

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология ремонта нижней трубной доски закалочного аппарата ЗИА-19В УДК 621.791.75:665.642-049.32

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Ишутин Владимир Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Першина А.А.	к.т.н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Першина А.А.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Жаворонок А.В.	Ассистент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Першина А.А.	к.т.н.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Першина А.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Ишутин Владимир Сергеевич

Тема работы:

Технология ремонта нижней трубной доски закалочно-испарительного аппарата ЗИА-19В	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.03.2019г. №1860/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2019г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или</i>	Технология ремонта нижней трубной доски закалочно-испарительного аппарата 19В Условия эксплуатации ЗИА-19В: работа при температуре до плюс 900 °С. При изготовлении используется ручная дуговая сварка и автоматическая орбитальная сварка не плавящимся электродом с подачей присадочной проволоки.
--	---

процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	1 Описание сварной конструкции 2 Разработка технологии сварки 3 Обоснование выбора сварочных материалов 4 Обоснование выбора основного сварочного оборудования 5 Технология изготовления сварной конструкции 6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 7 Социальная ответственность 8 Заключение
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1 Титульный лист 2 Описание изделия 3 Конструкционные и сварочные материалы 4 Режимы сварки, типы соединений 5 Сварочное оборудование 6 Последовательность ЗИА-19В 7 Последовательность ЗИА-19В 8 Последовательность ЗИА-19В 9 Сравнительная оценка способов сварки
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Общая часть	Першина Анна Александровна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения	Жаворонок Анастасия Валерьевна

Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Першина А.А.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Ишутин Владимир Сергеевич		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
 Отделение электронной инженерии
 Период выполнения весенний семестр 2018 /2019 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.20219г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.04.2019г.	Аналитический обзор литературы	10
20.04.2019г.	Характеристика материала изделия	10
24.04.2019г.	Выбор способа сварки	10
28.04.2019г.	Выбор сварочного оборудования	10
05.05.2019г.	Разработка технологии ремонта ЗИА-19В	10
20.05.2019г.	Социальная ответственность	10
24.05.2019г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
30.05.2019г.	Заключение по работе	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина А.А.	к.т.н.		

Консультант (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина А.А.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина А.А.	к.т.н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 90 с., 11рис., 36 табл., 28 источников, 11 листов демонстрационного материала (слайдов).

Ключевые слова: закалочно-испарительный аппарат, ручная дуговая сварка, автоматическая сварка неплавящимся электродом с подачей присадочной проволоки.

Целью работы является замена существующей технологии ремонта трубной решетки аппарата ЗИА-19В на новую более производительную.

Проведен технико–экономический анализ процесса частичного и полного ремонта трубной доски печи пиролиза ручной дуговой сваркой и автоматической сваркой в среде аргона неплавящимся электродом с подачей присадочной проволоки.

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РДС (28,8 мин) и автоматической сваркой (15,8 мин), составляет 13 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени сварки на 45 %. По затратам на сварку изделия выгодна автоматическая сварка, она обходится дешевле на 693,4 руб./ст. Годовой экономический эффект от применения лучшего варианта составляет 4,2 млн. руб/год.

Проведен анализ производства на предмет выявления вредных и опасных факторов на сварочном участке. Предложены мероприятия по их предотвращению и ликвидации в случае возникновения.

Результаты работы в полной мере показывают перспективность развития данного направления и внедрения подобных установок при сварке трубных досок печей пиролиза.

Выпускная квалификационная работа инженера выполнена в текстовом MicrosoftWord 2016 и графическом “КОМПАС-3DV14” редакторе представлена на диске CD-RW (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 90 p., 11 fig., 36 tab., 28 Sources, 11 sheets of demonstration material (slides).

Key words: quenching-evaporation apparatus, manual arc welding, automatic welding with non-consumable electrode with filing of filler wire.

The aim of the work is to replace the existing technology for repairing the tube plate of the ZIA-19B apparatus with a new more productive one.

The techno-economic analysis of the process of partial and complete repair of the tube plate of the pyrolysis furnace by manual arc welding and automatic welding in argon with a non-consumable electrode with filler wire was carried out.

The difference in the piece-calculation welding time between RDS (28.8 minutes) and automatic welding (15.8 minutes) is 13 minutes, which, as a percentage, reduces the welding time by 45%. In terms of the cost of welding the product, automatic welding is advantageous, it costs 693.4 rubles less per st. The annual economic effect of using the best option is 4.2 million rubles / year.

The analysis of production for the identification of harmful and dangerous factors in the welding area. Proposed measures for their prevention and elimination in case of occurrence.

The results of the work fully show the prospects for the development of this direction and the introduction of such facilities when welding tube plates of pyrolysis furnaces.

The graduate qualification work of the engineer is done in textual Microsoft Word 2016 and the graphic “KOMPAS-3D V14” editor is presented on the CD-RW (in the envelope on the back of the cover).

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Обозначения и сокращения

ЗИА – закаочно-испарительный аппарат;

КПД – коэффициент полезного действия;

ТЭЦ – Теплоэлектростанция.

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали.

Технические условия

ГОСТ 8731-87 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные.

Технические требования (с Изменениями N 2-6)

ГОСТ 9467-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы (с Изменением N 1)

ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия (с Изменениями N 1-5)

ГОСТ 10157-2016 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 23949-80 Электроды вольфрамовые сварочные неплавящиеся.

Технические условия

	С.
Введение	11
1 Описание конструкции	13
1.1 Закалочно-испарительный аппарат ЗИА-19В	13
1.2 Оценка свариваемости стали	14
1.3 Причины выхода из строя ЗИА-19В	16
2 Разработка технологии сварки.....	19
2.1 Обоснование выбранного способа сварки.....	19
2.2 Сварочные материалы для автоматической сварки.....	24
2.3 Расчет параметров режима для ручной дуговой сварки	25
2.4 Расчет параметров режима для автоматической сварки	28
2.5 Оборудование для автоматической сварки	28
2.6 Последовательность ремонта ЗИА-19В	32
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	39
3.1 Потенциальные потребители результатов разработки технологии	39
3.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	40
3.3 Планирование проекта	41
3.4 Расчет норм времени на сварку	46
3.5 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки	52
3.6 Расчет годового экономического эффекта	60
4 Социальная ответственность	64
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	64
4.2 Производственная безопасность	67
4.3 Экологическая безопасность.....	78
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	82
Заключение	88
Список использованных источников	89

Диск CD-R

В конверте на
обороте обложки

Презентация. Файл ПрезентацияИшутин. pptx в формате PowerPoint 2016

Пояснительная записка. Файл ДипломИшутин. docx в формате Word 2016

Графический материал:

Титульный лист	демонстрационный лист
Аппарат ЗИА-19В и типичные дефекты	демонстрационный лист
Цели и задачи	демонстрационный лист
Сварочные материалы и оборудования	демонстрационный лист
Карта эскизов	демонстрационный лист
Карта эскизов	демонстрационный лист
Операционная карта	демонстрационный лист
Операционная карта	демонстрационный лист
Операционная карта	демонстрационный лист
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	демонстрационный лист
Социальная ответственность	демонстрационный лист
Заключение	демонстрационный лист

Введение

Основными причинами выхода из строя закалочно-испарительных аппаратов (ЗИА) является прогар змеевиков и пропусков, и, как следствие, снижение коэффициента выхода олефинов, повышенные энергозатраты на выпуск продукции, так же потеря эффективной поверхности теплообмена конвективной части змеевиков печей пиролиза ввиду коррозионного и эрозионного износа оребрения труб и, как следствие, снижение КПД печи, повышение нагрузки на радиантную часть.

В настоящее время в мировой практике применяются следующие решения данных проблем:

- 1) комплексная замена змеевиков печей пиролиза, «по пробегу», либо по техническому состоянию металла змеевиков радиантной части;
- 2) используются более совершенные закалочно-испарительные аппараты;
- 3) замена материала змеевиков на более устойчивый к высоким температурам и науглероживанию;
- 4) использование более современных футеровочных материалов, обеспечивающих снижение тепловых потерь.

На территории предприятия ООО «Томскнефтехим» ремонт трубных досок аппаратом ЗИА-19В осуществляется ручной дуговой сваркой покрытыми электродами. Из-за чего процесс ремонта может занимать от одного до двух месяцев. Данная технология ремонта является устаревшей и требует модернизации.

Целью работы является замена существующей технологии ремонта трубной решетки аппарата ЗИА-19В на новую более производительную.

Для достижения поставленной цели предлагается решить следующие задачи:

- выбрать производительный способ сварки;
- выбрать сварочные материалы и оборудование;

- разработать технологический процесс ремонта с учетом нового способа сварки;
- рассчитать экономическую целесообразность проекта;
- проанализировать производственную безопасность.

1 Описание конструкции

1.1 Закально-испарительный аппарат ЗИА-19В

ЗИА-19В представляет собой кожухотрубный вертикальный одноходовой теплообменник, который имеет две трубные решетки: нижнюю и верхнюю. ЗИА-19В и соединяется циркуляционными трубами с барабаном-паросборником. Удовлетворительные эксплуатационные характеристики работы и простота обслуживания способствуют широкому распространению аппаратов, несмотря на необходимость применения массивного прочного корпуса (в условиях получения пара высоких параметров) и ряд конструктивных недостатков. Ввиду того, что трубные решетки работают при различных температурных перепадах (нижняя 850°C и верхняя 350°C) возникают трудности в креплении концов труб за счет разницы в величине линейного расширения. Кроме того, возникают осложнения, связанные с газодинамикой потока, который, выходя из центрального штуцера с температурой 800-900°C, должен быть равномерно распределен по всем трубам. Неравномерность потока пирогаза по охлаждающим трубкам ЗИА вызывает местное переохлаждение пирогаза и как результат, конденсацию компонентов тяжелых смол, их полимеризацию, захват ими частиц кокса и сажи, содержащихся в газе, что способствует забивке труб, расположенных преимущественно по периферии распределительной решетки.

Закально-испарительный аппарат ЗИА-19В предназначен для охлаждения пирогаза на выходе из печей пиролиза, при этом отводимое тепло используется для производства насыщенного пара высокого давления. На каждую печь установлено два ЗИА. Сроки ввода в эксплуатацию и пробег ЗИА, соответственно, аналогичны пробегу печей пиролиза.

В настоящее время при каждом ремонте печи, необходимо производить ремонт ЗИА - замену теплообменных труб, либо трубных досок. Как правило, эти ремонты не планируемые, необходимость их проведения определяется

после проведения ремонта змеевиков печи и чистки ЗИА, либо по результатам неразрушающего контроля [1].

Аппарат ЗИА-19В изготавливается из стали 15ХМ. Сталь 15ХМ – хромомолибденовая, применяется для изготовления сортовых заготовок, поковок, трубы для перегревателей, паропроводов, коллекторов, фланцы, длительно работающие при температурах до 500 град. Химический состав и механические свойства стали указаны в таблице 1 и 2, соответственно.

Таблица 1 – Химический состав стали 15ХМ по ГОСТ 4543-71 [3]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	Cu
0,11-0,18	0,17-0,37	0,4-0,7	0,30	0,035	0,035	0,8-1,1	0,4-0,55	0,30

Таблица 2 – Механические свойства стали 15ХМ по ГОСТ 8731-87 [4]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	Ψ , %
225	431	21	-

1.2 Оценка свариваемости стали

В литературе сталь 15ХМ описывается как хорошо свариваемая сталь, хотя и требует в некоторых случаях предварительного подогрева свариваемых деталей перед сваркой и термообработки шва и околошовной зоны после сварки[4].

Теплоустойчивость сталям придает введение в качестве легирующего элемента молибдена и хрома. Так как данная сталь склона к резкой закалке металла в зоне, прилегающей ко шву, то она сваривается с предварительным и сопутствующим подогревом. В первую очередь определяется полный эквивалент углерода по [12], для определения температуры подогрева:

$$\Sigma C_{\text{э}} = C_{\text{э}} + C_p, \quad (1)$$

где $C_{\text{э}}$ - химический эквивалент углерода,

C_p - размерный эквивалент углерода.

Ориентировочным количественным показателем свариваемости стали известного состава является эквивалентное содержание углерода, которое определяется по формуле:

$$C_s = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2}, \quad (2)$$

где C, Mn, Cr, Ni, Cu, P – содержание легирующих элементов в процентах, тогда для стали 15ХМ:

$$C_s = 0,14 + \frac{0,55}{6} + \frac{0,95}{5} + \frac{0,3}{15} + \frac{0,3}{13} + \frac{0,035}{2} = 0,48 \text{ \%}.$$

Размерный эквивалент углерода:

$$C_p = 0,005 \cdot \delta \cdot C_s = 0,005 \cdot 4 \cdot 0,48 = 0,01 \text{ \%}, \quad (3)$$

где δ – толщина свариваемой стали в мм.

Полный эквивалент углерода получаем по формуле (1):

$$\Sigma C_s = 0,48 + 0,01 = 0,49 \text{ \%}.$$

Полный эквивалент углерода, для стали 15ХМ $C_s > 0,45$, следовательно, требуется предварительный подогрев.

Необходимая для подогрева температура определяется следующим образом:

$$T_n = 350 \cdot \sqrt{\Sigma C_s - 0,25} = 350 \cdot \sqrt{0,49 - 0,25} \approx 170 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4)$$

Для сварки данного сварного стыка назначаем предварительный подогрев $160 - 180 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Для получения сварных соединений, обладающих высокой работоспособностью, после сварки, как правило, необходима термообработка для восстановления свойств металла в зоне термического влияния.

Для сварки стали 15ХМ требуется неукоснительное выполнение следующих технологических операций:

- тщательная зачистка поверхностей заготовок перед сваркой, как снаружи, так и внутри.

- сварка на минимально короткой дуге;
- ограничение пределов изменения параметров сварки (сила тока, скорость сварки);
- недопустимость форсированных режимов сварки;
- при аргонодуговой сварке идентичность свариваемого и присадочного материала.

1.3 Причины выхода из строя ЗИА-19В

Закально-испарительный аппарат выходит из строя из-за следующих особенностей.

В случае перегрева металла возникает деформация трубной решетки вследствие - отрыв трубок(потеря контакта между трубкой и трубной решеткой), что возможно при отсутствии поступления воды в аппарат или низкого уровня воды в барабане-паросборнике.

Уменьшение толщины нижней трубной решетки, возникает при наличии механических и вредных примесей в котловой воде, то есть уменьшение толщины трубной решетки происходит из-за того, что примеси, находящиеся в воде, например, песок, частицы металла, под большим давлением (150 МПа) с большой скоростью ударяются о трубную решетку, тем самым уменьшая ее толщину. Эти примеси, а также кислая реакция воды усиливают коррозию металла, особенно в месте приварки труб к трубной решетке ЗИА. К качеству питательной(котловой) воды на этиленовых производствах предъявляют жесткие требования, так как оно в значительной степени определяет надежность работы закально-испарительных аппаратов за счет поддержания высокой чистоты внутренней поверхности парообразующего пространства и качества получаемого пара.

Трубки закально-испарительного аппарата при длительной работе постепенно покрываются коксом и отложениями, выносимыми из змеевика печи с потоком пирогаза, это – продукты конденсации и полимеризации высокомолекулярных соединений пирогаза. Чем выше температура пиролиза и

чем больше объем перерабатываемого сырья, тем в большем количестве образуется кокс и тем чаще производится чистка от кокса. Повышенная температура пирогаза после ЗИА ведет к потере целевых компонентов из-за недостаточного снижения скорости вторичных реакций в процессе закалки. Закоксование пиролизного змеевика приводит к снижению производительности печи, затрудняет теплопередачу через стенки труб, что ведет к перегреву стенок. Отложение кокса способствует ускорению науглероживания, коррозии и износа материала труб змеевиков и в, конечном итоге, снижает срок их службы. Поэтому необходимо своевременно проводить выжиг кокса из пиролизных змеевиков и механическую чистку ЗИА.

Ввиду того, что трубные решетки работают при различных температурных перепадах (нижняя 850°C и верхняя 350°C , температура испарения воды 200°C) возникают трудности в креплении концов труб за счет разницы в величине линейного расширения. Кроме того, возникают осложнения, связанные с газодинамикой потока, который, выходя из центрального штуцера с температурой 850°C , должен быть равномерно распределен по всем трубам. Неравномерность потока пирогаза по охлаждающим трубкам ЗИА вызывает резкое переохлаждение пирогаза и как результат конденсацию компонентов тяжелых смол, их полимеризацию, захват ими частиц кокса и сажи, содержащихся в газе, что способствует забивке труб, расположенных преимущественно по периферии распределительной решетки. При пуске с недостаточно декоксованными трубами часть кокса с последних срывается и выносится вначале паром, а затем парогазовой смесью в трубки закалочного-испарительного аппарата, что сказывается на увеличении перепада давления в ЗИА, ухудшении теплопередачи и увеличении температуры на выходе из него.

В печи пиролиза с сырьем и паром разбавления в ряде случаев попадают соли, которые откладываются на поверхности труб и не удаляются при выжиге кокса. В этом случае трубы печи и ЗИА «промывают» паровым конденсатом.

Необходимостью проведения такой промывки является также сохранение давления на входе в змеевики выше проектного [2].

Удаление солей жесткости из ЗИА осуществляется при проведении постоянной и периодической продувки. Периодическая продувка (3-4 сек.), проводится три раза в сутки. Питательная вода для ЗИА подготавливается на установке химической подготовки, служащей для сбора парового конденсата с установок этиленового производства, обессоливания воды с ТЭЦ, химической очистки воды и конденсата на ионообменных смолах, удаления растворенного кислорода, приготовления и дозирования химических добавок.

Два фактора определяют скорость загрязнения ЗИА:

1. Конденсация высококипящих компонентов на поверхности теплообмена.
2. Налипание частиц кокса и сажи, выносимых из печи.

Так как в процессе пиролиза сырья на внутренних поверхностях трубок ЗИА откладывается слой кокса, необходимо периодически проводить регенерацию печи (паровоздушный выжиг кокса из змеевиков и чистку ЗИА).

Состояние труб и других элементов змеевиков наряду с визуальным осмотром оценивается методом неразрушающего контроля с использованием магнетоскопа и магнитов, характеризующих степень науглероживания металла труб, а также с применением цветной дефектоскопии для определения наличия трещин [3].

2 Разработка технологии сварки

2.1 Обоснование выбранного способа сварки

Сравниваются две технологии ремонта, существующий на предприятии способ ручной дуговой сварки покрытыми электродами и новый способ автоматической орбитальной сварки неплавящимся электродом с подачей присадочной проволоки.

Дуговая сварка металлическими электродами с покрытием в настоящее время остаётся одним из самых распространенных методов, используемых при изготовлении сварных конструкций. Это объясняется простотой и мобильностью применяемого оборудования, возможностью выполнения сварки в различных пространственных положениях и в местах, труднодоступных для механизированных способов сварки.

Достоинство:

- простота и доступность;
- возможность сварки в труднодоступных местах и во всех пространственных положениях;
- возможность сварки в монтажных условиях;
- большой спектр свариваемых материалов;
- значительный спектр толщин (от двух мм и выше).

Недостатки:

- низкая производительность;
- большой расход материалов на разбрызгивание и огарки;
- самый тяжелый способ по технике исполнения;
- многофакторность качества;
- тяжелые условия труда сварщика;
- резкая структурная и механическая неоднородность металла шва.

Орбитальная сварка труб – это автоматическая процедура, выполняемая на специализированном оборудовании квалифицированным оператором. При сварке данным методом дуга между электродами проворачивается на 360 градусов, позволяя равномерно проварить трубу со всех сторон.

Наиболее распространенные работы, для которых оправдано использование орбитальной сварки, представлены:

- стыковочной сваркой;
- соединением фланцев;
- соединением тройников;
- созданием сварных швов между отводами.

Кроме этого орбитальная методика применяется при соединении трубы и трубной доски.

Ключевые преимущества орбитального метода:

- Низкое количество брака и дефективных швов.
- Соединение в любом положении.

Возможность сваривания почти всех металлов.

- Возможность соединения различных типов стали. Кроме этого, метод позволяет соединить такие сложные для сваривания металлы, как: алюминий, тантал, титан и цирконий.

- Контроль всех параметров аппаратуры.
- Отсутствие дыма и шлака в процессе работ по свариванию металлов.
- Возможность соединения металлов как с использованием присадочной проволокой, так и без нее.

Недостатки метода, среди которых можно выделить:

- сравнительно низкая скорость сварки трубопроводов по орбите малого диаметра;
- дороговизна и сложность оборудования;
- используемые виды соединений требует существенных материальных вложений и трудовых ресурсов.

Принцип работы аппарата для сварки труб

Орбитальное сваривание трубных конструкций производится неплавящимися электродами в среде инертных газов. Электроды, как правило, выполнены из тугоплавкого материала, например, вольфрама, а защитная среда создается инертными газами, например, аргоном или гелием.

Весь процесс выполняется автоматизированной системой, дабы минимизировать человеческий фактор и обеспечить идеальный сварной шов. В процессе проведения работ сварщику необходимо лишь задавать требуемый режим и контролировать качества выполняемой работы.

Оборудование для орбитальной сварки – это автоматизированная система, требующая минимального человеческого вмешательства и обеспечивающая высокое качество сварки любых металлов.

Аппарат для сварки труб

Среди орбитального сварочного оборудования можно выделить следующие элементы:

- источник питания;
- специальная голова;
- электрод.

Источник питания необходим для выполнения:

- Контроля режимов работ.
- Управления расходом присадочной проволоки и инертного газа.
- Автоматического определения параметров свариваемых материалов.
- Программирования новых режимов работы орбитального оборудования.

Устройство орбитального сварочного аппарата.

Среди параметров, управляемых источником питания аппаратуры, можно выделить:

- силу тока;
- напряжение;
- скорость подачи сварочной проволоки;

- скорость проводки электрода по шву;
- угол наклона вольфрамового электрода;
- количество впрыскиваемого в камеру газа;
- толщину и диаметр свариваемой трубки.

Большинство орбитальных сварных станций комплектуется специальным принтером, при помощи которого можно распечатать детальные сведения о используемых режимах работы.

Сварочные головки для орбитального аппарата делятся на:

Закрытые

При помощи таких головок производится сваривание трубных конструкций с размером стенок до 4 миллиметров и диаметром до 170 миллиметров. Работа закрытых головок происходит в герметично закрытом пространстве, наполненном атмосферой из инертного газа.

Открытые

Такой тип головок применяется при соединении толстых труб. Открытые головки позволяют многократно повторять сварочный цикл для образования более качественного сварного шва. Кроме этого, при работе с открытым вариантом головок оператор может контролировать длину сварочной дуги.

Для трубных досок

Применяется для починки теплообменников в которых имеется большое количество элементов. Благодаря головке для трубных досок процесс соединения металлов значительно упрощается, а оператору остается лишь время от времени проверять правильность установки головы на свариваемые элементы.

Сварочные головки обладают следующими возможностями:

- Вращение дуги на угол вплоть до 45 градусов.
- Подача присадочной проволоки для создания шва.
- Контроль за длинной присадочной дуги.
- Управление колебаниями горелки.

Особенности процесса работ по свариванию металлов зависят, в первую очередь, от вида соединяемых материалов и формы изделия.

Для соединения труб с трубной доской орбитальной сваркой оператору необходимо:

- настроить орбитальную систему;
- выбрать и установить подходящую под текущие условия головку;
- закрепить аппарат вдоль линии, по которой планируется выполнить сварочный шов;
- включить сварку.

При правильной настройке сварочный агрегат самостоятельно выполнит следующие процедуры:

- выход на режим, путем прогрева электродов;
- создание сварочного шва в первом проходе соединяемого изделия;
- соединение труб в остальных проходах.

Во время работы орбитального сварочного аппарата квалифицированному оператору, облаченному в маску и другие средства защиты, остается лишь следить за параметрами и наблюдать за качеством шва. После завершения цикла сварки, аппарат самостоятельно выключится и позволит оценить качество выполненных работ.

Для получения максимально качественного сварного шва поверхность металлов необходимо тщательно очистить от загрязнений и частиц инородных материалов.

Применение автоматической орбитальной сварки обосновано повышением производительности сварки и качеством выполняемых швов. Так же это позволит повысить культуру и экологичность производства, улучшить условия труда сварщиков.

2.2 Сварочные материалы для автоматической сварки

Для автоматической сварки неплавящимся применяются сварочные материалы, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 2246-70 [8], ГОСТ 10157-2016[9], ГОСТ 23949-80[10].

Для сварки нижней трубной доски с трубками назначаем присадочную проволоку Св-08ХМ-О по ГОСТ 2246-70 производства компании Lincoln Electric диаметром 1 мм, т.к. она применяется для сварки теплоустойчивых и низколегированных сталей типа ХМ, обеспечивает образование надежных и аккуратных швов и гарантирует стабильное горение дуги. Химический состав представлен в таблице 9.

Таблица 3 – Химический состав наплавленного металла проволоки Св-08ХМ-О

С, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Mo, %	S, %	P, %	Ni, %
0,06-0,1	0,35-0,6	0,12-0,3	0,9-1,2	0,5-0,7	0,025	0,03	0,3

В качестве неплавящегося электрода назначаем иттрированный вольфрамовый электрод (WY-20 (темно-синий)) диаметром 2 мм, т.к. он наиболее стойкий из используемых сегодня неплавящихся электродов. Используется для сварки особо ответственных соединений на постоянном токе прямой полярности, содержание окисной добавки — 1,8-2,2%, иттрированный вольфрам повышает стабильность катодного пятна на конце электрода, вследствие чего улучшается устойчивость дуги в широком диапазоне рабочих токов.

Основные свариваемые материалы: сварка особо ответственных конструкций из углеродистых, низколегированных и нержавеющей сталей, титана, меди и их сплавов на постоянном токе.

В качестве защитного газа назначаем аргон высшего сорта, т.к. к свариваемой конструкции предъявляются повышенные требования к качеству сварных швов. Состав компонентов и примесей защитного газа по ГОСТ 10157-2016.

Таблица 4 – Химический состав защитного газа аргон высшего сорта

Объемная доля аргона, %, не менее	99,993
Объемная доля кислорода, %, не более	0,0007
Объемная доля азота, %, не более	0,005
Объемная доля водяных паров, %, не более	0,0009
Температуре насыщения аргона водяными парами при давлении 101,3 кПа (760 мм рт. ст.), °С, не выше	- 61
Объемная доля суммы углеродсодержащих соединений в пересчете на CO ₂ , %, не более	0,0005

2.3 Расчет параметров режима для ручной дуговой сварки

Нижняя часть трубной доски толщиной 15 мм, соединяется трубой диаметром 34 мм и толщиной стенки 4 мм (рисунок 1).

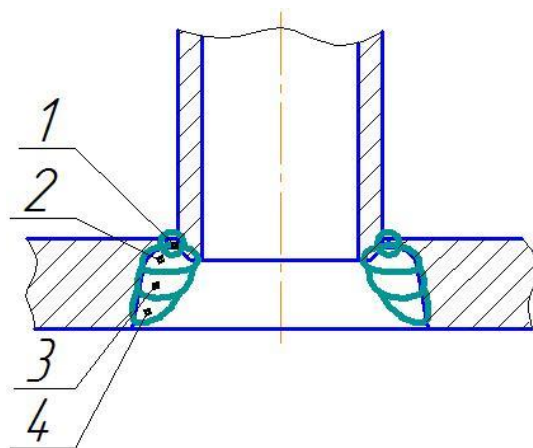


Рисунок 1– Форма и геометрические очертания шва

Так как соединение не является стандартным, измерения площади наплавленного металла и общей площади поперечного сечения, производим графическим способом в программе КОМПАС-3D14V. Площадь наплавленного металла равна: $F_n = 90 \text{ мм}^2$. Общую площадь поперечного сечения шва: $F_{ш} = 102,7 \text{ мм}^2$.

Находим площадь поперечного сечения проплавленного металла по формуле:

$$F_{пп} = F_u - F_H = 102,7 - 90 = 12,7 \text{ мм}^2 \quad (1)$$

Воспользуемся формулой, описанной в [11], для определения первого прохода:

$$F_1 = (6 \dots 8) \cdot d_э = 6 \cdot 3 = 18 \text{ мм}^2, \quad (2)$$

принимаем $F_1 = 18 \text{ мм}^2$.

Для определения последующих проходов:

$$F_n = (8 \dots 12) \cdot d_э = 8 \cdot 3 = 24 \text{ мм}^2, \quad (3)$$

принимаем $F_n = 24 \text{ мм}^2$.

Количество проходов определяем по формуле:

$$n = \frac{F_n - F_1}{F_n} + 1 = \frac{90 - 18}{24} + 1 = 4. \quad (4)$$

Сварку выполняем за четыре прохода, электродами ТМЛ-1У и ОЗС-11 диаметром 3 мм.

Расчёт силы сварочного тока при сварке покрытыми электродами производится по диаметру электрода и допускаемой плотности тока [11]:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_э^2}{4} \cdot j, \quad (5)$$

где $d_э$ - диаметр электродного стержня, мм;

j – допускаемая плотность тока, А/мм².

Для корневого слоя используем электроды ТМЛ-1У диаметра 3 мм и силу сварочного тока определяем по формуле (5):

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4} \cdot (10 \dots 15) = 71 \dots 106 \text{ А},$$

принимаем $I_{св} = 80 \text{ А}$, так как сварка корня самое ответственное место, то не рекомендуется использовать большие значение силы сварочного тока.

Для заполняющего и облицовочных слоев используем электроды ОЗС-11 диаметра 3 мм, силу сварочного тока определяем по формуле (5):

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4} \cdot (15 \dots 18,5) = 106 \dots 130 \text{ А},$$

принимаем $I_{св} = 110 \text{ А}$.

Для приближённого расчёта напряжения на дуге воспользуемся выражением:

$$U_{\delta} = 20 + 0,04 \cdot I_{св}. \quad (6)$$

Для сварки корневого слоя шва определяем напряжение по формуле (6):

$$U_{\delta} = 20 + 0,04 \cdot 80 = 23,2 \text{ В},$$

принимаем $U_{\delta} = 23 \text{ В}$.

Для сварки заполняющего и облицовочных слоев шва определяем напряжение по формуле (6):

$$U_{\delta} = 20 + 0,04 \cdot 110 = 24,4 \text{ В},$$

принимаем $U_{\delta} = 24 \text{ В}$.

Скорость дуговой сварки покрытыми электродами обычно задается и контролируется косвенно по необходимым размерам получаемого шва и может быть определена по формуле:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n}, \quad (7)$$

где α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч;

F_n – площадь поперечного сечения наплавленного металла за данный проход, см²;

γ – плотность наплавленного металла за данный проход, г/см³ (для стали $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$).

Подставляем значения в формулу (7) и получаем:

для сварки корневого слоя шва:

$$V_{св} = \frac{9 \cdot 80}{3600 \cdot 7,8 \cdot 18 \cdot 10^{-2}} = 0,14 \text{ см / с} = 5,1 \text{ м / ч};$$

для сварки заполняющего и облицовочных слоев шва:

$$V_{св} = \frac{14,5 \cdot 110}{3600 \cdot 7,8 \cdot 24 \cdot 10^{-2}} = 0,24 \text{ см / с} = 8,5 \text{ м / ч}.$$

2.4 Расчет параметров режима для автоматической сварки

Геометрические параметры шва такие же как при ручной дуговой сварки, определенные в п.2.4.,однако, при помощи автоматической сварки возможно выполнить больший объем наплавленного металла за один проход. Принимаем два прохода:1 проход (корень шва) равен $F_1 = 20 \text{ мм}^2$; 2 проход (облицовочный шов) равен $F_2 = 70 \text{ мм}^2$.

В соответствии с рекомендациями литературы [12, 13] назначаем режимы автоматической сварки неплавящимся электродом (таблица 11).

Таблица 5 – Рекомендованные режимы автоматической сварки

Сварочный ток, А	Присадочная проволока		Скорость сварки, м/с	Скорость подачи защитного газа, л/мин
	Диаметр,мм	Скорость подачи, м/с		
130...150	0,8...1,0	0,016...0,018	0,1...0,13	18-22

2.5 Оборудование для автоматической сварки

В качестве оборудования для автоматической сварки выбираем комплекс для орбитальной сварки неплавящимся электродом с автоматической подачей присадочной проволоки. В его состав входят сварочная головка ORBIWELD P16 и источник питания ORBITMAT 300CB.



Рисунок 2– Источник питания ORBITMAT 300CB

Орбитальный сварочный источник питания ORBITMATCB включают испытанную и проверенную классическую концепцию управления от Orbitalum с вводом всех параметров с помощью цифровой клавиатуры. Все значения могут быть запрограммированы напрямую и без ввода поправочного коэффициента.

Базовая модель серии ORBITMATCB включает в себя следующие функции и оборудование:

- сварка на постоянном токе;
- опция контроля для подачи холодной проволоки;
- оптимальная видимость и условия эксплуатации благодаря четко спроектированному 10,5-дюймовому монитору;
- многоязычная навигация по меню с помощью цветного дисплея;
- возможность хранить более 5000 сварочных программ;
- регистрация сварочных данных и распечатка фактических значений;
- регулировка наклона мощности между отдельными секторами;
- контролируется поток охлаждающей воды и сварочного газа;
- возможность программирования до 99 секторов.

Технические характеристики орбитального сварочного источника питания ORBITMATCB указаны в таблице 12.

Таблица 6 – Технические характеристики ORBIMAT 300 CB

Наименование параметра	Значение параметра
Напряжение подключения, В	400 ±15 %
Частота сети, Гц	50/60, 3 фазы
Диапазон регулирования тока, А	5 - 300
Продолжительность включения, А: 40% 60% 100 %	от 300 до 260 от 220
Вес, кг	34
Габаритные размеры	530 x 400 x 400

Специализированная система предназначена для приварки труб к трубным доскам ЗИА с высокой точностью и качеством.



Рисунок 3– Сварочная головка ORBIWELD P16

Жидкостное охлаждение серии Р вплоть до головки горелки WIG обеспечивает точное протекание и неизменное качество процесса сварки и увеличивает продолжительность включения. Головка горелки плавно поворачивается на 30 градусов – эта функция очень полезна, например, при обработке труб, входящих в трубные решетки под углом, а также в условиях ограниченного пространства. Вращение сварочной головки с неплавящимся электродом синхронизировано с подачей проволоки. Сварочный ток сохраняется постоянным или может регулироваться по окружноститрубы.

Особенности:

- полностью охлаждаемый водой корпус сварочной головки;
- водяная охлаждающая жидкость, которая попадает в головку TIG-головку;
- простое управление с максимальной функциональностью;
- головка горелки с бесступенчатым наклоном до 30°;
- позиционирование к трубе, подлежащей сварке, осуществляется с помощью центрирующего инструмента, который устанавливается на удерживающую оправку;
- оснащен устройством подачи холодной проволоки, установленным непосредственно на сварочной головке, включая фиксирующий механизм для стандартной катушки проволоки 100 мм;
- включает трехточечную опору.
- подача вращающейся проволоки на оси вращения TIG-горелки предотвращает перекручивание дополнительной проволоки при ее выходе из сопла;

Применяется для сварки труб с внутренним диаметром –10-78 мм. Вес машины –17,5 кг.

2.6 Последовательность ремонта ЗИА-19В

Области применения методов крепления стальных труб. Основными способами крепления труб к трубной доске в трубчатых теплообменных аппаратах являются развальцовка роликами и сварка в сочетании с развальцовкой.

Ремонт аппарата осуществляется ремонтными подразделениями предприятия или специализированной организацией, располагающей техническими средствами и работниками (работные соответствующей квалификации и ИТР), обеспечивающими высокое качество выполнения работ в соответствии с требованиями нормативных документов Ростехнадзора, ГОСТ и инструкций.

Руководство работами при проведении ремонта должно осуществляться инженерно-техническими работниками, имеющими соответствующую квалификацию.

К сварке допускаются сварщики, аттестованные в соответствии с правилами, утвержденными Ростехнадзором и имеющие удостоверение установленного образца. При этом сварщики допускаются только к тем видам работ, которые указаны в удостоверении.

При ремонте аппарата должны применяться материалы, которые по химическому составу и физико-механическим свойствам соответствуют материалам, указанным в паспорте завода-изготовителя. Качество и свойства материалов должны быть подтверждены сертификатами завода-поставщика и удовлетворять соответствующим ГОСТ [1].

Процесс сборки и сварки описан в комплекте технологической документации в приложении 1.

2.6.1 Подготовительные операции

Перед началом сварки должно быть проверено состояние поверхности стыкуемых элементов и качество их сборки. Все работы по сварке проводить при температуре окружающего воздуха не ниже -10°C . При более низкой температуре в зоне сварки необходимо создать микроклимат с температурой не ниже -10°C .

Работники отдела технического надзора проводят контроль оформления документации на ремонт и контроль качества выполнения работ.

Перед проведением ремонтных работ необходимо:

- отключить аппарат от действующих линий, подготовить его к ремонту в соответствии с требованиями техники безопасности;
- снять верхний и нижний конусы;
- выявить наличие дефектов на верхнем и нижнем конусах, на корпусе, в соединениях трубок с верхней и нижней трубными решетками, а также на самих решетках с помощью визуального осмотра, цветной дефектоскопией, ультразвукового толщиномера или дефектоскопа, гидроопрессовки и пневмоиспытаниями на плотность с обмыливанием участков контролируемой поверхности [1].

2.6.2 Технология ремонта трубок пучка

При замене и ремонте трубок пучка необходимо:

- высверлить неисправные трубки из верхней трубной решетки с помощью специального инструмента (рисунок 4) на глубину 40-45 мм.

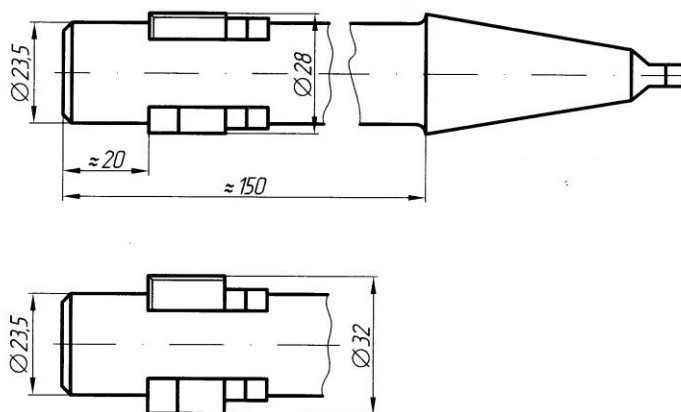


Рисунок 4—Инструмент для высверливания трубок пучка из трубных решеток

- раззенковать в верхней решетке с помощью приспособления (рисунок 5) отверстие под сварку по чертежу (рисунок 6).

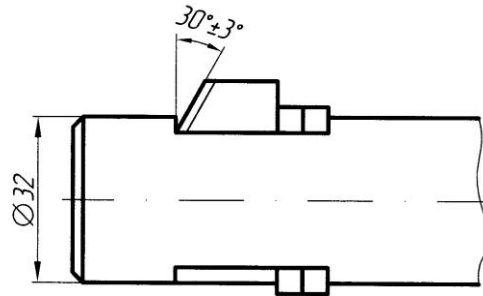


Рисунок 5—Инструмент для разделки кромок отверстий

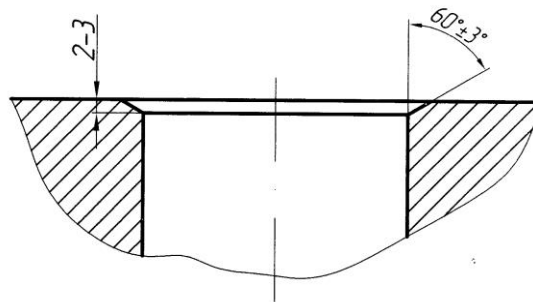


Рисунок 6—Подготовка кромок отверстий в верхней трубной решетке под приварку трубок

-высверлить неисправные трубки из нижней трубной решетки с помощью специального инструмента (рисунок 1). Приводом режущего инструмента служат пневмомашинки сверлильные ИП-1012, электрические ИЗ-1023 и т.д.

-выдавить дефектную трубку вверх на 250-300 мм, подготовить кромку под сварку (рисунок 7) и зачистить поверхность, прилегающую к зоне сварки на ширину не менее 50 мм.

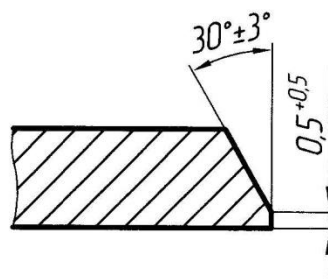


Рисунок 7—Подготовка кромки

Восстановить отверстия под трубы в нижней трубной решетке, свариваемые кромки зачистить (рисунок 8) шлифмашинкой.

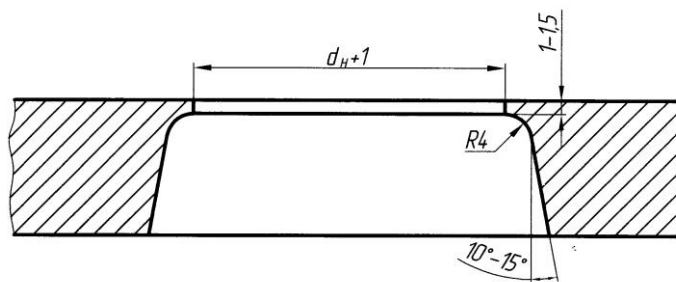


Рисунок 8—Подготовка кромок отверстий в нижней трубной решетке под приварку трубок

Вставить трубки в нижнюю трубную решетку с выходом их дефектных концов и отрезать шлифмашинкой с условием сохранения проектной длины трубы.

Обработать кромки нижних концов труб под сварку (рисунок 9) зачистить их на ширину 50 мм до металлического блеска.

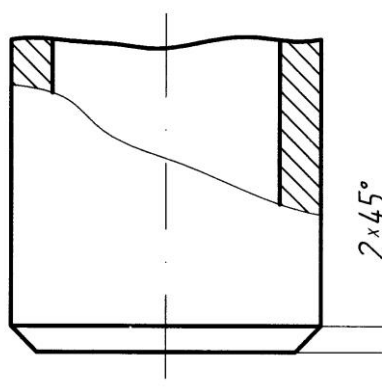


Рисунок 9—Подготовка кромок трубок под сварку с нижней трубной решеткой

Собрать под сварку соединения труб с трубной решеткой (рисунок 10), проконтролировать качество сборки.

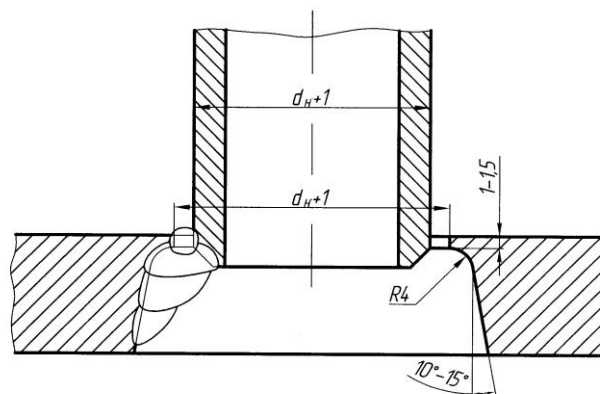


Рисунок 10—Сборка и сварка соединения трубок с нижней трубной решеткой

Произвести предварительный подогрев собранного соединения до 250°C , предварительно заглушив теплоизоляцией свободные концы труб со стороны верхней трубной решетки.

Выполнить сварку трубы с нижней трубной решеткой автоматической аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом с подачей присадочной проволоки.

Зачистить места приварки труб к трубной решетке шлифмашинкой и провести цветную дефектоскопию сварных швов.

2.6.3 Термообработка

Провести термообработку нижней трубной решетки по режиму: температура нагрева 700°C , время выдержки 2 часа, скорость нагрева не более $100^\circ/\text{ч}$. Время между окончанием процесса сварки распорок с трубной решеткой и термообработкой нового участка не должно превышать 48 часов. При невозможности соблюдения этого условия требуется провести промежуточный отпуск сварных швов приварки распорок по режиму: температура нагрева 250°C , выдержка 1 час, скорость нагрева не более $100^\circ/\text{ч}$, охлаждение, замедленное под слоем теплоизоляции. Техника и технология термической обработки принимаются по [17].

2.6.4 Контроль качества сварных швов

Качество сварного соединения контролируется цветной дефектоскопией или магнитнопорошковым методом с последующим контролем сомнительных стыков рентгено-просвечиванием или гамма-просвечиванием.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
31В41	Ишутин Владимир Сергеевич

Институт	ИШНКБ	Отделение	ОТСП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.01.03 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Сварочные материалы; Защитный газ; Основная зарплата; Социальные цели; Электроэнергия; Ремонт оборудования.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Месячный должностной оклад сварщиков</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов.</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды (30,2%);</i>

Перечень вопросов, подлежащих разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения ТП с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Потенциальные потребители результатов исследования; Анализ конкурентных технических решений</i>
2. <i>Планирование технического проекта</i>	<i>Формирование плана и графика разработки - определение структуры работ; - определение трудоемкости выполнения работ по проекту; - разработка графика.</i>
3. <i>Нормирование времени сварки и экономическая оценка сравниваемых способов сварки</i>	<i>Формирование операционных норм времени на сварки: - основное время на сварку; - вспомогательное время; - подготовительно-заключительное время; - штучное время; - штучно-калькуляционное время. Формирование текущих затрат на сварочные работы: - материальные затраты; - заработная плата; - отчисления во внебюджетные фонды; - амортизация оборудования.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Диаграмма Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Жаворонок Анастасия Валерьевна	Ассистент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
31В41	Ишутин Владимир Сергеевич		

В данном разделе необходимо определить экономическую целесообразность замены существующей технологии ремонта трубной решетки аппарата ЗИА-19В на новую более производительную автоматической сваркой неплавящимся электродом с подачей присадочной проволоки.

Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов технического проектирования;
- проанализировать конкурентные технические решения;
- структурировать работу в рамках технического проекта;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения исследования;
- провести расчет норм времени на сварку;
- рассчитать смету технического проекта;
- рассчитать годовой экономической эффект от внедряемого способа сварки.

3.1 Потенциальные потребители результатов разработки технологии

Выпускная квалификационная работа по теме «Технология замены нижней доски и трубок ЗИА-19В» выполняется для организации ООО «Томскнефтехим». Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники организации.

Суть работы заключается в разработке процесса автоматической сварки неплавящимся электродом в аргоне с подачей электродной проволоки.

Таблица 7–Сегментирование рынка по разработке технологии ремонта нижней трубной доски ЗИА-19В.

Технологические показатели качества сварного соединения	Показатель		
	Низкий показатель	Средний показатель	Высокий показатель
Качество сварного шва	3	2	1
Скорость сварки	2, 3	2	1
Возможность автоматизации сварки	3	2	1, 2

- 1- Автоматическая сварка неплавящимся электродом в аргоне;
- 2- Ручная аргонно-дуговая сварка;
- 3- Ручная дуговая сварка.

Результат сегментирования показал, что уровень конкуренции низок. Автоматическая сварка неплавящимся электродом в аргоне, как видно из сегментирования, хороший способ сварки, который может получать качественные сварные соединения.

3.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

С помощью анализа конкурентных технических решений, проведем оценку сравнительной эффективности научной разработки и определим направление для ее реализации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле[17]:

$$K = \sum B_i \times B_i, (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Оценочная карта представлена в таблице 14.

Таблица 8– Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Спрос проекта	0,1	5	3	5	0,5	0,3	0,5
2. Удобство в применении	0,2	5	4	4	1	0,8	0,8
3. Затраты сварочного материала	0,15	3	4	5	0,45	0,6	0,75
4. Качество сварного соединения	0,1	5	4	2	0,5	0,4	0,2
5. Эффективность применения	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность	0,1	2	5	3	0,2	0,5	0,3
2. Уровень проникновения на	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
3. Цена	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
4. Квалифицированные кадры	0,05	5	5	5	0,3	0,3	0,3
Итого	1	39	36	35	4,35	4,00	3,95
<i>Примечание:</i> <i>Б_ф</i> –автоматическая сварка неплавящимся электродом; <i>Б_{к1}</i> – аргонно-дуговая сварка; <i>Б_{к2}</i> – ручная дуговая сварка.							

Опираясь на полученные данные, можно судить, что модернизированная технология, рассмотренная в дипломной работе, эффективнее, чем методы применяемые конкурентами.

3.3 Планирование проекта

3.3.1 План проекта

При создании нового технологического процесса необходимо правильно планировать сроки выполнения отдельных этапов работ, учитывать расходы на

материалы, заработную плату. А также оценивать наиболее правильный вариант разработки процесса.

В первую очередь определяется полный перечень проводимых работ, а также продолжительность на каждом этапе. В результате планирования формируется график реализации проекта. Для построения работ необходимо соотнести соответствующие работы каждому исполнителю.

Таблица 9– Распределение этапов работы

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления разработки технологии	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические разработки	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативной документации	
	8	Изучение механизированной сварки	
Практические разработки	9	Сварка контрольных образцов исследуемыми методами.	Студент
	10	Изучение результатов проведенной сварки	
Оценка полученных результатов	11	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	12	Заключение	

3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика

Диаграмма Ганта – горизонтальный линейный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

На основе таблицы 15 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках ВКР с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени ВКР.

Таблица 10– Временные показатели проведения технического проектирования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители
	$t_{\min}$, чел-дни	$t_{\max}$, чел-дни	$t_{\text{ож}}$, чел-дни	
Составление и утверждение технического задания Выдача задания на тему Постановка задачи	1	1	1	Руководитель
Определение стадий, этапов и сроков разработки	1	1	1	Руководитель, Студент
Поиск и изучение материалов по теме	15	30	15	Студент
Анализ существующего опыта	3	7	5	Студент
Подбор нормативных документов	3	7	5	Студент
Согласование полученных данных с руководителем	1	2	1	Руководитель, Студент
Разработка технологии сварки нижней трубной решетки аппарата ЗИА-19В	10	15	15	Руководитель Студент
Оценка эффективности полученных результатов	1	2	1,5	Студент
Анализ результатов	1	2	1,5	Студент
Составление пояснительной записки	2	3	2,3	Студент

На основании таблицы 16 строим календарный план-график, который отражает длительность исполнения работ в рамках проектной деятельности.

Таблица 11– Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ Ра- бот	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ								
				апрель			май			июнь		
				1	10	20	1	10	20	1	10	19
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	0,33		—							
2	Выдача задания на тему	Руководитель	0,33		—							
3	Постановка задачи	Руководитель	0,33		—							
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель, Студент	1		— —							
5	Поиск и изучение материалов по теме	Студент	15			—						
6	Анализ существующего опыта	Студент	5				—					
7	Подбор нормативных документов	Студент	5				—					
8	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель, Студент	1					— —				
9	Разработка технологии сварки нижней трубной решетки аппарата ЗИА-19В	Руководитель Студент	15					— —	—			
10	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	1,5						—			
12	Работа над выводом	Студент	1,5							—		
13	Составление пояснительной записки	Студент	2,3							—		
—студент, —руководитель.												

3.4 Расчет норм времени на сварку

Техническое нормирование производится в целях установления необходимых затрат времени на выполнение заданной работы в определенных организационно-технических условиях при полном и эффективном использовании средств на производстве и с учетом опыта передовых рабочих.

Нормирование полуавтоматической и автоматической сварки в среде углекислого газа проводим по методике, изложенной в [7].

Рассчитаем основное время для каждого типа соединения:

Таблица 12– Определение основного времени на сварку

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые способы			
	Ручная дуговая покрытыми электродами		Автоматическая сварка в защитном газе	
	Особое соедин.	Тавровое соедин.	Особое соедин.	Тавровое соедин.
F_n - площадь наплавленного металла, мм ²	90	24,3	90	24,3
Скорость сварки, м/ч I проход II-IV проходы	-	-	11,8 9,8	12,6
Коэффициент наплавки I проход II-IV проходы	9 14,5	9	-	-
Плотность наплавляемого металла	7,8	7,8	7,8	-
Сила тока I проход II-IV проходы	80 110	110	-	-

Расчет основного времени на сварку для РДС производится по формуле:

$$t_0 = \sum \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_{св} \cdot \alpha_n} \quad (32)$$

где F - площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм²;

γ - плотность наплавленного металла, г/см³;

I - сила сварочного тока, А;

α_H - коэффициент наплавки, г/А·ч;

Подставляем значения в формулу (32) и получаем:

$$t_0 = \frac{18 \cdot 7,8 \cdot 60}{80 \cdot 9} + 3 \cdot \frac{24 \cdot 7,8 \cdot 60}{110 \cdot 14,5} + \frac{24,3 \cdot 7,8 \cdot 60}{110 \cdot 9} = 42,3 \text{ мин}$$

Определение основного времени на сварку для автоматической сварки производится по формуле:

$$t_0 = \sum \frac{60}{V_{св}} \quad (33)$$

где $V_{св}$ - скорость сварки шва для данного типоразмера, м/ч.

Подставляем значения в формулу (33) и получаем:

$$t_0 = 60 \cdot \left(\frac{1}{11,8} + \frac{1}{9,8} + \frac{1}{12,6} \right) = 16 \text{ мин}$$

Разница во времени основной сварки между РДС и автоматической сваркой, составляет 26,3 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 60 %.

Необходимые значения времени, для расчета $t_{в.ш.}$, $t_{в.и.}$ и $k_{об}$ для автоматической сварки получены из [7].

Таблица 13– Вспомогательное время, связанное со сваркой шва

	Ручная дуговая покрытыми электродами	Автоматическая сварка в защитном газе
Элементы работы	Время на 1м/мин	Время на 1м/мин
Зачистка свариваемых кромок от налета и ржавчины перед сваркой	0,3	0,3
Зачистка сварного шва от окисных пленок	-	0,3
Зачистка околошовной зоны от брызг наплавленного металла	0,7	0,4
Осмотр и промер шва	0,37	0,3
Смена электродов	0,25	-
Удаление остатка проволоки из головки полуавтомата. Смена кассет. Подача проволоки в	-	0,1

головку полуавтомата		
Подтягивание проводов	-	0,25

Продолжение таблицы 19

Зачистка шва от шлака после выполнения каждого прохода	0,6	-
Возврат сварщика в исходное положение	-	0,15
Откусывание огарков проволоки	-	0,1
Итого	2,2	1,9

Разница во вспомогательном времени сварки между РДС и автоматической сваркой, составляет 0,3 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 14 %.

Таблица 14– Вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования

	Ручная дуговая покрытыми электродами	Автоматическаясва рка в защитном газе
Элементы работы	Время, мин	Время, мин
Установка полуавтомата в начале шва, возврат, отключение	-	2,7
Установка, снятие и транспортировка изделия	3	3
Закрепление, открепление	0,5	0,5
Перемещения сварщика в исходное положение	0,2	-
Клеймение шва	0,21	0,21
Итого	3,91	6,41

Разница во вспомогательном времени, связанном с изделием и работой оборудования между РДС и автоматической сваркой, составляет 2,5 мин, что в процентном соотношении дает увеличение времени на 40 %.

Таблица 15– Подготовительно-заключительное время, связанное с наладкой и переналадкой оборудования

	Ручная дуговая покрытыми электродами	Автоматическаясва рка в защитном газе
Элементы работы	Время, мин	Время, мин

Получение производственного задания, документации, указаний и инструктажа мастера, получение инструмента	4	4
Ознакомление с работой	2	3

Продолжение таблицы 21

Подготовка к работе баллона с газом, подключение (отключение) и продувка шлангов	-	4
Установка, настройка и проверка режимов сварки	3	3
Подготовка рабочего места и приспособлений к работе	2	4
Сдача работы	2	2
Итого	13	20

Разница в подготовительно-заключительном времени между РДС и автоматической сваркой, составляет 7 мин, что в процентном соотношении дает увеличение времени на 35 %.

Таблица 16– Штучное время

	Ручная дуговая покрытыми электродами	Автоматическая сварка в защитном газе
Элементы работы	Время, мин	Время, мин
t_0 – основное время на сварку, мин/м	42,3	16
$t_{в.ш.}$ - вспомогательное время, связанное со свариваемым швом на 1 пог.м шва в мин	2,22	1,9
l – общая длина швов, м	0,4	0,4
$t_{в.и.}$ -вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования	3,91	6,41
$K_{об}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные потребности	1,1	1,15

Определение штучного времени сварки производится по формуле:

$$T_{шт} = [(t_0 + t_{в.ш.}) \cdot l + t_{в.и.}] \cdot K_{об} \quad (34)$$

где t_0 - основное время на сварку одного погонного метра шва, мин/м;

$t_{в.ш.}$ - вспомогательное время, зависящее от длины шва, в расчете на погонный метр, мин/м;

l - протяженность сварочного шва данного типоразмера, м;

$t_{\text{виз}}$ - вспомогательное время, зависящее от свариваемого изделия и типа сварочного оборудования, мин/изделие;

$k_{\text{об}}$ - коэффициент, учитывающий время обслуживания рабочего места и время на отдых и личные надобности (на автоматическую сварку – 1,15; на полуавтоматическую – 1,12; на ручную – 1,10);

Подставляем значения в формулу (34) и получаем для РДС:

$$T_{\text{шт}} = [(42,3 + 2,22) \cdot 0,4 + 3,91] \cdot 1,1 = 28,7 \text{ мин}$$

Подставляем значения в формулу (34) и получаем для автоматической сварки:

$$T_{\text{шт}} = [(16 + 1,9) \cdot 0,4 + 6,41] \cdot 1,15 = 15,2 \text{ мин}$$

Разница в штучном времени сварки между РДС и автоматической сваркой, составляет 13,5 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 47 %.

Таблица 17– Количество сваренных деталей на рабочую смену

	Ручная дуговая покрытыми электродами	Автоматическая сварка в защитном газе
$T_{\text{см}}$ – продолжительность одной рабочей смены	8	8
$T_{\text{шт}}$ – штучное время	28,7	15,2

Определение размера партии производится по формуле:

$$n = \frac{T_{\text{см}} \cdot 60}{T_{\text{шт}}} \quad (35)$$

где $T_{\text{см}}$ - продолжительность одной рабочей смены, ч

$T_{\text{шт}}$ – штучное время, мин

Подставляем значения в формулу (35) и получаем для РДС:

$$n = \frac{8 \cdot 60}{28,7} \approx 17 \text{ шт/см}$$

Подставляем значения в формулу (35) и получаем для автоматической сварки:

$$n = \frac{8 \cdot 60}{15,2} \approx 31 \text{ шт /см}$$

Разница в размере партии между РДС и автоматической сваркой, составляет 14 шт, что в процентном соотношении дает увеличение количества на 45 %.

Таблица 18– Штучно-калькуляционное время

	Ручная дуговая покрытыми электродами	Автоматическая сварка в защитном газе	Изменение
$T_{шт}$ – штучное время	28,7	15,2	-
$t_{п.з.}$ – подготовительно заключительное время	13	20	-
n – размер партии	17	31	

Для дуговой сварки в условиях серийного производства норма времени рассчитывается по формуле:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{n} \quad (36)$$

где $T_{шт}$ – штучное время, мин;

$t_{п.з.}$ – подготовительно заключительное время

n – размер партии

Подставляем значения в формулу (36) и получаем для РДС:

$$T_{шк} = 28,7 + \frac{13}{17} = 28,8 \text{ мин}$$

Подставляем значения в формулу (36) и получаем для автоматической сварки:

$$T_{шк} = 15,2 + \frac{20}{31} = 15,8 \text{ мин}$$

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РДС и автоматической сваркой, составляет 13 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 45 %.

Таблица 19– Масса наплавленного металла шва

	Ручная дуговая покрытыми электродами	Автоматическая сварка в защитном газе
F – площадь наплавленного металла, мм ²	114,3	114,3
l – длина шва, м	0,4	0,4
γ - плотность наплавленного металла	7,8	7,8

Определение массы наплавленного металла шва производится по формуле:

$$G_n = F \cdot l \cdot \gamma \quad (37)$$

где F – площадь наплавленного металла, мм²;

l – длина шва, м;

γ - плотность наплавленного металла.

Подставляем значения в формулу (37) и получаем для РДС:

$$G_n = 114,3 \cdot 0,4 \cdot 7,8 = 0,45 \text{ кг}$$

Подставляем значения в формулу (37) и получаем для автоматической сварки:

$$G_n = 114,3 \cdot 0,4 \cdot 7,8 = 0,36 \text{ кг}$$

Разница массе наплавленного металла между РДС и автоматической сваркой, составляет 0,09 кг, что в процентном соотношении дает уменьшение массы на 20 %.

3.5 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки

Рассматривается возможность изготовления сварного изделия с использованием альтернативных способов и средств сварки, которыми располагает предприятие и когда необходимо выбрать лучший процесс. В подобной ситуации выбор лучшего решения должен осуществляться на основе текущих затрат.

При их определении во внимание следует принимать лишь релевантные затраты, то есть такие, которые будут различаться в сравниваемых вариантах и которые могут повлиять на выбор лучшего варианта.

Текущие затраты на сварочные работы состоят из следующих пунктов:

- Сварочные материалы;
- Защитный газ;
- Основная зарплата;
- Социальные цели;
- Электроэнергия;
- Ремонт оборудования.

3.5.1 Затраты на сварочные материалы

Таблица 20– Затраты на сварочные материалы

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	Ручная дуговая покрытыми электродами	Автоматическая сварка в защитном газе
g_{nm} – масса наплавленного металла, кг/изд	0,45	0,36
k_n – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла	1,6	1,08
Π_{cm} – цена электродов/ электродной проволоки, руб/кг		
ТМЛ-1У	70	-
АНЖР-2	1600	-
СВ-08ХМ	-	150

Определение затрат на сварочные материалы производится по формуле:

$$C_{cm} = g_{nm} \cdot k_n \cdot \Pi_{cm} \quad (38)$$

где g_{nm} – масса наплавленного металла, кг/изд

k_n – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла

Π_{cm} – цена электродов/ электродной проволоки, руб/кг

Подставляем значения в формулу (38) и получаем для РДС:

$$C_{cm} = 0,29 \cdot 1,6 \cdot 1600 + 0,16 \cdot 1,6 \cdot 70 = 760 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (38) и получаем для автоматической сварки:

$$C_{cm} = 0,36 \cdot 1,08 \cdot 150 = 59 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на сварочные материалы между РДС и автоматической сваркой, составляет 701 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 90 %.

3.5.2 Затраты на защитный газ

Таблица 21– Затраты на защитный газ

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	Ручная дуговая покрытыми электродами	Автоматическая сварка в защитном газе
$g_{газ}$ - норма расхода газа, л/мин	-	12
t_0 - основное время на сварку, мин/м	-	16
l - длина сварного шва, м/издел	-	0,4
$\Pi_{газ}$ - цена за единицу газа руб/л	-	0,36

Определение затрат на защитный газ производится по формуле:

$$C_{газ} = g_{газ} \cdot t_0 \cdot l \cdot \Pi_{газ} \quad (39)$$

где $g_{газ}$ - норма расхода газа, л/мин

t_0 - основное время на сварку, мин/м

l - длина сварного шва, м/издел

$\Pi_{газ}$ - цена за единицу газа руб/л

Подставляем значения в формулу (39) и получаем для автоматической сварки:

$$C_{газ} = 12 \cdot 16 \cdot 0,4 \cdot 0,36 = 28 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на защитный газ между РДС и автоматической сваркой, составляет 28 руб, что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 100 %, т.к. при РДС защитный газ не применяется.

3.5.3 Затраты на заработанную плату рабочих

Таблица 22– Затраты на заработанную плату рабочих

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	Ручная дуговая покрытыми электродами	Автоматическая сварка в защитном газе
$C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий	30000	30000
$F_{мр}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц	172	172
$t_{шк}$ – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	28,8	15,8

Определение затрат на заработанную плату рабочих производится по формуле:

$$C_z = \frac{C_{мз} \cdot t_{шк}}{F_{мр} \cdot 60} \quad (40)$$

где $C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий;

$F_{мр}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц;

$t_{шк}$ – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд.

Подставляем значения в формулу (40) и получаем для РДС:

$$C_3 = \frac{30000 \cdot 28,8}{172 \cdot 60} = 84 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (40) и получаем для автоматической сварки:

$$C_3 = \frac{30000 \cdot 15,8}{172 \cdot 60} = 46 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на заработанную плату рабочих между РДС и автоматической сваркой, составляет 38 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 45 %.

3.5.4 Затраты на отчисления на социальные цели

Таблица 23– Отчисления на социальные цели

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	Ручная дуговая покрытыми электродами	Автоматическая сварка в защитном газе
$k_{отч}$ – процент отчислений на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы	30%	30%
C_3 – Затраты на заработанную плату рабочих	84	46

Определение затрат на отчисления на социальные цели производится по формуле:

$$C_{отч} = \frac{k_{отч} \cdot C_3}{100} \quad (41)$$

где $k_{отч}$ – процент отчислений на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы;

C_3 – Затраты на заработанную плату рабочих

Подставляем значения в формулу (40) и получаем для РДС:

$$C_{отч} = \frac{30 \cdot 84}{100} = 25 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (41) и получаем для автоматической сварки:

$$C_{отч} = \frac{30 \cdot 46}{100} = 14 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на отчисления на социальные цели между РДС и автоматической сваркой, составляет 11 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 44 %.

3.5.5 Затраты на электроэнергию

Таблица 24 – Затраты на электроэнергию

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	Ручная дуговая покрытыми электродами	Автоматическая сварка в защитном газе
U – напряжение, В	24	26
I – сила тока, А	105	200
t_o – основное время сварки, мин/м	42,3	16
l – длина сварного шва, м/изд	0,4	0,4
η – коэффициент полезного действия источника питания	0,75	0,8
$\Pi_{эл}$ – стоимость 1 квт-ч электроэнергии, руб	5,38	5,38

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_{эп} = \frac{U \cdot I \cdot t_o \cdot l}{60 \cdot \eta \cdot 1000} \cdot \Pi_{эл} \quad (42)$$

где U – напряжение, В;

I – сила тока, А;

t_o – основное время сварки, мин/м;

l – длина сварного шва, м/изд;

η – коэффициент полезного действия источника питания;

$\Pi_{эл}$ – стоимость 1 квт-ч электроэнергии, руб.

Подставляем значения в формулу (42) и получаем для РДС:

$$C_{\text{эт}} = \frac{24 \cdot 105 \cdot 42,3 \cdot 0,4}{60 \cdot 0,75 \cdot 1000} \cdot 5,38 = 6,4 \text{ руб/изд.}$$

Подставляем значения в формулу (42) и получаем для автоматической сварки:

$$C_{\text{эт}} = \frac{26 \cdot 200 \cdot 16 \cdot 0,4}{60 \cdot 0,8 \cdot 1000} \cdot 5,38 = 3,7 \text{ руб/изд.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между РДС и автоматической сваркой, составляет 2,7 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 42 %.

3.5.6 Затраты на ремонт оборудования

Таблица 25– Затраты на ремонт оборудования

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	Ручная дуговая покрытыми электродами	Автоматическая сварка в защитном газе
Π_j – цена оборудования соответствующего вида	14000	140750
$k_{\text{рем}}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт	0,25	0,25
$t_{\text{шк}}$ – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин/изд	28,8	15,8
$F_{\text{ГО}}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч	2000	2000
k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования	0,8	0,8

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n \Pi_j \cdot k_{\text{рем}} \cdot t_{\text{шк}}}{F_{\text{ГО}} \cdot k_3 \cdot 60} \quad (43)$$

где Π_j – цена оборудования соответствующего вида;

$k_{\text{рем}}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт;

$t_{\text{шк}}$ – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин/изд;

$F_{го}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч;

k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Подставляем значения в формулу (43) и получаем для РДС:

$$C_p = \frac{14000 \cdot 0,25 \cdot 28,8}{2000 \cdot 0,8 \cdot 60} = 1,1 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (43) и получаем для автоматической сварки:

$$C_p = \frac{140750 \cdot 0,25 \cdot 15,8}{2000 \cdot 0,8 \cdot 60} = 5,8 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между РДС и автоматической сваркой, составляет 4,7 руб, что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 81 %.

3.5.7 Текущие затраты и расчет себестоимости сварного шва

Таблица 26– Результаты расчетов себестоимости сварного шва

Наименование	Ручная дуговая покрытыми электродами	Автоматическ ая сварка в защитном газе	Сравнительная эффективность
1. Сварочные материалы	760	59	+701
2. Защитный газ	-	28	-28
3. Основная зарплата	84	46	+38
4. Социальные цели	25	14	+11
5. Электроэнергия	2,8	1,7	+1,1
6. Ремонт	1,1	5,8	-4,7
Итого	873	155	718

По результатам расчетов разница в общих затратах на изготовление одного изделия между РДС и автоматической сваркой, составляет 718 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 82 %.

3.6 Расчет годового экономического эффекта

Годовой объем производимой продукции рассчитывается по следующей формуле [6]:

$$Q_{\Gamma} = \frac{F_{\Gamma O} \cdot k_3 \cdot 60}{t_{\text{шк}_{\text{пр}}}}, \quad (20)$$

где $t_{\text{шк}_{\text{пр}}}$ – норма времени на сварку по лучшему процессу сварки, мин/изд.

$$Q_{\Gamma} = \frac{2000 \cdot 0,8 \cdot 60}{15,8} = 6000 \text{ ед/руб.}$$

В условиях многономенклатурного производства годовой объем производства целесообразно выразить через массу наплавленного металла. Приняв в качестве условного изделия сварную конструкцию, рассматриваемую в выпускной квалификационной работе, можно получить годовой объем производства, выраженный через массу наплавленного металла:

$$M_{\Gamma} = Q_{\Gamma} \cdot \frac{F_{\text{н}} \cdot l \cdot \gamma}{1000}, \quad (21)$$

где $F_{\text{н}}$ – площадь поперечного сечения сварного шва, мм²;

l – длина сварного соединения, м;

γ – плотность металла, г/см³.

$$M_{\Gamma} = 6000 \cdot \frac{114,3 \cdot 0,4 \cdot 7,8}{1000} = 2200 \text{ кг/год,}$$

Годовой экономический эффект от применения лучшего варианта можно рассчитать через массу наплавленного металла по формуле:

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = M_{\Gamma} \cdot \frac{\overline{\Delta c} \cdot 1000}{F \cdot l \cdot \gamma}, \quad (22)$$

где выражение $\frac{\overline{\Delta c} \cdot 1000}{F \cdot l \cdot \gamma}$ представляет собой удельную экономию на 1 кг наплавленного металла ($\overline{\Delta C_{\text{кг}}}$).

$$\mathcal{E}_r = 2200 \cdot \frac{693,4 \cdot 1000}{114,3 \cdot 0,4 \cdot 7,8} = 4,2 \text{ млн.руб/год.}$$

Итак, более выгоден второй вариант, то есть автоматическая сварка в защитном газе. Этот вариант нам обходится дешевле на 718 руб/изд и годовой экономический эффект от применения лучшего варианта составляет 4,2 млн. руб/год.

Выводы по разделу 3

Проведен технико–экономический анализ процесса частичного и полного ремонта трубной доски печи пиролиза ручной дуговой сваркой и автоматической сваркой в среде аргона.

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РДС (28,8 мин) и автоматической сваркой (15,8 мин), составляет 13 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени сварки на 45 %.

По затратам на сварку изделия выгодна автоматическая сварка. Она нам обходится дешевле на 693,4 руб./ст.

Годовой экономический эффект от применения лучшего варианта составляет 4,2 млн. руб/год.

Можно сделать вывод, что применение автоматической сваркой в среде аргона экономически оправдано.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Ишутин Владимир Сергеевич

Школа	ИШНКБ	Отделение	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавр	Направление	15.03.01 «Машиностроение»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения:	Объектом исследования является Технология ремонта нижней трубной доски закалочно-испарительного аппарата 19В
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность: – Анализ выявленных вредных и опасных факторов – Мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов	Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы при исследовании работы сварочной ячейки: – механические опасности; – электроопасность; – повышенная загазованность воздуха рабочей зоны, наличие в воздухе рабочей зоны вредных аэрозолей; – неудовлетворительный микроклимат; – повышенная температура обрабатываемого материала, изделий, наружной поверхности оборудования и внутренней поверхности замкнутых пространств, расплавленный металл; – ультрафиолетовое и инфракрасное излучение; – повышенная яркость света при осуществлении процесса сварки; – повышенные уровни шума и вибрации на рабочих местах;

	– физические и нервно-психические перегрузки.
3. Экологическая безопасность:	Источники загрязнения окружающей среды: – металлические отходы; – вредные вещества, выделяемые при сварке (пыль, газ, аэрозоли окисей металлов, входящих в состав сварочных материалов)
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев М.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Ишутин В.С.		

4 Социальная ответственность

Объектом исследования является процесс ремонта автоматической сваркой неплавящимся электродом закалочного-испарительного аппарата ЗИА-19В. Работы производятся в закрытом цеху площадью 200м². При ремонте осуществляются следующие операции: сборка, автоматическая сварка, слесарные операции. Оборудование: источник питания ORBIMAT и сварочная головка ORBIWELD.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Правовую основу обеспечения безопасности жизнедеятельности составляют соответствующие законы и подзаконные акты, принятые представительными органами Российской Федерации (указы президента, постановления правительства РФ и входящих в неё государственных образований), местными органами власти и специально уполномоченными на то органами:

- Министерство природных ресурсов РФ;
- Государственный комитет РФ по охране окружающей среды;
- Министерство труда и социального развития РФ;
- Министерство здравоохранения РФ;
- Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, и их территориальные органы. [16]

ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.

ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.

ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.

ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.

Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.

Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

На участке производится сборка и сварка закалочно-испарительных аппаратов ЗИА-19В. При изготовлении осуществляются следующие операции: сборка и сварка автоматическая неплавящимся электродом в среде аргона, слесарные операции.

При изготовлении нижней трубной доски на участке используется следующее оборудование:

Сварочная головка ORBIWELD.	1 шт.
-----------------------------	-------

Источник питания ORBIMAT	1 шт.
--------------------------	-------

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т.

В качестве основного материала используют сталь марки: 15ХМ. Сварка производится в аргоне сварочной проволокой Св-08ХМ-Одиаметром 1,0 мм.

Проектируемый участок находится в третьем пролете ремонтно-механического цеха Томского Нефтехимического завода, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также восьмью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 84\text{м}^2$.

Рабочее место сварщика соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

4.2 Производственная безопасность

Разрабатываемая технология сварки предполагает использование сварочных головок ORBIWELD и источников питания ORBIMAT, с точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке технологии или работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

4.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [2]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы 33.

Таблица 27– Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке программного модуля

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Автоматическая дуговая сварка неплавящимся электродом в среде защитных газов 2) Работа со сварочным оборудованием	1. Повышенный уровень электромагнитных полей [2, 17]; 2. Неудовлетворительная освещенность рабочей зоны; [2,3, 17]; 3. Повышенный уровень шума на рабочем месте; [2, 17]; 4. Неудовлетворительный микроклимат [2, 17]; 5. Повышенный уровень напряженности электростатического поля [2, 17].	1. Поражение электрическим током	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 СанПиН 2.2.2.542-96 СанПиН 2.2.4.1191-03 СП 52.13330.2011 СанПиН 2.2.4.548-96 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 ГОСТ 30494-2011

4.2.2.Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

Электробезопасность:

Для предотвращения поражения сварщиков электрическим током необходимо, чтобы в сварочных установках провода имели надежную изоляцию, регулярно проверяемую в процессе эксплуатации. Корпуса электросварочного оборудования, а также сварочные приспособления и стенды должны быть заземлены. Все рукоятки, моховики, кнопки управления, которые могут оказаться под напряжением должны быть выполнены из диэлектрического материала или надежно защищены и изолированы от корпуса. Провода должны быть рассчитаны на номинальный ток. Соединение проводов должно производиться жестко с помощью специальных зажимов. В местах подключения сварочных аппаратов устанавливаются специальные настенные ящики с закрытыми рубильниками и предохранителями в трех фазах. Напряжение сети, к которой подключают сварочные аппараты, не должны превышать 500 В [13].

При работе во влажных или сырых помещениях применяют диэлектрические перчатки и калоши.

Для предотвращения ожогов необходимо снабдить сварщика брезентовой одеждой, рукавицами, ботинками из кирзово́й кожи, брюки должны быть на выпуск во избежание попадания капель расплавленного металла на открытые участки кожи ног. На голове должен быть берет и защитная маска, закрывающая лицо.

Согласно ПУЭ все электроустановки по условиям электробезопасности принято разделять на 2 группы:

- электроустановки напряжением до 1000В (1 кВ);
- электроустановки напряжением выше 1000В (1 кВ).

В нашем случае применяемое сварочное оборудование (источник питания ORBIMAT) работает от напряжения 380 В, следовательно, относиться к 1 категории опасности. [13]

Непосредственными причинами электротравматизма при сварки ЗИА-19В являются:

- появление напряжения там, где его в нормальных условиях быть не должно (на корпусах оборудования, на металлических конструкциях сооружений и т.д.); чаще всего это происходит вследствие повреждения изоляции;

- контакт с токоподводящими наконечниками

- возможность прикосновения к неизолированным токоведущим частям при отсутствии соответствующих ограждений;

- воздействие электрической дуги, возникающей между токоведущей частью и человеком в сетях напряжением выше 1000В, если человек окажется в непосредственной близости от токоведущих частей;

- организационные причины: несогласованные и ошибочные действия персонала, подача напряжения на установку, где работают люди, оставление установки под напряжением без надзора, допуск к работам на отключенном электрооборудовании без проверки отсутствия напряжения и т.д.

В режиме однофазного прикосновения человек касается токоведущей части только одной точкой тела.[13]

Однако режим однофазного прикосновения чаще возникает в условиях, когда человек этих правил не нарушает, прикасаясь не к токоведущей части, а лишь к, корпусу электротехнического изделия.

Если в изделии имеется неисправность типа замыкания фазы на корпус, то корпус оборудования находится под напряжением. Именно в этом режиме происходит наибольшая часть травм от электрического тока.

В зависимости от вида электроустановки, условий эксплуатации и назначения электроприемников применяют защитное заземление, зануление, защитное отключение, защитное шунтирование, защитное разделение сетей, СИЗ и контроль изоляции[13].

В качестве основных средств защиты применяем: изолирующие штанги, изолирующие электроизмерительные клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками.

В качестве дополнительных средств защиты применяем: диэлектрические галоши, диэлектрические ковры, изолирующие подставки и накладки-оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности. [13]

Указанные технические меры защиты обеспечивают безопасность при работе в электроустановках.

Согласно[17] электробезопасность на рабочем месте при сварки трубной доски ЗИА 19В соответствует допустимым нормам.

Освещение:

Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещенности, соответствующей характеру зрительной работы.

Неудовлетворительное освещение может исказить информацию, получаемую посредством зрения; кроме того, оно утомляет не только зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Неправильное освещение может явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы и блики от них, резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю ориентации работающих. Кроме того, при неудовлетворительном освещении снижается производительность труда и увеличивается брак продукции.

Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется нормами СНиП 23 - 05 - 95 в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном.

Искусственное освещение нормируется количественными (минимальной освещенностью) и качественными показателями (показателями ослепленности и дискомфорта, коэффициентом пульсации освещенности).

Для ограничения слепящего действия светильников общего освещения в производственных помещениях показатели ослепленности не должны превышать 20 - 80 единиц в зависимости от продолжительности и разряда зрительной работы. При освещении производственных помещений газоразрядными лампами, питаемыми переменным током промышленной частоты 50 Гц, глубина пульсаций не должна превышать 10 - 20 % в зависимости от характера зрительной работы [15].

Цветовая отделка интерьеров помещений и оборудования в сварочных цехах должна соответствовать указаниям по проектированию цветовой отделке интерьеров производственных зданий промышленных предприятий.

Согласно [17] освещение на рабочем месте при сварки трубной доски ЗИА 19В соответствует допустимым нормам.

Шум

Производственный шум, это сочетание различных по частоте и силе звуков. Вибрация — механические колебания материальных точек или тел.

Источниками шума при производстве сварных конструкций в роботизированной сварочной ячейке являются: вентиляция; сварочная дуга; слесарный инструмент (молоток, шабер, машинка ручная шлифовальная и др).

Потенциальные последствия шумового воздействия на организм человека [3]:

- потеря слуха;
- потеря равновесия;
- потеря понимания ситуации, дезориентация;
- любые другие последствия (например, механические) воздействия на условия окружающей среды или отвлечение внимания.

Если уровень шума не снижается в пределах нормы, используются индивидуальные средства защиты (наушники, шлемофоны).

Источниками вибраций на производстве является различное производственное оборудование.

Последствия вредного воздействия вибрации на организм человека [3]:

- утомление;
- неврологическое поражение;
- сосудистые нарушения;
- соударения.

Нормирование вибрации проводят по двум направлениям: санитарно-гигиеническому и техническое (защита оборудования) по ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ Вибрационная безопасность.

Предельно допустимые нормируемых параметров производственной локальнойвибрации при длительности вибрационного воздействия480 мин (8 ч) приведены в таблице 34.

Таблица 28– Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X_o, Y_o, Z_o			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с ²	дБ	м/с·10 ⁻²	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,8	129	1,4	109
63	5,6	135	1,4	109
125	11,0	141	1,4	109
250	22,0	147	1,4	109
500	45,0	153	1,4	109
1000	89,0	159	1,4	109
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	2,0	126	2,0	112
* Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими настоящие санитарные нормы более чем на 12 дБ (в 4 раза), по интегральной оценке, или в какой-либо октавной полосе, не допускается.				

Методы снижения вибрации: снижение вибрации в источнике ее возникновения, конструктивные методы (виброгашение, вибродемпфирование - подбор определенных видов материалов, виброизоляция). Виброгашение осуществляют путем установки агрегатов на фундаментах. Для защиты от вибраций на автоматических и полуавтоматических установках установлены виброизоляции.

Согласно [17], уровень шума на рабочем месте при сварке трубной доски ЗИА-19В соответствует нормам.

Микроклимат

Сварочные процессы отличаются интенсивными тепловыделениями (лучистыми и конвективными), пылевыведениями, приводящими к большой запыленности производственных помещений токсичной мелкодисперсной

пылью, и газовыделениями, действующими отрицательно на организм работающих. Некоторые процессы, например, плазменно-дуговая резка, сопровождаются, кроме того, интенсивным шумом, также создающим неблагоприятные условия труда.

Высокая температура сварочной дуги способствует интенсивному окислению и испарению металла, флюса, защитного газа, легирующих элементов. Окисляясь кислородом воздуха, эти пары образуют мелкодисперсную пыль, а возникающие при сварке и тепловой резке конвективные потоки уносят газы и пыль вверх, приводя к большой запыленности и загазованности производственных помещений. Сварочная пыль — мелкодисперсная, скорость витания ее частиц — не более 0,08 м/с, оседает она незначительно, поэтому распределение ее по высоте помещения в большинстве случаев равномерно, что чрезвычайно затрудняет борьбу с ней.

Основными компонентами пыли при сварке и резке сталей являются окислы железа, марганца и кремния (около 41, 18 и 6% соответственно).

Таблица 29– Параметры основных вредных веществ

Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние
Марганец	0,05	1	аэрозоли
Хром	0,1	1	аэрозоли
Фтористые соединения	0,5	2	аэрозоли
Оксид углерода	20	4	пары или газы

Согласно ГОСТ 12.1.005 - 88 предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений не должна превышать величин, указанных в таблице 35.

В пыли могут содержаться другие соединения легирующих элементов. Токсичные включения, входящие в состав сварочного аэрозоля, и вредные газы при их попадании в организм человека через дыхательные пути могут оказывать на него неблагоприятное воздействие и вызывать ряд

профзаболеваний. Мелкие частицы пыли (от 2 до 5 мкм), проникающие глубоко в дыхательные пути, представляют наибольшую опасность для здоровья, пылинки размером до 10 мкм и более задерживаются в бронхах, также вызывая их заболевания.

К наиболее вредным пылевым выделениям относятся окислы марганца, вызывающие органические заболевания нервной системы, легких, печени и крови; соединения кремния, вызывающие в результате вдыхания их силикоз; соединения хрома, способные накапливаться в организме, вызывая головные боли, заболевания пищеварительных органов, малокровие; окись титана, вызывающая заболевания легких. Кроме того, на организм неблагоприятно воздействуют соединения алюминия, вольфрама, железа, ванадия, цинка, меди, никеля и других элементов.

Биологические свойства электросварочной пыли полно и хорошо описаны в работе К. В. Мигая, в которой анализируются три основных гигиенических показателя вредности пыли: растворимость, задержка при дыхании легочной тканью и фагоцитоз. Многие из исследований (например, растворимость электросварочной пыли в организме) представляют большую практическую ценность при оценке агрессивности сварочного аэрозоля.

Вредные газообразные вещества, попадая в организм через дыхательные пути и пищеварительный тракт, вызывают иногда тяжелые поражения всего организма. К наиболее вредным газам, выделяющимся при сварке и резке, относятся окислы азота (особенно двуокись азота), вызывающие заболевания легких и органов кровообращения; окись углерода (удушающий газ) - бесцветный газ, имеет кисловатый вкус и запах; будучи тяжелее воздуха в 1,5 раза, уходит вниз из зоны дыхания, однако, накапливаясь в помещении, вытесняет кислород и при концентрации свыше 1 % приводит к раздражению дыхательных путей, вызывает потерю сознания,

одышку, судороги и поражение нервной системы; озон, запах которого в больших концентрациях напоминает запах хлора, образуется при сварке в инертных газах, быстро вызывает раздражение глаз, сухость во рту и боли в груди; фтористый водород - бесцветный газ с резким запахом, действует на дыхательные пути и даже в небольших концентрациях вызывает раздражение слизистых оболочек.

При сварке в среде защитных газов торированными вольфрамовыми электродами марок ВТ-10, ВТ-15 в воздух выделяются окислы тория и продукты его распада, которые представляют радиационную опасность.

Подробные сведения о вредных воздействиях на организм разных элементов и соединений приведены в специальной литературе.

Помимо аэрозолей и газов неблагоприятное влияние на работающих в сварочных производствах оказывает еще ряд явлений, не устраняющихся с помощью вентиляции, но в совокупности с вредными веществами ухудшающих условия труда, это лучистая энергия сварочной дуги, ультрафиолетовая и инфракрасная радиация, вызывающие ожоги открытых частей тела и иногда (особенно летом) перегрев организма; шум, который в сочетании с ультразвуковыми колебаниями вызывает стойкое понижение слуха у работающих. Помимо шумов, создаваемых сваркой, большим шумом сопровождаются заготовительные операции (рихтовка, правка, сборка) и особенно плазменно-дуговая резка создают шум и плохо сбалансированные вентиляционные установки (или смонтированные без виброоснований).

Как видно, причин профессиональных заболеваний сварщиков, газорезчиков и других работников сварочных производств много. Знание гигиенических особенностей основных видов сварки и резки способствует успешной борьбе за создание благоприятных условий труда, требуемой чистоты воздуха в рабочей зоне путем разработки рациональных и

эффективных систем местной и общеобменной вентиляции, применения средств индивидуальной защиты глаз, рук и т. д. Практика показывает, что вентиляция в совокупности с комплексом мероприятий технологического и организационного характера позволяет снизить концентрации вредных веществ до предельно допустимых и способствует значительному оздоровлению условий труда работающих в сварочных цехах.

Согласно [17], микроклимата рабочем месте при сварки трубной доски ЗИА 19В соответствует допустимым нормам.

4.3 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

4.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Загрязнение окружающей среды промышленными предприятиями связано в большей степени с загрязнением атмосферы и воды, используемой для различных целей производства (для охлаждения оборудования, для термической обработки изделий и др.)

Поэтому мероприятия по повышению экологической чистоты производства можно разделить на следующие группы[16]:

- охрана и рациональное использование водных ресурсов;
- охрана и рациональное использование воздушного бассейна.

Первая группа мероприятий направлена на создание сооружений по очистке сточных вод и применения систем оборотного водоснабжения. Так, при охлаждении технологического оборудования вода, выполнившая свою роль, поступает на охлаждение и затем через насос снова подается в технологический водопровод.

Вторая группа мероприятий связана с сооружением установок, для очистки воздуха, удаляемого вытяжной вентиляцией из цехов промышленных предприятий.

Одним из наиболее совершенных видов очистки газов от взвешенных в них частиц пыли являются электрофильтры. Их принцип основан на ударной ионизации газа в зоне коронирующего заряда, передачи заряда ионов частицам примесей и осаждении последних на осадительных и

коронирующих электродах, с которых они затем удаляются механически. Также широкое применение для очистки газов от частиц пыли получили сухие пылеуловители – циклоны.

Для очистки технологических и вентиляционных выбросов от газов и паров применяют адсорберы. Адсорбция представляет собой процесс поглощения газов или паров поверхностью твердых веществ – адсорбентов.

Адсорбенты, используемые в процессах очистки отходящих газов, должны удовлетворять следующим требованиям:

- иметь большую адсорбционную способность при поглощении компонентов
- при небольших концентрациях их в газовых смесях;
- обладать высокой селективностью; иметь высокую механическую прочность;
- обладать способностью к регенерации;
- иметь низкую стоимость.

В качестве адсорбентов наибольшее распространение нашли такие материалы, как активные угли, силикагели, алюмогели и цеолиты.

Виды адсорберов. Основная задача адсорберов — обеспечить интенсивный контакт очищаемого газа с адсорбентом. В зависимости от состояния адсорбента различают три группы адсорберов: с неподвижным слоем сорбента, с движущимся слоем сорбента, с кипящим слоем сорбента.

Адсорберы с неподвижным слоем адсорбента. Адсорберы с неподвижным слоем представляет собой цилиндр. Вертикальной или горизонтальной емкости, заполненные слоем адсорбента. Адсорбент располагают на решетках, а подачу газа осуществляют сверху вниз. При необходимости адсорбент располагают несколькими слоями на полках.

Чтобы обеспечить непрерывность процесса необходимо устанавливать

несколько адсорбционных аппаратов, каждый из которых периодически работает в режиме адсорбции или регенерации. Возможна работа по двух или четырехстадийному циклу. При четырехстадийном цикле работа осуществляется по следующим стадиям: адсорбция; десорбция — прекращают подачу парогазовой смеси и подают теплоноситель (пар), в результате нагрева происходит десорбция поглощенных компонентов, которые вместе с паром удаляются из аппарата разделения; сушка адсорбента—прекращается подача пара и вместо него подается горячий воздух; охлаждение адсорбента — вместо горячего подается холодный воздух. При двухстадийном режиме процессы сушки и охлаждения осуществляются одновременно с процессом адсорбции. Процессы конденсации и рекуперации улавливаемых продуктов проводят в выносных аппаратах. Предложены конструкции, в которых стадии адсорбции и десорбции совмещены в одном корпусе.

Адсорберы с движущимся слоем адсорбента. Адсорберы этого класса лишены недостатков адсорберов с неподвижным слоем, в них возможно обеспечение непрерывности процесса, более полно используется адсорбционная емкость адсорбента, в одном аппарате может быть совмещено несколько стадий, за счет чего уменьшается занимаемая площадь. Кроме того, у него меньше гидравлическое сопротивление и он более прост в управлении и автоматизации. К недостаткам можно отнести истирание адсорбентов и необходимость строгого соблюдения гидродинамических характеристик процесса при эксплуатации установок.

Адсорберы с движущимся слоем адсорбента, в котором совмещаются стадии в одном корпусе, являются одними из наиболее перспективных.

Адсорберы с кипящим слоем адсорбента. Для интенсификации работы адсорберов возможно использование кипящего (взвешенного) слоя, когда

размеры частиц меньше, чем в неподвижном аэрозоле. Это позволяет увеличивать ПКФ, уменьшать сопротивление и увеличивать допустимую скорость газа. Аппараты с кипящим слоем могут быть как периодического, так и непрерывного действия.

5.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

На участке сборки и сварки изготовления трубной доски аппарата ЗИА-19В для улавливания газов при электросварочных работах применяем обще-обменную приточно-вытяжную вентиляцию и местную вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть $0,2 \div 0,5$ метров в секунду.

Назначаем вентилятор радиальный FUK – 2700 SP с двигателем типа АИР 80В2У3, мощностью 2,2 кВт.

Проектируемые и внедряемые в сварочное производство машины, оборудование, технологии не должны в процессе эксплуатации вызывать вредные экологические последствия. При разработке и внедрении технологических процессов предпочтение должно отдаваться безотходным и малоотходным технологиям.

4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-2016 ЧС - это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на «Томскнефтехим» или определенной территории (акватории), вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, эпидемией, эпизоотией (болезнь животных), эпифитотией (поражение растений), применением возможным противником современных средств поражения и приведшее или могущее привести к людским или материальным потерям".

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие виды ЧС:

1. Пожары, взрывы;
2. Внезапное обрушение зданий, сооружений;
3. Геофизические опасные явления (землетрясения);
4. Метеорологические и агрометеорологические опасные явления;

Так как объект исследований представляет из себя процесс автоматической сварки неплавящимся электродом, то наиболее вероятной ЧС в данном случае можно назвать пожар в сварочном цеху.

Огонь является серьезнейшим и опасным врагом производства. Ежегодно по вине руководителей предприятий, по небрежности рабочих, либо других причин, от огня гибнут люди и уничтожаются материальные ценности. Любой пожар всегда легче предотвратить, чем потушить. Поэтому одной из главных задач пожарной профилактики является быстрое выявление и устранение имеющих место нарушений.

Пожарные мероприятия в нашей стране проводятся в общественном масштабе на основании единых правительственных постановлений, правил и мер. В этом заключается государственное значение пожарной профилактики.

Производства подразделяются на; взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности.

Сварочное производство относится к пожароопасным. Характеризуется наличием веществ и материалов в горячем состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр, пламени, твердых, жидких газообразных веществ, которые сжигаются в качестве топлива.

Пожары возникают при нахождении горючих материалов в зоне разбрызгивания расплавленных частиц, в результате неправильной эксплуатации баллонов и их транспортировки, попадания масла в редукторы, небрежного обращения с огнём, неправильного применения легковоспламеняющихся материалов (бензин, спирт при промывке деталей и тому подобное); короткого замыкания токопроводов, пробоя изоляции, неудовлетворительного контакта в местах соединения проводов, неправильного освещения, захламлённости и запылённости помещения, загазованности, утечка горючих веществ, курение в неположенных местах[16].

В производственных условиях источником воспламенения являются:

- Искры, образующиеся при коротких замыканиях и нагрев участков электрической цепи, электрооборудования, возникающие при перегрузках или при больших переходных сопротивлениях;
- Искры, образующиеся при трении, или ударах друг о друга вращающихся деталей или абразивный инструмент, например, удары лопастей вентилятора о кожух и другие;
- Тепло, выделяющееся при химическом взаимодействии некоторых веществ и материалов, например, окислителей с горючими материалами, а также при самовозгорании веществ, промасленной ветоши или спецодежды;

- Пламя лучистого тепла, а также искры, образующиеся при электро и газосварочных работах.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики. Понятие пожарной профилактики включает комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его последствий. Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, режимные и эксплуатационные.

Здания в сварочном производстве относятся ко второй степени огнестойкости сооружений, к категории Г [16].

Для быстрой ликвидации пожара вблизи сварочного места всегда должны быть ящик с песком и лопата, а также ручной огнетушитель. Огнетушители, применяемые при тушении пожара на участках с электроустановками, должны быть углекислотными. На участке, в специально оборудованных местах, должно находиться не менее двух огнетушителей

ОУ - 5.

Пожарные краны, рукава, стволы, огнетушители и другие средства пожаротушения, необходимо содержать в исправности и хранить в определенных местах.

Возникновение пожара можно предотвратить путем инженерно-технических мероприятий, при проектировании, эксплуатации технического оборудования, энергетических и санитарно-технических установок, а также соблюдением установленных правил и требований. Пожарно-профилактическими мероприятиями являются:

- к работе на установке допускаются лица, получившие первичный и текущий инструктаж на рабочем месте;

- периодичность медицинского осмотра – один раз в год, текущий инструктаж для персонала – один раз в квартал;
- персонал осуществляет постоянный контроль за состоянием источника;
- работающие на установке должны иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьего класса, соблюдать нормы электробезопасности и уметь оказывать первую помощь пострадавшим от электрического тока;
- систематически контролировать состояние электрооборудования и приборов с целью предупреждения в них короткого замыкания, обрывов в цепях тока, осуществлять контроль за состоянием заземляющих цепей, электросоединений и разъемов;
- все ремонтные и профилактические работы должны производиться только при отключенном электропитании установки; выполнении сварочных работ на расстояние 5 метров от деревянных стен, последние должны быть защищены от попадания на них искр и действия пламени, экранами из несгораемых материалов[16];
- в рабочих помещениях должны быть средства пожаротушения (пожарные гидранты с рукавами и стволами, огнетушителями, ящики с песком);
- запрещается загромождать проходы к рубильникам системы сигнализации, средствам пожаротушения и оповещения (телефон);
- не реже одного раза в неделю проводить осмотр огнетушителей, содержать в исправном состоянии пожарную сигнализацию;
- хранить легковоспламеняющиеся вещества или огнеопасные материалы в специально отведенных местах;

- проверять отсутствие на рабочем месте, после окончания сварки, горящих и тлеющих веществ и предметов.

При возникновении пожара нужно немедленно произвести эвакуацию людей из помещения по заранее разработанному плану и вызвать пожарную команду. Вызов производится по телефону, при помощи сигнализации ручного или автоматического действия, а также подачей звуковых сигналов тревоги.

До прибытия пожарной бригады рабочие должны отключить силовую электросеть, выключить приточно-вытяжную вентиляцию и приступить к тушению пожара подручными средствами. Для тушения пожара используются следующие средства: вода, сыпучие материалы, покрывало (тяжёлые асбестовые или шерстенные ткани), углекислотные огнетушители и т.д.

После ликвидации очага пожара следует очистить оборудование и проверить его исправность, определить причину пожара[16].

К эксплуатации оборудования приступить при полной ликвидации повреждений.

5.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара.

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , B_n , G_n и D_n .

Согласно НПБ 105-03 сварочный цех относится к категории «А»-повышенная взрывопожароопасность.

Сварочный цех, рассматриваемый в данной работе, относится к категории «Г»-повышенная взрывопожароопасность.

Таблица 30– Категория пожароопасности помещения

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
Г Умеренная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива

В сварочном цехе имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию рабочих в соответствие с планом эвакуации.

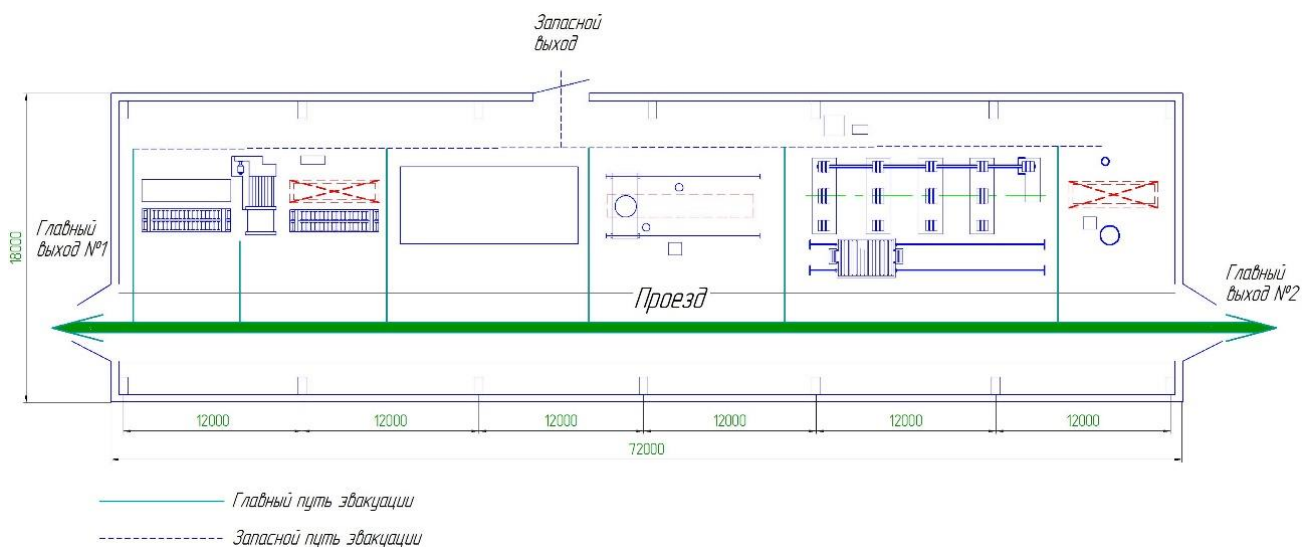


Рисунок 11–План эвакуации

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы, была разработана технология ремонта трубной решетки аппарата ЗИА-19 Автоматической сваркой в среде аргона неплавящимся электродом с подачей присадочной проволоки.

В результате работы было сделано:

- выбран производительный способ сварки;
- выбраны сварочные материалы и оборудование;
- разработан технологический процесс ремонта с учетом нового способа сварки;
- рассчитана экономическая целесообразность проекта;
- проанализирована производственная безопасность.

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РДС (28,8 мин) и автоматической сваркой (15,8 мин), составляет 13 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени сварки на 45 %. По затратам на сварку изделия выгодна автоматическая сварка, она обходится дешевле на 693,4 руб./ст. Годовой экономический эффект от применения лучшего варианта составляет 4,2 млн. руб/год.

Проведен анализ производства на предмет выявления вредных и опасных факторов на сварочном участке. Предложены мероприятия по их предотвращению и ликвидации в случае возникновения.

Результаты работы в полной мере показывают перспективность развития данного направления и внедрения подобных установок при сварке трубных досок печей пиролиза.

Список использованных источников

1. Инструкция по эксплуатации и ремонту закалочно-испарительных аппаратов производства ЭП-300. Волгоград-1992
2. Мухина Т. Н., Барабанов Н. Л., Бабаш С. Е. и др. Пиролиз углеводородного сырья - М.: Химия, 1987, 240 с.
3. ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия
4. ГОСТ 8731-87 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические требования (с Изменениями N 2-6)
5. Ентус Н.Р., Шарихин В.В. Трубчатые печи в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. – М.: Химия, 1987 – 304 с.
6. ГОСТ 9467-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы (с Изменением N 1)
7. Интернет-ресурс: www.spetsselectrode.ru
8. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия (с Изменениями N 1-5)
9. ГОСТ 10157-2016 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия
10. ГОСТ 23949-80 Электроды вольфрамовые сварочные неплавящиеся. Технические условия
11. Расчёт режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Изд-во Томского политехнического университета, 2008 - 41 с.

12. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением: Учебник для студентов вузов.-М.: Машиностроение, 1977-432с.
13. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т Ред-кол.: Г.А.Николаев и др. – М.: Машиностроение, 1978
- 14 А.Д. Гитлевич и др. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах – М: Машгиз,1962.
- 15 Прокофьев Ю.С. Организация планирование и управлением предприятием: Методические указания к выполнению курсовой работы. – Томск: изд. ТПУ, 1987. – 38с.
- 16 Долин П.А. Основы техники безопасности в электрических установках. М.: Энергия, 1990. – с.336.
- 17 Охрана труда в машиностроении // Под ред. Е.Я. Юдина.- М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.
- 18 Безопасность производственных процессов: справочник. С.В. Белов, В.Н. Бринза и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.
- 19 ПБ 11-401-01 Правилами безопасности в газовом хозяйстве
- 20 СНиП III-4-80* "Техника безопасности в строительстве",
- 21 РД 102-011-89 "Охрана труда. Организационно-методические документы"
- 22 ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. Общие требования
- 23 ПБ 10-382-00 Правилами устройства и безопасности эксплуатации грузоподъемных кранов",
- 24 ГОСТ 12.1.005-88 "Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования".
- 25 ГОСТ 12.1.004–76 «Пожарная безопасность»
- 26 ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность. Общие требования».

27 ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

28 ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные.

Комплект технологической документации