

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

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

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Технология восстановления уплотняющей поверхности запорной арматуры</b>

УДК: 621.791.75:669.14

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Мельников Евгений Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев А.С	к.т.н., доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Рыжакина Т.Г.	к.э.н. доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Томск – 2019 г.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

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

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_  
 (Подпись)      \_\_\_\_\_ (Дата)      Першина А.А.  
 (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	Мельников Евгений Александрович

Тема работы:

<b>Технология восстановления уплотняющей поверхности запорной арматуры</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№3649/с от 13.05.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2019
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><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 процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Настоящее техническое задание распространяется на разработку технологии восстановления уплотняющей поверхности запорной арматуры. Запорная арматура предназначена для перекрытия трубопровода от перекачиваемого продукта, регулирования его количества. Разработанный технологический процесс позволит повысить качество восстановления поверхности, уменьшить время простоя оборудования, снизить себестоимость ремонта.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(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,</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Описание конструкции</li> <li>2 Выбор способа восстановления поверхности</li> <li>3 Обоснование выбора материалов для наплавки</li> <li>4 Расчет параметров режимов и расхода материалов</li> <li>5 Особенности и техника наплавки</li> <li>6 Выбор наплавочного оборудования</li> <li>7 Контроль качества</li> <li>8 Дефекты, возникающие при наплавке</li> <li>9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> </ol>

<i>подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	10 Социальная ответственность Заключение
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1 Устройство запорной арматуры 2 Конструктивный элемент 3 Цели и задачи 4 Выбор способа наплавки 5 Выбор наплавочных материалов 6 Параметры режимов наплавки 5 Компоновка поста для наплавки 7 Технология наплавки (2 листа) 8 Экономическая часть 9 Заключение
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
1-10 Основной	Киселев Алексей Сергеевич
11 Ресурсоэффективность и финансовый менеджмент	Рыжакина Татьяна Гавриловна
12 Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Реферат	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	12.03.2019
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев А.С.	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Мельников Евгений Александрович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 81 с., 7 рис., 21 табл., 22 источника, 12 листов демонстрационного материала (слайдов).

Ключевые слова: запорная арматура, уплотнительная поверхность, восстановительная наплавка, технологический процесс.

Объектом исследования является процесс восстановления уплотняющей поверхности запорной арматуры.

Цель работы заключается в разработке и усовершенствовании технологии восстановления уплотняющей поверхности запорной арматуры.

В процессе работы проводилась разработка и усовершенствование технологического процесса.

В результате исследования и сравнения приемлемых способов наплавки был усовершенствован технологический процесс, выбрано сварочное оборудование, наплавочные материалы, посчитаны параметры режима наплавки.

Проведен технико–экономический анализ процесса восстановления уплотняющей поверхности запорной арматуры, анализ вредных и опасных факторов на производстве. Результаты исследования могут быть применены на предприятиях, занимающихся ремонтом запорной арматуры химической, нефтяной, топливно-энергетическом отрасли

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы дано обоснование эффективности внедряемого способа наплавки. Внедрение данной технологии позволит уменьшить время простоя оборудования, увеличить межремонтный интервал, снизить себестоимость и накладные расходы на единицу продукции.

Выпускная квалификационная работа бакалавра выполнена в текстовом редакторе «Microsoft Word 2016» и графическом редакторе «Solidworks 2018».

## Abstract

Final qualifying work 74 p., 7 fig., 21 tab., 22 sources, 12 sheets of demonstration material (slides).

Key words: stop valves, sealing surface, restoration surfacing, technological process.

The object of research is the process of restoring the sealing surface of valves.

The purpose of the work is to develop and improve the technology of restoring the sealing surface of valves.

In the process of work, the development and improvement of the technological process was carried out.

As a result of research and comparison of acceptable methods of surfacing, manual arc welding with consumable electrode was replaced with automatic welding with consumable electrode in a protective gas medium, welding equipment and welding materials were selected, welding mode parameters were calculated.

The technical and economic analysis of the process of restoring the sealing surface of valves was carried out. Also analyzed the harmful and hazardous factors in the workplace. The proposed measures to prevent and eliminate emergency situations in case of occurrence.

The results of the study can be applied at enterprises engaged in the repair of valves in the chemical, oil, fuel and energy industry

Given the rationale for the effectiveness of the implemented method of surfacing. The introduction of this technology will reduce equipment downtime, increase the interval between repairs, reduce costs and overhead per unit of production.

The final qualification work of the bachelor is done in the text editor “Microsoft Word 2016” and in the graphic editor “Solidworks 2018”.

## Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

СТП ТПУ 2.5.01–2014 Положение о выпускных квалификационных работах бакалавра, специалиста и магистра в Томском политехническом университете.

ГОСТ 7.32–2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

ГОСТ Р 1.5–2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.

ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 12.0.002–2014 Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.

ГОСТ 12.1.003–2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.1.004 – 91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность.

ГОСТ 17.2.3.02–2014 Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями

## Определения

В данной выпускной квалификационной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Наплавка - нанесение посредством сварки плавлением слоя металла на поверхность изделия.

Автоматическая дуговая наплавка - механизированная дуговая наплавка, при которой возбуждение дуги, подача плавящегося электрода или присадочного металла и относительное перемещение дуги и изделия осуществляются механизмами без непосредственного участия человека, в том числе и по заданной программе

Сварочный шов - участок наплавки, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла или в результате пластической деформации при наплавке давлением или сочетания кристаллизации и деформации

Наплавленный металл - переплавленный присадочный металл, введенный в сварочную ванну или наплавленный на основной металл;

Присадочный материал – металл, предназначенный для введения в сварочную ванну в дополнение к расплавленному основному металлу.

Сварочная ванна – часть наплавленного металла шва, находящаяся при наплавке плавлением в жидком состоянии.

Свариваемость - это свойство металла или сочетания металлов образовывать при применении установленной технологии наплавки соединения, отвечающие требованиям, обусловленным конструкцией или эксплуатацией изделия.

## Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

Ar – аргон газообразный;

CO<sub>2</sub> – газ углекислый;

$F_{np}$  – площадь проплавления,  $см^2$ ;

$I$  – сила тока,  $A$ ;

$V$  – скорость наплавки,  $см/с$ ;

$U$  – напряжение сварочной дуги,  $B$ ;

$h_n$  – теплосодержание металла в сварочной ванне,  $Дж/г$ ;

Содержание	С.
Введение.....	12
1 Описание конструкции .....	14
1.1 Материал клина запорной арматуры .....	15
1.2 Характеристика материала.....	16
2 Выбор способа восстановления поверхности (наплавки).....	18
3 Обоснование выбора сварочных материалов.....	22
3.1 Выбор защитных газов .....	22
3.2 Выбор наплавляемого материала .....	24
4 Расчет параметров режимов и расхода .....	29
5 Особенности и техника наплавки.....	33
6 Выбор оборудования.....	34
7 Контроль качества.....	36
8 Дефекты, возникающие при наплавке .....	37
9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	38
9.1 Предпроектный анализ .....	38
9.1.1 Потенциальные потребители результатов проекта .....	38
9.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	38
9.1.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	40
9.2 Инициация проекта .....	41
9.3 Планирование управления проектом .....	44
9.3.1 План проекта.....	44
9.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика .....	45
9.3.3 Бюджет проекта. Затраты на материалы и эксперименты.....	51

9.3.4 Расчет фонда заработной платы .....	51
9.4 Определение ресурсной финансовой и бюджетной эффективности исследования.....	55
9.4.1 Оценка сравнительной эффективности проекта.....	55
10 Социальная ответственность .....	57
10.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .	57
10.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства .....	58
10.2 Производственная безопасность .....	58
10.2.1 Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте .....	58
10.2.2 Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте .....	59
10.2.3 Разработка мероприятий по снижению вредных и опасных факторов .....	60

Приложение А – Комплект технологической документации

Диск CD-R

В конверте на обороте обложки

ФЮРА. 20142.001 Пояснительная записка.

Файл ВКР\_Мельников.docx в формате Microsoft Word 2016

ФЮРА.20142.002 Презентация.

Файл Презентация\_Мельников.ppt в формате Microsoft PowerPoint  
2016

ФЮРА. 02142.003 Комплект технологической документации.

Файл КТД\_Мельников.xlsx в формате Microsoft Excel 2016

Графический материал:

Титульный лист

демонстрационный лист

Устройство клиновой арматуры	демонстрационный лист
Конструктивный элемент	демонстрационный лист
Цели и задачи	демонстрационный лист
Выбор способа наплавки	демонстрационный лист
Выбор наплавочных материалов	демонстрационный лист
Параметры режимов наплавки	демонстрационный лист
Компоновка поста для наплавки	демонстрационный лист
Технология наплавки (2 листа)	демонстрационный лист
Экономическая часть	демонстрационный лист
Заключение	демонстрационный лист

## Введение

Снижение затрат на поддержание оборудования и механизмов в исправном состоянии, продление их срока эксплуатации и сокращение количества ремонтов с этими задачами сталкиваются практически на всех предприятиях. Решение этих задач позволяет повысить конкурентоспособность и экономическую эффективность. Появление новых разработок и достижений в области науки позволяет сделать процесс решения этих задач практически бесконечным.

На предприятиях нефтехимического комплекса, к которым относится ООО «Томскнефтехим» (г. Томск) вследствие специфики с такими задачами приходится сталкиваться очень часто. Так в производственном процессе на химическом предприятии задействовано более тысячи единиц запорной арматуры различной конфигурации и назначения. Данные узлы ежедневно испытывают нагрузки различных сред, давлений и температур, что неизбежно приводит их к выходу из строя.

Одним из методов повышения экономической эффективности, снижения затрат и увеличения срока эксплуатации является восстановление изношенных деталей оборудования, и в частности уплотняющих поверхностей запорной арматуры, силами Центрального ремонтного производства.

Наплавка на деталь металла позволяет не только восстановить первоначальные размеры изношенных или поврежденных деталей и их свойства, но и придать ему совершенно новые ценные качества.

Проанализировав технологию восстановления уплотняющих поверхностей запорной арматуры, применяемую на ООО «Томскнефтехим», можно сделать вывод, что она требует модернизации.

Цель данной выпускной квалификационной работы заключается в поиске возможных способов модернизации действующей на предприятии

технологии восстановления уплотняющих поверхностей запорной арматуры, для повышения качества ремонта, уменьшения времени простоя оборудования, увеличения межремонтного интервала, снижения себестоимости и накладных расходов на единицу продукции.

Задачами выпускной квалификационной работы в связи с указанной целью являются:

- подбор оптимального оборудования для выполнения наплавки;
- анализ возможных альтернативных способов наплавки, которые снизят трудоемкость и себестоимость восстановительных работ;
- подбор наплавочного оборудования и материалов;
- разработка нового технологического процесса восстановления уплотняющих поверхностей запорной арматуры при использовании оптимального сборочного оборудования и новой технологии;
- исследование экономической целесообразности предлагаемой технологии наплавки.

Итогом выполнения выпускной квалификационной работы является разработка технологии наплавки уплотняющих поверхностей запорной арматуры, позволяющей повысить износо- и задиростойкость, стойкость к воздействию агрессивной среды, при сохранении способности поверхностей к механической обработке (шлифовке, притирке).

## 1 Описание конструкции

Запорной арматурой называют устройства, которые устанавливают на трубы, чтобы контролировать поток воды, газа и иной рабочей среды. Они меняют площадь сечения труб, закрывая или, наоборот, открывая проход для движения жидкости или газа [1].

Задвижка – это трубопроводная запорная арматура, в которой регулирующий или запорный орган затвор в виде листа, диска или клина совершает возвратно-поступательные движения перпендикулярно оси потока рабочей среды [1]. Это наиболее распространенный тип арматуры. Они монтируются на трубопроводах с подсоединительным диаметром более 50 мм, где необходимо плавно регулировать скорость потока, чтобы предотвратить возникновение гидравлического удара. Устройство задвижки показано на Рисунке 1.

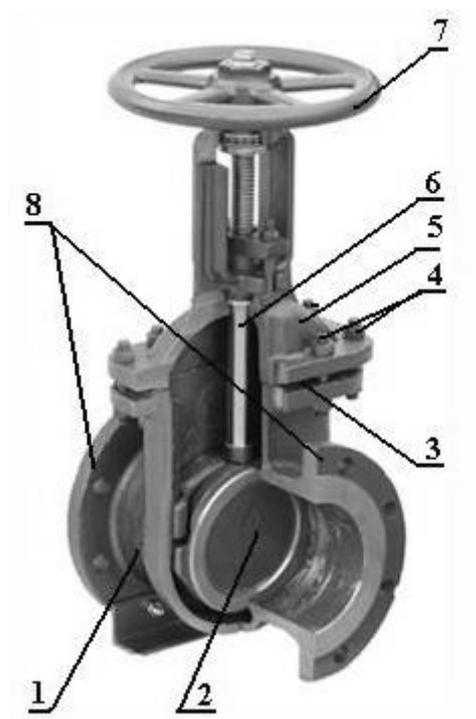


Рисунок 1 – Устройство задвижки.

1 – корпус; 2 - клин; 3 – прокладка; 4 – крепежные болты и гайки; 5 – крышка; 6 – шток; 7 – маховик.

Корпус (Поз. 1) изготавливается из чугуна или стали. На штоке (Поз. 6) при вращении маховика (Поз. 7) совершает возвратно-поступательные движения клин (Поз. 2). Крышка (Поз. 5) крепится к корпусу задвижки с помощью стяжных болтов и гаек (Поз. 4).

Широкое использование задвижек можно объяснить целым рядом их достоинств, среди них:

- простая конструкция;
- небольшая строительная длина;
- применяются в различных условиях эксплуатации;
- небольшое гидравлическое сопротивление.

Эти достоинства задвижек являются особенно ценным при их использовании в магистральных трубопроводах, где характерно очень высокое движение среды.

К основным недостаткам задвижек следует отнести:

- большая строительная высота (в задвижках с выдвигным шпинделем, это обусловлено тем, что полный ход затвора составляет один диаметр прохода);

- большое время, требуемое для открытия или закрытия;
- выработка уплотнительных поверхностей в затворе и в корпусе;
- сложность в проведении ремонтов при эксплуатации.

### 1.1 Материал клина запорной арматуры

Клин задвижки представлен на Рисунке 2.

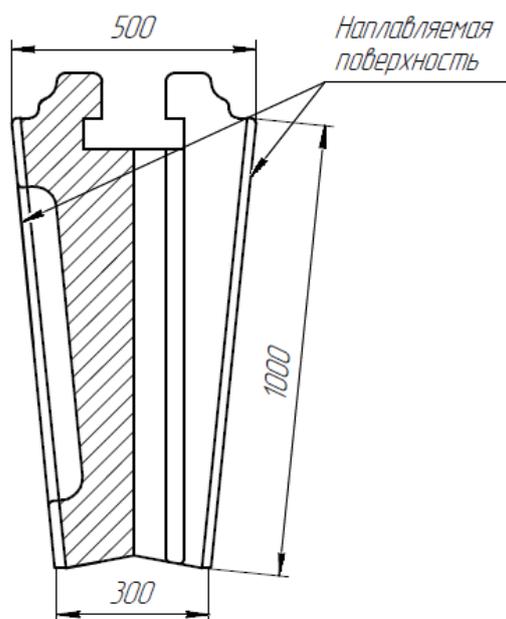


Рисунок 2 – Клин запорной арматуры

Форма клина обеспечивает полное перекрытие потока продукции. На клине имеются направляющие, по которым он перемещается в корпусе задвижки. Вес 650 кг. Клин отлит из углеродистой стали 20Л [1].

### 1.2 Характеристика материала

Сталь нелегированная 20Л применяется: для изготовления арматуры, деталей общего машиностроения, изготавливаемых литьем по выплавляемым моделям; деталей сварнолитых конструкций и других деталей, работающих при температуре от -40 до 450 °С; Линейная усадка 2.2 - 2.3%. Свариваемость - без ограничений [2]. Химический состав и механические свойства стали 20Л приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 -Химический состав стали 20Л, в % [2]:

С	Si	Mn	S	P
0.17 - 0.25	0.2 - 0.52	0.45 - 0.9	до 0.06	до 0.06

Марганец и кремний вводятся в процессе выплавки стали для раскисления, они являются технологическими примесями.

Содержание марганца не превышает 0,5...0,8%. Введение марганца (Mn) приводит к замедлению скорости роста зерна, что способствует

получению мелкозернистой структуры. Вследствие чего повышается прочность, не снижая пластичности, и резко снижается красноломкость стали, вызванная влиянием серы. Он способствует уменьшению содержания сульфида железа FeS, так как образует с серой соединение сульфид марганца MnS. Частицы сульфида марганца располагаются в виде отдельных включений, которые деформируются и оказываются вытянутыми вдоль направления прокатки.

Добавление кремния (Si), выводит вредные газы и повышает плотность стали, что ведет к увеличению прочности материала и предел текучести, но при этом снижается ее пластичность.

Фосфор (P) отрицательно влияет на механические свойства сплава и его предельное содержание имеет критичное значение. Он способствует сильной неоднородности сплава в процессе кристаллизации, снижению при низких температурах пластических характеристик металла. Фосфор, растворяясь в феррите, искажает кристаллическую решетку и увеличивает предел прочности и предел текучести, но снижает пластичность и вязкость. Располагаясь вблизи зерен, увеличивает температуру перехода в хрупкое состояние, вызывает хладоломкость, уменьшает работу распространения трещин. Повышение содержания фосфора на каждую 0,01% повышает порог хладоломкости на 20...25°C.

Таблица 2 - Механические свойства стали 20Л, при T = 20°C [2]:

Сортамент	Размер	Напр.	σ <sub>B</sub>	σ <sub>T</sub>	δ <sub>5</sub>	ψ	KCU	Термообработка
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м <sup>2</sup>	-
Отливки, К20, ГОСТ 977-88	до 100		412	216	22	35	491	Нормализация 880 - 900°C, Отпуск 630 - 650°C,

## 2 Выбор способа восстановления поверхности (наплавки)

Наплавка — это процесс нанесения при помощи сварки слоя металла заданного состава на поверхность изделия. Нанесенный металл прочно связывается с основным, образуя надежное соединение [4].

Способ наплавки выбирают в зависимости от конфигурации наплавляемой поверхности, серийности производства, наличия оборудования, требований к качеству наплавленного слоя.

Возможные способы наплавки клина с учётом материала и требований:

1. Ручная дуговая наплавка покрытым электродом благодаря простоте и возможности наплавки на поверхности любой формы широко применяется в промышленности. При наплавке доля основного металла в наплавленном шве ( $m$ ) составляет  $= 0,3... 0,45\%$ . Использование поперечных колебаний позволяет снизить долю участия основного металла до  $0,25\%$ . В зависимости от требований, предъявляемых к наплавленному слою, используют или обычные покрытые электроды для дуговой сварки различных сталей, металлов и сплавов, или специальные покрытые электроды для ручной дуговой наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами по ГОСТ 10051-75 (например, электроды марки ОЗШ-4 типа Э-10М9Н8К8Х2СФ по ГОСТ 10051-75, предназначенные для наплавки штампов холодной штамповки)[4].

Основные недостатки способа - низкая производительность, тяжелые условия труда, непостоянство химического состава наплавленного металла из-за неизбежных колебаний проплавления. Это особенно проявляется при однослойной наплавке.

2. Дуговая наплавка под флюсом занимает лидирующие позиции среди всех видов наплавки металла, благодаря тем преимуществам, которыми она обладает. К основным достоинствам наплавки под слоем флюса можно отнести:

- высокую производительность труда. Особенно хорошо это достоинство проявляется в тех случаях, когда производится наплавка на большую площадь поверхности изделия, обладающего достаточно простой формой;

- невысокую сложность процесса. Наплавка под слоем флюса не требует высокой квалификации от сварщика, поэтому для ее производства не требуется искать специалиста, обладающего большим опытом именно в этом спектре сварочных работ;

- высокое качество работы. При применении наплавки под слоем флюса внешний вид валика из наплавленного металла обладает отличными эстетическими характеристиками, что имеет большое значение для внешнего вида всей детали. Кроме того, получаемый в результате наплавки валик обладает высокой прочностью и надежностью и прекрасно проявляет себя в ходе дальнейшей эксплуатации изделия;

- высокую безопасность работы сварщика. Соккрытие сварочной дуги под слоем флюса позволяет избежать разбрызгивания расплавленного металла, что значительно повышает безопасность рабочего, предотвращая возможность получения ожогов.

Вместе с несомненными достоинствами наплавка металла под слоем флюса имеет и определенные недостатки. И основными минусами этого вида наплавки можно считать:

- высокую стоимость оборудования. Как правило, оборудование, применяемое в ходе наплавки под слоем флюса, стоит дороже, чем оборудование для ручной дуговой наплавки с применением стержневых электродов с покрытием;

- большую зону нагрева, из-за чего этот вид наплавки не может быть применен в тех случаях, когда требуется наплавка металла на мелкие изделия, особенно, в том случае, если эти изделия обладают достаточно сложной формой;

- кроме того, часто к недостаткам этого вида наплавки относят и тот факт, что он снижает усталостную прочность металлической детали, причем, показатель снижения прочности металла может в некоторых случаях достигать 40% [11].

3. Вибродуговая наплавка. Эта наплавка является разновидностью электрической дуговой наплавки металлическим электродом и выполняется путем вибрации электрода. Вибродуговая наплавка эффективна, если необходимо наплавлять слои металла небольшой толщины.

Недостатками вибродуговой наплавки являются сравнительно низкий коэффициент наплавки и невысокая производительность наплавки [12].

4. Электрошлаковая наплавка. Отличительной особенностью этого способа наплавки является высокая производительность, при которой могут быть достигнуты не только десятки, но и сотни килограммов наплавленного металла в час. Наплавка производится с принудительным формированием металла за один проход. Электроды применяются практически любого сечения: прутки, пластины и т. п. Глубину проплавления основного металла можно регулировать в широких пределах. При электрошлаковой наплавке для оплавления основного и присадочного металла служит шлаковая ванна, разогреваемая проходящим через нее электрическим током. Этот способ наплавки, как правило, сочетается с принудительным формированием наплавленного слоя.

Для осуществления процесса электрошлаковой наплавки различных поверхностей необходима достаточно глубокая шлаковая ванна, получение которой проще всего при вертикальном или наклонном расположении деталей. По сравнению с дуговой наплавкой это менее универсальный способ, но он весьма эффективен в тех случаях, когда на деталь необходимо наплавить слой металла большой толщины (более 14 - 16 мм). Благодаря применению большой силы тока и электродов большого сечения можно достичь высокой производительности [12].

5. Наплавка открытой дугой. Для этой цели применяют порошковую проволоку с внутренней защитой, которая позволяет расширить область применения механизированной износостойкой наплавки. При наплавке этой проволокой применение флюса или защитного газа не требуется, поэтому способ отличается простотой и маневренностью и создается возможность восстановления деталей сложной формы, глубоких внутренних поверхностей, деталей малых диаметров и пр. Производительность при полуавтоматической наплавке повышается в 2- 3 раза по сравнению с наплавкой штучными электродами [12].

6. Плазменная наплавка. При плазменной наплавке источником тепла является высокотемпературная сжатая дуга, получаемая в специальных горелках. Большое применение получили плазменные горелки с дугой прямого действия, горящей между неплавящимся вольфрамовым электродом и наплавляемым изделием. Присадочным материалом при этом способе наплавки служит проволока, лента, порошок и пр. Практический интерес представляет прежде всего наплавка с присадкой мелкозернистого порошка. В этом случае применяется плазменная горелка комбинированного типа. Порошок при помощи транспортирующего газа подается из питателя в горелку и там вдувается в дугу. За время пребывания в дуге большая часть порошка успевает расплавиться, так что на наплавляемую поверхность попадают уже капельки жидкого присадочного материала [12].

7. Дуговая наплавка в защитных газах. Применяют при наплавке деталей в различных пространственных положениях, внутренних поверхностей, глубоких отверстий, мелких деталей и сложных форм и т. п. Наплавка в защитных газах имеет ряд преимуществ: высокая производительность процесса, хорошее качество наплавочного слоя, возможность непосредственного наблюдения за процессом, отсутствие вредных выделений, малая токсичность при наплавке, что ведет к улучшению технологических свойств защитной атмосферы и экономии

дорогих газов, возможность механизации и автоматизации с использованием серийного сварочного оборудования. Помимо перечисленных преимуществ этот способ освобождает сварщика от необходимости засыпки флюса и удаления шлака.

Недостатком способа является то, что в процессе наплавки в углекислом газе наблюдается сильное разбрызгивание жидкого металла, приводящее к налипанию брызг на мундштук и засорению сопла горелки. Кроме того, возможность сдувания газовой струи ветром затрудняет наплавку на открытом воздухе [12].

Проанализировав вышеперечисленные способы выбираем как оптимальный для восстановления поверхности автоматическую дуговую наплавку в смеси защитных газов.

### 3 Обоснование выбора сварочных материалов

#### 3.1 Выбор защитных газов

В качестве защитного газа при наплавке чаще всего используют аргон, хотя при работе в среде чистого аргона дуга теряет стабильность при наплавке любого материала, кроме алюминиевых сплавов. С целью стабилизации дуги при наплавке стали к аргону добавляют до 20% кислорода или углекислого газа, что существенно влияет на процесс наплавки [13].

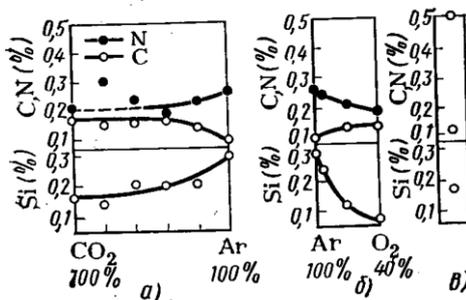


Рисунок 3 – Влияние состава защитного газа на наплавленный металл [13]:

*а* – CO<sub>2</sub>-Ar; *б* - Ar-O<sub>2</sub>; *в* – открытая дуга.

На Рисунке 4 показана зависимость содержания углерода в металле, наплавленном в среде углекислого газа и его смеси с аргоном проволоками из низкоуглеродистой и аустенитной сталей, от содержания углерода в этих проволоках.

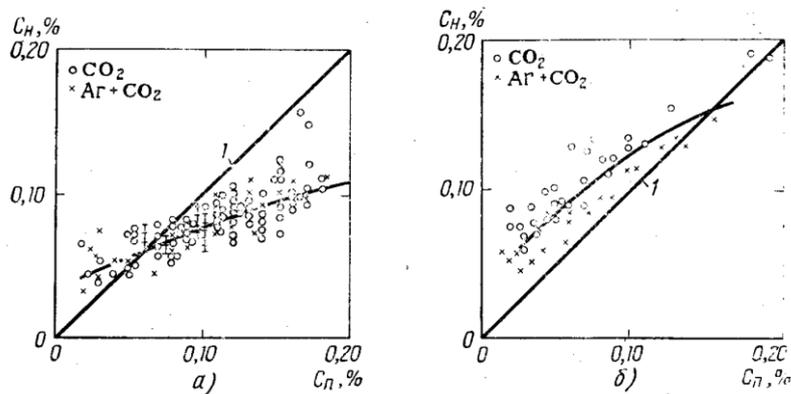


Рисунок 4 - Изменение содержания углерода в металле, наплавленном ( $C_n$ ) в среде углекислого газа и его смеси с аргоном, в зависимости от содержания углерода в проволоке ( $C_p$ ) [13]:

*1* – данные Бентали; *а* – низкоуглеродистая сталь; *б* – аустенитная хромоникелевая сталь.

При наплавке низкоуглеродистой стали влияние защитного газа практически отсутствует. Содержание углерода в наплавленном металле бывает обычно ниже, чем в наплавочной проволоке, вне зависимости от состава защитного газа. Между тем при наплавке аустенитной коррозионностойкой стали содержание углерода в наплавленном металле превышает его содержание в проволоке, причем эта разница в значениях более значительна при наплавке в  $CO_2$ , чем при наплавке в смеси  $CO_2$  с аргоном. На Рисунке 5 показано влияние состава защитного газа на содержание легирующих элементов в наплавленном металле при наплавке стали, содержащей 16% Mn и 16% Cr.

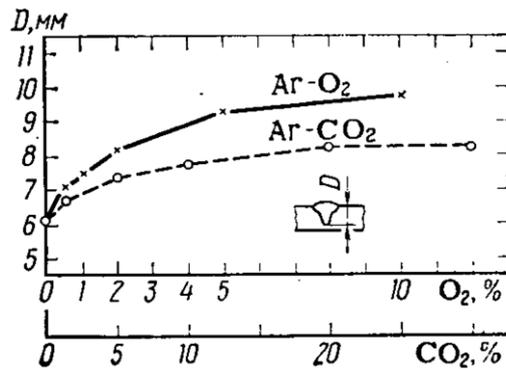


Рисунок 5 – Влияние содержания  $\text{CO}_2$  и кислорода в составе защитного газа на глубину проплавления основного металла при дуговой наплавке плавящимся электродом (1,2 мм, постоянный ток обратной полярности силой 250А, наплавка без предварительного подогрева со скоростью 40см/мин) [13]

Добавка к аргону 20% углекислого газа существенно повышает устойчивость горения дуги и улучшает качество формирования наплавленного шва.

### 3.2 Выбор наплавляемого материала

В промышленности используют весьма разнообразные наплавочные материалы. К ним относятся углеродистые, легированные, высоколегированные стали, сплавы на основе никеля, кобальта и др. [10].

Перлитно-сорбитные материалы. Состав перлитно-сорбитных материалов – сталей, включающих небольшие добавки углерода, хрома, молибдена, ванадия и других легирующих элементов, подбирают с таким расчетом, что бы после наплавки и охлаждения на воздухе структура наплавленного металла состояла преимущественно из перлита или сорбита. Твердость наплавленного металла составляет HV 200-300, что значительно ниже твёрдости мартенсита, поэтому наплавленный слой не обладает достаточной износостойкостью при трении скольжения и качения. В связи с этим наплавку рекомендуют использовать для восстановления

первоначальных размеров, нанесения подслоя, на который затем наплавляют слой более твердого износостойкого материала.

Мартенситные материалы. Мартенситными называют наплавочные материалы, обеспечивающие образование мартенситной структуры в состоянии после наплавки. Мартенсит как структура закалки является одной из самых твердых структурных образований в стали, обладает высокой стойкостью при абразивном изнашивании и задирации. Вместе с тем мартенситный металл будучи хрупким, склонен к образованию трещин. Следует также учитывать, что наплавленный слой, полученный с помощью мартенситных материалов, при работе в условиях ударно-динамической нагрузки склонен к отрыву от основного металла.

К мартенситным причисляют наплавочные материалы, обладающие самым разнообразным составом, их в свою очередь делят на четыре группы:

- Низколегированные мартенситные материалы – отличающиеся сравнительно малым содержанием легирующих элементов, требуемый уровень их свойств достигается в основном путем введения углерода и хрома. Наплавленный металл с относительно низкой твердостью содержит в своей структуре мартенсит, бейнит и сорбит; по мере увеличения доли мартенсита твердость его повышается. При многослойной наплавке низколегированные мартенситные материалы существенно снижают свою твердость. Наплавленный металл отличается низкой чувствительностью к образованию трещин, но по мере повышения доли мартенсита в структуре увеличивается хрупкость металла и снижается его трещиностойкость.

- Боросодержащие мартенситные материалы обеспечивают получение покрытий высокой твердости (HV 700-900). Структура этого металла содержит высокоуглеродистый мартенсит, твердые карбиды и бориды по границам кристаллического зерна. Такой наплавленный металл обладает высокой стойкостью к абразивному изнашиванию и задирации в условиях низких нагрузок, однако из-за хрупкости и высокой чувствительности к

образованию трещин не может работать в условиях динамических нагрузок. Для снижения чувствительности к образованию трещин необходимы особые меры: наплавка подслоя металлом высокой вязкости, повышение температурного подогрева и применение многослойной наплавки. На участках действия динамической нагрузки наплавку боросодержащим мартенситным материалом следует исключать из-за опасности отрыва наплавленного металла от основного.

- Аустенитно-мартенситные материалы при высоком содержании остаточного аустенита обеспечивают наплавленный металл с низкой твердостью и высокой вязкостью даже при высоком содержании легирующих элементов. Такая структура уступает мартенситу по стойкости к абразивному изнашиванию и эрозии, но превосходит его по противозадирной стойкости. Первый слой твердой наплавки под влиянием состава подслоя отличается малым содержанием остаточного аустенита и высокой твердостью. Твердость последующих (верхних) слоев уступает твердости первого слоя из-за повышенного содержания в них остаточного аустенита в связи с уменьшением степени разбавления их металлом подслоя. Это явление используют для упрочнения металла однослойной наплавки, т.е. для создания твердого слоя наплавленного металла с мартенситной структурой.

- Хромистая сталь, содержащая 13% Cr, после наплавки имеет преимущественно мартенситную структуру. При высоком содержании углерода наплавленный металл обладает высокой износостойкостью, Низкоуглеродистые материалы обеспечивают получение при наплавке жаропрочного и коррозионностойкого металла. Но для наплавленного металла характерна малая доля ледебурита или феррита в структуре, в связи с малой погонной энергией процесса наплавки и высокой скоростью охлаждения наплаваемого металла появляется опасность возникновения трещин. Этот недостаток наплавки в сочетании с трудностью выполнения самой наплавки исключает ее широкое применение.

Высокомарганцовистые аустенитные материалы. К этой группе относят следующие наплавочные материалы:

- Высокомарганцовистые аустенитные материалы, к которым принадлежит так называемая сталь Гатфильда с содержанием 1,2% С и 13% Mn. Эти стали обычно наплавляют на детали, работающие в условиях интенсивной ударно-динамической нагрузки, поскольку такой наплавленный слой придает деталям высокую стойкость к динамическому изнашиванию.

Сталь Гатфильда стандартного состава не обладает высокими сварочными свойствами, поэтому для наплавки в большинстве случаев используют сталь с невысоким содержанием углерода, легированную никелем, хромо, молибденом и другими элементами. При использовании рассматриваемых материалов для наплавки низкоуглеродистой и низколегированной стали следует иметь в виду, что влияние состава основного металла на наплавленный приводит к возникновению мартенсита в зоне их сплавления и повышению твердости, а разность коэффициентов линейного расширения в зоне их сплавления создает опасность растрескивания и отрыва наплавленного слоя от подложки при быстром охлаждении после наплавки. В таких случаях во избежание растрескивания в качестве наплавочного материала следует использовать аустенитную коррозионно-стойкую сталь (D-309) либо материал содержащий 16%Mn, 16% Cr и 1%Ni.

- Высокомарганцовистые хромистые аустенитные материалы к которым принадлежит стандартная аустенитная сталь. Впервые эту сталь использовали как заменитель хромоникелевой коррозионностойкой стали, в составе которой из экономических соображений никель заменили марганцем. В настоящее время указанная сталь получила широкое распространение.

При использовании высокомарганцовистых хромистых аустенитных материалов мартенситная структура наплавленного металла образуется даже при наплавке на низкоуглеродистую и низколегированную стали. В

состоянии после наплавки твердость металла составляет HV 150-300, а способность к сохранению твердости при высокой температуре предполагает применение наплавочных материалов рассматриваемой группы для износостойкой наплавки деталей металлургического оборудования.

При наплавке коррозионностойкой стали на низкоуглеродистую или низколегированную сталь структура наплавленного металла может быть определена с помощью диаграммы Шеффлера. Линии с косыми штрихами на рисунке ограничивают области возникновения трещин или охрупчивания под влиянием термообработки. Следовательно, материалы и режимы наплавки необходимо выбирать с ориентацией на треугольную область диаграммы Шеффлера, ограниченную значениями хромового эквивалента в пределах 18-24% и никелевого эквивалента в пределах 7-18%. Для того что бы при наплавке на низкоуглеродистую сталь получить наплавленный металл, полностью соответствующий составу коррозионностойкой стали, наплавку необходимо выполнять сталью с более высоким содержанием легирующих элементов.

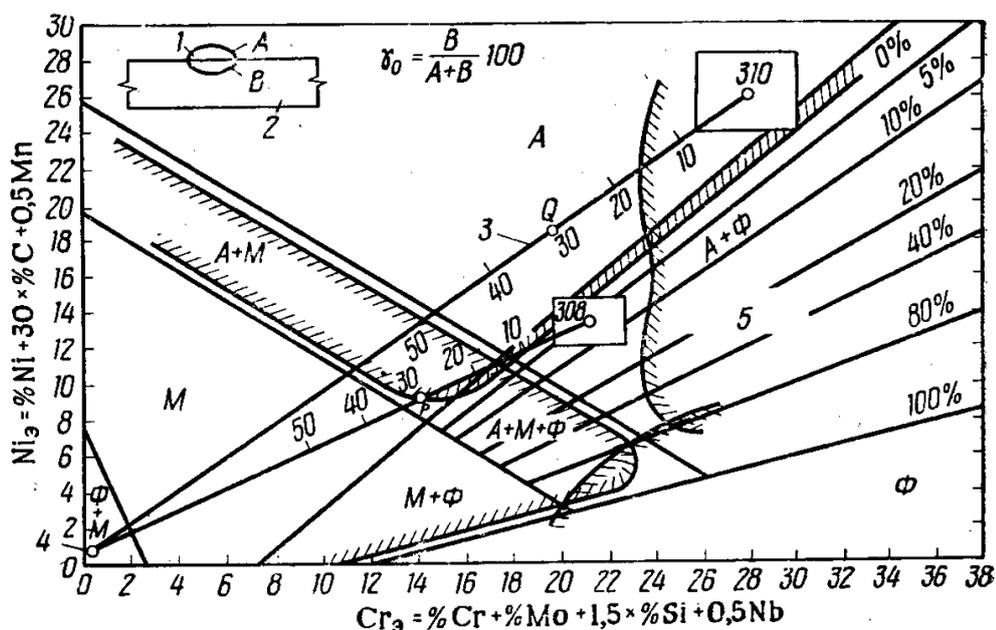


Рисунок 6 – Структурная диаграмма Шеффлера: 1 – валик; 2 – основной металл; 3 – линия отображающая разбавление наплавляемого металла основным; 4 – низкоуглеродистая сталь; 5 – область охрупчивания; М -

мартенсит, холодные трещины при температуре ниже 400<sup>0</sup>С; А - аустенит, горячие трещины при 1250<sup>0</sup>С; Ф – феррит, укрупнение кристаллического зерна и охрупчивание при температуре выше 1150<sup>0</sup>С, повышение чувствительности к надрезам при нормальной температуре.

Выберем проволоку сплошного сечения SM-309LSI – Ø1,2мм. Международный стандарт: AWS A5.9 / ASME SFA5.9 ER309LSi JIS Z3321 YS308LSi EN ISO 14343-A G 23 12L Si.

SM-309LSi это коррозионнотойкая проволока, аустенитного типа. Структура наплавленного металла содержит ферритную фазу, что придаёт металлу шва стойкость против образования трещин. Благодаря высокому уровню легирующих элементов, проволока обеспечивает высокую коррозионную стойкость и жаропрочность шва. Высокое содержание кремния в проволоке улучшает горение дуги и формирование шва.

Таблица 3 -Химический состав SM-309LSi в %:

C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni
0,022	0,79	1,61	24,11	0,1	13,97

Типичные механические свойства металла шва: предел прочности, Мпа = 571; относительное удлинение, % = 40.2.

#### 4 Расчет параметров режимов и расхода

К основным параметрам режима автоматизированной дуговой наплавки в защитных газах плавящимся электродом, определяемых расчётом, относятся: сварочный ток, напряжение на дуге, скорость наплавки, диаметр и скорость подачи электродной проволоки. Основные параметры: защитная среда, род тока, полярность устанавливают, исходя из условий наплавки конкретного изделия.

Наплавка уплотнительных поверхностей запорной арматуры осуществляется согласно ГОСТ 33258-2015.

Для определения числа проходов найдем общую площадь поперечного сечения наплавленного металла по формуле:

$$F_H = 13^2 \cdot \operatorname{tg}30 + 2 \cdot 14 + 0,75 \cdot 2 \cdot 21 = 157 \text{ мм}^2, \quad (1)$$

Общую площадь поперечного сечения, наплавленного и расплавленного металлов, найдем по формуле:

$$F = 0,73 \cdot 21 \cdot (14 + 2) = 245 \text{ мм}^2. \quad (2)$$

Находим площадь поперечного сечения проплавленного металла по формуле:

$$F_{\text{пр}} = F - F_H = 245 - 157 = 88 \text{ мм}^2 \quad (3)$$

При расчёте параметров режима наплавки следует учесть рекомендации по количеству наплавленного металла за один проход. Так при наплавке в среде защитных газов электродной проволокой диаметром 1,2...1,4 мм площадь поперечного сечения первого прохода 20...30 мм<sup>2</sup>, второго 30...60 мм<sup>2</sup>, последующих 40...70 мм<sup>2</sup> [2]

Принимаем площадь наплавленного металла за один проход равной для первого прохода  $F_1 = 30 \text{ мм}^2$ , для второго прохода  $F_2 = 60 \text{ мм}^2$ ,

Согласно рекомендациям [3], принимаем плотность сварочного тока  $j = 200 \text{ А/мм}^2$ , и диаметр электродной проволоки  $d_э = 1,2 \text{ мм}$ .

Силу сварочного тока  $I_{св}$  рассчитаем по формуле:

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 200 = 226 \text{ А}, \quad (4)$$

принимаем согласно рекомендации [4],  $I_{св} = 230 \text{ А}$ .

Определяем оптимальное напряжение дуги

$$U_д = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_э}} \cdot I_{св} \pm 1, \quad (5)$$

$$U_д = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \cdot 230 \pm 1 = 27 \pm 1 \text{ В}$$

принимаем напряжение  $U_д = 27 \text{ В}$ .

Определим коэффициент формы провара:

$$\psi_{np} = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{cв}) \cdot \frac{d_3 \cdot U_d}{I_{cв}}, \quad (6)$$

$$\psi_{np} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 230) \cdot \frac{1,2 \cdot 27}{230} = 2,1$$

Для автоматизированной наплавки значения  $\psi_{np}$  должны составлять 0,8...4,0, в нашем случае, значение коэффициента находится в данном интервале, следовательно, режимы подобраны верно.

Определим скорость наплавки по формуле:

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

где  $\alpha_n$  – коэффициент наплавки.

Для определения коэффициента наплавки  $\alpha_n$  при автоматизированных способах воспользуемся следующей формулой:

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi), \quad (8)$$

где  $\psi$  – коэффициент потерь, который определяется по формуле:

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot j - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2. \quad (9)$$

Подставим известные значения плотности тока  $j$  в формулу (9), получим:

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 200 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 200^2 = 12,56 \text{ \%}.$$

Для того чтобы определить коэффициент наплавки нам необходимо рассчитать коэффициент расплавления  $\alpha_p$  по формуле:

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{I_{cв}} \cdot \frac{l_e}{d_3^2}, \quad (10)$$

где  $l_e$  – вылет электрода; величину вылета электрода  $l_e$  принимаем 1,5 см, согласно рекомендации [5].

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{230} \cdot \frac{1,5}{0,12^2} = 13,9 \text{ э/А}\cdot\text{ч}$$

Тогда коэффициента наплавки  $\alpha_n$  согласно формуле (8):

$$\alpha_n = 13,9 \cdot (1 - 0,1256) = 12,2 \text{ э/А}\cdot\text{ч}.$$

Скорость наплавки по формуле (7) получаем:

а) для первого прохода:

$$V_{св} = \frac{12,2 \cdot 230}{3600 \cdot 7,9 \cdot 0,3} \approx 0,33 \text{ см/с} = 11,8 \text{ м/ч},$$

б) для второго прохода:

$$V_{св} = \frac{12,2 \cdot 230}{3600 \cdot 7,9 \cdot 0,6} \approx 0,16 \text{ см/с} = 5,9 \text{ м/ч},$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле:

$$V_{нэл} = \frac{\alpha_p \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_{эл}}, \quad (11)$$

где  $F_{эл}$  – площадь поперечного сечения электрода,  $\text{см}^2$ ;

$\gamma$  – плотность электродного металла,  $\text{г/см}^3$ .

$$V_{нэл} = \frac{13,9 \cdot 230}{3600 \cdot 7,9 \cdot 1,13 \cdot 10^{-2}} \approx 9,9 \text{ см/с} = 358 \text{ м/ч},$$

Погонная энергия рассчитывается по формуле:

а) для первого прохода:

$$q_n = \frac{\eta_u \cdot I_{св} \cdot U_d}{V_{св}}, \quad (12)$$

где  $\eta_u$  – эффективный коэффициент полезного действия нагрева изделия дугой, который при наплавке в защитном газе составляет 0,8...0,84, принимаем  $\eta_u = 0,82$ .

$$q_n = \frac{0,82 \cdot 230 \cdot 27}{0,33} = 15430 \text{ Дж/см}$$

б) для второго прохода:

$$q_n = \frac{0,82 \cdot 230 \cdot 27}{0,16} = 31826 \text{ Дж/см},$$

Для проверки правильности расчётов при наплавке в защитных газах определяем глубину проплавления, подставив полученные значения параметров режима в формулу:

$$H = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{q_n}{\psi_{np} \cdot V_{св}}}, \quad (13)$$

где  $q_n$  - погонная энергия.

Подставим полученные значения в формулу (13) и получаем значение глубины провара для первого прохода:

$$H = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{15430}{2,1}} = 0,65 \text{ см.}$$

Подставим полученные значения в формулу (13) и получаем значение глубины провара для второго прохода:

$$H = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{31826}{2,1}} = 0,93 \text{ см.}$$

## 5 Особенности и техника наплавки

Важнейшая проблема, возникающая при наплавке коррозионностойкой, стали на низколегированную, состоит в том, что при последующей длительной термообработке на границе между основным и наплавленным металлом образуется хрупкий науглероженный слой. Возникновение науглероженного слоя связано с диффузией углерода из состава основного металла в наплавленный металл, имеющий в составе элементы с большим химическим сродством к углероду. Это обусловлено большой разностью по содержанию углерода между основным и наплавленными металлами, а также разностью по содержанию в них карбидообразующих элементов (хрома, титана, ниобия). Содержание углерода в граничном науглероженном слое, часто превышает 2%.

Для предотвращения охрупчивания аустенитного наплавленного металла принимают меры, противоположные соответствующим мерам для ферритной стали: снижают температуру предварительного подогрева и температуру разогрева металла при наплавке.

Так же при наплавке рекомендуется использовать поперечные колебания электрода, осуществляемые перпендикулярно направлению перемещения головки, способствующие образованию ровного широкого валика при малой глубине проплавления основного металла. При наплавке обычно используют колебания большой амплитуды при малой частоте.

## 6 Выбор оборудования

Установка УН-2ГС служит, для передвижения и направления сварочной горелки по клину (рисунок 7). Управление установкой и задача нужных параметров режимов наплавки происходит с помощью пульта управления.

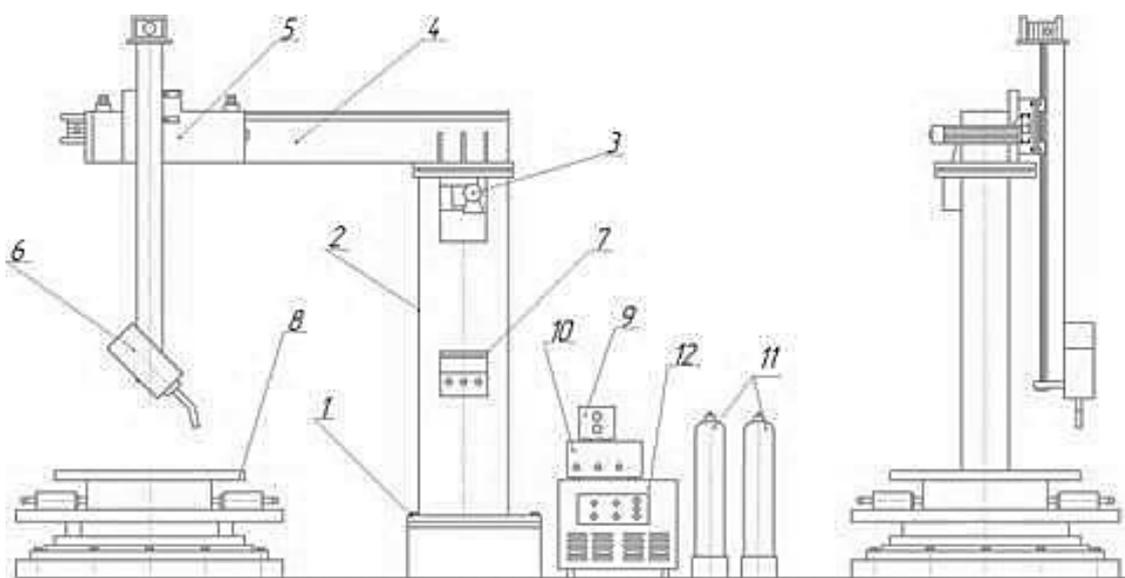


Рисунок 7 - Сварочная автоматическая установка (УН-2ГС):

1 - фундаментная плита, 2 - колонна, 3 - электродвигатель на поворотной опоре, 4 - консоль, 5 - суппорт для перемещения сварочной горелки, 6 - сварочная горелка, 7 - пульт управления, 8 - координатный горизонтальный вращающийся стол, 9 - смеситель газов, 10 - устройство для подачи проволоки, 11 - баллоны с газом, 12 - источник питания

Таблица 4 – Технические данные автоматической наплавочной установки:

Общая высота, мм	около 4850
Поворотное перемещение	120°;
Вылет кронштейна, мм	2200
Скорость перемещения, м/мин;	1,5
Предельно допустимая нагрузка, Н	200
Номинальное напряжение подключённой электрической установки	400 В/ 50 Гц;
Номинальная мощность подключённой электрической установки, кВА	6

Сварочная горелка, входящая в состав установки предназначена для наплавки в среде защитных газов и их смесях сварочной проволокой диаметром до 1.6мм.

Проволока из кассеты непрерывно подается в зону наплавки. Подача проволоки в зону наплавки осуществляется подающим устройством по специальному шланговому кабелю. Защитные газы аргон и углекислота из баллонов попадают в смеситель газов и затем по специальным трубкам попадают в зону наплавки.

Клин располагается на утопленном в полу горизонтальном вращающемся столе. Вращающийся стол с горизонтально расположенной поворотной тарелкой и плавно регулируемым поворотным приводом. Вращающийся стол располагает массивной машинной станиной сварной конструкции с опорой на поворотную тарелку при помощи сферического поворотного соединения с внутренним зацеплением и уплотнением.

Для привода поворотной тарелки используется усиленный плавно регулируемый редукторный двигатель тормозного механизма, действующий на передачу, для исключительно замедленного числа оборотов. Установленная пылезащищённая муфта сварного тока служит для передачи тока на поворотную тарелку с обходом установки на опоры подшипников качения.

Таблица 5 – Технические данные горизонтального вращающегося стола:

Наименование параметра	Значение		
	Длина (мм)	Ширина (мм)	Высота (мм)
Габаритные размеры:	950	950	600
Предельная допускаемая нагрузка, даН	10000		
Размер поворотной тарелки, мм	1500 x 1500 мм		
Специальное - число оборотов, об/мин	0,0005 - 0,025 об/мин		
Предельно допускаемая нагрузка токового соединения (муфты), А	1000		
Номинальное напряжение, В / Гц	400 / 50		
Номинальная мощность кВа	2,5		

Питание сварочной дуги осуществляется с помощью сварочного выпрямителя ВДУ-506П.

Таблица 6 – Технические характеристики выпрямителя ВДУ-506П

Наименование параметра	Значение
Напряжение питающей сети, В	3x380
Номинальная частота питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток, при ПН=60% и длительности цикла 10 мин., А	500
Регулирование сварочного тока	Плавно-ступенчатое
Пределы регулирования сварочного тока, А	90-500
Напряжение холостого хода, не более, В	60
Пределы регулирования рабочего напряжения, В	16,3-39
Первичный фазный ток при номинальном сварочном токе, не более, А	46
Максимальная потребляемая мощность, не более, кВА	30
Габариты, мм, не более	680x500x680
Масса, кг, не более	177

## 7 Контроль качества

Перед наплавкой производят, визуальный и физический контроль качества металла. При осмотре выявляют: каверны, вмятины, выработки, (расслоение металла внутри). После наплавки также производят визуальный и физический контроль наплавленного металла (осмотр) и выявляют поверхностные дефекты, такие как: трещины, поры, отслоение наплавленного металла, шлаковые включения. Физический контроль производят после зачистки и обработки изделия. Качество наплавки считается неудовлетворительным, если при любом виде контроля будут обнаружены поверхностные дефекты, выходящие за пределы норм соответствующих ТУ-1468-006-74238272-06 стандартов и технических условий, инструкций по наплавке. При обнаружении дефектов необходимо устранить их соответствующим образом [9].

## 8 Дефекты, возникающие при наплавке

Кратеры – усадочная раковина в конце валика сварного шва, в результате резкого обрыва дуги. Кратеры снижают прочность шва из-за уменьшения его сечения. В них могут находиться усадочные рыхлости, способствующие образованию трещин [20].

Наиболее эффективным методом борьбы с кратерами является применение плавного гашения сварочной дуги.

Поры - это заполненные газами полости, возникающие из-за интенсивного газообразования внутри металла, при котором газовые пузырьки остаются в металле после его затвердевания. Возникновению пор способствует слишком высокая скорость сварки, из-за которой газы не успевают выйти наружу, наличие загрязнений и посторонних веществ на поверхности свариваемого металла [20].

При автоматической дуговой наплавке так же возникает высокое пиковое значение давления дуги на сварочную ванну, которое является причиной образования бугров, раковин, газовых полостей и подрезов. Это происходит вследствие того, что скорость центрального потока жидкого металла в ванне прямо пропорциональна скорости сварки. При высоких значениях скорости под действием давления дуги расплавленный металл отбрасывается в хвостовую часть ванны в основном по ее продольной оси. В результате в этой зоне оказывается избыток расплавленного металла, который из-за быстрого остывания и увеличения вязкости не успевает распределиться по ширине шва до полного затвердевания [21].

Снизить количество напряжений и дефектов, повысить качество сварного соединения возможно с помощью применения импульсного режима наплавки, повышения пространственной устойчивости дуги.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-1В41	Мельников Евгений Александрович

<b>Школа</b>	Инженерная неразрушающего контроля и безопасности	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Электронной инженерии
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

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

<p>1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i></p> <p>2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p> <p>3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i></p>	<p>В данном разделе рассматривается экономическая часть ВКР по теме «Восстановление уплотняющей поверхности запорной арматуры». В технологии используется автоматическая наплавка плавящимся электродом в среде защитных газов.</p> <p>Используемая исходная информация: стоимость применяемого оборудования, тарифные ставки рабочих, информация, представленная в электронных ресурсах компаний, занимающихся ремонтом и эксплуатацией запорной арматуры.</p>
---	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p>1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i></p>	<p>Выявление потенциальных потребителей результатов исследований Анализ конкурентных технических решений</p>
<p>2. <i>Формирование плана и графика разработки ИР</i></p>	<p>Проведение планирования и определение трудоемкости выполнения исследования</p>
<p>3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i></p>	<p>Расчет экономической эффективности Формирование бюджета исследования</p>

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-1В41	Мельников Евгений Александрович		

## 9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 9.1 Предпроектный анализ

Целью экономической части выпускной квалификационной работы является анализ процесса с экономической точки зрения.

В данном разделе производится учет всех технико-экономических факторов на каждой стадии проекта, оценивается эффективность разработки, анализируются возможные способы исполнения процесса сварки, а также рассчитывается эффективность производства по одному из способов».

#### 9.1.1 Потенциальные потребители результатов проекта

Результаты проекта могут быть применены на объектах нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности:

Для хранения и перекачивания пластовой воды и механических примесей;

Для хранения пожарной или питьевой воды;

Для хранения жидких пищевых (при условии обеспечения санитарно-гигиенических норм), агрессивных химических продуктов, минеральных удобрений;

Смешивания нефти и нефтепродуктов;

#### 9.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

С помощью анализа конкурентных технических решений, проведем оценку сравнительной эффективности научной разработки и определим направления для ее будущего повышения.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее

слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_{i_j} \quad (14)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_{i_j}$  – балл  $i$ -го показателя.

Оценочная карта представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		$B_{\phi}$	$B_{к1}$	$B_{к2}$	$K_{\phi}$	$K_{к1}$	$K_{к2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Спрос проекта	0,1	5	3	5	0,5	0,3	0,2
2. Удобство в применении	0,2	5	4	4	1	0,8	0,4
3. Возможности проекта	0,15	3	4	5	0,45	0,6	0,7 5
4. Универсальность	0,1	4	4	2	0,4	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	0,3	0,7	0,4
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	38	36	35	4,35	4,2	3,4
<i>Примечание:</i>							
$B_{\phi}$ – оценка профессиональных рисков при проведении работ;							
$B_{к1}$ – прогнозная оценка профессиональных рисков;							

Опираясь на полученные данные, можно сказать, что предложенная технология, рассмотренная в данной работе, эффективнее, чем методы, применяемые конкурентами.

### 9.1.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения).

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (15)$$

где  $B_{\text{сум}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению;

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Значение  $B_{\text{сум}}$  позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации.

Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	5
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	5
4.	Определена товарная форма научно-	5	5

	технического задела для представления на рынок		
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	3	3
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	2
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	5	5
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	4
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	5	5
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	3	3
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	3
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	4
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	4
<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>		<b>60</b>	<b>57</b>

Таким образом, разработка считается перспективной, а знания разработчика выше среднего. Возможно привлечение в работу эксперта по проведению процедуры оценки уровня профессиональных компетенций сотрудников, осуществляющих контрольно-надзорные мероприятия.

## 9.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы

существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта [14].

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать [14].

Устав научного проекта бакалаврской работы имеет структуру, представленную ниже [14].

1) Цели и результат проекта. Информацию по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице 9.

Таблица 9 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Машиностроение	Модернизация и как следствие, уменьшение себестоимости, действующей на предприятии технологии восстановления уплотняющей поверхности запорной арматуры.
Строительная промышленность	

В таблице 10 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 10 - Цели и результат проекта

Цели проекта:	Цель данной дипломной работы заключается, в поиске возможных способов улучшений действующих на предприятии технологий восстановления уплотняющей поверхности запорной арматуры , что позволит повысить качество, увеличить объем выпуска, снизить себестоимость и накладные расходы на единицу продукции.
---------------	---

Ожидаемые результаты проекта:	Производственная карта восстановления уплотняющей поверхности запорной арматуры.
Требования к результату проекта:	Требование: Выполнение поставленных задач Научное объяснение результатов проекта Заключение о результатах рекомендательного оборудования

2) Организационная структура проекта. Информация об участниках проекта представлена в табличной форме (таблица 11).

Таблица 11 - Рабочая группа проекта

№п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции
11	Киселев А.С. доцент ОЭИ	Руководитель	Отвечает за реализацию, координирует деятельность участников проекта
22	Мельников Е.А. студент кафедры ОЭИ	Исполнитель	Выполнение теоретической части

3) Ограничения и допущения проекта. Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта.

Таблица 12 - Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	
3.1.1. Источник финансирования	Компания ООО «Томскнефтехим»
3.2. Сроки проекта:	
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	12.03.2019г.
3.2.2. Дата завершения проекта	02.06.2019г.
3.3. Прочие ограничения и допущения	Ограничения по использованию сварочного аппарата.

В рамках процессов инициации были определены изначальные цели и предполагаемые результаты проекта. Зафиксированы изначальные финансовые ресурсы. Определены внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта.

### 9.3 Планирование управления проектом

#### 9.3.1 План проекта

При создании нового технологического процесса предприятию необходимо правильно планировать сроки выполнения отдельных этапов работ, учитывать расходы на материалы, зарплату. 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 13 - 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 исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направление разработки	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Изучение установки	
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	10	Заключение	Научный руководитель, студент

### 9.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика

Чтобы составить ленточный график проведения проектных работ (на основе диаграммы Ганта), сначала следует составить таблицу временных показателей проведения проектной работы.

Трудоемкость выполнения проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \quad (15)$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{min\ i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max\ i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (16)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. График строится с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей (студент или руководитель).

Для удобства построения такого графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{кал} \quad (17)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (18)$$

где  $T_{кал}$  – количество календарных дней в году;

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

$T_{пр}$  – количество праздничных дней в году.

Согласно производственному календарю на 2017 год:

– количество календарных дней – 365;

– количество рабочих дней – 247;

– количество выходных и праздничных дней – 118.

Далее определим коэффициент календарности:  $k_{кал} = \frac{365}{247 - 118} = 1,47$ .

Таким образом, получаем таблицу временных показателей проведения работы (таблица 14).

Таблица 14 – Временные показатели проведения проекта

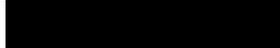
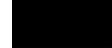
Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$
	$t_{min}$ , чел-дни	$t_{max}$ , чел-дни	$t_{ожид}$ , чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	2	4	2,8	Руководитель	2,8	4
Выдача задания на тему	1	3	1,8	Руководитель	1,8	3
Постановка задачи	1	2	2,2	Руководитель	2,2	3
Определение стадий, этапов и сроков разработки	2	5	3,2	Руководитель, Студент	1,6	2
Поиск и изучение материалов по теме	15	30	21	Студент	21	31
Анализ существующего опыта	5	8	6,2	Студент	6,2	9
Подбор нормативных документов	4	7	5,2	Студент	5,2	8
Согласование полученных данных с	1	3	1,8	Руководитель, Студент	0,9	1

руководителем						
Разработка системы	20	30	21	Студент	21	36
Оценка эффективности полученных результатов	2	3	2,4	Студент	2,4	4
Работа над выводом	1	2	1,4	Студент	1,4	2
Составление пояснительной записки	3	7	4,6	Студент	4,6	7

Таким образом, общая длительность работ в календарных днях (руководителя – 10 дн., студента – 97 дн., совместной работы – 3 дн.) равна 110 дн.

На основании таблицы 14 строим календарный план-график, который отражает длительность исполнения работ в рамках проектной деятельности (таблица 15).

Таблица 15 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Исполнители	T <sub>ki</sub> , кал.д н.	Продолжительность выполнения работ											
				март			апрель			май					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	4												
2	Выдача задания на тему	Руководитель	3												
3	Постановка задачи	Руководитель	3												
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель, Студент	2												
5	Поиск и изучение материалов по теме	Студент	31												
6	Анализ существующего опыта	Студент	9												
7	Подбор нормативных документов	Студент	8												
8	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель, Студент	1												
9	Разработка системы	Студент	36												
10	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	4												
12	Работа над выводом	Студент	2												
13	Составление пояснительной записки	Студент	7												

 – студент;  – руководитель.

### 9.3.3 Бюджет проекта. Затраты на материалы и эксперименты

Затраты на проведение проекта приведены в таблице 16. Большие затраты потребовались для проведения испытаний на установке для наплавки.

Таблица 16 – Затраты на сырье на проведение НИР

Наименование	Затраты, руб.	Примечание
Материалы	1000	В качестве материалов клин из стали 20Л
Установка наплавочная УН2Гс	5000	Приведена стоимость использования установки в течение одного рабочего дня.
Проволока сварочная	2000	
Паста ГОИ №1-3	1000	
Алмазные пасты	1500	
Итого	55500	

В результате планирования был сформирован график реализации проекта, учтены расходы на материалы, зарплату. А также оценен наиболее правильный вариант разработки процесса.

### 9.3.4 Расчет фонда заработной платы

Заработная плата определяется в соответствии с количеством отработанного времени по теме и установленным штатно-должностным окладом [14].

Для техника (дипломника) месячный оклад составляет  $Z_{бр}=6595$  руб/мес, для руководителя -  $Z_{бр}=33162$  руб/мес.

Заработная плата рассчитывается по формуле [14]:

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (18)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) руководителя рассчитывается по следующей формуле [14]:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (19)$$

где  $Z_{\text{осн}}$ —основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$ — продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. ;

$Z_{\text{дн}}$ —среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневную заработную плату можно рассчитать по формуле [14]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}}}{T}, \quad (20)$$

где  $Z_{\text{м}}$ — месячный должностной оклад работника, руб.;

$T$  — количество рабочих дней в месяце. Принимаем 6- дневную рабочую систему, значит  $T=26$  дней.

Месячный должностной оклад работника [14]:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (21)$$

где  $Z_{\text{б}}$ — базовый оклад, руб.;

$k_{\text{р}}$ — районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Теперь рассчитываем месячную заработную плату работников проекта:

$$Z_{\text{мт}} = 6595 \cdot 1.3 = 8573.5 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{мп}} = 33162 \cdot 1.3 = 43110,6 \text{ руб.}$$

Определяем среднедневную заработную плату:

$$Z_{\text{дн.т}} = 8573,5/26 = 329,75$$

$$Z_{\text{дн.п}} = 43110,6/26 = 1658,1 \text{ руб.}$$

Основную заработную плату определим с допущением, что на данный проект его работники затратили 100 полных рабочих дней (8 часов в день):

$$Z_{\text{осн.т}} = 329.75 \cdot 100 = 32975 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн.п}} = 1658,1 \cdot 100 = 165810 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы [14]:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} , \quad (22)$$

где  $Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной зарплаты;

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

Принимаем коэффициент дополнительно зарплаты равным 0,1 и получаем:

$$Z_{\text{доп.т}} = 0.1 * 32975 = 3297.5 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп.п}} = 0,1 * 165810 = 16581 \text{ руб.}$$

Итак, определяем полную зарплату работников:

$$C_{\text{зпт}} = 32957 + 3297.5 = 36254.5 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{зпп}} = 165810 + 16581 = 182391 \text{ руб.}$$

Также необходимо рассчитать отчисления во внебюджетные фонды (социальные нужды) по формуле [14]:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) , \quad (23)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). Принимаем  $k_{\text{внеб}} = 0.302$ .

$$C_{\text{внеб.т}} = 0.302 \cdot 36254.5 = 10948.859 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{внеб.п}} = 0.302 \cdot 182391 = 55082,082 \text{ руб.}$$

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле [14]:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) , \quad (24)$$

где  $k_{\text{накл}}$  – коэффициент накладных расходов. Принимаем  $k_{\text{накл}} = 0.8$ .

$$C_{\text{накл.}} = 0.8 \cdot 218645 = 174916 \text{ руб.};$$

Результаты расчета фонда заработной платы представлены в таблице

17

Таблица 17 - Фонд заработной платы

Исполнитель	Число исполнителей	Грудосмкость выполнения работы, Тип, д	Заработная плата по тарифной ставке руб./мес.	Среднедневная заработная плата, руб	Основная заработная плата исполнителя ЗПосн, руб.	Месячный должностной оклад, руб
Дипломник	1	100	6595	329.75	32975	8573.5
Руководитель	1	100	33162	1658,1	165810	43110,6
Итого:	2	200			198785	

Таким образом, на основании полученных данных по отдельным статьям затрат составим калькуляцию плановой себестоимости НТИ (таблица 18).

Таблица 18– Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
Материальные затраты	55500	п. 1
Затраты по основной заработной плате исполнителей	198785	п. 2
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей	19878,5	п. 2
Отчисления во внебюджетные фонды	66030	п. 3
Накладные расходы	7775.9	п. 4
<b>Итого</b>	<b>347969.4</b>	

Из таблицы 18 видно, что для реализации проекта необходимо что бы бюджет НТИ составлял 347969.4 руб.

## 9.4 Определение ресурсной финансовой и бюджетной эффективности исследования

### 9.4.1 Оценка сравнительной эффективности проекта

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. В нашем проекте мы можем рассчитать интегральный показатель ресурсоэффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом [14]:

$$I_m = \sum_{i=1}^n a_i b_i, \quad (25)$$

где  $I_m$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го параметра;

$b_i$  – бальная оценка  $i$ -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, которая приведена ниже. В текущем исследовании применялась автоматизированная наплавка в среде смеси защитных газов. В качестве аналогов рассмотрим механизированную наплавку плавящимся электродом (аналог 1) и ручную дуговую наплавку (аналог 2).

Таблица 19 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Сложность постановки эксперимента	0.4	3	3	4
2. Удобство в эксплуатации	0.1	5	4	2
3. Энергосбережение	0.15	5	2	1
4. Безопасность	0.15	5	4	2
5. Стоимость эксперимента	0.2	4	2	4
Итого	1			

По формуле 25 и данным таблицы 19 рассчитаем интегральный показатель ресурсоэффективности.

$$I_m^p = 0.4 \cdot 3 + 0.1 \cdot 5 + 0.15 \cdot 5 + 0.15 \cdot 5 + 0.2 \cdot 4 = 4;$$

$$I_m^{a1} = 0.4 \cdot 3 + 0.1 \cdot 4 + 0.15 \cdot 2 + 0.15 \cdot 4 + 0.2 \cdot 2 = 2,9;$$

$$I_m^{a2} = 0.4 \cdot 4 + 0.1 \cdot 2 + 0.15 \cdot 1 + 0.15 \cdot 2 + 0.2 \cdot 4 = 3,05.$$

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация проекта в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b> 3-1В41	<b>ФИО</b> Мельников Евгений Александрович
-------------------------	---

<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОТСП</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление</b>	15.03.01 Машиностроение

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. Характеристика объекта исследования.	Объектом исследования является технология восстановления уплотняющей поверхности запорной арматуры
---	--

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.</b>	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
<b>2. Производственная безопасность</b>	Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов – Производственный шум; – Ультрафиолетовое излучение(УФИ); – Защита от поражения электрическим током – Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; – Ожоги при сварочных работах;
<b>3. Экологическая безопасность</b>	– анализ воздействия объекта на литосферу – решение по обеспечению экологической безопасности.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	– Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. – Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	16.03.2019
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b> 3-1В41	<b>ФИО</b> Мельников Евгений Александрович	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
-------------------------	---	----------------	-------------

## 10 Социальная ответственность

Научно-исследовательская работа направлена на разработку технологии восстановления уплотняющей поверхности запорной арматуры. Запорная арматура предназначена для перекрытия трубопровода и регулирования количества перекачиваемого продукта. Разработанный технологический процесс позволит повысить качество восстановления поверхности, уменьшить время простоя оборудования, снизить себестоимость ремонта.

### 10.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проходы между многопостовыми сварочными агрегатами и между установками автоматической сварки должны быть не менее 1,5 м; проходы между однопостовыми сварочными трансформаторами или между сварочными генераторами, а также проходы с каждой стороны стеллажа или стола для выполнения ручных сварочных работ - не менее 1 м. Расстояние между стационарным сварочным агрегатом и стеной или колонной должно составлять не менее 0,5 м, а расстояние между стеной или колонной и сварочным автоматом - не менее 1 м. Проходы между машинами точечной и шовной (роликовой) сварки с расположением рабочих мест напротив друг друга должны быть не менее 2 м, а между машинами стыковой сварки — не менее 3 м. При расположении перечисленных выше машин тыльными сторонами друг к другу ширина проходов должна быть не менее 1 м, а при расположении передними и тыльными сторонами друг к другу - не менее 1,5 м. На каждое стационарное рабочее место при плазменной и газоплазменной обработке металлов должно отводиться  $> 4\text{ м}^2$ , а при работе в кабине  $> 3\text{ м}^2$ . Зоны с опасными производственными факторами должны быть ограждены, знаки безопасности выдержаны по ГОСТ 12.4.026-76\*

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

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ работник ООО «Томскнефтехим» имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

## 10.2 Производственная безопасность

### 10.2.1 Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте

Работы производятся в закрытом помещении ремонтно-механического цеха централизованного ремонтного производства ООО «Томскнефтехим».

Освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стенах 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  $S = 83,32 \text{ м}^2$ .

### 10.2.2 Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте

Работу по ремонту запорной арматуры, можно разделить на четыре этапа. Первый этап – разборка, дефектовка. Этот этап проводится с помощью слесарных инструментов и оборудования. Второй этап: наплавка. При работе используется сварка, слесарный инструмент. Идентифицированные опасные и вредные факторы, характерные для данных этапов работ представлены в таблице 19 [24].

Таблица 19 Опасные и вредные факторы при осуществлении ремонта запорной арматуры.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<b>Слесарные работы</b>			
1 Разборка 2 Шлифовка;	1 Отклонение показателей микроклимата в закрытом помещении; 2 Превышение уровней шума и вибрации; 3 Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения;	1 Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; 2 Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов;	ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 12.1.003-2014 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 СП 52.13330.2011 СанПиН 2.2.4.3359-16 СанПиН 2.2.4-548-96 ПОТ Р М-006-97
<b>Сварочные работы</b>			
1 Наплавка;	1 Отклонение	1 Острые кромки,	ГОСТ

	<p>показателей микроклимата в закрытом помещении;  2 Превышение уровней шума и вибрации;  3 Поступление в зону дыхания сварочных аэрозолей;  4 Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения.</p>	<p>заусенцы и шероховатость на поверхностях; заготовок, инструментов;  2 Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов;  3 Яркость сварочной дуги, УФ- и ИК-радиация;  4 Газ аргон;  5 Баллоны, находящиеся под давлением;  6 Поражение электрическим током  7 Пожаровзрывоопасность</p>	<p>12.1.005-88  ГОСТ 12.1.003-2014  ГОСТ 12.01.004-91ССБТ  ГОСТ Р 12.1.019-2009  ССБТ СП 52.13330.2011  СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96  СанПиН 2.2.4.3359-16  СанПиН 2.2.4-548-96  ПП РФ N 390</p>
--	---	---	---

### 10.2.3 Разработка мероприятий по снижению вредных и опасных факторов

Допускается эквивалентный уровень шума на рабочих местах от 80 до 85 дБА при условии подтверждения приемлемого риска здоровью работающих по результатам проведения оценки профессионального риска здоровью работающих, а также выполнения комплекса мероприятий, направленных на минимизацию рисков здоровью работающих.

При работе в слесарно-сварочном цехе средствами индивидуальной защиты от шума являются ушные вкладыши и наушники. Эффективность индивидуальных средств защиты зависит от используемых материалов, конструкции, силы прижатия, правильности ношения. Ушные вкладыши вставляют в слуховой канал уха. Их изготавливают из легкого каучука,

эластичных пластмасс, резины, эбонита и ультратонкого волокна. Они позволяют снизить уровень звукового давления на 10...15 дБ. В условиях повышенного шума рекомендуется применять наушники, которые обеспечивают более надежную защиту органов слуха

В сварочных цехах на стационарных рабочих постах, а также, где это возможно, на нестационарных постах следует устанавливать местные отсосы.

В металлических шкафах для хранения баллонов со сжиженным газом должна быть предусмотрена естественная вентиляция через верхние и нижние части помещений или шкафов

Для защиты от излучения используются сварочные маски и щитки конструкция масок должна соответствовать ГОСТ 12.4.035-78 и ТУ 3441-003-07515055-97. Система стандартов безопасности труда. Щитки защитные лицевые для электросварщиков. Правила обращения с баллонами для сжатых и сжиженных газов

Аргон не имеет цвета и запаха. Не оказывает опасного воздействия на окружающую среду. Газообразный аргон тяжелее воздуха и может накапливаться в слабо проветриваемых помещениях у пола. При этом снижается содержание кислорода в воздухе, что вызывает кислородную недостаточность и удушье.

Не следует допускать падения баллонов, а также ударов их друг о друга и различными предметами.

#### 10.2.4 Производственный шум

Нормативным документом «Об утверждении СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» ограничение доступа в рабочие зоны с уровнем шума более 80 дБА [18]

Длительное воздействие шума большой интенсивности приводит к патологическому состоянию организма, к его утомлению.

Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление.

При работе в офисном помещении мерами для защиты от шума извне могут служить современные пластиковые окна и шумоизоляционные панели стен. Шум от работы ПК можно понизить, используя малошумные вентиляторы охлаждения на подшипниках, либо водяное охлаждение системного блока.

При работе в сварочном цехе средствами индивидуальной защиты от шума являются ушные вкладыши и наушники. Эффективность индивидуальных средств защиты зависит от используемых материалов, конструкции, силы прижатия, правильности ношения. Ушные вкладыши вставляют в слуховой канал уха. Их изготавливают из легкого каучука, эластичных пластмасс, резины, эбонита и ультратонкого волокна. Они позволяют снизить уровень звукового давления на 10...15 дБ. В условиях повышенного шума рекомендуется применять наушники, которые обеспечивают надежную защиту органов слуха. Так, наушники ВЦНИОТ снижают уровень звукового давления на 7...38 дБ в диапазоне частот 125...8000 Гц. Вывод: соответствует СОУТ-2015

### 10.2.5 Ультрафиолетовое излучение (УФИ)

Горение сварочной дуги сопровождается излучением ослепительно ярких световых лучей и невидимых глазом УФ и ИК лучей. Спектр излучения включает участок ИК волн (3430-760 нм), видимый участок (760-400 нм) и УФ участок (400-180 нм). «Об утверждении СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» [18]

Видимые световые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологически переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи обладают главным образом тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги. При современных способах сварки тепловая радиация на рабочем месте может составлять 0,5-6 кал/см<sup>2</sup>\*мин. Источниками тепловой радиация являются дуга и в меньшей степени нагретый металл.

Для защиты от излучения используются сварочные маски и щитки конструкция масок должна соответствовать ГОСТ 12.4.035-78 и ТУ 3441-003-07515055-97. Система стандартов безопасности труда. Щитки защитные лицевые для электросварщиков. Светофильтры для помещений принимаются марки С4. Вывод: соответствует СОУТ -2015

### 10.2.6 Защита от поражения электрическим током

Сварочный участок относится ко второму классу электробезопасности.

Условия безопасной работы сварщика изложены в ГОСТ 12.3.003-75

В процессе эксплуатации электросварочных установок требуется применение специальных средств защиты, которые делятся на изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

Изолирующие средства защиты делятся на основные и дополнительные.

Основные изолирующие средства способны длительное время выдерживать рабочее напряжение электроустановки, поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением. К таким средствам относятся: диэлектрические резиновые перчатки, инструмент с изолированными рукоятками и токоискателями.

Дополнительные изолирующие средства обладают недостаточной электрической прочностью и поэтому не могут самостоятельно защитить человека от напряжения током. К таким средствам относятся: резиновая обувь, коврики и изолирующие подставки.

Резиновую обувь и коврики как дополнительные средства защиты применяют при операциях, выполняемых с помощью основных защитных средств.

Ограждающие средства защиты предназначены: для временного ограждения токоведущих частей (временные переносные ограждения-щиты, ограждения-клетки, изолирующие накладки, изолирующие колпаки); для предупреждения ошибочных операций (предупредительные плакаты); для временного заземления отключенных токоведущих частей с целью устранения опасности поражения работающих током при случайном появлении напряжения (временные защитные заземления).

Вспомогательные средства защиты предназначены для индивидуальной защиты работающего от световых, тепловых и механических воздействий (защитные очки, специальные рукавицы и т. п.).

Защитное заземление, зануление и отключение электросварочных установок и постов. Защитное заземление — преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением

### 10.2.7 Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

В процессе проведения сварочных работ выделяются разнообразные примеси, основными из которых являются твердые частицы и газы. Основными компонентами пыли при сварке оказываются окислы железа, марганца, хрома, кремния, фтористые и другие соединения. Наиболее вредными веществами, которые входят в состав покрытия и металла проволоки является хром, марганец и фтористые соединения. Воздух в рабочей зоне сварщика также загрязняется вредными газами окиси углерода.

Удаление вредных газов и пыли из зоны сварки, а также подача чистого воздуха осуществляется вентиляцией. Значения ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 20 согласно ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.»

Таблица 20 - Предельно допустимые концентрации вредных веществ, которые выделяются в воздухе при сварке металлов

Название	Вещество ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>
Твердая составляющая сварочного аэрозоля	
Марганец (при его содержании в сварочном аэрозоле до 20%)	0,2
Железа оксид	6,0
Кремний диоксид	1,0
Хром (III) оксид	1,0
Хром (VI) оксид	0,01
Газовая составляющая сварочного аэрозоля	
Азот диоксид	2,0
Марганец оксид	0,3
Озон	0,1
Углерода оксид	20,0
Фтористый водород	0,5/1,0

Очистка воздуха от пыли (аэрозолей) осуществляется с помощью специального оборудования различных конструкций в зависимости от размеров частиц пыли: грубая очистка (10 ... 50 мкм), среднее (более 1 мкм) и

тонкие (менее 1 мкм). Для этого применяются циклоны и пылеосадительные камеры, принцип действия которых основан на использовании сил тяжести и инерции; волокнистые (тканевые) и рукавные, изготовлены из натуральных материалов (хлопок, лен, шерсть) и синтетических (полиамидные, полипропиленовые и другие волокна); ротационные пыле образователями (в виде радиальных вентиляторов); электрофильтры, улавливающие аэрозоли за счет подзарядки их частиц в электрическом поле и дальнейшем осаждения.

Для улавливания сварочных аэрозолей в системах вентиляции и фильтровентиляционных агрегатах применяются электростатические, тканевые, бумажные и комбинированные фильтры. Вывод: условия труда соответствуют СОУТ -2015

#### 10.2.8 Ожоги при сварочных работах

Образующиеся при дуговой сварке расплавленный металл имеет температуру до 1800 градусов Цельсия, в случае попадания на кожу искр, шлака и брызг раскаленного металла возможны тяжелые ожоги. Для предотвращения ожогов при сварке, попадания искр и капель расплавленного металла, необходимо применять спец одежду: специальный костюм сварщика или брезентовый костюм, имеющий соответствующую маркировку «Тр»; рукавицы брезентовые или кожаные типа «Е» с защитными свойствами «Тр»; кожаные ботинки с маркировкой «Тр»; защитные очки, маски; предохранительный пояс. Излучение электрической дуги вызывает ослепление глаз и может привести к ожогу сетчатки глаз, т.е. их воспалению. Однако излучение может также привести к ожогам кожи и явлениям, схожим с солнечным ожогом. Учитывая это, сварщик обязан защитить себя соответствующей защитной одеждой и щитком с соответствующими защитными фильтрами по стандартам EN 166 и EN 169. В качестве защитного фильтра следует использовать фильтры ступеней от 9

(для тонких электродов и низкой силы тока) до 14 (для толстых электродов и высокой силы тока).

### 10.3 Экологическая безопасность

#### 10.3.1 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Сварка является одним из основных технологических процессов в машиностроении. Воздушная среда производственных помещений загрязняется сварочным дымом, в состав которого в основном входят аэрозоли металлов и их окислов (железа, марганца, хрома, вольфрама, алюминия, титана, цинка, меди, никеля и др.), газообразных фтористых соединений и многих других элементов. Кроме аэрозолей в состав дыма могут входить вредные газы: окиси углерода, азота и озона.

Попадая в атмосферу населенных пунктов, эти загрязнители способны вызвать кислотные дожди, повысить заболеваемость населения болезнями дыхательных путей, вызвать аллергизацию населения, нарушить работу важнейших органов и систем органов в организме человека.

Таким образом, чрезвычайно актуальным в настоящее время является снизить уровень негативного влияния машиностроительного комплекса на народонаселение близлежащих населенных пунктов. Это может быть осуществлено посредством внедрения очистных установок (фильтры, вытяжные установки на рабочих местах, более мощная система вентиляции), внедрение «зеленых» технологий производства (нетоксичное сырье, возможность вторичного использования отходов), ужесточения мониторинговых программ (установка автоматизированных постов наблюдения). Внедряя такие технологии, возможно не только снизить негативное влияние на окружающую среду и организм человека, но и приносить экономическую выгоду от снижения затрат на загрязнение природной среды.

### 10.3.2 Мероприятия по защите окружающей среды

Хранение люминесцентных ламп должно осуществляться в помещении, которое отдельно расположено от мастерских и лабораторий корпуса. Оно должно соответствовать требованиям правил хранения токсичных отходов и санитарных норм. В нем должна быть налажена система вентиляции.

Полы в помещении должны быть изготовлены из водонепроницаемого материала, который препятствует попаданию вредного металла в окружающую среду. На случай аварийной ситуации в помещении для хранения ламп дневного света должно быть не менее 10 литров воды и запас марганцевого калия.

Отработанные люминесцентные светильники должны быть помещены в плотную тару. В роли ее могут выступать картонные коробки, коробки из ДСП, фанеры, бумажные или полиэтиленовые мешки. В одной картонной коробке должно быть не более 30 единиц продукции. Емкости должны быть расставлены на стеллажах, чтобы обезопасить их от любого механического воздействия. На каждой из них должна быть надпись «Отход 1 кл. опасности.

Отработанные люминесцентные лампы».

На сварочных участках существуют контейнеры. В них сваливают весь мусор, что накапливается за весь рабочий день. Существуют 2 вида контейнеров: для обычных отходов, и для металлических отходов. По мере заполнения контейнеров, их вынимают при помощи автопогрузчика и вывозят обычные отходы на свалку, металлические отходы на дальнейшую переработку.

### 10.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-94 ЧС - это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте 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);

Метеорологические и агрометеорологические опасные явления

#### 10.4.1 Пожаро-взрывоопасность

В ходе работ по разработке технологии свариваемости материалов, в результате пренебрежения правилами пожарной безопасности может произойти возгорание строительных материалов, ветоши и других материалов. Для успешного проведения противопожарной профилактики важно знать основные причины пожаров. На основе статистических данных можно сделать вывод, что основными причинами пожаров являются:

- неосторожное обращение с огнем;
- неудовлетворительное состояние электротехнических устройств и нарушения, правил их монтажа и эксплуатации;
- нарушение режимов технологических процессов;
- неисправность отопительных приборов столько нарушение правил их;
- невыполнение требований нормативных документов по вопросам пожарной безопасности.

#### 10.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Согласно НПБ 105-03 сварочный цех относится к категории «Г» - умеренная пожароопасность.

Таблица 21 – Категория помещения по уровню пожаровзрывоопасности

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, горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива

При возникновении пожароопасной ситуации или пожара персонал должен немедленно принять необходимые меры для его ликвидации, одновременно оповестить о пожаре администрацию. Помещения с электрооборудованием должны быть оснащены огнетушителями типа ОУ-2 или ОУБ-3. На стене рядом с местом расположения огнетушителя должна находиться таблица с номерами телефонов экстренного вызова местной и городской пожарной команды.

В качестве дополнительных мер по предотвращению пожаров предлагается использовать автоматизированные системы оповещения и пожаротушения

## Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы, в связи с поставленной целью были проведены следующие работы по усовершенствованию действующего на предприятии технологического процесса восстановления уплотняющей поверхности запорной арматуры.

Произведен анализ возможных альтернативных способов наплавки, которые могли бы помочь снизить трудоемкость и себестоимость работ и выбран самый подходящий.

Подобрано оптимальное наплавочное оборудование, которое обеспечило снижение трудоемкости и повышение качества изготавливаемого изделия. Произведен подбор материалов для автоматической наплавки в среде защитных газов. Были выполнены расчеты параметров режимов автоматической сварки.

Разработан новый технологический процесс восстановления с использованием оптимальных материалов и новой технологии.

Проведен технико–экономический анализ усовершенствования технологии восстановления уплотняющей поверхности запорной арматуры. Определено, что основной сегмент компаний, заинтересованных в данном исследовании это крупные предприятия нефтехимической отрасли. Сделан расчет бюджета научного исследования в который вошли расходы на материалы и оборудование, а также заработные платы участников проекта. Итоговый бюджет проекта составляет 336173 руб. По оценке ресурсоэффективности проекта, можно сделать выводы, что она выше для технологического процесса автоматической дуговой наплавки в среде защитных газов, по сравнению с другими способами.

Осуществлен анализ вредных и опасных производственных факторов, и влияния процесса на окружающую среду с точки зрения экологии. Предложены мероприятия по их минимизированию. Так же были

рассмотрены правовые организационные вопросы обеспечения безопасности и анализ наиболее вероятных чрезвычайных ситуаций.

Полученные результаты проделанной ВКР позволили нам получить качественные наплавленные поверхности с необходимыми нам свойствами, технологичностью и наименьшими трудозатратами и времени.

## Список использованных источников

1. Севастьянихин, Г.И. Задвижки: конструкции, новые разработки. Выбор в зависимости от условий и параметров эксплуатации [текст] // Арматуростроение. Межотраслевой журнал, 2006, № 5. – С. 41-43.
2. Марочник сталей и сплавов. 2 – е изд., доп. и испр. / А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2003. – 784 с: ил.
3. Мустафин С.Ю. Исследование износостойкости подвижных сопряжений запорной арматуры газо-нефтепроводов [текст]: дис. канд. техн. наук: 05.02.04 / Мустафин Салават Юлаевич. – М., 2002. – 228 с.
4. Никифорова Г.Д. Технология и оборудование сварки плавлением / Под ред. - М.: Машиностроение, 1978. - 328с.
5. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. - М.: Машиностроение, 1974. - 767с.
6. Иванова, Е. К. Совершенствование методики прочностного расчета деталей клиновых задвижек с учетом параметров технологического потока [текст]: дис. канд. техн. наук: 05.02.13 / Иванова Екатерина Ивановна. – Уфа, 2008. – 124 с.
7. Каховский Н.И. Сварка нержавеющей сталей. - Киев: Техника, 1968.- 312с.
8. Петров Г.Л. Сварочные материалы. - Л.: Машиностроение, 1972.-277с.
9. <http://stalevarim.ru/pub/naplavka-pod-sloem-flusa> .
10. <http://www.shtorm-its.ru/tehnologiya-dugovoy-naplavki-metallov>
11. <http://masterweld.ru/naplavka>
12. <http://sibmk.com/katalog/svarochnyye-i-naplavochnyye-materialyi/svarochnoe-oborudovanie/oborudovanie-dlya-migmag-svarki/total-arc-2-dual-p>

13. Хасуи А., Мorigаки О. Наплавка и напыление/ Пер. с яп. В.Н. Попова. – М: «Машиностроение», 1985. – 240 с.
14. Видяев И.Г. Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. -36с.
15. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Стандартиформ, 2016. -10с.
16. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. – М.: Норматика, 2017. -68с.
17. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Моркнига, 2018. -20с.
18. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998. -46с.
19. ГОСТ 12.2.007.8-75. Система стандартов безопасности труда. Оборудование электросварочное и для плазменной обработки. Требования безопасности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. - 8с.
20. Матвиенко В. Н. Основы экологии. Экология сварочного производства: учеб. пособие для студ. – Мариуполь: Изд-во Поволжского государственного технологического университета, 2004. -101 с.
21. Михайлов Л. А. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов /В. П. Соломин, А. Л. Михайлов, А. В. Старостенко и др. – СПб.: Питер. 2012 -302с.
22. Правила по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ. Серия 03. Выпуск 82. – М.: ЗАО Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности, 2015.-48с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)





The image shows a small, dense grid of lines and text, possibly a table or a small diagram, centered on the page. The grid consists of approximately 10 rows and 10 columns of small, illegible characters and lines, forming a rectangular pattern.

