

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

Школа: ИШНПТ  
 Направление подготовки: 15.04.01 Машиностроение  
 Отделение школы: Материаловедение

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

|   |
|---|
| <b>Тема работы</b>  |
| Разработка установки для нанесения защитных покрытий на статорные листы |
| УДК: 621.793.06:621.313.043.2   |

Студент

| Группа | ФИО                     | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------|---------|------|
| 4АМ9К  | Кузьминых Елена Юрьевна |         |      |

Руководитель ВКР

| Должность     | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|---------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОМ ТПУ | Сорокова С.Н. | к.ф-м.н.               |         |      |

Консультант

| Должность                         | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------------------|--------------|------------------------|---------|------|
| Главный инженер<br>АО НПЦ «Полюс» | Марзоль М.Р. |                        |         |      |

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность        | ФИО                      | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|--------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОСГН ШБИП | Кашук Ирина<br>Вадимовна | к.т.н, доцент          |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность   | ФИО                                 | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---|-------------------------------------|------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель<br>отделения общетехнических<br>дисциплин | Скачкова<br>Лариса<br>Александровна |                        |         |      |

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП  | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---|---------------|------------------------|---------|------|
| 15.04.01<br>Технологии космического<br>материаловедения | Мартюшев Н.В. | к.т.н., доцент         |         |      |

Томск – 2021г.

**Результаты обучения по  
по направлению 15.04.01 Машиностроение  
магистерская программа  
«Технологии космического материаловедения»**

| <i>Профессиональные компетенции</i> |   |
|-------------------------------------|---|
| P1                                  | Применять <i>глубокие</i> естественнонаучные, математические и инженерные <i>знания</i> при разработке наукоемких технологий изготовления и обработки новых материалов и изделий из них для аэрокосмической техники   |
| P2                                  | Применять <i>глубокие знания</i> в области современных технологий машиностроительного производства для решения <i>междисциплинарных инженерных задач</i>  |
| P3                                  | Ставить и решать <i>инновационные задачи инженерного анализа</i> , связанные с созданием и обработкой материалов и изделий РКТТ, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов в аэрокосмической техники                                       |
| P4                                  | Разрабатывать технологические процессы, <i>проектировать</i> и использовать <i>новое</i> оборудование и инструменты для изделий РКТ, конкурентоспособных на <i>мировом</i> рынке, с подготовкой и анализом технической документации                                       |
| P5                                  | Проводить теоретические и экспериментальные <i>исследования, расчеты на прочность</i> в области современных технологий обработки материалов, производства узлов, деталей и конструкций в РКТ  |
| P6                                  | Внедрять, <i>эксплуатировать</i> и обслуживать современное высокотехнологичное производство, обеспечивать его <i>высокую эффективность</i> , соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.     |
| <i>Универсальные компетенции</i>    |   |
| P7                                  | Использовать <i>глубокие знания по проектному менеджменту</i> для ведения <i>инновационной инженерной деятельности</i> с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности  |
| P8                                  | <i>Активно</i> владеть <i>иностранном языком</i> на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности   |
| P9                                  | Эффективно работать индивидуально, в качестве <i>члена и руководителя группы</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность <i>следовать корпоративной культуре</i> организации. |
| P10                                 | Демонстрировать <i>глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов</i> инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах <i>устойчивого развития</i> .   |
| P11                                 | <i>Самостоятельно учиться</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности.  |

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

Школа: ИШНПТ  
 Направление подготовки: 15.04.01 Машиностроение  
 Отделение школы: Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Н.В. Мартюшев  
 (Подпись)     (Дата)     (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

| Группа | ФИО                     |
|--------|-------------------------|
| 4АМ9К  | Кузьминых Елене Юрьевне |

Тема работы:

|   |                        |
|---|------------------------|
| Разработка установки для нанесения защитных покрытий на статорные листы |                        |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)                             | 112-21/с от 22.04.2021 |

|  |            |
|--|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 01.06.2021 |
|--|------------|

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Исходные данные к работе</b><br/>         (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.).</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Техническое задание для конструирования установки по нанесению защитных покрытий на статорные листы</i></li> <li>- <i>Чертеж статорного листа;</i></li> <li>- <i>Программа выпуска, для одного пакета</i></li> </ul> |
|--|--|

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b><br/>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p> | <p><i>-Обзор научно-технической литературы по теме работы;</i><br/><i>-Материалы и методики для нанесения защитных покрытий;</i><br/><i>-Конструкторская документация установки установки по нанесению защитных покрытий на статорные листы</i></p> |
|--|---|

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b><br/>(с указанием разделов)</p> |                                      |
| <p><b>Раздел</b></p>  | <p><b>Консультант</b></p>            |
| <p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>                            | <p>Кащук Ирина Вадимовна</p>         |
| <p>«Социальная ответственность»</p>   | <p>Скачкова Лариса Александровна</p> |
| <p>Раздел на иностранном языке</p>  | <p>Шайкина Ольга Игоревна</p>        |
| <p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>      |                                      |
| <p>Литературный обзор</p>   |                                      |

|  |                   |
|--|-------------------|
| <p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p> | <p>16.12.2019</p> |
|--|-------------------|

**Задание выдал руководитель / консультант:**

| Должность                             | ФИО                  | Ученая степень, звание | Подпись | Дата              |
|---------------------------------------|----------------------|------------------------|---------|-------------------|
| <p>Доцент Ом ТПУ</p>                  | <p>Сорокова С.Н.</p> | <p>к.ф-м.н.</p>        |         | <p>16.12.2019</p> |
| <p>Главный инженер АО НПЦ «Полюс»</p> | <p>Марзоль М.Р.</p>  |                        |         | <p>16.12.2019</p> |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа       | ФИО                   | Подпись | Дата              |
|--------------|-----------------------|---------|-------------------|
| <p>4АМ9К</p> | <p>Кузьминых Е.Ю.</p> |         | <p>16.12.2019</p> |

## РЕФЕРАТ

Работа включает в себя 122 страницы, 40 таблиц, 25 рисунков, 54 главы, 25 приложений, 19 литературных источников

Ключевые слова: покрытия, методы нанесения покрытий, установка для нанесения покрытий, конструкция, металлические поверхности, статорный лист.

Объектом исследования являются методы повышение эксплуатационных качеств деталей, путем нанесения специальных защитных покрытий на поверхности и разработка конструкторской документации для оборудования реализующего оптимальный метод нанесения покрытий.

Целью магистерской работы является разработка конструкторской документации установки по нанесению защитных покрытий на статорные листы для повышения эксплуатационных качеств металла

В выпускную магистерскую работу входит введение, пять разделов, итоговое заключение и приложения.

В первом разделе проводится обзор научно-технической литературы по теме магистерской диссертации.

Во втором разделе рассматриваем материалы и методики нанесения защитных покрытий. Проводиться сравнение и выбирается оптимальный способ по нанесению защитных покрытий на статорные листы.

В третьем разделе описывается процесс конструирования установки для нанесения защитных покрытий на статорные листы.

В четвертом разделе рассмотрен экономический анализ по оценке деловой привлекательности целесообразности проекта.

В разделе пятом рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке, промышленного предприятия по изготовлению установки

## Перечень принятых сокращений

РКТ – Ракетостроительная техника

ЛКМ – Лакокрасочные материалы

ПДК – Предельно-допустимые концентрации

### *Сокращение покрытий:*

Ц.хр- Цинковое, хромированное

Кд.хр – Кадмиевое, хромированное

М.Н – Медь-никель

М.Н.Х.б - Медь-никель-хром;

Хим.окс.прм. – Окисное, пропитанное маслом;

Хим.Фос. прм. – Фосфатное, пропитанное маслом;

О – Оловянное;

М – Медное;

Ц – Цинковое;

Гор.Ц – цинковое, горячее;

Ан.Окс.Нхр – Окисное, наполненное хроматами;

Хим.Пас – Окисное, из кислых растворов;

Ср – Серебряное;

Н – Никелевое.

## Оглавление

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 11 |
| 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....                                 | 12 |
| 1.1. Установка для нанесения гальванического покрытия..... | 13 |
| 1.2. Установка погружения металла в расплав.....           | 15 |
| 1.3. Установка для напыления(металлизации).....            | 17 |
| 1.4. Установка для порошковой покраски.....                | 21 |
| 1.5. Установка для нанесения лакокрасочных покрытий.....   | 23 |
| 2. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ.....                                    | 26 |
| 2.1. Материалы и методики эксперимента.....                | 26 |
| 2.2. Техническое задание.....                              | 27 |
| 2.3. Виды и обозначения покрытий.....                      | 30 |
| 2.4. Основные принципы методов нанесения.....              | 31 |
| 2.4.1. Принципы гальванического метода.....                | 32 |
| 2.4.2. Принципы горячего метода.....                       | 34 |
| 2.4.3. Принципы нанесения термомеханическим методом.....   | 36 |
| 2.4.4. Принципы нанесения напылением.....                  | 37 |
| 2.5 Результаты исследования.....                           | 39 |
| 2.5.1 Выбор покрытия для нанесения на статорный лист.....  | 39 |
| 2.5.2 Инструкция для клея ВС-10Т по ГОСТ 22345-77.....     | 40 |

|   |    |
|---|----|
| 2.5.3 Эксплуатационные характеристики полученной детали, с учетом нанесенного покрытия.....   | 42 |
| 3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....   | 44 |
| 3.1 Служебное назначение установки и технические требования.....  | 45 |
| 3.2 Составление технологической схемы сборки.....   | 47 |
| 3.3 Преимущества и недостатки проектируемой установки.....  | 52 |
| Выводы по разделу.....  | 53 |
| 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....   | 56 |
| 4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения..... | 58 |
| 4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....   | 58 |
| 4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....                                 | 59 |
| 4.1.3 SWOT-анализ.....  | 61 |
| 4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....  | 66 |
| 4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....   | 66 |
| 4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения.....  | 66 |
| 4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....  | 67 |
| 4.3 Бюджет научного исследования.....   | 70 |
| 4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического  |    |

|   |    |
|---|----|
| исследования.....   | 71 |
| 4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования.....   | 76 |
| 4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....  | 76 |
| 4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....  | 78 |
| 4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)....   | 78 |
| 4.3.6 Накладные расходы.....  | 79 |
| 4.3.7 Бюджетная стоимость НИР.....  | 79 |
| 4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..... | 81 |
| 4.4.1 Интегральный показатель финансовой эффективности.....   | 81 |
| 4.4.2 Интегральный показатель ресурсоэффективности.....   | 82 |
| 4.4.3 Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки.....  | 82 |
| Выводы по разделу.....  | 83 |
| 5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....   | 86 |
| Введение.....   | 86 |
| 5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....  | 86 |
| 5.2 Производственная безопасность.....  | 92 |
| 5.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов при сборке установки для нанесения покрытий на статорные листы.....        | 93 |

|  |     |
|--|-----|
| 5.4 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)..... | 98  |
| 5.5 Экологическая безопасность.....  | 112 |
| 5.5.1 Защита атмосферы.....  | 112 |
| 5.5.2. Защита гидросферы.....  | 112 |
| 5.5.3 Защита литосферы.....  | 113 |
| 5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....   | 115 |
| Выводы по разделу.....   | 118 |
| Заключение.....  | 119 |
| Список используемой литературы.....  | 120 |
| Приложения.....  | 122 |

## Введение

Машиностроение является важнейшей отраслью металлообрабатывающей промышленности. Ее продукция - машины различного назначения, поставляющиеся всем отраслям народного хозяйства. Рост промышленности и народного хозяйства, а также темпы перевооружения их новой техникой в значительной степени зависят от уровня развития машиностроения. Технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкций машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства. Важно качественно, дешево и в заданные плановые сроки с минимальными затратами живого и овеществленного труда изготовить машину, применив высокопроизводительное оборудование, технологическую оснастку, средства механизации и автоматизации производства. От принятой технологии производства во многом зависит надежность работы выпускаемых машин, а также экономичность их эксплуатации.

Изнашивание и коррозия являются основными причинами выхода из строя деталей машин и металлоконструкций. По этой причине большое внимание уделяется увеличению эксплуатационного срока и восстановлению рабочих поверхностей различных металлических деталей. Одним из самых надежных способов является нанесение на металл различных защитных и упрочняющих покрытий.

При непосредственном контакте металла с неблагоприятной окружающей средой, происходит окисление, которое приводит к коррозии. Коррозия влияет не только на внешние качества изделий из металла, но и способствуют разрушению поверхности. Следовательно, поверхность изделий необходимо защищать.

Целью магистерской работы является разработка конструкторской документации установки по нанесению защитных покрытий на статорные листы для повышения эксплуатационных качеств металла

## 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Проблема нанесения тонкопленочных покрытий является едва ли не самой обширной среди современных актуальных направлений технологии и материаловедения. В ней переплетаются научные аспекты, относящиеся к физике, химии, механике и т.д. Тонкопленочные покрытия применяются во многих областях человеческой жизнедеятельности и потребность в них постоянно возрастает.

Высокие темпы развития наукоемких отраслей промышленности требуют непрерывного повышения качества, прочности и долговечности покрытий. Реализация этих требований напрямую зависит от достижений в конструировании оборудования и совершенствования технологий получения покрытий.

Различные покрытия металлов используются для изоляции этих материалов от агрессивной окружающей среды. Чтобы выполнять свою основную функцию, покрытия должны быть сплошными, непроницаемыми, равномерно распределяющимися по поверхности. Также они должны обладать хорошей адгезией, высокой износостойкостью, жаростойкостью и твердостью.

Защитные покрытия подразделяют на металлические и неметаллические.

Далее будет рассмотрено технологическое оборудование для реализации лишь некоторых более широко распространенных способов нанесения покрытий на металлические поверхности.

## 1.1 Установка для нанесения гальванического покрытия

Гальваническое покрытие – это электрохимический метод обработки материалов, который заключается в нанесении на металлическое изделие тонкой поверхностной пленки из другого металла.

Процесс происходит в специально предназначенных для него гальванических ваннах. Ванна наполняется раствором электролита. В нее помещается обрабатываемое изделие или деталь, а также тот металл, из которого нужно сделать покрытие. Под воздействием электрического тока металл, который послужит покрытием, распадается на ионы и переносится токопроводящим раствором на поверхность обрабатываемого изделия, оседая тонким слоем на его поверхности.

Технология включает три этапа:

- на первом обрабатываемую поверхность подготавливают — очищают ее от загрязнений, проводят обезжиривание, промывают и обрабатывают препятствующими окислению веществами;
- затем деталь погружают в ванну, в которой и наносится гальваническое покрытие металла;
- после завершения электрохимической обработки сцепление покрытия с поверхностью детали тестируют и подтверждают качество работы.

Создание гальванических покрытий предоставляет сразу несколько серьезных преимуществ:

- стойкий и длительный антикоррозийный эффект;
- возрастание устойчивости поверхностей к трению, износу и ударным нагрузкам;
- изменение электропроводимости – в зависимости от покрытия она может как возрасти, так и снизиться;
- увеличивается способность выдерживать высокие температуры;
- растет защищенность от воздействия агрессивных сред;
- заказчик получает отличный эстетический эффект

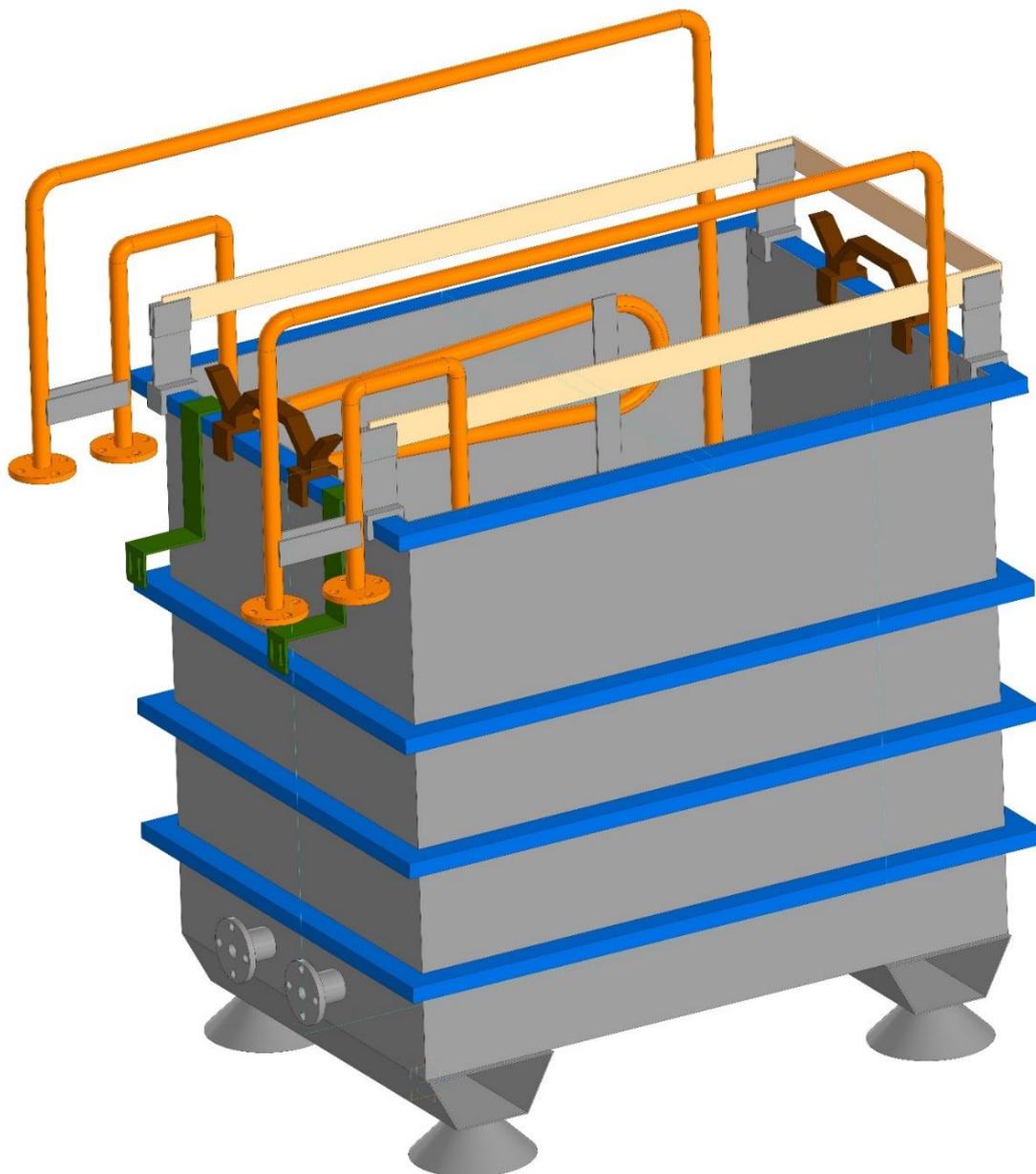


Рис.1.1 - Установка для гальванизации

Таблица 1.1 – Технические характеристики установки для гальванизации

| Технические характеристики                            |      |
|---|------|
| Диаметр, мм   | 1260 |
| Высота, мм  | 710  |
| Диаметр катодного кольца, мм                          | 810  |
| Частота вращения катодного кольца, об/мин             | 0,5  |
| Общая поверхность загружаемых деталей, м <sup>2</sup> | 1,4  |
| Мощность электродвигателя привода, кВт                | 0,27 |
| Масса, кг   | 566  |

Мелкие детали (винты, болты, шайбы и др.) покрывают в механизированных ваннах колокольного или барабанного типа. Для выполнения технологических операций колокол с деталями с помощью поворотной траверсы опускается в ванну. Траверсу с колоколом и электродвигателем типа МПР-3 устанавливают на специальной тележке. Постоянный ток к деталям в колокол подводят через латунный стержень, проходящий сквозь полый текстолитовый вал колокола и гибкий провод с латунным шаром на конце, опущенном в колокол.

Таблица 1.2 – Технические характеристики колокольной установки

| Технические характеристики           |                 |
|--------------------------------------|-----------------|
| Диаметр, мм                          | 170             |
| Высота, мм                           | 160             |
| Поверхность деталей, дм <sup>2</sup> | 20              |
| Масса деталей, кг                    | 1,2             |
| Частота вращения колокола, об/мин    | 18              |
| Габаритные размеры установки, мм     | 870 x 600 x 130 |
| Масса установки, кг                  | 60              |

## 1.2 Установка погружения металла в расплав

При использовании этого метода обрабатываемые детали окунаются в расплавленный металл (олово, цинк, алюминий, свинец).

Покрытие наносится кратковременным погружением изделия в расплавленную среду, находящуюся в специальных емкостях — ваннах. Для нагрева используют различные источники — резистивные, газопламенные и др. Стенки ванны не должны активно взаимодействовать с расплавленным материалом. Взаимодействие не отразится на химическом составе расплава при образовании гарнисажного слоя, который обычно наращивается на стенках ванны из расплавленного материала покрытия.

К основным достоинствам нанесения покрытий из расплавленного состояния следует отнести:

- 1) Высокое качество покрытий;
- 2) Значительную производительность и экономичность;

3) Получение тонких, равномерных по толщине покрытий.

Недостатки:

1) Условия ведения процесса затрудняет применение расплавов с высокой температурой.

2) Данный метод нельзя назвать экономичным, так как наносимый металл расходуется в больших количествах. При этом толщина покрытия неравномерна, а наносить расплав в узкие зазоры и отверстия, например, на резьбу, не представляется возможным.

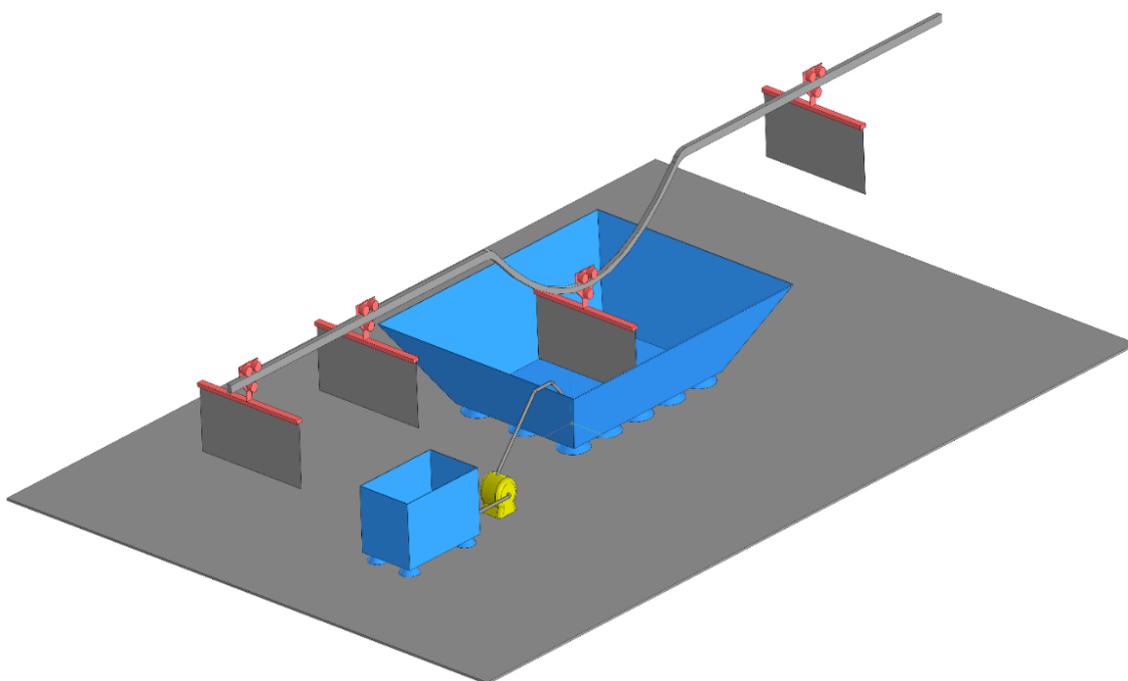


Рис.1.2 – Установка для погружения металла в расплав

Таблица 1.3 – Технические характеристики установки для погружения металла в расплав

| Технические характеристики                 |                   |
|--|-------------------|
| Максимальные габариты листов, мм           | 700x700x5         |
| Давление воздуха, бар                      | 6-8               |
| Мощность компрессора, кВт                  | 14                |
| Объем ванны для олова или олова/свинца, кг | 320               |
| Циклы работы, цикл/ч                       | 180-200           |
| Габариты ШxГxВ, мм                         | 1800x900x<br>2200 |
| Масса, кг                                  | 566               |

### 1.3 Установка для напыления (металлизации)

Напыление или металлизация - это процесс, который заключается в нанесении расплавленного металла на поверхность при помощи специального приспособления (электрометаллизатора), который работает на основе сжатого воздуха. Сущность метода состоит в том, что частицы расплавленного металла, двигаясь с большой скоростью, совместно с воздушным потоком ударяются о поверхность защищаемого металла, прикрепляются к нему, образуя покрытие.

Покртия, образованные таким методом, отличаются термо- и износостойкостью, хорошими антикоррозионными, антифрикционными и противозадирными свойствами, электроизоляционной или электропроводной способностью. В качестве напыляемого материала выступают проволоки, шнуры, порошки из металлов, керамики и металлокерамики.

Выделяют следующие методы газотермического напыления:

- 1) Газопламенное напыление: самый простой и недорогой метод, применяемый для защиты крупных площадей поверхности от коррозии и восстановления геометрии деталей
- 2) Высокоскоростное газопламенное напыление: используется для образования плотных металлокерамических и металлических покрытий
- 3) Детонационное напыление: применяется для нанесения защитных покрытий, восстановления небольших поврежденных участков поверхности
- 4) Плазменное напыление: используется для создания тугоплавких керамических покрытий
- 5) Электродуговая металлизация: для нанесения антикоррозионных металлических покрытий на большие площади поверхности
- 6) Напыление с оплавлением: применяется тогда, когда риск деформации деталей отсутствует или он оправдан

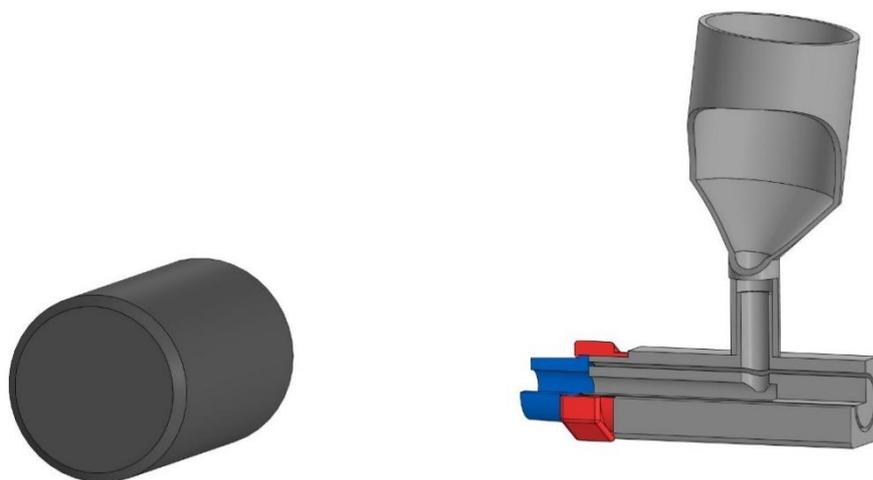


Рис.1.3 – горелка для металлизации

Таблица 1.4 - Технические характеристики горелки для газопламенного напыления

| Технические характеристики    |            |
|-------------------------------|------------|
| Расход, кг/ч                  | 1 - 8      |
| Расход кислорода, нл/ч        | 500 - 2000 |
| Расход ацетилена, нл/ч        | 400 - 1800 |
| Давление кислорода, кг/ч      | 1 - 8      |
| Расход, бар                   | 4,0        |
| Давление ацетилена, бар       | 0,7        |
| Давление сжатого воздуха, бар | 0 - 6      |

Преимущества установок для напыления:

- 1) Возможность нанесения покрытий на изделия, изготовленные практически из любого материала. Напылением можно наносить покрытия на изделия, изготовленные не только из металла, но и из стекла, фаянса и фарфора, органических (включая дерево, ткань, бумагу, картон) и многих других материалов. Этим преимуществом не обладает ни один из известных способов поверхностной обработки, из которых одни пригодны только для металлов, а другие, хотя и обладают многими ценными преимуществами, применимы не для всех материалов.
- 2) Возможность напыления разных материалов с помощью одного и того же оборудования.

- 3) Отсутствие ограничений по размеру обрабатываемых изделий. Покрытие можно напылить как на большую площадь, так и на ограниченные участки больших изделий. При нанесении же металлопокрытия электролитическим осаждением, погружением в расплав или диффузионным насыщением (азотированием, цементацией и др.) возможности обработки изделия ограничены размерами ванны либо печи. Напыление приносит большие экономические выгоды в случае неприемлемости других способов упрочнения, например, когда необходимо нанести покрытие на часть большого изделия.
- 4) Возможность применения для увеличения размеров детали (восстановление и ремонт изношенных деталей машин). Во избежание выбраковки изделия, при механической обработке которого срезан излишний металл, или при реставрации деталей с большим износом, напыление, как и наплавку, можно использовать как способ восстановления размеров деталей.
- 5) Относительная простота конструкции оборудования для напыления, его малая масса, несложность эксплуатации оборудования для напыления, возможность быстро и легко перемещаться.
- 6) Возможность широкого выбора материалов для напыления. Для напыления можно использовать различные металлы, сплавы, соединения металлов с оксидами, пластмассы, различные химические соединения и их смеси. Возможно также нанесение многослойных покрытий разнородными материалами, что обеспечивает получение покрытий со специальными свойствами.
- 7) Небольшая деформация изделий под влиянием напыления. Многие способы поверхностной обработки изделия требуют нагрева до высокой температуры всего изделия или значительной его части, что часто становится причиной его деформации.

8) Простота технологических операций напыления, относительно небольшая трудоемкость, высокая производительность нанесения покрытия.

9) Не требуется специальной дорогостоящей обработки (очистки) продуктов, загрязняющих окружающую среду, в отличие от средств очистки и нейтрализации при гальванических видах обработки изделий. К недостаткам быстрого установок для отсутствия напыления можно отнести:

1) Малая показателями эффективность эксплуатации нанесения покрытий на требования мелкие детали из-за низкого коэффициента использования напыляемого материала (отношение массы покрытия к общей массе израсходованного материала). В таких случаях поверхностную обработку мелких деталей целесообразно осуществлять гальваническим, химическим, физическим и другими способами (например, диффузионным насыщением, электролитическим" из расплавов металлов и пр.).

2) Вредные условия работы операторов во время предварительной обработки поверхности изделий. Для предварительной подготовки поверхности перед напылением используют пескоструйную или дробеструйную обработку с помощью кварцевого песка, корунда, стальной или чугунной дроби. Эта операции сопровождается загрязнением рабочего участка и ухудшает условия работы оператора, обслуживающего установку.

3) Выделение дыма и аэрозолей во время напыления. Процесс напыления сопровождается образованием облака мельчайших частиц напыляемого материала, взаимодействие которых с окружающим воздухом сопровождается образованием различных соединений и дыма. Вредность соединений и дыма для здоровья людей требует мощных вытяжных устройств.

## 1.4 Установка для порошковой покраски

Порошковая краска представляет собой дисперсную многокомпонентную систему, которая состоит из твёрдых частиц в виде порошка и воздуха. Порошок является нерастворимым в воде веществом, без характерного цвета и запаха. В подобный мелкий порошок добавляют разные примеси, которые помогают получить необходимый оттенок.

В состав порошковой композиции входят отвердители, пленкообразующие смолы, наполнители, пигменты и целевые добавки. Зернистость порошка приблизительно составляет 10-100 микрометра, а главное достоинство использования такой краски — нет необходимости использовать растворители.

Физические и химические свойства покрытий настолько высоки, что недостижимы при традиционных методах окраски. Покрытие долговечно, ударопрочно и имеет отличную электроизоляцию.

Преимущества:

- покрытие металлических изделий порошковым методом может осуществляться без предварительного грунтования поверхности;
- покрытие термостойких изделий порошковым методом осуществляется в один слой, что значительно ускоряет как процесс покраски, так и обеспечивает более стабильное качество покрытия на выходе;
- порошковое покрытие имеет значительно меньше пор, что позволяет более эффективно защитить подлежащий слой от вредных внешних воздействий;
- качество порошковой краски стабильно, так как оно поставляется на завод уже в готовом виде и не требует специальной предварительной подготовки, чего требуют методы покрытия жидкими материалами;
- срок готовности детали после покрытия составляет не более 40 минут, что недостижимо при стандартных методах;
- порошковые средства для покрытия не содержат каких-либо летучих растворителей, поэтому пожаробезопасны и не требуют каких-либо особых условий хранения.

Как и любой метод покраски, порошковое покрытие не лишено недостатков и имеет следующие минусы:

- можно обрабатывать лишь термостойкие поверхности
- необходимо специальное оборудование для порошкового покрытия;
- при наличии какого-либо местного дефекта покрытия будет необходимо обрабатывать изделие полностью.
- изделие, подвергающееся порошковой покраске должно не превышать размеров рабочей печи, иначе ее нельзя будет обработать данным методом.

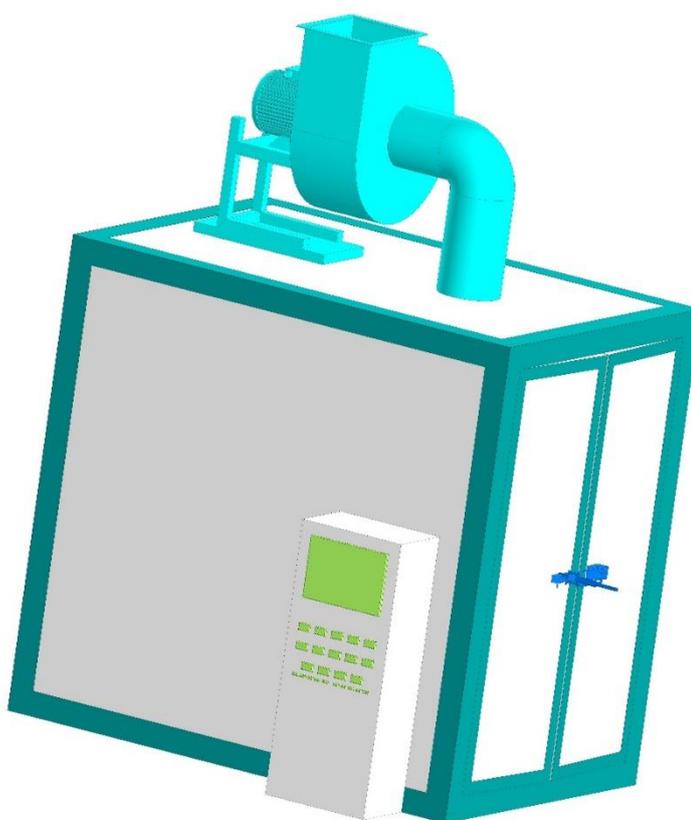


Рис.1.4 – Установка для порошковой покраски

Таблица 1.5 - Технические характеристики камеры напыления

| <b>Технические характеристики камеры напыления</b>        |         |
|---|---------|
| Время нанесения порошковой композиции, мин/м <sup>2</sup> | 0,8-1,2 |
| Количество сменных фильтров, шт.                          | 3       |
| Степень очистки воздуха, %                                | 99,8    |
| Напряжение, В   | 220     |
| Частота, Гц   | 50      |

Таблица 1.6 -Технические характеристики камеры полимеризации.

| Технические характеристики камеры полимеризации |                |
|---|----------------|
| Тип камеры                                      | Тупиковая      |
| Привязка к транспортной системе                 | Нижняя         |
| Рабочий объем камеры, м <sup>3</sup>            | 2,2            |
| Номинальная мощность камеры полимеризации, кВт  | 12             |
| Внутренние размеры камеры (ДхШхВ)               | 1300х1300х1300 |

### 1.5 Установка для нанесения лакокрасочных покрытий

В группу лакокрасочных покрытий входят лаки, краски, грунтовки, олифы, шпаклевки.

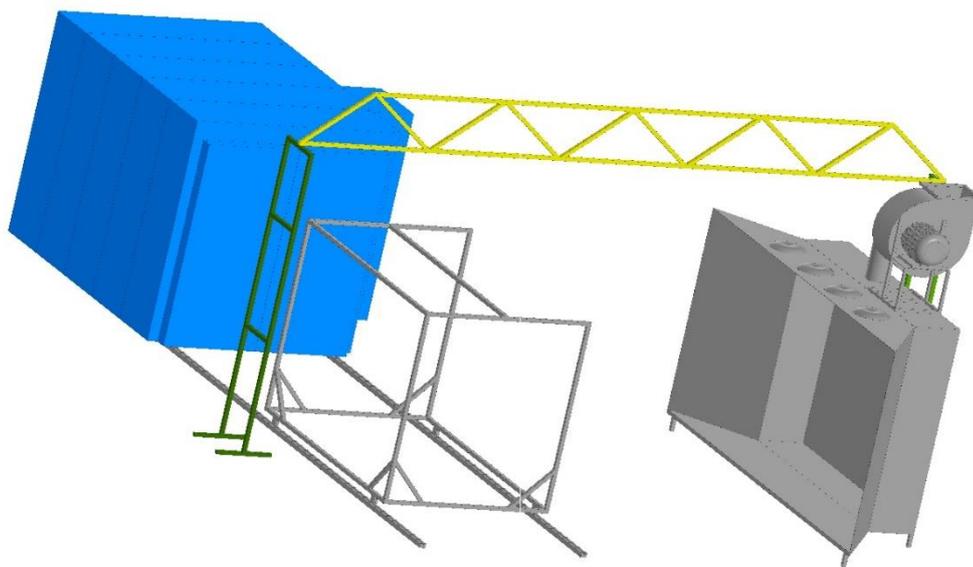


Рис.1.5 –Установка для нанесения лакокрасочных покрытий

Таблица 1.7 - Установки для нанесения лакокрасочных покрытий

| Технические характеристики   |                |
|------------------------------|----------------|
| Габаритные размеры, мм       | 1440х1000х860  |
| Максимальная температура, °С | 200            |
| Установленная мощность, кВт  | 11,7           |
| Масса, кг                    | 560            |
| Габаритные размеры, мм       | 1440х1900х1350 |

Таблица 1.8 – Общая рекомендательная таблица для выбора лакокрасочных материалов (ЛКМ)

| Тип ЛКМ  | Преимущества  | Недостатки  |
|--|---|---|
| Алкидные ЛКМ<br>(физико-химического отверждения)       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) однокомпонентность;</li> <li>2) низкая стоимость;</li> <li>3) низкие требования к</li> <li>4) подготовке поверхности;</li> <li>5) высокая атмосферостойкость;</li> <li>6) хорошая адгезия к металлу, бетону, дереву;</li> <li>7) хорошая межслойная адгезия;</li> <li>8) простота ремонта;</li> <li>9) высокая технологичность;</li> </ol>                                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) длительный срок высыхания;</li> <li>2) высокое содержание органических растворителей;</li> <li>3) небольшая толщина однослойного покрытия;</li> <li>4) нанесение при температуре выше +5°C;</li> <li>5) низкая водо- и химстойкость;</li> </ol>                                 |
| Акриловые ЛКМ  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) отличная атмосферостойкость и светостойкость;</li> <li>2) превосходные декоративные свойства;</li> <li>3) хорошая адгезия к металлу</li> <li>4) хорошая межслойная адгезия;</li> <li>5) достаточно высокая эластичность и стойкость к удару;</li> <li>6) простота ремонта.</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) низкий сухой остаток;</li> <li>2) небольшая толщина однослойного покрытия;</li> <li>3) низкая стойкость к растворителям.</li> </ol>   |
| Сополимеро-винилхлоридные<br>(физического отверждения) | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) хорошая атмосферостойкость и водостойкость;</li> <li>2) достаточно высокая эластичность и стойкость к удару;</li> <li>3) хорошая стойкость к кислотам и щелочам;</li> <li>4) практически не ограниченный температурный интервал нанесения;</li> <li>5) быстрое высыхание;</li> <li>6) хорошая адгезия к подложке и межслойная адгезия;</li> <li>7) простота ремонта.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) высокое содержание органических растворителей;</li> <li>2) небольшая толщина однослойного покрытия;</li> <li>3) низкая стойкость к химическим растворителям;</li> <li>4) необходимость тщательной подготовки поверхности;</li> <li>5) низкий сухой остаток (30-45%).</li> </ol> |

Продолжение таблицы 1.8.

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>Эпоксидные ЛКМ<br/>(химического отверждения)</p>     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) хорошая адгезия;</li> <li>2) высокая механическая прочность;</li> <li>3) высокий сухой остаток;</li> <li>4) большая толщина однослойного покрытия;</li> <li>5) отличная водостойкость;</li> <li>6) устойчивость к воздействию нефти и нефтепродуктов;</li> <li>7) устойчивость к воздействию многих растворителей;</li> <li>8) высокая химическая стойкость к воздействию;</li> <li>9) агрессивных газов, кислот и щелочей.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) двухкомпонентность;</li> <li>2) высокие требования к подготовке поверхности;</li> <li>3) жесткие требования к климатическим условиям при нанесении;</li> <li>5) жесткие требования к продолжительности межслойной сушки;</li> <li>7) меление на солнце.</li> </ol>   |
| <p>Полиуретановые ЛКМ<br/>(химического отверждения)</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) превосходная износостойкость и эластичность;</li> <li>2) высокий сухой остаток;</li> <li>3) большая толщина однослойного покрытия;</li> <li>4) превосходная химическая стойкость к агрессивным газам, кислотам и щелочам;</li> <li>5) стойкость к растворителям, в том числе ароматическим;</li> <li>6) стойкость к воздействию нефти и нефтепродуктов;</li> <li>7) отличная водостойкость.</li> </ol>                                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) двухкомпонентность;</li> <li>2) высокие требования к подготовке поверхности;</li> <li>3) жесткие требования к климатическим условиям при нанесении;</li> <li>4) жесткие требования к продолжительности межслойной сушки;</li> <li>5) токсичность при нанесении;</li> <li>6) высокая стоимость;</li> <li>7) сложность ремонта.</li> </ol> |

## 2 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Материалы и методики эксперимента

Металлические покрытия наносятся на различные поверхности (не только на металл, но и на стекло, керамику, пластмассу и др.) в целях их защиты от коррозии, придания твердости и износостойкости, электропроводящих и декоративных функций.

Для придания поверхностям антикоррозионных свойств металлические покрытия наносятся следующими способами:

- 1) Гальванизацией (электролитическим методом): металл или сплав осаждается на поверхность в виде водных растворов солей путем постоянно пропускания тока через электролит
- 2) Газотермическим напылением: расплавленный металл распыляется на обрабатываемую поверхность с помощью струи воздуха
- 3) Окунанием: горячий способ нанесения покрытия методом погружения изделия в ванну с расплавленным металлом
- 4) Плакированием (термомеханическим методом): на поверхность основного металла наносится другой, более устойчивый к агрессивной среде, путем литья, совместной прокатки, прессования иликовки
- 5) Термодиффузионным методом: покрытие проникает в поверхностный слой основного металла под воздействием высокой температуры

Неметаллические защитные покрытия применяются для изоляции металлических изделий от воздействия внешней среды (в первую очередь, влаги) и придания им эстетичного внешнего вида.

К неметаллическим относятся полимерные, резиновые, лакокрасочные, эмалевые, оксидные и др. покрытия.

Для создания оптимальных условий взаимодействия материала покрытия с материалом подложки и получения высокой адгезии используются различные методы предварительной обработки поверхности.

Эти методы можно условно разделить на отдельные группы, которые представлены в таблица 2.1.

Таблица 2.1 – Методы подготовки поверхности

| Метод                                 | Способ  | Цель  |
|---------------------------------------|---|---|
| Механические методы                   | Шлифование, галтовка, полирование, струйно-абразивная         | Очистка от грубых загрязнений, окалины, оксидных пленок, активация поверхности, изменение шероховатости |
| Химические методы                     | Обезжиривание, травление, полирование, ультразвуковая очистка | Удаление жиров, уменьшение шероховатости  |
| Физические методы                     | Ионная, электронная бомбардировка, вакуумный отжиг            | Удаление загрязнений за счет распыления их с поверхности, активация поверхности                         |
| Нанесение временных защитных покрытий | Покрытие пленкой, лаком, сульфидирование, хромирование        | Временная защита подготовленной поверхности   |
| Нанесение промежуточных покрытий      | Любые способы   | Повышение адгезии при плохой совместимости материалов   |

## 2.2 Техническое задание

Листы статора изготавливают из электротехнической стали толщиной от 0,27 до 1 мм. Для изготовления роторов машин всех типов и статоров машин переменного тока применяют листы толщиной 0,27 и 0,5 мм; для изготовления полюсов машин постоянного тока и синхронных машин - листы 0,5 и 1 мм. Листы изолируют относительно друг друга специальным лаком.

Сталь изготавливают марок: 3311 (3411), 3411, 3412, 3413, 3414, 3415, 3404, 3405, 3406, 3407, 3408, 3409. (см табл.2.2)

Таблица 2.2 – Химический состав и механические характеристики  
некоторых марок электротехнической стали

| Марка стали  | Массовая доля кремния, % | Плотность стали, кг/м <sup>3</sup> | Удельное электрическое сопротивление, Ом·мм <sup>2</sup> /м |
|--|--------------------------|------------------------------------|---|
| 3412, 3413, 3414,<br>3415, 3404, 3405,<br>3406, 3407, 3408 | 2,8-3,8                  | 7650                               | 0,45-0,50   |
| 3311   | 1,8-2,8                  | 7750                               | 0,40  |

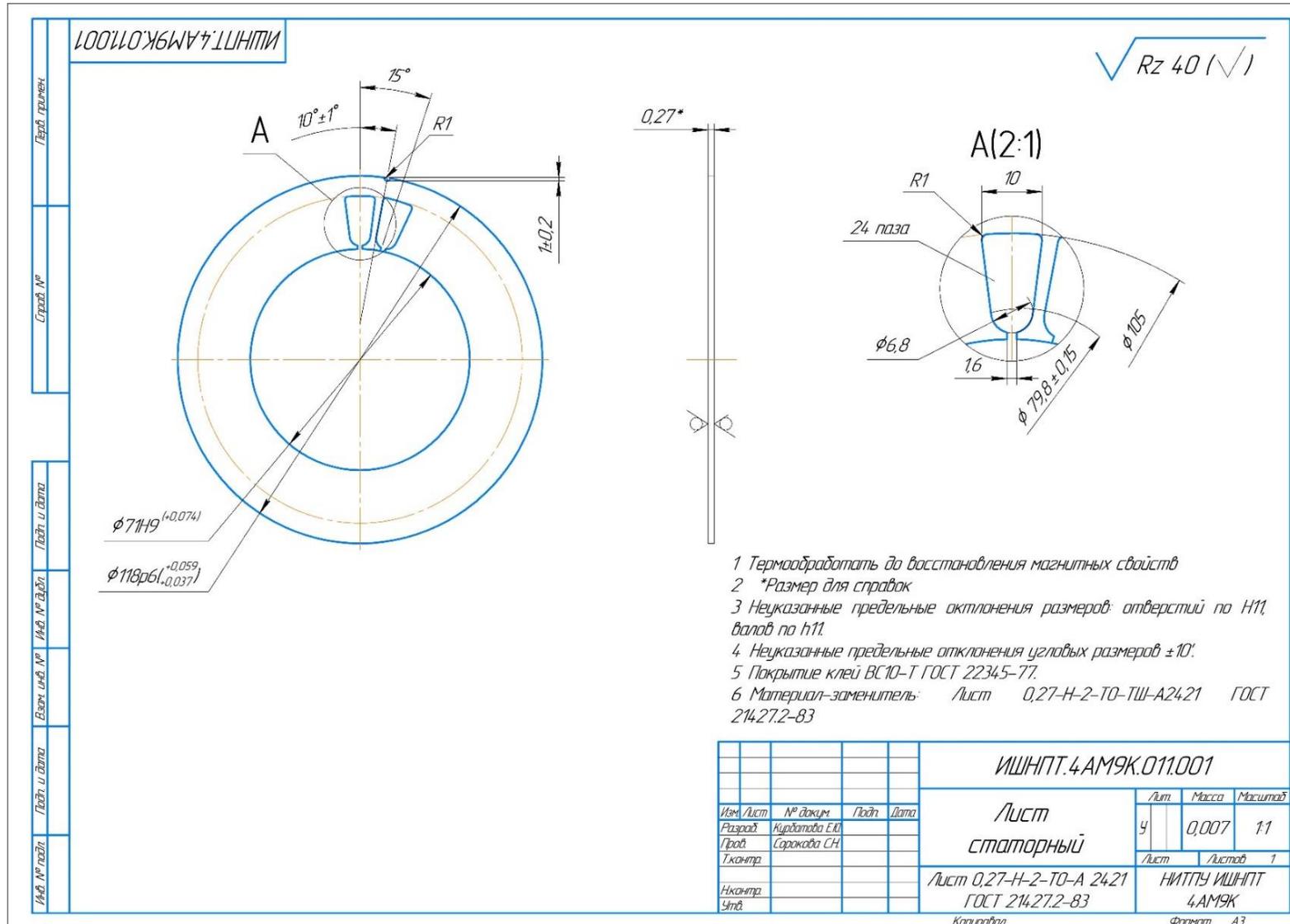


Рисунок 2.1 – Статорный лист

### 2.3 Виды и обозначение покрытий

Согласно ГОСТ 9.306-85 в настоящий момент принято следующие условные обозначения видов защитных покрытий различных деталей и крепежных изделий:

Таблица 2.3 – Виды покрытий по ГОСТ 9.306-85

| Вид покрытия                   | Обозначение согласно ГОСТ 9.306-85 | Обозначение цифровое |
|--------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| Цинковое, хромированное        | Ц.хр                               | 01                   |
| Кадмиевое, хромированное       | Кд.хр                              | 02                   |
| Многослойное: медь-никель      | М.Н                                | 03                   |
| Многослойное: медь-никель-хром | М.Н.Х.б                            | 04                   |
| Окисное, пропитанное маслом    | Хим.Окс.прм                        | 05                   |
| Фосфатное, пропитанное маслом  | Хим.Фос.прм                        | 06                   |
| Оловянное                      | О                                  | 07                   |
| Медное                         | М                                  | 08                   |
| Цинковое                       | Ц                                  | 09                   |
| Цинковое, горячее              | Гор. Ц                             | 09                   |
| Окисное, наполненное хроматами | Ан. Окс. Нхр                       | 10                   |
| Окисное, из кислых растворов   | Хим. Пас                           | 11                   |
| Серебряное                     | Ср                                 | 12                   |
| Никелевое                      | Н                                  | 13                   |

Наименование покрытия ставится после точки, в конце обозначения элемента. А число, которое ставится сразу после обозначения покрытия, означает толщину наносимого слоя в микронах.

## 2.4 Основные принципы методов нанесения

Методы получения покрытий классифицируются исходя из физической сущности процессов, лежащих в их основе и определяющих физико-механические и эксплуатационные свойства покрытий: Методы получения покрытий классифицируются исходя из физической сущности процессов, лежащих в их основе и определяющих физико-механические и эксплуатационные свойства покрытий:

- 1) по состоянию вещества для получения покрытий (твердое, жидкое, атомарное или ионизованное);
- 2) по способу получения вещества для нанесения покрытий (CVD, PVD и комбинированные);
- 3) по составу транспортной, защитной или реакционной атмосферы (вакуум, инертный газ, плазма, реактивный газ);
- 4) по способу активации процесса формирования покрытий (термический, плазменный, ионная бомбардировка, электронная или фотонная стимуляция);
- 5) по характеру процессов, протекающих в зоне формирования покрытий (физическая конденсация, химические или плазмохимические реакции, диффузионное насыщение и т.п.).

Такое большое число классификационных признаков для способов получения покрытий обусловлено разнообразием методов нанесения и существенным отличием свойств покрытий, получаемых разными методами.

Использование износостойких, коррозионностойких, жаростойких, химически стойких, электроизоляционных, теплоизоляционных и других видов покрытий позволяет резко сократить потери металлов, расход ресурсов на их возмещение и дает возможность повысить качество, надежность и долговечность машин, оборудования и сооружений. Повышение технического уровня и качества машин - важнейший резерв роста производительности труда, экономии всех видов ресурсов и основа научно-технического прогресса.

На сегодняшний день существует несколько методов нанесения защитных покрытий на металлическую поверхность деталей:

- 1) Гальванический метод.
- 2) Горячий метод.
- 3) Термомеханический метод.
- 4) Напыление.
- 5) Холодный способ нанесения защитного покрытия – нанесение тем же способом, что и краски: кисти, валики, распыление, окунание.
- 6) Комбинированные методы

#### **2.4.1 Принципы гальванического метода**

Существенным преимуществом, по сравнению с другими методами, обладает гальванический метод нанесения защитного покрытия. Такому методу характерны высокие физико-химические и механические свойства:

- 1) Повышенная износостойкость и твердость.
- 2) Малая пористость покрытия.
- 3) Высокая коррозионная стойкость.

Также данный метод позволяет контролировать толщину покрытия, потому он получил широкое применение.

Принцип нанесения покрытия гальваническим методом заключается в использовании электролиза. Для того чтоб гальваническое покрытие плотно соединилось с основой, поверхность детали необходимо очистить от всевозможных загрязнений, жировых пятен и окисных пленок. Покрытие, нанесенное при помощи хромирования, обладает высокой твердостью, износостойкостью и коррозиестойкостью. Благодаря тому, что хром может сильно пассивироваться он обретает свойства благородных металлов.

## Нанесение гальванического покрытия

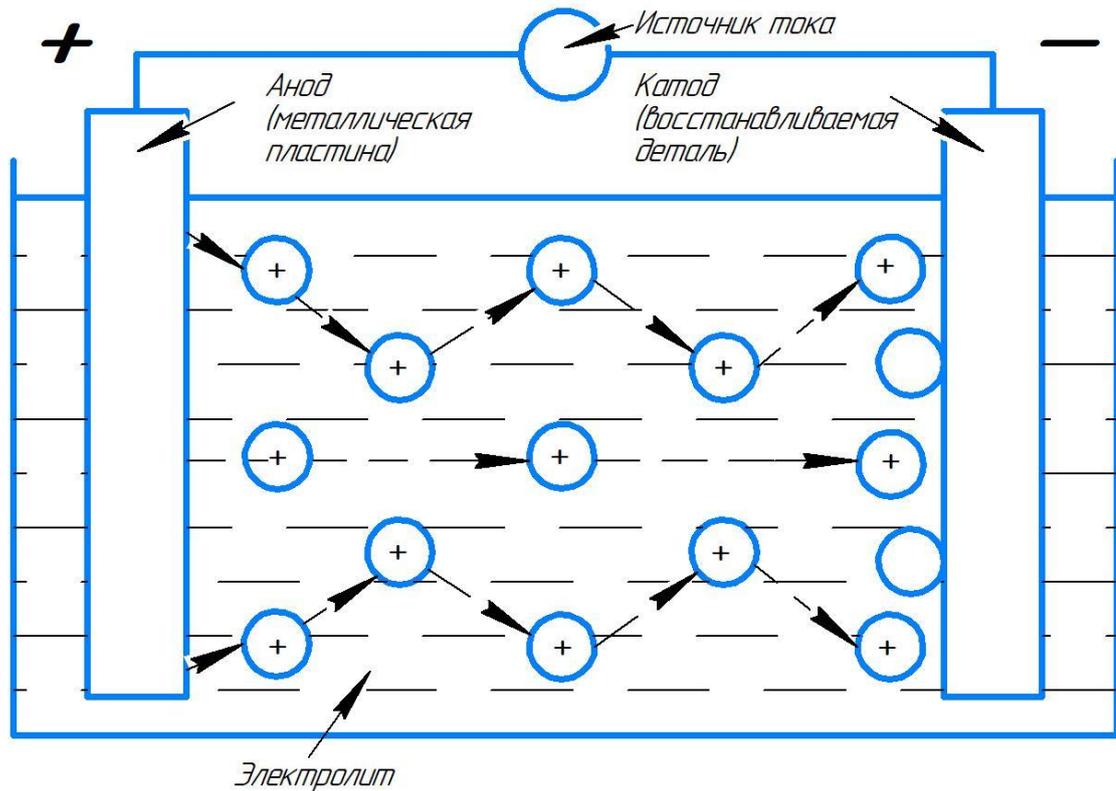


Рисунок 2.2 - нанесение покрытий гальваническим методом

Хромирование происходит в несколько этапов:

- 1) Очистка детали от загрязнений.
- 2) Нанесение на деталь подслоя меди и никеля.
- 3) Окунание детали в емкость с насыщенным раствором и выравнивание температуры.
- 4) Подключение тока.

Деталь находится в емкости до получения необходимой толщины покрытия.

Наиболее распространенным методом защиты металла от коррозии является цинкование. Данный метод заключается в нанесении цинка на поверхность изделия из металла. В зависимости от необходимой степени защиты металлической поверхности толщина покрытия может находиться в диапазоне от 10 до 200 мкм. Оцинкованный крепеж пользуется большим спросом, так как он совмещает в себе такие положительные качества как надежность и приемлемая цена.

## 2.4.2 Принципы горячего метода

Горячий метод заключается в нанесение защитной пленки, погружая деталь с специальную емкость с расплавленным металлом. Для этого используют металлы с низкой температурой плавления, такие как олово или свинец. Данным способом наносят защитное покрытие уже на готовые изделия. Основным недостатком такого способа защиты является невозможность получения необходимой толщины покрытия, а также не экономный расход наносимого материала.

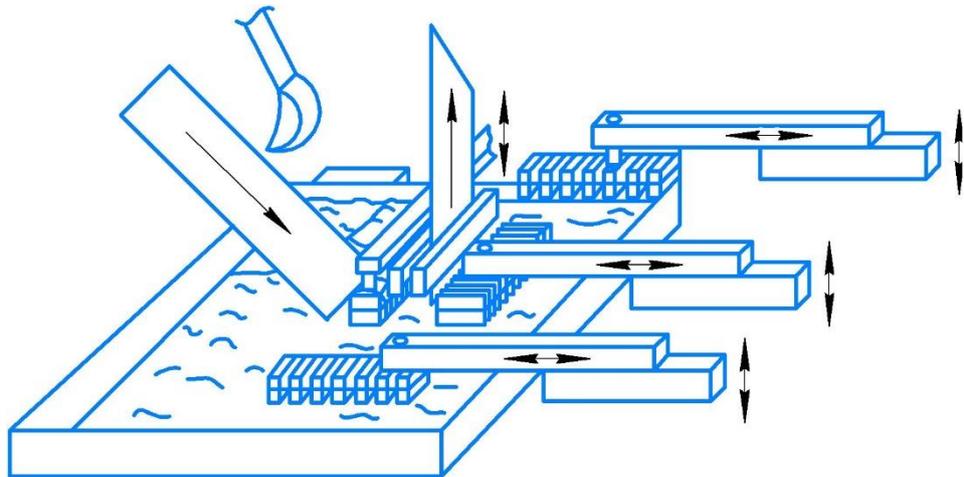


Рисунок 2.3 - способ нанесения покрытия на стальную полосу методом погружения в металлическую основу

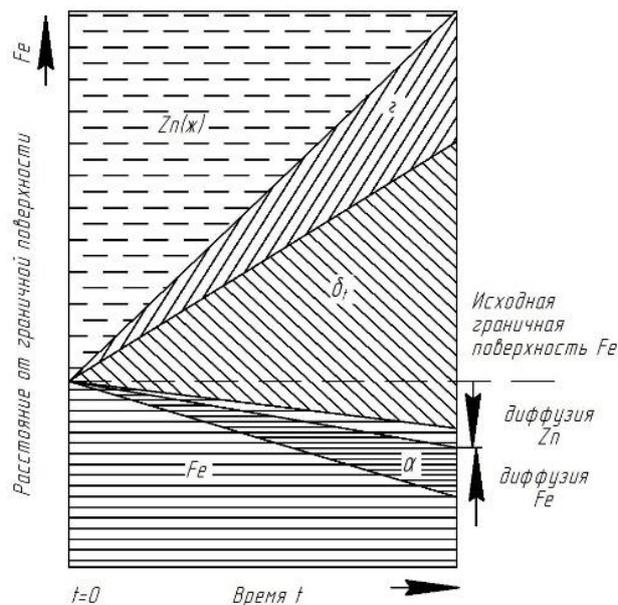


Рисунок 2.4 - изменение структуры покрытия цинка на железе по мере увеличения продолжительности погружения

Следует напомнить, что при нанесении покрытия на стальную полосу методом погружения движущаяся полоса проходит в ванну, содержащую металл или металлический сплав покрытия, поддерживаемый в жидком состоянии. Покрытие осаждается на полосу, которая затем выходит из ванны и проходит через устройство, контролирующее толщину покрытия, и способствует его затвердеванию, в основном состоящее из насадок, нагнетающих газ на поверхность покрытия. Перед прохождением в ванну полосу нагревают при помощи печи для отжига, затем охлаждают до температуры, близкой к температуре ванны для создания условий оптимального сцепления между полосой и покрытием.

Во время прохождения через ванну в ванне образуются оксиды и интерметаллические выделения преимущественно на основе Zn и Fe в случае ванны для цинкования, содержащей жидкий цинк. Эти выделения называются «штейнами». Некоторые штейны имеют более высокую плотность, чем ванна, и осаждаются на дно бака, не мешая процессу цинкования. Другие, наоборот, имеют более низкую плотность, чем ванна, и плавают на ее поверхности. Они могут внедряться в покрытие полосы, что приводит к появлению в ней дефектов. Для этого обычно оператор, который находится вблизи бака, толкает штейны при помощи инструмента в направлении емкости, расположенной на удалении от зон входа и выхода полосы, причем эту емкость затем извлекают из бака и опорожняют при помощи роботизированной или обычной системы. В других случаях оператор толкает штейны в направлении зоны бака, в которой устройство, такое как робот, удаляет их в направлении емкости, которая находится за пределами бака и в которую их собирают.

Метод относится к области черной металлургии и, в частности, к установкам для нанесения покрытия на стальные полосы методом погружения, в которых указанные полосы покрывают слоем цинка или цинкового сплава (в случае цинкования) или другого металла или металлического сплава, такого как сплав алюминия-кремния.

Эта операция является трудоемкой и потенциально опасной для оператора, так как он должен находиться в непосредственной близости от ванны горячего жидкого металла, подвергаясь всем неудобствам и рискам, связанным с высокой температурой и с возможностью выплесков жидкого металла. Кроме того, система контроля толщины покрытия, наносимого на полосу, состоит из нагнетательных насадок и может использовать инертные газы, такие как азот, для ограничения окисления покрытия. Использование этих инертных газов тоже является источником опасности для оператора по причине нехватки кислорода в атмосфере вокруг бака.

### 2.4.3 Принципы нанесения термомеханическим методом

Основной принцип термомеханического метода состоит в использовании для защиты от коррозии основного металла другой металл, который достаточно устойчив к воздействию окружающей среды.

Основные это газопламенная, электродуговая, плазменная, детонационная, вакуумная и ионно-плазменная.

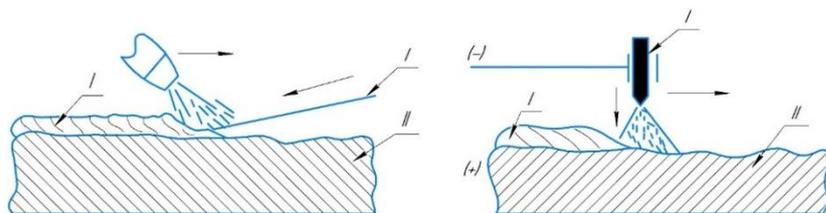


Рисунок 2.5 – схема газопламенной технологии и плазменной технологии соответственно

При газопламенной технологии струя горящего газа активизирует материал покрытия, струя сжатого воздуха распыляет частицы. При горении электрической дуги материал покрытия также распыляется струей сжатого газа. Высокотемпературные технологии (газовые, электродуговые) позволяют наносить тугоплавкие покрытия из керамики, стекла и т.д..

Плазменная технология позволяет наносить покрытия не только на металлы, но и на пластмассы, дерево, ткани и т.д.. Плазма – это частично или

полностью ионизированный газ, состоящий из частиц электронов, ионов, нейтральных атомов и молекул.

#### 2.4.4 Принципы нанесения напылением

Напыление или металлизация - это процесс, который заключается в нанесении расплавленного металла на поверхность при помощи специального приспособления (электрометаллизатора), который работает на основе сжатого воздуха. Сущность метода состоит в том, что частицы расплавленного металла, двигаясь с большой скоростью, совместно с воздушным потоком ударяются о поверхность защищаемого металла, прикрепляются к нему, образуя покрытие.

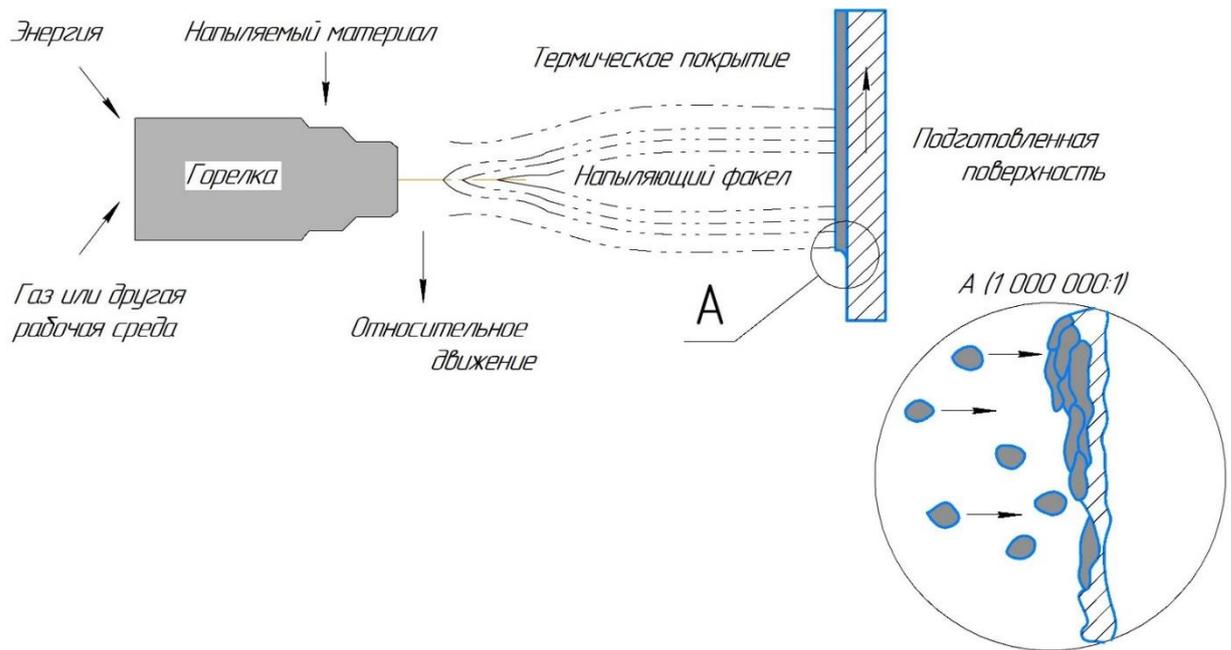


Рисунок 2.6 - металлизация напылением



Рисунок 2.7 – процесс нанесения покрытия

К недостаткам такого метода можно отнести:

- 1) Покрытие, получаемое таким способом, выходит пористым.
- 2) Сцепление покрытия с поверхностью получается слабое. Так как данный метод не обеспечивает необходимой диффузии.

Более продуктивный метод напыления называется детонационный. Его принцип состоит в металлическом порошке, помещенном в камеру, который при взрыве специального вещества, с огромной скоростью направляется к поверхности детали. При использовании данного метода, частицы металла глубоко проникают в поверхность конструкции, образуя надежное покрытие.

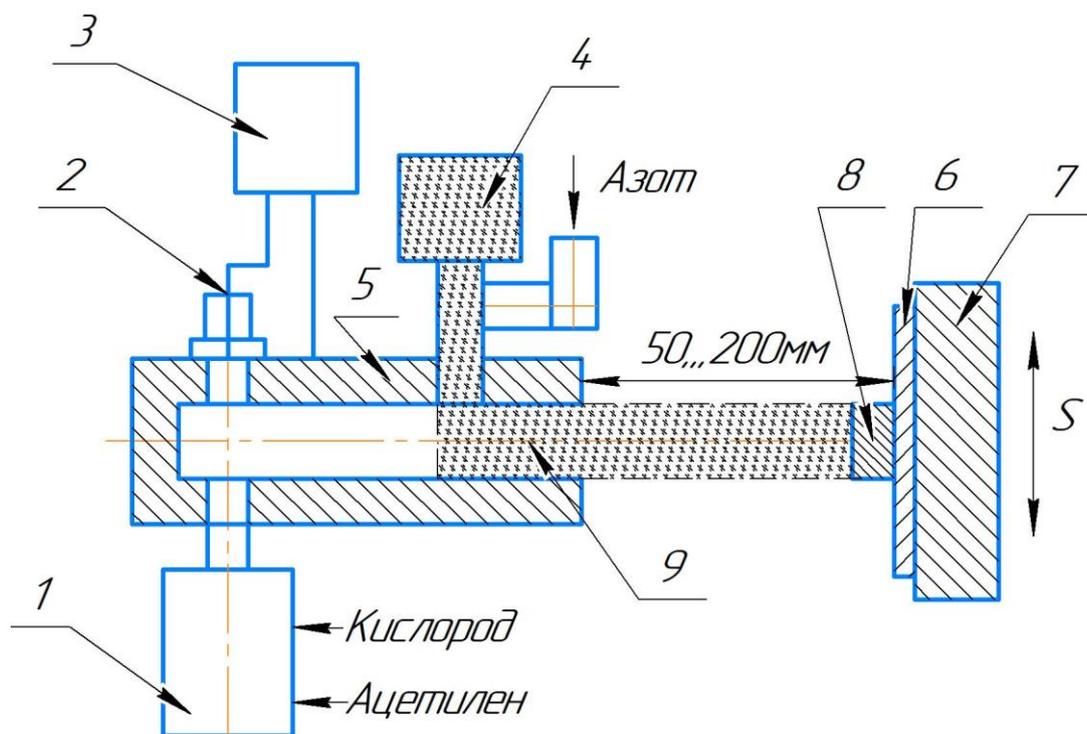


Рисунок 2.8 – детонационное напыление

Благодаря высокой скорости напыляемых частиц (600—1000 м/сек.), детонационные покрытия обладают плотностью, близкой к плотности спечённого материала и высокой адгезией. Детонационное напыление позволяет напылять широкий круг материалов: металлы и их сплавы, оксиды, твёрдые сплавы на основе карбидов. При этом нагрев напыляемого изделия незначителен.

## 2.5 Результаты исследования

### 2.5.1 Выбор покрытия для нанесения на статорный лист

Для эффективного создания статора, необходимо улучшить качество статорных листов, за счет нанесений покрытий.

Будет предложен вариант нанесения клея ВС-10Т по ГОСТ 22345-77, представляющий собой раствор поливинилформальдегидной смолы и фенолоформальдегидной смолы новолачного типа в органических растворителях (спирт этиловый и этилацетат) с добавкой тетраэтоксилана уротропина и хинолина и устанавливает требования к клею, изготовляемому для нужд народного хозяйства и поставки на экспорт.

Клей ВС-10Т - применяется для соединений, где требуется особая прочность, в том числе при вибрации, ударах, в условиях высоких температур и агрессивных сред. Клеевые соединения отличаются высокими показателями длительной прочности, выносливости и термостабильности, высокой стойкостью к действию воды, масла, керосина и бензина, имеют удовлетворительные диэлектрические свойства.

Таблица 2.4 – Показатели качества ВС10-Т.

| Показатели качества ВС10-Т   |  |                     |
|--|--|---------------------|
| № п/п  | Наименование показателей                                 | Требования по ГОСТ  |
| 1  | Внешний вид  | В соответствии ГОСТ |
| 2  | Вязкость по вискозиметру ВЗ-246 с диаметром сопла 6мм, с | 35-70               |
| 3  | Массовая доля сухового остатка, %                        | 20-26               |
| Предел прочности клеевого соединения при сдвиге на образцах, кгс/см <sup>2</sup> |  |                     |
| 1  | При 20°С   | 195                 |
| 2  | При 200°С  | 75                  |
| 3  | При 300°С  | 45                  |

Все работы с клеем ВС-10Т должны проводиться при включенной приточно-вытяжной вентиляции и местных отсосах. Местные отсасывающие устройства должны обеспечивать концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений, так как пары фенола и

формальдегида, при концентрациях выше предельно допустимых, раздражают слизистые оболочки дыхательных путей.

Таблица 2.5 – Предельно-допустимые концентрации ВС10-Т.

| Предельно-допустимые концентрации ВС10-Т |                                       |                 |                   |                          |  |         |
|--|---------------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------------|--|---------|
| Наименование продукта                    | концентрация (ПДК), мг/м <sup>3</sup> | Температура, °С |                   | Область воспламенения, % | Температурные пределы воспламеняемости, °С |         |
|  |                                       | Вспышки         | Самовоспламенения |                          | Нижний                                     | Верхний |
| Фенол                                    | 0,3                                   | 75              | 595               | 0,3-2,4                  | 48   | 83      |
| Формальдегид                             | 0,500                                 | -               | 430               | 7-73                     | -  | -       |
| Спирт этиловый                           | 1000                                  | 13              | 365               | 3,6-19,0                 | 11   | 41      |
| Этилацетат                               | 200                                   | 2               | 400               | 3,5-16,8                 | 1  | 31      |

Выбор основывается тем, что для получения деталь «статор», необходимо использовать от 800 до 1000 статорных листов, при его изготовлении. Чтобы получить пакет, необходимо листы склеить между собой, но если покрыть лист, 2-3 слоями, то первые 1-2 слоя, будут еще и иметь свойство защитного покрытия, а за счет последнего, склеиваться между собой.

Главное преимущество ВС10-Т – это способность заменить сварку, обеспечив практически аналогичное соединение по степени прочности.

Наносить каждый лист любым методом существующего нанесения, нецелесообразно, если при получении нужного качества, мы можем достичь тех же эксплуатационных свойств как при покрытии, используя, этот клей.

### 2.5.2 Инструкция для клея ВС-10Т по ГОСТ 22345-77

Специфический состав ВС-10 т требует особого обращения.

Инструкция к нему включает подробное описание необходимых действий, также все рекомендации по применению. Состав термостойкий, что означает, что при его использовании должны выполняться требования и по температурному режиму.

Хранят и перевозят клеи в герметичной упаковке. Если транспортировка осуществляется при низкой температуре, то перед использованием состав необходимо выдержать при 25–35 С или прогреть в термошкафу при 35–40 С.

Тару при этом не открывают. Если состав достаточно прогрет, он становится прозрачными однородным.

Склеиваемые поверхности – колодки, теплостойкие пластики, стеклотекстолиты, металлы и прочее, перед склеиванием зачищают от ржавчины, окалины, обычной грязи с тем, чтобы получить однородную шероховатость. Для этого используют наждачную бумагу 4–6 или корунд. Затем поверхность обезжиривают ацетоном или бензином.

Склеивать допускается спустя не более 6 часов, иначе поверхность теряет свои свойства. Сушат материалы после очистки не менее 15–20 минут.

Теплостойкий клей ВС-10Т предназначается для склеивания деталей из различных материалов( стали, дюралюминия, теплостойких пенопластов, стеклотекстолита и сотоматериалов, изготовленных на основе стеклоткани, пропитанной фенолоформальдегидной смолой) между собой и в сочетании друг с другом в конструкциях, работающих без снижения прочности клеевого шва при 200 °С в течение 200 ч и при 300 °С - 5 ч с учетом термостойкости склеиваемых материалов.

Теплостойкий клей ВС-10т наносят на накладки тормозных колодок или другие детали кистью. При небольшой величине элементов, их можно окунать в клеевой раствор. Кисть двигается в одном направлении. Если материал окунается, то после этого необходимо выдержать до 1 минуты с тем, чтобы излишек клея стек.

Подтеки на торцах изделий зачищают скальпелем.

Поверхность, смазанную первым слоем, согласно инструкции выдерживают до 1 часа с тем, чтобы растворитель испарился.

Затем наносится второй слой и тоже выдерживается 1 час.

Помещения должны соответствовать требованиям категории А, установленное оборудование должно быть выполнено во взрывоопасном исполнении класса В-1-а.

При работе с клеем применяются спецодежда и индивидуальные средства защиты в соответствии с отраслевыми нормами, утвержденными в установленном порядке.

### **2.5.3 Эксплуатационные характеристики полученной детали, с учетом нанесенного покрытия**

Физико-химические его характеристики регулируются ГОСТ 22345-77. Характеристики клея ВС-10Т позволяют использовать состав в очень многих случаях, где нужна не только прочность соединений, но и вибрационная стойкость получаемой стыковки.

Высокие электромагнитные свойства, низкие ваттные потери и высокая магнитная индукция обеспечиваются совершенной ребровой (110) и [001] или кубической (100) [001] текстурой.

В листе из с ребровой текстурой ваттные потери вдоль направления в два раза ниже. Но ребровой текстуре свойственна ярко выраженная анизотропия электромагнитных свойств: в поперечном направлении удельные потери почти в 4 раза, а коэрцитивная сила в 3 раза больше, чем в направлении прокатки.

Сталь с кубической текстурой отличается еще более высокими электротехническими свойствами как в продольном, так и особенно в поперечном направлении относительно прокатки.

Использовать изделие после склеивания допускается через 12 часов. Рекомендации по использованию аналогов включает те же принципы.

Срок хранения покрытых клеем ВС10-Т листов до сборки и запечки в пакет должен составлять не более 3-х суток. Хранить покрытые листы в чистой закрытой таре.

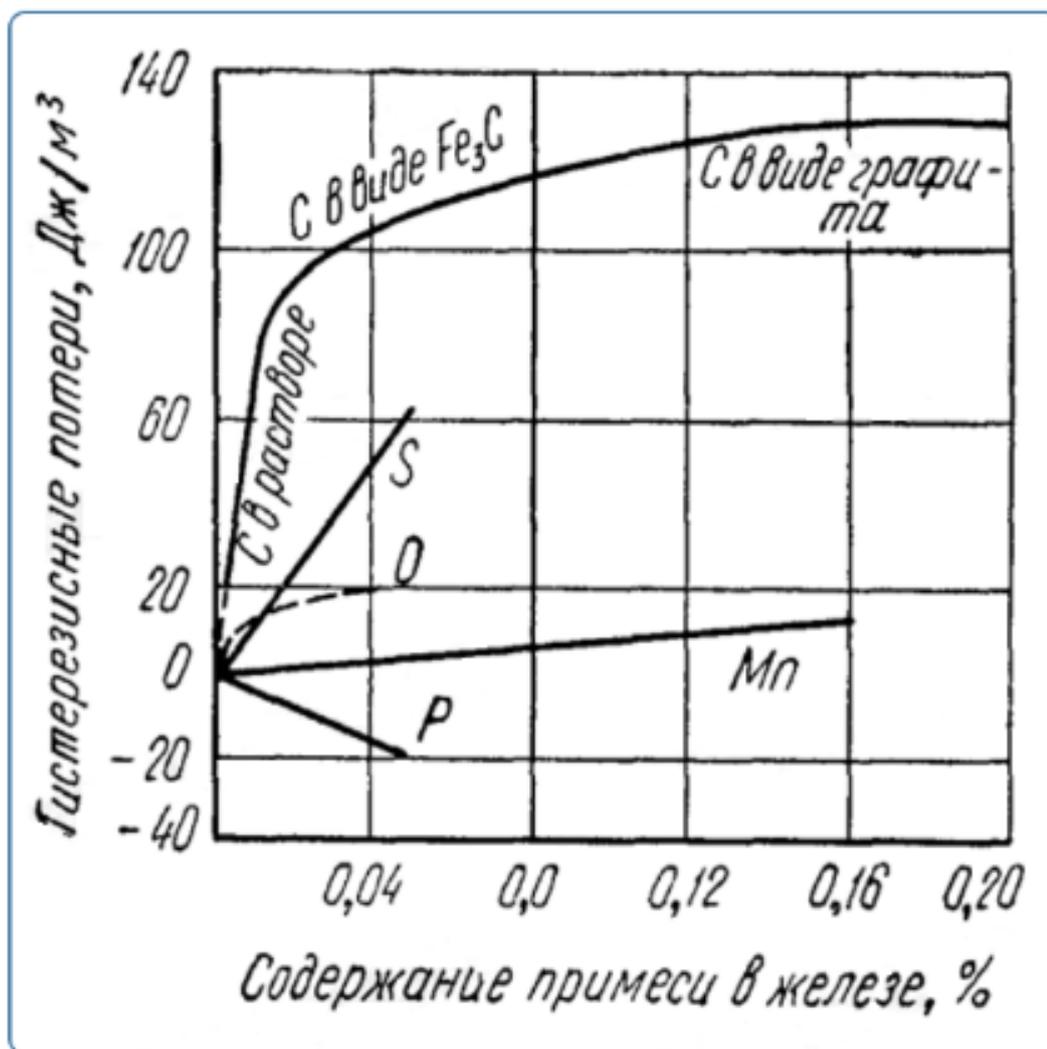


Рисунок 2.9 - Влияние примесей на гистерезисные потери электротехнической стали, содержащей 4% кремния, при магнитной индукции 1 Т

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

Студенту:

|               |                         |
|---------------|-------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>              |
| 4АМ9К         | Кузьминых Елене Юрьевне |

|                            |  |                                  |                            |
|----------------------------|--|----------------------------------|----------------------------|
| <b>Школа</b>               | Инженерная школа новых производственных технологий | <b>Отделение Школа</b>           | Отделение материаловедения |
| <b>Уровень образования</b> | Магистр  | <b>Направление/специальность</b> | 15.04.01<br>Машиностроение |

|  |  |
|--|--|
| <b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>                                      |  |
| <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | <i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска<br/>Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ</i> |
| <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>   | <i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование</i>  |
| <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>                                  | <i>Отчисления во внебюджетные фонды</i>  |
| <b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>  |  |
| <i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>  | <i>Расчет конкурентоспособности<br/>SWOT-анализ</i>  |
| <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>  | <i>Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования</i>   |
| <i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>  | <i>Расчет бюджетной стоимости НИ</i>   |
| <i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>  | <i>Интегральный финансовый показатель.<br/>Интегральный показатель ресурсоэффективности.<br/>Интегральный показатель эффективности.</i>  |
| <b>Перечень графического материала</b>   |  |
| Оценка конкурентоспособности ИП<br>Матрица SWOT<br>Диаграмма Ганта<br>Бюджет НИ<br>Основные показатели эффективности НИ                  |  |

|   |  |
|---|--|
| <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 ОСГН ШБИП | Кашук Ирина Вадимовна | к.т.н,<br>доцент              |                | 22.02.21    |

**Задание принял к исполнению студент:**

| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>              | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
|---------------|-------------------------|----------------|-------------|
| 4АМ9К         | Кузьминых Елене Юрьевне |                | 22.02.21    |

#### **4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Через такую оценку специалисты могут найти партнеров для дальнейшего проведения научного исследования, коммерциализации результатов такого исследования и открытия бизнеса.

Машиностроение является одной из движущих отраслей индустрии. Эффективный рост промышленности, а также в свою очередь темпы внедрения инновационных технологий в превосходящей степени зависят от уровня развития отрасли машиностроения.

Технический прогресс в отрасли машиностроения характеризуется не только циклическим улучшением технологии производства деталей, но и улучшением конструкций машин(сборок).

Сборка отличается высокой трудоемкостью, которая составляет примерно от 20 до 50% от общей трудоемкости изготовления изделий. Последовательность сборки определяется конструкцией изделия и принятыми методами обеспечения точности замыкающих звеньев размерных цепей.

Общую сборку начинают с установки базовой детали, в качестве которой обычно используются рамы, станины, основания и т.п. Базовая деталь ставится в устойчивое положение. После установки базовой детали на нее последовательно монтируют все детали и узлы.

Очень важно качественно, дешево и в заданные плановые сроки с минимальными затратами живого и овеществленного труда изготовить машину(сборку), применив высокопроизводительное оборудование,

технологическую оснастку, средства механизации и автоматизации производственного процесса.

Также машиностроение относится к энергоемким производствам и является крупнейшим потребителем электроэнергии, газа, мазута и других энергоносителей. Трудовые ресурсы машиностроительных предприятий должны отличаться высоким уровнем профессиональной подготовки от рабочего до управляющего, что обусловлено применением сложной техники, созданием сложнейшей конкурентоспособной продукции и технологических процессов ее изготовления, а также в связи с постоянной необходимостью координации и регулирования хода производства, обусловленных его прерывностью.

Указанные особенности машиностроительного производства требуют от каждого работника (мастера, инженера, руководителя) знаний экономических законов, реализуемых на машиностроительном предприятии, умений использования их для достижения главных целей предприятия. Коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, чтобы удовлетворить потребителя, каков бюджет научного проекта, сколько времени потребуется для выхода на рынок и т.д.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Целью НИР является разработка установки для нанесения защитных покрытий на статорные листы.

## **4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Установки для нанесения покрытий на листы валкового типа - наиболее распространенный тип оборудования, отличающийся простотой эксплуатации и невысокой стоимостью.

Обычно конструкция данной установки предусматривает наличие двух валов: погруженного в ванну с материалом, который имеет твердую (как правило, хромированную) поверхность и эластичного накатного вала, наносящего материал на форму. Регулировка подачи необходимого количества покрываемого материала, осуществляется изменением давления между валиками, а также путем регулирования частоты вращения накатного вала. Двухвалковая конструкция может быть усовершенствована путем установки дополнительного дозирующего и раскатного валиков, что дает возможность более эффективно регулировать толщину слоя и равномерность его распределения по всей площади.

Данные установки могут удешевить и автоматизировать процесс нанесения покрытий на любое изделие из листового металла, в единичном, мелкосерийном, среднесерийном, крупносерийном и массовом производствах.

## ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА

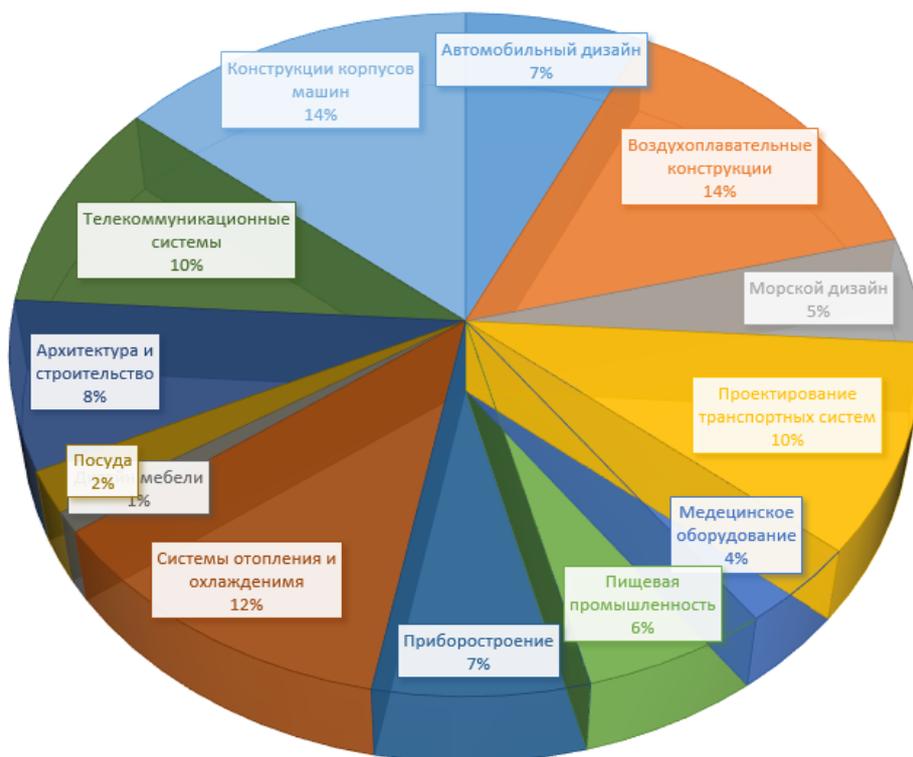


Рисунок 4.1 - Потенциальные потребители.

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

Основным конкурентом является установка для нанесения лакокрасочных покрытий. Данная установка широко применяется в современном машиностроении в силу своей простоты и доступности. Устройство имеет максимальную эффективность при работе с красками малой и средней вязкости, грунтовками. Использование изделия обеспечивает быстрое окрашивание больших объемов.

Преимуществом является:

- 1) Высокая скорость нанесения краски;
- 2) Низкое количество тумана при покраске краскопультом с правильно подобранным соплом;
- 3) Экономия краски при распылении;

4) Низкий вес окрасочного аппарата;

5) Плавная регулировка давления;

Основным минусом является:

1) Недостаточная равномерность нанесения покрытия;

2) Низкие показатели эксплуатационных свойств;

3) Происходит выброс в атмосферу ядовитых летучих соединений

Таблица 4.1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

| Критерии оценки                                  | Вес критерия | Баллы          |                | Конкурентно-способность |                |
|--|--------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|
|  |              | Б <sub>ф</sub> | Б <sub>к</sub> | К <sub>ф</sub>          | К <sub>к</sub> |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности |              |                |                |                         |                |
| Повышение производительности труда               | 0,15         | 5              | 1              | 0,75                    | 0,15           |
| Удобство эксплуатации                            | 0,1          | 4              | 4              | 0,4                     | 0,4            |
| Простота эксплуатации                            | 0,07         | 3              | 4              | 0,21                    | 0,28           |
| Энергоэкономичность                              | 0,05         | 3              | 4              | 0,15                    | 0,2            |
| Надежность                                       | 0,05         | 2              | 4              | 0,1                     | 0,2            |
| Уровень шума                                     | 0,15         | 3              | 2              | 0,45                    | 0,3            |
| Безопасность                                     | 0,15         | 3              | 3              | 0,45                    | 0,45           |
| Экономические критерии оценки                    |              |                |                |                         |                |
| Конкурентоспособность                            | 0,07         | 2              | 4              | 0,14                    | 0,28           |
| Уровень проникновения на рынок                   | 0,1          | 1              | 4              | 0,1                     | 0,4            |
| Цена   | 0,05         | 1              | 4              | 0,05                    | 0,2            |
| Предполагаемый срок эксплуатации                 | 0,06         | 3              | 2              | 0,18                    | 0,12           |
| Итого:   | 1            | 37             | 33             | 2,98                    | 2,98           |

Расчет конкурентоспособности, на примере актуальности исследования, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i + B_i = (0,15 \cdot 5) + (0,1 \cdot 4) + (0,07 \cdot 3) + (0,05 \cdot 3) + (0,05 \cdot 3) + (0,15 \cdot 3) + (0,15 \cdot 3) + (0,07 \cdot 2) + (0,1 \cdot 1) + (0,06 \cdot 3) = 2,98$$

где,  $K$  – конкурентоспособность проекта;  $B_i$  – вес показателя (в долях единицы);  $B_i$  – балл показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

### 4.1.3 SWOT-анализ

Для проведения комплексного анализа проекта воспользуемся SWOT-анализом. Он проводится в несколько этапов. На первом этапе определяются сильные и слабые стороны проекта, а также выявляются возможности и угрозы для реализации проекта. Первый этап проведения SWOT-анализа представлен в таблице 4.2

Таблица 4.2 - Матрица SWOT

| <b>Strengths (сильные стороны)</b>  | <b>Weaknesses( слабые стороны)</b>   |
|---|--|
| <p>C1. Низкие потери при работе.</p> <p>C2. Высокая производительность – валковый метод нанесения позволяет работать с большими скоростями подачи заготовок до 20 м/мин.</p> <p>C3. Использование ВС10-Т ГОСТ 22345-74– данный клей имеет большой сухой остаток до 99% и устойчивость к химическим и механическим воздействиям</p> <p>C4. За один проход можно наносить несколько слоёв.</p> <p>C5. Отличное качество заготовок- благодаря быстрому процессу сушки пыль не успеваеет осесть на заготовке.</p> | <p>Сл1. Покраска только в цеховых условиях с использованием специального оборудования</p> <p>Сл2. Сложность выравнивания слоя</p> <p>Сл3. Сложность их транспортировки и складирования</p> |

| <b>Opportunities( возможности)</b>   | <b>Threats (угрозы)</b>  |
|--|--|
| В1. Освоение новых материалов покрытия.  | У1. Длительное время технология не получала развития, и для использования метода необходимо существенно изменять технологические процессы. |
| В2. Экономия производственных площадей – с установки сходит готовая высушенный лист, который может поступать на участок упаковки или дальнейшей обработки, без промежуточного складирования для окончательной сушки. | У2. Развитие более универсальных методов может привести к потере конкурентного преимущества - производительности.                          |
| В3. Быстрое внедрение в производство   | У3. При переходе на данную технологию у предприятия появятся значительные объёмы не загруженного оборудования                              |

После того как сформированы четыре области, переходим ко второму этапу, на котором необходимо выявить соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Для этого в рамках данного этапа строится интерактивная матрица, при этом каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Интерактивные матрицы представлены в таблицах 4.3-4.6.

Таблица 4.3 - Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и возможности»

| Сильные стороны проекта |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Возможности проекта     |    | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|                         | В1 | +  | -  | -  | -  | -  |
|                         | В2 | -  | -  | -  | +  | +  |
|                         | В3 | +  | +  | +  | -  | -  |

Таблица 4.4 - Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и возможности»

| Слабые стороны проекта |    |     |     |     |
|------------------------|----|-----|-----|-----|
| Возможности проекта    |    | Сл1 | Сл2 | Сл3 |
|                        | В1 | +   | -   | -   |
|                        | В2 | -   | -   | +   |
|                        | В3 | -   | +   | -   |

Таблица 4.5 - Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и угрозы»

| Сильные стороны проекта |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Угрозы                  |    | С1 | С2 | С3 | С4 | С5 |
|                         | У1 | +  | -  | -  | -  | -  |
|                         | У2 | -  | -  | -  | +  | +  |
|                         | У3 | -  | +  | +  | -  | -  |

Таблица 4.6 - Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и угрозы»

| Слабые стороны проекта |    |     |     |     |
|------------------------|----|-----|-----|-----|
| Угрозы                 |    | Сл1 | Сл2 | Сл3 |
|                        | У1 | -   | +   | -   |
|                        | У2 | +   | -   | +   |
|                        | У3 | -   | +   | -   |

На третьем этапе составляется итоговая матрица SWOT-анализа, представленная в таблице 4.7.

Таблица 4.7 - Итоговая матрица SWOT

|  | <p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Низкие потери при работе.</p> <p>С2. Высокая производительность – валковый метод нанесения позволяет работать с большими скоростями подачи заготовок до 20 м/мин.</p> <p>С3. Использование ВС10-Т ГОСТ 22345-74– данный клей имеет большой сухой остаток до 99% и устойчивость к химическим и механическим воздействиям</p> <p>С4. За один проход можно наносить несколько слоёв.</p> <p>С5. Отличное качество заготовок -благодаря быстрому процессу сушки пыль не успевает осесть на заготовке.</p> | <p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Покраска только в цеховых условиях с использованием специального оборудования</p> <p>Сл2. Сложность выравнивания слоя</p> <p>Сл3. Сложность их транспортировки и складирования</p> |
|--|--|---|
| <p>Возможности:</p> <p>В1. Освоение новых материалов покрытия.</p> <p>В2. Экономия производственных площадей – с установки сходит готовая высушенный лист, который может поступать на участок упаковки или дальнейшей обработки, без промежуточного складирования для окончательной сушки.</p> <p>В3. Быстрое внедрение в производство</p> | <p>В1С1</p> <p>В2С4С5</p> <p>В3С1С2С3</p>  | <p>В1Сл1</p> <p>В2Сл3</p> <p>В3Сл2</p>  |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p>Угрозы:</p> <p>У1. Длительное время технология не получала развития, и для использования метода необходимо несущественно изменять технологические процессы.</p> <p>У2. Развитие более универсальных методов может привести к потере конкурентного преимущества - производительности.</p> <p>У3. При переходе на данную технологию у предприятия появятся значительные объёмы не загруженного оборудования</p> | <p>У1С1</p> <p>У2С2С4С5</p> <p>У3С2С3</p> | <p>У1Сл2</p> <p>У2Сл1Сл3</p> <p>У3Сл2</p> |
|--|---|---|

В результате SWOT-анализа показано, что преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками.

Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения.

Основные направления повышения конкурентоспособности проекта: проведение дополнительных научных исследований, использование новейшего оборудования и дальнейшее совершенствование отдельных узлов.

## 4.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 4.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы                                 | № раб | Содержание работ  | Должность исполнителя         |
|--|-------|---|-------------------------------|
| Разработка технического задания                | 1     | Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика | Научный руководитель          |
|  | 2     | Календарное планирование выполнения НИР                                   | Инженер, научный руководитель |
| Выбор способа решения поставленной задачи      | 3     | Обзор научной литературы  | Инженер                       |
|  | 4     | Выбор методов исследования  | Инженер                       |
| Теоретические и экспериментальные исследования | 5     | Планирование эксперимента   | Инженер, научный руководитель |
|  | 6     | Подготовка материалов   | Инженер                       |
|  | 7     | Проведение эксперимента   | Инженер                       |
| Обобщение и оценка результатов                 | 8     | Обработка полученных данных   | Инженер                       |
|  | 9     | Оценка правильности полученных результатов                                | Инженер, Научный руководитель |
| Оформление отчета по НИР                       | 10    | Составление пояснительной записки   | Инженер                       |

### 4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления бюджета.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (4.1)$$

где – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{min}i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой  $i$ -ой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (4.2)$$

где – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

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

### 4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (4.3):

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (4.3)$$

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

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

$k_{кал}$  – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (4.4)$$

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

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

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

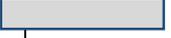
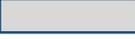
Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 4.9

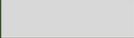
Таблица 4.9 – Временные показатели проведения научного исследования

| Название работы  | Трудоёмкость работ  |       |                     |       |                      |       | Длительность работ в рабочих днях<br>$T_{pi}$ | Длительность работ в календарных днях<br>$T_{ki}$ |
|--|---------------------|-------|---------------------|-------|----------------------|-------|---|---|
|  | $t_{min}$ , чел-дни |       | $t_{max}$ , чел-дни |       | $t_{ожгi}$ , чел-дни |       |   |   |
|  | Исп.1               | Исп.2 | Исп.1               | Исп.2 | Исп.1                | Исп.2 |   |   |
| 1  | 2                   | 3     | 4                   | 5     | 6                    | 7     | 8   | 9   |
| 1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика | 3                   | -     | 5                   | -     | 3,8                  | -     | 3,8   | 6   |
| 2. Календарное планирование выполнения НИР                                   | 2                   | 2     | 3                   | 4     | 2,4                  | 2,8   | 2,6   | 4   |
| 3. Обзор научной литературы  | -                   | 7     | -                   | 9     | -                    | 7,8   | 7,8   | 12  |
| 4. Выбор методов исследования  | -                   | 2     | -                   | 4     | -                    | 2,8   | 2,8   | 4   |
| 5. Планирование эксперимента   | 2                   | 5     | 3                   | 7     | 2,4                  | 5,8   | 4,1   | 6   |
| 6. Подготовка материалов   | -                   | 5     | -                   | 7     | -                    | 5,8   | 4,8   | 7   |
| 7. Проведение эксперимента   | -                   | 13    | -                   | 19    | -                    | 15,4  | 15,4  | 23  |
| 8. Обработка полученных данных   | -                   | 8     | -                   | 12    | -                    | 9,6   | 9,6   | 15  |
| 9. Оценка правильности полученных результатов                                | 1                   | 2     | 3                   | 4     | 1,8                  | 2,8   | 2,8   | 4   |
| 10. Составление пояснительной записки  |                     | 10    |                     | 12    | -                    | 10,8  | 10,8  | 16  |
| <b>Итого:</b>  | 7                   | 48    | 14                  | 73    | 9,8                  | 58    | 62,8  | 94  |

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – инженер.

Таблица 4.10 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

| № оп. | Вид работы  | Исполнитель  | Т <sub>к</sub> , день | Продолжительность выполнения работ  |   |   |   |
|-------|---|--------------|-----------------------|---|---|---|---|
|       |   |              |                       | Февраль   | Март  | Апрель  | Май   |
| 01    | Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика | Исп1         | 6                     |   |   |   |   |
| 02    | Календарное планирование выполнения ВКР                                   | Исп1<br>Исп2 | 4                     |  |   |   |   |
| 03    | Обзор научной литературы  | Исп2         | 12                    |  |   |   |   |
| 04    | Выбор методов исследования  | Исп2         | 4                     |   |  |   |   |
| 05    | Планирование эксперимента   | Исп1<br>Исп2 | 6                     |   |  |   |   |
| 06    | Подготовка материалов   | Исп2         | 7                     |   |  |   |   |
| 07    | Проведение эксперимента   | Исп2         | 23                    |   |   |    |   |
| 08    | Обработка полученных данных   | Исп2         | 15                    |   |   |  |   |
| 09    | Оценка правильности полученных результатов                                | Исп1<br>Исп2 | 4                     |   |   |   |  |
| 10    | Составление пояснительной записки   | Исп2         | 16                    |   |   |   |  |

Примечание:  - Научный руководитель  - Инженер

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта( таблица 4.10).

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм( гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в виде таблицы с разбивкой по месяцам и декадам за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

### **4.3 Бюджет научного исследования**

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице.

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме. Количество потребных материальных ценностей определяется по нормам расхода.

В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды( страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

### 4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты - это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Данная часть включает затраты всех материалов, используемых при разработке и сборки установки для нанесения защитных покрытий на статорные листы. Собранны данные для разрабатываемой установки представлены в таблице 4.11

### 4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (4.5)$$

где  $n$  – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m, \quad (4.6)$$

где  $I$  – итоговая сумма, тыс. руб.;  $m$  – время использования, мес.

Таблица 4.12 – Затраты на оборудование

| № п.п         | Наименование оборудования | Кол-во, шт | Срок полезного использования, лет | Время использования, мес. | $H_a$ , % | Цена единицы оборудования, тыс.руб. | Амортизация, руб |
|---------------|---------------------------|------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------|-------------------------------------|------------------|
| 1             | ПЭВМ                      | 1          | 3                                 | 3                         | 33        | 30                                  | 2475             |
| <b>Итого:</b> |                           |            |                                   |                           |           |                                     | <b>2475руб.</b>  |

Таблица 4.11 - Сырье, материалы, комплектующие изделия.

| №   | Наименование  | КОД                     | Кол. | Цена за единицу,<br>руб/шт | Сумма, руб |
|---|---|-------------------------|------|----------------------------|------------|
| 01. Редуктор (ИШНПТ-4АМ9К011.01.01 СБ)                |   |                         |      |                            |            |
| 1   | 01.01.Крышка  | ИШНПТ-4АМ9К011.01.01.01 | 1    | 400                        | 400        |
| 2   | 01.02.Основание   | ИШНПТ-4АМ9К011.01.01.02 | 1    | 2700                       | 2700       |
| 3   | 01.03.Крышка  | ИШНПТ-4АМ9К011.01.01.03 | 2    | 8                          | 16         |
| 4   | 01.04.Крышка  | ИШНПТ-4АМ9К011.01.01.04 | 2    | 11                         | 22         |
| 5   | 01.05.Кольцо  | ИШНПТ-4АМ9К011.01.01.05 | 2    | 1,4                        | 2,8        |
| 6   | 01.06.Шпонка  | ИШНПТ-4АМ9К011.01.01.06 | 1    | 0,2                        | 0,2        |
| 7   | 01.07.Шестерня  | ИШНПТ-4АМ9К011.01.01.07 | 1    | 490                        | 490        |
| 8   | 01.08.Колесо червячное  | ИШНПТ-4АМ9К011.01.01.08 | 1    | 3800                       | 3800       |
| 9   | 01.09.Червяк  | ИШНПТ-4АМ9К011.01.01.09 | 1    | 1800                       | 1800       |
| 10  | 01.10.Прокладка   | ИШНПТ-4АМ9К011.01.01.10 | 1    | 16,8                       | 16,8       |
| 11  | 01.11.Прокладка   | ИШНПТ-4АМ9К011.01.01.11 | 4    | 16,8                       | 67,2       |
| 12  | 01.12.Ось   | ИШНПТ-4АМ9К011.01.01.12 | 1    | 700                        | 700        |
| 02. Подставка под двигатель (ИШНПТ-4АМ9К011.01.02 СБ) |   |                         |      |                            |            |
| 13  | 02.01.Рама  | ИШНПТ-4АМ9К011.01.02.01 | 1    | 3500                       | 3500       |
| 14  | 02.02 Плита   | ИШНПТ-4АМ9К011.01.02.02 | 1    | 1500                       | 1500       |
| 03. Стол (ИШНПТ-4АМ9К011.01.03 СБ)                    |   |                         |      |                            |            |
|   | 03.01.Каркас  | ИШНПТ-4АМ9К011.01.03.01 |      |                            |            |
| 15  | Уголок $\frac{Б-32 \times 32 \times 3 \text{ ГОСТ } 8509-72}{Ст3сп \text{ ГОСТ } 535-72}$ ;<br>- l=800мм; |                         | 2    | 1040                       | 2080       |
| 16  | - l=700мм;  |                         | 2    | 910                        | 1820       |
| 17  | - l=794мм;  |                         | 2    | 1040                       | 2080       |
| 18  | - l=694мм;  |                         | 2    | 910                        | 1820       |
| 19  | - l=753мм.  |                         | 1    | 1040                       | 2080       |

## Продолжение таблицы 4.11

|  |                       |                         |   |       |       |
|--|-----------------------|-------------------------|---|-------|-------|
| 20   | 03.02 Плита           | ИШНПТ-4АМ9К011.01.03.02 | 1 | 2300  | 2300  |
| 04. Валик смазки (ИШНПТ-4АМ9К011.01.04 СБ) |                       |                         |   |       |       |
| 21   | 04.01.Валик           | ИШНПТ-4АМ9К011.01.04.01 | 1 | 8000  | 8000  |
| 22   | 04.02 Валик резиновый | ИШНПТ-4АМ9К011.01.04.02 | 1 | 4000  | 4000  |
| 05. Валик (ИШНПТ-4АМ9К011.01.05 СБ)        |                       |                         |   |       |       |
| 23   | 05.01.Валик           | ИШНПТ-4АМ9К011.01.05.01 | 1 | 15000 | 1500  |
| 24   | -Леска капроновая     |                         |   |       |       |
| Комплекующие:                              |                       |                         |   |       |       |
| 25   | 06. Крышка            | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.06 | 1 | 4000  | 4000  |
| 26   | 07. Планка левая      | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.07 | 1 | 5200  | 5200  |
| 27   | 08. Планка правая     | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.08 | 1 | 5200  | 5200  |
| 28   | 09. Ванна             | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.09 | 1 | 25000 | 25000 |
| 29   | 10. Винт              | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.10 | 2 | 15    | 30    |
| 30   | 11. Гайка             | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.11 | 8 | 30    | 240   |
| 31   | 12. Шпилька           | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.12 | 4 | 200   | 800   |
| 32   | 13. Заглушка          | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.13 | 2 | 1300  | 2600  |
| 33   | 14. Плита             | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.14 | 1 | 1200  | 1200  |
| 34   | 15. Шпилька           | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.15 | 4 | 200   | 800   |
| 35   | 16. Втулка            | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.16 | 1 | 790   | 790   |
| 36   | 17. Втулка            | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.17 | 1 | 790   | 790   |
| 37   | 18. Шестерня          | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.18 | 2 | 1400  | 2800  |
| 38   | 19. Шестерня          | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.19 | 2 | 1400  | 2800  |
| 39   | 41. Плита подкладная  | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.41 | 1 | 2300  | 2300  |
| 40   | 42. Полумуфта         | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.42 | 1 | 1200  | 1200  |

Продолжение таблицы 4.11

|                   |                                      |                         |    |      |      |
|-------------------|--------------------------------------|-------------------------|----|------|------|
| 41                | 43. Полумуфта                        | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.43 | 1  | 1200 | 1200 |
| 42                | 44. Винт                             | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.44 | 4  | 30   | 120  |
| 43                | 45. Втулка                           | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.45 | 4  | 250  | 1000 |
| 44                | 46. Прокладка                        | ИШНПТ-4АМ9К011.01.00.46 | 1  | 16,8 | 16,8 |
| Покупные изделия: |                                      |                         |    |      |      |
| 45                | Электродвигатель 4ВР63А4 исп. ИМ108Х | -                       | 1  | 7980 | 7980 |
| 46                | Подшипник 80018 ГОСТ 7242-81         | -                       | 8  | 55   | 440  |
| 47                | Подшипник 101 ГОСТ 8338-75           | -                       | 4  | 48   | 192  |
| 48                | Штифт 3г6х20 ГОСТ 3128-70            | -                       | 2  | 48   | 96   |
| 49                | Штифт 5г6х22 ГОСТ 3128-70            | -                       | 4  | 70   | 280  |
| 50                | Штифт 6f7х11 ГОСТ 3128-70            | -                       | 2  | 75   | 150  |
| 51                | Штифт 6гх14 ГОСТ 3128-70             | -                       | 2  | 75   | 15   |
| 52                | Болт М4-6гх18.48.016 ГОСТ 7805-70    | -                       | 4  | 3,9  | 15,6 |
| 53                | Болт М6-6гх18.48.019 г.7805-70       | -                       | 4  | 5,6  | 22,4 |
| 54                | Болт М6-6гх35.48.019 ГОСТ 7805-70    | -                       | 2  | 17,7 | 35,4 |
| 55                | Болт М8-6гх.30.48.019 ГОСТ 7805-70   | -                       | 10 | 14,2 | 142  |
| 56                | Болт М10-6гх50.48.019 ГОСТ 7805-70   | -                       | 4  | 42,5 | 170  |
| 57                | Винт М5-6гх12.48.019 ГОСТ 1491-80    | -                       | 8  | 2,3  | 18,4 |
| 58                | Винт М6-6гх12.23.05 ГОСТ 1476-93     | -                       | 1  | 12,9 | 12,9 |
| 59                | Винт М6-6гх22.48.019 ГОСТ 17475-80   | -                       | 4  | 2,1  | 8,4  |
| 60                | Винт М6-6гх25.48.019 ГОСТ 1491-80    | -                       | 22 | 2,3  | 50,6 |

Продолжения таблицы 4.11

|               |                                       |   |    |      |                  |
|---------------|---------------------------------------|---|----|------|------------------|
| 61            | Гайка М4-6Н.5.016 ГОСТ ISO 4032-2014  | - | 4  | 0,95 | 3,8              |
| 62            | Гайка М6-6Н.5.019 ГОСТ ISO 4032-2014  | - | 32 | 1,8  | 57,6             |
| 63            | Гайка М8-6Н.5.019 ГОСТ ISO 4032-2014  | - | 10 | 2    | 20               |
| 64            | Гайка М10-6Н.5.019 ГОСТ ISO 4032-2014 | - | 4  | 4    | 16               |
| 65            | Гайка М12-6Н.5.019 ГОСТ ISO 4032-2014 | - | 8  | 7,3  | 58,4             |
| 66            | Шайба 4.01.016 ГОСТ 11371-68          | - | 4  | 0,4  | 0,16             |
| 67            | Шайба 6.01.019 ГОСТ 11371-68          | - | 30 | 0,85 | 25,5             |
| 68            | Шайба 8.01.019 ГОСТ 11371-68          | - | 10 | 1,3  | 13               |
| 69            | Шайба 12.01.019 ГОСТ 11371-68         | - | 8  | 4,4  | 35,2             |
| <b>Итого:</b> |                                       |   |    |      | <b>104040, 2</b> |

### 4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (4.7)$$

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

$Z_{доп}$  - дополнительная заработная плата

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя и инженера(магистранта) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (4.8)$$

где,  $Z_{осн}$  - основная заработная плата одного работника;

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

$Z_{дн}$  - среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата ( $Z_{дн}$ ) рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (4.9)$$

где,  $Z_m$  - месячный должностной оклад работника, руб;

$M$  - количество месяцев работы без отпуска в течение года;

- при отпуске в 24 раб. дня  $M=11,2$  месяца, 5-дневная неделя( для инженера);

- при отпуске в 48 раб. дней  $M=10,4$  месяца, 6-дневная неделя( для руководителя);

$F_d$  - действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 4.13 – Баланс рабочего времени исполнителей

| Показатели рабочего времени                  | Руководитель | Инженер |
|--|--------------|---------|
| Календарное число дней                       | 365          | 365     |
| Количество нерабочих дней                    | 52/14        | 104/14  |
| - выходные дни                               |              |         |
| - праздничные дни                            |              |         |
| Потери рабочего времени                      | 65/5         | 30/10   |
| - отпуск                                     |              |         |
| - невыходы по болезни                        |              |         |
| Действительный годовой фонд рабочего времени | 248          | 231     |

Месячный должностной оклад работника ( $Z_M$ ):

$$Z_M = Z_б \cdot (1 + k_{пр} + k_д)k_p, \quad (4.10)$$

где,  $Z_б$  – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент (определяется Положением об оплате труда);

$k_д$  - коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях: за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия - определяется Положением об оплате труда)

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска)

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 3.14.

Таблица 4.14 - Расчет основной заработной платы

| Исполнители  | $Z_б$ | $k_{пр}$ | $k_д$ | $k_p$ | $Z_M$    | $Z_{дн}$ | $T_{раб}$ | $Z_{осн}$   |
|--------------|-------|----------|-------|-------|----------|----------|-----------|-------------|
| Руководитель | 23264 | 1,2      | 1,1   | 1,3   | 45 364,8 | 1 902,4  | 9,8       | 18<br>643,5 |
| Инженер      | 14874 | 1,2      | 1,1   | 1,3   | 29 004,3 | 1 406,3  | 58        | 81<br>565,4 |

#### 4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата ( $Z_{доп}$ ) рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (4.11)$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15);

$Z_{осн}$  - основная заработная плата.

Таблица 4.15 - Заработная плата исполнителей НТИ

| Заработная плата          | Руководитель | Магистрант | Итого            |
|---------------------------|--------------|------------|------------------|
| Основная заработная плата | 18 643,5     | 81 565,4   | <b>100 208,9</b> |
| Дополнительная зарплата   | 2 796,5      | 12 234,8   | <b>15 031,3</b>  |

#### 4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (4.12)$$

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

$$K_{\text{внеб}} = 30\%$$

$$C_{\text{внеб}} = 0,3 \cdot 115240,2 = 34\,572,1 \text{ руб}$$

#### 4.3.6 Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 - 90 % от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала данной научно-технической организации.

Величина накладных расходов определяется по формуле

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей}1 \div 5) \cdot k_{\text{пр}}, \quad (4.13)$$

где  $k_{\text{пр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,16.

$$C_{\text{накл}} = 0,16 \cdot 256\,327,5 = 41\,012,4 \text{ руб}$$

### 4.3.7 Бюджетная стоимость НИР

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости проведения исследований.

Все данные сведены в таблицу 4.16

Таблица 4.16 - Группировка затрат по статьям

| Наименование статей затрат                                      | Сумма,руб  |
|---|------------|
| Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты              | 104 040, 2 |
| Затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ | 2475       |
| Основная заработная плата                                       | 100 208,9  |
| Дополнительная заработная плата                                 | 15 031,3   |
| Отчисления на социальные нужды                                  | 34 572,1   |
| Накладные расходы   | 41 012,4   |
| Итоговая плановая себестоимость                                 | 297 339,9  |

#### 4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

**4.4.1 Интегральный показатель финансовой эффективности** научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета( как знаменатель), с которым соотносится финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Определим значения показателя для разрабатываемой технологии и аналогов, приведенных в пункте 3.1.1 данной работы.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.14)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{ri}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 297\,339,9$  руб,  $\Phi_{\text{исп.2}} = 459\,509,3$  руб,  $\Phi_{\text{max}} = 550\,309,7$  руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тек.пр.}} = \frac{\Phi_{\text{тек.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{297\,339,9}{550\,309,7} = 0,54$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{459\,509,3}{550\,309,7} = 0,83$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по двум вариантам разработки проектируемый вариант считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Рыночная цена подобных существующих установок на рынке 459 509,3 руб (берется усредненное значение).

Разрабатываемая технология подразумевает уменьшение количества отходов и количества комплектующих.

**4.4.2 Интегральный показатель ресурсоэффективности** вариантов выполнения НИР() определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра( таблица 4.17).

Таблица 4.17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

| <b>Объект исследования</b><br><b>Критерии</b> | <b>Весовой коэффициент параметра</b> | <b>Текущий проект</b> | <b>Исп.2</b> |
|---|--------------------------------------|-----------------------|--------------|
| 1. Безопасность при использовании установки   | 0,3                                  | 5                     | 4            |
| 2. Стабильность работы                        | 0,2                                  | 4                     | 4            |
| 3. Удобство в эксплуатации                    | 0,25                                 | 5                     | 3            |
| 4. Энергосбережение                           | 0,15                                 | 5                     | 5            |
| 5. Материалоёмкость                           | 0,15                                 | 5                     | 4            |
| <b>ИТОГО</b>                                  | <b>1</b>                             | <b>4,45</b>           | <b>3,9</b>   |

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 = 5,05$$

$$I_{p2} = 0,3 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,1$$

#### **4.4.3 Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки**

Вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр}}$$

(4.15)

$$I_{исп.1} = \frac{5,05}{0,54} = 9,4, \quad I_{исп.2} = \frac{4,1}{0,83} = 4,9$$

Интегральный показатель эффективности определяет расчетную сравнительную эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp1} = \frac{I_i}{I_1} \quad (4.16)$$

$$\mathcal{E}_{cp.1} = \frac{9,4}{9,4} = 1, \mathcal{E}_{cp.1} = \frac{4,9}{9,4} = 0,5$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 4.18).

Таблица 4.18 – Сравнительная эффективность разработки

| <b>№ п/п</b> | <b>Показатели</b>                                       | <b>Текущий проект</b> | <b>Исп.2</b> |
|--------------|---|-----------------------|--------------|
| 1            | Интегральный финансовый показатель разработки           | 0,54                  | 0,83         |
| 2            | Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 5,05                  | 4,1          |
| 3            | Интегральный показатель эффективности                   | 9,4                   | 4,9          |
| 4            | Сравнительная эффективность вариантов исполнения        | 1                     | 0,5          |

### **Выводы по разделу:**

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество календарных дней для выполнения работ составляет 87 дней; общее количество рабочих дней, в течение которых работал инженер, составляет 58 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 9,8 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 297 339,9 руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,54, что является показателем того, что ИР является относительно выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 5,05, по сравнению с 4,1;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 9,4, по сравнению с 4,9, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

|               |                         |
|---------------|-------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>              |
| 4АМ9К         | Кузьминых Елене Юрьевне |

|                            |              |                                  |                               |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|-------------------------------|
| <b>Школа</b>               | ИШНПТ        | <b>Отделение (НОЦ)</b>           | Отделение<br>материаловедения |
| <b>Уровень образования</b> | Магистратура | <b>Направление/специальность</b> | 15.04.01<br>Машиностроение    |

Тема ВКР:

|  |   |
|--|---|
| Разработка установки для нанесения покрытий на статорные листы   |   |
| <b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>   |   |
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения   | Объектом исследования является разработка нового оборудования в АО НПЦ «Полюс» по производству деталей, сборочных изделий.<br>Установка для нанесения покрытий на листы. Статорный лист. Лист 0,27-Н-2-ТО-А 2421 ГОСТ 21427.2-83.<br>Покрытие – клей ВС10-Т ГОСТ 22345 – 77. Автоматизация создания статора, элемента двигателя, путем улучшения отдельных элементов. В статор входят порядком 1000 и более статорных листов. |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:   |   |
| <b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b><br>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;<br>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. | Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНИПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе);  |
| <b>2. Производственная безопасность:</b><br>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов<br>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия  | Параметры анализа:<br>1. микроклимат;<br>2. наличие вредных веществ;<br>3. производственный шум;<br>4. недостаточная освещенность рабочего места;<br>5. электрическая безопасность;<br>6. движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования   |
| <b>3. Экологическая безопасность:</b>  | – анализ воздействия объекта на окружающую среду (сбросы, выбросы, отходы);<br>– влияние на атмосферу, литосферу, гидросферу;   |

|  |   |
|--|---|
|  | – мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду.  |
| <b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> | Защита в чрезвычайных ситуациях:<br>-природные явления;<br>-аварии;<br>-пожарная и взрывная безопасность;<br>-и др. |

|  |            |
|--|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 22.03.2021 |
|--|------------|

**Задание выдал консультант:**

| Должность  | ФИО                              | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--|----------------------------------|------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель<br>отделения<br>общетехнических<br>дисциплин | Скачкова Лариса<br>Александровна |                        |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                     | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------|---------|------|
| 4АМ9К  | Кузьминых Елена Юрьевна |         |      |

## **5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **Введение**

В результате широкой механизации автоматизации промышленности на современных предприятиях ликвидировано большинство тяжелых и опасных профессий. Производственный травматизм вследствие этого постоянно снижается. Улучшение условий труда, повышение его безопасности влияют на результаты производства – на производительность труда, качество и себестоимость выпускаемой продукции.

Производительность повышается за счет сохранения здоровья и работоспособности человека, экономии живого труда путем повышения уровня использования рабочего времени, продление периода активной трудовой деятельности человека. Улучшение условий труда и его безопасность приводят к снижению производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Это сохраняет здоровье трудящихся и одновременно приводит к уменьшению затрат на оплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда, на оплату последствий такой работы (временный или постоянной нетрудоспособности), на лечение, переподготовку кадров по причинам, связанным с условиями труда.

#### **5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Регулирование трудовых отношений в соответствии с Конституцией РФ осуществляется: трудовым законодательством, состоящим из Трудового кодекса, иных федеральных законов и законов субъектов РФ, содержащих нормы трудового права; иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права.

Работодатели предприятий и организаций принимают локальные нормативные акты, содержащие нормы трудового права, в пределах своей компетенции и учитывают мнение представительного органа работников (при наличии такого представительного органа).

К этому относится:

Раздел X. Охрана труда

Глава 33. Общие положения

Статья 209. Основные понятия

Статья 210. Основные направления государственной политики в области охраны труда

Глава 34. Требования охраны труда

Статья 211. Государственные нормативные требования охраны труда

Статья 212. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда

Статья 213. Медицинские осмотры некоторых категорий работников

Статья 214. Обязанности работника в области охраны труда

Статья 215. Соответствие производственных объектов и продукции государственным нормативным требованиям охраны труда

Глава 35. Организация охраны труда

Статья 216. Государственное управление охраной труда

Статья 216.1. Государственная экспертиза условий труда

Статья 217. Служба охраны труда в организации

Статья 218. Комитеты( комиссии) по охране труда

Глава 36. Обеспечение прав работников на охрану труда

Статья 219. Право работника на труд в условиях, отвечающих требованиям охраны труда

Статья 220. Гарантии права работников на труд в условиях, соответствующих требованиям охраны труда

Статья 221. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты

Статья 222. Выдача молока и лечебно-профилактического питания

Статья 223. Санитарно-бытовое обслуживание и медицинское обеспечение работников

Статья 224. Дополнительные гарантии охраны труда отдельным категориям работников

Статья 225. Обучение в области охраны труда

Статья 226. Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда

Статья 227. Несчастные случаи, подлежащие расследованию и учету

Статья 228. Обязанности работодателя при несчастном случае

Статья 228.1. Порядок извещения о несчастных случаях

Статья 229. Порядок формирования комиссий по расследованию несчастных случаев

Статья 229.1. Сроки расследования несчастных случаев

Статья 229.2. Порядок проведения расследования несчастных случаев

Статья 229.3. Проведение расследования несчастных случаев

государственными инспекторами труда

Статья 230. Порядок оформления материалов расследования несчастных случаев

Статья 230.1. Порядок регистрации и учета несчастных случаев на производстве

Статья 231. Рассмотрение разногласий по вопросам расследования, оформления и учета несчастных случаев

Также учитываем, что в настоящее время внедрена и занимает главенствующее место в нормативно-технологической документации по охране труда – ССБТ (система стандартов безопасности труда). ССБТ составная часть государственной системы стандартизации и представляет собой комплекс взаимосвязанных стандартов, направленных на обеспечение безопасных условий труда, сохранения здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

1. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы . Классификация.

2. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

3. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

4. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
5. ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования.
6. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
7. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
8. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
9. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
10. ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
11. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
12. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
13. ГОСТ 12.3.002-2014 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
14. ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
15. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
16. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
17. Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
18. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.

19. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
20. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
21. СанПиН 2.2.4.3359–16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.
22. СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности НРБ–99/2009.
23. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
24. СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
25. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.
26. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003
27. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*
28. Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ, Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
29. Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда" (с изменениями и дополнениями).

Выше указанные документы должны применяться на реальном производстве, для создания нового оборудования. Следующие будут включать в себя не только указания для сборки изделия, но и должны включать и охрану труда, и документы, устанавливающие условия для непосредственного создания установки. Необходимо также помнить о защите окружающей среды.

Совокупность такого количества документов объясняется просто, любое наукоемкое предприятие при создании нового оборудования использует не только документы по технологическим показателям, но также необходимо

установить безопасность и для людей, и для окружающей среды. Так как, казалось бы, зачем нормативы по установлению для освещенности, для этой установки, ведь она автоматизирована, и может работать без света. Но, даже иные показатели освещенности очень влияют на оператора, а отсюда погрешность, усталость, человеческий фактор, и соответственно, будет меняться погрешность установки, травмы на производстве, и другие последствия, которые могут нести за собой очень критичные последствия.

Создание нового оборудования очень опасное мероприятие. Важно обеспечить безопасность сотрудников. Так как установка автоматизирована, необходимо учитывать и тот фактор, что усталость за настройкой такого оборудования, тоже может нести негативные последствия. Установка габаритная. Очень много факторов, которых необходимо ввести сразу, в процессе проектирования данного изделия.

В этом и есть отличие трудоемкого предприятия, перечень документов будет намного выше, чем у того же бережного предприятия. Необходимо обеспечить безопасность сотрудников, в том числе и юридической, человек не должен перерабатывать, здесь выступает охрана труда. Необходимо обеспечить условия труда, так как, недостаточные условия, также негативно скажутся на сотрудниках, и далее на установке. Установка, нелегкая, в плане, вредных условий. Отсюда и следующие документы.

Имеем дело с двигателями, необходимы документы об электробезопасности, установка проектируемая, поэтому перечень документов будет возрастать. Требования выше, чем к массовому производству, подобных установок. Создание установки требует изготовления каждой детали, входящей в установку. Отсюда еще перечень инструкций, которые необходимо обеспечить, так как мы имеем дело, не с созданием каких-то определенных деталей, мы вводим целую конструкцию. Это сложнее, перечень документов, и этот недостаточен, прописаны здесь основные.

## 5.2 Производственная безопасность

В цехе, где находятся различные электроустановки, станки, а также используется СОЖ и различные смазывающие масла, могут быть следующие вредные факторы, а именно - наличие: непригодного микроклимата, вредных веществ, производственного шума, неправильной или недостаточной освещенности, электрическая опасность, движущиеся машины и механизмы.

Таблица 5.1 - Опасные и вредные производственные факторы.  
Классификация. ГОСТ 12.0.003-2015

| Факторы<br>(ГОСТ 12.0.003-2015)  | Этапы работ |         |              | Нормативные<br>документы  |
|--|-------------|---------|--------------|---|
|  | Ошибка!     | Ошибка! | Эксплуатация |   |
| 1.Отклонение показателей микроклимата  | +           | +       | +            | ГОСТ 12.1.005-88. Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений<br><br>ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны |
| 2. Опасность и вредность воздействия газовых компонентов (включая пары), загрязняющих чистый природный воздух примесей |             | +       | +            |   |
| 3. Превышение уровня шума  |             | +       | +            | Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002.<br><br>Нормы освещенности по СНиП 23-05-95 для «Механических, инструментальных цехов, отделений, участков, цеха оснастки ОТК.   |
| 4.Недостаточная освещенность рабочей зоны  | +           | +       | +            |   |
| 5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека           |             | +       | +            | ГОСТ 12.1.030-81.<br>Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.   |
| 6.Движущиеся машины и механизмы  |             | +       | +            | ГОСТ12.4.026-76. знаки безопасности   |

### **5.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов при сборке установки для нанесения покрытий на статорные листы**

#### *Отклонение показателей микроклимата*

Микроклимат в производственном цеху определяется такими параметрами как:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре в помещении происходит повышенный приток крови к поверхности тела, обильное потоотделение и, вследствие, потеря жидкости организмом. При низкой температуре на рабочем месте, приток крови к поверхности тела замедляется, повышается вероятность переохлаждения организма. В обоих случаях снижается работоспособность и внимание, что может привести к несчастному случаю.

Повышенная влажность воздуха ( $\phi > 85\%$ ) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ( $\phi < 20\%$ ) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять меры по недопущению чрезмерного охлаждения помещения через окна и двери и проезды. (установка пластиковых окон, утепление дверей, установка воздушных завес). В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей (установка жалюзи), возможность проветривания помещения.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к обслуживанию металлообрабатывающих

станков, относится к категории средних работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Требования к микроклимату

| Период года | Категория работы | Температура, °С | Относительная влажность, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------------|
| Холодный    | средняя          | 19 – 24         | 15 - 75                    | ≤ 0.1                          |
| Теплый      | средняя          | 20 - 28         | 15 - 75                    | ≤ 0.2                          |

Одними из главных мероприятий по достижению оптимального микроклимата и состава воздуха в производственных цехах являются правильный воздухообмен в помещении

#### *Вредные вещества*

Основными вредными веществами в металлообрабатывающем цехе являются технологические масла (ТС), и смазывающе-охлаждающая жидкость (СОЖ).

Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей.

Загрязненность рабочей зоны мелкой стружкой и пылью обрабатываемого материала.

Следствием этого может быть травма глаз и легочные заболевания (пневмокониозы), вызванные длительным воздействием пыли на органы дыхания.

Пары этих жидкостей не должны превышать норм содержания в воздухе гигиенических нормативов «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», утвержденным Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003г.

Таблица 5.3 - Токсичность приоритетных компонентов СОЖ и продуктов их термоокислительной деструкции

| Вещества          | ПДК, мг/м <sup>3</sup> | Класс опасности |
|-------------------|------------------------|-----------------|
| Акриловая кислота | 5,0                    | 3               |
| Акролеин          | 0,2                    | 2               |
| Аммиак            | 20                     | 4               |
| Ацетон            | 200                    | 4               |
| Бутадиен          | 100                    | 4               |
| Бутилакрилат      | 10                     | 3               |
| Винилацетат       | 0,2                    | 2               |
| Гексахлорэтан     | 0,08                   | 1               |
| Дихлорэтан        | 10                     | 2               |
| Метанол           | 5,0                    | 3               |
| Метатиол          | 0,8                    | 2               |
| Метилакрилат      | 5,0                    | 3               |
| Метилпропионат    | 10,0                   | 3               |
| Масляный альдегид | 5,0                    | 3               |
| Метилметакрилат   | 0,7                    | 2               |
| Минеральное масло | 5,0                    | 3               |
| Метилнафталин     | 20,0                   | 4               |
| Меркаптап         | 0,1                    | 1               |
| Сероуглерод       | 10,0                   | 2               |
| Сера              | 6,0                    | 4               |
| Свинец            | 0,01                   | 1               |
| Сернистый газ     | 10,0                   | 3               |
| Нитрит натрия     | 5,0                    | 3               |
| Тетрахлорэтан     | 5,0                    | 3               |
| Трихлорэтан       | 20,0                   | 4               |
| Тетрахлорметан    | 20,0                   | 2               |
| Углерод оксид     | 20,0                   | 4               |
| Уксусная кислота  | 5,0                    | 3               |
| Фенол             | 0,3                    | 2               |
| Формальдегид      | 0,8                    | 2               |
| Этанол            | 1000                   | 4               |
| Этилметакрилат    | 0,048                  | 1               |

### *Превышение уровня шума*

ПДУ шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 85 дБА.

Основные источники шума при работе оборудования:

- двигатели приводов;
- зубчатые передачи;
- подшипники качения;
- неуравновешенные вращающиеся части станка;
- силы инерции, возникающие из-за движения деталей механизмов станка с переменными ускорениями;
- трение и соударение деталей в сочленениях вследствие неизбежных зазоров;

Например, при обработке детали на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на станочника оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением инструмента об обрабатываемые материалы, а также шум, возникающий при работе станков. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника.

Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования, а это приводит к тяжелым различным травмам.

### *Недостаточная освещенность рабочей зоны*

Нормы освещенности по СНиП 23-05-95 для «Механических, инструментальных цехов, отделений, участков, цеха оснастки ОТК. (Г-0.8)» составляют 300 люкс.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда. При работе на станках недостаточная освещенность рабочего места и производственного помещения в целом приводит к ослаблению зрения и общей утомляемости рабочего.

#### *Повышенное значение напряжения в электрической цепи*

Электробезопасность представляет собой систему мер и мероприятий, направленных на защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока.

Электроустановки разделяют по напряжению: с напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В, с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

Механический цех можно отнести к помещениям с повышенной опасностью, в котором существуют такие условия как: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.)

Наличие разветвленной цепи электропроводки, некачественная изоляция. Неправильная эксплуатация электрооборудования могут привести к электротравмам или травмам со смертельным исходом.

Движущиеся механизмы и их составные части – это опасный производственный фактор, который опасен возможностью получения механической травмы в результате контакта движущейся части механизма с человеком.

Условия существования или возникновения потенциальной опасности воздействия движущегося механизма на человека можно рассмотреть как:

1. Предусмотренные технологическим процессом (например, работа с подъемно-транспортным оборудованием, станками, прессами, и т.д.).

2. Приводящие к опасности из-за ошибок в монтаже и конструкции объекта( например, обрывы конструктивных элементов и их падение, разрушение от коррозии и т.п.).

3. Возникающие при каком–либо изменении технологического процесса или применении другого типа оборудования.

4. Человеческий фактор.

При работе на токарных, шлифовальных, фрезерных станках, используемых в данном технологическом процессе, возможен захват элементов одежды вращающимися частями станков. Следствием этого может быть тяжелая травма или смертельный исход.

При фрезеровании и точении деталей возможна вероятность отлета стружки в сторону рабочего места. В этом случае есть вероятность травм глаз и открытых частей тела.

Разрыв шлифовального круга, а также выкрашивание круга может привести к различным травмам у шлифовщика.

Слабое и ненадежное крепление инструментов (фрезы, резца, сверла) на станке может явиться причиной травм рук (ушибов, переломов) станочника.

#### **5.4 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя( работающего)**

Производственная санитария – это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на рабочих вредных производственных факторов. Для производства трубки охлаждения вредными факторами являются:

Одними из главных мероприятий по достижению оптимального микроклимата и состава воздуха в производственных цехах являются правильный воздухообмен в помещении

При проектировании систем отопления и вентиляции механических цехов основными вредными производственными факторами являются пары смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и технологических смазок (ТС), абразивная и металлическая пыль, выделяющиеся в процессе станочной обработки металлов резанием.

Отопление механических цехов следует предусматривать водяное, паровое, воздушное или с нагревательными приборами.

Местные вытяжные системы, удаляющие от станков пыль и аэрозоль СОЖ, должны быть отдельными и снабжены сепараторами с дренажными устройствами.

Средствами защиты вредных веществ могут служить:

- автоматизация технологического процесса;
- механическая вентиляция помещения;
- герметизация оборудования;
- СИЗ (респираторы, спецодежда, перчатки, защитные очки и др.)

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ:

- устранение причин шума или существенное его ослабление;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения.

Используют звукопоглощающие навесные элементы в районе потолка, элементы и панели в верхней части стен, а также звукопоглощающие напыления на стены и пол (звукопоглощающий, иглопробивной материал из пенополиэтилена и акустический войлок). Для виброизоляции – использование в станках виброизолирующих опор (пружинных и резиновых).;

- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения по цеху;

СИЗ:

- В качестве индивидуальных средств защиты от шума используют специальные наушники, вкладыши в ушную раковину, противошумные каски, защитное действие которых основано на изоляции и поглощении звука. (ГОСТ 12. 4. 011-89 ССБТ).

При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение. Необходимой мерой безопасности является освещение в соответствии с требованиями норм и правил СНиП 23-05-95 для общего освещения производственных помещений механических цехов рекомендуется применять общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 400 лк согласно СНиП II – 4 – 95. В нашем случае освещенность цеха комбинированная – сочетание общего освещения с местным источником света на рабочем месте. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности.

Для защиты персонала от поражающего действия электрического тока применяют специальные защитные средства.

Все изолирующие защитные средства делятся на:

- а) основные защитные средства;
- б) дополнительные защитные средства.

В электроустановках напряжением до 1000 вольт:

- электрические перчатки;
- инструмент с изолированными рукоятками;
- указатели напряжения.

Дополнительными называются такие защитные средства, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить безопасность от

напряжения током. Они являются дополнительной к основным средствам мерой защиты.

В электроустановках напряжением до 1000В:

- диэлектрические галоши;
- диэлектрические резиновые коврики;
- изолирующие подставки.

Основные и дополнительные защитные средства при всех операциях должны применяться совместно друг с другом.

Средства коллективной защиты в механическом цехе от поражающего действия тока:

*1. Защитное заземление* — принудительное соединение с землей оборудования, которые, обычно, не находятся под напряжением, но которые могут оказаться под напряжением в силу разных обстоятельств.

Назначение заземления — устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения частях электрооборудования.

Целью расчета защитного заземления является определение числа, размера и сопротивления заземляющих элементов.

Расчет защитного заземления: Для расчета заземляющего устройства необходимы следующие данные:

- сопротивление заземляющего устройства  $R_z$ , требуемое по нормам ПУЭ;
- удельное сопротивление грунта; - длина, диаметр и глубина расположения в грунте искусственных заземлителей;
- повышающий коэффициент  $k_p$ .

В соответствии с ПУЭ сопротивление заземляющего устройства  $R_z$  должно быть не более 4 Ом. Для мощности источников электроэнергии до 100 кВА  $R_z \leq 10$  Ом, а при токах замыкания на землю, более 500А  $R_z \leq 0.5$  Ом.

Удельное сопротивление грунта  $\rho$  зависит от характера грунта и его влажности. Данные об удельном сопротивлении для некоторых видов грунта и их влажности приведены в таблице 5.4

Таблице 5.4 – Удельное сопротивление грунта

| Вид грунта          | Удельное сопротивление грунта<br>$\rho$ , Ом·см·10 <sup>-4</sup> | Удельное сопротивление грунта<br>при влажности 10-20% к массе<br>грунта $\rho$ , Ом·см·10 <sup>-4</sup> |
|---------------------|--|---|
| Песок               | 4-7  | 7   |
| Каменистый<br>грунт | 1,5-4  | 3   |
| Суглинок            | 0,4-1,5  | 1,0   |
| Садовая земля       | 0,2-0,6  | 0,4   |
| Глина               | 0,08-0,7   | 0,4   |
| Чернозем            | 0,09-5,3   | 2,0   |
| Торф                | 0,1-0,3  | 0,2   |

На практике опытным путем замеряют заземление одиночного заземлителя, а по нему рассчитывают удельное сопротивление грунта. Для постоянных заземляющих устройств в качестве искусственных заземлителей используют стальные (газопроводные) трубы диаметром 40-60 мм или стержни из уголкового стали, забиваемые вертикально в грунт. Если вместо труб используют заземлители из уголкового стали, то для расчетов применяют так называемый эквивалентный диаметр  $d_{\text{э}}=0,95 \cdot b$ ,

где  $b$  – ширина стороны уголка.

Наиболее часто при устройстве искусственного заземления применяют вертикальные заземлители, которые забивают на расстоянии  $h = 0,5 - 0,8$  м от поверхности земли. На рис.5.1 приведена схема установки в земле вертикального одиночного трубчатого заземлителя.

При таком расположении заземлителей удастся в течение всего года иметь наиболее устойчивое значение сопротивления заземляющего

устройства, чем, например, при расположении в горизонтальном направлении заземлителей.

Диаметр трубы и глубину ее забивки выбирают в зависимости от характера грунта, руководствуясь экономическими соображениями. Влияние длины и глубины цилиндрического заземлителя показано на рис. 5.2 (грунт песчаный 50%-ной влажности).

Влияние диаметра заземлителя на сопротивление растеканию тока меньше, чем влияние, оказываемое глубиной забивки. Повышающий коэффициент  $k_p$  - это коэффициент, учитывающий глубину забивки одиночных заземлителей и влажность грунта, в среднем он может быть принят как  $k_p = 1,5$ .

По удельному сопротивлению грунта  $\rho$  и повышающему коэффициенту  $k_p$  находится расчетное удельное сопротивление грунта  $\rho_{расч} = k_p \cdot \rho$ , Ом·см.

Сопротивление растеканию одиночного заземлителя можно вычислить по формуле:

$$R_1 = \frac{0,366\rho_{расч}}{l} \left( \lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t+l}{4t-l} \right), \quad (5.1)$$

где  $\rho_{расч}$  - расчетное удельное сопротивление грунта, Ом·см;  $l$ ,  $d$  - длина и диаметр трубы одиночного заземлителя, см;  $t = l/2 + h$ , см (см. рис.5.1);  $h$  - глубина заложения трубы. Приближенное число заземлителей  $n' = R_1 / R_{доп}$ , где  $R_{доп}$  - нормируемое значение заземляющего устройства.

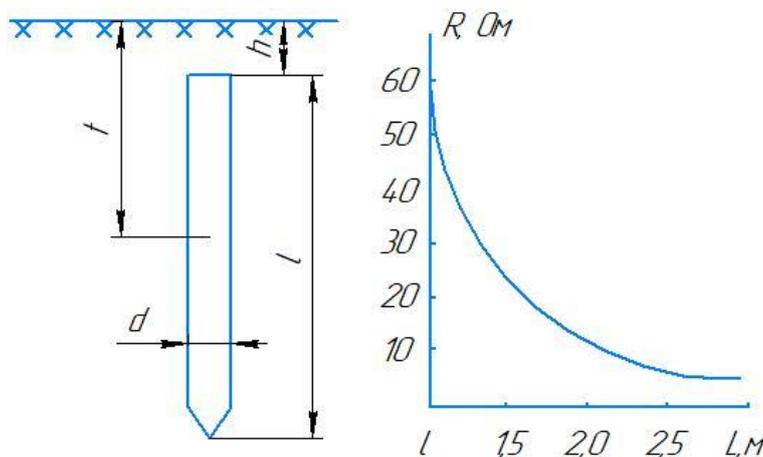


Рисунок 5.1

При определении фактического сопротивления растеканию тока для соединительной полосы между одиночными заземлителями необходимо учитывать коэффициент использования полосы  $\eta$  п.с., так как между соединительной полосой и трубами происходит взаимное экранирование.

Одиночные заземлители в групповом заземлителе могут быть расположены в ряд (рис. 5,а) или по контуру (рис. 5,б)

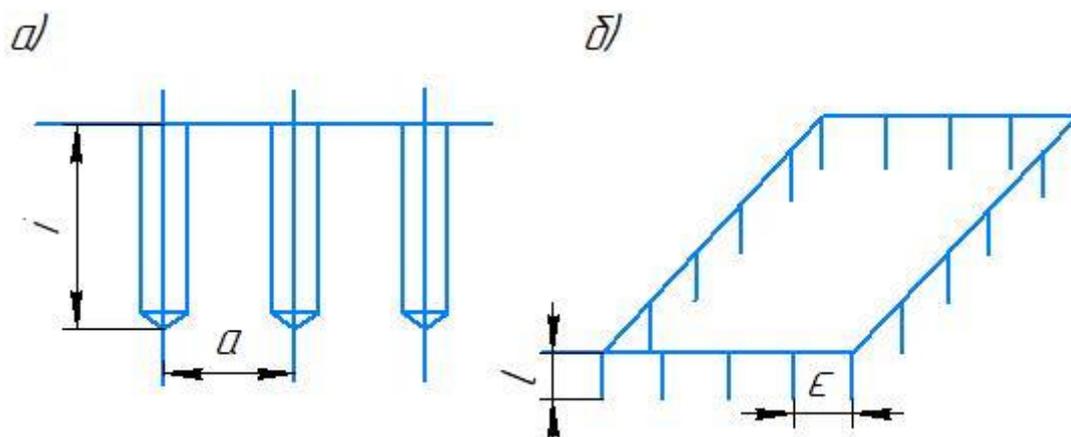


Рисунок 5.2 – Одиночные заземлители в групповом заземлителе

Коэффициенты использования  $\eta$  тр вертикальных стержневых заземлителей, расположенных в ряд или по контуру, можно определить из таблицы 5.5

Таблица 5.5 - Коэффициент использования  $\eta_{тр} = f(n, \frac{a}{l})$

| Число заземлителей, шт | Отношение расстояний между заземлителями к их длине( a/l) |      |      |            |      |      |
|------------------------|---|------|------|------------|------|------|
|                        | Размещение заземлителей                                   |      |      |            |      |      |
|                        | В ряд   |      |      | По контуру |      |      |
|                        | 1   | 2    | 3    | 4          | 5    | 6    |
| 2                      | 0,85  | 0,91 | 0,94 |            |      |      |
| 4                      | 0,73  | 0,83 | 0,89 | 0,69       | 0,78 | 0,85 |
| 6                      | 0,65  | 0,77 | 0,85 | 0,61       | 0,73 | 0,80 |
| 10                     | 0,59  | 0,74 | 0,81 | 0,55       | 0,68 | 0,76 |
| 20                     | 0,48  | 0,67 | 0,76 | 0,42       | 0,63 | 0,71 |
| 40                     |   |      |      | 0,41       | 0,58 | 0,66 |
| 60                     |   |      |      | 0,35       | 0,55 | 0,64 |
| 100                    |   |      |      | 0,30       | 0,52 | 0,62 |

В таблице 5.6 приведены значения коэффициентов использования  $\eta_{\Pi}$  п полос связи горизонтального полосового заземлителя, соединяющего вертикальные стержневые заземлители.

Таблица 5.6 - Коэффициент использования  $\eta_{\Pi}$

| Отношение расстояний между заземлителями к их длине | Число стержневых заземлителей n, шт |      |      |      |      |      |      |      |
|---|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | 2                                   | 4    | 6    | 10   | 20   | 40   | 60   | 100  |
|   | Заземлители размещены в ряд         |      |      |      |      |      |      |      |
| 1   | 0,85                                | 0,77 | 0,72 | 0,62 | 0,42 |      |      |      |
| 2   | 0,94                                | 0,89 | 0,84 | 0,75 | 0,56 |      |      |      |
| 3   | 0,96                                | 0,92 | 0,88 | 0,82 | 0,68 |      |      |      |
| Заземлители размещены по контуру                    |                                     |      |      |      |      |      |      |      |
| 1   |                                     | 0,45 | 0,40 | 0,34 | 0,27 | 0,22 | 0,20 | 0,19 |
| 2   |                                     | 0,55 | 0,48 | 0,40 | 0,32 | 0,29 | 0,27 | 0,23 |
| 3   |                                     | 0,70 | 0,64 | 0,56 | 0,45 | 0,39 | 0,36 | 0,33 |

Для нахождения коэффициентов использования труб предварительно задаются расположением труб в групповом заземлении (в ряд или по контуру), а далее принимают расстояние между трубами. При небольшом количестве труб (менее пяти) они располагаются в ряд, при большом - по контуру. Расстояние между трубами выбирают из соотношения  $1 \leq a \leq 3$ . (где  $a$  - расстояние между заземлителями)

По приближенному числу заземлителей  $n'$  по табл.6 определяют коэффициент использования труб. После этого находим число труб  $n = n' / \eta_{\text{тр}}$  с учетом найденного коэффициента использования  $n = n' / \eta_{\text{тр}}$ . Затем уточняем коэффициент использования труб с учетом найденного количества труб  $n$  и определяем сопротивление растеканию тока труб группового заземлителя:

$$R_{\text{тр}} = \frac{R_1}{n\eta_{\text{тр}}}, \quad (5.2)$$

Сопротивление растеканию тока одиночной полосы связи  $R_{\text{о.п.}}$  (в Ом) определяется по формуле:

$$R_{\text{о.п.}} = \frac{0,366\rho_{\text{расч}}}{l_{\Pi}} \lg \frac{2l_{\Pi}^2}{bh}, \quad (5.3)$$

$l_p = 1,05 \cdot a \cdot n$ , где  $l_p$  - длина полосы связи, см;

$h$  - расстояние от поверхности земли до полосы связи, см;

$b$  - ширина полосы связи, см.

Сечение полосы связи должно быть не менее 100-120 мм<sup>2</sup>, из этих соображений выбирается ее толщина и ширина. В табл. 5.6 определяем коэффициент использования полосы связи  $\eta$  и вычисляем сопротивление растеканию тока полосы связи  $R_p$  с учетом найденного коэффициента использования  $R_p = R_{o.p.} / \eta$ , Ом. Общее сопротивление растеканию тока заземляющего устройства:

$$R_z = \frac{1}{\frac{1}{R_{o.p.}} + \frac{1}{R_{тр}}}, \quad (5.4)$$

Необходимо не превышать установленной нормы, в противном случае увеличивается число заземлителей и расчет повторяется

Произведем расчет для нашего случая:

Исходные данные:

- заземлители размещены по контуру в два ряда;
- сопротивление заземляющего устройства  $R_z \leq 4$  Ом;
- размеры одиночного заземлителя (трубы)  $l = 2$  м;  $d_{нар} = 5$  см;
- расстояние между трубами  $a = 2$  м; глубина заложения труб  $h = 0,8$  м;
- размер соединительной полосы связи 25·4 мм;
- грунт - суглинок; повышающий коэффициент  $k_p = 1,5$ .

Расчет: Определяется расчетное сопротивление грунта: для суглинка  $\rho = 1,0 \cdot 10^4$  Ом·см.

$$\rho_{расч} = \rho \cdot k_p = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 10^4 = 15\,000 \text{ Ом}\cdot\text{см}$$

1) Определяется сопротивление растеканию тока одиночного трубчатого вертикального заземлителя:

$$R_1 = \frac{0,366 \rho_{расч}}{l} \left( \lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t+l}{4t-1} \right) = \frac{0,366 \cdot 1,5 \cdot 10^4}{200} \left( \lg \frac{2 \cdot 200}{5} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 180 + 200}{4 \cdot 180 - 200} \right) = 55,641 \text{ Ом}$$

2) Ориентировочное число заземлителей( труб) без учета коэффициента использования:

$$n' = \frac{R_1}{R_3} = \frac{55,641}{4} = 13,91 \approx 14$$

3) По табл. 5 определяется коэффициент использования для трубы:  
 $\eta_{\text{тр}} = 0,68$

4) Число труб в грунтовом заземлителе с учетом коэффициента использования:

$$n = \frac{n'}{\eta_{\text{тр}}} = \frac{14}{0,68} = 20,588 \approx 21$$

Уточняется коэффициент использования  $\eta_{\text{тр}}$  для 21 трубы:  $\eta_{\text{тр}} = 0,63$

5) Сопротивление растеканию всех труб:

$$R_{\text{тр}} = \frac{R_1}{n\eta_{\text{тр}}} = \frac{55,641}{21 \cdot 0,63} = 4,205 \text{ Ом}$$

6) Длина полосы связи, объединяющей трубы в один групповой заземлитель:

$$l_{\text{п}} = 1,05 \cdot a \cdot n = 1,05 \cdot 200 \cdot 21 = 4410 \text{ см, где } a=l=200 \text{ см.}$$

7) Определяется сопротивление растеканию тока одиночной полосы связи:

$$R_{\text{о.п.}} = \frac{0,366 \cdot 1,5 \cdot 10^4}{4410} \lg \frac{2 \cdot 4410^2}{2,5 \cdot 80} = 6,584 \text{ Ом}$$

8) Находим коэффициент использования полосы связи (заземлители расположены по контуру,  $a/l=1$  и  $n \approx 20$ ):

$$\eta_{\text{п}} = 0,32$$

9) Сопротивление растеканию тока полосы связи, объединяющей все трубы, с учетом коэффициента использования полосы связи:

$$R_{\text{п}} = \frac{R_{\text{о.п.}}}{\eta_{\text{п}}} = \frac{6,584}{0,32} = 20,575 \text{ Ом}$$

10) Общее сопротивление заземляющего устройства:

$$R_3 = \frac{1}{\frac{1}{R_{Тр}} + \frac{1}{R_{П}}} = \frac{1}{\frac{1}{4,205} + \frac{1}{20,575}} = 3,491 \text{ Ом}$$

что удовлетворяет поставленному условию:  $3,491 < 4 \text{ Ом}$ .

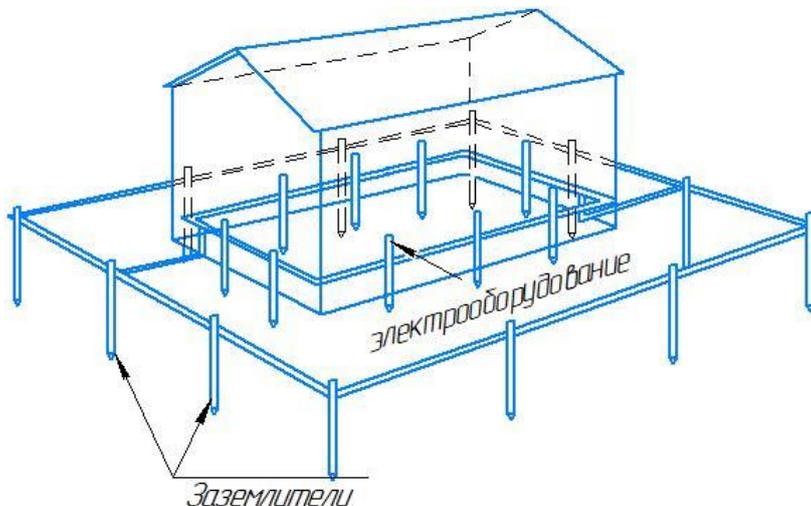


Рисунок 5.3 – План размещения

2. *Зануление.* Занулением называется присоединение к неоднократно заземленному нулевому проводу питающей сети корпусов и других металлических частей электрооборудования, которые нормально не находятся под напряжением.

Задача зануления та же, что и защитного заземления: устранение опасности поражения людей током при пробое на корпус. Решается эта задача автоматическим отключением поврежденной установки от сети.

3. *Защитное отключение.* Защитным отключением называется устройство, быстро (не более 0,2 с) автоматически отключающее участок электрической сети при возникновении в нем опасности поражения человека током.

Основными частями являются прибор защитного отключения и автоматический выключатель.

Защитное устройство отключения, которое реагирует на изменение напряжение корпуса относительно земли, если оно окажется выше некоторого предельно допустимого значения  $U_{к.доп}$ , вследствие чего прикосновение к корпусу становится опасным. Предназначено устранить поражения электрическим током при появлении на заземленном или зануленном корпусе

повышенного напряжения. Эти устройства являются дополнительной мерой защиты к заземлению или занулению.

*4. Защитные ограждения.* К ограждениям и оболочкам относятся защитные устройства, предназначенные для предотвращения прикосновения и приближения людей к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Ограждение токоведущих частей, как правило, предусматривается конструкцией электрооборудования.

Электрические машины, аппараты и приборы имеют корпуса, кожухи и оболочки, надёжно защищающие токоведущие части от прямого (случайного) прикосновения.

Голые провода и шины, а также приборы, аппараты, распределительные щиты, клеммники и т.п. конструктивно имеющие незащищенные и доступные прикосновению токоведущие части помещают в специальные шкафы, камеры, ящики, закрываемые сплошными или сетчатыми ограждениями.

Сплошные ограждения обязательны для электроустановок, размещённых в местах, где могут находиться люди, не связанные с обслуживанием электроустановок – в бытовых, общественных и производственных (не электротехнических помещениях).

Сетчатые ограждения применяются в электроустановках доступных только квалифицированному электротехническому персоналу. В закрытых электроустановках ограждения должны иметь высоту не менее 1,7 м, а в открытых – не менее 2,0 м.

*5. Разделительные трансформаторы.* Их используют для изоляции подключаемого оборудования от контура заземления.

К основным средствам защиты от воздействия механических факторов относятся устройства:

- оградительные (местные ограждения, крышки, кожуха и др.);
- автоматического контроля и сигнализации;
- предохранительные, знаки безопасности по ГОСТ 12.4.026-76.
- дистанционного управления, тормозные.

## 5.5 Экологическая безопасность

В современных условиях одной из важнейших задач является защита окружающей среды. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоемы и недра земли на данном этапе развития достигли таких размеров, что в ряде крупных промышленных центров, уровни загрязнения существенно превышают допустимые санитарные нормы.

Согласно данным инвентаризации источников валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу было выявлено 146 источников выбросов, все организованные. Общее количество выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ 53, в т.ч.:

I класса опасности: свинец, хром шестивалентный, никеля растворимые соли.

II класса опасности: марганца оксид, алюминия оксид, меди оксид, кадмия сульфат, азота диоксид, азотная кислота, хлористый водород, серная кислота, фосфорный ангидрид, эпихлоргидрин, фенол, формальдегид, фтористый водород, акрилонитрил.

III класса опасности: железа оксид, олово, сажа, пыль неорганическая, серый диоксид, ксилол, толуол, спирт н-бутиловый, аэрозоль, краска, пыль талька, парафин.

IV класса опасности: аммиак, углерода оксид, спирт изобутиловый, спирт этиловый, бутилацетат, ацетон, бензин, углеводороды C12-C19.

В целом, предприятие относится к 4 классу опасности. Санитарно-защитной зоны промплощадка предприятия не имеет.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести, систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

### **5.5.1 Защита атмосферы**

Наиболее эффективным направлением уменьшения загрязнения атмосферы является создание безотходных технологических процессов, предусматривающие, например, внедрение замкнутых газообразных потоков. Однако до настоящего времени основным средством предотвращения вредных выбросов остается разработка и внедрение эффективных систем 100 очистки газов. При этом под очисткой понимают отделение от газов или превращение в безвредное состояние загрязняющего вещества, поступающего от промышленного источника. Для обезвреживания аэрозолей используют сухие, мокрые и электрические методы. В основе работы сухих аппаратов лежат гравитационные, инерционные и центробежные механизмы осаждения или фильтрационные механизмы.

Металлообрабатывающие участки оснащены пылеуловителями типа «Циклон».

### **5.5.2. Защита гидросферы**

Воду, которая используется в промышленности, можно подразделить на охлаждающую, технологическую и энергетическую.

Технологическую воду подразделяют на средообразующую, промывающую и реакционную. Технологическая вода непосредственно контактирует с продуктами и изделиями.

Энергетическая вода потребляется для получения пара и нагревания оборудования, помещений, продуктов и т.п.

Наиболее перспективный путь уменьшения потребления свежей воды и уменьшения сброса сточных вод - это создание оборотных и замкнутых систем водоснабжения.

При оборотном водоснабжении следует предусмотреть необходимую очистку сточной воды, охлаждение оборотной воды, обработку и повторное использование сточной воды.

Под замкнутой системой водного хозяйства промышленного предприятия понимается система, в которой вода используется в производстве

многократно без очистки или после соответствующей 102 обработки, исключающей образование каких либо отходов и сброс сточных вод в водоем.

Необходимость создания замкнутой системы производственного водоснабжения обусловлено: 1. дефицитом воды; 2. исчерпанием ассимилирующей разбавляющей и самоочищающей способности водного объекта, принимающего сточные воды; 3. экономическими преимуществами перед очисткой сточных вод до требований, предъявляемых водоохраным контролем.

Выбор метода очистки и конструктивное оформление процесса производится с учетом следующих факторов:

1. санитарные и технологических требований предъявляемых к качеству очищенных сточных вод с учетом их дальнейшего использования;
2. количества сточных вод;
3. наличия у предприятия необходимых для процесса обезвреживания энергетических и материальных ресурсов, а также необходимой площади для сооружения очистных установок;
4. эффективности процесса обезвреживания.

На данном предприятии вода используется в основном для хозяйственных нужд и в системе водяного отопления. Поэтому для её очистки можно использовать общие очистительные системы, либо применять дополнительные отстойники и фильтры.

### **5.5.3 Защита литосферы**

Наиболее рациональным способом защиты литосферы от отходов производства и быта является освоение специальных технологий по сбору и переработке отходов.

Рациональной решение проблем защиты литосферы от промышленных отходов возможно при широком применении безотходных и малоотходных технологий и производств.

В машиностроении разработка малоотходных технологических процессов связана прежде всего с необходимостью увеличения коэффициента использования металла, которое дает не только техникоэкономические выгоды, но и позволяет уменьшить отходы и вредные выбросы в окружающую среду

## 5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на работе, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Под источником ЧС понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенную инфекционную болезнь людей, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошло или может возникнуть ЧС.

В настоящее время существует два основных направления минимизации вероятности возникновения последствий ЧС на промышленных объектах.

Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятиях, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала в современных технических системах. В рамках этого направления на заводе технические системы снабжают защитными устройствами – средствами взрыво- и пожарозащиты технологического оборудования, электро- и молниезащиты, локализации и тушения пожаров и т.д.

Второе направление заключается в подготовке объекта и обслуживающего персонала к действиям в условиях ЧС. Основой второго направления является формирование планов действий в ЧС. Для этого на заводе прогнозируют размеры и степень поражения объектов при воздействии на него поражающих факторов различных видов (взрывы, пожары, отключения электроэнергии, наводнения, землетрясения, террористические акты, нападение вероятного противника и др.), опираясь на экспериментальные и статистические данные о физических и химических явлениях, составляющую возможную аварию.

Повышение устойчивости технических систем и объектов достигается главным образом организационно-техническими мероприятиями. Для этого сначала исследуются устойчивость и уязвимость предприятия в условиях ЧС.

Исследования включают в себя анализ:

- надежности установок и технологических комплексов;
- последствий аварий отдельных систем производства;
- распространения ударной волны по территории предприятия при взрывах коммуникаций;
- распространение огня при пожарах различных видов;
- рассеивания веществ, высвобождающихся при ЧС;
- возможности вторичного образования токсичных, пожаро- и взрывоопасных смесей и т.п.

Затем разрабатываются мероприятия по повышению устойчивости и подготовке объектов к восстановлению после ЧС. К таким мероприятиям относятся правильная планировка наземных и подземных зданий и сооружений основного и вспомогательного производства, складских помещений и зданий административно-бытового назначения; внутренняя планировка помещений; расстановка сил и состояние пунктов управления, и надежность узлов связи; безопасное хранение горючих и токсичных веществ и т.д.

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются государственными постановлениями и указами.

Причинами пожаров технического характера на заводе могут являться:

- нарушение технологического режима;
- неисправность электрооборудования( короткое замыкание, перегрузки);
- плохая подготовка оборудования к ремонту;
- самовозгорание промасленной ветоши;

- износ и коррозия оборудования;
- искры под электрод работ;
- ремонт оборудования на ходу.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами профилактики и активной защиты. Понятие профилактики включает в себя комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его последствий, таких как предотвращение образования горючей среды, предотвращения образования в горючей среде источников воспламенения, поддержание температуры и давления горючей среды ниже максимально допустимого по горючести и т.д. Под активной пожарной защитой понимаются меры, обеспечивающие успешную борьбу с возникающими пожарами – это применение средств пожаротушения, эвакуации людей, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре и др.

Мероприятия режимного характера – запрещение курения в неустановленных местах, производства сварочных работ и других огневых работ в пожароопасных помещениях и т.д.

Эксплуатационными мероприятиями также являются своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования.

На заводе осуществляются те и другие меры пожарной защиты. В качестве профилактики два раза в год производится инструктаж по пожарной безопасности. Данные инструктажа записываются в специальный журнал.

В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования должна производиться по специальным эвакуационным путям, обозначенные на планах эвакуации в случае пожара, которые должны быть вывешены в наиболее видных местах. Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.

В соответствии со СНиП II-2-80 все производства делят на категории по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности. Цех, в котором

изготавливается установка, относится к категории Д, так как в нашем производстве обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.



Рисунок 5.4 – план эвакуации

### **Выводы по разделу:**

По итогам проделанной работы можно сделать вывод о том, что сфера социальной ответственности включает управление деятельностью предприятия в области экологии, промышленной безопасности и охраны труда, развития персонала, внешней социальной деятельностью, взаимоотношений компании со всеми группами общественности.

## Заключение

В магистерской диссертации были выбраны оптимальный метод и материал для нанесения покрытий. Разработана 3D - модель установки в которой учтены требования к оборудованию и возможности производства, квалификация рабочих, параметры сырья и материалов в САД-системе КОМПАС-3D v.18.1. Составлены сборочный чертеж и чертежи общих видов комплектующих единиц и текстовой конструкторской документации. Элементы конструкции удовлетворяют требованиям прочности при заданных нагрузках и коэффициентах безопасности.

В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество календарных дней для выполнения работ составляет 87 дней; общее количество рабочих дней, в течение которых работал инженер, составляет 58 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 9,8 дней.

Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 297 339,9 руб.

### Список используемой литературы:

1. Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник. Под ред. М.А. Шлугера, Л.Д.Тока. – М.: Машиностроение, 1985: Том 1, – 240 с.
2. Защитные покрытия : учеб. пособие / М. Л. Лобанов, Н. И. Кардолина, Н. Г. Россина, А. С. Юровских. – Екатеринбург : Изд-во: Урал. ун-та, 2014. – 200 с.
3. Акимов Г. В., Основы учения о коррозии и защите металлов, М., 1946;
4. Дринберг А. Я., Гуревич Е. С., Тихомиров А. В., Технология неметаллических покрытий, Л., 1957;
5. Томашов Н. Д., Теория коррозии и защиты металлов, М., 1959;
6. Органические защитные покрытия, пер. с англ., М.—Л., 1959;
7. Батраков В. П., Теоретические основы коррозии и защиты металлов в агрессивных средах, в сборнике: Коррозия и защита металлов, М., 1962;
8. Металловедение и термическая обработка стали. Справочник, т. 2, М., 1962;
9. Расчет и проектирование деталей машин: Учеб. пособие для вузов / К.П. Жуков, А.К. Кузнецова, С.И. Масленникова и др.; Под ред. Г.Б. Столбина и К.П. Жукова. – М.:Высш. Школа, 1978. – 274с.
10. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие. – Москва: Кнорус, 2012-400 с.
11. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие. – Минск: Выш. шк, 1975, 1983, 2007.
- 12.Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 1. – 912 с.; Т. 2. – 944 с.
13. Криницына З.В. Ресурсоэффективность отрасли: Учебное пособие /З.В.Криницына. – Томск, издательство Томского политехнического университета, 2013. – 182 с.
14. Методическая поддержка центров коммерциализации технологий /под ред. А.Бретта, О.Лукши. –М.:ЦИПРА РАН, 2006. – 368 с.

15. Шепеленко Г.И. Экономика, организация и планирование производства на предприятии: Учебное пособие / Г. И. Шепеленко.—2-е изд., доп. и перераб.— Ростов-на-Дону: МарТ, 2000.—544 с.
16. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие для вузов / П.П. Кукин и др. - 5-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2009. - 335 с.
17. Техника безопасности в электроэнергетических установках : справочное пособие / под ред. П. А. Долина. — Москва: Энергоатомиздат, 1987. — 400 с.
18. Корнилович, Олег Павлович. Техника безопасности при работе с инструментами и приспособлениями / О. П. Корнилович. — Москва: Энергоатомиздат, 1992. — 93 с.: ил. — Библиотека электромонтера; Вып. 633. — Библиогр.: с. 94.
19. Панин В.Ф., Сечин А.И., Федосова В.Д. Экология для инженера // под ред. проф. В.Ф. Панина. – М.: Изд. Дом «Ноосфера», 2000. – 284 с.

## **Приложения**