

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

---

Институт физики высоких технологий

Направление подготовки Материаловедение и технологии материалов

Кафедра Материаловедение в машиностроении

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Исследование износа композитов на основе СВМПЭ с наполнителями различных типов</b> УДК 678.742.2:539.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б20	Го Фуцзай		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ММС	Кондратюк А.А.	К.т.н., доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Конотопский В.Ю.	К.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Кырмакова О.С.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Материаловедение в машиностроении	Панин В.Е.	Д. ф.-м.н., акад. РАН		

Томск – 2016 г.

*Планируемые результаты обучения по ООП 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (бакалавриат)*

<b>Код результата</b>	<b>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</b>
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 образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт физики высоких технологий  
Направление подготовки Материаловедение и технологии материалов  
Кафедра Материаловедение в машиностроении

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой  
\_\_\_\_\_ Панин В. Е.

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

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
154Б20	Го Фуцзай

Тема работы:

Исследование износа композитов на основе СВМПЭ с наполнителями различных типов

Утверждена приказом директора ИФВТ	Приказ № 505/с от 29.01.2016
------------------------------------	------------------------------

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>	<i>В работе исследовали износ композитов на основе СВМПЭ с наполнителями различных типов. Длительность изготовления образцов составляла 120 минут, в качестве установки для горячего прессования использовалась установка на основе разрывной машины «Р-20». Процесс горячего прессования заключается в одновременном прессовании и нагреве. Весь процесс можно поделить на 3 этапа: 1) Нагрев до 180°C при давлении 2800кг; 2) Выдержка при 180 °С и повышение давления до 5600кг; 3) Охлаждение до 60 °С при давлении 5600 кг. Данная установка безопасна, но требует соблюдение правил безопасности работы в лаборатории ММС ТПУ. Всего изготовлено 14 модельных образцов.</i>

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1. Сравнение двух видов технологии изготовления модельных образцов из СВМПЭ. Первая технология – предварительное формование заготовки в пресс-форме и последующее спекание этих заготовок, в свободном состоянии при различной длительности процесса (1 и 18 часов соответственно). Вторая технология – одновременное проведение процессов формования и нагрева заготовок.</p> <p>2. Установление оптимальных режимов изготовления заготовок</p> <p>3. Изготовление модельных заготовок на основе СВМПЭ с наполнителями различных типов.</p> <p>4. Исследование износа композитов на основе СВМПЭ с наполнителями различных типов</p> <p>5. Исследование твердости по Бринеллю получаемых заготовок композитов</p> <p>6. Обсуждение результатов работы</p> <p>Дополнительные разделы: «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», «Социальная ответственность».</p>
--	---

<p><b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Презентация ВКР в PowerPoint</p>
---	-------------------------------------

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент...	Конопотский В.Ю. доцент кафедры менеджмента ТПУ
Социальная ответственность	Кырмакова О.С. ассистент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности ТПУ

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

Реферат (Abstract)

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ММС	Кондратюк А.А.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б20	Го Фуцзай		

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

---

Институт физики высоких технологий

Направление подготовки (специальность) Материаловедение и технологии материалов

Уровень образования Бакалавр

Кафедра Материаловедение в машиностроении

Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
---------------------

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	75
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ММС	Кондратюк А.А.	к.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Материаловедение в машиностроении	Панин В.Е.	Д. ф.-м.н., акад. РАН		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа \_\_\_\_\_ 84 \_\_\_\_\_ с., \_\_\_\_\_ 35 \_\_\_\_\_ рис., \_\_\_\_\_ 16 \_\_\_\_\_ табл.,  
\_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_ источников, \_\_\_\_\_ 0 \_\_\_\_\_ прил.

Ключевые слова: сверхвысокомолекулярный полиэтилен(СВМПЭ), полимеры, наполнители, горячее прессование, износ.

Объектом исследования является (ются) износ композитов на основе СВМПЭ с наполнителями различных типов.

Цель работы – отработать режимы изготовления полимерных композитов на основе СВМПЭ с наполнителями. Исследовать их износ.

В процессе исследования проводились исследования на износ.

В результате исследования влияния различных наполнителей на износ композитов на основе СВМПЭ.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: полученные в процессе исследований механические характеристики композитов нуждаются в уточнении путем дополнительных экспериментов.

Степень внедрения: изделия из СВМПЭ используются практически во всех отраслях мирового хозяйства.

Область применения: листы и пластины, детали и элементы конструкций; эндопротезы; высокопрочные нити для изготовления средств бронезащиты и др.

## ABSTRACT

There are 84 papers, 35 figures, 7 tables and 10 bibliographies in this graduate thesis.

Keywords: HDPE, additives, polymers, hot working, abrasion.

The research object is abrasion of polymers based on the different additives of HDPE.

Purpose: process polymers material based on the different additives of HDPE and study their characteristics.

## **Оглавление**

### **Введение**

#### **1 Литературный обзор**

##### **1.1 Определения и виды полимерных композитов**

##### **1.2 Химия и технология синтеза СВМПЭ**

##### **1.3 Наполнители**

##### **1.4 Износ, и его виды**

###### **1.4.1 Абразивный износ**

###### **1.4.2 Адгезионный износ**

###### **1.4.3 Кавитационный износ**

###### **1.4.4 Окислительный износ**

###### **1.4.5 Тепловой износ**

###### **1.4.6 Усталостный износ**

##### **1.5 Свойства СВМПЭ**

###### **1.5.1 Молекулярная структура**

###### **1.5.2 Химические свойства**

###### **1.5.3 Теплофизические свойства**

###### **1.5.4 Механические свойства**

##### **1.6 Три физических состояния аморфных полимеров**

###### **1.6.1 Высокоэластическое состояние**

###### **1.6.2 Стеклообразное состояние**

###### **1.6.3 Вязкотекучее состояние**

##### **1.7 Пластификация полимеров**

#### **2 Экспериментальная часть**

##### **2.1 Исходные материалы и их микрофотографии**

##### **2.2 Смешивание композиций**

##### **2.3 Горячее прессование заготовок**

##### **2.4 Получение модельных заготовок**

##### **2.5 Исследования образцов на износ**

##### **2.6 Твердость по Бринеллю**

Задание на выполнение раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

#### **3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

##### **3.1 Классификация научно-исследовательской работы**

##### **3.2 Разделение научно-исследовательской работы на этапы**

##### **3.3 Определение трудоемкости этапов научно-исследовательской работы**

##### **3.4 Составление сметы затрат**

###### **3.4.1 Затраты на амортизацию оборудования**

###### **3.4.2 Затраты на основные и вспомогательные материалы**

###### **3.4.3 Затраты на заработную плату**

###### **3.4.4 Страховые отчисления**

- 3.4.5 Затраты на электроэнергию
- 3.4.6 Накладные расходы
- 3.4.7 Формирование сметы затрат НИР

### 3.5 Определение ресурсной эффективности исследования

Задание на выполнение раздела «Социальная ответственность»

## 4 Социальная ответственность

### 4.1 Введение

### 4.2 Техногенная безопасность

#### 4.2.1 Вредные факторы

#### 4.2.2 Опасные факторы

### 4.3 Охрана окружающей среды

### 4.4 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

### 4.5 Чрезвычайные ситуации

Заключение

Список публикаций студента

Список используемой литературы

## **Введение**

В последнее время развилась тенденция применения термопластичных полимеров в виде матричного материала для получения армированных композитов. К количеству перспективных материалов в виде термопластичных матриц относятся сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ), фторопласт и полипропилен.

СВМПЭ владеет неплохими физико-механическими и химическими свойствами, износостойкостью, морозостойкостью, невысоким коэффициентом трения.

Переработка СВМПЭ главным образом осуществляется горячим прессованием, либо спеканием заготовок, заранее отпрессованных при комнатной температуре. Горячее прессование наиболее распространенный метод получения листов, плит и блоков, из которых механической обработкой выделывают разные фасонные продукты. Спекание заранее отпрессованных заготовок, помимо прочего, позволяет получать блоки, подвергающиеся в последующем механической обработке. Таким методом создают в основном ленты и пленки разных толщин.

Трудноразрешимой задачей при создании композиционных материалов на основе СВМПЭ будет то, что в связи чрезвычайно высочайшей молекулярной массы СВМПЭ (до  $10 \cdot 10^6$  г/моль), классические способы переработки, в том числе экструзия, либо литьё под давлением, не осуществимы. Данный полимер, в том числе и при температурах, гораздо превосходящих температуру его плавления, не переходит в жидкотекучее состояние, поэтому нет возможности провести смешивание наполнителя и матрицы в расплавленном состоянии.

Сегодня в мире изделия из СВМПЭ используются практически во всех отраслях мирового хозяйства. В связи с поднятием экономики России и вложением средств в конкурентоспособные материалы, связанное с предстоящим вступлением в ВТО, все больше растет интерес к СВМПЭ.

Одним из действенных направлений поднятия свойств композитов на основе СВМПЭ считается модифицирование его разными добавками. Использование добавок позволяет в широких границах регулировать почти все физические, технологические и эксплуатационные характеристики СВМПЭ.

Эта работа посвящена отработке процесса изготовления модифицированных композитных образцов методом горячего формования и выявлению взаимосвязи вида армирующего материала с механическими свойствами композиций на основе СВМПЭ.

# 1 Литературный обзор

## 1.1 Определения и виды полимерных композитов

Композиционный материал состоит из двух либо более составляющих по определению. Составляющие значительно различаются по свойствам, а их хитросплетение обязано выделять некий синергический результат, который нереально предугадать заранее[3].

Традиционно один составляющих образует постоянную фазу, являющуюся матрицей, а иной составляющих называется наполнителем. Между ними создается аутогезионное либо адгезионное взаимодействие, которое обеспечивает монолитность материалов.

Матрица может быть является металлической, керамической либо углеродной. В полимерных композиционных материалов она, природно, полимерная. Наполнители нередко представлены повторяющий вид частиц и волокон, владеющих значительно наиболее высокими мех-скими свойствами в сравнении с полимерной матрицей. Отличие между частичками и волокнами ориентируется соответствием линейных объемов. В дисперсных наполнителях безоговорочные объемы варьируются в широких интервалах: от толикой миллиметра до микронных и наноразме. Упругопрочностные свойства волокон на 2 порядка повыше свойств матрицы. Им предоставляется возможность быть маленькими постоянными. Диаметр тонких волокон считается 5-15 мкм, толстых (борных либо карбидокремниевых) — 60-100 мкм. Протяженность коротких волокон от 1-2 до 20-50 мм. Традиционно популярное название полимерных композиционных материалов подходит природе волокон — органи-, угле-, стекло-, боропластики и т.д.. [3]

Недлинные штапельные либо рубленые волокна имеют длину в широких интервалах: от нескольких миллиметров до несколько 10-ов миллиметров. В ходе обработки материалов литьем либо экструзией они традиционно сносятся

до 0,5-2 мм длины. Композиционные материалы на их основе имеют промежуточные характеристики между материалами на основе нескончаемых волокон и дисперсно-наполненными полимерами (НП). Их свойства в значимой мере характеризуют отношение длины волокон к так называемой «неэффективной» длине, значение которой будет рассмотрено ниже.

Очень важным является вопрос ориентации волокон в матрице. Благодаря этому получается материал с неодинаковыми в различных направлениях, анизотропными свойствами, в отличие, например, от изотропных металлов, пластмасс и стекол.

Ориентация волокон ориентируется переходом от наполненных пластмасс к армированным пластикам. При всем этом изменяется расклад композиционных материалов. Армированные пластики считаются теснее наполненной пластмассой, а системой нацеленных волокон, скрепленных полимерной матрицей.

Классификацию композиционных материалов (композитов) возможно разделить на следующие: [3]

1) По природе матриц:

- терморезистивная;
- термопластичная;
- гибридная.

2) По природе и форме наполнителей:

- органические и неорганические вещества природного либо искусственного происхождения;
- дисперсно-наполненные композиты;
- материалы на основе коротких и непрерывных волокон.

3) По структуре полимерных композитов:

- матричная для материалов на основе дисперсных и коротких волокнистых частичек;

- слоистая (двухмерная) и объемная (трехмерная) для армированных пластиков на основе тканых и нетканых материалов.
- 4) По количеству компонентов:
- Двухкомпонентные полимерные композиционные материалы;
  - Трехкомпонентные полимерные композиционные материалы, совмещающие дисперсные частицы и короткие волокна;
  - поливолоконные гибридные полимерные композиционные материалы, совмещающие волокна с близкой (стекло- органопластики) либо, наоборот, существенно различной (стеклоуглепластики) деформативностью;
  - полиматричные структуры, например, на основе сочетания термореактивных и термопластичных связующих.
- 5) По объемному содержанию наполнителей:
- неориентированные структуры—30-40%;
  - ориентированные структуры—50-75%;
  - высоко- и предельно наполненные органоволокниты—75-95%.

## **1.2 Химия и технология синтеза СВМПЭ**

Молекулярная масса полиэтилена, получаемого по традиционному методу полимеризации этилена при высоком давлении, обычно, не выше 500 000 г/моль. Это обосновывается высокими скоростями обрыва возрастающих макроцепей при реакциях их рекомбинации и диспропорционирования, маленьким временем жизни полимерных радикалов в критериях синтеза полиэтилена (200-320°C, 100-400 МПа)[1].

Катализаторы Циглера-Натта осуществляют возможность проводить полимеризацию этилена при невысоких давлениях и получать полиэтилен с наиболее высокой молекулярной массой, в отдельных вариантах намного выше, нежели при исходном процессе. Вероятность синтеза полиэтилена со степенью полимеризации менее либо 10000 определяется особым механизмом

полимеризации под действием всеохватывающих металлоорганических катализаторов.

В целом виде к катализаторам Циглера-Натта относятся всеохватывающие металлоорганические системы, образуемые взаимодействием 2-ух либо наиболее компонентов. Одним из компонент – соединение переходного сплава IV-VIII групп Повторяющейся системы, вторым является органическое соединение сплава основных подгрупп I-III групп. Для полимеризации олефинов предложено неограниченное количество каталитических систем такого на подобии, различающихся природой входящих в их металлов, природой заместителей у металлов и углерода, возникающей при содействии компонент системы. Данный показатель разрешает отнести их к одинаковому виду катализаторов.

В ходе полимеризации этилена различие каталитических систем отражается как в их разной активности, так и возможности получения полимеров с разными молекулярными массовыми характеристиками.

Исследование новых каталитических систем, владеющих нужной активностью и селективностью, ведется на основе познания механизма их действия: постройки активных центров (АЦ), роли любого составляющего каталитического комплекса, места подъема макроцепей, механизма их обрыва.

Образование АЦ со взаимосвязью металл-углерод случается в следствии взаимодействия титанового соединения с алкилалюминием по последующей формуле:



Восстановление  $\text{Ti}^{4+}$  сможет происходить и поглубже до образования двух- и и менее валентного титана. Степень восстановления зависит от природы применяемого алюминийорганического соединения, мольного отношения  $\text{Al}:\text{Ti}$ , от времени и температуры.

Возникшее галогеналкильное соединение титана со взаимосвязью металл-углерод очень неустойчиво и разлагается по данной взаимосвязи с выделением этана и этилена:



Прочность металл-углеродной взаимосвязи, имеющая значительное значение для процесса полимеризации этилена, находится в зависимости от лигандного окружения центрального атома, природы лигандов, природы и валентности переходного металла, также от ряда иных причин. Так, из металлов переменной валентности более устойчивые органические соединения образует титан, за ним надлежит хром; четырехвалентный титан выделяет наиболее постоянные органические соединения в сравнении с наименее окисленным титаном.

Реакция подъема полимерных цепей на АЦ металлоорганических всеохватывающих катализаторов выполняется в две стадии: 1-ая стадия – осуществляется координация мономера с активным центром, при всем этом происходит повышение длины С-С взаимосвязи олефина, ее ослабление и, как следует, активация мономера; на 2-ой стадии реализуется внедрение молекулы мономера по взаимосвязи металл-углерод.

В текущее время принятым для комплексных катализаторов Циглера-Натта считается представление о координационном-анионном механизме полимеризации олефинов. В данное понятие входит как двухстадийный механизм роста цепи через координацию мономера, а также и нуклеофильное воздействие со стороны негативно заряженного углеродного атома на конце возрастающей макромолекулы.

### **1.3 Наполнители**

Одновременно сосвязующими важным составляющим структуры полимерных композиционных материалов (ПКМ) считаются наполнители. Как ранее говорилось, функции наполнителя в ПКМ очень многообразны — от формирования комплекса механических свойств до придания материалу различных специфичных свойств, в том числе фрикционные, электронные,

магнитные и т. п. Потому в виде наполнителей в ПКМ выступают самые различные вещества и материалы, содержание которых кроме этого может изменяться в довольно широких интервалах.

Наполнители решают материаловедческие, технологические и технико-экономические задачи.

Важной чертой наполнителей считается их морфология и удельная общая поверхность, от которой зависит эффективность взаимодействия с полимерной матрицей, в случае когда они, наполнители, подвергаются обработке поверхностно-активными веществами, модификаторами и прочими добавками.

По главным показателям, характеризующим метод переработки полимерного материала в продукт, наполнители возможно систематизировать согласно со схемой приведенной на рисунке 1 [1].

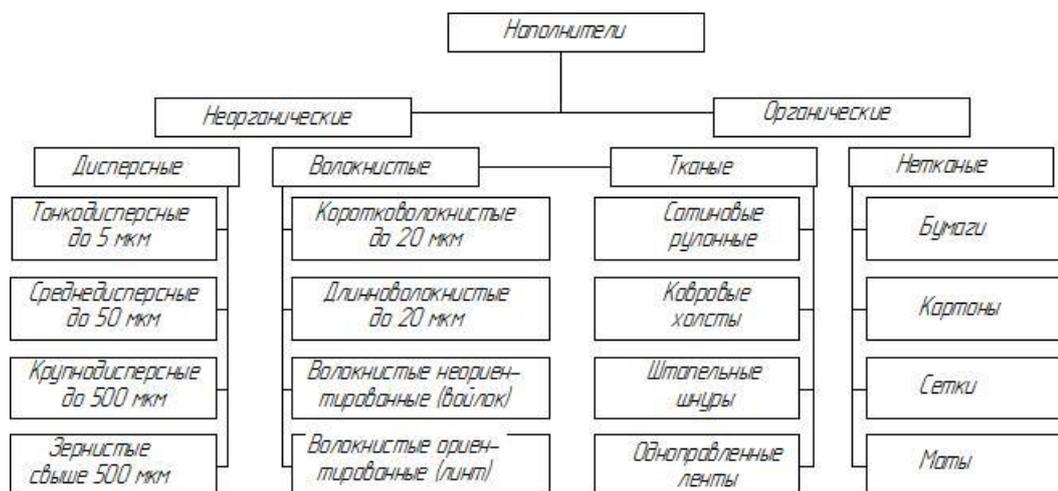


Рисунок 1 -Типы неорганических и органических наполнителей по основным морфологическим видам

Дисперсные наполнители — широко распространенный вид наполнителей ПКМ, в виде которых выступают самые различные вещества органической и неорганической природы.

Обычно, в виде дисперсных наполнителей выступают пылеобразные вещества с разным геометрическим размером частиц — от 2-10 до 200-300 мкм. Традиционно величина частиц не превосходит 40 мкм, но за последние годы при разработке нанокompозитов употребляются частицы объемом не менее 1 мкм. Содержание дисперсных наполнителей в ПКМ изменяется в широких

пределах — от нескольких процентов до 70-80%. Эти ПКМ, обычно, изотропны, но асимметрическая форма частиц проявляющаяся во время подготовки композиции сможет приводить к появлению некоторой анизотропии что наиболее свойственно для волокнистых наполнителей.

Добавление дисперсных наполнителей в количествах (до 10%), обычно, содействует сохранению либо в том числе и некоторому увеличению прочности (рисунок 2) полимерного композиционного материала в сравнении с чистой матрицей (то есть без присутствия добавок). При  $C$  более нежели 10% физико-механические характеристики композита аддитивно понижаются.[1]

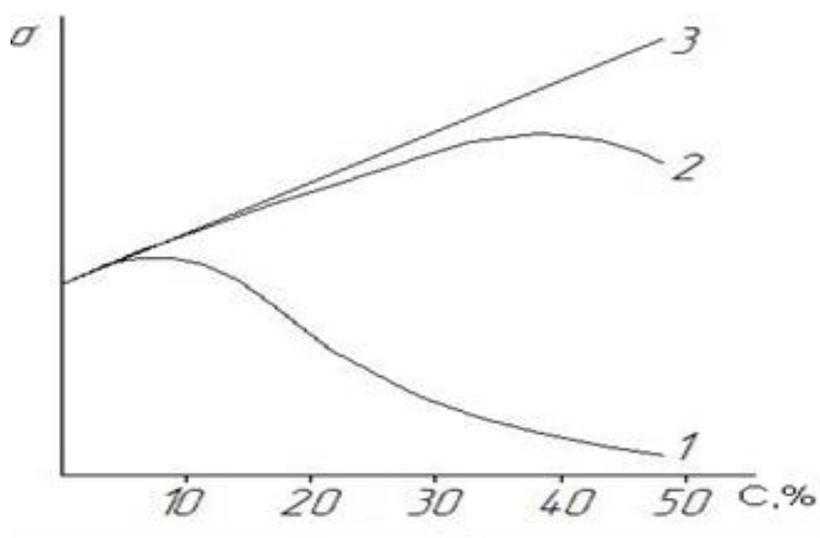


Рисунок 2 - Принципиальная зависимость прочности ( $\sigma$ ) полимерного материала от содержания ( $C, \%$ ) наполнителя: 1 - дисперсного; 2 - волокнистого рубленого; 3 - армирующего (непрерывное волокно, тканый наполнитель).

Волокнистые наполнители занимают 2-ое место в общем объеме использования посреди всех наполнителей. Первые материалы на их базе были получены в первой половине XX в. Первоначально это были фенопласты с хлопковыми волокнами. (Идет речь о применении дисперсных волокон протяженностью до нескольких мм. Непрерывные волокна — армирующие составляющие — стали применяться существенно позднее.) На первых порах в виде волокнистых наполнителей применялись естественные волокна растительного (хлопок, лен, конопля) и минерального (асбест) происхождения. Но с середины XX в. главенство посреди волокнистых наполнителей

переместилось к стекловолокну. Стекловолокно употребляют для усиления термопластов и в особенности термореактивных пластиков на базе эпоксидных смол, ненасыщенных полиэфиров и фенолоформальдегидных олигомеров.

Углеродное волокно получают высокотемпературной обработкой в среде инертного газа искусственных волокон из полиакрилонитрила, пека либо иных полимеров. Поэтому углеродное волокно эластичнее стекловолокна, имеет наиболее развитую внешнюю поверхность и в следствие произошедшей графитизации обладает кроме прочности характеристиками высокими тепло- и электропроводимостью, износостойкостью и антифрикционностью. Конечно, собственно такой набор значимых характеристик значительно расширяет диапазон технологических и эксплуатационных свойств углепластиков, которые в текущее время считаются более многообещающими материалами для аэрокосмической области экономики, высокоскоростного автотранспортного машиностроения и кораблестроения, для трубопроводов и емкостей сбережения продуктов газонефтехимического направления.

Слоистые наполнители употребляются в производстве плоских и крупногабаритных продуктов из ПКМ и а также в качестве аналогов применяются различные листовые и слоистые наполнители, к виду которых относятся ткани, бумаги, маты, холсты, сетки, пленки, ленты, шпон, фольга и другие.

Зернистые наполнители - в виде наполнителей в композиционных материалах имеют распространение сферические либо пластинчатые частички из разных материалов. Самое большое распространение из них приобрели цельные либо полые сферические частицы из стекла и полимеров — микросферы.

Исходя из вышеизложенного использование наполнителей, различающихся по свойствам, морфологии и содержанию в композите, разрешает в широких пределах регулировать почти все физические, технологические и эксплуатационные характеристики пластмасс.

#### **1.4 Износ, и его виды**

Износ понимается как изменение объемов, формы, массы либо состояния поверхности детали вследствие разрушения (изнашивания) микрообъемов верхнего слоя изделия при трении.

Износ изделий машин, частей строй систем (к примеру, ступенек лестниц) либо вещей, одежды и другие находится в зависимости от условий трения, свойств мат-ла и системы изделия. Износ возможно осматривать как механический процесс, осложнённый действием физических и химических факторов, вызывающих понижение прочности микрообъемов верхнего слоя. По условиям наружного действия на верхний слой различают износ: абразивный, адгезионный, кавитационный, окислительный, тепловой, усталостный.

#### **1.4.1 Абразивный износ**

Абразивным износом называется износ поверхности детали в следствии режущего либо царапающего действия твердых тел. Механизм данного вида износа содержится в удалении материала с изнашиваемой поверхности или повторяющий вид довольно маленькой стружки, или фрагментов предразрушенного материала, выдавленного за ранее по граням пластически деформированной царапинки, или повторяющий вид болле либо наименее дисперсных кусочков, непрочно отделяющихся при единоразовом либо неоднократном действии.

Абразивный износ вызывают почва, грунт, руда, уголь и порода, зола, пыль, попавшие на поверхность трения, металлическая стружка, окисные пленки, прикрепленные на поверхности трения либо разрушенные, нагар и продукты износа, в специфики выкрошившиеся части твердых структурных компонент.

#### **1.4.2 Адгезионный износ**

Адгезионный износ при трении двух металлических поверхностей под нагрузкой случается в условиях пластической деформации металла в точка контакта. Развитие деформации сопрягается со сближением поверхностей прямо до активизации сил сцепления между атомами контактирующих металлов и появлением адгезии на ограниченных участках. Неоднократное

повторение адгезионных взаимосвязей с следующим их разрушением и филиалом частиц металла оформляет суть адгезионного изнашивания. Данный вид износа случается в подшипниках скольжения (коленчатые валы, оси, пальцы ковшевых цепей, ходовые части разных машин).

#### **1.4.3 Кавитационный износ**

Данный вид износа содержится в разрушении поверхности металла под действием ударов газовых пузырьков, возникающих в обтекающем изделие скоростном потоке жидкости при перепадах давления. Кавитации подвержены гребные винты, лопасти и камеры проточного тракта гидротурбин, рабочие колеса и камеры разных гидромашин. Присутствие коррозионной среды и абразивных частиц ускоряет процесс кавитационного изнашивания.

#### **1.4.4 Окислительный износ**

Окислительным износом считается процесс коррозионного износа, при котором доминирует химическая реакция с кислородом либо окислительной окружающей средой. При окислительном износе кислород воздуха, вступая во взаимодействие с металлом, образует на нем окисную пленку, очень оказывающую большое влияние на процессы трения и износа. В случае трения сопряженных металлических элементов окисные пленки в местах контактирования поверхностей оберегают металлы от непосредственного их сближения до расстояния, при котором возможны схватывание.

#### **1.4.5 Тепловой износ**

Тепловым износом называется процесс разрушения поверхностей деталей машин вследствие нагрева зоны трения до температуры размягчения металла. Разрушение при всем этом виде износа считается следствием образования металлических взаимосвязей: между контактирующими поверхностями, смятия, налипания и оплавления металла. Данный вид износа распространён в деталях тяжело нагруженных быстроходных машин, валки горячей прокатки, ножи для горячей резки проката, штампы для горячей штамповки, прессформы для литья под давлением, прошивной инструмент горячей прокатки труб.

#### **1.4.6 Усталостный износ**

Усталостным износом называется износ вследствие усталостного разрушения верхнего слоя мат-ла при неоднократном действии нагрузки, приводящем к появлению и распространению внутри очень деформированного слоя трещинок, преимущественно параллельных плоскости, которые вызывают отделение в форме тонких чешуек мат-ла. Усталостный износ характерен для роликов (шариков) в подшипниках качения, железнодорожных колёс и рельсов и т. п.

## **1.5 Свойства СВМПЭ**

Свойства СВМПЭ определяются структурой полимеров, а свойством композитов. Свойства СВМПЭ существуют зависимость от природы, вида и количества добавок.

### **1.5.1 Молекулярная структура**

Структура макромолекул описывает характеристики полимера, поэтому исследование их идет начинать с исследования длины макромолекулы и ее постройки. СВМПЭ, как полиэтилен, полученный при невысоком давлении, - линейный полимер с маленьким количеством боковых ответвлений и двойных взаимосвязей.

Использование гетерогенных металлоорганических катализаторов будет сопровождаемым образованием разных по своей природе активных центров роста полимерной цепи. Механизмы ограничения в соответствии с этим и еще разны. Присутствие активных центров различной природы считается причиной широкого молекулярно-массового рассредотачивания полимера. При получении СВМПЭ реакции обрыва цепи на низкомолекулярных ненасыщенных олигомерах фактически не проходят, о нежели свидетельствует неимение винилиденовых взаимосвязей. Существенно наименьший удельный вес приходится на реакции изомеризации, что подтверждается сокращением содержания транс-виниленовых взаимосвязей. Таким макаром, для СВМПЭ типично убавление количества ненасыщенных взаимосвязей в сравнении со типовым ПЭНД. Но для макромолекул слишком немаленький длины имеется затруднение кристаллизации, потому, несмотря на наименьшую

разветвлённость, СВМПЭ имеет наиболее невысокую плотность, нежели обычный ПЭНД.

### **1.5.2 Химические свойства**

Химическая стойкость полиэтилена ориентируется структурой полимеров, преимущественно, молекулярной массой полиэтилена. Высокая химическая стойкость СВМПЭ вместе с другими свойствами позволяет широко использовать его для производства разных деталей, контактирующих с химическими реагентами. Он инертен к воздействию почти всех химических реагентов. СВМПЭ только стоек к воздействию щелочей хоть какой концентрации и водных растворов нейтральных, кислых и основных солей. СВМПЭ владеет стойкостью кроме того и к некоторым кислотам. Так, на СВМПЭ не срабатывают органические кислоты, таком как муравьиная и уксусная причем даже концентрированная соляная и плавиковая кислоты. Серная кислота до 80%-ной концентрации при комнатной температуре не делает действия на СВМПЭ. При повышении концентрации серной кислоты и длительности контакта имеется насыщенное пожелтение изделий.

Но СВМПЭ изменяет свои характеристики причем даже сносится под действием окислителей. Азотная кислота, в том числе и довольно невысокой концентрации, разрушает СВМПЭ. Окисление и разрушение существенно усиливаются с увеличением температуры эксплуатации изделий.

Жидкий и газообразный хлор и фтор разрушают СВМПЭ, а бром и йод поглощаются им и диффундируют через полимер. Разбавленные растворы хлора и разные отбеливающие вещества слабо работают на СВМПЭ.

### **1.5.3 Теплофизические свойства**

Рабочая температура эксплуатации продуктов из СВМПЭ так, ведь скажем ПЭНД, присутствует ниже температуры плавления полимера и находится в зависимости от определенных условий эксплуатации (давления, длительности нагружения, среды и т. п.).

Особенностью СВМПЭ считается способность сохранять механические характеристики в чрезвычайно широком интервале температур: от -200 до 190°C.

#### **1.5.4 Механические свойства**

Механические характеристики композиционных полимерных материалов характеризуют степень конфигурации структуры, объемов, формы тела при действии на него механических сил. Различают деформационные и прочностные свойства. Деформационные характеристики характеризуют способность композиционных полимерных материалов растянуться под действием механических напряжений, прочностные - способность сопротивляться деформации и разрушению. Деформация полимерных материалов сопровождается изменением их структуры и свойств: чем сильнее деформация, тем значительнее изменение структуры и свойств.

Характеристики СВМПЭ, являющегося кристаллическим полимером, при температуре ниже температуры плавления значительно находятся в зависимости от молекулярной и надмолекулярной структуры.

СВМПЭ из всех разработанных марок ПЭНД имеет самую высокую прочность, стойкость к удару и к растрескиванию. Значимой необыкновенностью СВМПЭ считается способность беречь высокие прочностные характеристики в широком интервале температур. Данное возможно объяснить тем, что при кристаллизации полиэтилена из расплава все составляющие надмолекулярной структуры оказываются в какой-нибудь мере связанными друг от друга «проходными» макромолекулами.

При невысоких температурах подвижность макромолекул понижается, и растет роль межмолекулярных сил в повышении обозначенных выше характеристик тем в основном, нежели более длина макромолекул. Но с ростом длины макромолекул затрудняется кристаллизация, при всем этом степень кристалличности полиэтилена и размеры кристаллитов сокращаются.

Электрические свойства базовых марок СВМПЭ и методы их измерения по ГОСТ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества базовых марок СВМПЭ

Наименование показателя	Нормы для базовых марок					
	СВМПЭ 10	СВМПЭ 20	СВМПЭ 30	СВМПЭ 40	СВМПЭ 50	СВМПЭ 60
Средняя молекулярная масса, г/моль	$\leq 1,0 \cdot 10^6$	(1,1-2,0) $\cdot 10^6$	(2,1-3,5) $\cdot 10^6$	(3,6-5,0) $\cdot 10^6$	(5,1-7,0) $\cdot 10^6$	$\geq 7,1 \cdot 10^6$
Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не менее	925					
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	300-500					
Массовая доля золы, %, не более	0,05					
Массовая доля летучих, %, не более	0,25					
Предел текучести при растяжении, Мпа, не менее	17					
Прочность при разрыве, Мпа, не менее	30					
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	300					

## 1.6 Три физических состояния аморфных полимеров

Для аморфных полимеров, зависимо от температуры, свойственны 3 разных физических состояния: стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее. Первые 2 относятся к твёрдому агрегатному состоянию, заключительнее – к водянистому. Высокоэластическое состояние считается специфическим для полимеров.

Температурные области существования разных физических состояний полимеров ориентируются по зависимости какого-нибудь характеристики от температуры. Более обычным и надёжным считаются дилатометрический и термомеханический способы. В первом случае исследуется перемена объёма зависимо от температуры, во втором – деформации.

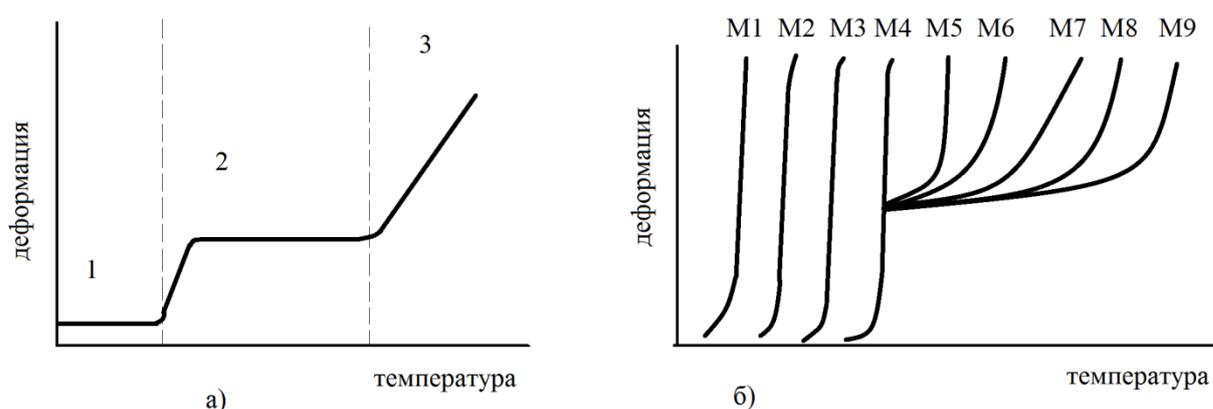


Рисунок 3 - Термомеханические кривые полимеров: а – аморфного линейного; б – одного ряда  $M1 < M2 < M3 < M4 < M5 < M6 < M7 < M8 < M9$

Зависимость величины деформации полимера от температуры, воплощенная в графической форме, называется термомеханической кривой. На рисунке 3 приведена обычная термомеханическая кривая аморфного полимера. Кривая состоит из трёх участков, соответствующих трём физическим состояниям. Участок 1 отвечает области стеклообразного состояния, до которого свойственны малозначительные обратимые деформации. Участок 2 относится к высокоэластическому состоянию полимеров, для которого характерны необратимые деформации либо течение. Из рисунке 7б видно, собственно температура текучести растет с повышением молекулярной массы (М) полимера. Подобный результат имеется для температуры стеклования, хотя только в сфере довольно небольших молекулярных масс. По достижению

молекулярной массы, соответствующей для механического сектора этого полимера, его температура стеклования далее не меняется.

Термомеханическая кривая значительно трансформируется для сшитых и кристаллических полимеров. Для первых пропадает область вязкотекучего, для вторых вырождается область высокоэластического состояния [5].

### **1.6.1 Высокоэластическое состояние**

Более соответствующим симптомом высокоэластического состояния полимеров считается присутствие огромных обратимых деструкций. Так, эталон естественного каучука сможет прирастить длину при растяжении на 700-800%, а опосля остановки деяния растягивающей силы – возвратиться к начальному объему. Раз сопоставить модули упругости ряда которые были использованы, то мы увидим, собственно их значения, соответствующие для газов и каучуков, недалеко друг от друга и в этот момент гораздо порядков менее значений, соответствующих для множества твёрдых материалов.

Природа упругой деструкции данных 2-ух групп материалов разна. В твёрдых кристаллических телах она имеет энергетическую природу. При их деформации меняется сбалансированное положение ионов, атомов либо молекул, собственно приводит к изменению внутренней энергии системы.

В случае газов упругость имеет место быть как сопротивление мощам сжатия через повышение давления. По прекращении действия газ ворачивается к начальному состоянию в следствии теплового перемещения молекул. Как следует, упругость газа имеет кинетическую природу.

Близость модулей упругости газа и каучука позволяет сделать вывод, собственно упругость заключительного аналогично имеет кинетическую природу, на собственно показывает колебание температурного режима газа и каучука при деструкции. Но природа физической активности молекул в двух вариантах разна. В газе молекулы передвигаются как целое, при обратимой деструкции каучука передвигаются только разделы макромолекулы в отсутствии конфигурации обоюдного месторасположения заключительных.

### **1.6.2 Стеклообразное состояние**

Стеклообразное состояние – твёрдое состояние аморфных полимеров. Переход полимеров из высокоэластичного либо вязкотекучего состояния в стеклообразное случается при снижении температуры либо увеличения давления и именуется стеклованием.

Более единый приспособление стеклования полимеров базируется на представлениях о роли вольного объёма. Сообразно данным представлениям, интенсивность перемещения частей в полимере, имеющем кооперативный характер, находится в зависимости от величины вольного объёма полимера. Независимый объём распределён по полимеру повторяющий вид микропустот. При температуре большей нежели температура стеклования расширение полимерного тела при нагревании, в главном, обосновано повышением независимого объёма; оно характеризуется температурным коэффициентом объёмного расширения  $\alpha_i$ . При снижении температуры вольный объём, а совместно с ним и физическую активность частей миниатюризируется, по достижении температуры одинаковой температуре стеклования независимый объём добивается малой величины и дальше не меняется. В данных критериях разделы утрачивают физическая активность и полимер стеклуеться.

### **1.6.3 Вязкотекучее состояние**

При температуре выше температуры стеклования либо температуре плавления полимеры перебегают в вязкотекучее состояние, для которого свойственны в большей степени необратимые деформации, то есть течение.

В ходе течения случается движение частей в некоем предпочтительном направлении, собственно приводит к поступательному перемещению макромолекул в общем. Дабы разделы передвигались, нужно присутствие двух критерий: термической энергии, необходимой для преодоления сил межмолекулярного взаимодействия, а аналогично «дырок», куда исполняется движение сектора. Заключительнее условие считается характеризующим в сфере температур, ближайших к температуре стеклования. Такая область ограничена условием  $T_g < T < (T_g + 120^\circ)$ ,  $T_g$  – температура стеклования.

## 1.7 Пластификация полимеров

Под пластификацией понимается один из методов модификации полимеров, связанной с внедрением в их низкомолекулярных препаратов, в следствии чего же понижаются температуры стеклования и текучести полимера, улучшаются его эластические и пластические характеристики. Пластификаторы имеют все шансы вводиться в мономерную смесь перед синтезом полимера либо в готовый полимер, оказавшийся в дисперсном состоянии (латексы), растворе либо расплаве.

Имеющиеся представления о механизме пластификации плотно сплетены с доктриной стеклования. Так, сообразно С.Н. Жукову, приспособление пластификации полярных полимеров состоит в экранировании полярных многофункциональных групп макромолекул молекулами пластификатора, собственно предутверждает образование узлов пространственной сетки. Согласно с данное доктриной:

$$\Delta T_g = kn, \quad (1)$$

где  $\Delta T_g$  - снижение температуры стеклования;  $n$  – число молей пластификатора;  $k$  – коэффициент, не зависящий от природы пластификатора.

В данном случае в ходе течения случается движение частей в некоем предпочтительном направлении, собственно приводит к поступательном перемещению макромолекул в целом. Для того чтоб разделы передвигались, нужно присутствие двух критерий: термической энергии, необходимой для преодоления сил межмолекулярного взаимодействия, также «дырок», куда исполняется движение сектора. Заключительнее условие считается характеризующим в сфере температур, недалёких к температуре стеклования. Такая область ограничена условием  $T_g < T < (T_g + 120^\circ)$  [5].

## 2 Экспериментальная часть

### 2.1 Исходные материалы и их микрофотографии

В исследовании мы получили микрофотографии исходных материалов при помощи оптического микроскопа «Лабомет-И», представленного на рисунке 4.



Рисунок 4- Оптический микроскоп «Лабомет-И»

В исследовании использовали изготовленные армированные композиты на основе чистого порошка СВМПЭ (ТНХК). Общий вид и микрофотографии чистого порошка СВМПЭ показаны на рисунке 5.

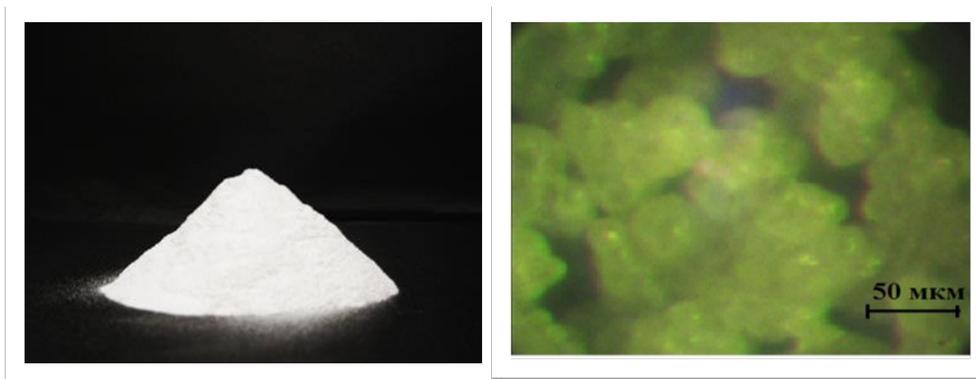


Рисунок 5 - Чистый порошок СВМПЭ (изготовленного на ТНХК - Россия)

В качестве дисперсного неорганического наполнителя использовалась электролитическая медь марки ПМС – 1 в количестве 3,7,10 и 13%(весовых). Эта наполнитель обусловлена, повышением износостойкости композита. Общий вид и микрофотографии порошка меди марки ПМС – 1 показаны на рисунке 6.

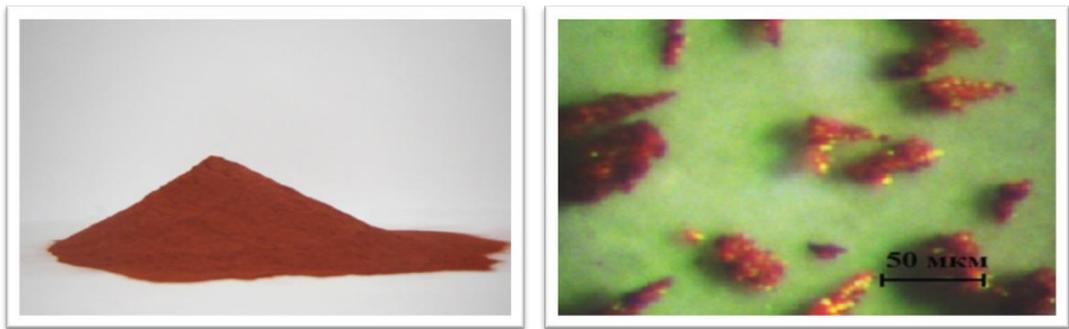


Рисунок 6 – Порошок электролитической медимарки ПМС – 1

В качестве дисперсного органического наполнителя было взята древесная мука в количестве 3%(весовых). Эта наполнитель может увеличить твердость полимерного композиционного материала. Макро- и микрофотографии древесной муки показаны на рисунке 7.

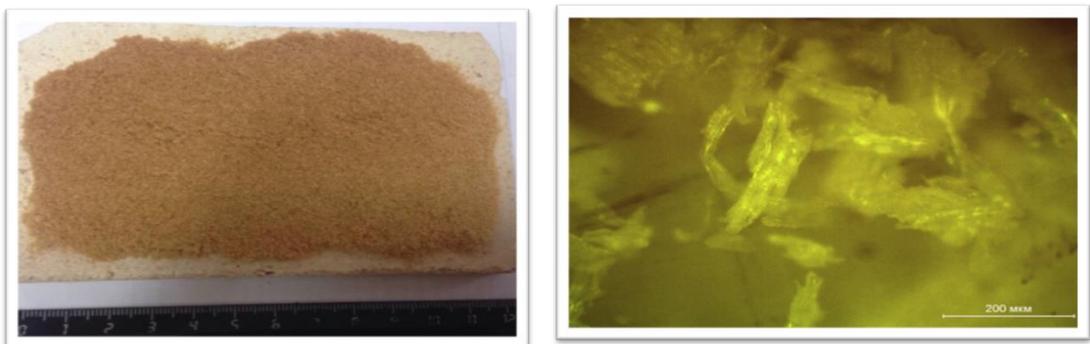


Рисунок 7 – Древесная мука

В качестве волокнистого наполнителя использовалось базальтовое волокно. Выбор этого волокна обусловлен прочности, высоким модулем упругости и низкой себестоимостью. Макро- и микрофотография волокна приложена на рисунке 8.

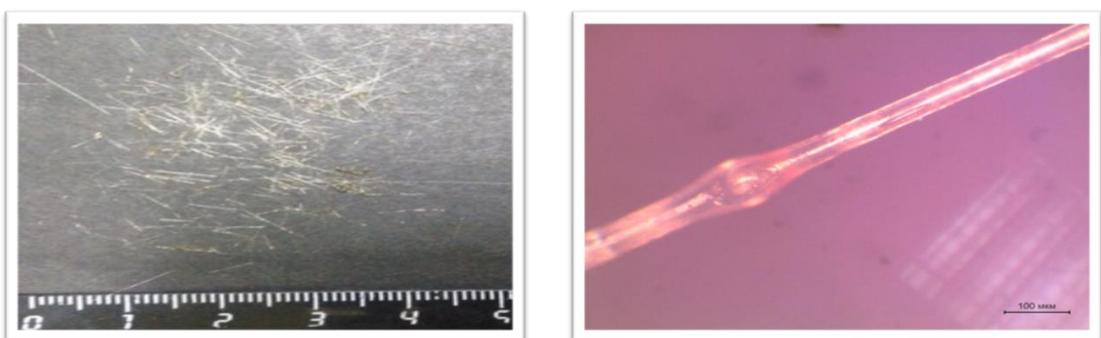


Рисунок 8 – Базальтовое волокно

### **3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

#### **3.1 Классификация научно-исследовательской работы (НИР)**

Классификация научных исследований имеет важное значение для выработки стратегии развития науки, решения вопросов, связанных с оценкой перспективных научных направлений, планирования и финансирования работ, определения вклада фундаментальных и других исследований в решении народнохозяйственных задач.

Работы, выполняемые научно-исследовательскими и конструкторскими организациями при планировании и учете можно разделить на четыре основные группы:

- научно-исследовательские работы;
- опытно-конструкторские работы;
- работы по оказанию технической помощи;
- работы и услуги сторонним организациям.

К научно-исследовательским работам относятся работы поискового, теоретического и экспериментального характера, которые выполняются с целью расширения, углубления и систематизации знаний по определенной научной проблеме и создания научного задела.

Работы поискового характера дают возможность выявить новые принципы использования законов природы для научно-технического прогресса. Поисковые работы бывают как широкого профиля, так и узконаправленного для решения частных вопросов. Отчеты по поисковым работам должны содержать обзоры и рекомендации о возможности использования полученных результатов в конкретной области материального производства.

Работы теоретического характера производятся с целью получения систематизированных сведений по определенной проблеме. Такие работы заканчиваются составлением отчетов, обзоров и рекомендаций, характеризующих современное состояние проблемы, а также перспективы ее

развития.

Работы экспериментального характера производятся для проверки теоретических расчетов и выводов, а также для получения экспериментальных данных последующих разработок опытных образцов или макетов. Эти работы, как правило, завершаются изготовлением экспериментальных образцов с проведением всех циклов испытаний.

По характеру получаемых результатов научные исследования делятся на три группы:

- поисковые работы;
- фундаментальные работы;
- прикладные работы.

Целью поисковых работ является выявление технико-экономических возможностей и конкретных путей применения, принципиально новых способов и средств производства продукции. Эти работы выполняются на основе новых явлений и закономерностей. К поисковым следует отнести также работы обобщающе-информационного характера, исследование сфер применения новых закономерностей и явлений развития производства. Результаты данных работ, как правило, не заканчиваются созданием и промышленным внедрением новых видов материалов и средств изготовления продукции. Они лишь выясняют технические, организационные и экономические возможности их получения. При положительных результатах выводы поисковых работ могут быть использованы в научно-исследовательских работах прикладного характера. По поисковым НИР, которые не заканчиваются достижением положительных результатов, определяется лишь сумма производственных затрат и капитальных вложений на их выполнение.

Фундаментальными могут быть названы работы, при выполнении которых имеет место открытие и характеристика новых явлений, закономерностей развития природы и общества. Они выявляют принципиально

новые пути прогресса техники, экономики и организации производства (потребления).

Результаты фундаментальных исследований могут быть использованы в поисковых научно-исследовательских и прикладных работах, непосредственно направленных на освоение новых видов материалов, средств и способов производства (потребления). Однако непосредственные результаты фундаментальных работ имеют абстрактный характер и существуют обычно в формах научной информации, как гипотезы, теории.

Прикладные работы непосредственно направлены на создание новых либо совершенствование существующих средств и способов производства продукции. Непосредственные результаты этих работ имеют вполне определенный характер и выдаются в виде отчетов, технической документации, макетов, экспериментальных и опытных образцов. Результатом внедрения таких работ является создание либо совершенствование средств и способов изготовления продукции.

К данной группе следует отнести и составление инструкций, технических условий, методических рекомендаций, работы обобщающе-информационного характера, составление прогнозов изменения отдельных параметров оборудования и других средств.

Экономический эффект затрат на НИР - это часть всего экономического эффекта от использования ее результатов в народном хозяйстве.

Данная научно-исследовательская работа является:

- по источникам финансирования - госбюджетная;
- по характеру получаемых результатов - поисковая.

### **3.2 Определение разделения НИР на этапы**

Для правильного планирования, а также финансирования и определения трудоемкости выполнения НИР необходимо ее разбить на этапы. Под этапом понимается крупная часть работы, которая имеет самостоятельное значение и является объемом планирования и финансирования.

НИР имеет:

1. Подготовительный этап. Сбор и изучение, имеющийся информации по теме. Техничко-экономическое обоснование целесообразности проведения исследований по теме. Определение состава исполнителей и соисполнителей, согласование с ними частных задач. Разработка и утверждение технического задания.

2. Разработка теоретической части. Формирование возможных направлений исследования.

3. Проектирование и изготовление заготовок. Проектирование оснастки, аппаратуры, установок и других средств.

4. Экспериментальные установки. Проведение экспериментальных работ по теоретическим разделам.

5. Испытание.

6. Внесение коррективов в разработку и испытания. Корректировка разработанных схем, расчетов и проектов с учетом циклов испытаний.

7. Выводы и предложения по теме, обобщение результатов разработки. Составление технологического отчета.

8. Завершающий этап. Рассмотрение результатов исследования на научно-техническом совете. Утверждение результатов работы. Подготовка отчетной документации.

Данную НИР можно разделить на следующие этапы (Таблица 5):

- а) выдача задания;
- б) литературный обзор;
- в) составление плана работ;
- г) проведение испытаний;
- д) обсуждение результатов;
- е) составление отчета;
- ж) защита отчета.

Работу выполняло 3 человека: заведующий лабораторией (зав. лаб.), два инженера-дипломника (инж).

Таблица 8 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Выдача задания	1	Получение заказа на НИР	зав. лаб.
	2	Подготовка необходимых материалов для НИР	зав. лаб.
Литературный обзор	3	Подбор и изучение материалов по теме	инж.
	4	Выбор направления исследований	зав. лаб.
Составление плана работ	5	Планирование работ по теме	зав. лаб.
Проведение испытаний	6	Подготовка порошка СВМПЭ, Си и армирующих элементов	инж.
	7	Изготовление модельных заготовок композитов на основе СВМПЭ	инж.
	8	Изготовление образцов для испытаний	инж.
	9	Проведение испытаний	инж.
Обсуждение результатов	10	Обработка данных	инж.
	11	Научное обоснование результатов и выводы	зав. лаб., инж.
Составление отчета	12	Оформление отчета НИР	инж.
Защита отчета	13	Защита выпускной квалификационной работы	инж.

### 3.3 Определение трудоемкости этапов НИР

Расчет трудоемкости является важной частью экономических расчетов по теме, так как трудовые затраты составляют основную часть стоимости НИР и непосредственно влияет на сроки разработок. Расчет трудоемкости осуществляется двумя методами [6]:

- технико-экономическим,
- опытно-статистическим.

Технико-экономический метод – метод прямого счета по нормативам НИИ. Однако трудоемкость отдельных этапов может быть рассчитана опытно-

статистическим методом, если НИР проводится впервые и вследствие этого отсутствуют нормативы. Указанный метод может быть реализован двумя способами:

1. Путем анализа, когда необходимые трудовые запасы определяются по работам, проведенным данным коллективом ранее.
2. Вероятным методом.

При первом способе опытно-статистического метода используют отчетные данные фактической трудоемкости работ, осуществляемых ранее. В отсутствии аналогичных работ определяют вероятным методом непосредственно их продолжительность на основе системы оценок.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$ , используется следующая формула [7]:

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

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;  $t_{\min i}$ , – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.;  $t_{\max i}$ , – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями [7]:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (4)$$

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

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Временные показатели проведения данного научного исследования представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители			$T_{pi}$ , дни		
	$t_{\min i}$ , чел-дни			$t_{\max i}$ , чел-дни			$t_{ож i}$ , чел-дни								
	Зав.л	ИНЖ	ИНЖ	Зав.л	ИНЖ	ИНЖ	Зав.л	ИНЖ	ИНЖ	Зав.л	ИНЖ	ИНЖ	Зав.л	ИНЖ	ИНЖ
Получение заказа на НИР	5	-	-	12	-	-	8	-	-	+	-	-	8	-	-
Подготовка необходимых материалов для НИР	7	-	-	20	-	-	13	-	-	+	-	-	13	-	-
Подбор и изучение материалов по теме	-	20	20	-	35	35	-	26	26	-	+	+	-	13	13
Выбор направления исследований	5	-	-	12	-	-	8	-	-	+	-	-	8	-	-
Календарное планирование работ	8	-	-	12	-	-	10	-	-	+	-	-	10	-	-
Подготовка порошка СВМПЭ, Si и армирующих элементов	-	4	4	-	9	9	-	6	6	-	+	+	-	3	3
Изготовление модельных заготовок армированных композитов	-	4	4	-	9	9	-	6	6	-	+	+	-	3	3

в на основе СВМПЭ															
Изготовление образцов для мех-их испытаний	-	4	4	-	8	8	-	6	6	-	+	+	-	3	3
Проведение мех-их испытаний	-	4	4	-	6	6	-	5	5	-	+	+	-	3	3
Обработка данных	-	10	10	-	18	18	-	14	14	-	+	+	-	7	7
Научное обоснование и выводы	7	-	7	14	-	14	10	-	10	+	-	+	5	-	5
										окончание таблицы 6					
Оформление отчета НИР	-	-	21	-	-	35	-	-	27	-	-	+	-	-	27
Защита выпускной работы	-	-	5	-	-	7	-	-	6	-	-	+	-	-	6

### 3.4 Составление сметы затрат

Эффективное планирование и финансирование НИР на всех этапах предполагает использование обоснованных методов определения сметных затрат на проведение исследований и разработок.

Планирование и финансирование НИР — это не только определение доли национального дохода, которую государство может выделить на развитие науки. Условия планирования и финансирования в отраслевых НИИ выдвигают необходимость расчета затрат на конкретную тему.

Народнохозяйственный план финансирования науки является суммой ассигнований на науку в отраслевом разделе, которая представляет совокупность сметной стоимости работ, выполненных НИИ. Поэтому объем финансирования НИИ нельзя определить без наличия сметного расчета по каждой теме.

В данной работе изучено влияние армирующих элементов на механические характеристики композита на основе СВМПЭ. Для исследований были изготовлены 6 модельных заготовок, армированных металлической сеткой с разной ячейкой и стеклотканью. Задачами данного исследования являлись: анализ литературы; исследование влияния армирующих элементов на механические характеристики,

На задание, согласно договору лаборатории Физики поверхностных явлений, выделено 30 недель. Работу выполняло 3 человека..

Смета затрат будет составлена по следующим статьям:

1. Амортизация оборудования;
2. Основные и вспомогательные материалы;
3. Заработная плата:
  - 3.1 Основная заработная плата;
  - 3.2 Дополнительная заработная плата;
4. Страховые отчисления;
5. Электроэнергия;
6. Накладные расходы.

#### **3.4.1 Затраты на амортизацию оборудования**

Затраты на амортизацию оборудования рассчитываются по формуле:

$$Z_{об} = (Ц \cdot F_{ф}) / (F_{н} \cdot F_{сс}), \quad (5)$$

где Ц – цена оборудования, р.;  $F_{н}$  – номинальный фонд времени (рабочее время в году), ч;  $F_{сс}$  – срок службы оборудования, год;  $F_{ф}$  – фактическое время занятости оборудования в НИР, ч.  $F_{н} = 365 - 104 - 11 = 250$  дней = 500 ч.

Вычисленная амортизация оборудования представлена в таблице 10. Данные взяты на основе отчета лаборатории.

Таблица 10 - Затраты на амортизацию оборудования

№	Наименование оборудования	Ц, р.	Г <sub>сс</sub> , год	Г <sub>ф</sub> , ч.	З <sub>об</sub> , р.
1	Установка для горячего прессования	100000	30	24	160
2	Анализатор А20	74400	20	10	75
3	Смеситель С2.0	204000	20	2	41
4	Твердомер ТКМ-359	34000	5	2	27
5	Компьютер	30000	8	500	3750
ИТОГО:					4053

### 3.4.2 Затраты на основные и вспомогательные материалы

В данной работе в качестве исследуемого материала использовались армированные композиты на основе СВМПЭ. Состав композита СВМПЭ+13%Cu, в качестве армирующий элементов использовались металлические сетки и стеклянная ткань в виде ленты

Приобретенные основные и вспомогательные материалы приведены в таблице 11. Данные взяты на основе отчета лаборатории.

Таблица 11 - Основные материалы и комплектующие изделия

№	Материал	Единица материала	Цена, р./ед.	Кол-во, ед.	Затраты на НИР, р.
1	Порошок СВМПЭ	кг	1000	0,5	500
2	Порошок меди ПМС-1	кг	480	0,065	31,2
3	Металлическая сетка	м <sup>2</sup>	100	0,0025	0,25
4	Лента стеклянная	м <sup>2</sup>	158	0,0025	0,395
5	Расходные материалы				1500
Итого:					2031,8

### 3.4.3 Затраты на заработную плату

Для выполнения данной работы требуется 3 исполнителя – заведующий лабораторией (зав. лаб.), и два инженера-дипломника(инж). Поскольку в качестве инженеров выступали дипломники, то зарплата начислялась только для заведующего лабораторией.

Исходными нормативами заработной платы данных категорий работающих является оклад, определяющий уровень месячной заработной платы в зависимости от объема и ответственности работ.

Оклад рассчитывают по следующему выражению:

$$L_o = T_c \cdot T_{pi}, \quad (6)$$

где  $T_c$  – тарифная ставка;

$T_{pi}$  — фактически отработанное время (Таблица 6).

Основную заработную плату рассчитывают следующим образом:

$$L_{осн} = L_o + 0,3 \cdot L_o \quad (7)$$

где  $L_o$  - оклад;

$0,3 \cdot L_o$  - районный коэффициент (30%  $L_o$ ).

Дополнительную заработную плату рассчитываются по формуле:

$$L_{доп} = 0,2 \cdot L_{осн} \quad (8)$$

где  $L_{осн}$  - основная заработная плата

Вычисленные затраты на заработную плату представлены в таблице 12.

Таблица 12 - Затраты на заработную плату

№	Статьи	Зав. Лаб.
1	$T_c$ , р./день	931
2	$T_{pi}$ , ДН	44
3	$L_o$ , р.	40964
4	$0,3 * L_o$ , р.	12289
5	$L_{осн}$ , р.	53253
6	$L_{доп}$ , р.	10651
7	$\Sigma (L_{осн} + L_{доп})$ , р.	63904

Фонд оплаты труда: 63904 р.

### 3.4.4 Страховые отчисления

На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году вводится пониженная ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 30% от фонда оплаты труда [7].

Таким образом, затраты на страховые отчисления составят:

$$63904 \cdot 30\% = 19171,2 \text{ р.}$$

### 3.4.5 Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$\mathcal{E} = \text{Ц} \times \text{N} \times \text{n} \times t_{\text{зан.ч}}$$

где Ц — стоимость 1 кВт/ ч электроэнергии, р.;

N — мощность оборудования, кВт;

n — количество единиц оборудования одного вида, ед.;

$t_{\text{зан.ч}}$  — время занятости оборудования, ч.;

Вычисленные затраты на электроэнергию представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Затраты на электроэнергию

	Наименование оборудования	Цена, Ц, р.	N, кВт	n	$t_{\text{зан.ч}}$ , ч.	Затраты, р.
1	Установка для горячего прессования	5,33	12	1	24	1535,04
2	Анализатор А20	5,33	3	1	10	159,9
3	Смеситель С2.0	5,33	3	1	2	31,98
4	Твердомер ТКМ-359	5,33	-	1	-	-
5	Компьютер	5,33	0,3	1	500	799,5
	Итого:					2526,42

### 3.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: амортизация оборудования; затраты на материалы; заработная плата; страховые отчисления; электроэнергия и т.д. Накладные расходы ( $Z_{\text{накл}}$ ) составят 50% от основной заработной платы, т.е.

$$Z_{\text{накл}} = 0,5 \times 53253 = 26626,5 \text{ р.}$$

### 3.4.7 Формирование сметы затрат НИР

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат работы, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Составим смету затрат на НИР (Таблица 14).

Таблица 14 - Смета затрат на НИР

№	Элементы затрат	Сумма, р.	%
1	Амортизация оборудования	4053	3,43
2	Затраты на материалы	2031,8	1,72
3	Заработная плата	63904	54
4	Страховые отчисления	19171,2	16,2
5	Затраты на электроэнергию	2526,42	2,15
6	Прочие накладные расходы	26626,5	22,5
8	ИТОГО: себестоимость S	118312,92	100
9	Плановая прибыль (рентабельность P=25%)	29578,23	
10	Цена выполнения НИР	147891,15	
11	НДС (18%)	26620,4	
12	Всего с НДС	174511,55	

Таким образом, в данном разделе работы проведено экономическое обоснование проведенных исследований:

- рассчитана себестоимость НИР (118312,92 р.);

●рассчитана договорная цена на проведение НИР (174511,55 р.);

●рассчитано время проведения НИР – 30 недели.

### **3.5 Определение ресурсной эффективности исследования**

По результатам НИР были выполнены поставленные задачи. Однако, поскольку данная НИР относится к поисковым работам, то оценивать её эффективность преждевременно. Эффективность может быть определена только после проведения прикладных исследований, результатом которых будет получение конечного продукта.

## **4 Социальная ответственность**

### **4.1 Введение**

По характеру физической нагрузки работа инженера-разработчика относится к разряду легких, но она сопряжена с большой умственной и нервно-психологической нагрузкой.

Длительная работа в помещении при плохой вентиляции, повышенной или пониженной температуре и влажности воздуха, плохом освещении неблагоприятно сказывается на здоровье работающего, что неизбежно влечет за собой снижение производительности труда.

Научно-исследовательская работа выполнялась в лабораториях Кафедры материаловедения в машиностроении при ТПУ. Рабочей зоной являлись 4 лаборатории общей площадью 120 м<sup>2</sup>, включающее 6 персональных компьютеров, оптический микроскоп, микротвердомер, вибропривод для ситового анализа, смеситель, установка для горячего прессования, установки для исследования износа. Так как работа осуществлялась в различных пунктах рабочей зоны, то постоянным рабочим местом является вся рабочая зона (ГОСТ 12.1.005 – 88).

В данном разделе рассмотрены вредные и опасные факторы, действующие на сотрудника лаборатории, разработаны требования безопасности и комплекс защитных мероприятий на рабочем месте. Также этот раздел включает подразделы охраны окружающей среды и чрезвычайных ситуаций.

### **4.2 Техногенная безопасность**

#### **4.2.1 Вредные факторы**

В условиях кафедры ММС НИТПУ на производительность труда инженера-исследователя, находящегося на рабочем месте, влияют следующие вредные производственные факторы (О и В ПФ ГОСТ 12.0.003-74) [8]:

1. Недостаточная освещенность рабочего места.
2. Высокий уровень шума, источниками которого могут являться: шлифовальный станок, печатающий принтера и т.п.

3. Пониженная или повышенная температура воздуха.
4. Отклонение от нормативных значений влажности воздуха.
5. Зараженность воздуха.

### **Микроклимат**

Основными факторами, характеризующими микроклимат производственной среды, являются: температура, подвижность и влажность воздуха.

Высокая температура воздуха способствует быстрой утомляемости работающего, может привести к перегреву организма, тепловому удару. Низкая температура воздуха может вызвать местное или общее охлаждение организма, стать причиной простудного заболевания либо обморожения.

Высокая относительная влажность при высокой температуре воздуха способствует перегреванию организма, при низкой же температуре увеличивается теплоотдача с поверхности кожи, что ведет к переохлаждению. Низкая влажность вызывает неприятные ощущения в виде сухости слизистых оболочек дыхательных путей работающего [8].

При нормировании метеорологических условий в производственных помещениях учитывают время года, физическую тяжесть выполняемых работ, а также количество избыточного тепла в помещении [8]. Оптимальные и допустимые метеорологические условия температуры и влажности устанавливаются согласно ГОСТ 12.1.005-88 (Таблица 15).

Для поддержания нормальных параметров микроклимата в рабочей зоне применяются следующие мероприятия: устройство систем вентиляции, кондиционирование воздуха и отопление.

Таблица 15 – Комплекс требований для нормального протекания трудового процесса

Период года	Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	Оптим.	Допуст.	Оптим.	Допуст.	Оптим.	Допуст.
Холодный	17-19	15-21	40-60	75	0,2	0,4
Теплый	20-22	16-27	40-60	70	0,3	0,2-0,5

### **Освещенность**

Среди технических требований к рабочему месту инженера особенно важным является требование к освещенности, которая значительно влияет на эффективность трудового процесса. Недостаточная освещенность способствует возрастанию нагрузки на органы зрения и приводит к утомляемости организма. Поэтому необходимо обеспечить оптимальное сочетание общего и местного освещения.

Естественное освещение должно удовлетворять СНиП II-4-79. Нормы естественного освещения установлены с учетом обязательной регулярной очистки стекол световых проемов не реже двух раз в год (для помещений с незначительным выделением пыли, дыма и копоти). Учитывая, что солнечный свет оказывает благоприятное воздействие на организм человека, необходимо максимально продолжительно использовать естественное освещение.

В соответствии с характером выполняемых работ, освещенность рабочего места по СНиП II-4-79 должна быть 200 Лк – общая освещенность и 300 лк — комбинированное освещение.

### **Электромагнитное излучение**

Дипломная работа выполнялась с применением персональных компьютеров (ПЭВМ) типа IBM PC. Основным вредным фактором, воздействию которого подвергается инженер-исследователь при работе за компьютером, является электромагнитное излучение. Оно пагубно влияет на костные ткани, ухудшает зрение, повышает утомляемость, а также

способствует ослаблению памяти и возникновению онкологических заболеваний.

Безопасные уровни излучений регламентируются нормами СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 и представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Временные допустимые уровни (ВДУ) электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

С целью снижения вредного влияния электромагнитного излучения при работе с ПК необходимо соблюдать следующие общие гигиенические требования [8]:

1. Продолжительность непрерывной работы взрослого пользователя не должна превышать 2 ч, ребенка – 10÷20 мин, в зависимости от возраста. В процессе работы желательно менять тип и содержание деятельности, например, чередовать редактирование и ввод данных и их считывание. Санитарными нормами предусматриваются обязательные перерывы в работе на ПК, во время которых рекомендуется делать простейшие упражнения для глаз, рук и опорно-двигательного аппарата.
2. Рабочее место с ПК должно располагаться по отношению к оконным проемам так, чтобы свет падал сбоку, предпочтительнее слева. При наличии нескольких компьютеров расстояние между экраном одного монитора и задней стенкой другого должно быть не менее 2 м, а расстояние между боковыми стенками соседних мониторов – 1,2 м. Экран монитора должен находиться от глаз пользователя на оптимальном расстоянии 60÷70 см, но не ближе 50 см
3. Для ослабления влияния рассеянного рентгеновского излучения от монитора ПК рекомендуется использовать защитные фильтры (экраны).

## 4.2.2 Опасные факторы

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 инженер-исследователь при работе в лаборатории кафедры ММС НИТПУ может быть подвергнут действию следующих опасных факторов [8]:

- опасность поражения электрическим током, поскольку работать приходится с оборудованием, питающимся от сети ~220 В 50 Гц
- возникновение пожаров в результате короткого замыкания.

### Электробезопасность

Основными причинами воздействия тока на человека являются [8]:

1. Случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям;
2. Появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции или ошибочных действий персонала;
3. Шаговое напряжение на поверхности земли в результате замыкания провода на землю;
4. Появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения установки;
5. Освобождение другого человека, находящегося под напряжением;
6. Воздействие атмосферного электричества, грозových разрядов.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 [8] предельно допустимые уровни напряжения прикосновения и токов, воздействию которых человек может подвергаться в процессе работы с электрооборудованием, составляют для установок в нормативном режиме: для постоянного тока – не более 0,8 В и 1 мА соответственно, для переменного тока (частота 50 Гц) - не более 2,0 В и 0,3 мА соответственно.

Настоящая инструкция распространяется на всех лиц, выполняющих работы с установками и приборами:

1. К работе с электроустановками допускаются лица, имеющие третью либо четвертую группы допуска, устанавливаемые квалификационной комиссией.

2. Лица, не имеющие непосредственного отношения к обслуживанию электроустановок, к работе с ними не допускаются.

3. Все питающие части должны быть заземлены. Сопротивление заземления должно не превышать 4 Ом.

4. Перекоммутацию кабелей, соединяющих периферийные устройства с ЭВМ, а также установку плат дополнительных устройств (модемов, портов ввода-вывода и т.д.) в слоты шины расширения компьютера необходимо осуществлять только при отключенном питании.

5. При замене (установке) плат расширения необходимо пользоваться браслетом заземления, либо перед осуществлением этой операции избавиться от накопленного на теле статического заряда посредством прикосновения к заземленной части компьютера, в противном случае возможно повреждение чувствительных к статике микроэлементов ЭВМ.

6. При приближении грозы необходимо оперативно закончить работу на компьютере и отключить его от сети во избежание повреждения последовательного порта и исключения сбоев при возможных скачках напряжения в сети, характерных в подобных случаях.

Меры первой помощи зависят от состояния, в котором находится пострадавший после освобождения его от электрического тока.

Для определения этого состояния необходимо немедленно произвести следующие мероприятия:

1. Уложить пострадавшего на спину на твердую поверхность.

2. Проверить наличие у пострадавшего дыхания (определяется по подъему грудной клетки или каким-либо другим способом).

3. Проверить наличие у пострадавшего пульса на лучевой артерии у запястья или на сонной артерии, на переднебоковой поверхности шеи.

4. Выяснить состояние зрачка (узкий или широкий); широкий зрачок указывает на резкое ухудшение кровоснабжения мозга.

5. При признаках остановки сердца или отсутствии дыхания произвести непрямой массаж сердца и искусственное дыхание.

Во всех случаях поражения электрическим током вызов врача является обязательным независимо от состояния пострадавшего.

С точки зрения электробезопасности (ГОСТ 12.1.030-81) [8], оборудование, запитываемое напряжением выше 42 В, должно быть заземлено или занулено. Зануление – более эффективная мера, чем защитное заземление, поскольку в критическом случае ток короткого замыкания при занулении больше, чем при заземлении, следствием чего является более быстрое срабатывание предохранительных устройств. Во многих случаях это позволяет сберечь дорогостоящее оборудование от повреждений. Соединяющие проводники электрооборудования изготавливают из медного провода сечением 1,5 мм<sup>2</sup>, покрытым изоляционным слоем лака для защиты от окисления. Кроме того, обязательно должна быть предусмотрена возможность быстрого отключения напряжения с разделительного щита.

Меры профилактики и средства защиты от пожаров рассмотрены в подразделе чрезвычайные ситуации.

### **4.3 Охрана окружающей среды**

История влияния человека на биосферу показывает, что технический прогресс агрессивно воздействует на окружающую среду, создавая предпосылки для возникновения экологических кризисов. В то же время он расширяет возможности устранения создаваемых человеком ухудшений природой среды. Защита окружающей среды - это комплексная проблема, требующая усилий всего человечества. Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий является полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам. Это потребует решения целого комплекса сложных технологических конструкторских и организационных задач, основанных на использовании новейших научно-технических достижений.

Под понятием “безотходная технология” следует понимать комплекс мероприятий в технологических процессах от обработки сырья до использования готовой продукции, в результате которых сокращается до

минимума количество вредных примесей в выбросах и уменьшается воздействие отходов на окружающую среду до приемлемого уровня. В этот комплекс мероприятий входят:

- воссоздание и внедрение новых процессов получения продукции с образованием наименьшего количества отходов;
- разработка различных типов бессточных технологических систем водооборотных циклов на базе способов очистки сточных вод;
- разработка систем переработки отходов производства во вторичные материальные ресурсы;
- создание территориально промышленных комплексов, имеющих замкнутую структуру материальных потоков сырья и отходов внутри комплекса.

Пассивные методы защиты окружающей среды включают комплекс мероприятий по ограничению выбросов промышленного производства с последующей утилизацией и захоронением отходов.

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

#### **4.4 Организационные мероприятия обеспечения безопасности**

Одним из факторов комфортности рабочей среды является организация рабочего места.

Рабочее место – это часть помещения предприятия (организации), имеющая площадь и объем, достаточный для размещения инженера и необходимого оборудования (рабочего стола, стула, контрольно-измерительных приборов, станков, а также справочных и рабочих материалов, инструментов, вычислительной техники и т.д.).

Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [8]:

а) рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество;

б) рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

в) рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам.

В соответствии с СН-245-71 в помещении должен быть организован воздухообмен. Это осуществляется с помощью вентиляции.

Для улучшения воздухообмена в помещении необходимо выполнить следующие технические и санитарно-гигиенические требования:

Общий объем притока воздуха в помещении должен соответствовать объему вытяжки;

Правильное размещение приточной и вытяжной вентиляции,

Расчет необходимого воздухообмена ведется по следующим факторам: по количеству работающих, влаговыделению, теплоизбыткам, поступлению в воздух рабочей зоны вредных газов, паров и пыли.

Исходя из того, что три последних фактора не оказывают существенного влияния на микроклимат лаборатории, то расчет воздухообмена проводится исходя из количества работающих:

$$L = n \cdot L_0, \quad (9)$$

где  $n$  – число работников;

$L_0$  - расход воздуха на одного работающего, принимаемый в зависимости от объема помещения на одного работающего.

Согласно СН-245-71 [8] объем производственных помещений должен быть таким, чтобы на одного работающего приходилось не менее  $15 \text{ м}^3$  свободного пространства и не менее  $6 \text{ м}^2$  площади. Следовательно, согласно СП 2.2.1.1312–03 при наличии естественной вентиляции следует проектировать подачу наружного воздуха в количестве не менее  $30 \text{ м}^3/\text{ч}$  на каждого работающего.

В соответствии с указаниями по проектированию цветовой отделки помещений производственных зданий, согласно “Указаниям по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий” (СН-181-70) [8], рекомендуются следующие цвета окраски помещений:

- потолок - белый или светлый цветной;
- стены - сплошные, светло-голубые;
- пол - темно-серый, темно-красный или коричневый.

Применение указанной палитры цветов обусловлено ее успокаивающим воздействием на психику человека, способствующим уменьшением зрительного утомления.

При выполнении интерьера, обычно выбирают не более трех основных цветов небольшой насыщенности. Окраска оборудования и приборов, в основном, имеет светлые цвета с высококонтрастными органами управления и надписями к ним.

#### **4.5 Чрезвычайные ситуации**

На кафедре ММС НИТПУ наиболее вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера. ЧС техногенного характера — это ситуации, которые возникают в результате производственных аварий и катастроф на объектах, транспортных магистралях и продуктопроводах; пожаров, взрывов на объектах; загрязнения местности и атмосферы сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ), отравляющими веществами (ОВ), биологически (бактериологически) опасными и радиоактивными веществами. Аварии и катастрофы на объектах характеризуются внезапным обрушением зданий, сооружений, авариями на энергетических сетях (ТЭЦ, АЭС, ЛЭП и др.), авариями в коммунальном жизнеобеспечении, авариями на очистных сооружениях, технологических линиях и т. д.

На случай возникновения чрезвычайной ситуации (землетрясение, наводнение, пожары, химическое либо радиоактивное заражение и т.п.) должен быть предусмотрен следующий комплекс мероприятий:

- рассредоточение и эвакуация;
- укрытие людей в защитных сооружениях;
- обеспечение индивидуальными средствами защиты;
- организация медицинской помощи пострадавшим.

В чрезвычайной обстановке особенно важное значение имеют сроки эвакуации людей за пределы зон возможного поражения или разрушений. В наиболее короткие сроки эвакуацию можно провести комбинированным способом, который заключается в том, что при его применении массовый вывод населения пешим порядком сочетается с вывозом некоторых категорий населения (пенсионеры, инвалиды, больные и т.д.) всеми видами имеющегося транспорта.

Рассредоточение и эвакуация населения комбинированным способом осуществляется по территориально-производственному принципу. Это значит, что вывод населения организуется через предприятия, учреждения, учебные заведения и домоуправление по месту жительства.

Ведение спасательных работ в районах производственных аварий существенно различаются в зависимости от размеров и опасности аварий и катастроф. Однако, ряд требований к организации спасательных работ является общим.

Работы надо начинать немедленно, чтобы не дать возможности аварии разрастись до катастрофических размеров. Очень важно обеспечить общественный порядок, что даст возможность свободному прибытию формирований гражданской обороны (ГО) к месту аварий. Формирования охраны общественного порядка должны приступить к работе в первую очередь.

Очень важны действия аварийно технических формирований, которые немедленно должны отключить еще не поврежденные энергетические и коммунально-технические сети для локализации аварии.

Спасательные формирования ГО должны как можно быстрее приступить

к работам по спасению людей, действуя совместно с формированиями ГО медицинской службы.

При недостатке сил своего объекта для спасательных работ распоряжением старшего начальника могут привлекаться территориальные формирования ГО и другие силы. Чем организованней, быстрее сработают все подразделения различных служб, тем меньше материального ущерба и человеческих жизней унесет авария.

Неотъемлемой частью комплекса защитных мероприятий на рабочем месте является мероприятия, направленные на обеспечение противопожарной безопасности. Используемый технологический процесс в условиях кафедры ММС НИТПУ согласно СНиП 11-2-80 относится к категории Д, так как использует негорючие вещества в холодном состоянии. В данном случае источником возгорания может оказаться неисправность и неправильная эксплуатация электроустановок.

Существует 5 степеней огнестойкости зданий, сооружений. Помещение лаборатории можно отнести к первой степени огнестойкости.

Предусмотренные средства пожаротушения (согласно требованиям противопожарной безопасности СНиП 2.01.02-85): огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5, пожарный кран с рукавом и ящик с песком (в коридоре). Кроме того, каждое помещение оборудовано системой противопожарной сигнализации.

Основными мероприятиями, обеспечивающими успешную эвакуацию людей и имущества из горящего здания, являются:

- составление планов эвакуации;
- назначение лица, ответственного за эвакуацию, которое должно следить за исправностью дверных проемов, окон, проходов и лестниц;
- ознакомление работающих в лаборатории сотрудников с планом эвакуации, который должен висеть на видном месте.

## **Список публикаций студента**

1. Яхин А. А., ГоФуцзай / Кондратюк А. А.// Исследование влияния количества и типов наполнителей на прочность композитов на основе СВМПЭ. Сборник трудов международной конференции «Материалы и технологии новых поколений в современном материаловедении». Томск 9-11 июня 2016г. -с 237-240