

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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки Материаловедение и технологии материалов  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Структура и свойства спеченных образцов из порошковой композиции 03X18H11 после механической активации
УДК <u>621.762.5</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б61	Ван Ихань		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ваулина Ольга Юрьевна	К.Т.Н доцент		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кащук Ирина Вадимовна	К.Т.Н доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доктор ООД ШБИП	Сечин Александр Иванович			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов	Овечкин Б.Б.	К.т.н., доцент		

Томск – 2020 г.

*Планируемые результаты обучения по ООП 22.03.01*

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять основные положения и методы гуманитарных наук при решении социально-общественных и профессиональных задач в области материаловедения и технологии материалов
P2	Использовать современное информационное пространство при решении профессиональных задач в области материаловедения и технологии материалов
P3	Разрабатывать, оформлять и использовать техническую документацию, включая нормативные документы по вопросам интеллектуальной собственности в области материаловедения и технологии материалов
P4	Проводить элементарный экономический анализ ресурсов, технологий и производств при решении профессиональных задач в области материаловедения и технологии материалов
P5	Эффективно работать в коллективе на основе принципов толерантности, использовать устную и письменную коммуникации на родном и иностранном языках в мультикультурной среде.
P6	Эффективно выполнять трудовые функции по реализации высокотехнологичных производств материалов и изделий
P7	Проводить комплексную диагностику материалов, процессов и изделий с использованием технических средств измерений, испытательного и производственного оборудования
P8	Готовность к мотивированному саморазвитию, самоорганизации и обучению для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности в области материаловедения и технологии материалов
P9	Успешно использовать методы и приемы организации труда, обеспечивающие эффективное, экологически, социально и технически безопасное производство
P10	Использовать принципы производственного менеджмента и управления персоналом в производственной деятельности в области материаловедения и технологии материалов

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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки (специальность) Материаловедение и технологии материалов  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Б.Б. Овечкин  
 (Подпись)      (Дата)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
154Б61	Ван Ихань

Тема работы:

Структура и свойства спеченных образцов из порошковой композиции 03X18H11 после механической активации	
Утверждена приказом директора ИШНПТ	Приказ №52-50/с от 21.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объектом исследования являются образцы стали 03X18H11, полученные методом порошковой металлургии. В качестве исходного материала для приготовления стали использовали порошки следующих марок: порошок карбонильного железа марки ВМ, никелевый порошок марки ПНК УТ-1, порошок хрома марки ПХ1С. Порошковая смесь предварительно была подвергнут механической активацией в течение на 1 минуту.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Обзор литературы</li> <li>- Получение порошков</li> <li>- Производство деталей и применение порошковых материалов</li> <li>- Обсуждение результатов</li> <li>- Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> <li>- Социальная ответственность".</li> </ul>

<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)	Презентация ВКР в PowerPoint
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент...	Кащук Ирина Вадимовна, Доцент ОСГН ШБИП
Социальная ответственность	Сечин Александр Иванович, Доктор ООД ШБИП
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ваулина Ольга Юрьевна	К.Т.Н доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б61	Ван Ихань		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 62 с., 15 рис., 25 табл., 13 источников.

Ключевые слова: Порошковая металлургия, сталь 03X18H11, механическая активация, спекание, металловедение.

Объектом исследования является (ются) образцы порошковой стали 03X18H11 после предварительной механической активации в течение 1 минуты.

Цель работы – исследование структуры и свойств спеченных образцов из порошковой композиции 03X18H11 после механической активации в течение 1 минуты.

В процессе исследования проводились смешивание порошки в смесителе 24 часа, затем проводили механическую активацию в течение 1 минуты. Образцы формовали при 225 Мпа. И спекали при температуре 1300 °С. Затем готовили поверхность образцов. Металлографические исследования проводили на оптическом микроскопе. Микротвердость измеряли на микротвердомере ПМТ-3.

В результате исследования получили следующие результаты:

1. Порошковая смесь 03X18H11 после механической активации в течение 1 минуты неоднородна по размеру частиц. Встречаются как крупные, так и мелкие частицы сферической формы. Средний размер частиц  $(4,5 \pm 1,5) \mu\text{m}$ .
2. Насыпная плотность порошка после механической активации в течение 1 минуты составила  $(3,3 \pm 0,1) \text{ г/см}^3$ .
3. Усадка по объему составила 19%. Усадка прошла равномерно как по высоте, так и по диаметру образца. Плотность после спекания увеличилась на 15%.
4. Все образцы имеют определенную остаточную пористость после спекания. Пористость составила  $(6,5 \pm 1,1)\%$ , средний диаметр пор  $(3,8 \pm 0,4) \text{ мкм}$ .
5. Металлографическим методом была выявлена аустенитная структура с двойниками. Методом случайных секущих определен средний размер зерен –  $(18,5 \pm 2,2) \text{ мкм}$ .
6. Средняя микротвердость спеченных из предварительно активированных порошков составила  $(2733 \pm 151) \text{ МПа}$ .
7. Рассмотрены вредные и опасные факторы. В работе применены

технологии, исключая попадание в окружающую среду вредных веществ.

8. В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» было определено общее количество календарных дней для выполнения работы - 100 дней. Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 276423,86 рублей.
9. На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

Область применения: Статья адресована студентам, инженерам и специалистам, занимающимся порошковой металлургией и Металловедением в сфере материаловедения.

## Содержание

<b>1</b>	<b>Литературный обзор. Порошковая металлургия.....</b>	<b>10</b>
1.1	Основы технологии порошковой металлургии. Преимущества и недостатки .....	10
1.2	Получение порошков .....	12
	<i>Физико-механический метод</i> .....	12
	<i>Химико-металлургический метод</i> .....	12
1.3	Изготовление деталей методом порошковой металлургии.....	13
1.3.1	Формование порошков (прессование) .....	13
1.3.2	Технологические режимы спекания порошков.....	14
<b>2</b>	<b>Материалы и методики исследования .....</b>	<b>16</b>
2.1	Исследуемый материал .....	16
2.2	Методики, используемые при исследовании .....	16
2.2.1	Расчет порошковой композиции.....	16
2.2.2	Смешивание и механическая активация порошковой смеси .....	16
2.2.3	Выбор температуры спекания .....	17
2.2.4	Подготовка поверхности .....	19
2.2.5	Металлографические исследования .....	20
2.2.6	Определение микротвердости .....	21
<b>3</b>	<b>Практическая часть.....</b>	<b>22</b>
3.1	Исследование порошковой композиции .....	22
3.1.1	Измерение насыпной плотности .....	22
3.1.2	Анализ гранулометрического состава .....	22
3.2	Исследование спеченных образцов .....	23
3.2.1	Определение плотности образцов до и после спекания. Усадка ..	23
3.2.2	Анализ пористости .....	25

3.2.3	Металлографический анализ спеченных образцов .....	26
3.2.4	Анализ микротвердости .....	29
<b>4.</b>	<b>финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	<b>32</b>
4.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения ...	32
4.2	Планирование научно-исследовательских работ.....	35
4.2.1	Структура работ в рамках научного исследования .....	35
4.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения .....	36
4.3	Бюджет научно-технического исследования.....	39
4.3	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	45
<b>5</b>	<b>Социальная ответственность .....</b>	<b>52</b>
	Введение .....	52
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	53
5.1.1	Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства .....	53
5.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.....	53
5.2	Производственная безопасность .....	53
5.3	Экологическая безопасность .....	59
5.3.1	Защита атмосферы .....	59
5.3.2	Защита гидросферы и литосферы .....	60
5.4	Безопасность чрезвычайных ситуации .....	60
	Вывод по разделу .....	61
	<b>Вывод .....</b>	<b>62</b>
	<b>Список использованных источников .....</b>	<b>63</b>



## **Введение**

Порошковая металлургия как уникальная технология изготовления деталей, благодаря низкой стоимости и высокой эффективности, все больше внимания уделяется проектировщикам и производителям. В частности, в последние десятилетия быстрое развитие автомобильной промышленности привело к быстрому развитию порошковой металлургии на основе железа. В то же время, из-за роста некоторых новых технологий, таких как механическое легирование, порошковое литье под давлением, формование при температуре и давлении, струйное формование, микроволновое формование, спекание плазмы разряда, самораспространяющийся высокотемпературный синтез, спекание и упрочнение, так что материалы и технологии порошковой металлургии получили всеобщее внимание во всех странах, и их применение становится все более и более широким.

Порошковая металлургия в основном используется в автомобильной промышленности, производстве оборудования, металлургии, аэрокосмической промышленности, военной промышленности, приборостроении, аппаратных средствах, электронных приборах и других областях производства и исследований запасных частей, связанных с сырьем, вспомогательным оборудованием, различными видами оборудования для приготовления порошка, производством агломерационного оборудования. Наши продукты включают подшипники, шестерни, инструменты карбида вольфрама, прессформы, продукты трением и так далее.

Сталь 03X18N11 является одной из самых популярных нержавеющей сталей. Он имеет высокую прочность, отличную коррозионную стойкость, хорошую эластичность и пластичность. Кроме того, изделия из материала 03X18N11 не образуют накипи даже под воздействием постоянных негативных факторов и при длительной эксплуатации.

# 1 Литературный обзор. Порошковая металлургия

## 1.1 Основы технологии порошковой металлургии. Преимущества и недостатки

Порошковая металлургия – это технология, использующая металлический порошок или порошок, порошковый металл (или смешанный металлический порошок и неметаллический порошок) и послепечатное, спекающее производство, металлический материал, составной материал и различные продукты.

С помощью производства, получают изделия с высокой точностью геометрических размеров. Кроме этого, эти методы позволяют получать такие материалы, которые сложно или даже невозможно получать традиционными способами. Такие материалы обладают такими характеристиками: изделия из весьма тугоплавких металлов, пористые материалы с широким диапазоном контролируемой пористости и сочетающих пластичность и твердость, и т.д.

Чтобы получить металлические материалы и изделия, технологический процесс порошковой металлургии включает в себя 3 этапа: получение порошка исходного материала, формование порошков и спекание порошков. Подробнее этапы показаны на рисунке 1.1.

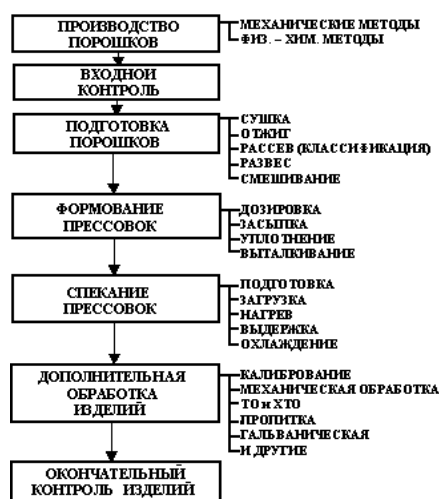


Рисунок 1.1 – Схема процесса технологии порошковой металлургии

Порошковая металлургия обладает уникальным химическим составом и механическими и физическими свойствами, которые не могут быть получены традиционными методами литья. Применение технологии порошковой металлургии может быть сделано непосредственно из пористых, полуплотных или полностью плотных материалов и продуктов, таких как маслосодержащие подшипники, шестерни, кулачки, направляющие стержни, инструменты и т. д.

### Свойства порошковой металлургии:

- технология порошковой металлургии может свести к минимуму полиморфизм компонентов сплава и устранить грубую, неравномерную литейную ликвацию;
- можно подготовить ряд высокопроизводительных неравновесных материалов, таких как аморфные, микрокристаллические, квазикристаллические, нанокристаллические и пересыщенные твердые растворы, которые обладают отличными электрическими, магнитными, оптическими и механическими свойствами;
- легко осуществить много видов смеси, каждый элемент которой обладает своими свойствами;
- можно производить материалы и изделия со специальной структурой и свойствами, которые не могут быть произведены традиционными методами, такие как новые пористые биологические материалы, пористые материалы мембранного разделения, керамические абразивные инструменты и функциональные керамические материалы;
- можно осуществить почти чистое образование и автоматизировать массовое производство, таким образом уменьшить потребление ресурсов и энергии продукции;
- можно в полной мере использовать руду, шугу сталеплавильного производства, рулонную железную чешую и переработанный металлолом в качестве сырья.

Порошковая металлургия в основном имеет основные три преимущества:

- Возможность получения материалов, которые трудно или невозможно получать традиционными методами [1]:
  - тугоплавкие металлы (например, тантал, вольфрам);
  - сплавы и композиции на основе тугоплавких соединений;
  - композиции из металлов и неметаллов (например, медь и графит);
  - пористые материалы (например, фильтры, теплообменники).
- Возможность получения материалов и изделий с более высокими технико-экономическими показателями. Порошковая металлургия позволяет экономить металл и значительно снижать себестоимость продукции.
- Легкость регулирования размеров и формы структурных элементов материалов, которые после спекания. Поэтому можно получать такие типы взаимного расположения и формы зёрен, которые недостижимы для литого металла. В ряде случаев спечённые материалы имеют более высокие свойства

(теплостойкость), чем литые.

Однако порошковая металлургия имеет и недостатки:

- Продукты порошковой металлургии имеют плохую прочность и вязкость. Из-за прессования порошка из прессованной заготовки его внутренние поры не могут быть полностью устранены, поэтому изделия порошковой металлургии хуже по прочности и вязкости по сравнению с литыми и поковками соответствующего состава.
- Порошковая металлургия не могут быть сделаны в большие продукты. Поскольку металлический порошок менее подвижен, чем жидкий металл, его форма и размер будут ограничены, и вес не будет превышать 10 кг.
- Более высокая цена прессформы. Из-за высокой стоимости изготовления пресс-форм, он подходит только для использования в массовом производстве.

## 1.2 Получение порошков

Способы получения порошков бывают двух видов: механический и физико-химический метод.

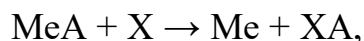
### *Физико-механический метод*

Дробление, измельчение, специальные агрегаты (вихревые, центробежные электрические, шарики и др.) компактный материал можно произвести. Химический состав исходного материала не изменяется при применении механических методов.

### *Химико-металлургический метод*

Физико-химические методы получения металлических порошков. Оксиды и соли являются одним из наиболее распространенных и экономичных методов извлечения металлов. Как правило, нижний процесс-это окислительный процесс.

Простейшая реакция восстановления можно записать в виде:



где Me - любой металл; A - неметаллическая составляющая (хлор, кислород и т.д.) восстанавливаемого химического соединения металла; X – восстановитель.

Восстановителями могут быть только те вещества, которые имеют химическое сродство к полученному металлу меньше химического сродства к неметаллическим компонентам восстановленного соединения. В порошковой металлургии в качестве восстановителя используются эндотермические газы,

водород, металлы (Mg и Na), диссоциированный аммиак, окись углерода (CO), твердый углерод (Кокс, уголь, сажа).

**1.3 Изготовление деталей методом порошковой металлургии**

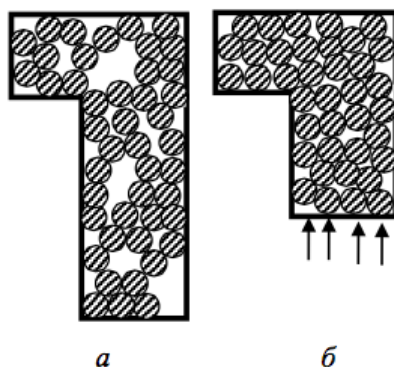
**1.3.1 Формование порошков (прессование)**

Операции формования являются важными операциями технологического цикла получения порошковых материалов. Обычно технологическая схема получения изделий методами порошковой металлургии включает в себя ряд способов [2]. Способы формования порошков условно можно разделить на статические и динамические, рисунок 1.2.



Рисунок 1.2 – Классификация методов формования порошков

Он создает компромиссы между различными слоями контакта, в зависимости от природы природы (жидкой или газовой), наряду с различными объемами и формами компонентов, наполнителей (или газов). Такое соединение имеет силу слабой Ван-дер-стены. В открытых карьерах из-за внешних факторов наибольшая доля упаковки достигает самого высокого уровня; рисунок 1.3, б.



а – свободно насыпанный порошок; б – уплотненный порошок  
Рисунок 1.3 – Модель уплотнения порошка в процессе прессования

### 1.3.2 Технологические режимы спекания порошков

Спекание порошковой металлургии-это процесс высокотемпературной обработки, который позволяет компактировать или разматывать порошковое тело, чтобы улучшить прочность и другие свойства. В процессе спекания, нагревается при температуре ниже температуры плавления основного компонента и удерживает образовавшийся продукт (заготовку).

Твердофазное спекание сопровождается появлением и ростом связей между частицами, закрытием пористости, расширением пор и шаровидным уплотнением заготовки за счет усадки, рисунок 1.4, а. В процессе спекания происходит массоперенос вещества через газовую фазу, который обусловлен поверхностной и объемной диффузией, вязким потоком, то есть потоком, вызванным внешней нагрузкой (спекание под давлением). В процессе спекания также может наблюдаться перекристаллизация (рост некоторых зерен за счет других зерен той же фазы). Уплотнение при нагревании происходит в основном за счет объемной деформации частиц, проходящей через объемную автодиффузию атомов.

Жидкофазное спекание протекает в присутствии жидкой фазы легкоплавкого компонента, которая хорошо смачивает твёрдую фазу, улучшает сцепление между частицами, увеличивает скорость диффузии компонентов, облегчает перемещение частиц друг относительно друга. Плохая смачиваемость препятствует уплотнению. Твёрдая фаза в зоне контакта может растворяться в жидкой, интенсифицируя процессы массопереноса, рисунок 1.4, б. Различают системы с нерастворимыми компонентами, с ограниченной растворимостью и со значительной взаимной растворимостью компонентов. Жидкофазное спекание таких систем имеет свои особенности, связанные с преобладанием

одной из стадий: вязкое течение жидкости – перегруппировка частиц, растворение – осаждение; образование жёсткого скелета.

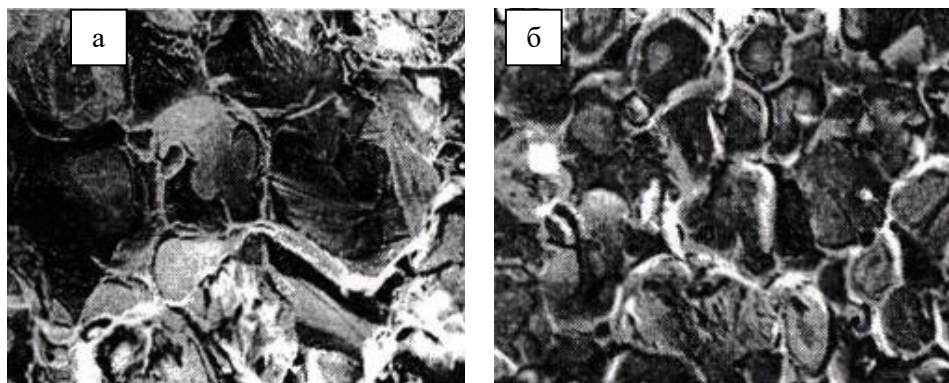


Рисунок 1.4 – Поверхности излома спечённых порошковых материалов (а) и образование межпластинчатого контакта в условиях жидкофазного спекания (б) [3]

Сочетание процессов прессования и спекания наблюдается при горячем прессовании, которое при температуре (0,5...0,9) главные ингредиенты ТПЛ. Высокая температура позволяет снизить давление прессования в десятки раз. Время выдержки от 15...30 минут до нескольких часов. Горячее прессование используется для жесткого прессования порошка для получения высоких физико-механических свойств. Горячие прессованные части имеют мелкозернистую структуру. Формы для горячего прессования изготавливаются из жаропрочных материалов, а при прессовании трудноплавких соединений-из графита, прочность которого увеличивается с повышением температуры.

## **2 Материалы и методики исследования**

### **2.1 Исследуемый материал**

В работе исследовали сталь 03X18H11, полученную порошковой металлургией. Порошковая смесь предварительно подверглась механической активации в планетарной мельнице в течение 1 минут.

В качестве исходного материала для приготовления стали использовали порошки следующих марок: порошок карбонильного железа марки ВМ, никелевый порошок марки ПНК УТ-1, порошок хрома марки ПХ1С.

Хром повышает способность сталей к термическому упрочнению, их стойкость к коррозии и окислению, обеспечивает повышение прочности при повышенных температурах, а также повышает сопротивление абразивному износу высокоуглеродистых сталей.

В комбинации с хромом никель еще больше повышает способность сталей к термическому упрочнению, способствует повышению вязкости и усталостной прочности сталей. Никель увеличивает сопротивление коррозии хромоникелевых аустенитных сталей в кислотных растворах [4, 5].

### **2.2 Методики, используемые при исследовании**

#### **2.2.1 Расчет порошковой композиции**

Химический состав исследуемой стали и масса порошковой смеси 03X18H11 (4г) представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Химический состав стали 03X18H11

Компоненты	C, %	Cr, %	Ni, %	Fe, %
Содержание, %	0,03	18	11	остальное

Сталь 304L главным образом содержит никель, углерод и другие элементы. Содержание хрома составляет около 18%, никеля-11%, углерода-0,03%, а остальные-железо.

#### **2.2.2 Смешивание и механическая активация порошковой смеси**

Проводилось механическое смешивание порошков в смесителе типа «пьяная бочка», а именно смеситель типа С 2.0 для сыпучих порошков. Порошки смешивались 12 часов, далее добавлялся активатор (5% стеариновая кислота), затем снова 12 часов перемешивания порошковой смеси.

Планетарная мельница используется для активации порошковой смеси,



как показано на рисунок 2.1, которая способна развивать высокие ускорения и обеспечивать быстрое и эффективное измельчение различных материалов в промышленных масштабах.

Планетарные мельницы обычно имеют 3 или 4 катушки, рисунок 2.1а, которые вращаются вокруг оси центра, а также вращаются в противоположных направлениях вокруг своей собственной оси (аналогично движению планеты вокруг Солнца).



а) загрузка барабанов, б) мелющие тела (стальные шары)  
в барабанах (три различных размера)

Рисунок 2.1 – Планетарная мельница

В барабаны загружают измельчаемый материал и мелющие тела (обычно шарики), рисунок 2.1б. Материальные частицы испытывают многократные столкновения с шариками и стенками барабанчика. Благодаря высокой кинетической энергии шлифовального механизма и его высокоскоростному движению, создавая высокие напряжения в активированном материале, планетарная мельница обладает высокой эффективностью.

Для формования делали навески по 3-4г. Для улучшения прессуемости и сцепления частиц порошка между собой в порошок добавляли пластификатор (глицерин).

### 2.2.3 Выбор температуры спекания

Спекание проводили ступенчатым способом в вакууме. При температуре 600 °С проводили изотермическую выдержку. Затем нагрев доводили до 1300 °С,

выдерживали 2 часа и охлаждали с печью. Режим спекания образцов представлен на рисунке 2.2.

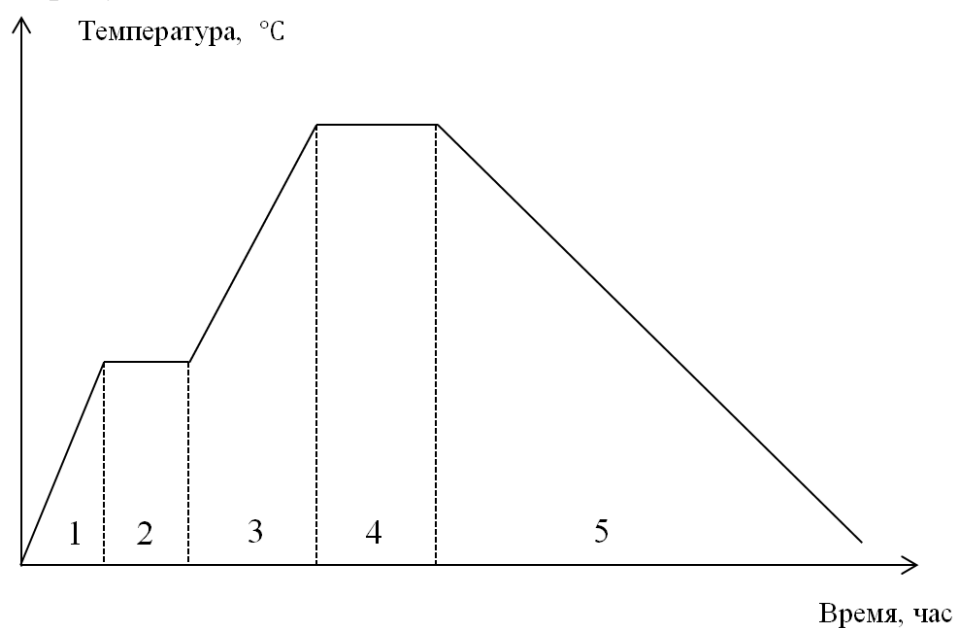


Рисунок 2.2 – Режим спекания образцов: 1- нагрев со скоростью 300°C/час до температуры 600°C (2 час), 2 - выдержка в течение 2 часов для выжигания связки, 3 - нагрев под спекание со скоростью 300°C/час до температуры 1300°C, 4 - выдержка в течение 2 часов для спекания, 5 - охлаждение с печью

## 2.2.4 Подготовка поверхности

Поверхность образцов готовили шлифовкой, полировкой и травлением [6].

Шлифование осуществляется на шлифовальном станке или вручную. Шлифование осуществляется на 4-5-й наждачной бумаге, размер абразива постоянно уменьшается. При изменении количества бумаги направление движения образца на наждачной бумаге должно измениться на 90°, а рисунок шлифуется на одну фигуру, чтобы рисунок исчез с предыдущей полированной бумаги. При изменении количества бумаги извлеките абразивные частицы из паза. Для шлифования используются различные абразивы (шлифовка кожи, алмазная паста и др.). Первоначальное выравнивание образцов проводилось на крупнозернистых абразивах. Затем переходим к менее шероховатой бумаге, поэтому продолжаем, пока не достигнем гладкой поверхности. В конце шлифования полосы тщательно промывают водой, чтобы абразивные частицы не попадали в полировальное колесо.

После шлифования поверхность образца должна быть отполирована вручную на фильтровальной бумаге, постепенно добавляя алмазную пасту различной дисперсии. Основные характеристики алмазной пасты приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Основные характеристики алмазных паст для полирования [7]

Обозначение зернистости по ГОСТ 9206-70	Размеры абразивных частиц, мкм	Концентрация алмазного порошка, %	
		Нормальная Н	повышенная П
3/2	3-2	2	4
2/1	2-1	1	2
1/0	1-0	1	2

Полировании является процесс достаточно длительный. Когда поверхность шлейфа при внешнем просмотре становится зеркальной, считается полирование считается полной, а при микроскопическом просмотре на поверхности шлейфа царапин не обнаружено. Пластины, приготовленные таким образом, удовлетворяют требованиям металлографических объектов исследования.

Идентификация идентичности металлических тел определяется как разряд

реагентов по структурным компонентам. Границы зерен изгнаны больше, чем зерна. Следовательно, депрессия возникает на границах излучения и сочетается с микроскопом, некоторыми черными линиями и рисунками 2.3.

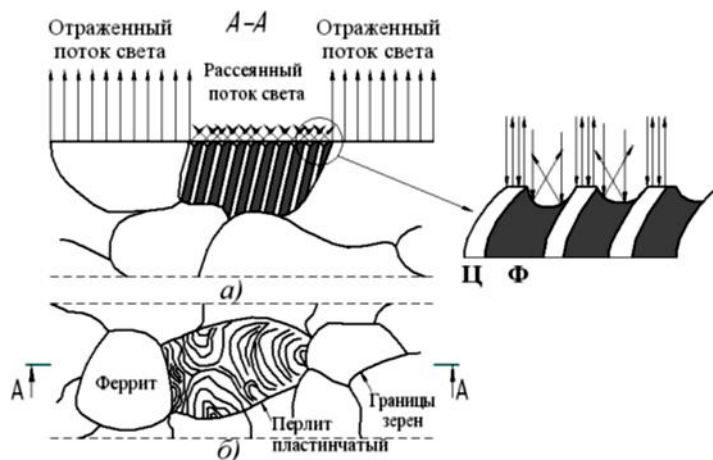


Рисунок 2.3 – Схема отражения потока света в неоднородном феррито-перлитном сплаве (а) и наблюдаемая микроструктура в нем под микроскопом (б): Ц – пластина цементита в перлите (светлая);  
Ф – пластина феррита в перлите (темная)

Травление проводили с помощью травителя, в состав которой входит смесь концентрированных азотной  $\text{HNO}_3$ , плавиковой  $\text{HF}$  кислот и вода, взятых в соотношении 5:1:44 по объёму.

### 2.2.5 Металлографические исследования

Металлографические исследования проводили на металлографическом лабораторном инвертированном микроскопе ЛабоМет – И, рисунок 2.4. Он предназначен для наблюдения и исследования изображения структуры металлов, сплавов и других непрозрачных объектов (в виде шлифов и срезов) при прямом освещении в отражённом свете в светлом поле [6].

Для научно-исследовательских целей, а также ежедневных лабораторных исследований и микроскопов используются в воспитательной работе.

Микроскоп также используется во всех областях науки и техники и жизни: металлургии, электричестве, производстве полупроводников, металловедении, химии, минералах, геологии, криминалистике, стоматологии и т. д.



Рисунок 2.4 – Металлографический микроскоп ЛабоМет

Это позволит расширить технические характеристики микроскопа в наборе свободных точек и атрибутов, таких как линзы, глаза, визуальные аксессуары, визуальные приборы, контрастные устройства, светофильтры и т.д.

#### **2.2.6 Определение микротвердости**

Микротвердость - это использование небольшого индентора для прессования очень мелкой ямы на поверхности материала, в зависимости от глубины или площади углубления и приложенного давления, чтобы получить значение твердости.

Измерение микротвердости проводили на микротвердомере ПМТ-3.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
154Б61	Ван Ихань

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Отделение</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	материаловедение 22.03.01Материаловедение и технологии материалов

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Исследование проводится для ООО “Сибирская машиностроительная компания” При проведении исследования используется база лабораторий НИ ТПУ кафедра ММС; в исследовании задействованы 2 человека: инженер и научный руководитель.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность» Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления по страховым взносам – 30 %

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

1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	Расчет интегрального показателя эффективности

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

1. Оценка конкурентоспособности ИП
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. 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	Кащук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
154Б61	Ван Ихань		

## **4. финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **Введение**

Темой дипломной работы является “Исследование структуры и свойств изделий, полученных методом порошковой металлургии из композиции Fe-C-Cr-Ni”.

Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» предназначен для определения перспектив и успеха исследовательского проекта, разработки механизмов управления и поддержки конкретных проектных решений на этапе реализации.

Результаты исследования могут быть использованы на предприятиях машиностроения, расположенных на территории Российской Федерации, в том числе в судостроении, автомобилестроении, аэрокосмической, железнодорожной, военно-промышленном комплексе и др.

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

#### **4.1.1 Оценка потенциальных потребителей результата исследования**

Благодаря преимуществам технологии порошковой металлургии она стала ключом к решению проблемы новых материалов и играет ключевую роль в развитии новых материалов. Продукты порошковой металлургии часто выходят за рамки материалов и металлургии и часто являются междисциплинарными (материалы и металлургия, механика и механика и т. д.). В частности, современная технология порошковой металлургии, которая объединяет машиностроение, технологию ЧПУ и материаловедение, делает технологию порошковой металлургии современной комплексной технологией по нескольким направлениям.

Эти особенности позволяют проводить научные исследования с определенным коммерческим потенциалом. Потенциальными потребителями результатов исследования могут быть предприятия машиностроительного профиля, такие как судостроение, машиностроение, спортивного и медицинского профиля, и т. д.

#### **4.3.2 Анализ конкурентных технических решений**

Порошковая металлургия-это отрасль металлургии и материаловедения, которая является производством металлических порошков и металлических порошков (в том числе смешанных с небольшим количеством неметаллических порошков) в качестве сырья для производства материалов и изделий методом формования-спекания. Порошковая металлургия является важным основным компонентом в машиностроении. В настоящее



время порошковая металлургия быстро развивается, автомобильная промышленность, машиностроение, металлообработка, аэрокосмическая промышленность, контрольно-измерительные приборы, аппаратные средства, строительная техника, электронные приборы и высокотехнологичная промышленность и т. д. быстро развиваются, что приводит к невероятным возможностям развития и огромному рыночному пространству для индустрии порошковой металлургии.

В таблице 4.1 представлен анализ конкурентоспособности различных видов порошковой металлургии. В таблице представлено сравнения технических характеристик и экономических показателей по 5 бальной шкале, где 1 – самая низкая оценка, а 5 – самая высокая оценка, вес критерия составляет итого 1.

Таблица 1 – Сравнение конкурентных технических решений .

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Мэ	Мл	Мт	Мэ	Мл	Мт
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Повышение производительности труда пользователя	0.04	3	3	5	0.12	0.12	0.2
2. Удобство в эксплуатации	0.13	5	4	5	0.65	0.52	0.65
3. Энергоэкономичность	0.09	5	1	4	0.45	0.09	0.36
4. Надежность	0.08	3	4	5	0.24	0.32	0.4
5. Безопасность	0.1	5	5	5	0.5	0.5	0.5
6. Простота эксплуатации	0.08	4	3	5	0.32	0.24	0.4
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0.07	5	5	5	0.35	0.35	0.35
2. Цена	0.07	4	5	4	0.28	0.35	0.28
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0.08	3	3	5	0.24	0.24	0.4
4. Послепродажное обслуживание	0.08	5	4	5	0.4	0.32	0.4
5. Финансирование научной разработки	0.07	3	5	5	0.21	0.35	0.35
6. Срок выхода на рынок	0.06	5	3	5	0.3	0.18	0.3
7. Наличие сертификации разработки	0.05	3	5	5	0.15	0.25	0.25
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>53</b>	<b>50</b>	<b>63</b>	<b>4.21</b>	<b>3.83</b>	<b>4.84</b>

Для расчета конкурентоспособности различных методов синтеза использована формула:

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

где  $K$  – конкурентоспособность;  $B_i$  – вес показателя;  $B_i$  – балл показателя.

В таблице 4.1 приведены результаты расчета, по сравнению методических характеристик и экономических показателей можно сделать вывод, что порошковая металлургия имеет конкурентоспособность.

#### 4.3.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ, который представляет собой ситуационный анализ, основанный на внутренней и внешней конкурентной среде и конкурентных условиях, заключается в перечислении различных основных внутренних преимуществ, недостатков и внешних возможностей и угроз, которые тесно связаны с объектом исследования посредством исследования, и следуют матрице. Организовать, а затем использовать идею систематического анализа, чтобы сопоставить различные факторы друг с другом для анализа, и сделать из них ряд соответствующих выводов, и выводы обычно имеют определенную степень принятия решений.

В таблице 4.2 и 4.3 представлены интерактивные матрицы возможности и угроз метода темплатного синтеза

Таблица 4.2 – Интерактивная матрица возможности проекта

возможности	сильные стороны				
		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	+	0
	B2	+	+	-	0
	B3	+	+	0	0
	слабые стороны				
		Сл1	Сл2	Сл3	--
	B1	0	0	+	--
	B2	0	0	0	--
	B3	+	-	+	--

Таблица 4.3– Интерактивная матрица угроз проекта

угрозы	сильные стороны				
		C1	C2	C3	C4

	У1	+	0	0	0
	У2	+	+	0	+
	слабые стороны				
		Сл1	Сл2	Сл3	--
	У1	+	0	+	--
	У2	-	0	+	--

Результаты выполнения SWOT-анализа представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Матрица SWOT

<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии; С2. Квалифицированный персонал; С3. Доступность сырья; С4. Экологичность технологии.	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1. Высокое число аналогичных проектов; Сл2. Невысокие объемы производства; Сл3. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой.
<b>Возможности:</b> В1. Повышение качества продукции; В2. Повышение стоимости конкурентных разработок; В3. Расширение использования в отраслях промышленности.	<b>Угрозы:</b> У1. Возможное отсутствие спроса на новую технологию; У2. Развитая конкуренция технологий производства.

Результаты проведенного SWOT-анализа показывают, что порошковая металлургия обладает больше сильными сторонами, которые совершают высокой эффективности производства. Но при проведении работы существует проблемы, влияющие на эксперимент.

## 4.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Современные научные исследования очень сложны и требуют совместной работы множества людей, поэтому для совместной работы необходимо создать научно-исследовательскую группу. Перед проведением исследования необходимо установить процесс исследования, рабочий график и назначить задачи для обеспечения нормального проведения исследования. Основные этап исследования, содержание работ исследования и распределение исполнителей представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Руководитель
	2	Календарное планирование выполнения ВКР	Инженер ,руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Инженер,руководитель
	6	Проведение эксперимента	Инженер
Обобщение и оценка результатов	7	Анализ полученных результатов исследования	Инженер
	8	Оценка эффективности результатов	Руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	9	Составление пояснительной записки	Инженер

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

Человеческие затраты составляют большую часть научных исследований, поэтому важной частью научного исследования является определение трудоемкости. Для определения трудоемкости необходимо определить содержание и последовательность работы.

Определение трудоемкости для выполнения научного исследования проведено экспертным путем в человеко-днях. Для определения ожидаемого значения трудоемкости  $t_{ожи}$  использована следующая формула:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (1)$$

где  $t_{ожи}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дни;

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

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

После расчета трудоемкости работ, необходимо определить продолжительность каждого этапа работы (в рабочих днях  $T_p$ ), Необходимо учитывать координацию работы. Время, затрачиваемое исполнителями на одну задачу, различно, и несколько задач могут выполняться одновременно. Для определения продолжительности одной работы в рабочих днях использована следующая формула:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, рабочие дни;

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

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

Результаты расчета трудоемкости и продолжительности работы представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительнос ть работ в рабочих днях $T_{pi}$		Длительнос ть работ в календарн ых днях $T_{ki}$	
	$t_{min}$ , чел-дни		$t_{max}$ , чел-дни		$t_{ожі}$ , чел-дни					
	Руководи тель	инжегнр	Руководи тель	инженер	Руководи тель	инженер	Руководи тель	инженер	Руководи тель	Инженер
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана- графика	4	0	8	0	5.6	0	6	0	8	0
2.Календарное планирование выполнения ВКР	1	1	2	2	1.4	1.4	1	1	1	1
3.Обзор научной литературы	0	15	0	30	0	21	0	21	0	32
4.Выбор методов исследования	5	0	8	0	6.2	0	6	0	9	0
5.Планирование эксперимента	4	1.5	6	3	4.8	2.1	2	1	4	2
6.Проведение эксперимента	0	15	0	20	0	17	0	17	0	26
7.Анализ полученных результатов исследования	2	2	4	4	2.8	2.8	1	1	2	2
8.Оценка эффективности результатов	0.5	0	1	0	0.7	0	1	0	1	0
9.Составление пояснительной записки	0	1.5	0	2	0	1.7	0	2	0	3

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 4.7).

Таблица 4.7– Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	Продолжительность работ											
			февр			март			апр			май		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	руководитель												
2	Календарное планирование выполнения ВКР	руководитель, инженер												
3	Обзор научной литературы	инженер												
4	Выбор методов исследования	руководитель												
5	Планирование эксперимента	руководитель инженер												
6	Проведение эксперимента	инженер												
7	Анализ полученных результатов исследования	руководитель												
8	Оценка эффективности результатов	руководитель												
9	Составление пояснительной записки	инженер												

Примечание:



–научный руководитель



–инженер

Таблица 4.8-Количество календарных дней

	Количество дней
Общее количество календарных дней	100
Общее количество календарных дней инженера	78
Общее количество календарных дней руководителя	22

### 4.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных работ;

- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

#### 4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i}$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх\ i}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (5% от стоимости материалов).

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 4.9.

Таблица 4.9 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, З <sub>м</sub> , руб.
Образец	г.	5	6	30
Абразивные шкурки	шт.	7	10	70
Паста ГОИ	г.	5	10	52
фильтровальная бумага	шт.	2	20	11
Царская водка	мл.	5	0,4	21
Ватные палочки	шт.	10	0,2	21
Спирт	мл.	10	0,12	13
Флеш-карта 16 GB	шт.	1	600	600
Бумага формата А4	экз.	1	250	250



Ручка шариковая	шт.	2	80	160
итого				1228

Как показано в таблице выше, экспериментальный материал обошелся в 1228 рублей.

#### 4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, сводятся в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ № п/ п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования , тыс. руб.	Общая стоимость оборудования , тыс. руб.
1	Твердомер	1	145000	145000
2	Прессовка Р20	1	20000	20000
3	Шлифовальный станок	1	70000	70000
4	Вакуумная печь	1	80000	80000
5	Металлографиче ский микроскоп	1	56000	56000
6	Компьютер с программой	1	73000	73000
7	Фотокамера для микроскопа	1	23000	23000
Итого:				467000

Амортизация основных фондов – сумма амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов, вычисленная исходя из их балансовой стоимости и утвержденных норм амортизации. Корректно при расчете затрат учитывать в году приобретения и в последующие годы только ту часть затрат, которая происходит от старения основных фондов в каждом году.

Срок полезного использования каждого вида оборудования:

1) Печь типа Снол, твердомер Бринелль, твердомер ПМТ – 3 – по пятой группе (оборудование испытательное): 10 лет.

2) Металлографический микроскоп, компьютер – по третьей группе (техника электронно- вычислительная): 5 лет.

Таблица 4.11 – Материальные Цены

Материалы и оборудование	Ед. изм	Срок службы, год	Кол-во. материала, ед	Цена за ед, руб
Твердомер	шт	10	1	145000
Прессовка Р20	шт	10	1	20000

Шлифовальная станка	шт	5	1	70000
Вакуумная печь	шт	10	1	80000
Металлографический микроскоп	шт	5	1	56000
Компьютер с программой	шт	10	1	73000
Фотокамера для микроскопа	шт	10	1	23000

Рассчитаем амортизацию оборудования техники  $I_{\text{ам.обор}}$ , по следующей формуле

$$I_{\text{ам. обор}} = \left( \frac{T_{\text{исп. обор}}}{365} \right) \times K_{\text{обор}} \times H_a,$$

где  $T_{\text{исп.обор}}$  – время использования оборудование;

365 дней – количество дней в году;

$K_{\text{обор}}$  – стоимость оборудования;

$H_a$  – норма амортизации.

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{с.с. обор.}}},$$

где  $T_{\text{с.с. обор.}}$  – срок службы оборудования

$$I_{\text{ам.твер.}} = (T_{\text{исп.обор}}/247) * K_{\text{исп.пресс.}} * H_a = (1/247) * 145000 * (1/10) = 59 \text{ руб.}$$

$$I_{\text{ам.шли}} = (T_{\text{исп.обор}}/247) * K_{\text{исп.печь}} * H_a = (1/247) * 70000 * (1/5) = 57 \text{ руб}$$

$$I_{\text{ам.пресс}} = (T_{\text{исп.обор}}/247) * K_{\text{исп.печь}} * H_a = (1/247) * 20000 * (1/10) = 8 \text{ руб}$$

$$I_{\text{ам.печь}} = (T_{\text{исп.обор}}/247) * K_{\text{исп.шлиф.ста.}} * H_a = (1/247) * 80000 * (1/10) = 32 \text{ руб.}$$

$$I_{\text{ам.метал.микр}} = (T_{\text{исп.обор}}/247) * K_{\text{исп.метал.микр}} * H_a = (1/247) * 56000 * (1/5) = 45 \text{ руб.}$$

$$I_{\text{ам. комп}} = (T_{\text{исп.обор}}/247) * K_{\text{исп. ПМТ - 3}} * H_a = (1/247) * 73000 * (1/10) = 30 \text{ руб}$$

$$I_{\text{ам. камера}} = (T_{\text{исп.обор}}/247) * K_{\text{исп. ПМТ - 3}} * H_a = (1/247) * 23000 * (1/10) = 9 \text{ руб}$$

Считать исходя из календарного плана-графика количество часов загрузки оборудования:

$$I_{\text{ам.обор}} = 59*2+57*5+32*5+45*2+30*2 +9*2+8*5= 771 \text{ руб.}$$

#### 4.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и работников порошковой металлургией, рабочих макетных мастерских и опытных производств,

непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Основная заработная плата  $З_{осн}$  по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p,$$

где  $З_{дн}$  – среднедневная заработная плата, руб.;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 8).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_o};$$

где  $З_m$  – должностной оклад работника за месяц;

$F_o$  – количество рабочего времени исполнителей, раб.дн.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

– при отпуске в 28 раб. дня –  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная рабочая неделя;

– при отпуске в 56 раб. дней –  $M = 10,3$  месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Должностной оклад работника за месяц:

$$З_m = З_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_o) k_p$$

где  $З_{мс}$  – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;  $k_{np}$  – премиальный коэффициент, равен 0,3;  $k_o$  – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;  $k_p$  – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 4.12 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Значение, чел.-дн.
Календарное число дней	365
Количество нерабочих дней	118
Потери рабочего времени	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	247

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{тс} \cdot k_p$$

где  $З_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3

$k_t$  – тарифный коэффициент, учитывается по единой.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Расчёт основной заработной платы руководителя.

Исполнители НИ	$З_{мс}, руб$	$k_{np}$	$k_o$	$k_p$	$З_m, руб$	$З_{он}, руб$	$T_p, раб.дн.$	$З_{осн}, руб$
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	18	38651,4
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	68,5	119402,4
Итого:								158053,8

Дополнительная заработная плата определяется в размере 15% от основной заработной платы.

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

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (28988,6 + 4348,3) = 10001,1 руб.. \quad (4.14)$$

– для инженера:

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (119402,4 + 17910,4) = 41193,8 руб., \quad (4.15)$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

#### 4.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Величина накладных расходов определяется по формуле (4.16):

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{np}, \quad (4.16)$$

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

#### 4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по варианту руководителя приведен в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1.Материальные затраты НТИ	1228
2.Амортизация основных фондов	771
3.Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	158053,8
4.Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	23708,07
5.Отчисления во внебюджетные фонды	54528,56
6.Накладные расходы	38127,43
<b>Бюджет затрат НТИ</b>	<b>276423,86</b>

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

Эффективность исследований является важным показателем для оценки научно-исследовательской деятельности. Для определения этого показателя должно рассчитать интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

**Интегральный показатель финансовой эффективности** научного исследования является важным для оценки эффективности исследования. Для этого должно сравнить данного исследования с другими.

В качестве НИР выбраны ближайшие аналоги:

- 1) мембран фирмы Anodisc 47
- 2) мембран фирмы Sterli tech

Для определения интегрального финансового показателя вариантов использована следующая формула:

$$I_{\text{финр}}^{\text{Var.i}} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (18)$$

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

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

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость вариантов

$I_{\text{финр}1}=276423,86/400000=0.69$  -интегральный финансовый показатель НИР

$I_{\text{финр}2}=340000/400000=0.85$  - интегральный финансовый показатель Anodisc

$I_{\text{финр}3}=400000/400000=1$  - интегральный финансовый показатель Sterli tech

Рассчитали интегральные финансовые показатели терх вариантов, интегральный финансовый показатель НИР-0.84, Anodisc-0.85, Sterli tech-1.

Для определения **интегрального показателя ресурсоэффективности** вариантов выполнения ( $I_{pi}$ ) необходимо сравнить характеристик каждого варианотов, результаты сравнения представлены в таблице 4.16.

Таблица 4.16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов

<b>Объект исследования</b> <b>Критерии</b>	<b>Весовой</b> <b>коэффициент</b> <b>параметра</b>	<b>НИР</b>	<b>Anodisc</b>	<b>Sterli</b> <b>tech</b>
1. надежность материала	0,1	4/0,4	3/0,3	3/0,3
2 Удобствоприменения	0,15	5/0,75	3/0,45	2/0,3
3. Технические характеристики	0,15	4/0,6	2/0,3	3/0,45
4. Материалоемкость	0,20	5/1	5/1	4/0.8
ИТОГО	1	18/2.75	11/2.05	12/1.85

Путем рассчитанные данные интегрального финансового показателя и интегрального показателя ресурсоэффективности определяется интегральный показатель эффективности вариантов ( $I_{\text{вар}i}$ ) по следующей формуле:

$$I_{\text{вар}i} = \frac{I_{p-\text{вар}i}}{I_{\frac{\text{вар}i}{\text{финр}}}} \quad (19)$$

$I_{\text{вар}1}=2.75/0.84=3.27$  –показатель эффективности НИР

$I_{\text{вар}2}=2.05/0.85=2.41$  –показатель эффективности Anodisc

$I_{\text{вар}2}=1.85/1=1.85$  –показатель эффективности Sterli tech-1

Были рассчитаны интегральные финансовые показатели ,интегральные показатели ресурсоэффективности и показатели эффективности.Следует срванить интегральный показатель каждого варианта с другими двумя вариантами по формуле:

$$\mathfrak{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (20)$$

Таблица 4.17 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	НИР	Anodisc	Sterli tech-1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0.69	0.85	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	2.75	2.05	1.85
3	Интегральный показатель эффективности	3.27	2.41	1.85
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	A-1.35 S-1.76	H-0.73 S-1.30	H-0.56 A-0.76

### Выводы по разделу

1. По сравнению технических решений доказана конкурентоспособность метода темпланного синтеза. Путем SWOT-анализ исследованы сильные и слабые данного метода. Это исследование имеет больше преимущества и возможности.
2. Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 100 дня. Общее количество календарных дней инженера – 78; общее количество календарных дней руководителя – 22.
3. Бюджет затрат на реализацию проекта составил **276423,86** рублей.
4. По данным полученной эффективности НИР, можно сделать выводы:
  - 1) значение интегрального финансового показателя НИР составляет 0.69, по сравнению с аналогами НИР является финансово выгодной .
  - 2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности НИР составляет 2.75, аналоги составляют 2.05 и 1.85,
  - 3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 3.27, аналоги составляют 2.41 и 1.85, показатель эффективности НИР является наиболее высоким, что доказывает, что техническое решение, рассматриваемое в НИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.