

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

Инженерная школа новых производственных технологий

Направление подготовки: Материаловедение и технологии материалов

Отделение Материаловедения в машиностроении

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Влияние наноразмерных наполнителей на свойства полимерных композитов
УДК 620.22-419.8:678.046-022.532

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Б41	Пчелинцев Пётр Геннадьевич		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Гаврикова Н. А.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Раденков Т.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Планируемые результаты обучения по ООП 22.03.01

Код результата	Результат обучения
	<i>Общекультурные компетенции</i>
P1	Способность применять основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социально-общественных и профессиональных задач, способность анализировать социально-значимые проблемы и процессы. Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать в кооперации с коллегами, находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовность нести за них ответственность, владеть основами общего и производственного менеджмента и использовать их в профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, использовать методы и приемы организации труда, обеспечивающие эффективное, экологически и технически безопасное производство.
	<i>Профессиональные компетенции</i>
P6	Умение использовать базовые знания математических и естественнонаучных дисциплин и дисциплин общепрофессионального цикла в объеме, необходимом для использования в профессиональной деятельности основных законов соответствующих наук, разработанных в них подходов, методов и результатов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении.
P7	Умение использовать традиционные и новые технологические процессы, операции, оборудование, нормативные и методические материалы по технологической подготовке производства, качеству, стандартизации и сертификации изделий и процессов, умение выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения.
P8	Умение применять основы высокотехнологичного инновационного менеджмента, в том числе малого бизнеса, владеть навыками в организации и техническом оснащении рабочих мест; разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, оценке рисков и определении мер по обеспечению экологической и технической безопасности разрабатываемых материалов, техники и технологий.
P9	Умение использовать принципы и методики комплексных исследований, испытаний и диагностики, обработки и модификации материалов, изделий и процессов их производства, включая стандартные и сертификационные испытания; умение применять технические средства для измерения и контроля основных параметров технологических процессов, свойств материалов и изделий из них.
P10	Умение применять современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов.
P11	Умение использовать на практике современные представления наук о материалах, взаимодействии материалов с окружающей средой, владение навыками сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации по тематике исследования, разработки и использования технической документации, основных нормативных документов по вопросам интеллектуальной собственности, подготовки документов к патентованию, оформлению ноу-хау.
P12	Способность комплексно оценивать и прогнозировать тенденции и последствия развития науки о материалах, на основании комплексной оценки формулировать научно-техническую проблему в области изготовления, диагностики и применения наноматериалов. Знание внутри- и междисциплинарных связей в сфере профессиональной деятельности.

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

Инженерная школа новых производственных технологий

Отделение материаловедения

Направление подготовки: *Материаловедение и технологии материалов*

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

_____ Панин С. В.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
4Б41	Пчелинцев Пётр Геннадьевич

Тема работы:

Влияние наноразмерных наполнителей на свойства полимерных композитов

Утверждена приказом директора ИФВТ

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p><i>В работе исследовали композиционные материалы на основе СВМПЭ, изготовленные методом горячего компрессионного формования. Длительность изготовления образцов составляла 40-60 часов. В качестве установки для горячего прессования использовалась уникальная установка на основе разрывной машины «Р-20». Процесс горячего прессования включает в себя одновременное прессование и нагрев. Весь процесс можно поделить на 3 этапа: 1) Нагрев до 180 °С при давлении P_1; 2) Выдержка при 180 °С и повышение давления до $P_2 = 2P_1$; 3) Охлаждение до 60 °С при давлении P_2. Данная установка безопасна, однако требует соблюдение правил безопасности работы в лаборатории ММС НИ ТПУ. Стоимость одного образца 125р. Всего изготовлено 18 образцов.</i></p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</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</i></p>	<p><i>1. Литературный обзор, включающий информацию о наполнителях, а также о твёрдости и прочности композитных полимерных образцов и влияние на этот показатель введения наполнителя.</i></p> <p><i>2. Изготовление модельных заготовок полимерных композитов на основе СВМПЭ методом горячего компрессионного прессования.</i></p> <p><i>3. Исследование механических характеристик (Твёрдость прочность).</i></p> <p><i>4. Обсуждение результатов работы.</i></p> <p><i>5. Выводы об оптимальном количестве вводимого наполнителя для повышения износостойкости полимерных композитов на основе СВМПЭ.</i></p> <p><i>Дополнительные разделы: «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», «Социальная ответственность».</i></p>

работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	
---	--

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

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>
--

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент...	Гаврикова Н. А. старший преподаватель
Социальная ответственность	Раденков Т.А. ассистент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности

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

Реферат –Abstract

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Б41	Пчелинцев Пётр Геннадьевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 87 с., 52 рис., 24 табл., 19 источников, 0 прил.

Ключевые слова: сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ), наполнители, полимерные композиты, диоксид циркония, углеродные нанотрубки, твёрдость, прочность.

Объектом исследования является (ются) полимерные композиты с различными наполнителями на основе СВМПЭ, их твёрдость и прочность.

Цель работы – изучение механических характеристик полимерных композитов на основе СВМПЭ в зависимости от содержания в них различных наполнителей.

В процессе исследования проводились испытания на твёрдость, прочность и теплопроводность полимерных композитов.

В результате исследования получены зависимости количества дисперсного и волокнистого наполнителей на механические свойства полимерных композитов.

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

Экономическая эффективность / значимость работы: По результатам НИР выполнены поставленные задачи. Однако в связи с тем, что данная НИР относится к поисковым работам, то оценивать её эффективность преждевременно. Эффективность может быть определена лишь после проведения прикладных исследований, результатом которых будет получение конечного продукта.

В будущем планируется углубленное исследование композитов с различными дисперсными наполнителями.

ABSTRACT

Final qualifying work 86 p., 52 fig., 24 tab., 13 sources, 0 adj.

Key words: ultrahigh molecular weight polyethylene (UHMWPE), fillers, polymeric composites, polymer composites, zirconia, carbon nanotubes, hardness, strength.

The object of the study is (are) polymer composites with various fillers based on UHMWPE, their hardness and strength.

The purpose of the work is to study the study of the mechanical characteristics of polymer composites based on UHMWPE, depending on the content of various fillers in them.

In the process of research tests were carried out for the hardness, strength and thermal conductivity of polymer composites.

As a result of the study, the dependences of the amount of dispersed and fibrous fillers on the mechanical properties of polymer composites were obtained.

The basic constructive, technological and technical and operational characteristics obtained during the research investigated the characteristics of composites need to be clarified by additional experiments.

Cost-effectiveness / significance of the work: According to the results of research, the tasks are fulfilled. However, due to the fact that this research is related to prospecting works, it is premature to evaluate its effectiveness. Efficiency can only be determined after carrying out applied research, the result of which will be the production of the final product.

In the future, in-depth study of composites dispersed fillers and composites with continuous fibers.

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

Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Уровень образования: бакалавриат
Отделение школы: Материаловедение в машиностроении
Период выполнения: весенний семестр 2017/2018 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)
...	Литературный обзор по теме	20
...	Методики эксперимента	30
	Обсуждение результатов	50

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

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

Оглавление

Введение	10
1. Литературный обзор	12
1.1 Общее понятие о СВМПЭ	12
1.2 Свойства и технические характеристики СВМПЭ	13
1.3 Понятие о наполнителях	16
1.4. Используемые наполнители	19
1.4 1. Оксид циркония	19
1.5.1. Углеродные нанотрубки	19
1.5 Понятие твёрдости	20
1.5.1 Определение твёрдости методом Бриннеля	21
1.5.2. Определение твёрдости методом Шора	22
1.6. Понятие прочности	23
2. Объект и методы исследования	25
2.1 Постановка задачи	25
2.2 Материалы и методика эксперимента	25
3. Экспериментальная часть	27
3.1 Технология создания композитов	27
3.1.1. Получение порошков СВМПЭ с наполнителями	27
3.2.1 Создание образцов методом горячего прессования	27
3.2. Подготовка образцов к испытанию на растяжение	30
3.3. Определение плотности композитов	30
3.3 Определение твёрдости композитов по Бринеллю и Шору	31
3.4 Определение соотношения деформация-напряжение композитов	32
3.5 Определение теплопроводности образцов	42
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	49
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования	50
4.2 Анализ конкурентных технических решений	51
4.3 SWOT-анализ	54
4.4 Планирование научно-исследовательской работы	56
4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования	56

4.4.2	Определение трудоемкости выполнения работ	58
4.4.3	Разработка графика проведения научного исследования	59
4.4.4	Бюджет научно-технического исследования	62
4.4.4.1	Расчет материальных затрат НТИ	62
4.4.4.2	Расчет затрат на специальное оборудование НТИ	63
4.4.4.3	Основная заработная плата исполнителей темы	64
4.4.4.4	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	67
4.4.4.5	Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	68
5.	Социальная ответственность	71
5.1	Техногенная безопасность	73
5.1.1	Вредные факторы	73
5.1.1.1	Микроклимат	74
5.1.1.2	Освещенность	75
5.1.1.3	Уровень шума	76
5.1.1.4	Уровень вибрации	77
5.1.1.5	Вредные вещества	78
5.1.2	Опасные факторы	77
5.1.2.1	Электробезопасность	78
5.1.2.2	Термическая опасность	79
5.2	Региональная безопасность	80
5.3	Организационные мероприятия обеспечения безопасности	81
5.4	Особенности законодательного регулирования проектных решений	83
5.5	Безопасность ЧС	84
5.6	Пожарная безопасность	85
	Заключение	88
	Список используемой литературы	89

ВВЕДЕНИЕ

При исследовании поведения изделий в процессе их эксплуатации, а также в разработке концепций, требований к технологии и оборудованию при создании новых производств и реконструкции действующих важную роль играет изучение композиционных материалов. Это обусловлено постоянным повышением технических требований к продукции композиционных материалов, что требует изучать технологические воздействия и термомеханическую обработку, обеспечивающую формирование заданной структуры и свойств.

На сегодняшний день учёные используют термопластичные полимеры при создании композиционных полимеров в качестве матричного материала. Одним из перспективных материалов в качестве термопластичной матрицы является сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ). Он обладает хорошими физико-механическими и химическими свойствами, износостойкостью, низким коэффициентом трения, износо- и радиационной стойкостью, возможностью эксплуатации при низких температурах (до $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$) и другими особыми характеристиками.

Конструкционные материалы на основе синтетических полимеров, комплекс их свойств и масштабы производства стали одним из факторов, определяющих мировой технический прогресс. Всё больше областей индустрии стремятся заменять изделия из металла на детали, конструкции и покрытия из полимеров. Причиной является прогресс в химии и технологии полимеров, приведший к созданию синтетических материалов. Эти материалы близки к металлическим по прочности и помимо всего обладают значительно меньшей плотностью, а также более высокой коррозионной стойкостью, высокими тепло- и электроизоляционными характеристиками, простотой переработки в изделия.

Переработка СВМПЭ главным образом осуществляется горячим прессованием или же спеканием заготовок, предварительно отпрессованных на холоде. Горячее прессование является наиболее распространённым способом получения листов, плит и блоков, из которых путём механической обработки

создают различные фасонные изделия. Спекание заготовок, которые были предварительно отпрессованы на холоде, также позволяет получать блоки, которые подвергают в дальнейшем механической обработке. Таким путём производят по большей части ленты и пленки различных толщин.

Однако существуют некоторые затруднения при разработке композиционных материалов на основе СВМПЭ. Поскольку молекулярная масса очень высока (до $10 \cdot 10^6$ г/моль), традиционные методы переработки, такие как экструзия или литьё под давлением, не представляются возможными. Другой проблемой является его химическая инертность, и как следствие, отсутствие достаточно высокой адгезии на границе раздела наполнитель-полимер, что негативно сказывается на механических свойствах получаемых материалов, в частности, износостойкости.

Одним из эффективных направлений поднятия свойств СВМПЭ является модифицирование его различными наполнителями. Применение наполнителей даёт возможность регулировать в широких пределах многие физические, технологические и эксплуатационные свойства СВМПЭ [1].

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Общее понятие о СВМПЭ

Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности (СВМПЭ) является одной из разновидностей термопластичного полиэтилена. Он состоит из длиннейших цепей молекул и имеет высокую молекулярную массу – от 2 до 6 миллионов. Длинные цепочки служат для более эффективной передачи нагрузки и распределения её внутри полимера путем укрепления межмолекулярных взаимодействий. Из СВМПЭ можно создать очень жёсткие материалы с высокой ударной прочностью. По данному показателю сверхвысокомолекулярный полиэтилен превосходит любой термопластичный полиэтилен, промышленное производство которого сейчас налажено. Ниже представленные характеристики изделий из СВМПЭ [2].

Таблица 1 – Основные физико-механические (при комнатной температуре) и теплофизические показатели СВМПЭ.

Показатели	-
Плотность, г/см ³	0,92-0,94
Молекулярная масса, г/моль	3.000.000
Ударная вязкость, кДж/м ²	Не разрушается
Прочность при разрыве, МПа	48
Относительное удлинение при разрыве, %	350
Коэффициенты трения по стали:	
при сухом трении	0,1-0,2
в водной среде	0,05-01
в среде масел	0,01-0,08
Температура перехода в пластическое состояние, °С	138-142
Предельная рабочая температура, °С	100-120
Температура хрупкости, °С	-200
Твёрдость по Шору	55-69

СВМПЭ имеет высокую стойкость к агрессивным химическим веществам, кроме окисляющих кислот, характеризуется предельно низким поглощением влаги и очень низким коэффициентом трения. Материал не имеет запаха, вкуса и нетоксичен.

1.2 Свойства и технические характеристики СВМПЭ

СВМПЭ является одним из видов полиолефина. Он состоит из длинных цепей полиэтилена, выровненных в одном направлении. Прочность вещества зависит от длины каждой отдельной молекулы (цепи). При создании волокон уровень параллельной ориентации полимерных цепей может превышать 95 %, а степень кристалличности доходит до 85 %.

Таблица 2 – Основные структурные характеристики СВМПЭ и ПЭНД [2]

Характеристика	СВМП	ПЭНД
Среднемассовая молекулярная масса	1.500.000	260.000
Группа СН ₃ на 1000 атомов углерода	<1,0	2,0
Связей С=C на 1000 атомов углерода	0,05	0,65

В отличие от кевлара, прочность которого определяется сильными связями между относительно короткими молекулами, в данном случае молекулы длинные, а связи между ними (Ван-дер-ваальсовы силы; силы межмолекулярного взаимодействия с энергией 10-20 кДж/моль) слабее, чем у кевлара.

Простая структура молекулы приводит к возникновению поверхностных и химических свойств, редко встречающихся в других высокопроизводительных полимерах. К примеру, полярные группы в большинстве полимеров легко взаимодействуют с водой. Поскольку у олефинов нет таких групп, СВМПЭ не впитывает воду и не намокает столь же легко, что делает его объединение с другими полимерами трудной задачей. По тем же причинам, человеческая кожа не взаимодействует с ним с ощутимой силой, что делает поверхность волокна СВМПЭ скользкой на ощупь.

Таблица 3 – Физико-механические свойства полиэтилена высокого давления ПЭНД при высокой температуре [2]

Показатели	Метод испытания		Марка полиэтилена	
	отечественный	зарубежный	СВМПЭ	стандартный ПЭНД
Плотность, кг/м ³	ГОСТ 15139-69	DIN53479	934	950
Степень кристалличности, %	По Германсу и Вейзингеру	–	50	65
Молекулярная масса	Расчётным путём	–	2000 000	500 000
Температура потери прочности (ТПП), °С	–	–	217	<150
Характеристическая вязкость в декалине при 135 °С, дл/г	–	–	25	4,4
Показатель текучести расплава, г/10 мин 190 °С 50Н/216Н	ГОСТ 11645-73	DIN53735	Не течёт/ 0,04	0,1/2,5
Предел текучести при растяжении, МПа	ГОСТ 11262-80	DIN53455	20	25
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	ГОСТ 11262-80	DIN53455	45	25
Относительное удлинение при разрыве, %	ГОСТ 11262-80	DIN53455	450	600
Ударная вязкость на образцах с надрезом, кДж/м ²	ГОСТ 4647-69	DIN53453	не разрушается	150

Показатели	Метод испытания		Марка полиэтилена	
	отечественный	зарубежный	СВМПЭ	стандартный ПЭНД
Твёрдость по вдавливанию шарика	–	DIN53456	–	–
Модуль упругости при изгибе, МПа	ГОСТ 9550-71	DIN53455	550	650
Стойкость к растрескиванию при 50 °С, ч	ГОСТ 13518-86	–	>> 1 000	500
Стойкость к растрескиванию при 80 °С, ч	ГОСТ 13518-68	–	>1 000	50
Твёрдость по Бриннелю	ГОСТ 4670-77	–	40	47

Поскольку сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности не содержит таких химических групп, как, например, сложные эфиры, амиды или гидроксильные группы, которые хорошо взаимодействуют с агрессивными химическими веществами, СВМПЭ весьма устойчив к воздействию воды, влаги, а также большей части химических веществ, ультрафиолетового излучения и микроорганизмов.

Так образом можно выделить следующие особые комбинации свойств СВМПЭ:

- очень высокая стойкость к воздействию химикатов, таких как кислоты, щелочи, агрессивные газы;
- высокое сопротивление образованию трещин;
- очень хорошее шумогашение;

- широкий спектр применений вследствие температурной стойкости при эксплуатации в диапазоне от -200 до +120 °С;
- чрезвычайно высокая ударная вязкость и благодаря этому очень высокая работоспособность;
- очень хорошие качества скольжения, трения;
- очень малый износ;
- повышенная жёсткость и исключительно высокая ударная прочность.

1.3 Понятие о наполнителях

Важным элементом структуры полимерных композитов кроме связующего являются наполнители. Их функции разнообразны – формирование комплекса механических свойств, придание материалу разнообразных специфических свойств, например, магнитные, электрические, фрикционные и т. п. В связи с этим на роль наполнителя подходят различные вещества и материалы, содержание которых также может меняться в широких пределах [3].

Наполнители решают материаловедческие, технологические и технико-экономические задачи. Требования к наполнителям:

- способность совмещения с полимером с образованием однородной массы (для дисперсных наполнителей);
- минимальная стоимость;
- неизменность свойств при хранении и переработке.

Введение дисперсных наполнителей в сравнительно больших количествах (до 10 %) сохраняет или даже повышает прочность (рисунок 1) полимерного материала. С увеличением C больше чем 10 % физико-механические свойства композитов аддитивно снижаются [4].

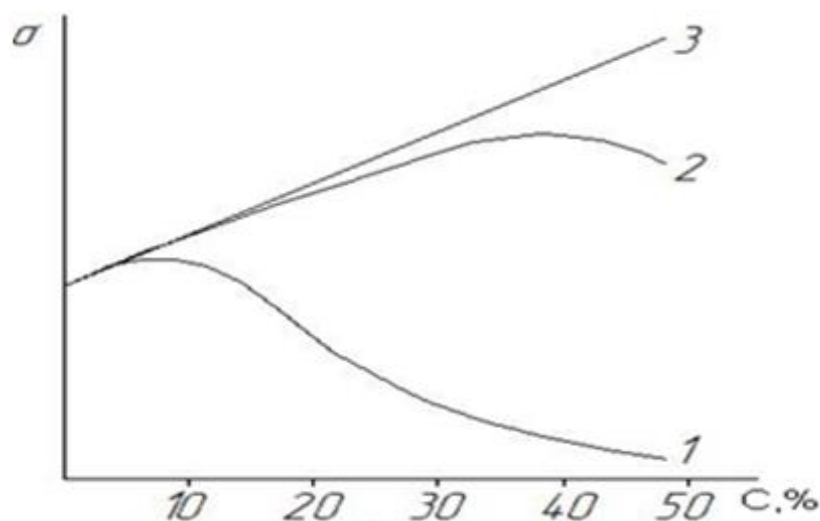


Рисунок 1 – Зависимость прочности (σ) полимерного материала от содержания ($C, \%$) наполнителя: 1) дисперсного; 2) волокнистого рубленого; 3) армирующего (непрерывное волокно, тканый наполнитель).

По основным признакам, определяющим способ переработки полимерного материала в изделие, наполнители классифицируют в соответствии с приведенной схемой на рисунке 2 [4].

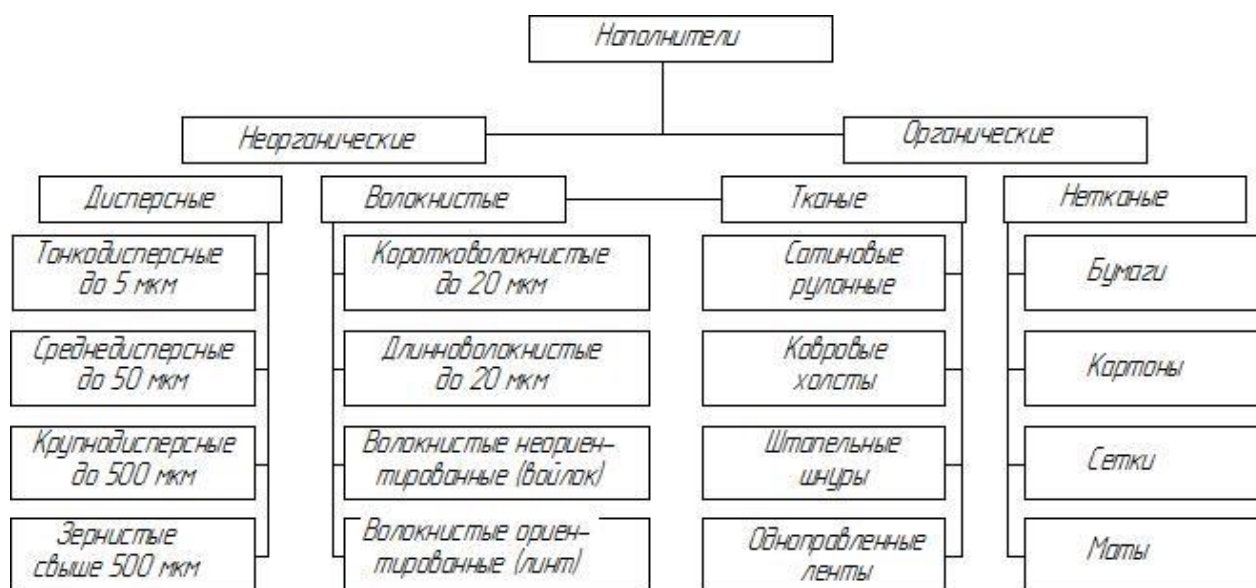


Рисунок 2 – Разновидности неорганических и органических наполнителей по основным морфологическим признакам

Дисперсные наполнители – наиболее распространенный вид модификаторов для композитов. Ими могут быть различные вещества органической и неорганической природы.

К примеру, порошкообразные вещества с различным размером частиц – от 2-10 до 200-300 мкм, могут применяться как дисперсные наполнители. Зачастую размер частиц не более 40 мкм. Однако в последнее время для создания нанокompозитов используют частицы размером менее 1 мкм. Содержание дисперсных наполнителей в композиционных материалах может варьироваться от нескольких процентов до 70-80 %. Такие композиты, как правило, изотропны. Однако асимметрическая форма частиц при условии заметной ориентации в процессах переработки может приводить к возникновению некоторой анизотропии свойств – последняя более характерна для волокнистых наполнителей.

Волокнистые наполнители стоят на втором месте после дисперсных по объёму эксплуатации среди всех модификаторов. Самые первые материалы на их основе были получены в начале XX в. Ими являлись фенопласты с хлопковыми волокнами. В первые дни в качестве волокнистых наполнителей использовались природные волокна растительного и минерального происхождения. Но уже с середины XX в. первенство среди волокнистых наполнителей перешло к стекловолкну. Стекловолокно используется с целью усиления термопластов и термореактивных пластиков на основе эпоксидных смол, ненасыщенных полиэфиров и фенолоформальдегидных олигомеров.

1.4 Используемые наполнители

1.4.1 Оксид циркония

Кристаллы оксида циркония (ZrO_2) не имеют цвета, их температура плавления 2715 °С. Оксид циркония является одним из наиболее тугоплавких металлов [5].

Диоксиду циркония присущи амфотерные свойства. Он нерастворим в водных растворах большинства щелочей и кислот, однако поддаётся

растворению в концентрированной серной и плавиковой кислотах, расплавах щелочей.

Получают оксид циркония путём удаления оксида кремния из цирконового концентрата с помощью различных процессов химической и термической диссоциации. Моноклинный и стабилизированный оксид циркония получают в ходе термического процесса при плавке цирконового концентрата в электрических печах. Так же для получения оксида циркония используют калдаситовый (70-80 % ZrO_2) и бадделеитовый (98-99 % ZrO_2) концентраты.

Оксид циркония имеет широкий спектр использования в промышленности. Он применяется в производстве огнеупоров; для изготовления зубных коронок в стоматологии; в ювелирной промышленности в качестве имитации алмазов; в роли сверхтвёрдого материала в инструментальной промышленности.

Оксид циркония становится тока проводящим при нагревании. Это свойства нашло применение в получение нагревательных элементов, имеющие устойчивость к окислению на воздухе при высоких температурах.

1.4.2 Углеродные нанотрубки

Интерес углеродным нанотрубкам обусловлен необычными физико-химическими свойствами, вследствие чего они являются привлекательным объектом фундаментальных исследований и имеют масштабные перспективы прикладного использования. [6, 7]

В работах [8-10] предлагается применение углеродных нанотрубок в роли эффективных сорбентов для концентрирования микропримесей металлов – серебра, меди, вольфрама, и др. В качестве недорогих и доступных сорбционных материалов могут быть использованы сорбенты из возобновляемого растительного сырья – сфагновых видов мха. В работах [11, 12] определены условия формирования углеродных нанотрубок в процессе механоактивации аморфного углерода, полученного из сфагнового мха.

В патенте [13] описана установка и режимы получения УНТ, получившего название «добавка типа ТМТ-600».

Углеродное нановолокно эластичнее стекловолокна, имеет более развитую поверхность и за счёт произошедшей графитизации приобретает помимо прочности ещё и свойства повышенной тепло- и электропроводимости, износостойкости и антифрикционности. Данные характеристики значительно расширяют область технологических и эксплуатационных свойств углепластиков, которые в настоящее время являются наиболее перспективными материалами для аэрокосмической отрасли, машиностроения и судостроения, для трубопроводов и ёмкостей хранения продуктов газонефтехимического комплекса.

1.5 Понятие твёрдости

Твёрдость – способность материала сопротивляться механическому проникновению в его поверхностный слой другого твёрдого тела, например инструмента. От твёрдости зависит сфера применения материалов, их поведение в процессе использования и сохранение внешнего вида. С помощью данной характеристики проводят оценку качества металлов, пластических масс, керамики и других материалов.

Твёрдость значительно влияет на характер и трудоёмкость обработки материала.

Твёрдость материалов можно определить несколькими способами: царапание, вдавливание, прокол, испытания с помощью бойка, стандартной иглой и колебаний маятника. Суть состоит во внедрении в испытываемый образец минерала, шарика, пирамиды, пуансона под определённым давлением. При малом усилии и большой глубине внедрения твёрдость материала низкая. Соответственно, при большом усилии и малой глубине внедрения твёрдость материала высокая.

Одним из самых простых и распространённых на практике способов определения твёрдости природных каменных материалов является царапание их другими минералами шкалы твёрдости. В XX веке немецкий ученый Фридрих

Моос составил специальную шкалу, приведённую в таблице 3, в которой представлены 10 минералов от самого мягкого до самого твердого. Порядковый номер минерала в шкале соответствует его твёрдости. Каждый следующий по порядку минерал оставляет черту (царапину) на предыдущем, а сам им не прочерчивается.

Эталонный минерал	Твёрдость	Обрабатываемость	Другие минералы с аналогичной твёрдостью
Тальк	1	Царапается ногтем	Графит
Гипс	2	Царапается ногтем	Хлорит, галит
Кальцит	3	Царапается ножом	Биотит, золото, серебро
Флюорит	4	Царапается ножом	Доломит, сфалерит
Апатит	5	Царапается ножом	Гематит, лазурит
Ортоклаз	6	Царапается напильником	Опал, рутил
Кварц	7	Поддаются обработке алмазом, царапают стекло	Гранат, турмалин
Топаз	8		Берилл, шпинель
Корунд	9		—
Алмаз	10	Режет стекло	—

Рисунок 3 – Минералогическая шкала твердости (шкала Мооса)

1.5.1 Определение твёрдости методом Бринелля

Измерение твёрдости по Бринеллю происходит путём внедрения с определенной нагрузкой закалённого стального шарика диаметром 2,5 мм; 5 мм или 10 мм в поверхность испытуемого образца. В результате на поверхности образца получается чёткий отпечаток. Лупой измеряют диаметр отпечатка [14].

Формула расчета твёрдости методом Бринелля (НВ, НВW):

$$HB (HBW) = \frac{F}{A} = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}, \quad (1)$$

где НВ – при использовании стального шарика для металлов с твердостью менее 450 единиц; (НВW – при использовании шарика из твердого сплава с твердостью более 450 единиц), кгс;

- F – нагрузка, действующего на индентор, Н (кгс);
- d – диаметр отпечатка, мм
- A – площадь поверхности отпечатка, мм²;
- D – диаметр стального шарика, мм.

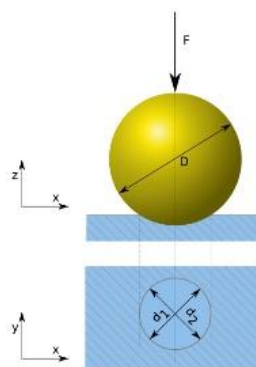


Рисунок 4 – Шарик для измерения твёрдости методом Бриннеля

Нагрузку на шарик выбирают в зависимости от вида материала K и должна быть пропорциональна квадрату диаметра шарика:

$$F = K \cdot D^2, \quad (2)$$

Соответствующую нагрузку F и диаметр шарика D выбирают таким образом, чтобы диаметр отпечатка находился в пределах:

$$0,24 \cdot D \leq d \leq 0,6 \cdot D. \quad (3)$$

Толщина образца должна как минимум в 8 раз превышать глубину внедрения индентора.

1.5.2 Определение твёрдости методом Шора

Метод представляет собой свободное вертикальное падение бойка определенной массы с определённой высоты с алмазным наконечником на испытуемую поверхность. За характеристику твёрдости, измеряемой в условных единицах, принимается высота отскока бойка. Масса изделия при измерении твердомерами, установленными на изделие, должна быть не менее 5 кг. Образцы, устанавливаемые на столик твердомера, должны иметь массу не менее 0,1 кг и толщину не менее 10 мм.

Требования к прибору для измерения твёрдости по Шору:

- обеспечение высоты отскока бойка для 100 единиц твёрдости по Шору $13,6 \pm 0,3$ мм;
- обеспечение высоты падения бойка $19,0 \pm 0,5$ мм;

- цена деления индикатора (измерителя высоты отскока бойка) должна быть не более 1 единицы шкалы HSP;
- масса бойка с алмазным наконечником должна быть 36 г.

Твёрдость по Шору указывают, округляя до целой единицы. По шкале Шора за 100 единиц принята максимальная твёрдость стабилизированного на мартенсит образца из углеродистой инструментальной стали после закалки. Это соответствует высоте падения бойка $13,6 \pm 0,3$ мм.

1.6 Понятие прочности

Прочность – способность материала сопротивляться разрушению под влиянием внутренних напряжений, возникающих в результате действия внешних нагрузок или других факторов.

Внешние воздействия, которым подвергаются строительные материалы, могут вызывать у них напряжения сжатия, растяжения, изгиба, сдвига. Чаще всего строительные материалы работают на сжатие или изгиб.

В случае, когда значение напряжения одинаково или выше значения разрушающего напряжения материала, изделие разрушается. При оценке прочности полимерного материала применяют два понятия: напряжение определяет уровень нагруженности изделия; разрушающее напряжение определяет предел нагруженности материала, по достижении которого изделие разрушается. Разрушающее напряжение ещё называют пределом прочности [2].

Приложенное усилие вызывает наибольшее или наименьшее изменение геометрических размеров изделия. Обычно применяется понятие «относительное удлинение» ε , которое можно определить по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100, \%$$

где l_0 – начальный размер ненагруженного образца, м;

Δl – разница между исходным размером и размером после приложенного усилия, м.

Деформация может быть упругой или пластической. Упругая деформация является обратимой. После снятия приложенных сил деформация полностью исчезает, и изделие восстанавливает свою исходную форму.

Пластическая деформация является необратимой. После снятия нагрузки она сохраняет значение, полученное за время нагружения [2].

2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Постановка задачи

Основными целями данной работы являлись:

1. Изучение и освоение метода горячего компрессионного формования (горячего прессования); обработка технологии изготовления модельных заготовок полимерных армированных композитов и образцов для исследования свойств; оптимизация условий и методик изготовления с целью получения корректных результатов.

2. Создание методом горячего прессования композиционных модельных образцов с дисперсными и волокнистыми наполнителями органического и неорганического происхождения. Создание образцов дальнейших исследований.

3. Исследование изменения механических свойств (твёрдость, прочность при растяжении) композиционных полимеров на основе СВМПЭ в зависимости от вида и количества наполнителя.

2.2 Материалы и методика эксперимента

Объектами исследования являлись композиты на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена, порошок которого был изготовлен на ТНХК – Россия. Микро- и макрофотографии порошка СВМПЭ представлены на рисунке _.

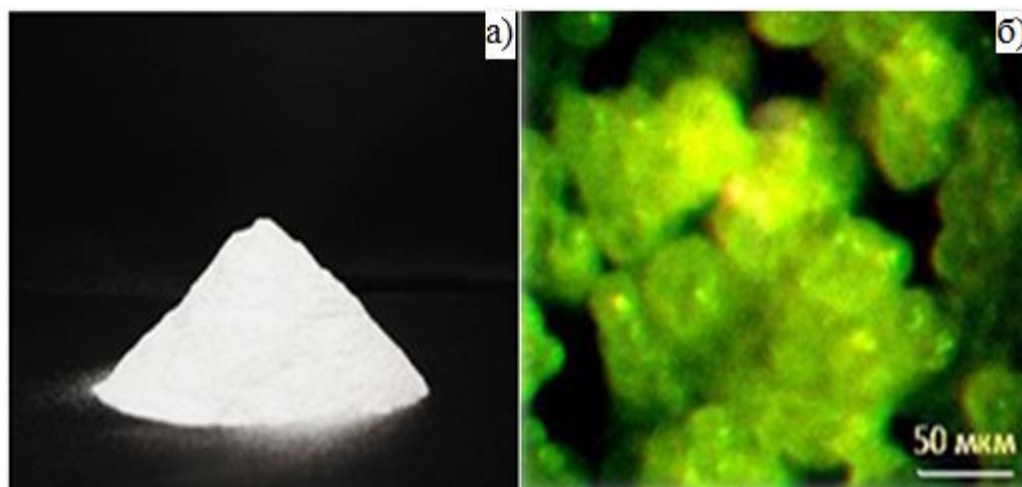


Рисунок 5 – СВМПЭ: а) Чистый порошок; б) Микроструктура СВМПЭ

В качестве неорганического дисперсного наполнителя в работе использован порошок диоксида циркония. Микро- и макрофотографии порошка оксида циркония представлены на рисунке _.

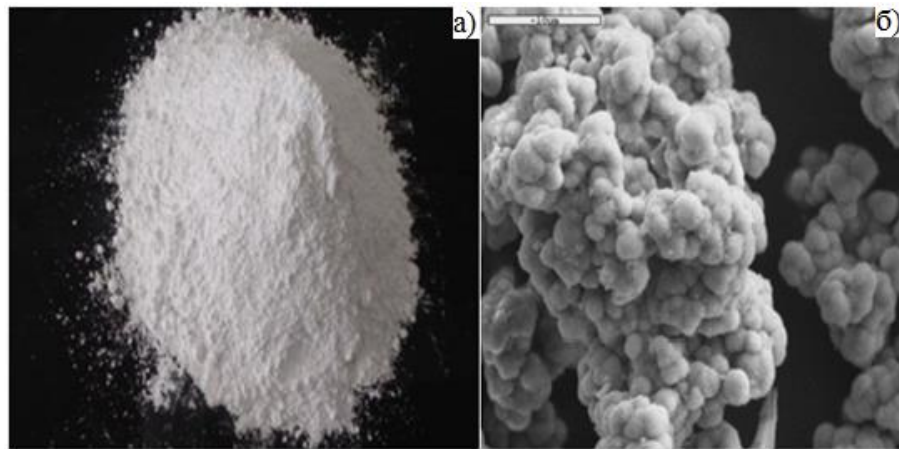


Рисунок 6 – Диоксид циркония: а) Порошок; б) Микроструктура

В качестве органического волокнистого наполнителя в работе использованы углеродные нанотрубки. Фотографии до механоактивации представлены на рисунке 3. Наноструктура после механоактивации представлена на рисунке 4.

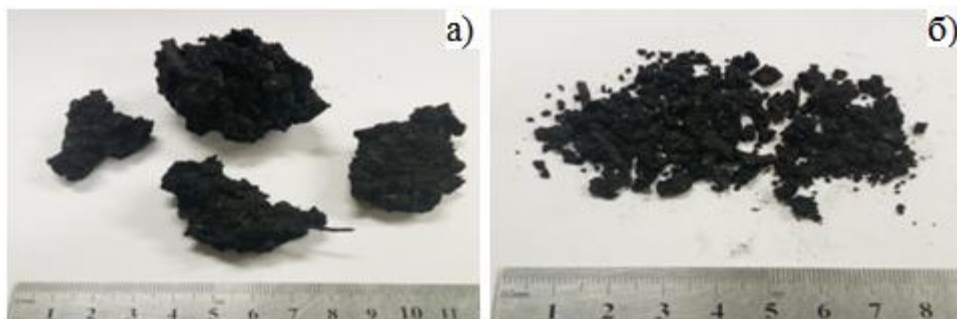


Рисунок 7 – а) Сфагнум после пиролиза; б) Измельчённый в ступке сфагнум

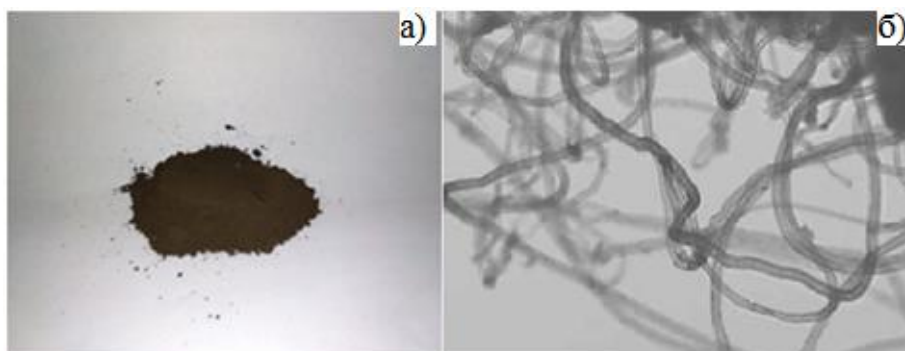


Рисунок 8 – а) Порошок УНТ после механоактивации; б) Нанооструктура УНТ

3 Экспериментальная часть

3.1 Технология создания композитов

3.1.1 Получение порошков СВМПЭ с наполнителями

Смешивание СВМПЭ и наполнителей проведено при помощи установки «Смеситель С 2.0» 10 раз по 9 минут (итого 90 мин). С целью увеличения интенсивности процесса смешивания использовались молибденовые инертные тела.

Подготовлены образцы на основе СВМПЭ, имеющие процентное (весовое) содержание 0,5; 1; 3; 5; 10; 15; 20 и 25% ZrO_2 и УНТ.



Рисунок 9 – Смеситель С 2.0

3.1.2. Создание образцов методом горячего прессования

Для изготовления модельных образцов была разработана установка, позволяющая получать изделия с максимальным диаметром 60 мм. Составными частями установки являются: нагревательный элемент (печь), пресс-форма закрытого типа, трансформатор (тип РНО-250-5), пресс разрывной типа Р20. Блок-схема установки представлена на рисунке 6. К измерительной аппаратуре можно отнести хромель-алюмелевую термопару, милливольтметр и вольтметр (тип РВ7-32).

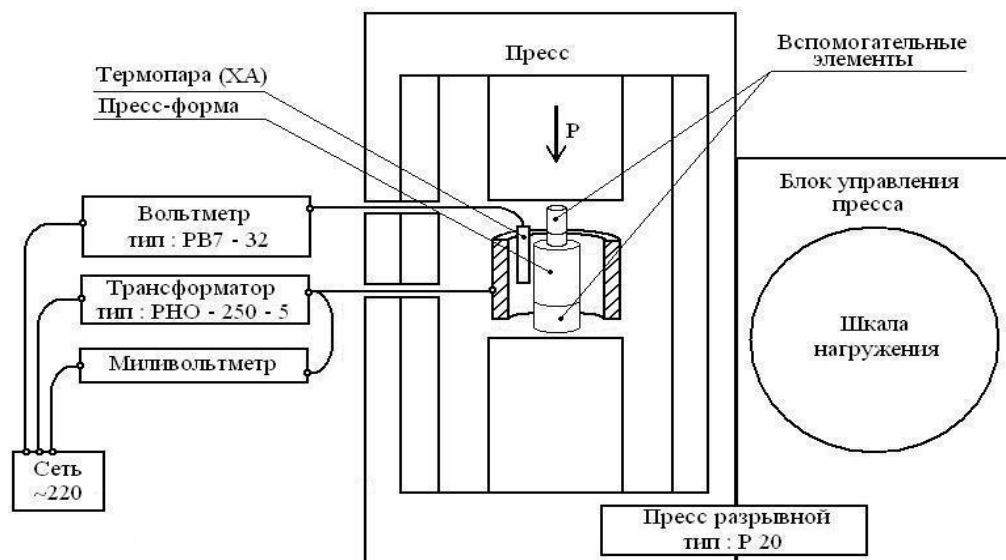


Рисунок 10 – Блок-схема установки для изготовления образцов

Таблица 4 – Технические характеристики установки

Максимальный диаметр изделия	$D_{\max} = 60 \text{ мм}$
Максимальная высота изделия	$h_{\max} = 50 \text{ мм}$
Максимальная температура установки	$t_{\max} = 350 \text{ °C}$
Максимальное усилие формования	$\sigma_{\max} = 70 \text{ МПа}$

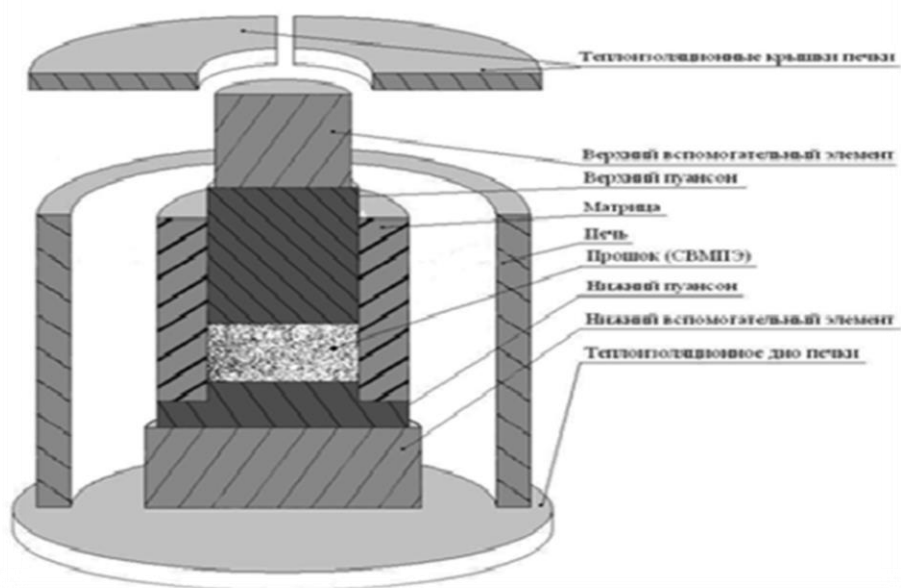


Рисунок 11 – Пресс-форма и печь с термоизоляционным дном и крышками

Для получения изделий из СВМПЭ компрессионным спеканием используют специальную пресс-форму для каждого вида. Температуру поднимают до 160-180 °С при удельном давлении 10-12 МПа. Далее следует выдержка под давлением, равным удвоенному первичному. Время выдержки составляет около 120 мин. Затем давление снимают и охлаждают изделие до 40 – 30 °С в течение примерно 60 мин. Толщина изделия составляет 40 мм.



Рисунок 12 – Заготовка чистого СВМПЭ

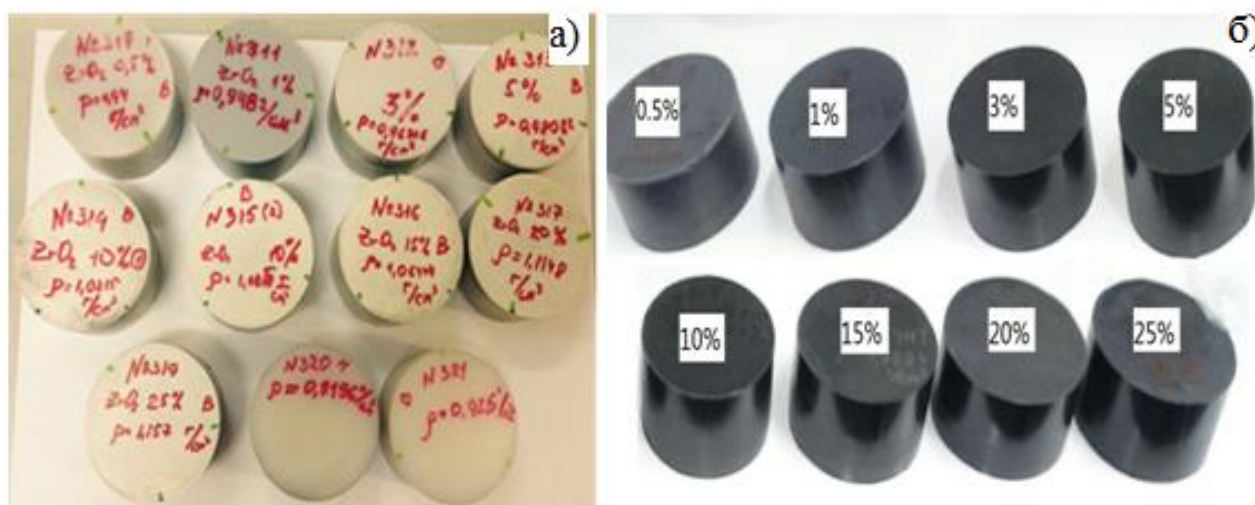


Рисунок 13 – а) Заготовки с ZrO_2 ; б) Заготовки с УНТ

3.2 Подготовка образцов к испытанию на растяжение

Для испытания композитов на растяжение подготовлены образцы в виде лопаток, вырезанные из сделанных заранее заготовок. На каждый композит приходится 3 лопатки.

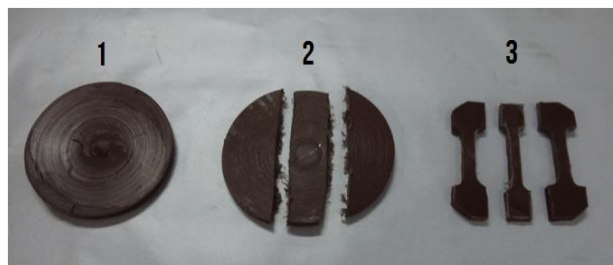


Рисунок 14 – Подготовка образцов к испытанию на растяжение

3.3 Определение плотности композитов

Исходя из данных массы и объёма, определена плотность каждого образца. Графики зависимости плотности композиционного материала от содержания наполнителя представлены на рисунке _.

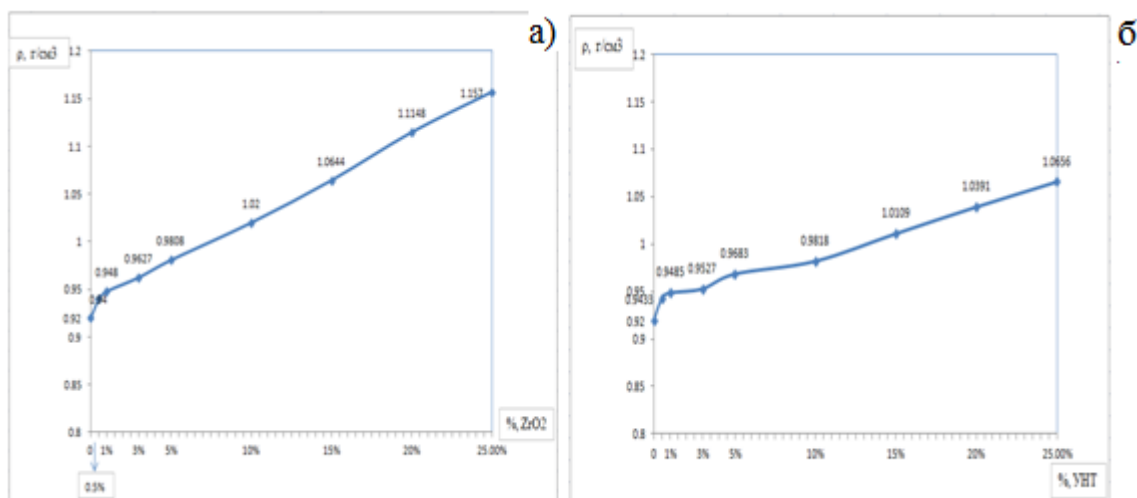


Рисунок 15 – Графики зависимости плотности композита от содержания: а) ZrO_2 и б) УНТ

Анализ показал, что при добавлении наполнителей до содержания 5% разница в плотности будет невелика. При значениях содержания наполнителей, превышающих 5 %, плотность композитов с ZrO_2 будет выше плотности композитов с УНТ.

3.4 Определение твёрдости композитов по Бриннелю и Шору

С помощью твердомеров «ТКМ-359» и «Shore 902», представленных на рисунке __, определены твёрдости каждого образцов. Графики зависимости твёрдости композиционного материала от содержания наполнителя представлены на рисунке __.



Рисунок 16 – а) Твердомер «ТКМ-359»; б) Твердомер «Shore 902»

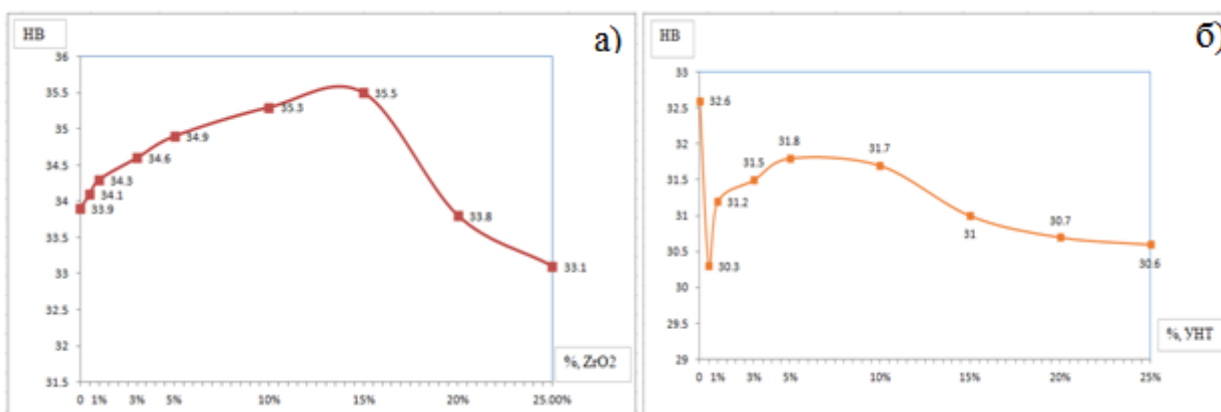


Рисунок 17 – Графики зависимости твёрдости композита по Бриннелю от содержания наполнителя: а) с ZrO_2 ; б) с УНТ

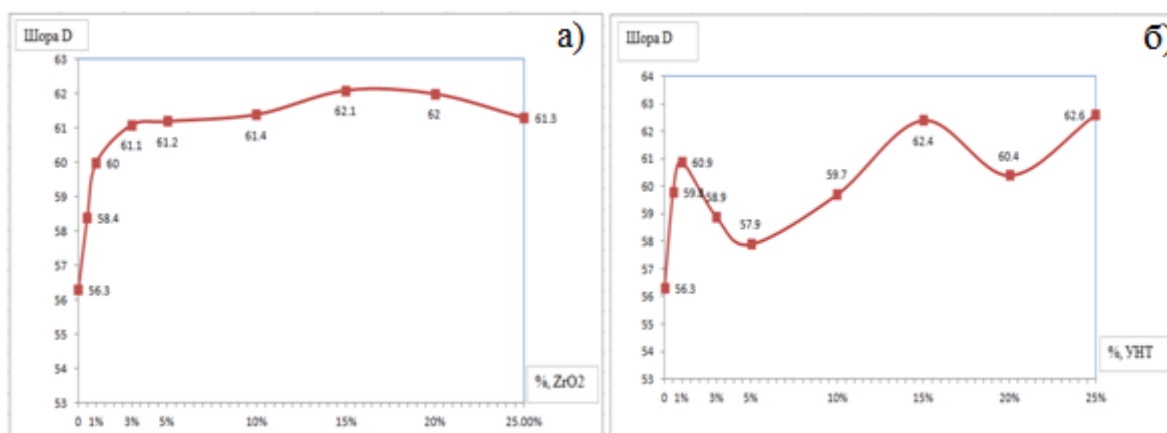


Рисунок 18 – Графики зависимости твёрдости композита по Шору от содержания наполнителя: а) с ZrO_2 ; б) с УНТ

С учётом полученных данных можно сделать вывод, что при введении наполнителей до весового значения 15 % значение твёрдости модельных образцов увеличится в единицах Бриннеля по сравнению с исходным образцом из чистого СВМПЭ (без введения наполнителей). При измерении твёрдости в единицах Шора значения твёрдости стабилизируются. При дальнейшем увеличении концентрации наполнителей для обоих композитов твёрдость снижается.

3.5 Определение соотношения нагрузка-деформация композитов

Испытания на растяжение проведены на машине «Instron 5582» (рисунок 16). Сравнение диаграмм деформирования композитов чистого СВМПЭ с различным содержанием наполнителей представлено на рисунках 17 и 18.



Рисунок 19 – Испытательная машина «Instron 5582»

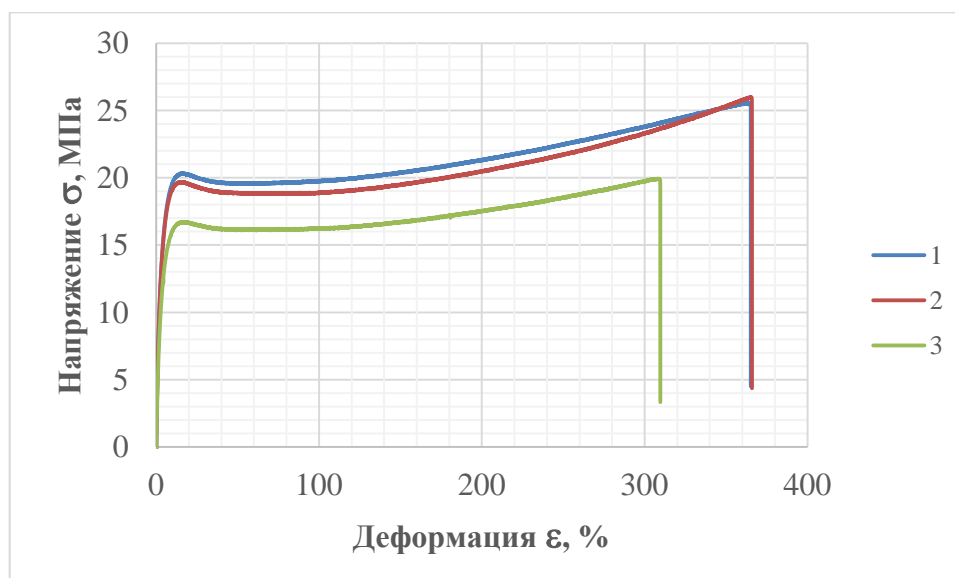


Рисунок 20 – Диаграмма деформирования чистого СВМПЭ

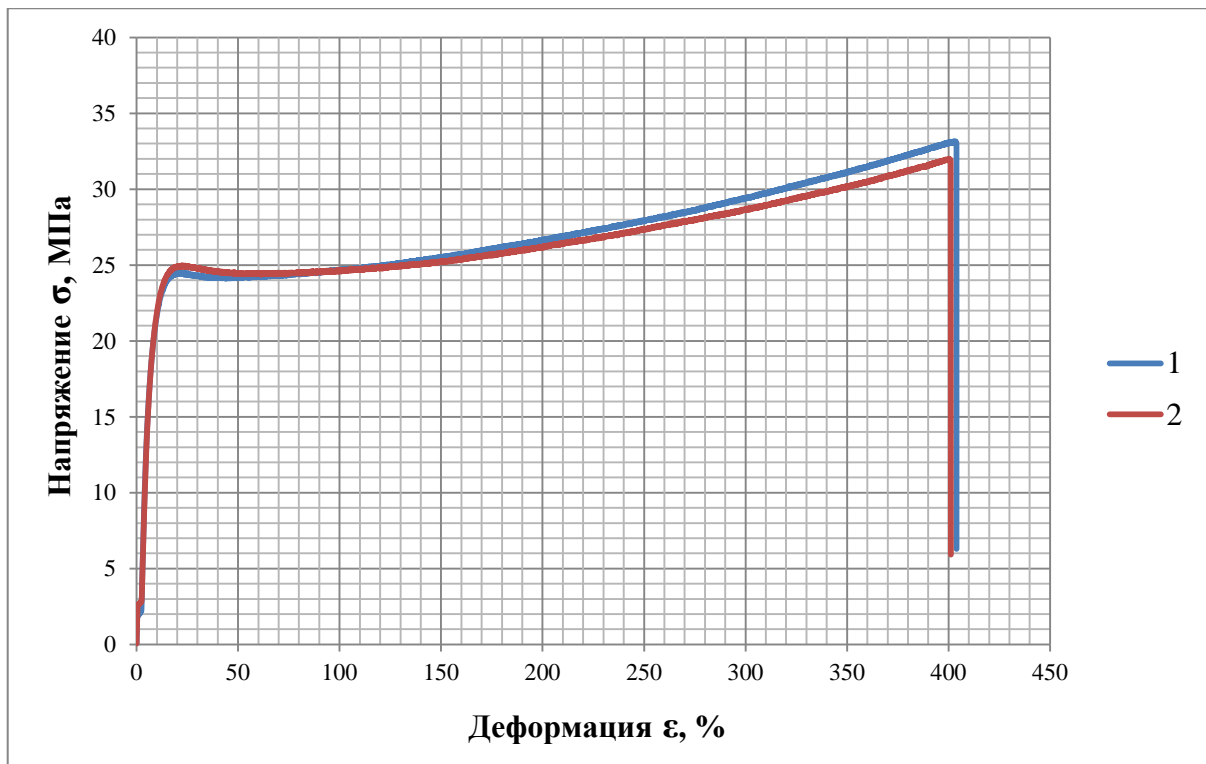


Рисунок 21 – Диаграмма деформирования 0,5 % ZrO₂

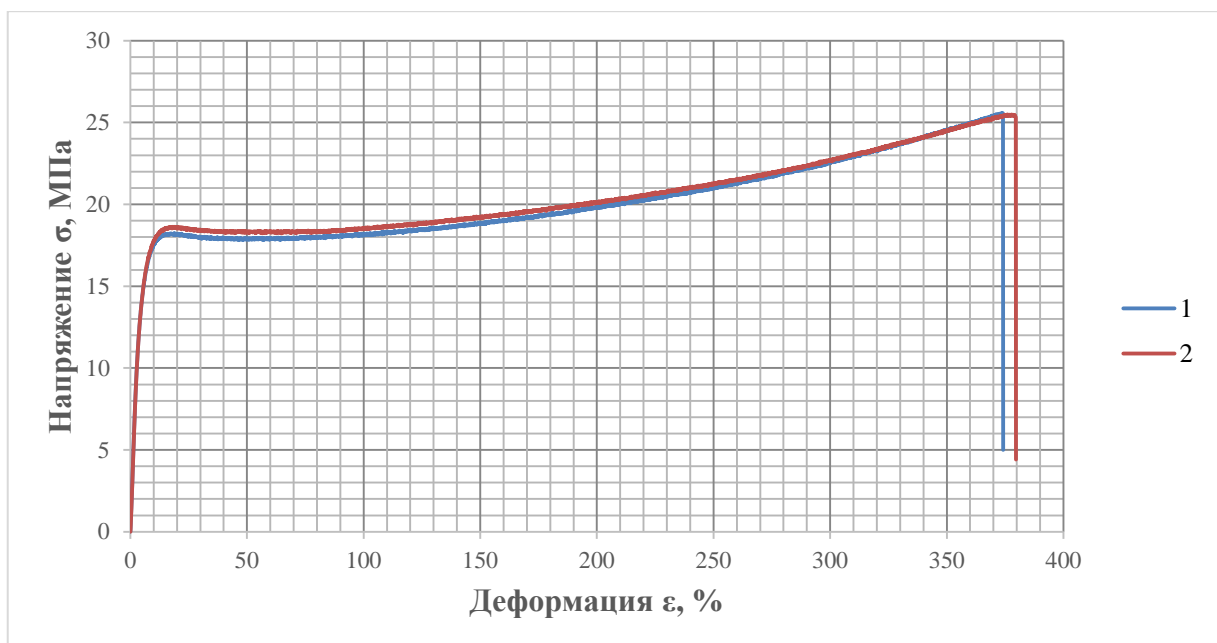


Рисунок 22 – Диаграмма деформирования 0,5 % УНТ

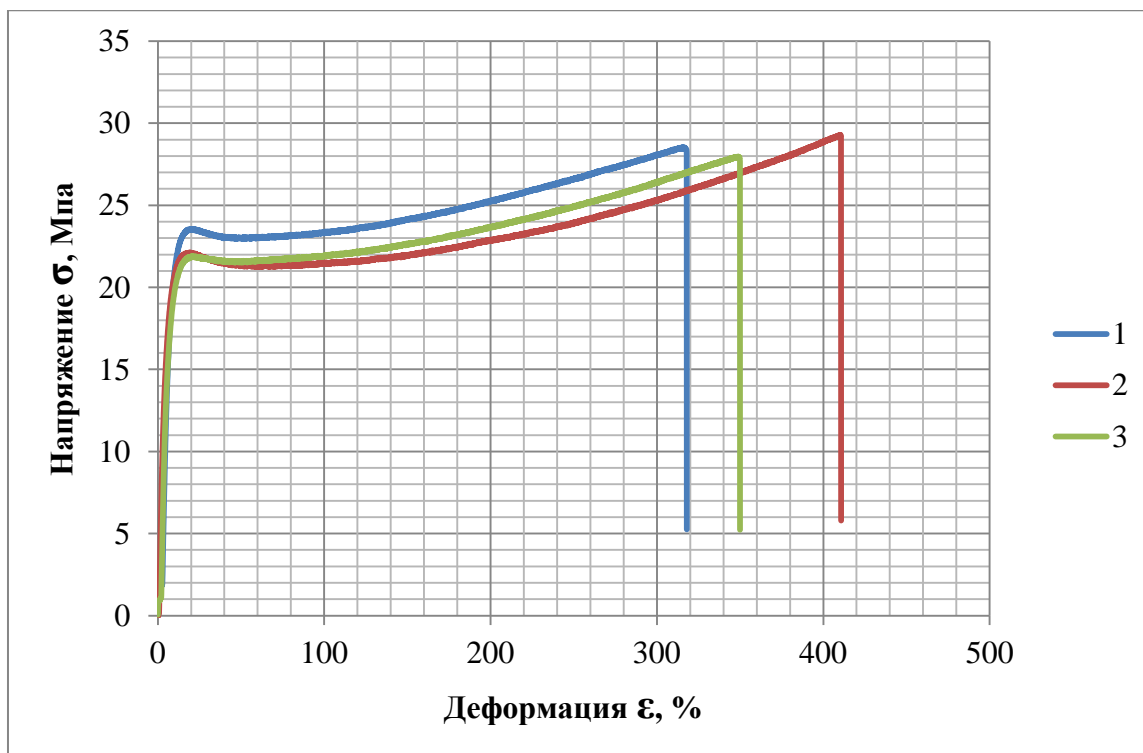


Рисунок 23 – Диаграмма деформирования 1 % ZrO₂

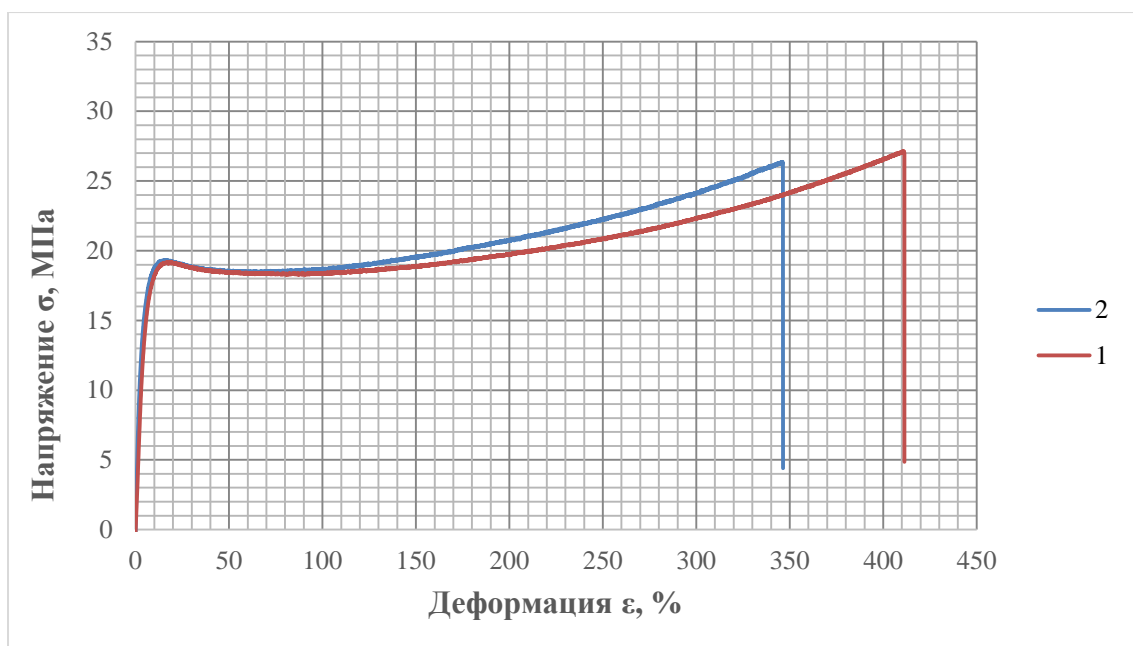


Рисунок 24 – Диаграмма деформирования 1 % УНТ

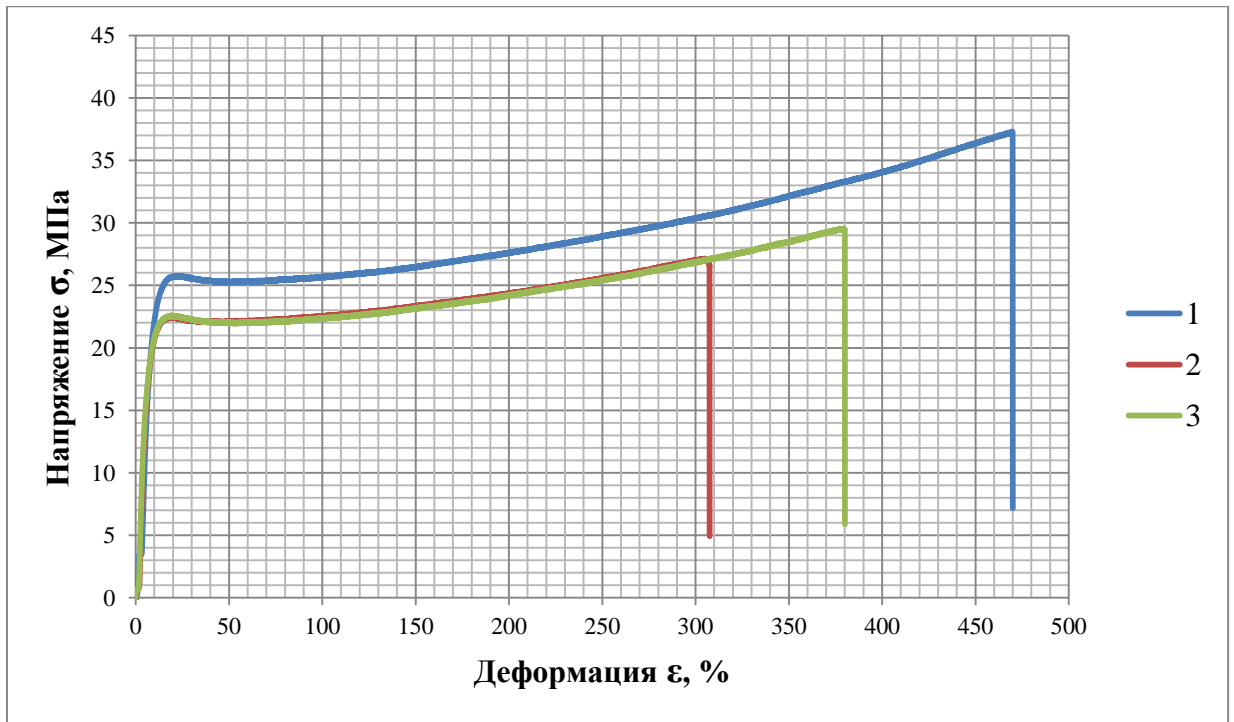


Рисунок 25 – Диаграмма деформирования 3 % ZrO₂

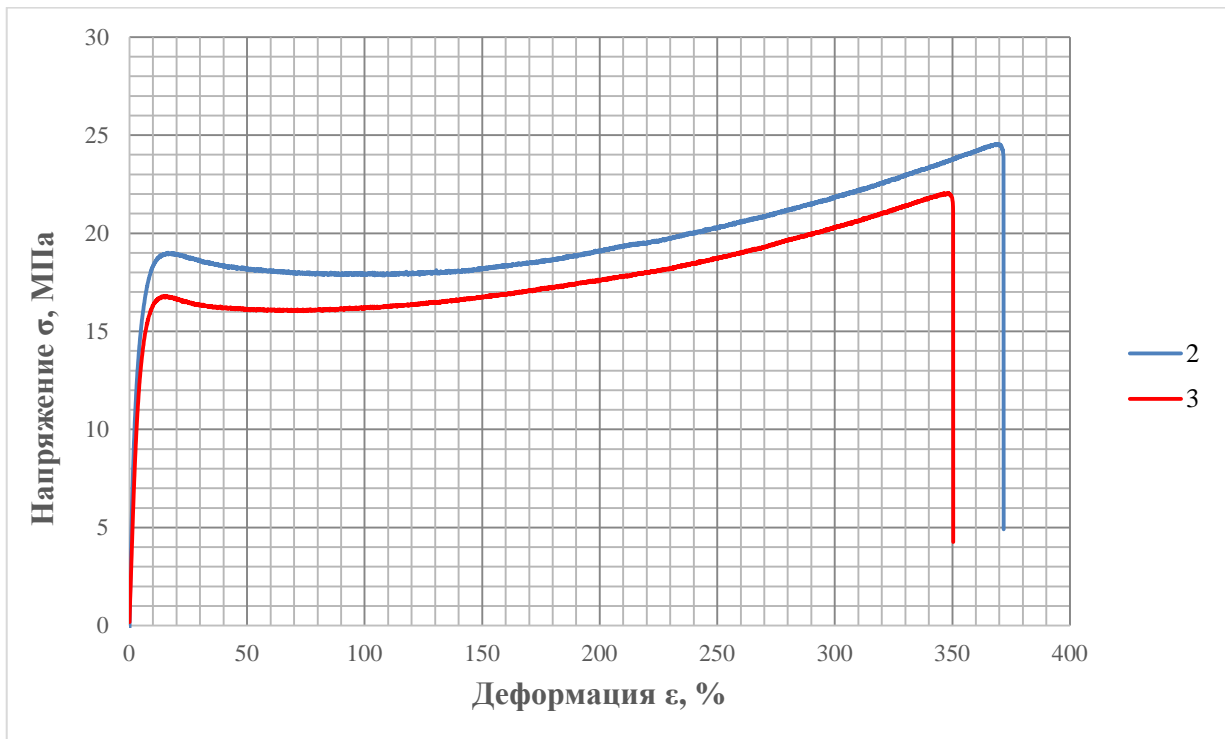


Рисунок 26 – Диаграмма деформирования 3 % УНТ

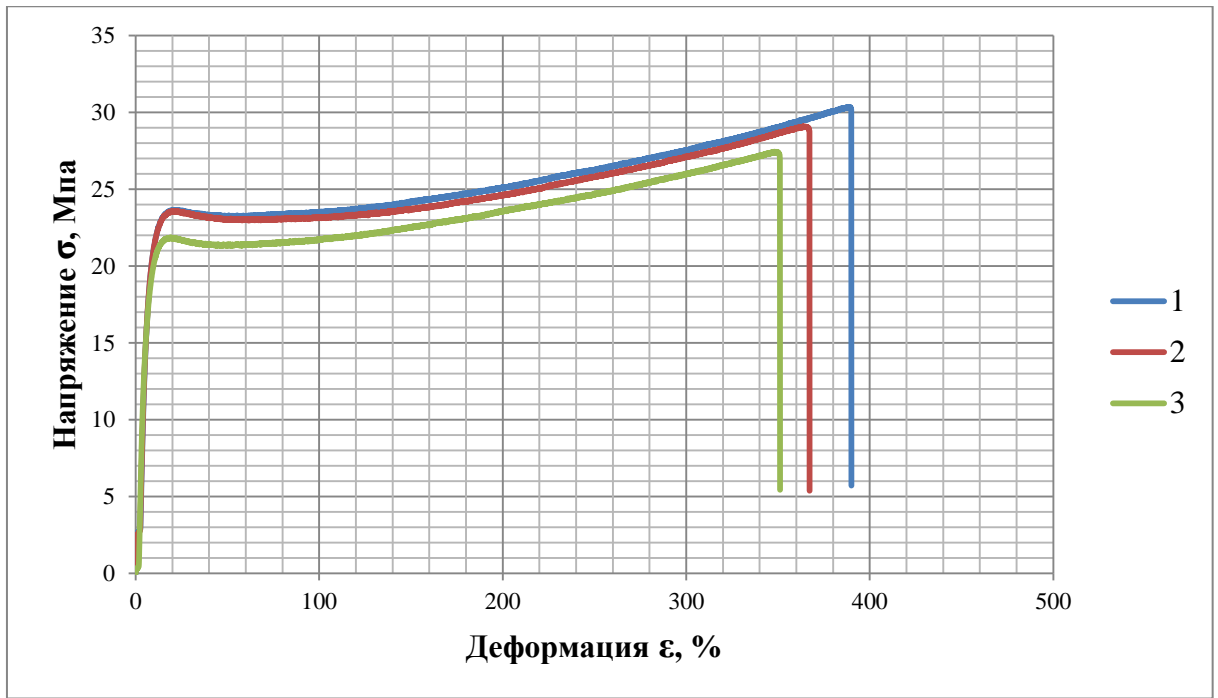


Рисунок 27 – Диаграмма деформирования 5 % ZrO₂

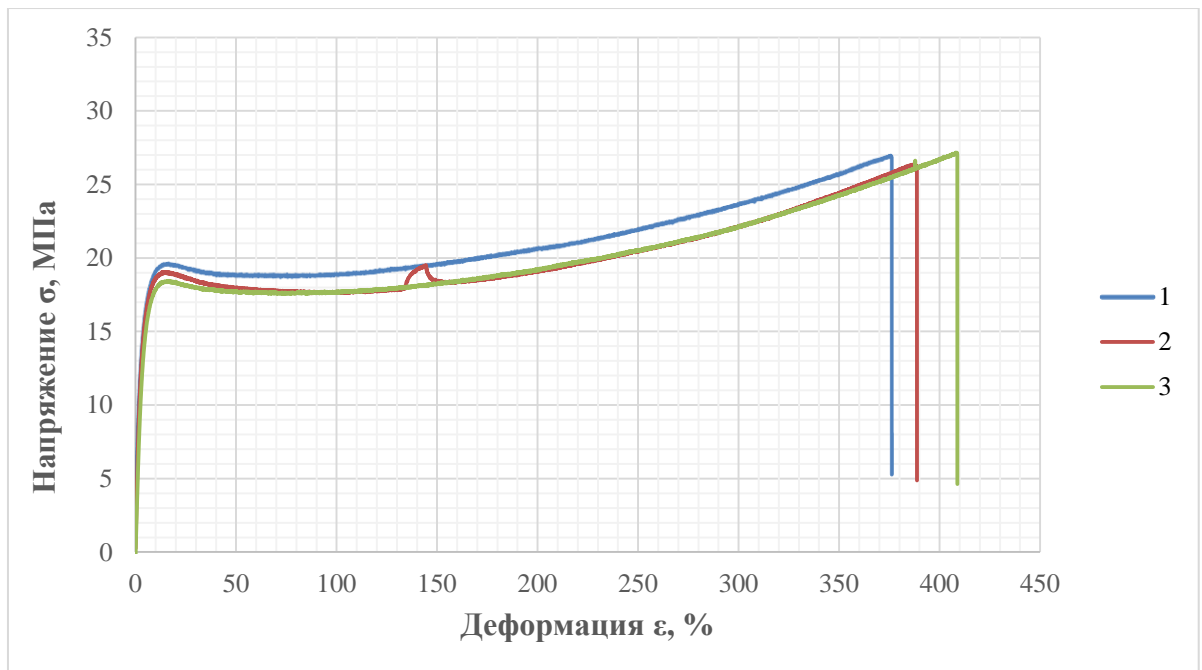


Рисунок 28 – Диаграмма деформирования 5 % УНТ

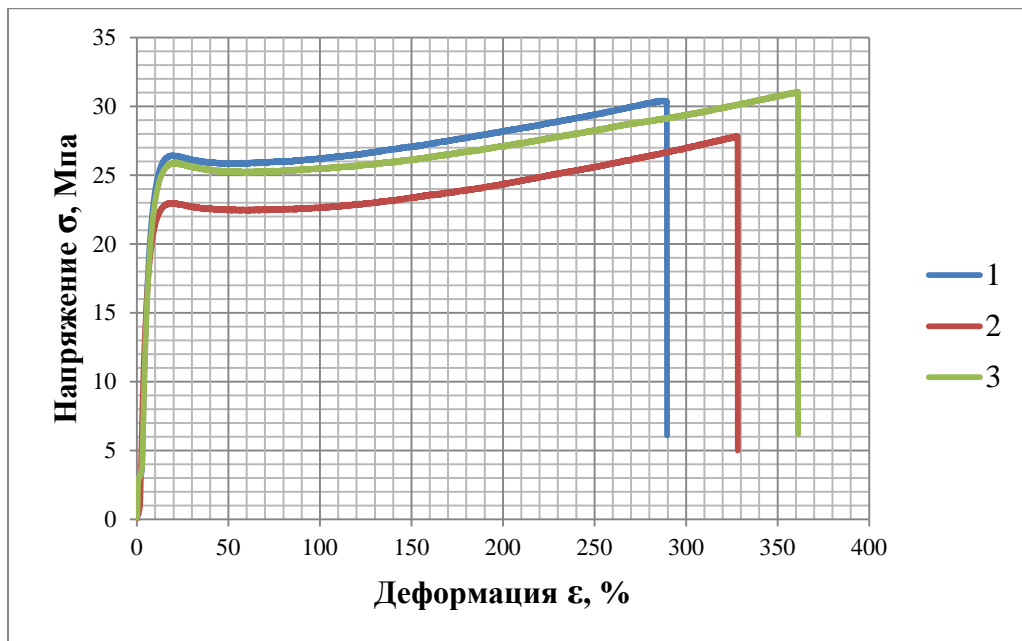


Рисунок 29 – Диаграмма деформирования 10 % ZrO₂

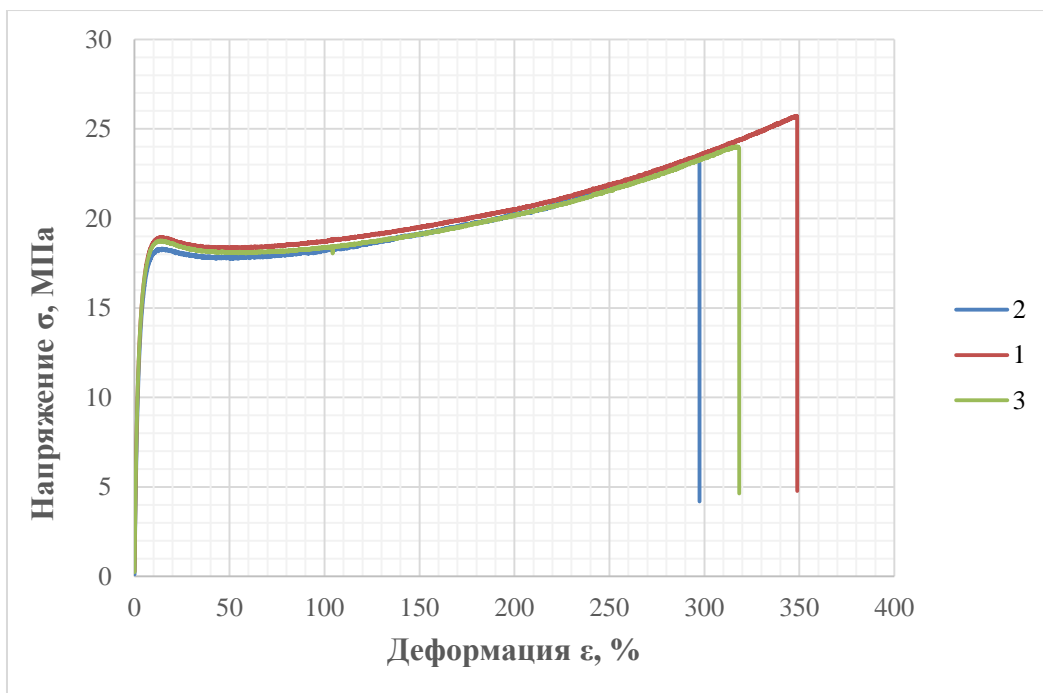


Рисунок 30 – Диаграмма деформирования 10 % УНТ

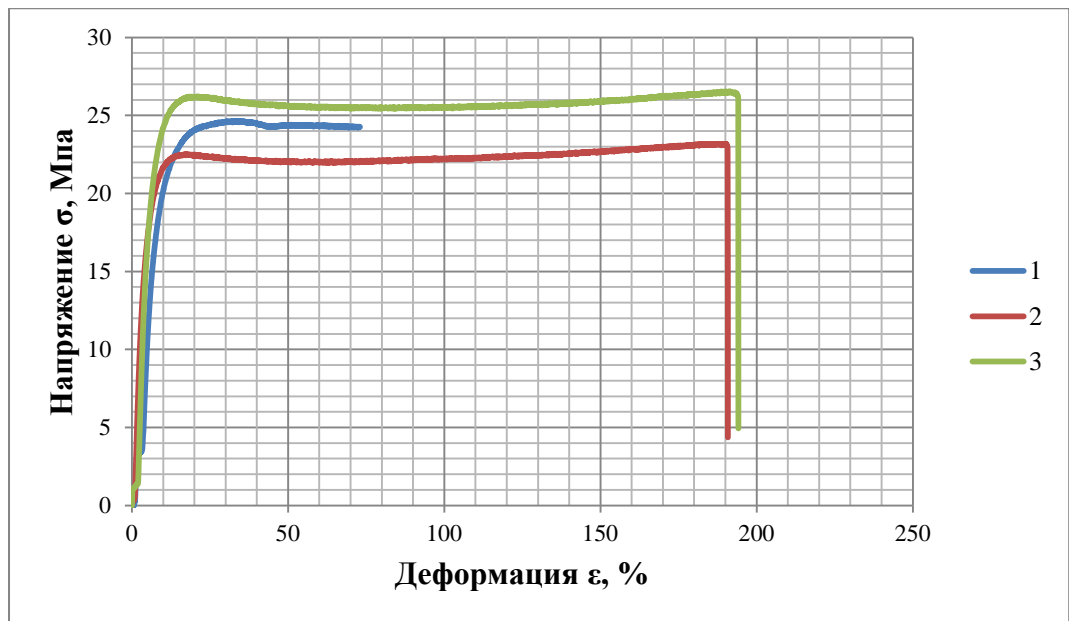


Рисунок 31 – Диаграмма деформирования 15 % ZrO₂

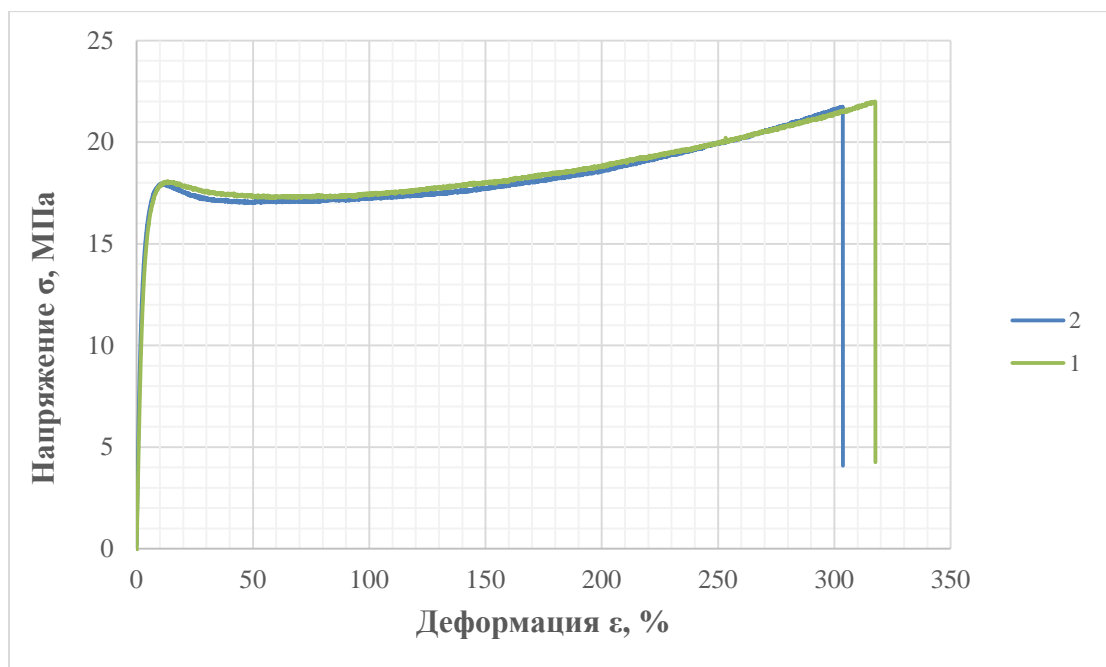


Рисунок 32 – Диаграмма деформирования 15 % УНТ

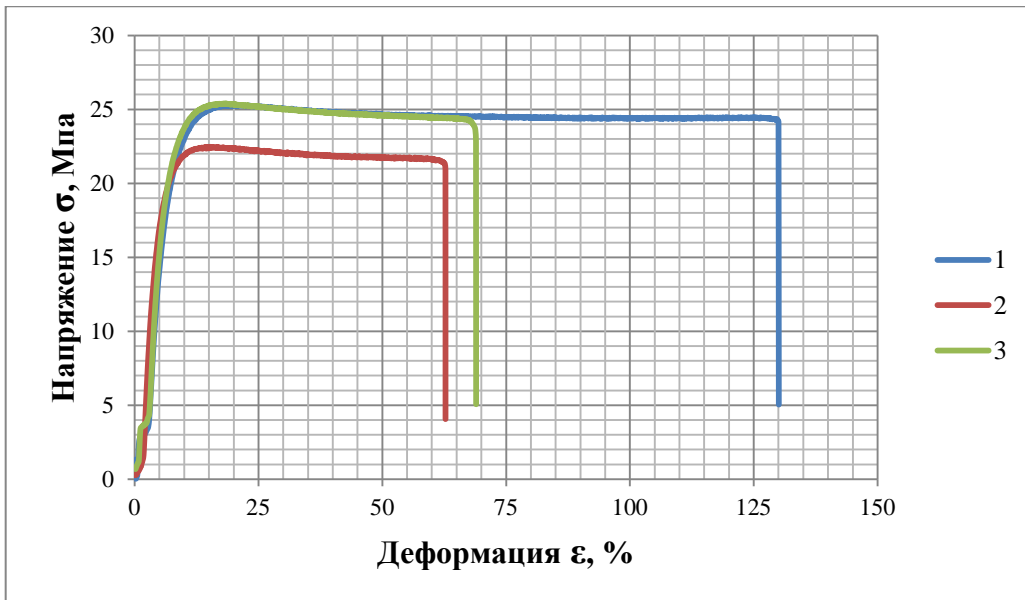


Рисунок 33 – Диаграмма деформирования 20 % ZrO₂

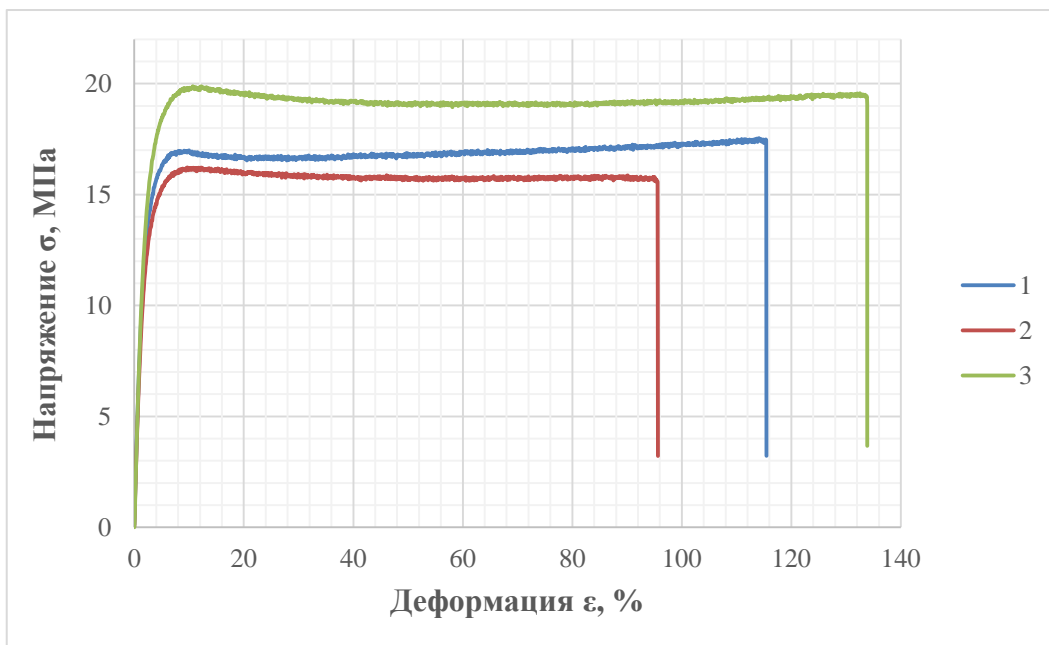


Рисунок 34 – Диаграмма деформирования 20 % УНТ

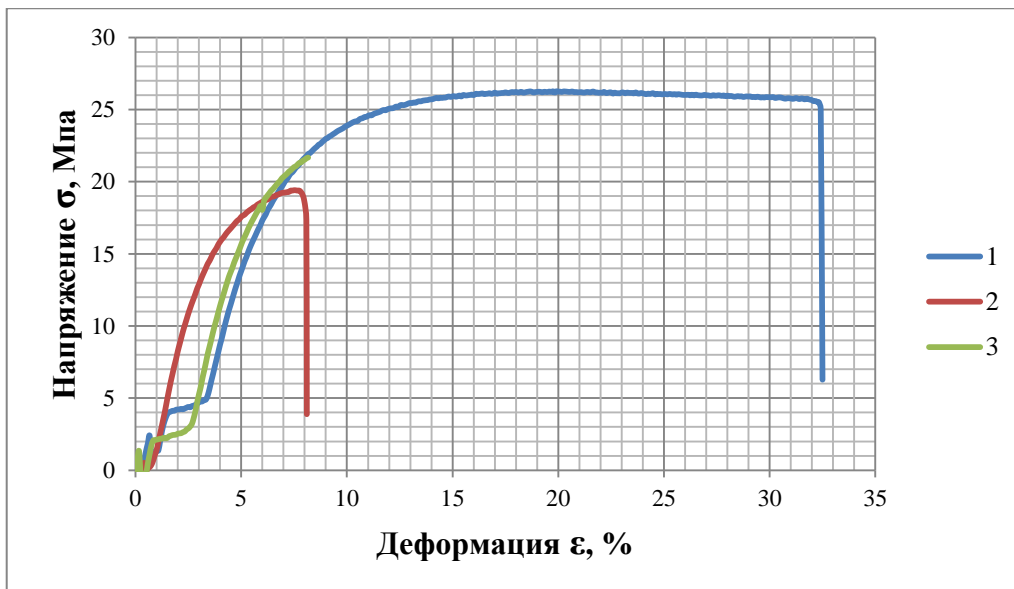


Рисунок 35 – Диаграмма деформирования 25 % ZrO₂

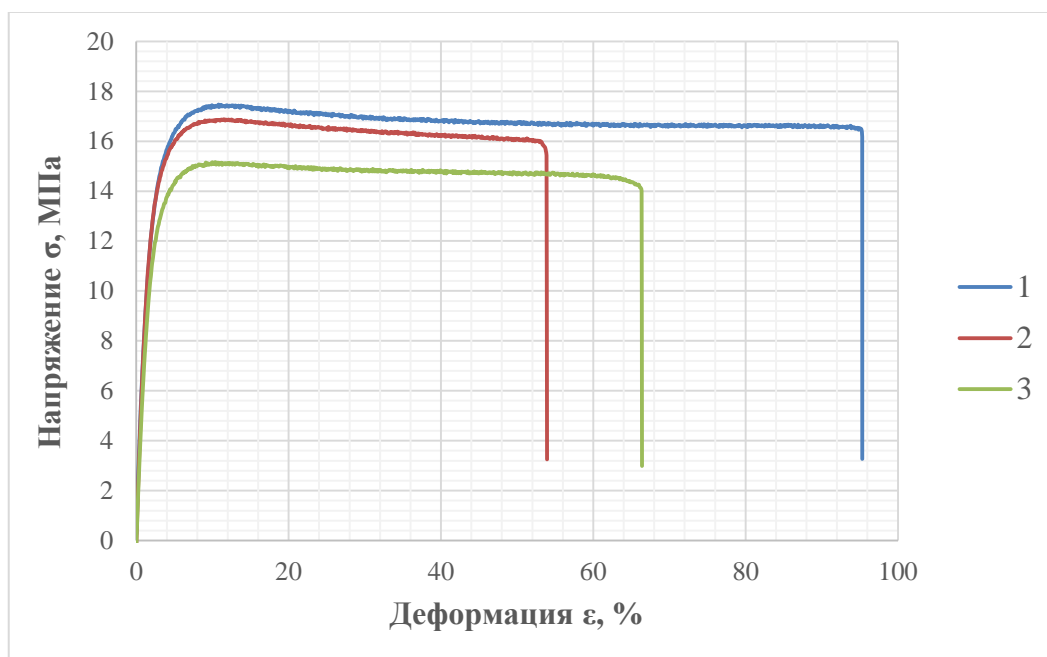


Рисунок 36 – Диаграмма деформирования 20 % УНТ

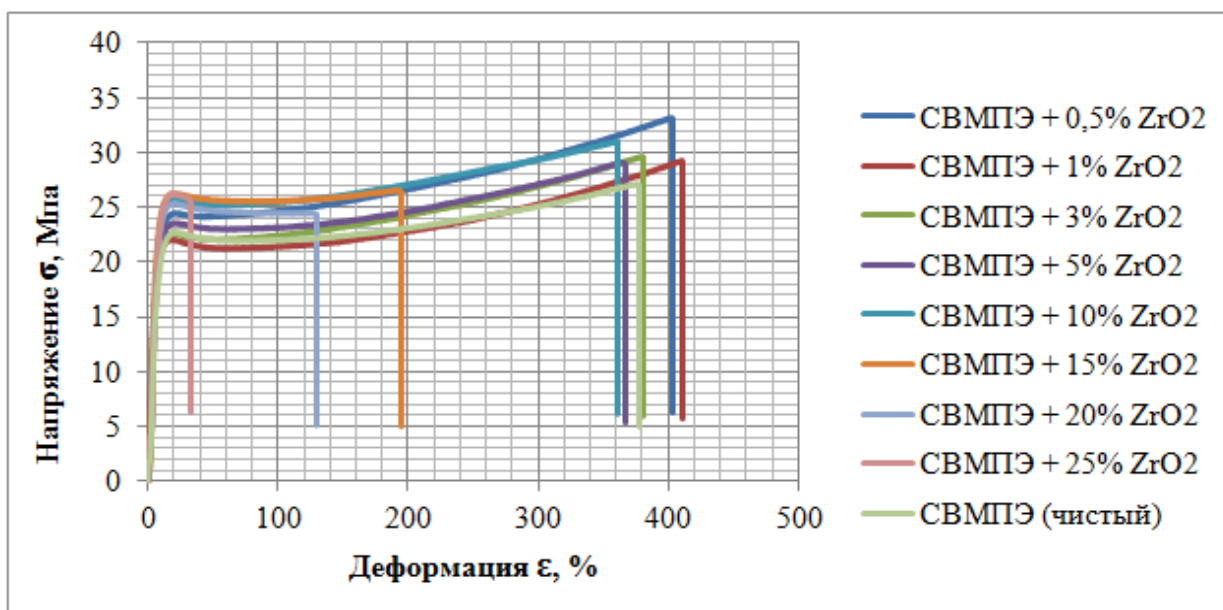


Рисунок 37 – Сравнение диаграмм деформирования чистого СВМПЭ с ZrO₂

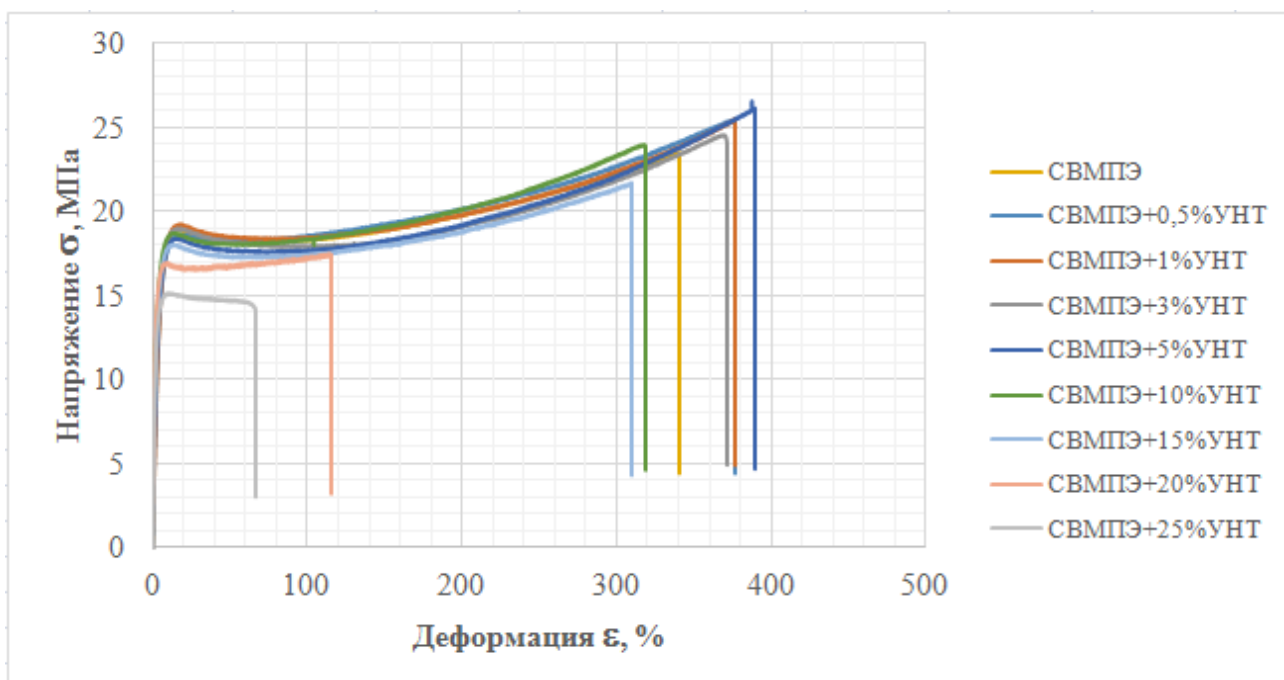


Рисунок 38 – Сравнение диаграмм деформирования чистого СВМПЭ с УНТ

Данные графики показывают, что с добавлением модификаторов до значения 5 % прочность и пластичность композитов увеличивается. При дальнейшем добавлении наполнители снижают прочностные и пластичные характеристики.

3.5 Определение теплопроводности образцов

Исследовано влияние температуры на коэффициент теплопроводности полимерных композиций с учётом наличия различного состава наполнителей. Результаты приведены на рисунках _.

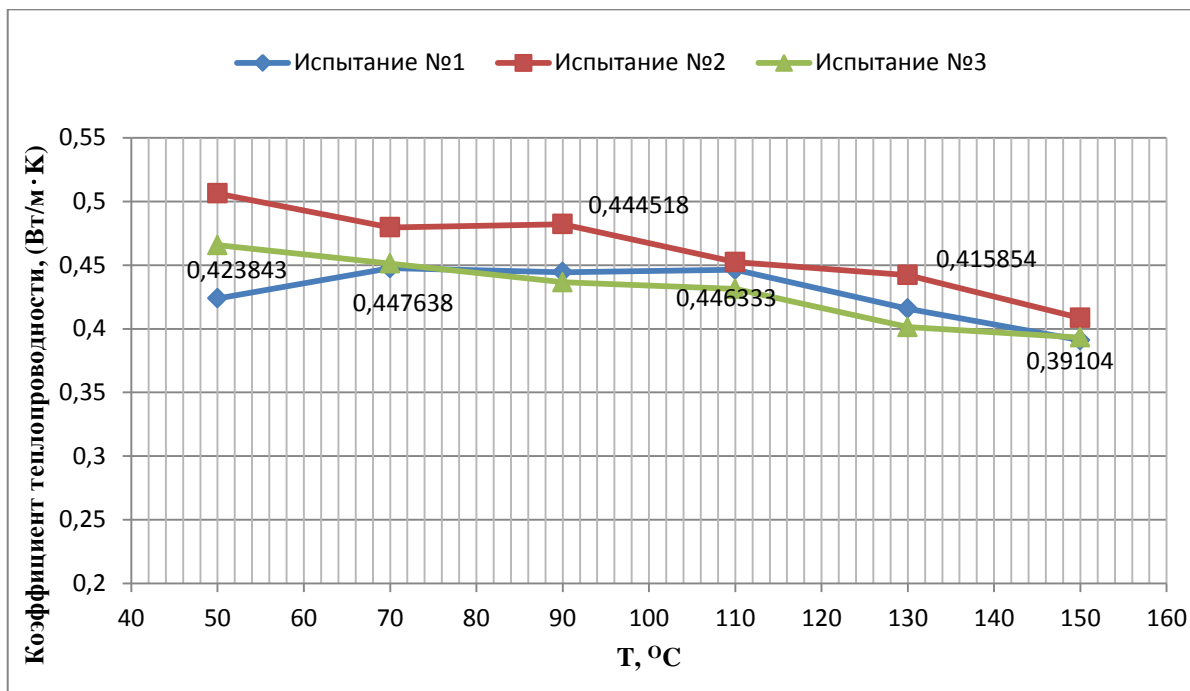


Рисунок 39 – График зависимости коэффициента теплопроводности чистого СВМПЭ от температуры

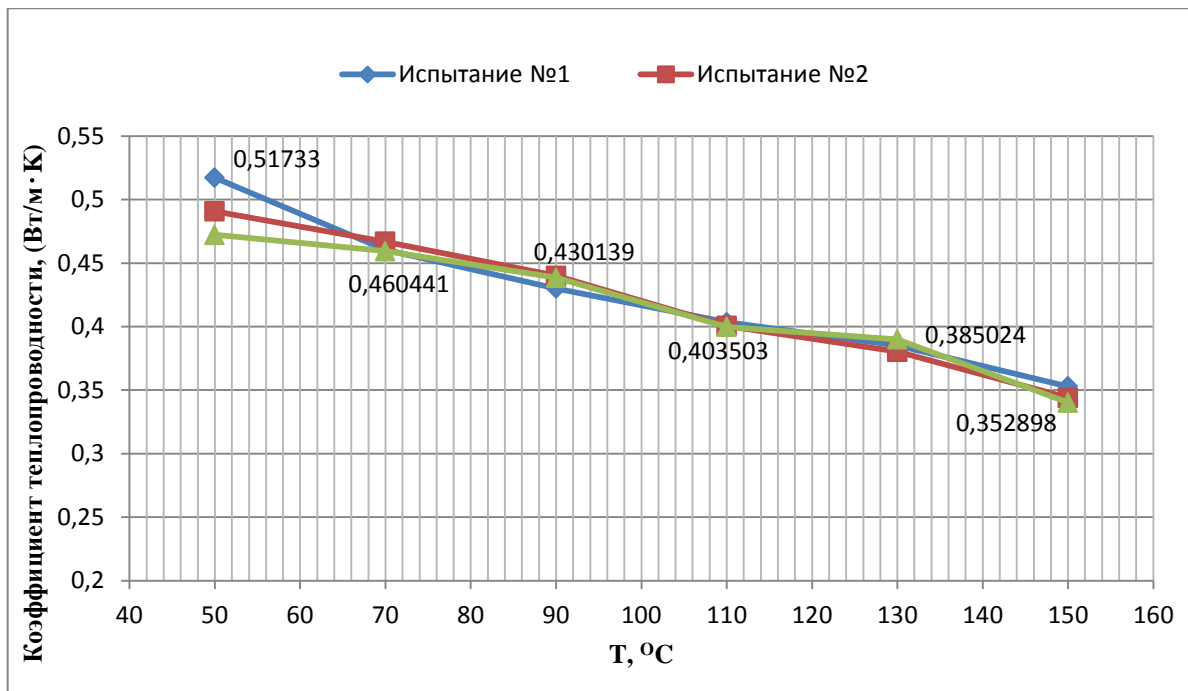


Рисунок 40 – График зависимости коэффициента теплопроводности 5 % ZrO₂ от температуры

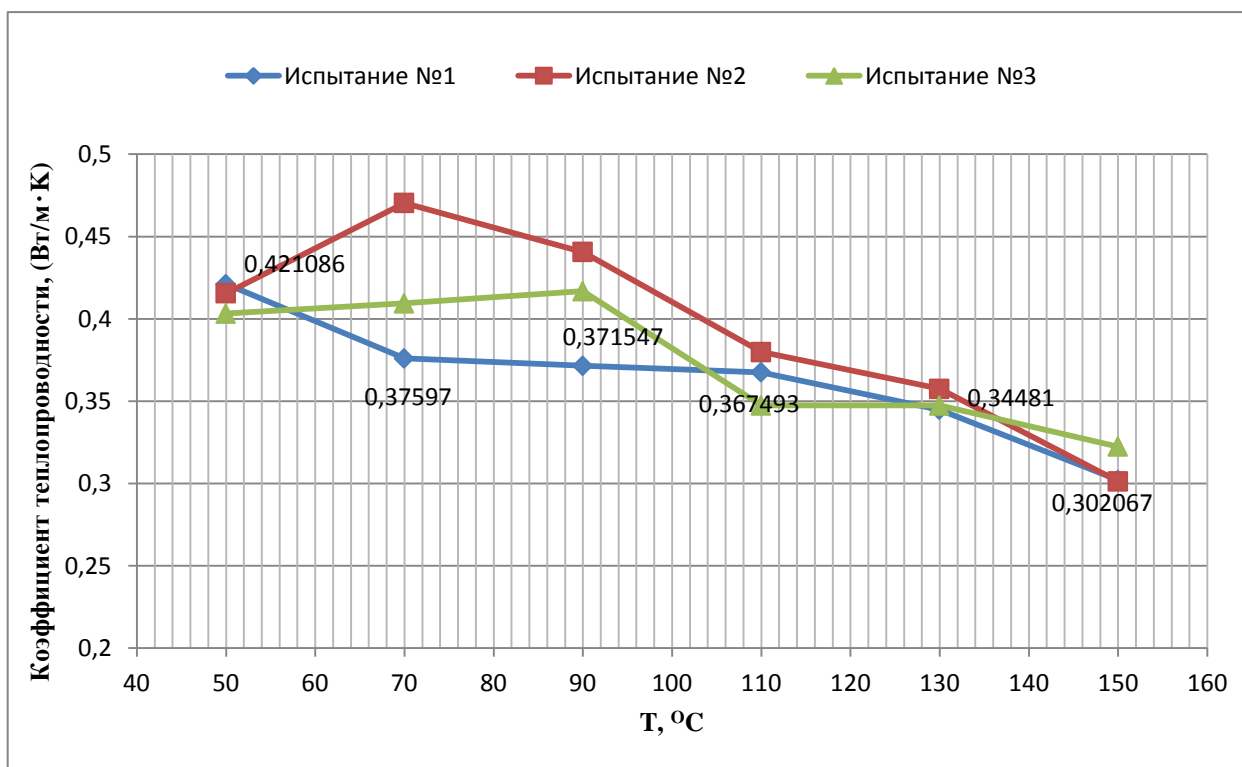


Рисунок 41 – График зависимости коэффициента теплопроводности 10 % ZrO₂ от температуры

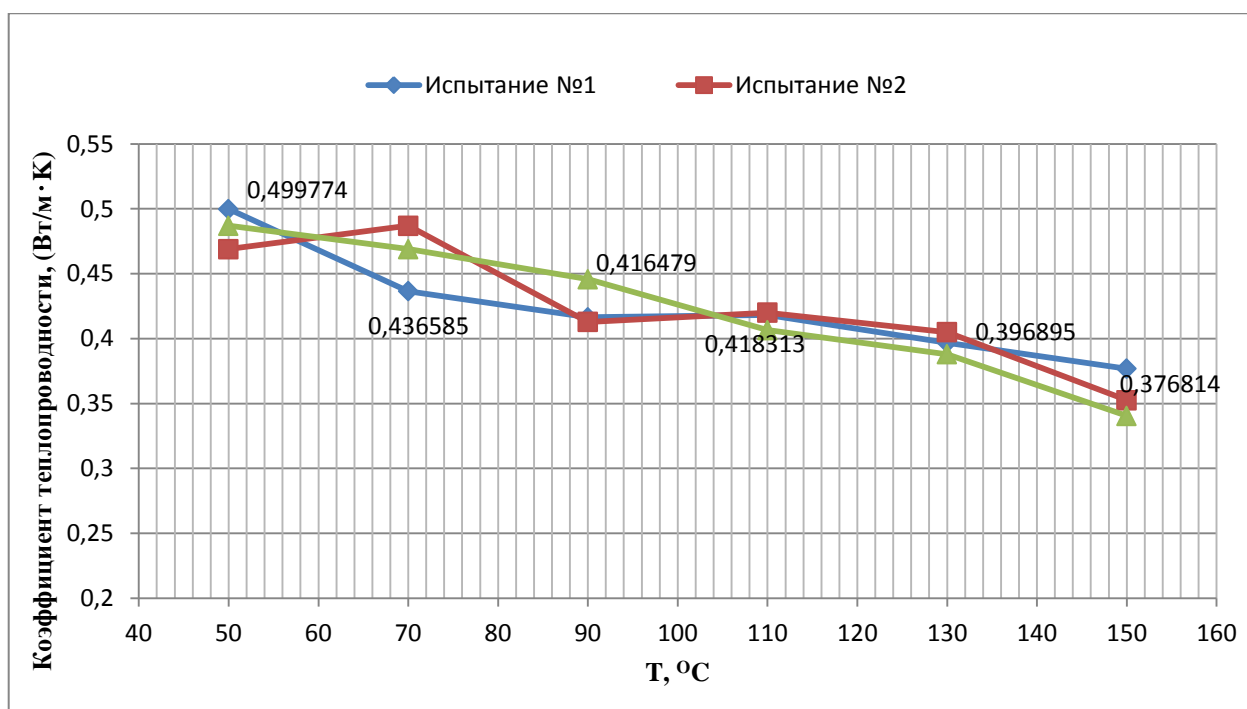


Рисунок 42 – График зависимости коэффициента теплопроводности 15 % ZrO₂ от температуры

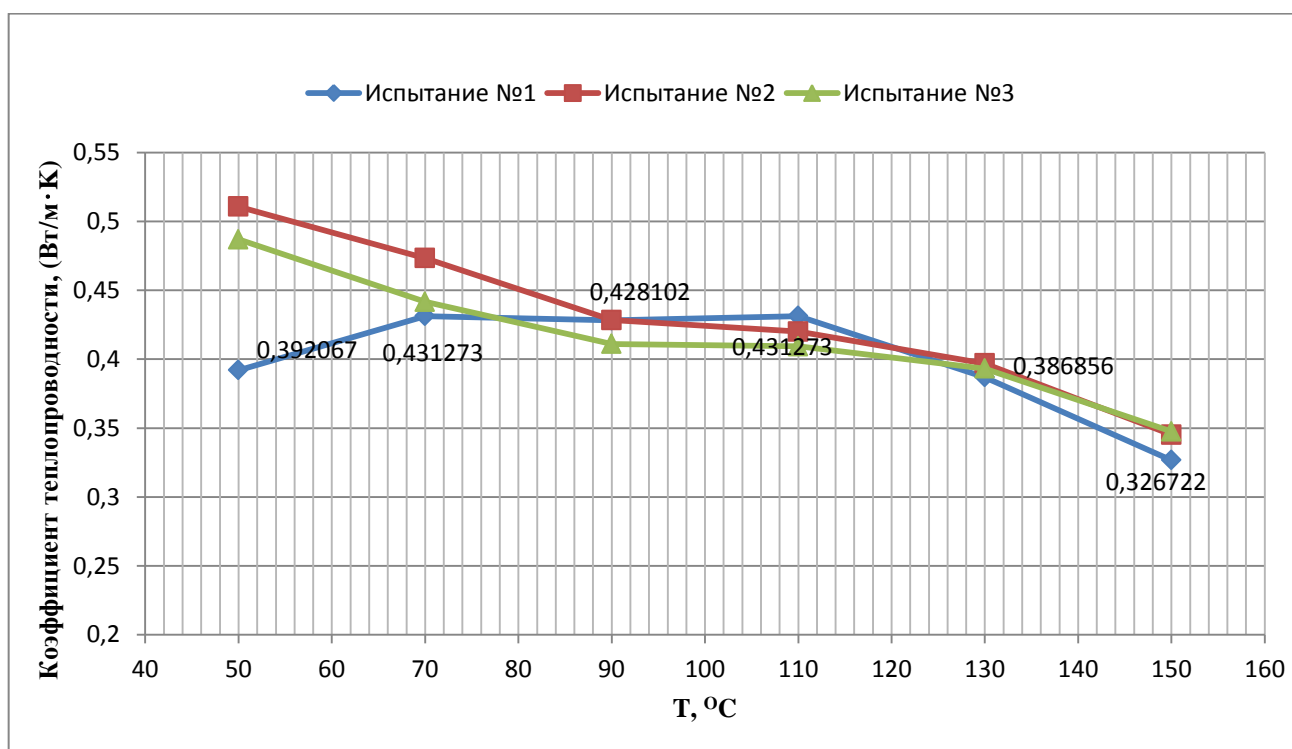


Рисунок 43 – График зависимости коэффициента теплопроводности 20 % ZrO₂ от температуры

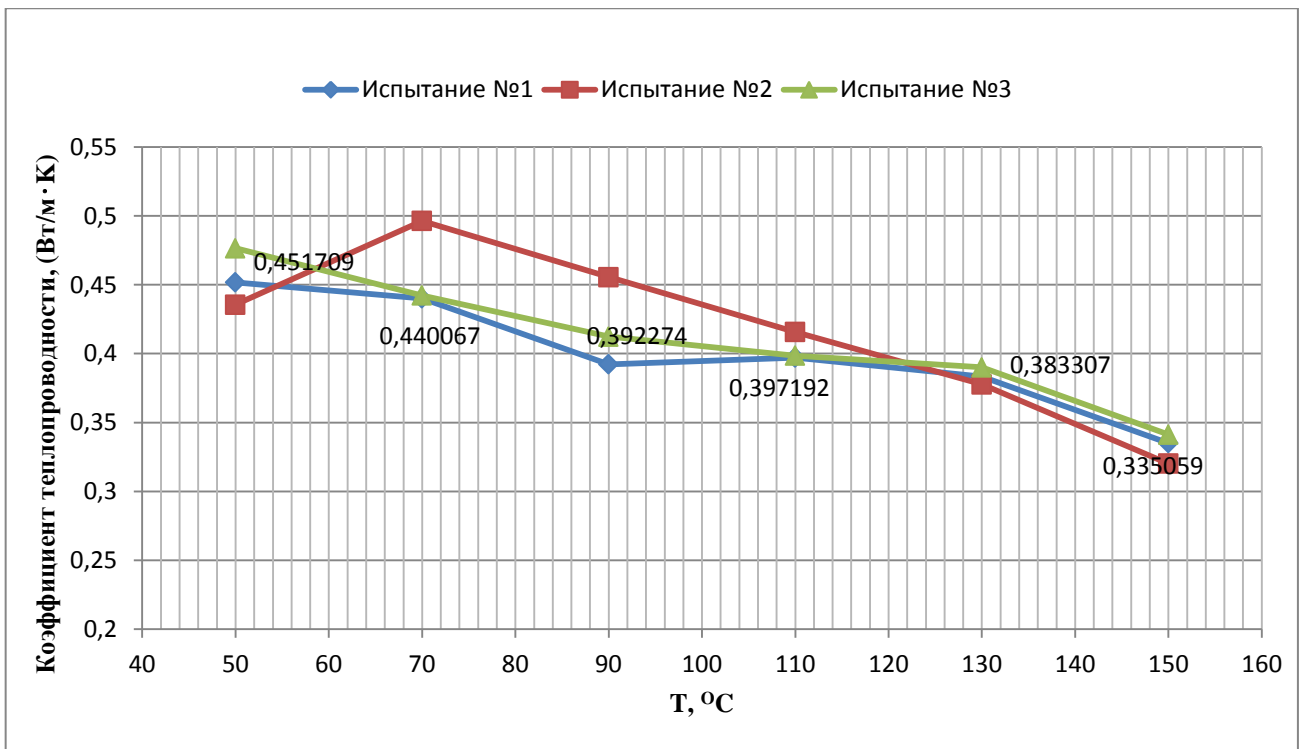


Рисунок 44 – График зависимости коэффициента теплопроводности 25 % ZrO₂ от температуры

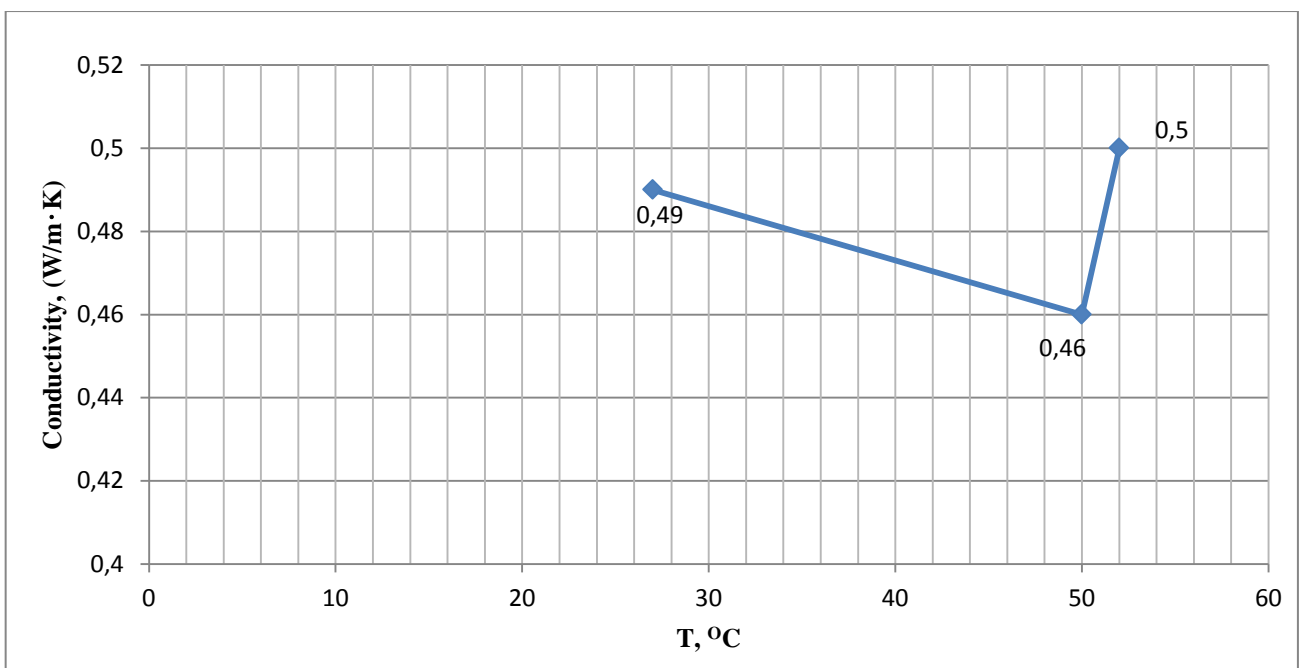


Рисунок 45 – График зависимости коэффициента теплопроводности 5 % УНТ от температуры

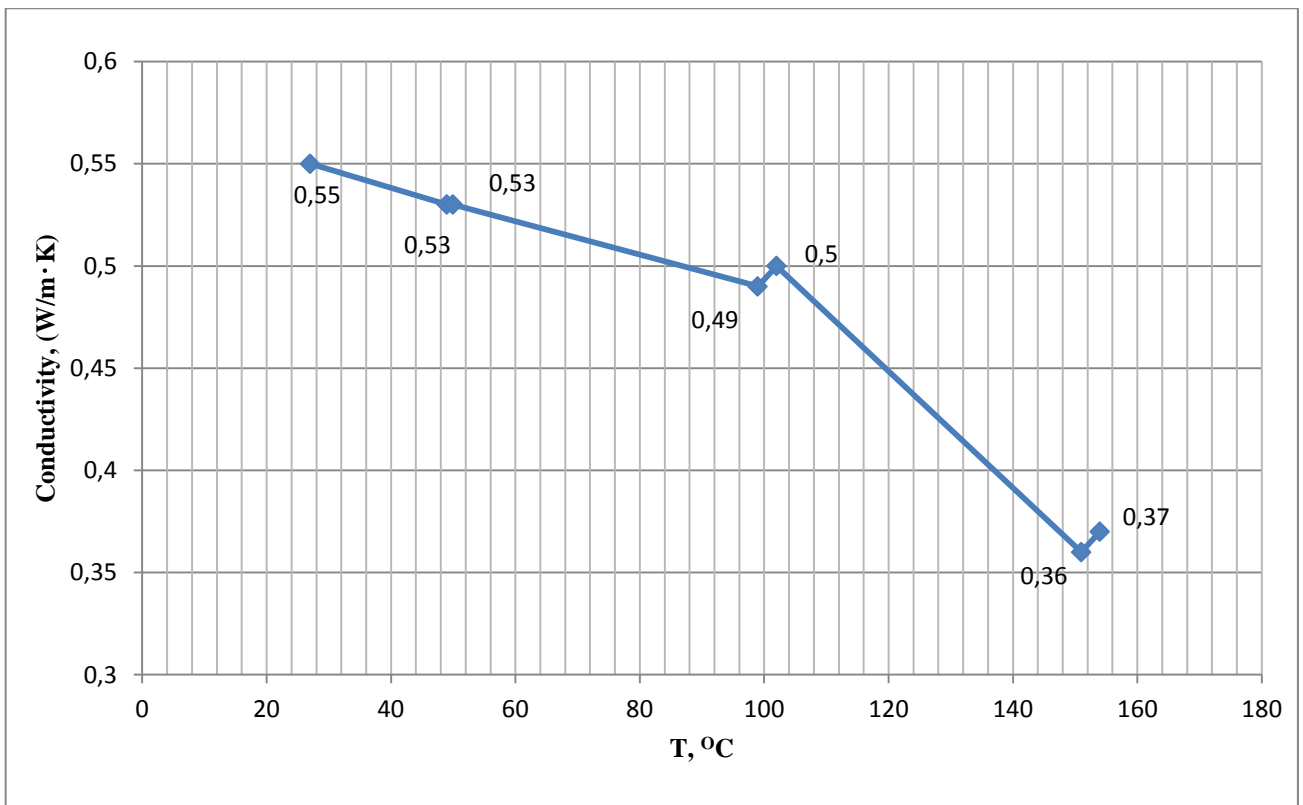


Рисунок 46 – График зависимости коэффициента теплопроводности 10 % УНТ от температуры

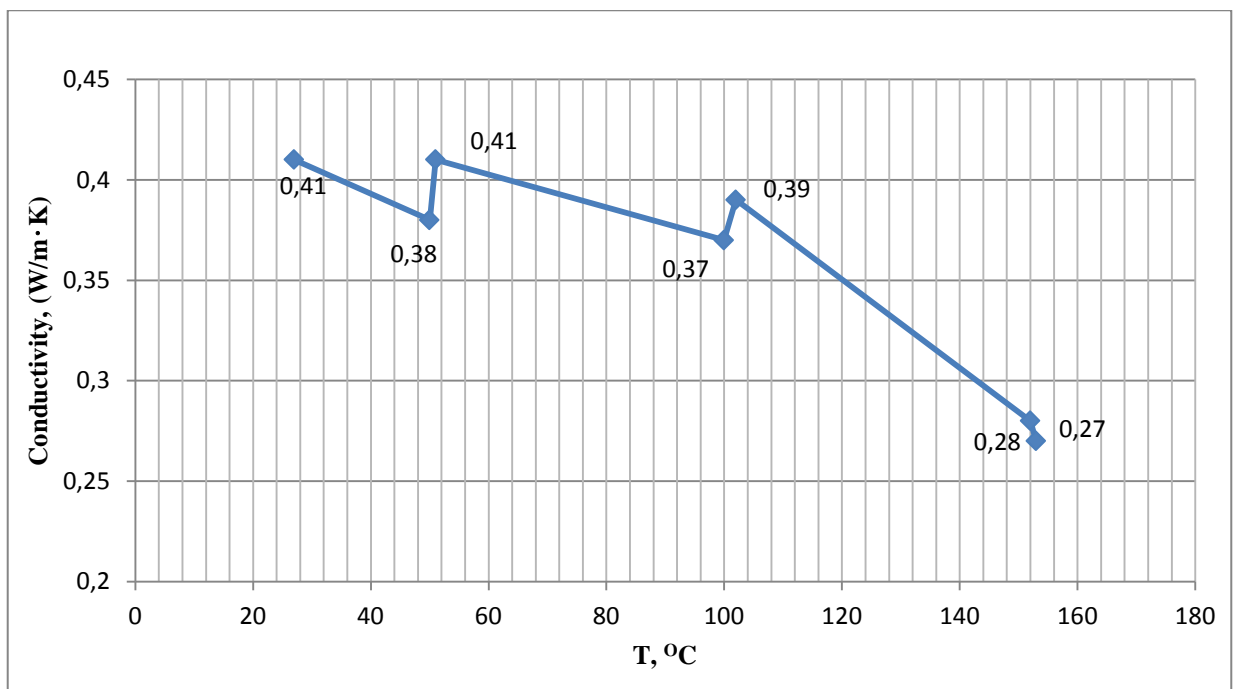


Рисунок 47 – График зависимости коэффициента теплопроводности 15 % УНТ от температуры

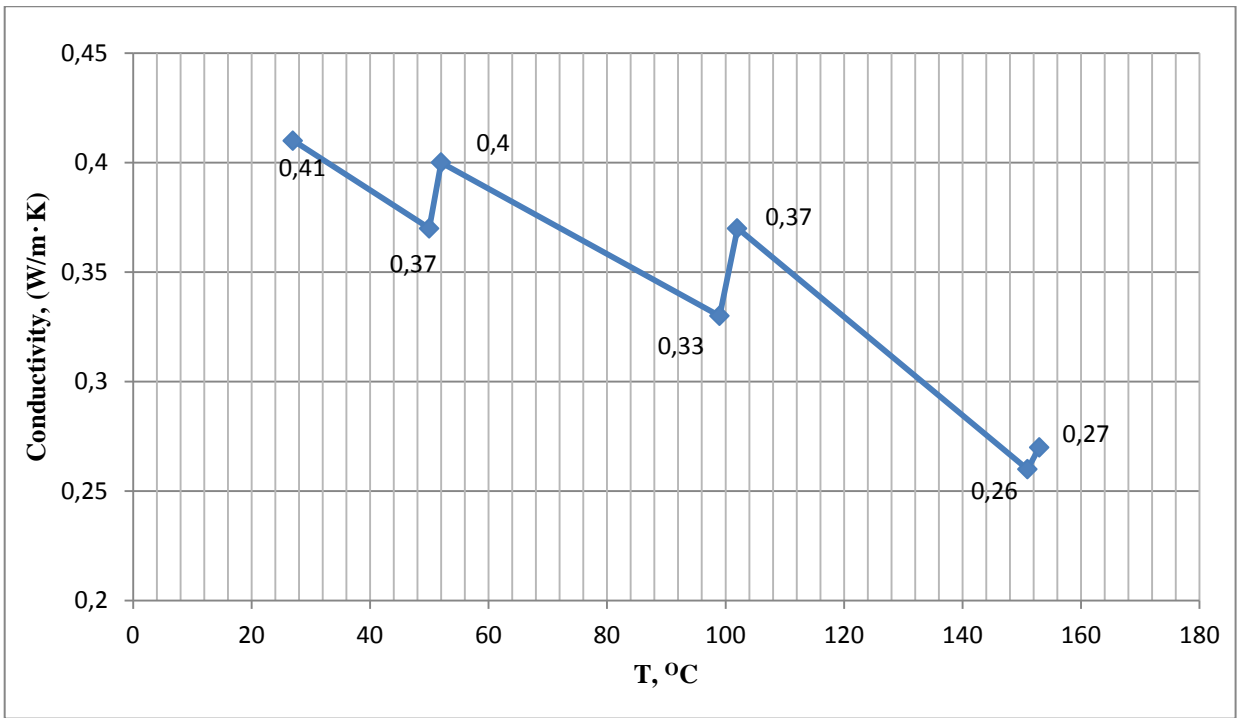


Рисунок 48 – График зависимости коэффициента теплопроводности 15 % УНТ от температуры

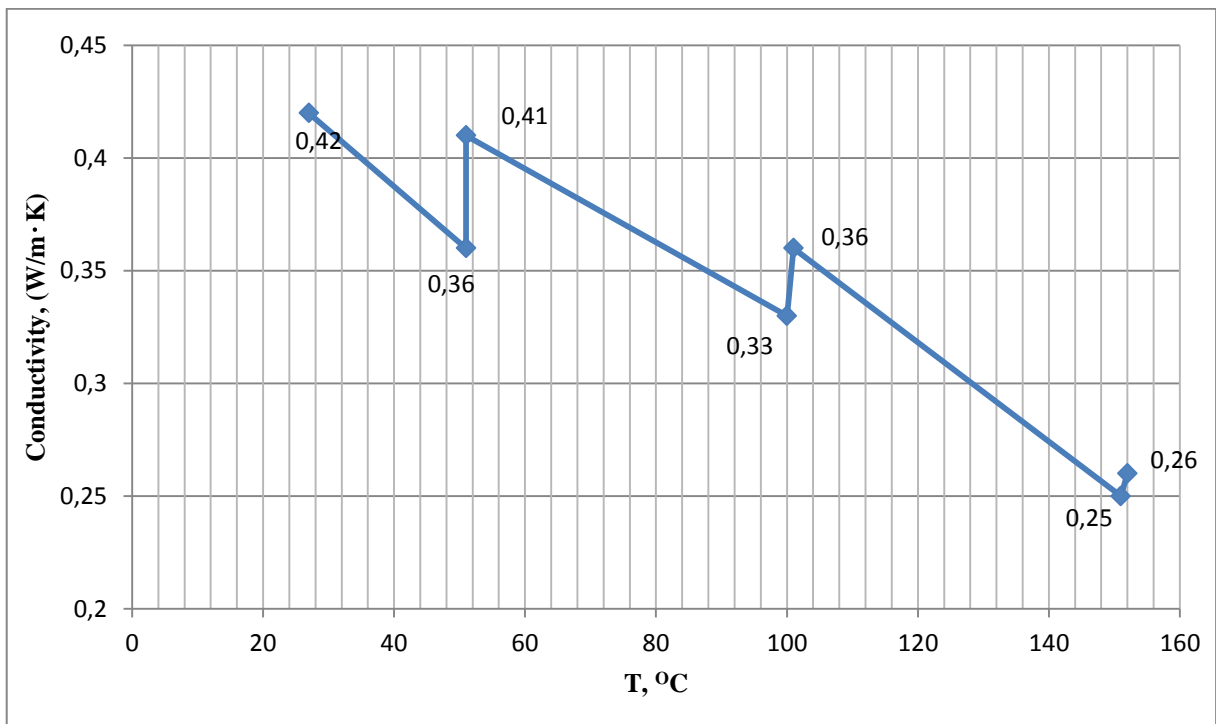


Рисунок 49 – График зависимости коэффициента теплопроводности 15 % УНТ от температуры

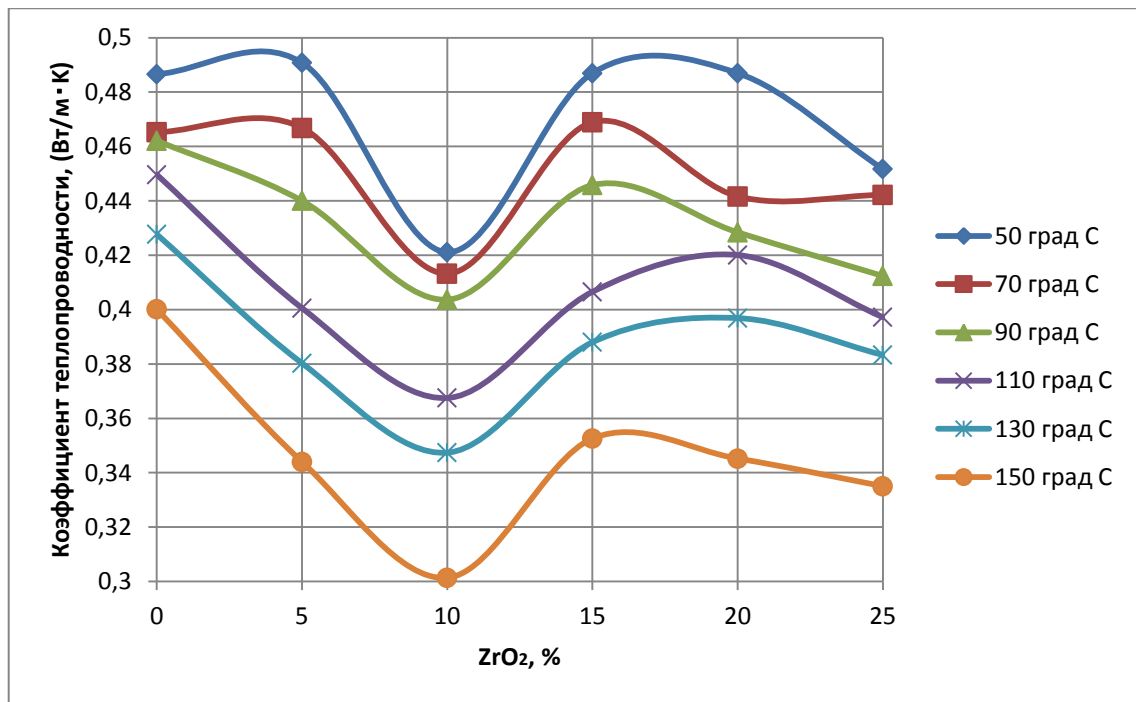


Рисунок 50 – График зависимости коэффициента теплопроводности от содержания ZrO₂

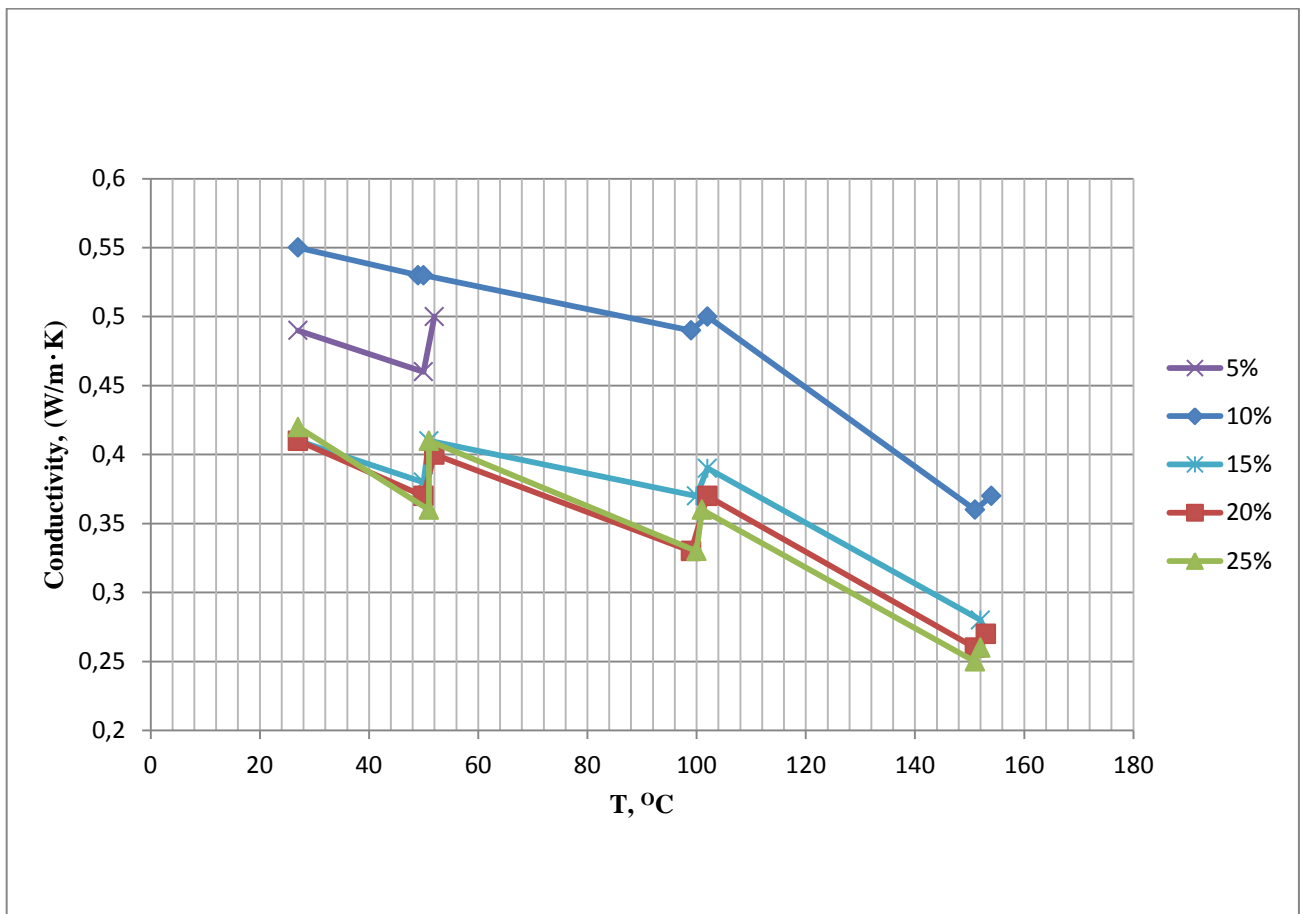


Рисунок 51 – График зависимости коэффициента теплопроводности от содержания УНТ

Данные графики показывают небольшое снижение коэффициента теплопроводности на всём участке температурных исследований для каждого модификатора.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4Б41	Пчелинцев Пётр Геннадьевич

Инженерная школа	Новых производственных технологий	Отделение	Материаловедение в машиностроении
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Материаловедение и технологии материалов

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Материально-технические ресурсы: Материальны затраты НИИ (4323 руб.); амортизация оборудования (730руб.); электрическая энергия (975 руб.); человеческие ресурсы: студент (инженер-дипломник), научный руководитель(2 человека)</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Данная НИИ проводится впервые, поэтому нормы и нормативы расходования ресурсов отсутствуют</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления по страховым взносам –27.1% от фонда оплаты труда</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Потенциальные потребители результатов исследования • SWOT-анализ
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Согласно расчетам бюджет затрат на проведение НИИ составляет 124667руб., включая затраты на заработную плату (93343 руб.), страховые отчисления (25296руб.), электроэнергию (975руб.).</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>По результатам НИИ были выполнены поставленные задачи. Однако оценить её эффективность преждевременно. Эффективность может быть определена только после проведения прикладных исследований, результатом которых будет получение конечного продукта.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гаврикова Н. А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Б41	Пчелинцев П. Г.		

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Темой данного исследования является «Влияние наноразмерных наполнителей на свойства полимерных композитов». Объектом исследования является полимерный композит на основе СВМПЭ.

Целью работы является изучение свойств полимерных композиций на основе СВМПЭ в зависимости от состава определённого наполнителя.

Цель данного раздела подразумевает проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Для реализации цели требуется выполнение определённых задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Сверхвысокомолекулярный полиэтилен широко используется в различных сферах промышленности благодаря своим физико-механическим свойствам. При введении различного рода наполнителей он может приобретать иные свойства, что увеличивает область применения. Например, в электротехнике СВМПЭ применяется для изоляции кабелей, в военном деле для создания бронежилетов; в машиностроении для уплотнений в гидравлических и пневматических системах и в узлах сухого трения; в сфере спорта для строп парашютов, тросов для альпинизма и т. д.

Проводимое научное исследование не имеет коммерческого потенциала, поскольку проводится в рамках научной исследовательской работы. Потенциальными потребителями результатов исследования могут быть предприятия машиностроительного профиля, такие как судостроение, машиностроение, спортивного и медицинского профиля, и т. д.

4.2 Анализ конкурентных технических решений

В данной работе исследования в матрицу СВМПЭ введены наполнители ZrO_2 и УНТ. Использование наполнителя в полимерных композитах не новшество. Ранее уже проводились исследования, и в качестве наполнителей выступали такие материалы как оксид алюминия (Al_2O_3) и полиэтилен низкого давления (ПЭНД). Эти исследования будут рассмотрены для анализа конкурентных технических решений.

Таблица 5 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		Б _{ф1}	Б _{ф2}	Б _{к1}	Б _{к2}	К _{ф1}	К _{ф2}	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
1. Возможности применения наполнителя	0,3	4	4	3	4	1,2	1,2	0,9	1,2
2. Гомогенность получаемой заготовки	0,1	5	5	5	4	0,5	0,5	0,5	0,4
3. Повышение твёрдости	0,2	5	5	3	3	1	1	0,6	0,6
4. Повышение эластичности	0,15	3	4	3	5	0,45	0,6	0,45	0,8
5. Изменение декоративных/визуальных характеристик	0,05	2	2	2	1	0,1	0,1	0,1	0,05
6. Возможность многократно	0,1	3	3	5	4	0,3	0,5	0,5	0,4

исследования заготовок									
7. Доступность сырья на рынке	0,1	3	4	5	4	0,3	0,4	0,5	0,4
Итого	1	25	27	26	25	3,85	4,3	3,55	3,85

Здесь Б – баллы, К – конкурентоспособность:

$B_{ф1}$, $K_{ф1}$ – для диоксида циркония;

$B_{ф2}$, $K_{ф2}$ – для углеродных нанотрубок;

$B_{к1}$, $K_{к1}$ – для оксида алюминия;

$B_{к1}$, $K_{к2}$ – для полиэтилена низкого давления.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения подобраны, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (3)$$

где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таким образом, по сравнению с выбранными материалами, наибольшей конкурентоспособностью обладают углеродные нанотрубки.

4.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности), и Threats (угрозы). SWOT-анализ – комплексный анализ исследования внешней и внутренней среды научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ проекта даёт возможность оценить факторы и явления, помогающие или препятствующие продвижению проекта на рынок [15].

Первый этап – описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 6 – Матрица SWOT

Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Повышение характеристик в целом; С2. Наличие требуемого оборудования; С3. Наличие квалифицированного руководителя;	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Высокое число аналогичных проектов; Сл2. Возможное наличие небольшой погрешности измерительными приборами; Сл3. Отсутствие определённой специализированной техники.
Возможности: В1. Повышение качества продукции; В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт; В3. Минимальные затраты продукт В4. Расширение использования в отраслях промышленности.	Угрозы: У1. Возможное отсутствие спроса на новую технологию; У2. Развитая конкуренция технологий производства.

Сильные и слабые стороны научно-исследовательского проекта, его возможности и угрозы основаны на результатах анализа, проведенного в предыдущих разделах бакалаврской работы.

Второй этап – выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должно помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 7 - Сильные стороны исследования и возможности

		Сильные стороны		
		С1	С2	С3
Возможности проекта	В1	+	0	0
	В2	+	+	+

	B3	0	+	+
	B4	+	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие соответствия сильных сторон и возможностей внешней среды: B1C1, C2C3, B2C1, C2B3, C1C3.

Таблица 8 – Слабые стороны исследования и возможности

		Слабые стороны		
		Сл1	Сл2	Сл3
Возможности исследования	B1	0	–	+
	B2	–	0	0
	B3	0	0	0
	B4	+	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие соответствия слабых сторон возможностям окружающей среды: B1Сл1Сл3, B2Сл3.

Таблица 9 – Сильные стороны исследования и угрозы

		C1	C2	C3
Угрозы	У1	+	–	0
	У2	+	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие угрозы исследования: У1С1, У2С1, У2С2, У1С2.

Таблица 10 – Слабые стороны исследования и угрозы

		Сл1	Сл2	Сл3
Слабые стороны исследования	У1	–	0	+
	У2	–	0	–

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие слабые стороны исследования: У1Сл1, У2Сл1, У1Сл3 У2Сл3.

В рамках третьего этапа составлена итоговая SWOT-матрица, приведённая в таблице 11.

Таблица 11 – SWOT-таблица

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Повышение характеристик в целом; С2. Наличие требуемого оборудования; С3. Наличие квалифицированного руководителя;	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Высокое число аналогичных проектов; Сл2. Возможное наличие небольшой погрешности измерительными приборами; Сл3. Отсутствие определённой специализированной техники.
Возможности: В1. Повышение качества продукции; В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт; В3. Минимальные затраты продукт В4. Расширение использования в отраслях промышленности.	Применение диоксида циркония и углеродных нанотрубок в качестве наполнителей в композитах на основе СВМПЭ расширяет использование данного материала в отраслях промышленности. Работа с данными материалами может повысить качество продукции с минимальными затратами по финансированию и времени.	Возможное наличие большой погрешности . Существование большого количества аналогичных проектов может уменьшить его ценность на фоне общей массы.
Угрозы: У1. Возможное отсутствие спроса на новую технологию; У2. Развитая конкуренция технологий производства.	Качество продукции, выпускаемой компаниями производителями в РФ, значительно влияет на востребованность и использование данного материала в различных отраслях промышленности, тем самым уменьшая спрос на новую технологию.	Основной угрозой исследования является отсутствие интереса со стороны промышленности, поскольку данное исследование имеет большое количество аналогичных работ и не имеет коммерческого потенциала. Однако, по окончании исследования, коммерческий потенциал всё же присутствуют, в связи с тем, что используемые в промышленности на данный момент наполнители в некоторых своих случаях приводят к получению конечного продукта свойств на том же уровне, что и в наших исследованиях, при этом обладая большой стоимостью на рынке.

4.4 Планирование научно-исследовательской работы

4.4.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований сформируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе требуется составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ.

Работу выполняли 2 человека: научный руководитель (науч. рук.) от отделения ММС ТПУ, студент-дипломник (студент). Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Выдача задания	1	Составление и получение задачи на НИР	Науч. рук., инженер
	2	Получение порошка углеродных нанотрубок	Науч. рук., инженер
Литературный обзор	3	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Науч. рук., инженер

Составление плана работ	5	Календарное планирование работ по теме	Науч. рук., инженер
Проведение испытаний	6	Получение заготовок и измерение их плотности и твёрдости	Инженер
	7	Получение заготовок и изготовление образцов для исследования на прочность и теплопроводность	Инженер
	8	Проведение исследования на прочность и теплопроводность	Инженер
	9	Обработка данных	Науч. рук., инженер
Обсуждение результатов	10	Научное обоснование результатов и выводы	Науч. рук., инженер
Составление отчета	11	Оформление отчета НИР	Инженер

4.4.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоёмкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоёмкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, поскольку, зависит от большого числа трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож\ i}$ используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \quad (4)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоёмкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчёта заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{Ч_i}, \quad (5)$$

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

$t_{ож i}$ – ожидаемая трудоёмкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

4.4.3. Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

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

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (6)$$

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

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

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (7)$$

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

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

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

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности.

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14}, \quad (8)$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 13.

Таблица 13 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Название работы	Трудоёмкость работ						Исполн.		T_{pi} , дни		T_{ki} , дни	
	$t_{\min i}$, чел.-дни		$t_{\max i}$, чел.-дни		$t_{\text{ож } i}$, чел.-дни		Науч. рук.	Инженер	Науч. рук.	Инженер	Науч. рук.	Инженер
	Науч. рук.	Инженер	Науч. рук.	Инженер	Науч. рук.	Инженер						
1. Составление и получение задачи на НИР	4	1	5	1	4,5	1	+	+	2,2	1	2,7	1,2
2. Получение порошка углеродных нанотрубок	10	10	12	12	11	11	+	+	5,5	5,5	6,7	6,7
3. Подбор и изучение материалов по теме	–	18	–	24	–	20,5	–	+	–	20,5	–	25
4. Выбор направления исследований	3	2	4	3	3,5	2,5	+	+	1,7	1,7	2	2
5. Календарное планирование работ по теме	2	1	3	2	2,5	1,5	+	+	1,2	0,7	2,5	0,9
6. Получение заготовок и измерение их плотности и твёрдости	–	2	–	3	–	2,5	–	+	–	2,5	–	3

7. Получение заготовок и изготовление образцов для исследования на прочность и теплопроводность	–	5	-	6	–	5,5	–	+	–	5,5	–	6,7
8. Проведение исследования на прочность и теплопроводность	–	5	–	6	–	5,5	–	–	м	5,5	–	6,7
9. Содержание работ	3	3	4	4	3,5	3,5	+	+	1,7	1,7	2	2
10. Обработка данных	4	4	5	5	4,5	4,5	+	+	2,2	2,2	3,5	3,5
11. Научное обоснование результатов и выводы	–	15	–	24	–	18,5	–	+	–	18,5	–	22,5

На основе таблицы 14 строится календарный план-график для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам за период времени дипломирования.

Таблица 14 – Календарный план-график проведения НИР по теме

№ работ	Исполнитель	T_{ki} , кал.дн	Продолжительность выполнения работ													
			февраль			март			апрель			май			июнь	
			3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
1	Науч. рук., инженер	3														
2	Науч. рук., инженер	10														
3	Инженер	25														
4	Науч. рук., инженер	2														
5	Науч. рук., инженер	2														

4.4.4.1. Расчет материальных затрат НИИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_i \cdot N_{рас\ xi}, \quad (9)$$

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

$N_{рас\ xi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25 % от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в таблицу 15.

Таблица 15 – Материальные затраты на исследование

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Спирт медицинский	литр	0,100	180	20
Канцтовары	шт	1	500	500
Картридж для принтера	шт.	1	2500	2875
Наждачная бумага	лист	5	120	690
Итого:				4085

4.4.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование НИИ

В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стенов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по

конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Поскольку оборудование есть в отделении и специально для проекта не покупается, рассчитывается амортизация оборудования на время проекта. Требуемое оборудование представлено в таблице 16. Причём амортизация подсчитывается только для оборудования дороже 100.000.

Расчёт затрат по данной статье представлен ниже в таблице 16.

Таблица 16 – Затраты на оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Срок службы, год	Время эксплуатации, дн.	Амортизация оборудования за время использования, руб.
1	Планетарная шаровая мельница активатор 2SL	100.000	15	10	184
2	Разрывная машина Р-20	645.000	15	10	1184
3	Твердомер «ТКМ-359»	35.000	3	3	–
4	Твердомер «Shore 902»	30.000	3	3	–
5	Весы ВЛЭ-250	19.000	12	3	–
6	Испытательная машина «Instron 5582»	38.000	112	6	–
7	Смеситель С 2.0	364.000	5	4	1197
8	Микроскоп «Лабомет- И»	135.000	7	3	165
Итого					2370

Рассчитаем амортизацию оборудования техники $I_{ам.обор}$ за один день, по следующей формуле:

$$I_{\text{ам.обор.}} = \left(\frac{T_{\text{исп.обор.}}}{365} \right) * K_{\text{обор}} * N_{\text{а}}, \quad (10)$$

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

365 – количество дней в году;

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

$N_{\text{а}}$ – норма амортизации.

$$N_{\text{а}} = \frac{1}{T_{\text{с.с.обор}}}, \quad (11)$$

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

$$I_{\text{мельница 2SL}} = \left(\frac{10}{365} \right) * 100000 * 0,067 = 184 \text{ руб.}; \quad (12)$$

$$I_{\text{машина Р-20}} = \left(\frac{10}{365} \right) * 645000 * 0,067 = 1184 \text{ руб.} \quad (13)$$

$$I_{\text{смеситель}} = \left(\frac{6}{365} \right) * 364000 * 0,2 = 1197 \text{ руб.}; \quad (14)$$

$$I_{\text{микроскоп}} = \left(\frac{3}{365} \right) * 135000 * 0,15 = 165 \text{ руб.}; \quad (15)$$

4.4.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

В статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоёмкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30 % от тарифа или оклада.

НИР проводили 2 человека: доцент отделения материаловедения машиностроения (зав. лаб.) в ТПУ – научный руководитель работы (науч. рук.) и инженер-дипломник (инж.). Вследствие того, что в качестве инженера лаборатории выступал студент (дипломник), то расчёт статьи по основной заработной плате будет учтён лишь для научного руководителя.

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

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн.}} + Z_{\text{доп.}}, \quad (16)$$

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

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн.}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (17)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица _);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (18)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 17).

$Z_{\text{осн}}$ и $Z_{\text{зп}}$ для научного руководителя:

$$Z_{\text{осн.}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \cdot T_p = \frac{56893 \cdot 11,2}{239} \cdot 29 = 77318 \text{ руб.}, \quad (19)$$

Для инженера:

$$Z_{\text{осн.}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \cdot T_p = \frac{12336 \cdot 10,4}{229} \cdot 109 = 61066 \text{ руб.}, \quad (20)$$

Таблица 17 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
• выходные дни	52	44
• праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
• отпуск	52	52
• невыходы по болезни	8	8
Действительный годовой фонд рабочего времени	239	229

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

- оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор. Базовый оклад определяется исходя из размеров окладов, определенных штатным расписанием предприятия.
- стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.
- иные выплаты; районный коэффициент.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (21)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2-0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $Z_{\text{тс}}$);

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

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 18.

Таблица 18 – Заработная плата сотрудников

Исполнители	З _{окл} , руб.	k _{пр}	k _д	k _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	T _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель, доцент	33664	0	0,3	1,3	56893	2690	20	77318
Инженер	9489	0	0	1,3	12336	560	85	61066
Итого:								138384

На основании пункта 1 ст. 58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице __.

Таблица 19 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Заработная плата, руб.
Науч. Рук.	77318
Студент-дипломник	61066
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271
Итого:	37502

4.4.4.4 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

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

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 21.

Таблица 21 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	4085	Пункт 4.4.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	2370	Пункт 4.4.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	138384	Пункт 4.4.4.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	37502	Пункт 4.4.4.4
5. Бюджет затрат НИИ	182431	Сумма

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{фин р}}^{\text{исп. } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (22)$$

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

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{\max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т. ч. аналоги).

$$I_{\text{фин р}}^{\text{исп.}i} = \frac{124667}{150000} = 0,83. \quad (24)$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах.

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (25)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки; a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки; b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 22 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Данный проект	Исполнитель 1
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	2
3. Экономичность	0,15	4	4
4. Энергосбережение	0,20	4	3
5. Надежность	0,25	4	4
6. Материалоемкость	0,15	4	4
ИТОГО:	1	3,79	3,3

$$I_{p\text{-проект}} = 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,01 = 3,79; \quad (26)$$

$$I_{p\text{-исп.1}} = 3 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,1 = 3,3; \quad (27)$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{\text{исп.1}}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{p-\text{исп.1}}}{I_{\text{фин.п}}} = 2,739. \quad (28)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{фин.п}}} = \frac{2,739}{4,51} = 0,61. \quad (29)$$

Таблица 23 - Сравнительная эффективность разработки

п/п	Показатели	Исполнение №1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,83
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,3
3	Интегральный показатель эффективности	2,739
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,61

Значения интегральных показателей эффективности позволяют выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Наиболее эффективна бакалаврская разработка.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 4Б41	ФИО Пчелинцев Пётр Геннадьевич
----------------	-----------------------------------

Инженерная школа	Новых производственных технологий	Отделение	Материаловедение в машиностроении
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Материаловедение и технологии материалов

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) • опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) • негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) • чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Работа выполнялась на кафедре материаловедения в машиностроение, Национально исследовательского Томского Политехнического Университета. Рабочей зоной являлись 5 лаборатории общей площадью 130 м², включающее 5 персональных компьютеров, оптический микроскоп, микротвердомер, вибропривод для ситового анализа, смеситель, установка на износ, планетарная мельница.</p> <p>На производительность труда студента-дипломника (инженера-исследователя), находящегося на рабочем месте, могут влиять следующие вредные производственные факторы: отклонение температуры и влажности воздуха от нормы, недостаточная освещенность рабочего места, повышенный уровень электромагнитных излучений. Кроме того, работник может подвергаться действию опасных факторов: поражение электрическим током, возникновение пожаров в результате короткого замыкания. Негативное воздействие на окружающую среду в процессе работы практически отсутствует..</p>
<p>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ; СНиП II-4-79; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ; ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ; ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ; ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ; СН 245-7; СП 2.2.1.1312-03; СНиП 2.01.02-85</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>Для поддержания нормального микроклимата в рабочей зоне применяют устройство систем вентиляции, а также кондиционирование воздуха и отопление.</p> <p>Недостаточная освещенность приводит к возрастанию нагрузки на органы зрения и повышает утомляемость организма. Поэтому необходимо обеспечить оптимальное сочетание общего и местного освещения.</p> <p>Ионизационное излучение. Для обеспечения радиационной безопасности необходимо соблюдать нормы индивидуальных доз облучения.</p> <p>Повышенный уровень шума. Во избежание негативных воздействий шума рекомендуется использовать средства индивидуальной защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства 	<p>Электрический ток. В соответствии с техникой безопасности и утвержденными документами (ГОСТ 12.1.030-81) оборудование, имеющее напряжением выше 42 В, должно быть заземлено. В случае надвигающейся грозы рекомендуется закончить работу с ПК и отключить его от сети.</p>

защиты); - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молния защита – источники, средства защиты); - пожаро- и взрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).	Термические опасности. Мероприятия по защите от термических опасностей: теплоизоляция горячих поверхностей, экранирование тепловых излучений, использование средств индивидуальной защиты Пожарная безопасность. Следует предусмотреть средства пожаротушения: огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5, пожарный кран с рукавом и ящик с песком.
3. Охрана окружающей среды	В процессе выполнения работы негативное воздействие на окружающую среду не выявлено. В промышленности, при изготовлении деталей методом порошковой металлургии, в процессе механической обработки, отходы составляют 2-5%, и могут быть переработаны в исходный материал (порошок).
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Возможны такие чрезвычайные ситуации, как: пожары, ситуации природного характера. К мерам по предупреждению относятся: 1. Планирование защиты населения и территории от ЧС на уровне предприятия (организации); 2. Создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности; 3. Выявление угроз пожара и оповещение персонала; 4. Подготовка работающих к действию в условиях ЧС; 5. Подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. В соответствии с СН-245-71 в помещении должен быть организован воздухообмен. В соответствии с СН-181-70 рекомендуются следующие цвета окраски помещений: потолок - белый или светлый цветной; стены - сплошные, светло-голубые; пол - темно-серый, темно-красный или коричневый.
– Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Раденков Тимофей Александрович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Б41	Пчелинцев Пётр Геннадьевич		

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Работа студента-дипломника в плане физической нагрузки относится к категории лёгких. Однако она связана с большой умственной и психологической нагрузкой.

Неблагоприятными условиями, оказывающими влияние на здоровье студента, являются. Длительная работа в помещении с повышенной или пониженной температурой, влажность воздуха, плохая вентиляция и плохое освещение – все эти факторы. Эти аспекты неизбежно влекут за собой снижение производительности труда

Данная научно-исследовательская работа выполнена в отделении материаловедения в машиностроении Национально исследовательского Томского Политехнического Университета. Рабочей зоной являлись 5 лабораторий общей площадью 130 м², включающие в себя оптический микроскоп, твердомер, вибропривод для ситового анализа, весы типа «ТУРВА-33», смеситель, установка на износ, планетарная мельница. Поскольку работа осуществлялась в разных частях рабочей зоны, постоянным рабочим местом является вся рабочая зона (ГОСТ 12.1.005 – 88).

В данном разделе рассмотрены вредные и опасные факторы, которые действуют на студента-дипломника; разработаны требования безопасности, а также комплекс защитных мероприятий на рабочем месте. Этот раздел включает подразделы охраны окружающей среды и чрезвычайных ситуаций.

5.1 Техногенная безопасность

5.1.1 Вредные факторы

В условиях отделения ММС НИ ТПУ на производительность труда инженера-исследователя, находящегося на рабочем месте, влияют определённые вредные производственные факторы (О и В ПФ ГОСТ 12.0.003-74) [17]:

1. Неблагоприятные условия микроклимата;
2. Недостаточная освещённость рабочего места.

3. Высокий уровень шума;
4. Повышенный уровень вибрации;
5. Вредные вещества.

5.1.1.1 Микроклимат

Основными критериями, которые характеризуют микроклимат производственной среды, являются: температура, влажность воздуха и подвижность.

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

Высокая относительная влажность при высокой температуре воздуха способствует перегреванию организма. При низкой температуре увеличивается теплоотдача с поверхности кожи, что приводит к переохлаждению. Низкая влажность может вызвать неприятные ощущения в виде сухости слизистых оболочек дыхательных путей работающего. [18]

При нормировании метеорологических условий в производственных помещениях учитывают время года, физическую тяжесть выполняемых работ и количество избыточного тепла в помещении. Оптимальные и допустимые метеорологические условия температуры и влажности установлены согласно ГОСТ 12.1.005-88 в таблице 24.

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

Таблица 24 – Оптимальные и допустимые нормы температуры и относительной влажности в рабочей зоне производственных помещений

Период года/ категория работ	Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %	
	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая
Холодный/лёгкая	21-24	17-26	40-60	75
Теплый/лёгкая	22-25	21-30	40-60	70

5.1.1.2 Недостаточная освещённость

Важным требованием к рабочему месту инженера является освещённость, которая значительно влияет на эффективность трудового процесса. Недостаток освещённости повышает нагрузку на органы зрения и приводит к утомляемости организма. В связи с этим требуется 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). Если учесть, что солнечный свет оказывает благоприятное воздействие на организм человека, очень важно максимально продолжительно использовать естественное освещение.

В соответствии с характером выполняемых работ, освещённость рабочего места по СНиП II-4-79 должна быть 200 Лк – общая освещённость и 300 Лк – комбинированное освещение. [18]

5.1.1.3 Уровень шума

Ещё одним из важных требований к рабочему месту является уровень шума. Высокий уровень шума негативно сказывается на здоровье человека. Последствиями могут стать головные боли, бессонница, повышенная усталость, нервозность и др. Чтобы избежать возникновения подобного исхода, требуется устранить лишние источники шума, или установить допустимые нормы шума.

По временным характеристикам шум следует подразделять на:

- постоянный, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день (рабочую смену) изменяется во времени не более чем на 5 дБ;
- непостоянный, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день (рабочую смену) изменяется во времени более чем на 5 дБ.

В свою очередь непостоянный шум следует подразделять на:

- колеблющийся во времени, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени;
- прерывистый, уровень звука которого ступенчато изменяется (на 5 дБ А и более), причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более;
- импульсный, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с.

По характеру спектра шум следует подразделять на:

- широкополосный с непрерывным спектром шириной более одной октавы;
- тональный, в спектре которого имеются выраженные дискретные тона.

В стандартах и (или) технических условиях на машины должны быть установлены предельные значения шумовых характеристик этих машин.

Шумовую характеристику следует выбирать из числа предусмотренных в ГОСТ 23941.

Значения предельно допустимых шумовых характеристик машин следует устанавливать, исходя из требований обеспечения на рабочих местах допустимых уровней шума в соответствии с основным назначением машины и требованиями настоящего стандарта.

5.1.1.4 Уровень вибрации

Предельно допустимый уровень вибрации не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Однако, даже в случае соблюдения уровня вибрации не исключено нарушение здоровья у высокочувствительных лиц.

При изучении действия вибрации на организм человека нужно учитывать, что колебательные процессы присущи живому организму прежде всего потому, что они в нем постоянно протекают. Внутренние органы можно рассматривать как колебательные системы с упругими связями. Их собственные частоты лежат в диапазоне 3–6 Гц. При воздействии на человека внешних колебаний таких частот происходит возникновение резонансных явлений во внутренних органах, способных вызвать травмы, разрыв артерий, летальный исход. Собственные частоты колебаний тела в положении лежа составляют 3–6 Гц, стоя — 5–12 Гц, грудной клетки — 5–8 Гц. Воздействие на человека вибраций таких частот угнетает центральную нервную систему, вызывая чувство тревоги и страха.

Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния организма человека. Изменения в функциональном состоянии организма проявляются в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений. Все это ведет к снижению производительности труда. Изменения в физиологическом состоянии организма — в развитии нервных заболеваний,

нарушении функций сердечно-сосудистой системы, нарушении функций опорно-двигательного аппарата, поражении мышечных тканей и суставов, нарушении функций органов внутренней секреции. Все это приводит к возникновению вибрационной болезни.

Существует несколько способов борьбы с вибрацией. Это, например, снижение вибрации в источнике (улучшение конструкции машин,), виброгашение (увеличение эффективной массы путем присоединения машины к фундаменту), виброизоляция. Также уменьшить влияние вибрации может применение индивидуальных средств защиты (виброзащитные обувь, перчатки со специальными элементами, поглощающими вибрацию).

5.1.1.5 Вредные вещества

На предприятиях, производственная деятельность которых связана с вредными веществами, должны быть разработаны нормативно-технические документы по безопасности труда при производстве, применении и хранении вредных веществ, а также выполнены комплексы организационно-технических, санитарно-гигиенических и медико-биологических мероприятий.

Вредные вещества, попавшие в организм человека, вызывают нарушения здоровья лишь в том случае, когда их количество в воздухе превышает предельную для каждого вещества величину. Под предельно допустимой концентрацией (ПДК) вредного вещества понимают максимальную концентрацию данного вещества, которая при ежедневной работе в течение 8 ч или другой продолжительности не приводит к снижению работоспособности и заболеванию в период трудовой деятельности и в последующий период жизни, а также не оказывает неблагоприятного воздействия на здоровье потомков.

К общим мероприятиям и средств предупреждения загрязнения рабочей среды на производстве и защиты работающих относятся:

- изъятие вредных веществ в технологических процессах, замена вредных веществ менее вредными;
- совершенствование технологических процессов и оборудования;
- автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами, при которых возможен непосредственный контакт работающих с вредными веществами;
- герметизация производственного оборудования, работа технологического оборудования под разрежением, локализация вредных выделений за счет местной вентиляции, аспирационных укрытий;
- нормальное функционирование систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, очистки выбросов в атмосферу;
- предварительные и периодические медицинские осмотры работников, работающих во вредных условиях, профилактическое питание, соблюдение правил личной гигиены;
- контроль над содержанием вредных веществ;
- использование средств индивидуальной защиты.

5.1.2 Опасные факторы

Согласно СНиП II-4-79 инженер-исследователь при работе в лаборатории отделения ММС НИТПУ может подвергнуться воздействию следующих опасных факторов [18]:

- термическая опасность;
- опасность поражения электрическим током.

5.1.2.1 Электробезопасность

Основные причины воздействия тока на человека[18]:

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. Появление напряжения на отключённых токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения установки;
4. Шаговое напряжение на поверхности земли в результате замыкания провода на землю;
5. Освобождение другого человека, находящегося под напряжением;
6. Воздействие атмосферного электричества, грозových разрядов.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 [18] предельно допустимые уровни напряжения прикосновения и токов, воздействию которых человек может подвергнуться 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 (при частоте 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 занулённой 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.

С точки зрения электробезопасности (ГОСТ 12.1.030-81), оборудование, запитываемое напряжением выше 42 В, должно быть заземлено или занулено. Зануление – более эффективная мера, чем защитное заземление, т. к. 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 мм², покрытым изоляционным слоем лака для защиты от окисления. Кроме того, обязательно должна быть предусмотрена возможность быстрого отключения напряжения с разделительного щита. [19]

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

5.1.2.2 Термическая опасность

Термическая опасность – отсутствие недопустимого риска при воздействии высокой температуры. [ГОСТ Р 52423-2005]

Виды устройств, представляющих термическую опасность:

1. Нагревательные приборы;
2. Печи;

3. Калориферы;
4. Горячие пищевые продукты.

Термические опасности могут приводить к:

- ожогам и ошпариванию при соприкосновении с предметами или материалами, имеющими чрезвычайно высокую или низкую температуру, вызванную, к примеру, пламенем или взрывом, а также излучением источников тепла;
- ущерб здоровью при воздействии высокой или низкой температуры окружающей производственной среды.

Средства защиты:

- индивидуальные средства защиты;
- спецодежда;
- специальная обувь.

5.2 Региональная безопасность

Защита окружающей среды представляет собой совокупность проблем, требующих усилий всего человечества. Одной из наиболее активных форм защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов в промышленных предприятиях является переход к безотходным и малоотходным технологиям производства.

Работа проводилась в закрытом помещении. Материалами изучения являются порошок СВМПЭ и композиты на его основе. Их подвергают испытаниям, таким как горячее прессование, смешивание, дробление, испытание на растяжение и т. д.

В промышленности отходы в виде порошка и стружки СВМПЭ можно переработать вновь в порошок и в дальнейшем использовать в производстве. Однако при высоком содержании наполнителя такие отходы требуется сжечь.

Согласно пункту, 1 ст. 18 Федерального закона от 04.05.1999 №96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», запрещается открыто сжигать отходы производства и потребления. В соответствии с этим законом отходы, что загрязняют атмосферный воздух, сжигают в специальных установках, предусмотренных правилами, которые утверждаются федеральным органом исполнительной власти в области охраны окружающей среды.

5.3 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

Организация рабочего места является важным фактором комфортности рабочей среды.

Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78:

1. рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам;
2. рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, которое не накапливает в себе статическое электричество;
3. рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела в связи с нарушением кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

Согласно СН-245-71 [18] объём производственных помещений должен быть таким, чтобы на одного работающего приходилось не менее 6 м² площади не менее 15 м³ свободного пространства. Отсюда следует, что, согласно СП 2.2.1.1312–03 [18], при наличии естественной вентиляции следует проектировать подачу наружного воздуха в количестве не менее 30 м³/ч на каждого работающего человека.

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) [12], рекомендуются следующие цвета окраски помещений:

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

Применение указанных цветов обуславливается её успокаивающим воздействием на психику человека, что способствует снижению зрительного утомления.

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

5.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений

Для обеспечения требований промышленной безопасности при проведении исследований органами государственного и ведомственного надзора разработаны и утверждены правила безопасности при проведении отдельных видов работ или эксплуатации промышленного оборудования.

В обязанности работодателя в процессе производственной деятельности входит выполнение установленных законодательством условий безопасности. К их числу относятся:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;
- обучение безопасным методам и приёмам выполнения работ;
- приобретение и выдачу специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты;

- применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- недопущение работников моложе 18 лет к работам на опасных производственных объектах;
- применение режима сокращённого рабочего дня.

В случае нарушения установленных законом требований промышленной безопасности виновные лица несут дисциплинарную, материальную, административную или уголовную и имущественную ответственность. Порядок привлечения к юридической ответственности установлен с нормами трудового, административного, уголовного и гражданского законодательства Российской Федерации.

5.5 Безопасность ЧС

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. Основные причины возникновения чрезвычайных ситуаций подразделяют на 2 категории:

- внешние – стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии, воды, технологических продуктов и т.д.
- внутренние – сложность технологий, недостаточная квалификация персонала, проектно-конструкторские недоработки, физический и моральный износ оборудования, низкая трудовая и технологическая дисциплина и т. п.

5.6 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность требует обеспечения безопасности людей и сохранения материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла. Основные системы пожарной безопасности – системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, а также

организационно-технические мероприятия. Возможно оплавление изоляции соединительных проводов используемого оборудования, их оголение, что повлечёт за собой короткое замыкание, сопровождаемое искрением.

Эксплуатация оборудования для обеспечения пожарной безопасности связана с необходимостью проведения обслуживающих, ремонтных и профилактических работ. При этом используются различные смазочные материалы, легковоспламеняющиеся жидкости, прокладывают временные электропроводки, ведут пайку и чистку отдельных узлов и деталей. Помимо всего прочего всегда есть вероятность дополнительной пожарной опасности, которая требует соответствующих мер пожарной профилактики.

Пожарная профилактика представляет собой комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожара. Успех борьбы с пожаром во многом зависит от его своевременного обнаружения и быстрого принятия мер по его ограничению и ликвидации.

Исходя из установленной номенклатуры обозначений зданий по степени пожароопасности, анализируемые лаборатории относятся в категории Г.

Среди организационных и технических мероприятий, осуществляемых для устранения возможности пожара, выделяют следующие меры:

- проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- назначение ответственного за пожарную безопасность помещений предприятия;
- издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности;
- использование только исправного оборудования;
- отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
- содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном

состоянии.

В лабораторных аудиториях должны висеть огнетушители, а также силовой щит, позволяющий мгновенно обесточить его. На видном месте в коридорах вывешены инструкции и обязанности сотрудников и план эвакуации в случае пожара. В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, требуется вызвать пожарную охрану и покинуть помещение, руководствуясь разработанным и вывешенным планом эвакуации.

Заключение

Результаты исследований в работе с со сверхвысокомолекулярным полиэтиленом и наноразмерными наполнителями показали, что при введении модификаторов плотность увеличится. При сравнении двух наполнителей выявлено, что диоксид циркония больше больше увеличивает плотность, чем углеродные нанотрубки.

С увеличением наполнителей до весового значения 15 % твёрдость модельных образцов в единицах Бриннеля также увеличивается в сравнении с исходным образцом из чистого СВМПЭ. При измерении твёрдости в единицах Шора значения стабилизируются. Дальнейшее увеличение концентрации наполнителей снижает твёрдость каждого композита.

Введение наполнителей до значений 5 % незначительно увеличивает прочность и пластичность полимерных композиций. Концентрация модификаторов выше 5 % снижает значения данных характеристик.

Анализ поведения кривых зависимости теплопроводности от температуры показал, что с наполнителем диоксид циркония значения теплопроводности снижаются при температуре 50 °С. С углеродными нанотрубками в качестве модификатора значения теплопроводности падают при 25-28 °С.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что введение таких наноразмерных наполнителей, как диоксид циркония и углеродные нанотрубки, до определённых концентраций положительно сказывается на многих характеристиках.

Список литературы

1. Kurtz Steven M. The UHMWPE Handbook. Amsterdam: Elsevier, 1999. Vol. 2. EngineeringPlastics
2. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности/И. Н. Андреева, Е. В. Веселовская, Е. И. Наливайко и др. – Л.: Химия, 1982. – 80 с.,
3. Технические свойства полимерных материалов: Уч.-справ. Пос. /В. К. Крыжановский, В. В. Бурлов, А. Д. Паниматченко, Ю. В. Крыжановская. – СПб., Изд-во «Профессия», 2003. – 240 с.
4. Бондалетова, Л. И. // Полимерные композиционные материалы : учеб. пособие / В. Г. Бондалетов, Томский политехн. ун-т, Л. И. Бондалетова . – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 111 с.
5. Шабанова Н.А., Попов В.В., Саркисов П.Д. // Химия и технология нанодисперсных оксидов: учеб. пособие для вузов. – М.: Академкнига, 2007. – 309 с
6. Андриевский Р. А. // Российский химический журнал. 2002. Т. 1. № 5. с. 50.
7. Елецкий А. В. // Успехи физических наук. 2002. Т. 172. № 4. с. 403.
8. Гражулене С. С., Редькин А. Н., Телегин Г. Ф., Золотарева Н. И. //Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2008. № 9 () 74. с. 7.
9. Grazhulene S. S., Red'kin A. N. Telegin G. F., Bazhenov A. V., Fursova T. N. // J. Anal. Chem. 2010. V. 65. № 7. P. 682.
10. Онищенко Д. В., Рева В. П., Воронов Б. А. // Сорбционная активность углеродных нанотрубок, сформированных из сфагнома бурого в процессе механоактивации. 2014 – 451 с.
11. Рева В. П., Филатенков А. Э., Мансуров Ю. Н. // Этапы формирования многослойных углеродных нанотрубок при механоактивации аморфного углерода. 2016 – 129 с.

12. Онищенко Д. В., Рева В. П. // Формирование многослойных углеродных нанотрубок из растительного сырья для модифицирования углеродсодержащих огнеупоров. 2013 – 31-33 с.

13. Пат. 107151. Российская Федерация. Установка для получения модифицирующей торфяной добавки и производства сухих строительных смесей с указанной добавкой / Ю. С. Саркисов, Н. О. Копаница, А. В. Касаткина. – Оpubл. 10.08.2011, Бюл. № 22.

14. <http://metrotest.ru/article/formuly-rascheta-tverdosti-po-razlichnym-metodam>, [электронный ресурс], 20.04.2018

15. Яхин А. А., Го Фуцзай / 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 2016 г. – с.

16. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

17. Н.Г. Алпатова., Н. Ю. Шорникова. Аудит расчетов по оплате труда: учебное пособие. «Юнити-Дана». Москва 2012. – 87 с.

18. Назаренко О. Б. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие -Томск: Изд – во ТПУ, 2010. – 144с.

19. Белов С.В., А.В. Ильницкая и др. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов. 1999. – 354 с.