

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные
процессы»

(наименование кафедры)

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Оборудование и технология сварочного производства

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка технологии и подбор оборудования для сборки сварки
стенок нагревательного аппарата

Студент

Е.Е. Шаронов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.В. Ельцов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

П.А. Корчагин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

О.М. Сярдова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

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

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

(личная подпись)

« » 20 г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Цель представленной ВКР – повышение производительности и качества сварки стенки нагревательного аппарата.

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

В выпускной квалификационной работе предложены технологические мероприятия по повышению эффективности. В проектном варианте технологии предложено произвести замену ручной дуговой сварки на полуавтоматическую сварку в среде защитных газов CO_2 .

Проектный вариант сварки после своего внедрения в производство даст увеличение производительности труда на 10%. Величина годового экономического эффекта, полученная с учетом затрат на капитальные вложения в оборудование, составила 72143120,00 рублей.

ВКР состоит из пояснительной записки изложенной в 54 листах формата А4, 12 рисунков, 20 таблиц и графической части состоящей из 6 листов формата А1. ВКР содержит введение, расчетно-организационный раздел, технический раздел, конструкторский раздел, обеспечение безопасности труда, экономический раздел, вывод и список использованных источников.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Характеристики нагревательного аппарата и условий его эксплуатации.....	7
1.1 Типовые технические характеристики нагревательного аппарата, назначение, требования по эксплуатации.....	7
1.2 Материалы для производства стенок нагревательного аппарата, анализ свариваемости.....	8
1.3 Характеристика типовых конструкций и элементов нагревательного аппарата.....	12
1.4 Задачи выпускной квалификационной работы.....	13
2 Разработка технологии сборки и сварки стенок нагревательного аппарата.....	14
2.1 Анализ существующих технологий и оборудования для сварки стенок аппарата.....	14
2.2 Обоснование выбранного способа сварки.....	15
2.3 Разработка технологии и подбор оборудования для производства стенок нагревательного аппарата.....	27
2.4 Подбор режимов сварки, техника выполнения сварных швов.....	20
2.5 Выбор сварочного оборудования.....	21
2.6 Описание конструкции и принципа работы сборочно-сварочного приспособления.....	24
2.7 Выбор и обоснование методов контроля.....	28
3 Экологичность и безопасность работ при сварочном производстве.....	31
3.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.....	31
3.2 Идентификация профессиональных рисков.....	32
3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	33
3.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	35

3.5 Заключение по разделу.....	38
4 Расчет экономической эффективности разрабатываемого проекта.....	39
4.1 Расчет себестоимости сварки стенки аппарата.....	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	51

ВВЕДЕНИЕ

«Выпариванием называется концентрирование растворов практически нелетучих веществ в жидких летучих растворителях»[27].

Нагреванию подвергают растворы, а также высококипящие жидкости, обладающие при температуре выпаривания весьма малым давлением пара.

«При нагревании осуществляется удаление растворителя из объема раствора при его температуре кипения. Поэтому выпаривание отличается от испарения, которое, происходит с поверхности раствора. В ряде случаев выпаренный раствор подвергают последующей кристаллизации в нагревательных аппаратах, специально приспособленных для этой задачи»[27].

«Тепло для выпаривания можно подводить любыми нагревательными аппаратами. Однако в подавляющем большинстве случаев в качестве греющего агента при выпаривании используют водяной пар, который называют первичным. Пар, образующийся при выпаривании кипящего раствора, называется вторичным»[27].

«Тепло необходимое для выпаривания раствора, обычно подводится через стенку, отделяющую теплоноситель от раствора. На некоторых производствах концентрирование растворов осуществляют при непосредственной помощи соприкосновения нагретого раствора с газами или другими теплоносителями»[27].

«Экономия первичного пара (и топлива) может быть достигнута также в однокорпусных выпарных установках с тепловым насосом. В таких установках вторичный пар на выходе из нагревательного аппарата сжимается с помощью теплового насоса (термокомпрессора) до давления, соответствующего температуре первичного пара, после чего он возвращается в аппарат для выпаривания раствора»[26].

Данная ВКР посвящена разработке технологии сборки и сварки стенки нагревательного аппарата для обеспечения безопасности персонала и

уменьшения теплоотдачи при работе. Цель – повышение производительности процесса сварки нагревательного аппарата.

1 Характеристика нагревательного аппарата и условий его эксплуатации

1.1 Типовые технические характеристики нагревательного аппарата, назначение, требования по эксплуатации

«Однокорпусная выпарная установка включает лишь один выпарной аппарат (корпус). Рассмотрим принципиальную схему одиночного непрерывно действующего выпарного аппарата с естественной циркуляцией раствора на примере аппарата с внутренней центральной циркуляционной трубой (рис. 1.1). Аппарат состоит из теплообменного устройства - нагревательной (греющей) камеры 1 и сепаратора 2. Камера обогревается обычно водяным насыщенным паром, поступающим в ее межтрубное пространство»[26]. «Конденсат отводят снизу камеры. Поднимаясь по трубам 3, выпариваемый раствор нагревается и кипит с образованием вторичного пара. Отделение пара от жидкости происходит в сепараторе 2».[27]

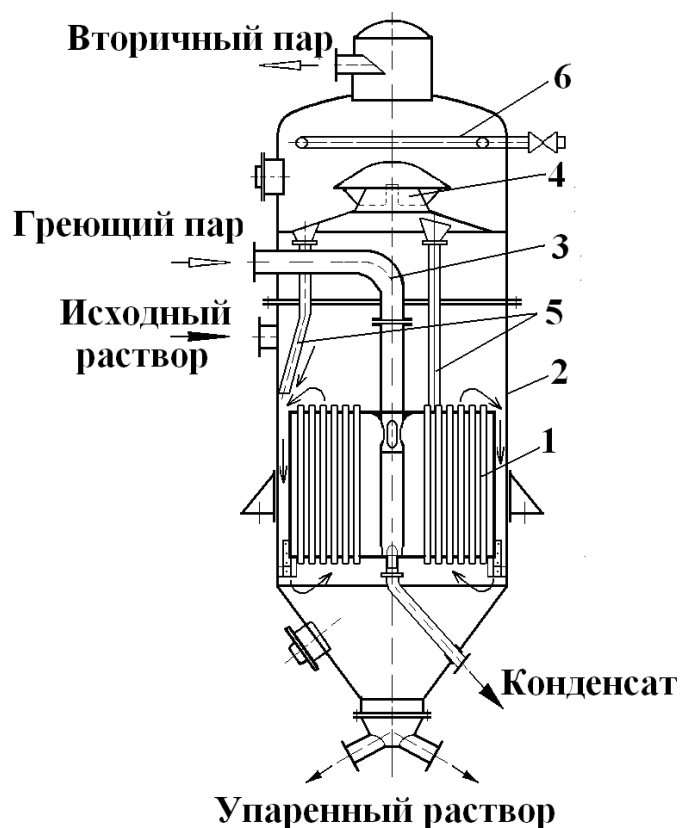


Рисунок 1.1 - Нагревательный аппарат

«Освобожденный от брызг и капель вторичный пар удаляется из верхней части сепаратора. Часть жидкости опускается по циркуляционной трубе 2 под нижнюю трубную решётку греющей камеры. Вследствие разности плотностей раствора в трубе 4 и парожидкостной эмульсии в трубах 3 жидкость циркулирует по замкнутому контуру, упаренный раствор удаляется через штуцер в днище аппарата»[26]. «Если выпаривание производится под вакуумом, то вторичный пар отсасывается в конденсатор паров, соединенный с вакуум-насосом. Упаренный раствор удаляется из конического днища аппарата»[27].

1.2 Материалы для производства стенок нагревательного аппарата.

Анализ свариваемости

Данная сварная конструкция – стенка – предназначена для облицовки нагревательного аппарата. Стенка должна отвечать следующим технологическим требованиям: обладать прочностью, надежностью. Материал данной сварной конструкции должен иметь хорошую свариваемость. Конструкция узла представлена на рисунке 1.2

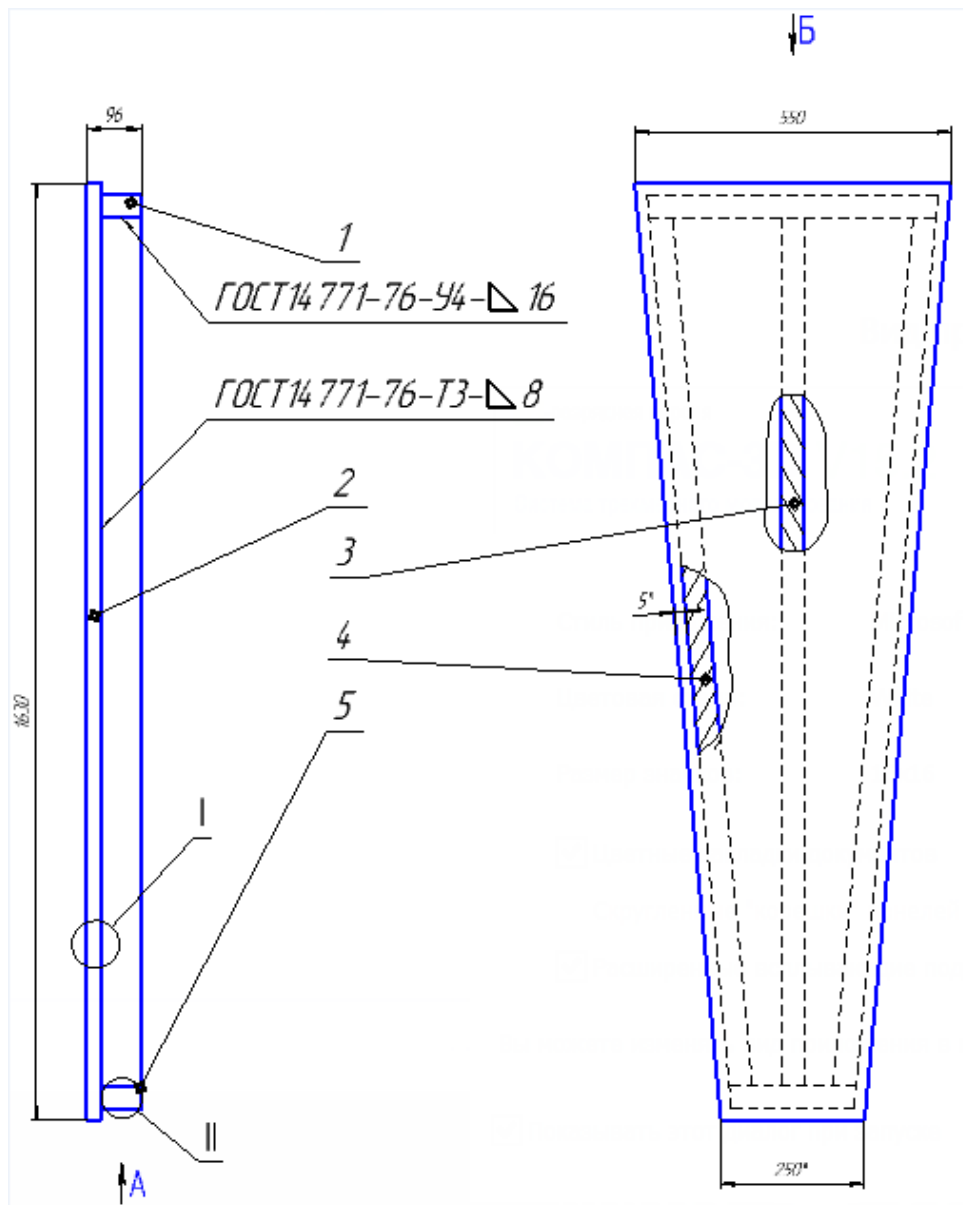


Рисунок 1.2 - Эскиз сварного узла стенка

Стенка состоит из следующих деталей: большой фланец (поз.1), основание (поз.2), ребер жесткости (поз.3 – 1шт. и поз.4-2шт.) и малый фланец (поз.5).

Большой фланец (поз.1) представляет собой пластину прямоугольной формы с размерами 540×80 мм, толщиной 20 мм.

Основание представляет собой пластину трапециидальной формы (поз.2) с размерами $550 \times 250 \times 1630$ мм и толщиной 16 мм.

Ребро жесткости (поз.3) представляет собой прямоугольную пластину с размерами 1580×80 мм, толщиной 20 мм.

Ребро жесткости (поз.4-2 шт.) представляет прямоугольной формы с размерами 1560×80 мм и толщиной 20 мм.

Малый фланец (поз.5) представляет собой прямоугольную пластину размерами 240×80 мм, толщиной 20 мм.

«Оптимальными являются конструктивные формы, которые отвечают служебному назначению изделия, обеспечивают надежную работу в пределах заданного ресурса, позволяют изготовить изделие при минимальных затратах материалов, труда и времени»[20].

«Эти признаки определяют понятие технологичности. Кроме того, необходимо, чтобы конструкция отвечала требованиям технической эстетики. Эти требования должны соблюдаться на всех стадиях проектирования и изготовления конструкций. Технологичность конкретной конструкции оценивают качественно и количественно»[20]. Качественная оценка характеризует технологичность обобщенно на основании опыта исполнителя. Она предшествует количественной оценке и выражается численным показателем. Характеризующим степень удовлетворения требований к технологичности конструкции. Необходимость количественной оценки, номенклатура показателей и методика их определения устанавливаются отраслевыми стандартами и стандартами предприятий согласно ГОСТ 14.201-83.

«Технологичной считается конструкция, обеспечивающая наиболее простое экономическое и быстрое изготовление при обязательном соблюдении необходимых условий: прочности, устойчивости, выносливости и других эксплуатационных качеств»[20].

Данная сварная конструкция состоит из небольшого количества деталей. Что позволяет применить сборочное приспособление, которое при сборке обеспечивает повышение точности, производительности и снижение

трудоемкости этой операции. Сварные соединения практически однотипны, доступны и что дает возможность применить механизированный способ сварки полуавтоматом. Таким образом, данную конструкцию можно считать технологичной.

«При выборе материала для сварной конструкции руководствуются требованиями:

- обеспечение необходимой прочности и жесткости при наименьших затратах на ее изготовление с учетом максимальной экономии металла.
- гарантируемое условие хорошей свариваемости при минимальном разупрочнении и снижении пластичности в зоне сварного соединения.
- обеспечение надежности эксплуатации при заданных статистических и динамических нагрузках, агрессивных средах и переменной температурой с целью обеспечения этих требований»[21].

Данная сварная конструкция изготавливается из низколегированной малоуглеродистой стали марки 09Г2С.

Данная сталь до температуры 500° включительно не склонна к тепловой хрупкости и не раз упрочняется в результате длительного старения. Эта сталь применяется для строительства аппаратов и воздухозаборников в химическом и нефтяном машиностроении, работающие под давлением и при температурах от -70° до + 500°С[21]

Химический состав и механические свойства стали марки 09Г2С приведены в таблице 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 09Г2С (В процентах)

Сталь	С	Si	Mn	Ni	Cu	Другие элементы
09Г2С	Не более 0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	Не более 0,3	0,15-0,3	Не более 0,3Сz

Не более 0,35% P, 0,04% S.

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 09Г2С

Сталь	Толщина проката	σ_B МПа	σ_T МПа	δ_5 %	a_n , КДж/м ²
		не менее			
09Г2С	10-32	460	310	21	900

1.3 Характеристика типовых конструкций и элементов нагревательного аппарата

Однокорпусная выпарная установка включает лишь один нагревательный аппарат.

«Аппарат состоит из теплообменного устройства — нагревательной (греющей) камеры 1 и сепаратора 2. Камера и сепаратор могут быть объединены в одном аппарате (рис. 1) или камера может быть вынесена и соединена с сепаратором трубами. Камера обогревается обычно водяным насыщенным паром, поступающим в ее межтрубное пространство. Конденсат отводят снизу камеры»[7].

Поднимаясь по трубам 3, выпариваемый раствор нагревается и кипит с образованием вторичного пара. Отделение пара от жидкости происходит в сепараторе 2. Освобожденный от брызг и капель вторичный пар удаляется из верхней части сепаратора.

«Часть жидкости опускается по циркуляционной трубе 2 под нижнюю трубную решётку греющей камеры. Вследствие разности плотностей раствора в трубе 4 и парожидкостной эмульсии в трубах 3 жидкость циркулирует по замкнутому контуру упаренный раствор удаляется через штуцер в днище аппарата»[7].

«Если выпаривание производится под вакуумом, то вторичный пар отсасывается в конденсатор паров, соединенный с вакуум-насосом. Упаренный раствор удаляется из конического днища аппарата»[7].

«Нагревательные аппараты изготавливают из меди, латуни, стали и нержавеющей стали. В ряде случаев для предохранения металлических стенок аппаратов от коррозии при соприкосновении с продуктом их покрывают эмалью. Наиболее стойкой к воздействию кислот, содержащихся в пищевых продуктах, является эмаль, которой покрывают стальные стенки аппаратов. Эмалированные поверхности обеспечивают наиболее гигиенические условия при переработке продуктов. Эти материалы обладают высокой механической прочностью и хорошо противостоят коррозии»[2].

1.4 Задачи выпускной квалификационной работы

1. На основании анализа выбрать более эффективный способ сварки стенки нагревательного аппарата.
2. Разработать технологию сборки - сварки стенки и рассчитать экономическую эффективность разработанного проекта.

2 Разработка технологии сборки и сварки стенок нагревательного аппарата

2.1 Анализ существующих технологий и оборудования для сварки стенок нагревательного аппарата

При выборе способа сварки предварительно необходимо произвести технологический и конструктивный анализ, который включает в себя следующие составляющие:

- вид конструкции, ее габариты и масса;
- условия эксплуатации температура, давление, уровень нагрузок, агрессивность среды;
- тип производства;
- возможная степень механизации;
- вид сварного соединения, его положение;
- протяженность и доступность швов.

Приоритет при выборе необходимо сделать – это определить группу свариваемости металла и его активность.

«Затем необходимо проанализировать толщину металла, чем больше толщина, тем целесообразнее использование механизированных способов сварки. При толщине металла свыше 300 мм становится рациональней применение ЭШС»[20].

В дальнейшем необходимо оценить протяженность одного отдельного шва представителя. При длине шва свыше 1.5 метров необходимо проанализировать возможность применения сварочных автоматов.

На выбор способа сварки достаточно большое влияние оказывает положение сварных швов и их конфигурация. При выборе автоматического способа сварки положение должно быть только нижним, а швы должны быть прямолинейными или кольцевыми.

«В данном дипломном проекте сварной узел изготавливается из стали 09Г2С которая сваривается без ограничений всеми способами сварки. Толщина свариваемых деталей 16 и 20 мм, швы малопротяженные, различного пространственного положения, прямолинейные. Исходя из всего выше сказанного возможным способом сварки, рекомендуемым для данного узла, является дуговая сварка полуавтоматом в среде защитного газа»[21].

2.2 Обоснование выбранного способа сварки

Для определения выбора способа сварки конкретного изделия необходимо произвести конструктивно-технологический анализ. Он включает в себя:

а) Анализ конструкции изделия:

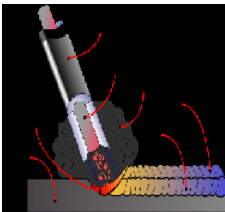
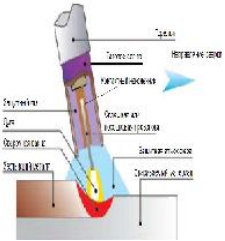
- вид;
- габариты;
- масса;
- условия эксплуатации;
- возможность ремонта;
- основной материал (группа, толщина, способ изготовления, химические и механические свойства)

б) Технологический анализ соединений, швов и организации сварочных работ:

- сварочное соединение (вид, тип шва);
- положение сварки;
- протяженность шва;
- конфигурация;
- доступность шва;
- загруженность соединения;
- степень ответственности

Анализ возможных способов сварки приведен в таблице 2.1:

Таблица 2.1 – Анализ возможных способов сварки

Способ сварки	Эскиз	Преимущества	Недостатки
1	2	3	4
Ручная дуговая сварка		Высокая манёвренность, возможность сварки во всех пространственных положениях; самый дешевый способ сварки, простота сварочного оборудования	Низкая производительность, качество сварки зависит от квалификации сварщика
Механизованная сварка плавящимся электродом в среде CO ₂		Высокая производительность, возможность сварки в различных положениях пространства, в труднодоступных местах швов сложной конфигурации, использовании защитной среды	Разбрызгивание и окисление металла, посредством формирования шва
1	2	3	4

Продолжение таблицы 2.1 – Анализ возможных способов сварки

1	2	3	4
Сварка в смеси газов CO ₂ + Ar		Способствует уменьшению разбрызгивания металла, повышает стабильность горения дуги, улучшается формирование шва	Удорожание защитной среды, увеличивается излучение дуги
Аргонно-дуговая сварка неплавящимся электродом		Высокое качество шва, уменьшение разбрызгивания, возможность применения переменного тока	Необходимость осциллятора, удорожание защитной среды, увеличение расхода газа
Автоматическая сварка под флюсом		Высокое качество; Высокая производительность, достигающая 120 м/ч; Низкое разбрызгивание; Высокий КПД процесса	Низкая маневренность; Возможность использования при сварке только длинных швов; Большая стоимость, и энергопотребление по сравнению с полуавтоматом

Данная конструкция выполнена из стали О9Г2Д, это низколегированная сталь с хорошей свариваемостью. Данная конструкция изготавливается из деталей толщиной 16 и 20 мм. Конфигурация швов-прямолинейные, угловые. Самый длинный шов составляет 1630мм.

Для данной конструкции целесообразнее применение механизированной сварки полуавтоматов в среде CO₂.

2.3 Разработка технологии и подбор оборудования для производства стенок нагревательного аппарата

К исходным данным для выбора сварочных материалов относится:

- основной материал будущей сварной конструкции;
- условия работы данной конструкции;
- способ сварки;
- условия эксплуатации будущей конструкции:
- химический состав основного материала конструкции
- санитарно-гигиенические требования к сварочным материалам

К сварочным материалам относятся:

- покрытые металлические электроды;
- стальная проволока сплошного сечения и порошковая;
- неплавящиеся вольфрамовые, угольные и графитовые стержни;
- бронзовые электроды для контактной сварки.

К вспомогательным сварочным материалам относятся:

- флюсы;
- защитные газы;
- пасты

В данном дипломном проекте для сварки стенки, выбран способ механизированной сварки полуавтоматом в среде защитного газа CO_2

Для сварки CO_2 исходя из условий равнопрочности можно выбрать самую дешевую проволоку СВ-08А, но учитывая специфические особенности этого способа сварки, т.е. сильное окислительное воздействие углекислого газа на наплавленный металл, которое необходимо компенсировать за счет введения активных раскислителей в состав сварочной проволоки, поэтому следует остановить свой выбор на сварочной проволоке Св-08Г2С ГОСТ 2246-70. Химический состав проволоки приведен в таблице 2.2

Таблица 2.2 - Химический состав сварочной проволоки Св-08Г2С ГОСТ 2246-70. В процентах

Марка	C	Si	Mn	Cr
Св-08Г2С	0,05-011	0,70-0,95	1,80-2,10	не более 0,20

Данная проволока улучшает качество сварного шва элементами, которые при сварке испаряются в окружающую атмосферу, т.е. обеспечивают легирование

В качестве защитного газа выбран углекислый газ по ГОСТ 8050-75 первого сорта (99,5%CO₂) в нормальных условиях представляет собой бесцветный газ с едва ощутимым запахом.

Существует три метода определения расхода сварочных материалов:

- аналитический по параметрам режима;
- расчетный, по размерам поперечного сечения;
- табличный

$$M_{св} = M_{свТ3} \times 8 + M_{свУЧ16} \quad (2.1)$$

$$M_{свТ3} \Delta 8 = KL_{шва} \quad (2.2)$$

K – коэффициент расхода проволоки на 1 погонный метр шва, L – длина шва

$$M_{свТ3} \Delta 8 = 0,655 \times 5,64 = 3,69 \text{ (кг)} \quad (2.3)$$

$$M_{свУЧ} \Delta 16 = 1,381 \times 0,32 = 0,44 \text{ (кг)} \quad (2.4)$$

$$M_{св} = 3,69 + 0,44 = 4,13 \text{ (кг)} \quad (2.5)$$

$$Q_{CO_2} = Q_{CO_2Т\Delta 8} + Q_{CO_2УЧ \Delta 16} \quad (2.6)$$

$$Q_{CO_2Т3} \Delta 8 = K_1 \cdot L_{шва} \quad (2.7)$$

K₁ – коэффициент расхода CO₂ на 1 погонный метр шва

$$Q_{CO_2Т3} \Delta 8 = 0,664 \times 5,64 = 3,74 \text{ (кг)} \quad (2.8)$$

$$Q_{CO_2УЧ} \Delta 16 = 1,821 + 0,32 = 0,58 \text{ (кг)} \quad (2.9)$$

$$Q_{CO_2} = 3,74 + 0,58 = 4,32 \text{ (кг)} \quad (2.10)$$

2.4 Подбор режимов сварки, техника выполнения сварных швов

Режимом называется совокупность регулируемых параметров, обеспечивающих получения сварного соединения заданных размеров и требуемого качества.

Существует три основных способа определения параметров режима:

- аналитический;
- табличный;
- графический.

Для выбранного способа сварки механизированной полуавтоматом в CO_2 - параметрами режима сварки является: -диаметр электродной проволоки, мм;

- сила сварочного тока $I_{\text{св.}}$, А; -напряжение на дуге $U_{\text{д}}$, В;
- расход углекислого газа CO_2 , кг;
- скорость подачи проволоки $V_{\text{п.п}}$, м/ч.

Для сварки детали применяем угловой тип соединения, приведенный на рисунке 2.1

В данном дипломном проекте используется табличный способ определения режима сварки. Параметры режимов сварки приведены в таблице. Ниже приводятся их эскизы

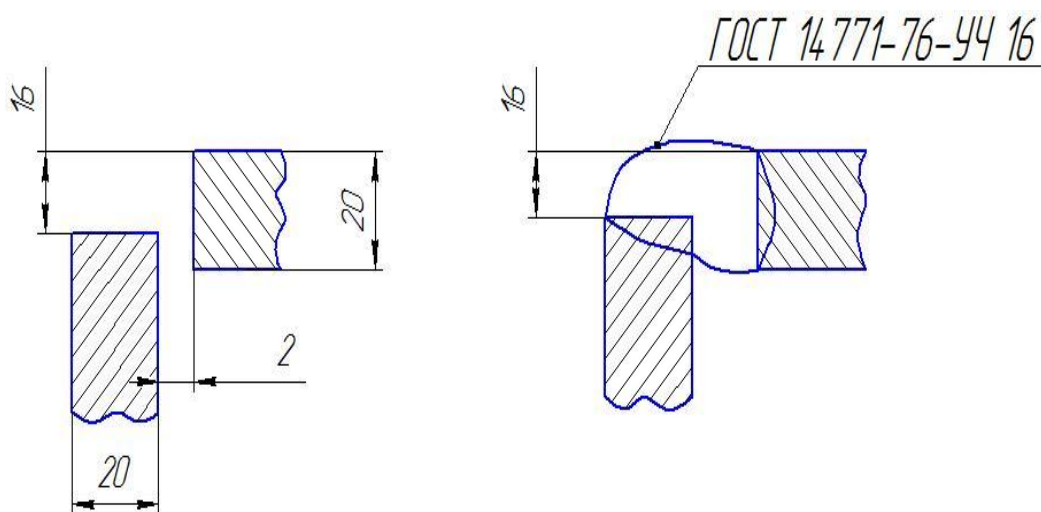


Рисунок 2.1 - Подготовка кромок и вид сварного шва

вид шва	Категория	Режим сварки					Расход на 1 м основного шва			Масса наплавленного металла на 1 м основного шва
		Кол-во слоев	Диаметр проволоки, мм	Сила сварочного тока А	Напряжение дуги, В	Скорость подачи проволоки	Электрическая мощность, кВт/ч	Углекислый газ, кг	Сварочная проволока, кг	
ТЗ	8	2	2	220-450	22-35	140-370	3,57	0,86 4	0,65 5	0,596
УЧ	16	2	2	220-450	22-35	140-370	7,53	1,82 1	1,38 1	1,256

2.5 Выбор сварочного оборудования

«По мере расширения области применения сварки и распространения ее на изготовление изделий из тонкого металла, высоколегированных сталей, цветных сплавов и т.д. были совершенствованы методы сварки плавящимся электродом и разработаны новые методы сварки неплавящимся электродом в инертных газах, что повлекло за собой разработку новых главным образом механизированных видов сварочного оборудования. Большими темпами ведутся работы по внедрению комплексной механизации и автоматизации сварки плавлением и контактных процессов. Разработка новых технологических процессов в расчете на высокую степень автоматизации и механизации работ с

начальной стадии внедрения, это один из основных тенденций развития сварочной техники»[22].

При выборе сварочного оборудования нужно ориентироваться на:

- способ сварки;
- режим сварки;
- годовую программу;
- современные достижения науки и техники;
- экономическую целесообразность;
- максимально возможную степень механизации сварочных работ.

Кроме того, критериями выбора служат следующие признаки:

- технологическая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии;
- лучшие эксплуатационные качества;
- простота обслуживания;
- наибольший КПД;
- наименьшее потребление энергии, габаритные размеры, занимаемая площадь, масса.

В данной ВКР выбрана дуговая сварка в среде углекислого газа полуавтоматом, со следующими параметрами режима:

- диаметр электродной проволоки, мм 2 мм;
- сила тока $I_{св}$, А; 220-450А;
- скорость подачи проволоки $V_{п.п}$, м/ч; 140-210.

Для выполнения процесса сварки требуется сварочное оборудование, которое будет обеспечивать данные режимы сварки. Подающий механизм ПДГ-516УЗ предназначен для механизированной дуговой сварки сталей и сплавов в среде защитного газа. Механизм предназначен для сварки стальной сплошной проволокой диаметром от 0,8 до 1,6 мм при установке подающих роликов соответствующего размера и применения для сварки

соответствующей сварочной горелки. Техническая характеристика подающего механизма ПДГ-516УЗ

«Таблица 2.3-Техническая характеристика подающего механизма ПДГ-516УЗ»[4]

Наименование	Значение
«Номинальный сварочный ток, при ПВ=60% и длительности цикла 5 мин., А»[4]	500
«Диаметр электродной сплошной проволоки, мм»[4]	1,2-2
«Источник сварочного тока»[4]	ВДУ-506УЗ
«Скорость подачи электродной проволоки, м/ч»[4]	100-960
«Предварительная продувка газа, с»[4]	0,2 - ∞
«Продувка газа после сварки, с»[4]	0,2 - ∞
«Задержка отключения источника (вылет проволоки), с»[4]	0,1 – 0,5
«Габаритные размеры падающего устройства, мм, »[4]	464 × 365 × 430
«Масса падающего устройства, кг, не более»[4]	16

«Таблица 2.4 -Техническая характеристика выпрямителя ВДУ-506УЗ»[5]

Наименование	Значение
Номинальный сварочный ток, А (ПВ=60,%)	500
Пределы регулирования сварочного тока, А, при жестких внешних характеристиках	60-500
Номинальное рабочее напряжение, В, при жестких внешних характеристиках	50
Напряжение холостого хода, В, при жестких внешних характеристиках	85
Номинальная мощность, кВа	40
Габаритные размеры, мм	820 × 620 × 1100
Масса, кг, не более	300



«Рисунок 2.2 - ВДУ-506УЗ»[4]



«Рисунок 2.3 - ПДГ-516УЗ»[5]

2.6 Описание конструкции и принципа работы сборочно-сварочного приспособления

Для подготовки данного изделия к сборке будет использоваться следующее приспособление, которое представляет собой плиту прямоугольной формы (поз.4) с размерами 3100×1500 мм на которой в соответствии с геометрией собираемой стенки установлены 3 подвижных упора (поз.2) и 2 откидных упора (поз.1). Для обеспечения жесткости в процессе сварки в состав приспособления включены 2 пневморычажных прижима (поз.3). Они крепятся к плите посредством удлинённых стяжек входящих в состав пневмоцилиндра.

Порядок сборки: сначала на плиту по упорам устанавливается основание, затем устанавливается большой фланец и по нему ставятся ребра жесткости, потом устанавливается малый фланец, включают пневмоприжимы, детали прихватываются, пневмоприжимы отключают.

Прижимные механизмы сборочных и сварочных приспособлений служат для закрепления устанавливаемых в приспособление заготовок, деталей, сборочных единиц.

«Требования к прижимным механизмам:

- должны обеспечить правильное приложение и направление прижимного усилия для закрепления без сдвигов относительно установочных баз. Как правило, зажимы располагаются над опорами или вблизи них. Они не должны создавать опрокидывающего момент;
- должны развивать заданное расчетное усилие для надежного закрепления деталей;
- не должны нарушать заданное положение деталей, портить их поверхности и вызывать деформирование;
- быстрота действия;
- возможность удобной установки деталей в приспособление, удобство при сварке, а также возможность съема изделия после сварки;
- безопасность в работе»[25].

В данной ВКР в приспособлении применяются пружинные и эксцентриковые прижимы.

Расчет прижимных элементов приспособления.

«Прижимные механизмы сборочных и сварочных приспособлений служат для закрепления устанавливаемых в приспособление заготовок, деталей, сборочных единиц»[25].

«Требования к прижимным механизмам:

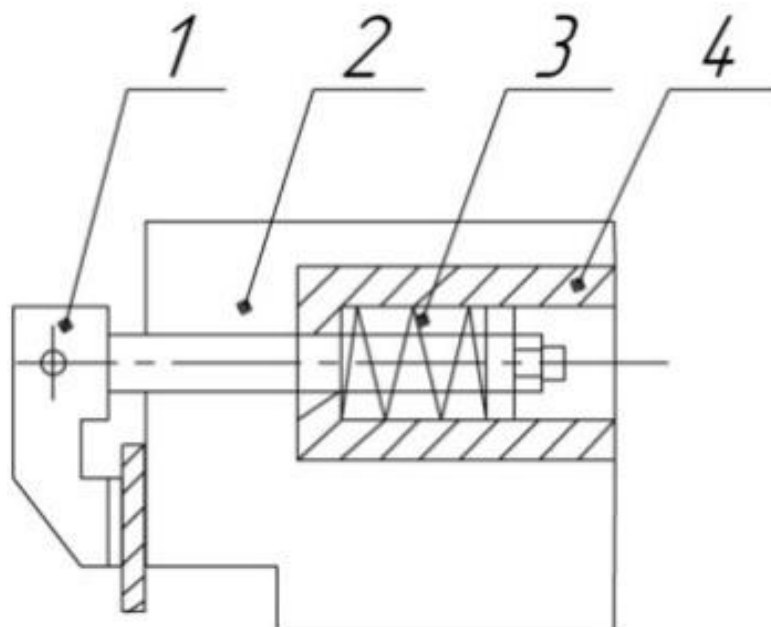
- должны обеспечить правильное направление прижимного усилия для закрепления без сдвигов относительно установочных баз. Зажимы располагаются над опорами или рядом с ними. Они не должны создавать опрокидывающий момент;
- должны развивать расчетное усилие для надежного закрепления деталей;

- не должны нарушать положение деталей, портить их поверхности и вызывать деформации;
- быстрота действия;
- возможность удобной установки деталей в приспособление, удобство при сварке, а также возможность съема изделия после сварки;
- безопасность в работе»[25].

В данном дипломном проекте в приспособлении применяются пружинные и эксцентриковые прижимы.

2.6.1 Пружинные прижимы применяются при необходимости создания небольших усилий

Конструкция пружинного прижима представлена на рисунке 2.4



1 – Г образный прижим; 2 – корпус приспособления; 3 – пружина; 4 – втулка.

Рисунок 2.4 – Пружинный прижим

«Втулка крепится к корпусу приспособления, Г-образный прихват перемещается во втулке. Прижим устанавливают в рабочее положение и отводят после сборки за головку прихвата»[25].

Требуемое усилие зажима F , Н для сборочно-сварочного приспособления определяется по формуле:

$$F = K_0 \times K_1 \times K_2 \times G, \quad (2.11)$$

$$F = 1,5 \times 1 \times 1 \times 1540,6 = 2311(\text{Н})$$

« $K_0 = 1,5$ для механизированных прижимов;

$K_1 = 1,0$ коэффициент, зависящий от вида прижима, учитывающий постоянство усилия зажима;

$K_2 = 1,0$ коэффициент, зависящий от обработки поверхности, зажимаемой детали;

$$G = 154,06 \cdot 10 = 1540,6 \text{ вес закрепляемых деталей, Н} \text{ [25].}$$

По данному усилию рассчитываем диаметр пневмцилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\eta\eta\eta}} \quad (2.12)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 2311}{3,14 \times 0,5 \times 0,8}} = \sqrt{\frac{9244}{1,256}} = 85,8 \text{ (мм)}$$

$F = 2311$ (Н) – прижимное усилие;

$q = 0,5 \div 0,6$ (МПа) – давление воздуха в сети;

$\eta = 0,8 \div 0,9$ – коэффициент полезного действия пневморжима.

Принимаем согласно ГОСТ 15608-81 диаметр пневмоцилиндра 100 мм

2.6.2 Расчет и выбор механического сварочного оборудования

Для данного сварного узла «Стенка» двухстоечный кантователь. Эти кантователи универсальны, просты по конструкции, дешевы и компактные.

Расчет кантователя

$$M_1 = (G + G_{\text{пр}}) f_c \leq [M_1] \quad (2.13)$$

$$f_c = y_c - h \quad (2.14)$$

$$y_c = \frac{A_1 y_1 + A_i y_i}{A_1 + A_i}, \quad (2.15)$$

$$y_c = 510 \text{ мм}; h = 508 \text{ мм}; f_c = 51-508=2\text{мм}$$

$$G = 150,3 \text{ кг}, G_{\text{пр}} = 0,2 \text{ кг}$$

$$M_1 = (150,3 + 0,2) \cdot 2 = 30,1 \text{ кг} \times \text{см} < 80 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

«На основании этого расчета выбираем кантователь с грузоподъемностью 500 кг и допустимым моментом на оси вращения 80 кг×см, марки КД-0,5

Техническая характеристика

1. Грузоподъемность, т; 0,5
2. Допустимый момент на оси вращения, кг•см; 80
3. Высота центров, мм; 800
4. Длина свариваемых узлов, мм; 1400×7000
5. Размеры (ширина, высота), мм; 910×1045
6. Масса, кг»[22].

2.7 Выбор и обоснование методов контроля

Все методы контроля сварных соединений можно разделить на две группы:

- неразрушающие методы;
- разрушающие методы.

Наиболее часто применяются неразрушающие методы контроля такие как:

- визуальный, измерительный;
- ультразвуковой (акустический);
- радиационный;
- капиллярный;
- магнитный и электромагнитный.

«При выборе метода контроля необходимо учитывать следующие факторы:

- условия эксплуатации изделия;

- вид свариваемого материала;
- вид и наличие обработки сварного соединения;
- тип сварного соединения, толщина;
- степень ответственности изготавливаемого узла»[11].

При контроле сварного шва стенки используем внешний осмотр.

Внешний осмотр швов в соответствии с ГОСТ 3242-71 производится с помощью лупы 7-10 кратного увеличения.

«При внешнем осмотре убедится в том, что:

- дуговая сварка деталей выполняется согласно технологии (в круговую)
- на сварном шве отсутствуют поры, непровары, прожоги, трещины и выплески металла в месте сварки.
- катет углового шва не менее 3 мм»[11].

Также необходимо контролировать размеры и отклонение от симметричности, не более 1,0 мм.

Контроль ультразвуковым дефектоскопом представлен на рисунке 2.5:



Рисунок 2.5 - Ультразвуковой дефектоскоп Novotest УД230

Таблица 2.5 – Технические характеристики ультразвукового дефектоскопа

Диапазон измеряемых глубин (по стали), мм	до 6000 (эхо-режим)
Детектирование	полное, радиосигнал (во всем диапазоне развертки), В-scan
Зоны контроля	две независимых зоны, начало и ширина изменяются во всем диапазоне развертки

Следует измерить геометрические параметры, шероховатость, твердость из чертежа или технологии по графику или по требованию производства (при отсутствии средств контроля на рабочем месте, при утверждении наладки оборудования, при решении спорных вопросов и пр.).

«Участки швов свыше допустимых норм должны быть удалены и заварены вновь. Удаление швов производится вырубкой вручную или пневмозубилом, выплавкой газовым пламенем, выплавкой воздушно-дуговой. Исправление дефектов швов на одном и том же участке сварного шва разрешается не более 3-х раз. Исправление дефектов должно быть выполнено с применением тех же сварочных материалов, из которых изготавливается изделие»[11].

3 Экологичность и безопасность работ при сварочном производстве

3.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

Тема бакалаврской работы: Разработка технологии и подбор оборудования для сборки сварки стенок нагревательного аппарата.

В данной работе использую технологический процесс механизированная сварка в защитной среде.

На участке сборки и сварки в настоящее время используется следующее оборудование: полуавтомат сварочный аппарат ПДГ-516УЗ, выпрямитель ВДУ-506УЗ пост выходного контроля, вспомогательное оборудование: помещение для подготовки сварочной проволоки к сварке, складские помещения и стеллажи.

В производственных процессах, существует вероятность проявления опасных и вредных факторов. Т.к. этот процесс подразумевает под собой наличие приборов находящихся под напряжением, колющий и режущий инструмент, наличие вредных паров и прочее.

Для технологических процессов, описанных в данной бакалаврской работе, определим перечень опасных и вредных производственных факторов.

Таблица 3.1 – Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника выполняющего технологическую операцию,	Оборудование, технологическое приспособление	Материалы, вещества
Сборка-сварка стенки нагревательного аппарата	Подготовка, сборка стенки нагревательного аппарата, сварка	Сборщик, сварщик	Полуавтомат ПДГ-516УЗ, выпрямитель ВДУ-506УЗ	Проволока Св-08Г2С, газ СО ₂

3.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 3.2 – Идентификация профессиональных рисков

«Производственная и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ»[24]	«Опасный и/или вредный производственный фактор»[24]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора»[24]
Подготовка, сборка стенки нагревательного аппарата, сварка	«Физические: - острые кромки, заусенцы и шероховатость по поверхностям заготовок инструмента и оборудования, - подвижные части оборудования,- движущиеся механизмы и машины,	Электрическая сеть, Полуавтоматический сварочный аппарат, Проволока для сварки, газ СО ₂
1	2	3

Продолжение таблицы 3.2 – Идентификация профессиональных рисков

1	2	3
	<p>- высокий уровень загазованности в результате в сварки»[24],</p> <p>«- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</p> <p>- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, и материалов;</p> <p>- повышенная или пониженная температура воздуха в рабочей зоне»[24].</p>	

3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«Таблица 3.3 – Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов (как уже реализованных в базовом исходном состоянии, так и дополнительно или альтернативно предлагаемых бакалавром для реализации в рамках выпускной квалификационной работы)»[24].

«Опасный и / или вредный производственный фактор»[24]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора»[24]	«Средства индивидуальной защиты работника»[24]
1	2	3

Продолжение таблица 3.3 - Организационно-технические методы

1	2	3
<p>«- острые кромки, - подвижные части оборудования, - движущиеся механизмы и машины, - загазованность в результате сварки, - повышенная запыленность рабочей зоны; - повышенная или пониженная температура; - повышенная или пониженная температура воздуха в рабочей зоне»[24]</p>	<p>«- не допускается проведение сварки при не работающей местной вентиляции;»[24]. «- применением встроенных в конструкцию средств защиты работающих, а также средств информации, предупреждающих о возникновении опасных (в том числе пожаровзрывоопасных) ситуаций; - движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмоопасности, должны быть ограждены»[24]. «- проверка состояния воздушной среды осуществляется путем определения концентраций вредных веществ в зоне дыхания (под щитком) работающего, а также в воздухе производственных помещений»[24].</p>	<p>«- обеспечены спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты с учетом условий проведения работ в соответствии с типовыми отраслевыми нормами»[24], утвержденными в установленном порядке; «- профилактическая обработка средств индивидуальной защиты работающих - по нормативно-технической документации»[24]</p>

«- ГОСТ 12.3.003-86. Межгосударственный стандарт. ССБТ. Работы электросварочные. Требования безопасности»[24].

«- ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда(ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности»[24].

3.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 3.4 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие факторы пожара
Сборка-сварка стенки нагревательного аппарата	Полуавтоматический сварочный аппарат	«Пожары категории (Е) Горение электроустановок находящихся под напряжением»[24]	«Пламя и искры, тепловой поток, повышенное количество токсических веществ, пониженное содержание кислорода, повышенная температура окружающей среды, снижение видимости в дыму»[24].	«Осколки, части разрушенных сооружений, установок, оборудования и иного имущества, вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования и агрегатов, воздействие огнетушащих веществ»[24]

«- Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (последняя редакция), статья 8 – Классификация пожаров»[16].

«- Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (последняя редакция), статья 9 – Опасные факторы пожара»[16].

3.4.1 Обеспечение пожарной безопасности объекта

Таблица 3.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарно-автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
«Ящик с песком, кошма, огнетушитель порошковый и углекислотный»[24]	«Пожарная охрана (вызывается)»[24]	Не применяются	Не применяются	«Пожарные краны напорные, пожарные рукава» [24]	«Действия согласно плану эвакуации»[24]	«Лопата, багор, топор, ведро»[24]	«Датчики дыма, Телефон находится в помещении, и у начальника»[24]

«- ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1)»[13].

3.4.2 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

Таблица 3.6 - Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта»[24]	«Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий»[24]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты»[24]
Сборка-сварка стенки нагревательного аппарата	<p>«- максимально возможное применением негорючих и трудногорючих веществ и материалов;</p> <p>- изоляцией горючей среды (применением изолированных отсеков, камер, кабин и т.п.);</p> <p>- применением электрооборудования, соответствующего пожароопасной и взрывоопасной зонам, группе и категории взрывоопасной смеси;»[24]</p> <p>«- устройством аварийного отключения и переключения установок и коммуникаций</p> <p>- организацию пожарной охраны, организацию ведомственных служб пожарной безопасности в соответствии с законодательством;»[24]</p> <p>«- организацию обучения работающих правилам пожарной безопасности на производстве»[24].</p>	ГОСТ Р 51330.2-99, ГОСТ Р 51330.5-99, ГОСТ Р 51330.11-99, ГОСТ Р 51330.19-99;

«- ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1)»[13].

3.5 Заключение по разделу

Сборка и сварка стенки нагревательного аппарата - этот технологический процесс имеет сопровождение вредных и опасных факторов. Был проведен анализ и произведена идентификация этих факторов.

На основе проведенного анализа были сделаны выводы и проведена работа, о возможности их устранения либо доведения до минимально-допустимого уровня. Вся эта работа показала, что применение на участке сварки регламентированных средств пожарной безопасности обеспечит сохранность жизни и здоровья персонала.

Соблюдения правил и законов экологической безопасности сохранит хорошую экологическую обстановку окружающей среды. Разработка специальных и дополнительных мер защиты не требуется.

4 Расчет экономической эффективности разрабатываемого проекта

4.1 Расчет себестоимости сварки стенки аппарата

В данном дипломном проекте рассматривается возможность повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции. Для ее реализации проектируется участок сборки и сварки узла «Стенка нагревательного аппарата» с использованием максимально возможного количества средств механизации сборочно-сварочных операций. В данном разделе проекта необходимо рассчитать и доказать экономическую эффективность предложенных мероприятий.

«Себестоимость – это затраты на производство и реализацию продукции. Себестоимость проектируемого сварного изделия определена исходя из чертежей, спецификаций, норм расхода, материально – технических ресурсов и их стоимости по сборникам цен»[14].

«Себестоимость изделия включает прямые и косвенные расходы.

К прямым расходам относятся:

основные материалы (C_m);

основная заработная плата основных производственных рабочих ($ЗП_{осн}$);

дополнительная заработная плата основных производственных рабочих ($ЗП_{доп}$);

отчисления на социальное страхование ($O_{вф}$)»[14].

«К косвенным расходам относятся расходы, не участвующие напрямую в процессе производства изделия:

расходы на содержание и эксплуатацию оборудования ($P_{об}$);

цеховые расходы ($P_{ц}$);

производственные расходы ($P_{пр}$);

внепроизводственные расходы ($P_{вн}$)»[14].

Таким образом, полная себестоимость ($C_{пол}$) определяется по формуле (4.1):

$$C_{пол} = C_{овм} + 3\Pi_{осн} + 3\Pi_{доп} + O_{вф} + P_{об} + P_{ц} + P_{пр} + P_{вн} \quad (4.1)$$

$$C_{пол} = 46122,36 + 80,12 + 11,21 + 10,98 + 51,36 + 38,52 + 35,31 + 925,9 = 47221,03$$

Оптовая цена изделия ($C_{опт}$) определяется по формуле (4.2):

$$C_{опт} = C_{пол} + \Pi \quad (4.2)$$

$$C_{опт} = 47221,03 + 14166,31 = 61387,34$$

4.1.1 Расчетное количество оборудования

$$P_{расч} = \frac{N \times t_{шт}}{K_v \times \Phi_H}, \quad (4.3)$$

$$P_{расч} \text{ сб/св} = 47000 \times 12,9 / 1,1 \times 3793,92 = 5,96 (\approx 6)$$

«N - Годовая программа выпуска изделий, шт.;

$t_{шт}$ - трудоемкость выполнения операций для одного изделия, нормы/час.;

Φ_H - годовой эффективный фонд времени работы оборудования, час.;

K_v - коэффициент выполнения норм выработки»[14].

4.1.2 Годовой эффективный фонд времени

$$\Phi_H = (D_k - D_v - D_p) \times T_{см} \times C \times K_{пр} \quad (4.4)$$

$$\Phi_H = 247 \times 8 \times 2 \times 0,96 = 3793,92 \text{ч}$$

« D_k - число календарных дней в году

D_v - число выходных дней в году (субботы и воскресенья)

D_p - число праздничных дней в году

$T_{см}$ - продолжительность рабочей смены, (час)

C - количество смен в течение суток,

$K_{пр}$ - коэффициент, учитывающий потери рабочего времени на плановый ремонт оборудования»[14].

4.1.3 Коэффициент загрузки оборудования

$$K_{заг} = \frac{\Pi_{расч}}{\Pi_{пр}} \quad (4.5)$$

$$K_{заг\ сб/св} = 5,96 \div 6 = 0,993$$

«Величина $K_{заг}$ в условиях серийного производства должна быть не ниже 80-85%. Расчетные данные количества оборудования и его загрузки необходимо свести в таблицу»[14]. На основании произведенных расчетов строится график загрузки оборудования. «По оси X располагается оборудование принятых моделей в масштабе. По оси Y откладывается коэффициент загрузки оборудования каждой группы, на график наносится средний коэффициент загрузки по участку $K_{заг\ ср.}$ »[14].

Таблица 4.1 - Расчет потребного количества оборудования

Наименование оборудования	$t_{шт,}$ ми н	N, шт	$F_n,$ час	K_B	Кол-во оборудования		$K_{заг}$
					$\Pi_{расч}$	$\Pi_{пр}$	
Сборочное	20, 95	47000	3793, 92	1,1	5,96	6	0,92
Сварочное	32, 3	47000	3793, 92	1,1	3,93	4	0,98
Итого:	53, 25	47000	3793, 92	1,1	9,89	10	0,993

«В случае, когда при расчете оборудования может быть получена низкая загрузка, необходимо до загружать оборудование. Например, если $t_{шт} = 1,23$ мин., тогда как $K_{заг}=0,54$. В данном случае необходимо догрузить оборудование до 0,8»[14].

4.1.4 Расчет численности основных рабочих

1. Расчет численности основных производственных рабочих

Численность основных производственных рабочих определяется для каждой операции (сборочная, сварочная) по формуле (4.6):

$$R_{\text{осн}} = \frac{T_{\text{год}}}{F_{\text{др}} \times K_v} \quad (4.6)$$

$$R_{\text{осн}} = 24897 \div 1896,96 \times 1,1 = 11,9(\text{чел.}) \approx 12(\text{чел.})$$

« K_v – коэффициент выполнения норм выработки

$F_{\text{др}}$ – действительный фонд (годовой) рабочего времени одного рабочего, (час.)

$T_{\text{год}}$ – трудоемкость выполнения годовой программы»[14].

2. Трудоемкость годовой программы по отдельной операции рассчитывается по формуле (4.7):

$$T_{\text{год}} = t_{\text{шт}} \times N \quad (4.7)$$

$$T_{\text{год}} = 53,25 \times 47000 = 41712,5 \text{ час.}$$

Примечание:

« $R_{\text{осн}}$ – полученное расчетное число округляется до целого в большую сторону

K_v – коэффициент выполнения норм выработки принимается = 1,1-1,2

$F_{\text{др}}$ рассчитывается аналогично годовому номинальному фонду времени без учета количества смен»[14].

Таблица 4.2 – Состав численности предприятия

Категории и профессии работающих	Кол-во человек	Разряды рабочих	Оклады специалистов (О) и часовые тарифные
Основные рабочие	12	4	90,03
1.Сборщик	6	4	90,03
2.Сварщик	6	4	90,03
Всего по участку	22	---	---

П – прибыль запланированная, (руб.)

Прибыль запланированная определяется по формуле (4.8):

$$P = P_{\text{п}} \times C_{\text{пол}}, \quad (4.8)$$
$$P = 30\% \times 47221,03 = 14166,31$$

$P_{\text{п}}$ - процент прибыли

Примечание:

«Прибыль запланированная рассчитывается исходя из процента, которое предприятие предполагает иметь в виде прибыли и добавляет данный процент к полной себестоимости изделия, для расчетов в дипломной работе принимается 30%»[14].

Цена отпускная (цена реализации) определяется по формуле (4.9):

$$C_{\text{р}} = C_{\text{опт}} + \text{НДС} \quad (4.9)$$
$$C_{\text{р}} = 61387,34 + 12277,46 = 73664,8$$

НДС – налог на добавленную стоимость,

$$\text{НДС} = C_{\text{опт}} \times 20\% \quad (4.10)$$
$$\text{НДС} = 61387,34 \times 20\% = 12277,46$$

Примечание:

Ставка НДС, установлена Налоговым кодексом РФ в размере 20% (с 1 января 2019г)

«Расчет себестоимости производится по статьям затрат, на основании рассчитанных статей затрат составляется калькуляция обработки изделия»[14].

Расчет прямых расходов:

Основные и вспомогательные материалы ($C_{\text{овм}}$),

Стоимость основных и вспомогательных материалов рассчитывается по формуле (4.11):

$$C_{\text{овм}} = C_{\text{м}} + C_{\text{г}} + C_{\text{пр}} + Э_{\text{тех}} \quad (4.11)$$
$$C_{\text{овм}} = 45657,92 + 239,99 + 66,53 + 157,92 = 46122,36$$

Стоимость основных материалов:

Металл (C_m)

$$C_m = (m_3 \times \text{ц} \times K_{\text{тзр}}) - (m_0 \times \text{ц}_0) \quad (4.12)$$

$$C_m = (148,42 \times 280 \times 1,1) = 45657,92(\text{руб.})$$

m_3 - масса заготовок, (кг)

ц - цена металла за 1 кг, (руб.)

$K_{\text{тзр}}$ - коэффициент учитывающий транспортно-заготовительные расходы

m_0 - масса отходов, (кг)

ц_0 - цена отходов за 1 кг, (руб.)

Сварочная проволока ($C_{\text{пр}}$)

$$C_{\text{пр}} = q \times Q \times \text{Ц} \times K_{\text{тзр}} \quad (4.13)$$

$$C_{\text{пр}} = 4,13 \times 58 \times 1,1 = 239,99(\text{руб.})$$

$C_{\text{пр}}$ - затраты на сварочную проволоку

q - удельная норма расхода сварочной проволоки на 1 м шва (кг)

Q - длина сварных швов в изделии (м)

Ц - цена сварочной проволоки (руб./м)

$K_{\text{тзр}}$ - коэффициент транспортно-заготовительных расходов

Защитный газ ($C_{\text{г}}$)

$$C_{\text{г}} = d \times Q \times \text{Ц} \times K_{\text{тзр}} \quad (4.14)$$

$$C_{\text{г}} = 4,32 \times 14 \times 1,1 = 66,53(\text{руб.})$$

$C_{\text{г}}$ - затраты на газ

d - удельная норма расхода газа на 1 м шва (кг/м)

Q - длина сварных швов (м)

Ц - цена за 1 кг газа (руб.)

$K_{\text{тзр}}$ - коэффициент транспортно-заготовительных расходов

Примечание:

«Коэффициент транспортно-заготовительных расходов принять 0,1»[14].

Стоимость вспомогательных материалов

Энергия технологическая ($\text{Э}_{\text{тех}}$)

$$\mathcal{E}_{\text{тех}} = m_{\text{нм}} \times d \times \text{Ц} \quad (4.15)$$

$$\mathcal{E}_{\text{тех}} = 3 \times 3,76 \times 14 = 157,92(\text{руб.})$$

$\mathcal{E}_{\text{тех}}$ - энергия технологическая

$m_{\text{нм}}$ – масса наплавленного металла (кг)

d - (м)

Ц - цена электроэнергии (руб./квт. час)

Основная заработная плата основных производственных рабочих.

«В стоимости изготовления детали учитывается сдельная расценка на изготовление изделия, т.е. исходя из нормы времени на операцию (трудоемкость операции ($t_{\text{шт}}$)) можно рассчитать трудоемкость изготовления детали в целом ($T_{\text{шт}}$) и определить сумму заработной платы рабочих, которая идет в оплату за потраченное время на изготовление детали (сдельная расценка на изделие)»[14].

«Сдельная расценка на изделие определяется по формуле (4.16):

$$P_{\text{сд}} = C_{\text{ч}} \times t_{\text{шт}} \quad (4.16)$$

$$P_{\text{сд}} = 90,03 \times 0,88 = 79,22(\text{руб.})$$

$P_{\text{сд}}$ – сдельная расценка на изделие, (руб.)

$C_{\text{ч}}$ - часовая тарифная ставка, (руб.)

$t_{\text{шт}}$ - норма времени на изделие, (час.)»[14]/

«Расчет дополнительной заработной платы производится в процентном соотношении к основной заработной плате, т.е. полученную сумму заработной платы основной умножить на заданный процент дополнительной заработной платы, получим сумму дополнительной заработной платы на единицу изделия»[14].

Расчет рекомендуется выполнять в таблице, пример оформления приведен в таблице:

Таблица 4.3 - Расчет сдельной расценки изделия

Наименование операции	Норма времени ($t_{шт}$)		Часовая тарифная ставка ($C_ч$)	Сдельная расценка ($P_{сд}$)
	Мин.	Час.		
2	3	4	5	6
сборка	20,95	0,35	90,03	31,51
сварка	32,3	0,54	90,03	48,61
Итого сдельная расценка ($ЗП_{осн}$)				80,12
Дополнительная заработная плата (14%) ($ЗП_{доп}$)				11,21
Итого заработная плата за изделие ($ЗП$)				91,33

В случае многостаночного обслуживания при расчете таблицы 4.4 применяются коэффициенты таблицы 4.4, с обязательной ссылкой на многостаночное обслуживание.

Таблица 4.4 – Значение понижающих коэффициентов ($K_{пюн}$)

Кол-во обслуживаемых станков	1	2	3	4	5	6	7
$K_{пюн}$	1	0,65	0,48	0,39	0,35	0,32	0,3

Отчисления во внебюджетные фонды

«Отчисления во внебюджетные фонды (на социальное страхование, пенсионные отчисления, медицинское страхование), ставка устанавливается правительством РФ, на 01.01.2014 года составляет 30%»[14].

Сумма отчислений во внебюджетные фонды для калькуляции обработки изделия рассчитывается по следующей формуле (4.17):

$$O_{вф} = (ЗП_{осн} + ЗП_{доп}) \times 30\% \quad (4.17)$$

$$O_{вф} = 91,33 \times 30\% = 27,39$$

Расчет косвенных расходов

«Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования

Расходы на содержание и обслуживание оборудования рассчитываются в процентном соотношении от показателя основной заработной платы»[14].
Рассчитываются по формуле (4.18):

$$P_{об} = 3\Pi_{осн} \times \Pi_{со} \quad (4.18)$$

$$P_{об} = 80,12 \times 160\% = 128,19$$

$\Pi_{со}$ – процент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования
Цеховые расходы

Сумма цеховых расходов определяется по формуле (4.19):

$$P_{ц} = 3\Pi_{осн} \times \Pi_{ц} \quad (4.19)$$

$$P_{ц} = 80,12 \times 120\% = 96,14$$

$\Pi_{ц}$ – процент цеховых расходов

Производственные расходы

Сумма производственных расходов рассчитывается аналогично расходам на содержание и обслуживание оборудования и определяется по формуле (4.20):

$$P_{пр} = 3\Pi_{осн} \times \Pi_{пр} \quad (4.20)$$

$$P_{пр} = 80,12 \times 110\% = 88,13$$

$\Pi_{пр}$ – процент производственных расходов

Примечание:

$$\Pi_{со} = 160\%$$

$$\Pi_{ц} = 280\%$$

$$\Pi_{пр} = 100\%$$

Внепроизводственные расходы

Сумма внепроизводственных расходов рассчитывается в процентном отношении от показателя производственной себестоимости и определяется по формуле (4.21):

$$P_{вн} = C_{произв} \times \Pi_{вн} \quad (4.21)$$

$$P_{вн} = 46295,13 \times 2\% = 925,9$$

$P_{вн}$ – процент внепроизводственных расходов

$C_{произв}$ – производственная себестоимость, (руб.)

Примечание:

$P_{вн} = 2\%$

Производственная себестоимость определяется по формуле (4.22):

$$C_{произв} = (C_{овм} + 3П_{осн} + 3П_{доп} + O_{вф} + P_{об} + P_{ц} + P_{пр}) \quad (4.22)$$

$$C_{произв} = 46122,36 + 80,12 + 11,21 + 27,39 + 128,19 + 96,14 + 88,13 = 46553,54$$

По данным расчета составляется калькуляция изготовления изделия.

Пример оформления калькуляции представлен в таблице 4.5

Таблица 4.5 – Калькуляция сварного изделия

Статьи затрат	Себестоимость единицы изделия, руб.	Структура себестоимости (%)
Основные материалы за вычетом возвратных отходов	46122,36	97,67
Покупные полуфабрикаты и комплектующие	0	0
Основная заработная плата основных производственных рабочих	32,1	0,06
Дополнительная заработная плата основных производственных рабочих	4,5	0,009
Отчисления во внебюджетные фонды	10,98	0,02
1	2	3

Продолжение таблицы 4.5 - Калькуляция сварного изделия

1	2	3
Итого прямые затраты:	46170,18	---
Расходы по эксплуатации	51,36	
Цеховые расходы	35,31	0,11
Итого цеховая себестоимость:	46260,06	---
Производственные расходы	35,31	0,07
Итого производственная себестоимость	46295,37	---
Внепроизводственные расходы	925,9	1,96
Итого полная себестоимость:	47221,27	100%
Плановая прибыль, 30%	14166,38	---
Итого оптовая цена ($C_{\text{опт}}$):	61387,65	---
НДС, 20%	12277,46	---
Итого цена реализации ($C_{\text{р}}$):	73664,8	---

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы был спроектирован сварной узел стенка с участием сборочного приспособления, а также механизированной сварки полуавтоматом, это позволит снизить трудоемкость на 10% и повысить производительность сборочно-сварочных процессов, увеличить их точность, улучшить качество выпускаемых изделий. Рациональная организация работ на участке позволит снизить риск травматизма и повысить культуру производства. Выявлены опасные и вредные производственные факторы, 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. Ожидаемый годовой экономический эффект составит 72143120,00руб. С учетом всего вышесказанного цель дипломного проекта достигнута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Описание и теоретические основы технологического процесса [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. works.doklad URL:<https://works.doklad.ru/view/s9EZNGX6kAM/all.html> (дата обращения: 19.04.2019)
2. Устройство выпарных аппаратов [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. studbooks.net URL:https://studbooks.net/1471906/tovarovedenie/ustroystvo_vyparnyh_apparato_v (дата обращения: 19.04.2019)
3. Выпарный аппарат [Электронный ресурс]: Картинка. Свободный доступ. studbooks.net URL:https://studbooks.net/1471906/tovarovedenie/ustroystvo_vyparnyh_apparato_v (дата обращения: 29.04.2019)
4. Сварочный полуавтомат [Электронный ресурс]: Картинка. Свободный доступ. KZESO URL:<http://kzes.com/catalog/electric-welding-equipment/wire-feeder/pdg-516m/> (дата обращения: 11.05.2019)
5. Выпрямитель сварочный [Электронный ресурс]: Картинка. Свободный доступ. TUPASSPORT URL:<http://tupassport.ru/razlichnoe-oborudovanie/vypryamitel-svarochnyj-vdu-506-uz.html> (дата обращения: 11.04.2019)
6. Конструкции выпарных аппаратов [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. helpiks.org URL:<https://helpiks.org/6-52949.html> (дата обращения: 19.04.2019)
7. Выпарные аппараты. Классификация и конструкции [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. Мультиурок URL:<https://multiurok.ru/files/vyparnye-apparaty-klassifikatsiia-i-konstruktsii.html> (дата обращения: 24.04.2019)
8. Конструкции выпарных аппаратов [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. StudFiles URL:<https://>

studfiles.net/preview/2036635/page:3/ (дата обращения: 25.04.2019)

9. Устройство выпарных [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. studbooks.net URL:https://studbooks.net

/1471906/tovarovedenie/ustroystvo_vyparnyh_apparatorov (дата обращения: 25.04.2019)

10. ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда(ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. Техэксперт. URL:http://docs.cntd.ru/document/901702428 (дата обращения: 16.05.2019)

11. Методы контроля качества сварных соединений. [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. PIPE TECHNOLOGY. URL:http://www.pipe-technology.ru/control.php?id=5 (дата обращения: 16.04.2019)

12. Государственный стандарт СССР. Система стандартов безопасности труда работы. Электросварочные требования безопасности ГОСТ 12.3.003-86 [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. Valvol.grz.ru URL:http://valvol.qrz.ru/gost/gost12_3_003-86.pdf (дата обращения: 16.05.2019)

13. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1). [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. Техэксперт. URL:http://docs.cntd.ru/document/9051953 (дата обращения: 18.05.2019).

14. Краснопевцева, И. В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс]: [электрон. учеб.-метод. пособие] / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова ; ТГУ ; Ин-т финансов, экономики и управления ; каф. "Торговое дело и управление производством". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с. Свободный доступ. (дата обращения: 19.05.2019).

15. Собурь, С.В. Пожарная безопасность электроустановок [Электронный ресурс]: [учеб.-справ. пособие] / С. В. Собурь. - 9-е изд., перераб. с изм. -

Москва : ПожКнига, 2013. - 272 с. : ил. - (Пожарная безопасность предприятия). - ISBN 978-5-98629-051-5. URL: http://www.f-book.ru/products_files/ptm-2014.pdf (дата обращения: 19.05.2019).

16. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.07.2018). Статья 9. Опасные факторы пожара. [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. Консультант Плюс.

URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/536083e9e39935b1f05a0f37e81d7116ddc66d23/ (дата обращения: 19.05.2019).

18. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.07.2018). Статья 9. Опасные факторы пожара. [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. КонсультантПлюс.

URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/536083e9e39935b1f05a0f37e81d7116ddc66d23/ (Дата обращения: 20.05.2019)

19. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. Приказ от 20 февраля 2014 г. N 103н. «О внесении изменений и признании утратившими силу некоторых нормативных правовых актов министерства труда и социального развития Российской Федерации, министерства труда и социальной защиты Российской Федерации». [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. Контур. Норматив

URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=253164> (дата обращения: 23.05.2019)

20. Николаев, Г.А. Технология изготовления сварных конструкций: учеб. для ВУЗов по спец. «Сварочное производство»./ Г.А.Николаев ,В.А.Винокуров М.: Высшая школа, 1987.

21. Журавлев, З.Н. Машиностроительные стали. Справочник / З.Н. Журавлев, О.И. Николаева. - Изд. 3-е, перераб. и доп.- Машиностроение - 1981г. -391с.
22. Розаренов, Ю.Н. Оборудование для электрической сварки плавлением. Пособие для ССУЗов по спец. «Сварочное производство»/Ю.Н.Розаренов. М.: Машиностроение, 1987
23. Думов, С.И. Технология электрической сварки плавлением / С.И. Думов. М.: Изд. 3-е учебник для ССУЗов - Машиностроение -1987г. - 461 с.
24. Горина, Л.Н., Фесина М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»./Л.Н.Горина М.И.Фесина. Уч.-методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016
25. Методическое пособие по выбору и расчету прижимных элементов приспособления. Тольятти. ТПК, 2008, 25с.
26. Общие сведения о однокорпусном выпарном аппарате с естественной циркуляцией и выносной греющей камерой [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. Allbest URL: https://otherreferats.allbest.ru/manufacture/00155571_0.html (дата обращения: 22.04.2019)
27. Схемы установок для выпаривания и конструкции выпарных аппаратов [Электронный ресурс]: Текст с экрана. Свободный доступ. Ref.by URL: <http://ref.by/refs/81/31058/1.html> (дата обращения: 22.04.2019)