технологического процесса можно отнести следующие. Сварщик вручную производит манипуляции электродом, следовательно, положение электрода относительно кромок свариваемого изделия, скорость сварки, целиком определяются сварщиком. Получается что качество соединения зависит от субъективных характеристик сварщика. Манипуляции фиксатором электрода (держак) в течение смены – 8 часов – утомляют сварщика. Производительность труда снижается.

Подводя итог, можно сказать что к главным недостаткам дуговой сварки с применением штучных электродов следует отметить: во-первых, ручной труд; во-вторых, необходимость высокой квалификации сварщика для получения стабильного качества сварных швов, которое напрямую

зависит от квалификации и кондиции сварщика; в-третьих, необходимость частой смены электродов и прерывание процесса сварки; в-четвёртых, отсутствие возможности механизации и автоматизации процесса сварки изделий.

Следовательно, применяемый в мастерских колледжа технологический процесс сварки нуждается в замене.

1.5 Задачи бакалаврской работы

Базовая технология изготовления емкости для воды, предусматривающая ручную дуговой сварки штучными электродами обладает такими недостатками как: низкая производительность сварки, низкое качество выполняемых работ по причине получения множественных дефектов. Эти два недостатка связаны между собой и должны быть комплексно устранены. Для этого предлагается решение следующих задач, которые были сформулированы по результатам анализа состояния вопроса:

- 1) Разработать конструкцию;
- 2) Разработать технологический процесс изготовления;
- 3) Выбрать оборудование для технологического процесса.

.

.

2 Разработка механизированного технологического процесса

2.1 Выбор варианта способа сборки и сварки

На выбор технологии и оборудования оказывает несомненное влияние вид производства. По широте номенклатуры выпускаемой продукции и объему выпуска производство классифицируют на массовое, серийное и единичное.

Характерным для массового производства является большие объемы выпуска продукции в течение продолжительного времени. Рабочие места организуются таким образом, чтобы на одном рабочем месте выполнялась одна операция. Другой особенностью организации рабочих мест в условиях массового производства является применение специализированного высокопроизводительного оборудования и значительный уровень механизации и автоматизации процессов обработки.

В качестве типичных примеров массового производства можно привести изготовление автомобилей, тракторов, мотоциклов, велосипедов, подшипников, бытовой техники.

Применяемое при массовом производстве оборудование, как правило, является дорогостоящим, но за счет массового выпуска продукции оно окупается в сжатые сроки.

Характерным для серийного производства является изготовление деталей (узлов) повторяющимися партиями. Серийное производство, в свою очередь, с учетом количества изделий в партии подразделяют на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное.

В машиностроении применяется, в основном, серийный тип производства. В серийном производстве обработка деталей и сборка узлов построены на основе дифференциации операций. Отдельную операцию закрепляют за конкретным рабочим местом. В связи с этим необходима периодическая переналадка оборудования для того, чтобы перейти на обработку следующей партии деталей. Хотя технологические операции

обработки могут выполняться на универсальном оборудовании, требуется их оснащение как специализированными приспособлениями так и универсальными. В некоторых случаях является целесообразным применение специализированных измерительных приборов.

Средняя квалификация работников в случае серийного производства выше, чем в случае массового производства.

Характерным для единичного производства являются малые объемы выпуска одинаковых изделий. Причем, как правило, не предусматривается их повторное изготовление [6,9].

Для рабочих мест в условиях единичного производства характерным является разнообразие операций и использование универсального технологического оборудования, универсальной технологической оснастки и измерительных средств [6,9].

Специальная технологическая оснастка может применяться только в случаях, когда иначе изготовить деталь невозможно. Разнообразие выполняемых работ требует рабочих высокой квалификации.

Зная тип производства можно осуществить подбор оптимального оборудования, правильно организовать рабочие места. С учетом планируемого количества сваренных в условиях мастерских емкостей – 500 шт. в год, следует мелкосерийный характер производства.

Поэтому, при внедрении разрабатываемой технологии нужно будет применить универсальную оснастку, для обеспечения требуемой точности изготовления емкости.

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.

В рассматриваемом нами случае емкость выполнены из стали, которая является легкосвариваемой. По это причине нецелесообразно в качестве

вариантов применяемых способов сварки рассматривать электронно-лучевую, лазерную и другие специальные способы. Такие способы сварки целесообразно применять только при сварке уникальных деталей или при использовании сложносвариваемых материалов.

В случае использования газопламенной сварки, а пост сварки в мастерских колледжа имеется, стык свариваемых деталей разогревается с помощью горелки до температуры плавления металла, в результате чего образуется сварочная ванна. Затем пламя перемещают вдоль стыка, формируя сварной шов. При отсутствии воздействия пламени расплавленный металл остывает и кристаллизуется.

Если необходимо сформировать усиление на сварном шве, то при сварке в пламя вводят присадочный пруток, материал которого, расплавляясь, попадает в сварочную ванну. Оборудование для газопламенной сварки изображено на рисунке 2.1.

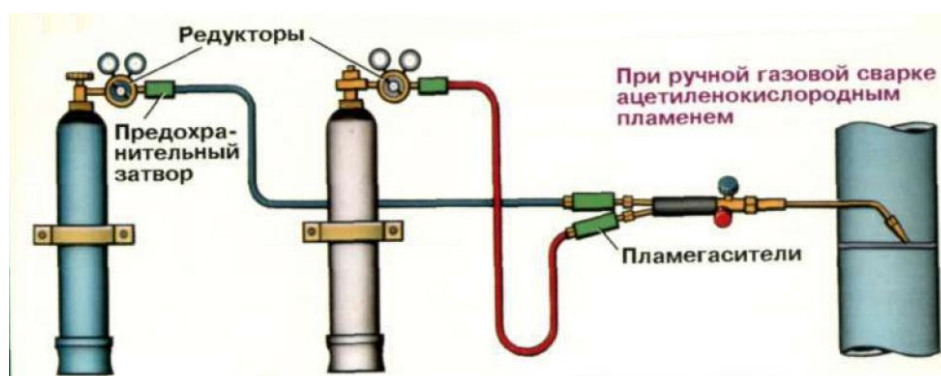


Рисунок 2.1 - Газопламенная сварка (оборудование)

Газопламенная сварка применяется не столь часто из-за невозможности механизации, сложности применяемого оборудования, необходимости контроля состава газового пламени. Необходима высокая квалификация рабочего персонала с допуском для проведения данного типа сварочных работ. Кроме того, возникающий из-за применения газового пламени перегрев может привести к дефектности всего сварного соединения.

Сварка порошковой проволокой, рисунок 2.2, является одним из наиболее перспективных электродуговых процессов формирования сварных

соединений с требуемыми свойствами и химсоставом. В начале 1950-х годов начали применять порошковую проволоку для автоматической наплавки под флюсом валков прокатных станков. Было организовано производство наплавочной порошковой проволоки на Магнитогорском метизно-металлургическом заводе. Во второй половине XX в. проводили исследования электрофизических, металлургических и технологических процессов сварки и наплавки порошковой проволокой. В результате разработано большое количество различных типов порошковых проволок разного назначения, созданы и отлажены технологии сварки и наплавки, а также промышленное оборудование и технологии производства порошковых проволок. Созданы материалы для сварки и наплавки в защитных газах, материалы, не требующие дополнительной защиты (самозащитные порошковые проволоки), порошковые проволоки для электрошлаковой сварки.

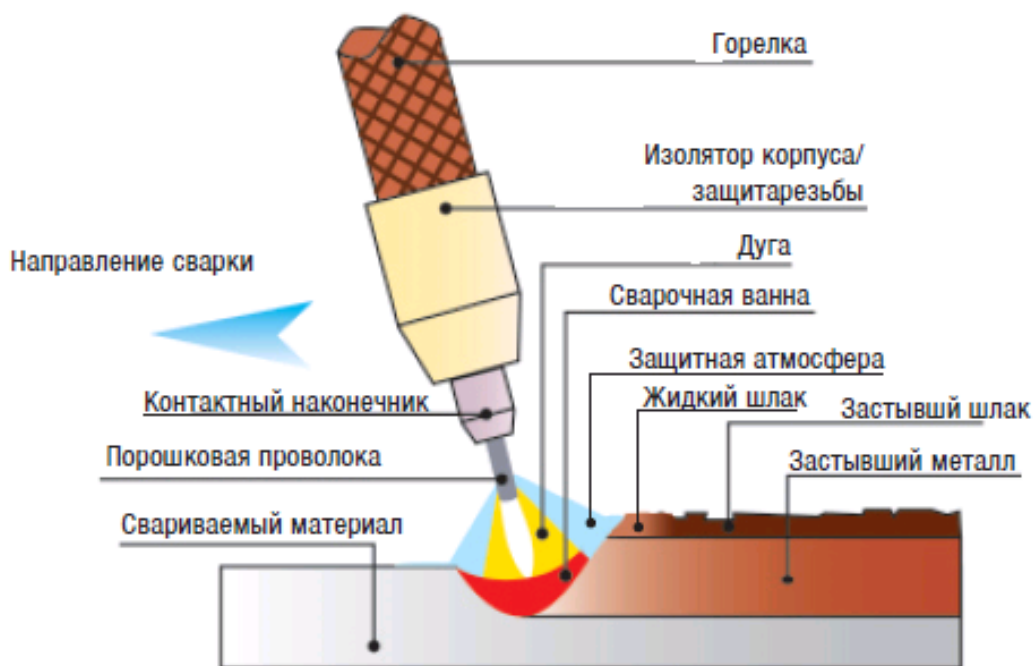


Рисунок 2.2 – Дуговая сварка порошковой проволокой

Для изготовления рассматриваемой конструкции можно применить автоматическую сварку плавящимся сплошным электродом в среде углекислого газа, который применяется для защиты зоны сварки, сварочной

ванны от влияния внешних посторонних газов и окисляющих химических элементов.

Оборудование для автоматической сварки в среде защитного газа изображено на рисунке 2.3.

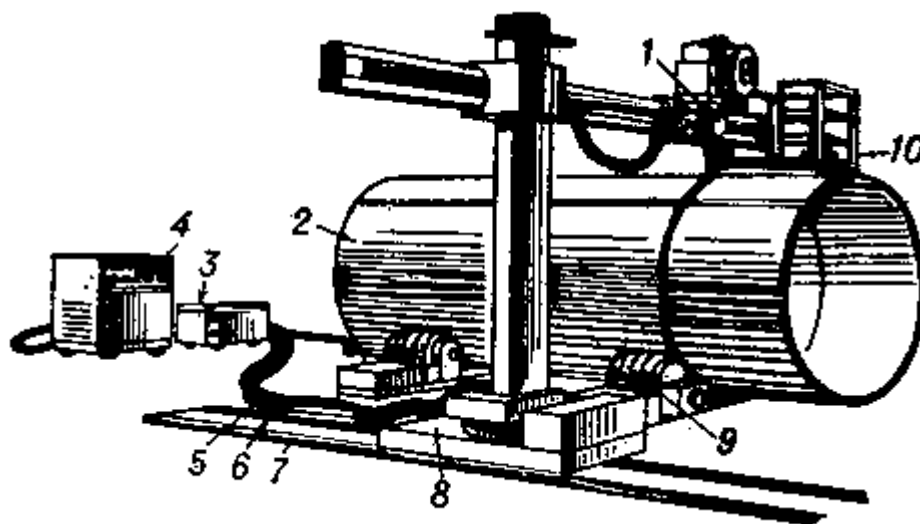


Рисунок 2.3. – Установка для дуговой автоматической сварки

Главным достоинством автоматической сварки является минимальное участие человека, что исключает, в большей степени, ошибки в процессе сварки связанные с требованием к высокой квалификации работника.

Вместе с тем данный способ имеет также существенные недостатки, которые исключают возможность применения автоматической сварки в предполагаемых условиях изготовления ёмкости для воды. К таким недостаткам можно отнести, например, дороговизну и громоздкость основного оборудования, необходимость применения дополнительных приспособлений, так же имеющих высокую стоимость, ограниченную манёвренность.

Следовательно, применение автоматической сварки исключается для изготовления ёмкости для воды.

Вариант применения механизированной сварки в среде CO_2 газа вполне может подойти для сварки емкости для воды. При этом сварки проводится на токах обратной полярности.

Схема данного вида сварки представлена на рисунке 2.4.

Из схемы следует, что для осуществления механизированной сварки в среде CO_2 газа требуется следующее оборудование: механизм, подающий проволоку, шкаф управления процессом сварки, осушитель защитного газа, катушка для хранения проволоки, баллон с CO_2 , площадка для подогревания баллона с газом, источник сварочного тока, редуктор.

Присадочная проволока должна подбираться с учетом марки свариваемых труб. Диаметр поперечного сечения сварочной проволоки – 1,2 миллиметра. При выполнении швов в нижнем положении может быть использована проволока большего диаметра, 1,6 миллиметров.



Рисунок 2.4 – Схема сварки в среде защитного газа с использованием электродной проволоки

Достоинствами сварки в среде CO_2 газа являются относительно высокая производительность процесса сварки, простота реализации способа,

возможность выполнения сварки в любых пространственных положениях сварного шва.

Недостатками сварки в среде CO_2 газа являются наличие эффекта разбрызгивания расплавленного металла, сниженная мобильность сварщика из-за применяемого оборудования, низкая пластичность металла в зоне сварки.

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

В различных сферах машиностроения доля полуавтоматической сварки с использованием проволок сплошного сечения достигает 75... 85 %. При этом процесс сварки продолжает модернизироваться путем внедрения новых технологий.

Основными задачами применения новых технологий являются увеличение показателей производительности сварочного производства, также повышения качества соединений.

Подводя итог, останавливаемся на универсальном приспособлении для фиксации и механизированной сварке в среде защитного газа - углекислого.

2.2 Технология сварки

Собирают бак (обечайки) под сварку на универсальном приспособлении. Выполняют проверку несоответствия стыковки кромок, величина его не должна превышать 1 мм на сторону. Прихватки выполняют при помощи сварочного выпрямителя ВД-306, рисунок 3.4. Прихваточные швы равномерно располагают по длине стыка обечайки. Расстояние от одной прихватки до другой 150 – 200 мм, при длине прихватки 15...20 мм. Сила тока 180-200 А напряжение дуги 23-26 В. Проволока Св08Г2С диаметром 1,2 мм. Расход защитного газа 8-10 литров в минуту. После прихваток

выполняют сварной продольный шов. Сила тока 200-220 А напряжение дуги 23-26 В. Проволока Св08Г2С диаметром 1,2 мм. Расход защитного газа 10-12 литров в минуту.

Выполненный шов подвергают операционному контролю. Производят 100% визуального контроля согласно требований. Перед выполнением визуального осмотра требуется провести зачистку как самого шва, так и прилегающего металла (на ширине не менее двух сантиметров по обе стороны шва) от различных видов загрязнений, которые включают в себя брызги расплавленного металла, шлак, окалина.

К результатам внешнего осмотра сварных швов предъявляют следующие требования:

- а) стандартная форма и размеры сварного шва;
- б) мелкая чешуйчатость поверхности сварного шва, не допускается наличие ноздреватости, свищей, скоплений пор, прожогов, незаплавленных кратеров, наплывов.
- в) должен быть обеспечен плавный переход от наплавленного металла к основному металлу емкости.

После сварки шва обечайки ее собирают с днищем. Сборку осуществляют там же, на универсальном приспособлении. Выполняют прихватку, прихваточные швы равномерно располагают по длине окружности. Расстояние от одной прихватки до другой 150 – 200 мм, при длине прихватки 15...20 мм. Сила тока 180-200 А напряжение дуги 23-26 В. Проволока Св08Г2С диаметром 1,2 мм. Расход защитного газа 8-10 литров в минуту. После контроля прихваток производят сварку шва У2. Контроль выполненного шва выполняют как указано выше.

Следующий этап изготовления емкости – сварка каркаса. Каркас изготовлен из труб 20x40 с толщиной стенки 2 мм. Первая операция заготовительная. Выполняется нарезка труб согласно чертежу. Трубы предназначенные для ободов гнут на вальцах четырехвалковых. Затем у ободов выполняют стыковой сварной шов – соединение С2. Сила тока 200-

220 А напряжение дуги 23-26 В. Проволока Св08Г2С диаметром 1,2 мм. Расход защитного газа 10-12 литров в минуту. После сварки ободов необходимо собрать раму жесткости. Сборку выполняем на столе Demmeler, с использованием штативов, применением угольников, струбцин. Контролируем размеры собранной рамы и выполняем прихватки. Сила тока 180-200 А напряжение дуги 23-26 В. Проволока Св08Г2С диаметром 1,2 мм. Расход защитного газа 10-12 литров в минуту.. Прихваченный каркас снова контролируют и выполняют сварные швы, соединяющие детали каркаса. Выполняют угловые сварные швы, У2. сила тока 180-200 А напряжение дуги 23-26 В. Проволока Св08Г2С диаметром 1,2 мм. Расход защитного газа 10-12 литров в минуту.. После сварки каркаса оббиваем шлак, зачищаем сварные соединения и осматриваем 100% сварные швы, выполняем их обмер на соответствие ГОСТ-5264, контролируем геометрические параметры каркаса, они должны соответствовать требованиям чертежа.

Далее сварные швы, находящиеся на внутренней поверхности каркаса, которые будут находиться в контакте с емкостью зачищают заподлицо с основным металлом, но не допуская врезания в основной металл.

Подготовленную таким образом раму устанавливают на стол Demmeler и устанавливают в нее емкость. В данной операции задействована кран-балка, емкость устанавливают без перекосов, легко постукивая при необходимости молотком. После установки контролируют прилегание емкости к элементам каркаса, Поскольку будет выполняться сварка соединения У2 по ГОСТ 14771, то зазоры в соединении должны соответствовать требованиям стандарта.

После сборки производится сварка прерывистыми швами режим сварки сила тока 180-200 А напряжение дуги 23-26 В. Проволока Св08Г2С диаметром 1,2 мм. Расход защитного газа 10-12 литров в минуту.

Полностью сваренную емкость контролируют на герметичность 100%, и отправляют, при положительных результатах контроля, на участок окраски.

3 Выбор оборудования

В пункте 2.1. бакалаврской работы показано, что при реализации технологического процесса сварки емкости требуется универсальная сборочная оснастка. В настоящее время производители выпускают широкую номенклатуру сборочных приспособлений. Например, столы Demmeler, рисунок 3.1.



Рисунок 3.1 – Стол Demmeler

Выбираем стол с поверхностью 2400x1200 с учетом того, что размер нашей емкости – диаметр 1000 мм.

Каждый такой стол комплектуется набором зажимов, штативов, струбцин, стопоров и прочего оборудования, рисунок 3.2.



Рисунок 3.2 – Дополнительное оборудование

Главными особенностями столов системы Demmeler являются:

- прочное оребрение способствующее высокой грузоподъемности (5000 кг на опору);
- высокое качество стали и конструкция, обеспечивающие требуемую жесткость стола;
- большое количество дополнительных крепежных поверхностей;

- наличие координатной сетки отверстий поверхности стола 50×50 миллиметров.

У стола имеется возможность расширения в длину, ширину и высоту. Благодаря координатной сетке отверстий на стол можно установить быстро и с высокой точностью позиционирования требуемые крепёжные элементы.

При помощи штативов можно быстро закрепить с помощью специальных штифтов на поверхности трубы прямоугольные каркаса жесткости, выдерживая перпендикулярность ободов относительно вертикальных труб.

В качестве источника питания сварочной дуги выбираем полуавтомат ПДГ-500. Применяется для дуговой сварки сплошной электродной проволокой и порошковой в защитных газах. Полуавтомат укомплектован 4-х роликовым механизмом подачи с эл. двигателем 95 Вт(120 Вт).



Рисунок 3.3 – Полуавтомат ПДГ-500

4. Безопасность и экологичность технического объекта.

3.1 Технологическая характеристика объекта

В проектной технологии предлагается заменить способ ручной дуговой сварки штучными электродами на механизированную сварку в защитных газах. Как показывает практика, одним из путей улучшения санитарно-гигиенических характеристик дуговой сварки как раз и является применение механизированных способов, которые позволяют уменьшить поступление в атмосферу сварочного участка. Таким образом уменьшается выделение в воздух рабочей зоны вредных веществ в составе сварочного аэрозоля из обмазки штучных электродов. 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 свариваемых деталей, гибка обечаек;
- 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 деталей, гибка обечаек	Слесарь-сборщик, электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	1) плазменно-воздушный резак 2) Щётка металлическая 3) 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 ПДГ-500 3) стропы 4) шаблон УШС-3 5) линейка металлическая 6) машинка угловая шлифовальная	1) проволока Св-08Г2С Ø 1,2 мм 2) газ углекислый
3. Сварка	Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	1) сварочный полуавтомат ПДГ-500 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	Набор ДМК

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 деталей, гибка обечаек	<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) плазменно-воздушный резак 2) Щётка металлическая 3) 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) сварочный полуавтомат Phoenix-351 2) стропы 3) шаблон УШС-3 4) линейка металлическая 5) машинка угловая шлифовальная

Продолжение таблицы 4.2

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 Phoenix-351 2) 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.

Продолжение таблицы 4.3

- 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 емкости	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 токах 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 емкости, сварка емкости 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 емкости, сварка емкости и контроль качества сварных швов и околошовной зоны	Подготовка стыка, сборка деталей под сварку, выполнение сварки, контроль качества сварных швов и околошовной зоны	Выделяемые при сварке газообразные частицы и сажа	-	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 емкости для воды
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 экологическому разделу

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

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

5 Экономическая эффективность

Базовый вариант сварки емкости для воды на территории мастерских колледжа реализован по принципу дуговой сварки штучными электродами. В разработанном проектом варианте сварки емкости для воды выбрана механизированная сварка в смеси газов проволокой Св08Г2С диаметром 1,2 мм.

Характеристика сравниваемых вариантов представлена в таблице 5.1. Здесь указаны недостатки базового варианта, и как они будут устраняться в проектом варианте технологии.

Таблица 5.1 – Сравнительная характеристика вариантов

Базовый вариант	Проектный вариант
Низкая производительность сварки	Увеличение плотности тока, соответственно и скорость сварки деталей емкости для воды
Расходуется много присадки	Применение проволоки, практически исключает расход присадки на огарки.
Высокое качество и производительность способе обеспечить рабочий высокой квалификации – высокого разряда.	Присадка подается механизированным способом. Возможна экономия заработной платы путем привлечения к работам по сварке емкости рабочих разряда ниже.

5.1 Исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов

Исходные данные необходимые для проведения расчетов, занесены в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Исходные данные для выполнения экономического расчета по измененным операциям технологического процесса сварки емкости для воды

№	Показатель	Условные обозначения	Единицы измерения	Варианты	
				Базовый	Проект
1	2	3	4	5	6
1	Цена присадочного материала: электроды УОНИ-13/45; проволока Св-08Г2С	Цэл	Руб/кг	540	700
2	Значение коэффициента, который учитывает наличие транспортно-заготовительных расходов	Ктз	-	1,05	1,05
3	Величина часовой тарифной ставки	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	-	%	12	12
6	Значение коэффициента, учитывающего размер отчислений на социальные нужды.	Ксн	%	36	36
7	Рыночная стоимость применяемого технологического оборудования	Цоб	Руб	35000	70000
8	Установленная норма амортизационных отчислений на используемое в технологическом процессе оборудование	На	%	18	18
9	Мощность установки	Му	кВт	4,9	5,8
10	Значение коэффициента полезного действия технологического оборудования	КПД	-	0,7	0,85
11	Стоимость электроэнергии	Цээ	Руб/кВт	2,5	2,5
14	Стоимость аренды площади	Сэкспл	Руб/м ²	1800	1800
15	Значение коэффициента, который учитывает цеховые расходы	Кцех	-	2,50	2,50
16	Программа годовая	Пг	Шт	500	500
17	Площадь, которая занята технологическим оборудованием	S	М ²	6	9
18	Норма амортизационных отчислений на площадь	Напл	%	5	5
19	Стоимость приобретения производственных площадей	Цпл	Руб/м ²	3000	3000
20	Значение коэффициента, который учитывает заводские расходы	Кзав	-	2,15	2,15
21	Значение коэффициента,	Кмонт	-	1,2	1,2

Продолжение таблицы 5.2

	учитывающего затраты на монтаж и демонтаж технологического оборудования				
22	Принятое значение нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений	Ен	-	0,33	0,33

5.2 Расчет нормы штучного времени на изменяющиеся операции технологического процесса

Для расчета штучного времени воспользуемся зависимостью:

$$t_{шт} = t_{п-з} + t_o + t_{в} + t_{отл} + t_{обсл} + t_{н.п} \quad (5.1)$$

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% $t_{маш}$.

Для определения машинного времени сварки емкости для воды по базовому и по проектному вариантам воспользуемся зависимостью:

:

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

где: $M_{напл.мет}$ – общий вес металла, наплавленного при сварке емкости, кг/м;

$L_{ш}$ – общая протяженность сварных швов при сварке емкости, считаем по данным чертежа емкости, м;

$I_{св}$ – сила сварочного тока, А;

$\alpha_{напл}$ – коэффициент наплавки при электродуговой сварке = 9 Г/А*час.

Для расчета массы наплавленного в разделку металла воспользуемся следующей зависимостью, кг/м.:

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

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

$F_{н}$ – площадь поперечного сечения шва (наплавляемого валика), мм².

Для однопроходных швов.

$$F_{н} = (8 \div 12) \cdot d_{эл.} \quad (5.4)$$

$$F_{нб} = 10 \cdot 2 = 20 \text{ мм}^2.$$

$$F_{нпр} = 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ мм}^2.$$

$$M_{напл.мет.б} = 7,8 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0,156 \text{ кг/м.}$$

$$M_{напл.мет.пр} = 7,8 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 0,093 \text{ кг/м}$$

Базовый вариант, машинное время:

$$t_{об} = \frac{60 \cdot 0,156 \cdot 1,35}{120 \cdot 9} 11,4 \text{ мин.}$$

Проектный вариант

$$t_{\text{опр}} = \frac{60 * 0,093 * 1,35}{250 * 9} = 7,6 \text{ мин.}$$

Подставляя в 5.1 требуемые значения получим

$$t_{\text{шт\o}} = 0,57 + 11,4 + 1,14 + 0,57 + 0,912 + 0,114 = 14,36 \text{ мин.} = 0,2394 \text{ час.}$$

$$t_{\text{шт\text{пр}}} = 0,06 + 7,6 + 0,76 + 0,38 + 0,608 + 0,076 = 9,576 \text{ мин.} = 0,1596 \text{ час}$$

5.3. Капитальные вложения в оборудование

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

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

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

Прямые капитальные вложения рассчитываются по двум сравниваемым вариантам:

$$K_{\text{пр}} = \sum C_{\text{об}} * k_3 \quad (5.6)$$

где $\sum C_{\text{об}}$ – рыночная стоимость технологического оборудования, руб.;

k_3 – значение коэффициента, который учитывает загрузку технологического оборудования..

Количество единиц оборудования, необходимого для выполнения принятой программы изготовления изделий рассчитывается по формуле:

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

где: $N_{\text{пр}}$ – программа выпуска изделий, шт.;

$t_{\text{шт}}$ – штучное время, затрачиваемое на выполнение сварных швов при изготовлении емкости для воды, мин.;

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

Для выполнения принятой $N_{пр}$ принимаем целое число единиц оборудования ($n_{об.прин}$).

Расчётное определение величины коэффициента загрузки оборудования выполним с использованием зависимости:

:

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

Фонд 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 календарных дней в году;

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

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

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

S – количество рабочих смен;

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

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

$$n_{об.расчетн.б} = \frac{500 * 14,36}{1812 * 60} = 0,06 \text{ шт}$$

$$n_{об.расчетн.пр} = \frac{500 * 9,57}{1812 * 60} = 0,04 \text{ шт}$$

$$k_{зб} = \frac{0,06}{1} = 0,06$$

$$k_{зпр} = \frac{0,12}{1} = 0,04$$

$$K_{прб} = 15000 * 0,06 = 900 \text{ руб.}$$

$$K_{прр} = 42000 * 0,04 = 1680 \text{ руб.}$$

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

:

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

$K_{монт}$ – затраты на монтаж нового оборудования;

$K_{дем}$ – затраты на демонтаж старого оборудования;

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

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

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

$$K_{монт} = 42000 * 0,2 = 8400 \text{ руб.}$$

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

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

$$K_{дем} = 15000 * 0,2 = 3000 \text{ руб.}$$

Расходы на площадь под технологические установки:

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

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

$$K_{\text{плоч}} = 3 * 3000 * 3 * 0,12 = 5400 \text{ руб}$$

$$K_{\text{ОБЩ}}^{\text{БАЗ}} = K_{\text{пр}} = 5400 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ОБЩ}}^{\text{ПР}} = 1680 + 8400 + 3000 + 5400 = 18480 \text{ руб.}$$

Удельные капитальные вложения в оборудование

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

$$K_{\text{уд}}^{\text{БАЗ}} = 900/500 = 1,8 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{уд}}^{\text{ПР}} = 18480/500 = 36,96 \text{ руб.}$$

5.4 Расчет технологической себестоимости сравниваемых вариантов.

Затраты на вспомогательные материалы

Затраты на сварочные материалы

Затраты на сварочные материалы, электроды, в базовом варианте
определим по технологическим картам

$$ЗМ_{\text{СВПР}} = ЗМ_{\text{ЭЛ}} \quad (5.15)$$

$$ЗМ_{\text{ЭЛБ}} = 15,75 \text{ руб.};$$

Для проектного варианта - затраты на сварочную проволоку сплошного сечения:

$$ЗМ_{\text{пр}} = 12,23 \text{ руб.}$$

Расчётное определение расходов на электроэнергию производим с использованием зависимости:

$$Z_{э-э} = \frac{P_{об} \cdot t_{о}}{КПД} Ц_{э-э} \quad (5.16)$$

где $P_{об}$ – полезная мощность оборудования, кВт;

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

КПД – коэффициент полезного действия установки.

Для определения мощности оборудования воспользуемся значениями режимов сварки: сила тока и напряжение.

$$P_{обб} = 120 \cdot 30 = 3600 \text{ Вт} = 6 \text{ кВт}$$

$$Z_{э-э}^Б = \frac{3,6 \cdot 0,19}{0,7} 2,2 = 3,58 \text{ руб.}$$

$$P_{обпр} = 300 \cdot 30 = 9000 \text{ Вт} = 9 \text{ кВт}$$

$$Z_{э-э}^{ПР} = \frac{9 \cdot 0,121}{0,75} 2,2 = 3,19 \text{ руб.}$$

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

$$Z_{об} = A_{об} + P_{т.р} \quad (5.17)$$

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

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

Величину амортизации оборудования вычисляем с использованием формулы:

$$A_{об} = \frac{Ц_{об} * N_{об} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60 * 100} \quad (5.18)$$

где Ц_{об} – принятое значение стоимости оборудования, руб;

На_{об} – принятое значение нормы амортизации оборудования, %;

Подставив в (5.18) необходимые значения, получим:

$$A_{\text{об}}^{\text{б}} = \frac{15000 \cdot 14,36 \cdot 18}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 0,35 \text{ руб}$$

$$A_{\text{об}}^{\text{пр}} = \frac{42000 \cdot 9,57 \cdot 18}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 0,66 \text{ руб}$$

Расчётное определение расходов на текущий ремонт:

$$P_{\text{т.р}} = \frac{Ц_{\text{об}} * H_{\text{т.р}} * k_3}{\Phi_{\text{эф}} * 100} \quad (5.19)$$

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

$$P_{\text{т.р}}^{\text{б}} = \frac{15000 * 35 * 0,06}{1812 * 100} = 0,17 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{т.р}}^{\text{пр}} = \frac{42000 * 35 * 0,04}{1812 * 100} = 0,32 \text{ руб.}$$

Итого, затраты на оборудование

$$З_{\text{об}}^{\text{б}} = 0,35 + 0,17 = 1,14 \text{ руб}$$

$$З_{\text{об}}^{\text{пр}} = 0,66 + 0,32 = 2,53 \text{ руб.}$$

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

$$З_{\text{площ}} = \frac{Ц_{\text{площ}} * S_{\text{площ}} * На_{\text{площ}} * t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} * 100 * 60} \quad (5.20)$$

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;

$$z_{\text{плоч}}^{\text{б}} = \frac{3000 * 8 * 2 * 14,36}{1812 * 100 * 60} = 0,06 \text{ руб.}$$

$$z_{\text{плоч}}^{\text{пр}} = \frac{3000 * 11 * 2 * 9,57}{1812 * 100 * 60} = 0,05 \text{ руб.}$$

Расчётное определение затрат на вознаграждение рабочим по результатам труда и отчислений в соцстрах.

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

$$\text{ФЗП} = \text{ЗП}_{\text{осн}} + \text{ЗП}_{\text{доп}}. \quad (5.21)$$

Для расчётного определения основной зарплаты используем зависимость:

$$\text{ЗП}_{\text{осн}} = t_{\text{шт}} \cdot C_{\text{ч}} \cdot k_{\text{зпл}} \quad (5.22)$$

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

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

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

$$k_{\text{зпл}} = k_{\text{пр}} * k_{\text{вн}} * k_{\text{у}} * k_{\text{нф}} * k_{\text{н}} \quad (5.23)$$

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

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

$k_{\text{у}} = 1,1$ – 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.

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

$$ЗПЛ_{осн}^Б = 0,239 \cdot 74,89 \cdot 1,81 = 31,17 \text{ руб.}$$

$$ЗПЛ_{осн}^{ПР} = 0,159 \cdot 53,16 \cdot 1,81 = 14,43 \text{ руб.}$$

Для расчётного определения дополнительной заработной платы используем формулу:

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{k_d}{100} \cdot ЗПЛ_{осн} \quad (5.24)$$

где k_d – коэффициент, соотношения между основной и дополнительной заработной платой, 10%.

$$ЗПЛ_{доп}^Б = 31,17 \cdot 10 / 100 = 3,12 \text{ руб.}$$

$$ЗПЛ_{доп}^{ПР} = 14,43 \cdot 10 / 100 = 1,44 \text{ руб.}$$

$$\Phi ЗПб = 31,17 + 3,12 = 34,29 \text{ руб.}$$

$$\Phi ЗПпр = 14,43 + 1,44 = 15,87 \text{ руб.}$$

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

$$O_{сн} = \Phi ЗП \cdot N_{соц} / 100 \quad (5.25)$$

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

Подставив в (5.25) необходимые значения, получим:

$$O_{сн}^Б = 34,29 \cdot 30 / 100 = 10,28 \text{ руб.}$$

$$O_{сн}^{ПР} = 15,87 \cdot 30 / 100 = 4,76 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость определяется как сумма всех затрат

$$C_{\text{ТЕХ}} = Z_{\text{М}} + Z_{\text{Э-Э}} + Z_{\text{ОБ}} + Z_{\text{ПЛ}} + \Phi\text{ЗП} + O_{\text{СН}} \quad (5.26)$$

$$\text{Стехбаз} = 15,75 + 3,58 + 1,14 + 0,06 + 34,29 + 10,28 = 65,64 \text{ руб.}$$

$$\text{Стехпр} = 12,23 + 3,19 + 2,53 + 0,05 + 15,87 + 4,76 = 38,63 \text{ руб.}$$

5.5 Цеховая себестоимость

Расчётное определение величины цеховой себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = C_{\text{ТЕХ}} + P_{\text{ЦЕХ}} \quad (5.27)$$

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

$$P_{\text{цех}} = Z_{\text{осн}} \cdot k_{\text{цех}} \quad (5.28)$$

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

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

$$\text{Сцехбаз} = 65,64 + 31,17 \cdot 2,5 = 65,64 + 77,92 = 143,56 \text{ руб.}$$

$$\text{Стехпр} = 38,63 + 14,43 \cdot 2,5 = 38,63 + 36,07 = 74,70 \text{ руб.}$$

5.6 Заводская себестоимость

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

кзав – коэффициент общезаводских расходов, 1,8

$$C_{зав}^Б = 143,56 + 31,17 * 1,8 = 143,56 + 56,10 = 199,66 \text{ руб.}$$

$$C_{зав}^{ПР} = 74,70 + 14,43 * 1,8 = 74,70 + 25,97 = 100,67 \text{ руб.}$$

Калькуляция себестоимости

Результаты расчета себестоимости сведем в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Калькуляция себестоимости сварки емкости для воды

№ п/п	Показатели	Усл. обозн	Калькуляция, руб	
			базов	Проект
1	2	3	4	5
1	Материалы	М	15,75	12,23
2	Фонд заработной платы	ФЗП	34,29	15,87
3	Отчисления на социальные нужды	Осн	10,28	4,76
4	Затраты на оборудование	Зоб	1,14	2,53
5	Затраты на площади	Зпл	0,06	0,05
	Себестоимость технологическая	Стех	65,64	38,63
6	Цеховые расходы		77,92	36,07
	Себестоимость цеховая	Сцех	143,56	74,70
7	Заводские расходы		56,10	25,97
	Себестоимость заводская	Сзав	199,66	100,67

5.7 Расчет экономической эффективности проекта

Условно-годовая экономия (ожидаемая прибыль от снижения себестоимости изготовления изделия)

$$Пр_{ож.} = Э_{у.г.} = \left(C_{зав}^б - C_{зав}^{пр} \right) \cdot N_{пр} \quad (5.30)$$

$$\mathcal{E}_{y,\Gamma} = (199,66 - 100,67) \cdot 500 = 49495 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения более производительного оборудования

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = [(C_{3AB}^B + E_H \cdot K_{yD}^B) - (C_{3AB}^{PP} + E_H \cdot K_{yD}^{PP})] \cdot N_{\text{пр}} \quad (5.31)$$

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = [(199,66 + 0,33 \cdot 1,8) - (100,67 + 0,33 \cdot 36,96)] \cdot 500 = 43691 \text{ руб.}$$

Показатели снижения трудоемкости

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{t_{\text{штБ}} - t_{\text{штПР}}}{t_{\text{штБ}}} \cdot 100\% \quad (5.32)$$

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{0,2394 - 0,1596}{0,2394} \cdot 100\% = 45,6\%$$

Для расчетного определения Показатель повышения производительности труда

$$P_T = \frac{100 \cdot \Delta t_{\text{шт}}}{100 - \Delta t_{\text{шт}}} \quad (5.33)$$

$$P_T = \frac{100 \cdot 45,6}{100 - 45,6} = 83,8\%$$

Срок окупаемости капитальных вложений

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{общпр}}}{\mathcal{E}_{y,\Gamma}} \quad (5.34)$$

$$T_{ок} = \frac{2929,5}{22175} \approx 0,5 \text{ года}$$

Коэффициент сравнительной экономической эффективности

$$E_{сп} = 1/T_{ок} = 1/0,5 = 2. \quad (5.35)$$

Выводы по экономическому разделу

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

Показано, что проектный вариант сварки после своего внедрения в производство даст такие эффекты, как уменьшение трудоемкости на 45 %, увеличение производительности труда на 83 %, что уменьшило технологическую себестоимость на 45%. Расчетная величина условно-годовой экономии составила 49 тыс. рублей.

Величина годового экономического эффекта, полученная с учетом затрат на капитальные вложения в оборудование, составит 43 тыс. рублей. Капитальные вложения в оборудование размером будут окуплены за 0,5 года. Можно сделать вывод о том, что разработанная технология обладает экономической эффективностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Базовая технология сварки емкости предусматривает применение ручной дуговой сварки штучными электродами и обладает следующими недостатками: малая производительность сварки, низкое качество выполняемых работ. Разработан технологический процесс сварки, которым, в отличие от базового, применена технология механизированной сварки. Это позволяет уменьшить трудоемкость изготовления емкости.

Для реализации разработанной технологии подобран полуавтомат и сборочный стол.

При внедрении результатов бакалаврской работы предполагается получить годовой экономический эффект в размере 43691 руб.

Следовательно, поставленная в выпускной квалификационной работе цель достигнута

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Волченко В.Н. Сварка и сварочные материалы, том . 1 [Текст] / В.Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1991 – 527 с.
2. Колганов Л. А. Сварочное производство. Учебное пособие [Текст] / Л.А. Колганов. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. - 512 с.
3. Мейстер Р. А. Нестандартные источники питания для сварки : учеб. пособие / Р. А. Мейстер. - ВУЗ/изд. - Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2004. - 96 с.
4. Гитлевич А.Д., Этитоф А.А. Механизация и автоматизация сварочного производства [Текст] / А.Д. Гитлевич, А.А. Этитоф. – М.: Машиностроение, 1987 – 280 с.
5. 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..
6. Справочник конструктора и технолога / сост. В. М. Михин, Б. Е. Кобызев, В. В. Михайленко. - Королев : ЦНИИМАШ, 2000. - 582 с.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. Изучение сварочного трансформатора : метод. указания к лаб. работе №4 по дисциплине "Электротехнологические установки" / сост. М. А.

- Бондаренко [и др.] ; науч. ред. В. М. Салтыков ; ТГУ ; Каф. "Электроснабжение промышленных предприятий". - Тольятти : ТГУ, 2003. - 13 с.
12. Косинцев В.И. Основы проектирования химических производств и оборудования / В.И. Косинцев [и др.] – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 395 с.
13. Михлюк С. П. Технология и оборудование для сварки плавлением : учеб. пособие для вузов. [Текст] / С. П. Михлюк - Ростов н/Д. : Феникс, 2002. - 215 с.
14. Чебац В.А. Сварочные работы: Учеб. пособие [Текст] / В.А. Чебац - 3-е изд. перераб.- Ростов-на-Дону: изд. центр «Феникс», 2006. - 412 с.
15. Красовский А.М. Основы проектирования сварочных цехов [Текст] / А.М. Красовский. – М.: Машиностроение, 1979 – 319 с.
16. Клюев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика [Текст] /В.В. Клюев. - М.: Машиностроение, 1995. - 390 с.
17. Александров А.Р. Источники питания для дуговой сварки [Текст] / А.Р. Александров, В.С. Милютин. - М.: Машиностроение, 1982-427 с.
18. Колганов Л. А. Сварочное производство : учеб. пособие / Л. А. Колганов. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2002. - 504 с.
19. Гостюшин А. В. Энциклопедия экстремальных ситуаций [Текст] / А. В. Гостюшин. — М.: Изд. «Зеркало», 1995.-288 с.
20. Сахно К. В. Технология сварки металлов: учебник для вузов [Текст] / К. В. Сахно. - Киев : Вища школа, 1977. - 180 с.
21. Рыбаков А.М. Сварка и резка металлов. Учебник для средних профессионально-технических училищ [Текст] / А.М. Рыбаков. - М.: Высшая школа, 1977.