

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

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

Тема работы
Исследование изменений механических характеристик полимерных композитов от количества вводимого модификатор УНТ-3.

УДК 678.5-419.8-02-048.25

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б71	Хэ Чанцзюнь		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Былкова Т.В.	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин А.И.	д.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов	Ваулина О.Ю.	к.т.н., доцент		

Томск – 2021 г.

Планируемые результаты обучения по ООП 22.03.01

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Основные положения и методы применения гуманитарных наук для решения профессиональных задач в области материаловедения и материаловедения
P2	использование современной информационной технологии для решения задач в области науки и техники материалов
P3	законодательство об интеллектуальной собственности в области разработки, проектирования и использования технических документов и материалов и технологий
P4	основной экономический анализ ресурсов, технологий и производства в специальных заданиях в области материаловедения, науки и техники
P5	Эффективно работать в коллективе на основе принципов толерантности, использовать устную и письменную коммуникации на родном и иностранном языках в мультикультурной среде.
P6	Краткое описание того, как эффективно выполнять трудовые функции производства высокотехнологичных материалов и продукции
P7	комплексный испытательный анализ характеристик материалов, процессов и продукции с использованием измерительных, испытательных и производственных средств
P8	Готовность к мотивированному саморазвитию, самоорганизации и обучению для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности в области материаловедения и технологии материалов
P9	Краткое описание методов и технологий организации труда для обеспечения эффективного, экологически безопасного и безопасного производства
P10	применение принципов управления производством и кадров в производственной деятельности в области материаловедения и материаловедения

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ О.Ю. Ваулина
 (Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
154Б71	Хэ Чанцзюнь

Тема работы:

Исследование изменений механических характеристик полимерных композитов от количества вводимого модификатор УНТ-3.
Утверждена приказом директора ИШНПТ

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	
<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>	В работе изучение композиционные материалы на основе СВМПЭ, изготовленные методом горячего компрессионного формования. Длительность изготовления образцов составляла 40-70 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 0С при давлении P1; 2) Выдержка при 180 0С и повышение давления до P2 = 2P1 ; 3) Охлаждение до 40 0С при давлении P2. Данная установка безопасна, однако требует соблюдение правил безопасности работы в лаборатории ММС НИ ТПУ. Стоимость одного образца 125р. Всего изготовлено 15 образцов.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<p>1. Литературный обзор, включающий информацию о наполнителях, а также о износе твёрдости и прочности композитных полимерных образцов и влияние на этот показатель введения наполнителя. 2. Изготовление модельных заготовок полимерных композитов на основе СВМПЭ методом горячего компрессионного прессования. 3. Исследование механических свойств (Твёрдость прочность износ). 4. Обсуждение результатов. 5. Выводы об оптимальном количестве вводимого наполнителя для повышения износостойкости полимерных композитов на основе СВМПЭ. Дополнительные разделы: «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», «Социальная ответственность».</p>
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>Презентация ВКР в PowerPoint</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент...</p>	
<p>Социальная ответственность</p>	<p>А. И. Сечин, доцент НИ ТПУ</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Реферат –Abstract</p>	

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

Задание выдал руководитель:

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>доцент ОМ</p>	<p>Кондратюк А.А.</p>	<p>к.т.н., доцент</p>		

Задание принял к исполнению студент:

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>154Б71</p>	<p>Хэ Чанцзюнь</p>		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 103с., 41 рис., 20 табл., 14 источников.

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

Предметом исследования является полимерный композиционный материал с различными наполнителями, измеряющий его твердость, прочность и износостойкость, а также другие свойства. композиционный материал основан на сверхвысокомолекулярном полиэтилене (SVMPE)

Цель исследования влияния количества наполнителей - углеродных нанотрубных труб (унт) на механические свойства полимерных композиционных материалов.

В ходе исследования были испытаны твердость, прочность и износостойкость полимерного композиционного материала.

В результате исследований было получено влияние рассеянного наполнителя на механические свойства полимерных композиционных материалов.

Данный документ описывает основные структурные, технологические и технические характеристики, полученные в ходе исследования характеристик, однако, прежде чем внедрять разработку в промышленное производство, следующие исследования композиционных материалов должны быть усовершенствованы путем дополнительных экспериментов.

степень осуществления: еще не завершено углубленное исследование различных композиционных материалов с рассредоточенными наполнителями.

Область применения: транспорт, трубопроводы, контейнеры, деталь сложной машины, сердечный клапан, конструкция и электротовары.

Экономическая эффективность / актуальность работы: результаты

исследования позволили достичь поставленных целей. Однако, поскольку это исследование связано с поиском, еще слишком рано оценивать его эффективность.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	11
1.1 Сверхвысокомолекулярный полиэтилен	11
1.2 Наполнители	14
1.3 Углеродные нанотрубки.....	17
1.3.1 Углеродные нанотрубки.....	17
1.3.2 Классификация углеродного нанотрубок	19
1.4 Твердость по методу Бринелля	21
1.5 Измерение твердости по методу Шора	24
1.6 Определение напряжения.....	26
2 Объект и методы исследования	27
2.1 Материалы и методика эксперимента.....	27
2.2 Результаты изготовления композитов и УНТ-3	29
2.3 Смешивание композиций	31
3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	33
3.1 Создание образцов методом горячего прессования (ГП).....	33
3.2 Создание композиций	36
3.3 Определение твердости по Бринеллю у полученных композитов.....	38
3.4 Исследования образцов на износ.....	40
3.5 Измерение растяжения.....	42
3.6 Результат испытания на растяжению	45

3.7	Определение плотности.....	52
	Вывод:.....	53
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	56
4.1	Общая информация.....	56
4.2	Потенциальные потребители результатов исследования.....	57
4.3	Анализ конкурентных технических решений.....	57
4.4	SWOT-анализ.....	59
4.5	Планирование научно-исследовательской работы.....	63
4.5.1	Структура работ в рамках научного исследования.....	63
4.5.2	Определение трудоемкости выполнения работ.....	65
4.5.3	Разработка графика проведения научного исследования.....	66
4.5.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	70
4.6	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	76
5	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	83
	Введение.....	83
5.1	Производственная безопасность.....	84
5.1.1	Вредные факторы.....	84
5.1.2	Микроклимат.....	84
5.1.3	Недостаточная освещённость.....	86
5.1.4	Уровень шума.....	87
5.1.5	Вредные вещества.....	88

5.1.6 Анализ опасных и вредных производственных факторов	90
5.1.7 Термическая опасность.....	93
5.1.8 Пожарная безопасность	93
5.2 Экологическая безопасность.....	96
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	97
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	97
Выводы по разделу.....	100
Список литературы	102

ВВЕДЕНИЕ

Пластик широко используется с момента его появления. пластик имеет много отличных свойств, пластик стойкий к химической коррозии, качество легкое, легко обрабатывается, цена дешёвая. с развитием промышленности материалов, появилось много новых пластмасс, эти новые пластмассы имеют лучшие характеристики, некоторые могут заменить металл.

СВМПЭ является высокомолекулярным соединением, обладает высокой износостойкостью и прочностью, стабильной химической характеристикой, высокой устойчивостью к старению.

Волокно СВМПЭ является одним из трех высокопроизводительных волокон в мире, а два других – арамидное и углеродное волокно. из - за некоторых технических ограничений, Китай провел небольшое исследование по арамидным и углеродным волокнам, но есть много исследований по сверхвысокомолекулярному полиэтилену.

СВМПЭ широко используется в различных секторах национальной промышленности благодаря своим превосходным характеристикам.

Ученые улучшают пластиковые свойства, добавляя добавки в пластик, что позволит расширить область применения пластика.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Сверхвысокомолекулярный полиэтилен

Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ) представляет собой разветвленный линейный полиэтилен с молекулярной массой более 1,5 миллиона. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (UHMW-PE) представляет собой линейный инженерный термопластичный инженерный пластик с превосходными комплексными свойствами. Это также высокомолекулярное соединение, которое трудно обрабатывать, обладает высокой стойкостью к истиранию, высокой прочностью, стабильными химическими свойствами и сильными свойствами против старения.

По сравнению с другими конструкционными пластиками полиэтилен сверхвысокой молекулярной массы (UHMW-PE) имеет недостатки, связанные с низкой твердостью поверхности и температурой деформации тепла, плохой прочностью на изгиб и плохими свойствами ползучести. Это может быть улучшено с помощью методов заполнения и сшивания. Использование сверхвысокомолекулярного полиэтилена (UHMW-PE) со стеклянными шариками, стекловолокном, слюдой, тальком, диоксидом кремния, глиноземом, дисульфидом молибдена, сажей и т. Д. Жесткость, ползучесть, прочность на изгиб и температуру термической деформации улучшаются лучше.[1]

Стеклокристаллический, стекловолокнистый, слюда, тальк, диоксид кремния, дисульфид молибдена, сажа ит.д.

Их применяют для наполнения сверхвысокомолекулярным полиэтиленовым полиэтиленовым полиэтиленом, что повышает поверхностную жесткость, жесткость, ползучесть, прочность на изгиб, температуру термической деформации. После обработки диэлектриком эффект становится более очевидным. Например, микрожемчужные стекла, обработанные наполнителем, повышают температуру термодформации на 30°С.

Стекланные микроскалы, стекловолокно, слюда, тальк ит.д. могут повысить твердость, жесткость и термостойкость; Ii сернистый молибден, силиконовое масло и специальный парафин могут снизить коэффициент трения и тем самым еще больше повысить самосмазываемость; угольная или металлическая пыль повышает устойчивость к статическому электричеству, электропроводность и теплопроводность. Однако после модифицированного наполнителя ударная прочность немного снизилась, и если содержание не превышает 40%, то полиэтилен (UHMW - PE) все еще имеет довольно высокую ударную прочность.

В промышленности СВМПЭ впервые стали применять в 1950-х годах фирмой «Ruhchemie AG», а в 1960-х годах А. Дж. Пеннингс, сотру дничая с компанией «DSM» (Нидерланды), синтезировал из СВМПЭ вол оконные структуры с очень высокой прочностью. В 1970-х годах специа листами из DSM на основе открытий Пеннингса удалось создат волокна [2]. В мире СВМПЭ синтезируют следующие компании: Ticona, Braske

m, DSM, Teijin (Endumax), Celanese и Mitsui.

Сверхвысокомолекулярный полиэтилен развивался очень быстро: к 80 - м годам среднегодовые темпы роста в мире составляли 8,5%, а после 80 - х годов - 15 - 20%. Среднегодовые темпы роста в нашей стране превышают 30 процентов. в 1978 году мировое потребление составляло 12, 000 - 12, 500 тонн, в то время как в 1990 году мировой спрос составлял около 50 000 тонн, из которых 70 процентов приходилось на Соединенные Штаты.

В настоящее время добавление наполнителя по - прежнему является эффективным способом улучшения свойства сверхвысокомолекулярного полиэтилена



Рисунок 1-порошок UHMWPE

1.2 Наполнители

Наполнитель - вещество, добавляемое в основной материал, наполнение может изменить свойства материала или снизить стоимость материала.

Существует множество наполнителей, которые отличаются друг от друга по размеру и форме частиц, способу их производства и т.д.

- Наполнитель различает по происхождению два вида природного и искусственного синтеза

- Разделение по составу может быть разделено на органические наполнители и неорганические наполнители;

- А также по влиянию на механические свойства можно разделить на активные и неактивные наполнители

Активный наполнитель может улучшить свойства материала и условия его обработки. активные наполнители включают пыль (углерод), смолу, лигнин, аморфный диоксид кремния и некоторые виды силиката кальция, алюминия, циркония, окиси железа, алюминия, титана и т.д. Этот наполнитель характеризуется высокой дисперсностью, хорошей дисперсией в полимерах, высокой адсорбционной активностью в полимерах, в некоторых случаях каталитической сернистостью, а иногда и окислением резины.

Неактивный наполнитель может снизить расход материала без ущерба для свойства изделия. неактивные наполнители включают: натуральный мел, каолин, тальк, слюда, асбест и т.д.

Увеличить наполнитель для повышения механической прочности материала.

Наполнитель снижает стоимость композиционного материала, но в то же время снижает прочность на растяжение, упругость и износостойкость. Наполнение частицами более 3 мкм может привести к износу технологического оборудования.

Влияние наполнителя на материал: 1) уменьшить сужение деталей после формования, повысить стабильность размеров продукции, чистоту поверхности, гладкость, мирная целость или отсутствие света 2) может эффективно улучшить текучесть в расплавленных пластмассах 3) может повысить износостойкость материала, повысить электропроводность и теплопроводность, большинство наполнителей может повысить ударную вязкость материала и прочность на сжатие, но не повысить прочность на растяжение; 4) некоторые наполнители обладают отличной светостойкостью и химической стойкостью; 5) можно снизить себестоимость производства материалов и повысить рыночную конкурентоспособность продукции.

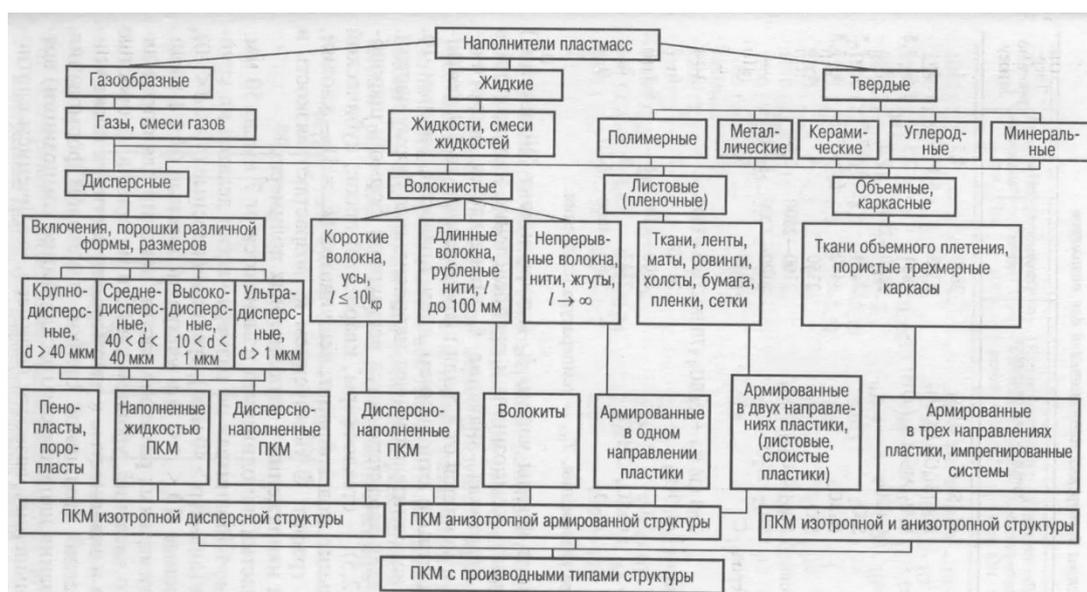


Рисунок 2-Классификация наполнителей

В соответствующих исследованиях в Китае используется полипропилен и сажа для наполнения, чтобы улучшить механические свойства и износостойкость полиэтилена.

В нашем эксперименте мы выбрали углеродные нанотрубки в качестве наполнителя

Измерив механические свойства образцов, добавляемых в различные пропорции наполнителя, можно проанализировать степень улучшения качества добавки в полиэтилен.

1.3 Углеродные нанотрубки

1.3.1 Углеродные нанотрубки

Углеродные нанотрубки –это углеродная модификация углерода, представляющая собой полые цилиндрические структуры диаметром от десятых до нескольких десятков нанометров и длиной от одного микрометра до нескольких сантиметров, состоящие из одной или нескольких свёрнутых в трубку графеновых плоскостей. [3]

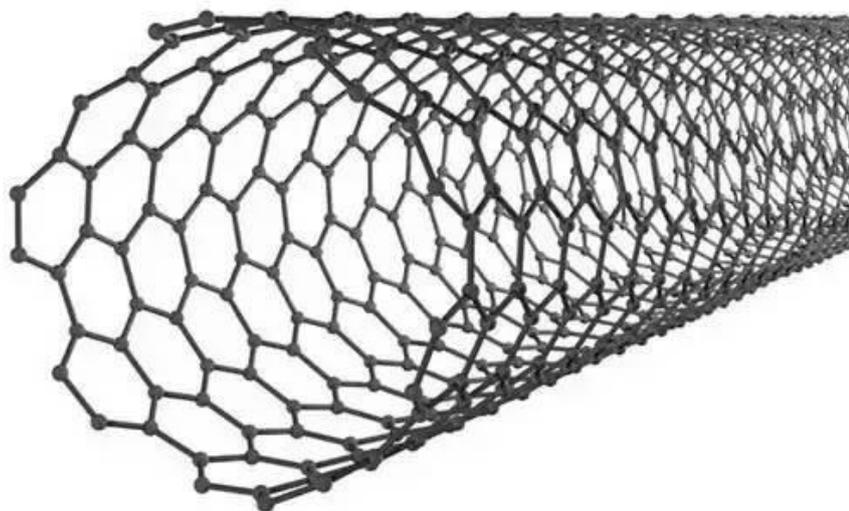


Рисунок 3-схема углеродного нанотрубки

Они обладают многими уникальными свойствами, которые никогда ранее не видели. Например, они могут быть более тонкими, но сильными, чем волосы человека.

В документе, опубликованном в 2006 году, описывается происхождение углеродных нанотруба.

Несмотря на то, что история угольной нанотрубки восходит к началу 50 - х годов (когда два российских учёных опубликовали четкое изображение 50 нано - углеродных труб), большинство научных и популярных материалов о том, что японский физик Ноуту Иногути обнаружил размеры полых нанотехнологий, состоящих из графита.

В 1991 году он написал статью, в которой описывается многостенный нуклид, который служит основой для углубленного исследования углеродных нанотрубок.

Углеродные нанотрубки представляют собой крайне малую цилиндрическую структуру из графита. Графитен - это слой углеродного атома, тесно связанный в решетке двумерного шестиугольника.

Они могут производить продукцию различной длины по запросу. Эти структуры очень слабы, стабильны и способны развивать удивительные материалы будущего. На самом деле, они считаются лучшим выбором для строительства космических лифтов

Длина углеродной нанотрубки может достигать нескольких сантиметров. некоторым ученым удалось синтезировать 20 - сантиметровые углеродные нанотрубки. для того чтобы иметь более длинную структуру, они могут быть плетены в бесконечные длинные линии. Частицы материи не полностью наложены на их зеркальное изображение). Степень ручности зависит от специфического ручного индекса (n, m) и определенного угла свёртки α) Существует зависимость.

1.3.2 Классификация углеродного нанотрубок

По количеству графеновых слоев углеродные нанотрубки делятся на однослойные (одностенные) и многослойные (многостенные).

Наиболее простой вид нанотрубок содержит один слой. Диаметр однослойных нанотрубок может составлять один нанометр, длина – превышать предыдущий вариант в тысячи раз. Однослойную нанотрубку нередко отождествляют с «выкройкой» графена, имеющей сеточную структуру и состоящую из бесчисленного множества правильных многоугольников.

Многослойные нанотрубки содержат несколько слоев графена. Они характеризуются широким разнообразием форм и конфигураций. Причем разнообразие структур проявляется как в продольном, так и в поперечном направлении. Здесь выделяются следующие типы:

- нанотрубки в виде совокупности коаксиально вложенных друг в друга цилиндрических трубок, т.н. тип «русская матрёшка»,
- нанотрубки в виде совокупности вложенных друг в друга коаксиальных (шестигранных) призм,
- нанотрубки в виде свитка.

Расстояние между соседними графеновыми слоями составляет 0,34 нм, как в обычном графите.

По типу торцов углеродные нанотрубки бывают:

- открытые,

– закрытые (заканчивающиеся полусферой, которая может рассматриваться как половина молекулы фуллерена).

По электронным свойствам углеродные нанотрубки делятся на:

- металлические. Разность индексов хиральности ($n - m$) делится на 3 либо индексы равны между собой,
- полупроводниковые.

1.4 Твердость по методу Бринелля

Твердость по методу Бринелля представляет собой испытательную нагрузку определенного размера.

Метод предложен шведским инженером Юханом Августом Бринеллем в 1900 году и стал первым широко используемым и стандартизированным методом определения твердости в материаловедении.

Метод Бринелля относится к методам вдавливания.

Испытание проводится следующим образом:

Вначале образец подводят к индентору;

Затем вдавливают индентор в образец с плавно нарастающей нагрузкой в течение 2-8 секунд;

после достижения максимальной величины нагрузка на индентор выдерживается в определенном промежутке времени (для сталей обычно 10-15 секунд);

Затем снимают приложенную нагрузку, отводят образец от индентора и измеряют диаметр получившегося отпечатка.

В качестве инденторов используются шарики из твердого сплава диаметра 1; 2; 2.5; 5 и 10 мм. Величину нагрузки и диаметр шарика выбирают в зависимости от исследуемого материала.

При выборе условий испытаний следят за тем, чтобы толщина образца, как минимум, в 8 раз превышала глубину вдавливания индентора. И ещё важно контролировать диаметр отпечатка, который должен находиться в

пределах от $0,24 \cdot D$ до $0,6 \cdot D$, где D — диаметр индентора (шарика).[4]

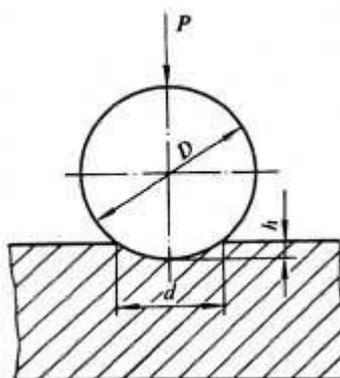


Рисунок 4-Схема испытаний на твердость по Бринеллю

Число твердости по Бринеллю, знак HB, это отношение нагрузки P площади поверхности сферического отпечатка F измеряется в МПа:

$$HB = \frac{P}{F}$$

Площадь шарового сегмента составит:

$$F = \pi \cdot D \cdot h, \text{ мм}^2$$

где D —диаметр шарика, (мм);

h — глубина отпечатка, (мм).

Так как глубину отпечатка измерить трудно, а проще измерить диаметр отпечатка d , выражают h через диаметр шарика D и отпечатка d :

$$h = \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2}, \text{ (мм)}$$

Тогда
$$F = \frac{\pi \cdot D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2}), \text{ (мм}^2\text{)}$$

Число твердости по Бринеллю определяется по формуле:

$$HB = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}, \text{ (кгс/мм}^2\text{)}$$

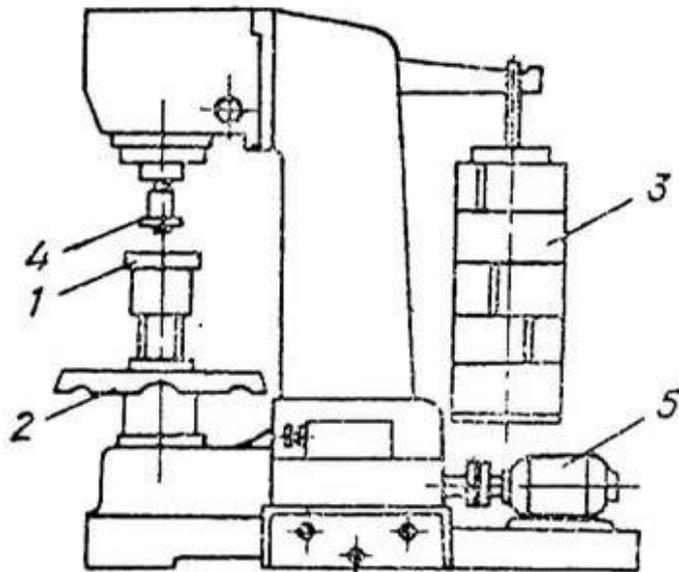


Рисунок 5-Прибор для измерения твёрдости по Бринеллю

Измерения твердости по шкале Бринелля проводились на твердомере «ТКМ-359» и на твердомере «902».



Рисунок 6-Твердомер «ТКМ-359»

1.5 Измерение твердости по методу Шора

Твердость по Шору - это метод измерения твердости твердого материала, обычно используемый для определения твердости металла. твердость измеряется с помощью специального стакана (основная часть твердомера шоу), отскока после удара и свободного вертикального снижения с определенной высоты. Таким образом, испытательная твердость прямо пропорциональна высоте прыжка после удара.

Этот метод обычно используется для измерения твердости низкоэластичных материалов.

Метод и шкала предложены американским промышленником Альбертом Ф. Шором в 1906 году.[5]

Твердость по Шору не дает точных результатов, так как под воздействием многих факторов, помимо твердости самого материала, она также связана с толщиной материала, шероховатостью поверхности материала, внутренней структурой и другими факторами, которые часто не поддаются контролю. Но метод измерения твердости по Шору прост и быстрый. поэтому обычно он используется на заводе для измерения твердости по Шору, чтобы подтвердить результаты термообработки стальных изделий.

Ввиду неточности значений твердости по Шору их нельзя преобразовать в другие значения твердости.

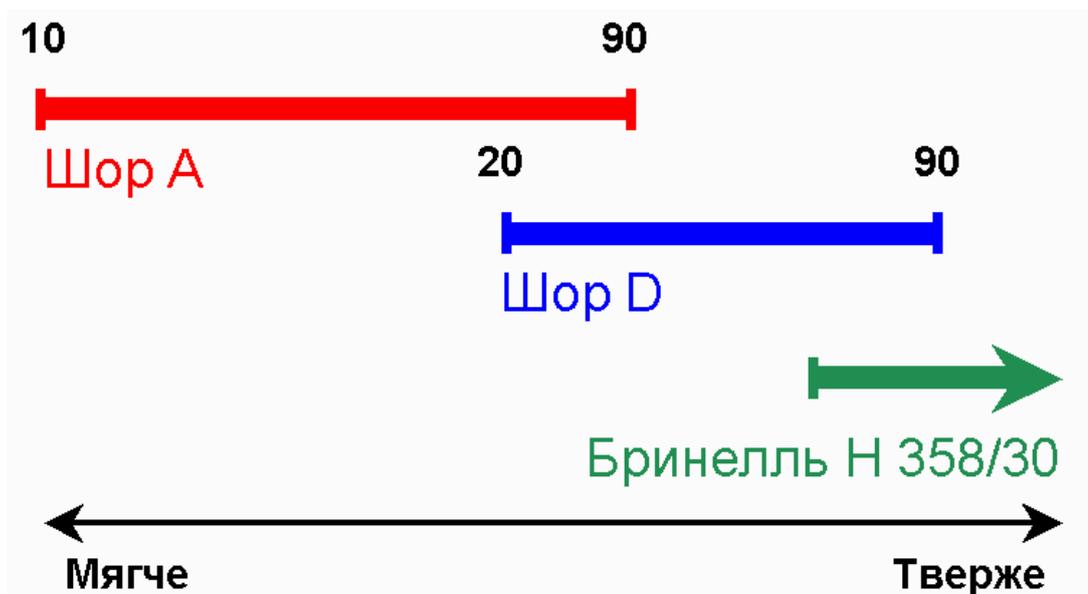


Рисунок 7-Примерное соотношение разных шкал

Измерения твердости по шкале Шора проводились на твердомере «902».

Рисунок 8



Рисунок 8-Твердомер «902»

1.6 Определение напряжения

Когда объект деформируется из-за внешнего фактора (сила, влажность, изменение поля температуры и т. Д.), Создается внутренняя сила, которая взаимодействует между различными частями объекта, и внутренняя сила на единицу площади называется напряжением. Напряжение является вектором, компонент, который обращен вдоль сечения, называется нормальным напряжением, а компонент вдоль тангенциального направления называется напряжением сдвига [6].

Прочность - способность материала (или конструкции) сопротивляться внеш.

Когда на образец действует растягивающая сила, образец деформируется. На начальной стадии деформации тип переменной удовлетворяет закону Гука, то есть удлинение образца пропорционально растягивающей силе. В это время происходит упругая деформация, если снять напряжение, форма образца будет восстановлена. По мере увеличения напряжения материал начинает подвергаться пластической деформации, и в это время форма образца автоматически не восстанавливается. 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 – количество деформации материала, м.

2 Объект и методы исследования

2.1 Материалы и методика эксперимента

Чистый порошок СВМПЭ



Рисунок 9 -Чистый порошок СВМПЭ

Экспериментально использовать углеродные нанотрубки в качестве наполнителя

Для испытания твёрдости были выбраны образцы с наполнителем УНТ-3 в количестве 0, 0.5, 1, 3, 5, 7.5, 10, 15, 20%.

Исходные конгломераты будущих УНТ-3 показаны на рисунке 12А).



Рисунок 10-Планетарная мельница «Активатор – 2SL»

В дальнейшем использовали ступку для предварительного измельчения. Диспергирование УНТ проводилось при помощи установки планетарная мельница «Активатор – 2SL», при длительности 90 минут и частоте 20000 герц. Фотография установки на рисунке 10. Для увеличения интенсивности процесса диспергирования УНТ использовались металлические шары, массовое соотношение шаров к порошку составляет 5,5:1,0 , результат дробления рисунок 11.



Рисунок 11-УНТ-3 после дробления

2.2 Результаты изготовления композитов и УНТ-3



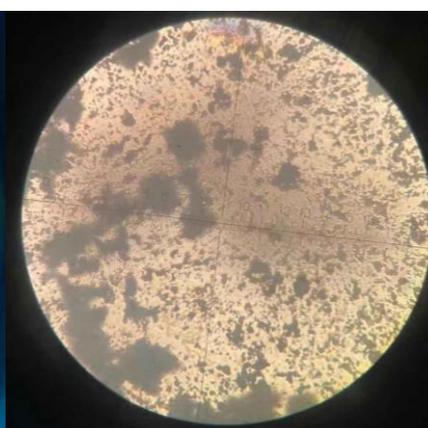
А)



Б)



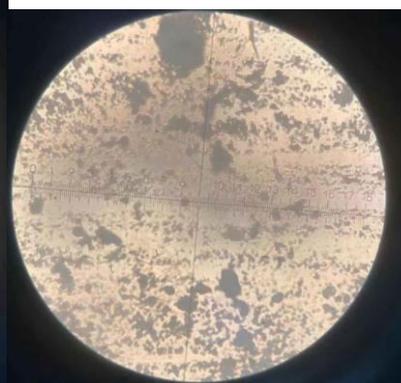
В)



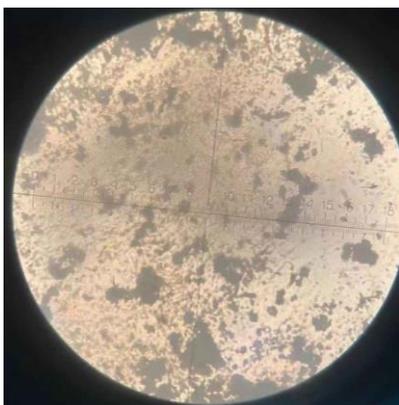
Г)



Е)



Ё)



Ж)

Рисунок 12-А) Исходный материал УНТ-3 Б) Порошок УНТ-3 В)
микроструктура УНТ-3 (механоактивация 0 минут) Г) микроструктура
УНТ-3 (механоактивация 20 минут) Е) микроструктура УНТ-3
(механоактивация 40 минут) Ё) микроструктура УНТ-3 (механоактивация 60
минут) Ж) микроструктура УНТ-3 (механоактивация 90 минут)

На рисунке 12, каждая единица длины 2,44 мкм

2.3 Смешивание композиций

Модель Смесителя С 2.0, предназначенного для смешивания до однородного состояния сухих сыпучих порошков или жидкостей.

Обеспечение эффективного смешения компонентов осуществляется внутри чаши, при придании ей сложного пространственного движения. Предварительные операции включали в себя следующее: взвешивание порошка СВМПЭ являющегося матрицей для изготавливаемых нами полимерных композиций. Затем взвешивание строго фиксированного количества модификатора-наполнителя УНТ-3 для каждой из восьми навесок.

Приготовление порошковых смесей велось строго последовательно, порционно.

При включении смесителя в сеть и наборе определенной программы мотор-редуктор приводит во вращение ведущий вал, который через обгонную муфту передает вращение на корзину. При этом чаша, с находящимся в ней материалом, совершает сложные пространственные движения. Обгонная муфта позволяет установить корзину вручную в положение, удобное для установки или извлечения чаши. [7]

Установка «Смеситель С 2.0» помогала выполнить смешивание порошков СВМПЭ и УНТ-3. Это процесс продолжался 120 минут. Для увеличения интенсивности процесса смешивания композиций использовались молибденовые инертные тела, рисунок 13.



Рисунок 13-Смеситель С2.0

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Создание образцов методом горячего прессования (ГП)

Из-за высокой вязкости UHMWPE в расплавленном состоянии, чрезвычайно плохой текучести и почти нулевого индекса расплава его трудно обрабатывать с помощью обычных методов механической обработки.

Технология обработки сверхвысокомолекулярного полиэтилена (UHMWPE) была быстро разработана. Благодаря преобразованию обычного технологического оборудования был разработан сверхвысокомолекулярный полиэтилен (UHMWPE) от начального прессования-спекания до экструзии. Выдвинутое и литье под давлением и другие специальные методы формования

Особенность термокомпрессионного спекания: из-за того, что нагревание осуществляется одновременно, порошковый материал находится в термопластическом состоянии, способствует контактной диффузии частиц, и поэтому имеет небольшое давление формования, а также снижает температуру спекания, сокращает время спекания, может производить продукцию с высокой плотностью и хорошей механической, электротехнической характеристикой. Недостаток горячего спекания - сложный процесс и оборудование, большой расход энергии, низкая эффективность производства, высокая себестоимость производства. [8]

В процессе спекания в зависимости от объема (веса) порошка мы можем получить высоту от 2 мм до 40 мм для пластин, или объемных

цилиндрических заготовок. Данная установка разработана на кафедре в ТПУ под руководством научного руководителя направления. Она базируется на основе стандартного пресса Р-20, и имеет следующие составные части: пресс-форму замкнутого типа, систему нагрева с термодатчиком и блоком управления электрическим током, блок управления прессом для возможности осуществления заданной программы Нагрузка-Температура-Время. Блок-схема установки представлена на рисунке 14. Технологический режим отработанный авторами представлен на рисунке 15.

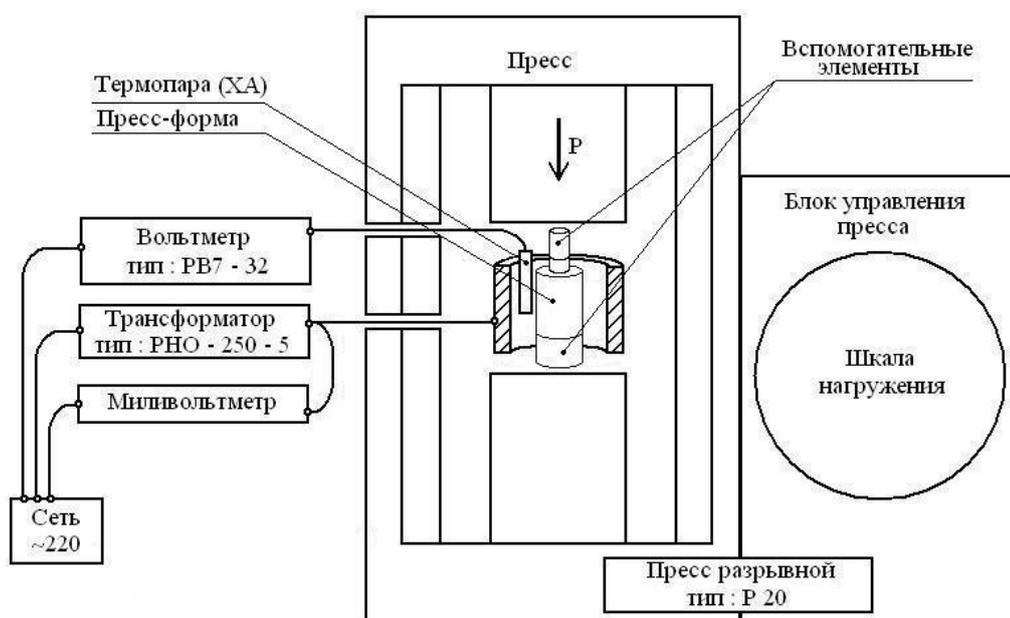


Рисунок 14-Блок – схема установки для изготовления образцов

После подготовки каждого состава композиций на основе СВМПЭ, данная смесь помещалась в пресс-форму и по описанной ранее технологии подвергалась горячему прессованию с соблюдением всех внешних параметров. Фотографии полученных модельных заготовок показаны на рисунке 16.

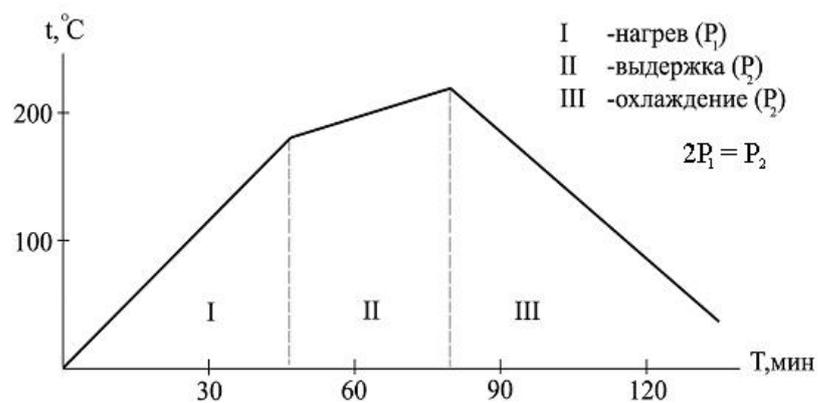


Рисунок 15 –Технологический режим компрессионного спекания композитов на основе СВМПЭ



Рисунок 16 - Заготовки с различным содержанием УНТ-3

3.2 Создание композиций

Эксперимент требует определения гранулометрического состава ингредиентов композиционного материала, поэтому мы приняли метод скрининга, чтобы провести анализ гранулометрического состава порошка. В соответствии с ГОСТ 3584 - 82 для отбора порошка СВМПЭ в устройстве "анализатор А20" с частотным управлением и таймером (рисунок 17). после окончания скрининга в различных контейнерах можно получить различные гранулометрические порошки. при сборе и взвешивании различных порошков можно определить распределение гранул сырья.



Рисунок 17 - Анализатор А20

Результаты ситового анализа представлены на рисунках 17 и 18

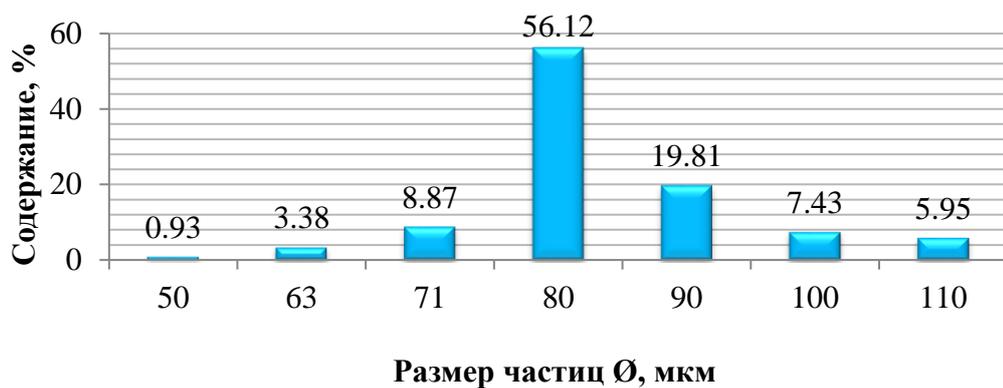


Рисунок 18 - Гистограмма распределение частиц (весовое) в зависимости от дисперсности для СВМПЭ «ТНХК»

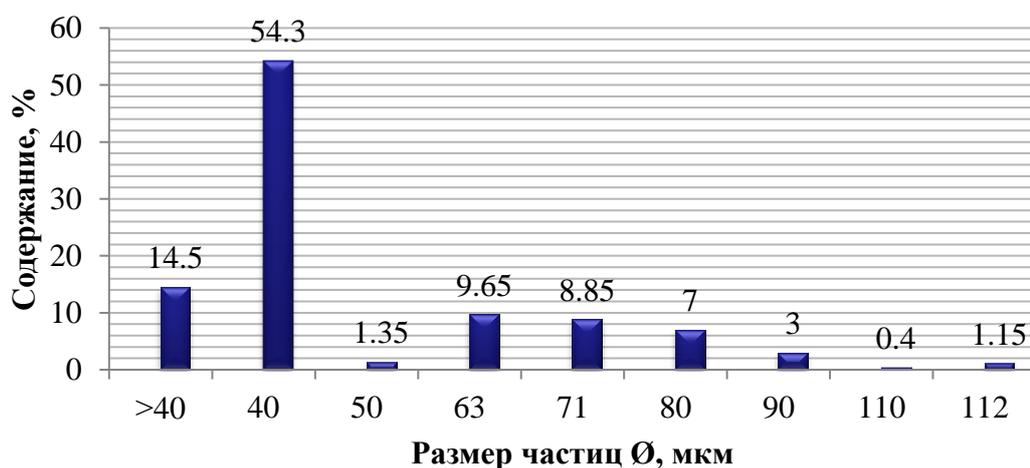


Рисунок 19 - Гистограмма распределение частиц (процентное) в зависимости от дисперсности абразивного порошка Al_2O_3 .

3.3 Определение твердости по Бринеллю у полученных композитов

Результаты измерений твердости по Бринеллю композитов СВМПЭ на рисунках 19,20.

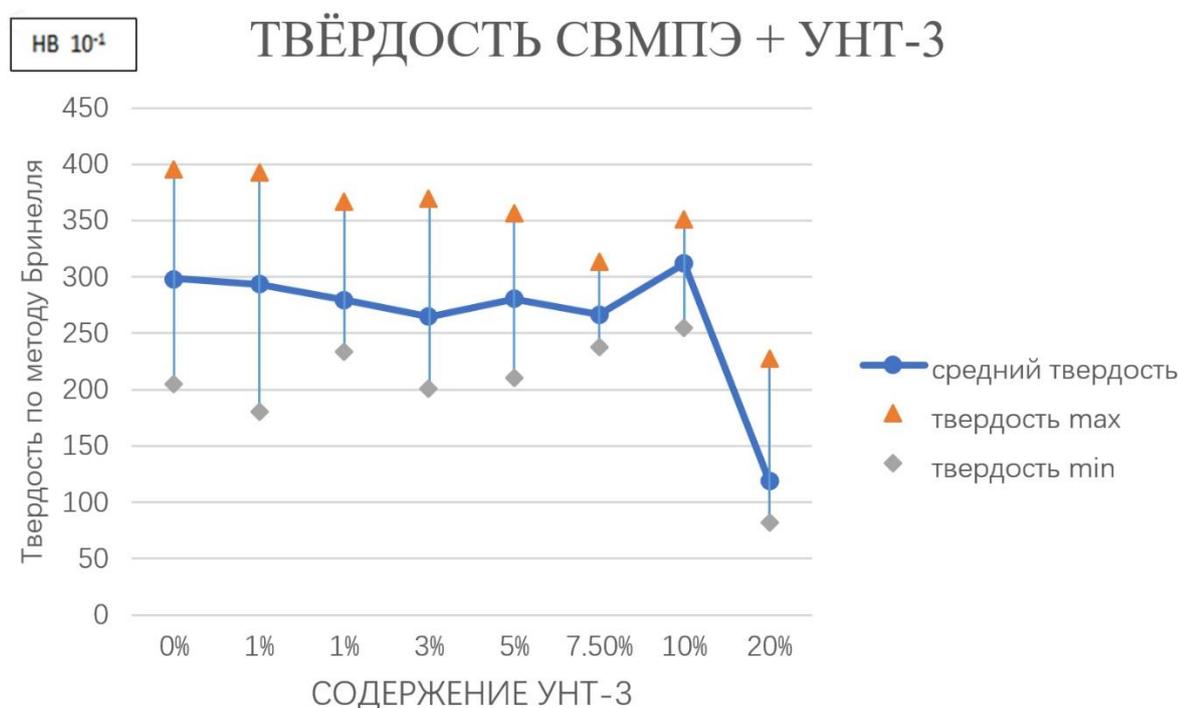


Рисунок 20 - Твердость по Бринеллю композитов на основе СВМПЭ с различным количеством УНТ-3

Разница между значениями твердости на торцевой поверхности заготовки выше и ниже составляет 1 процент от абсолютного значения. измеренная плотность центра материала в большинстве случаев ниже поверхности. Это объясняется тем, что на исходной заготовке имеется тонкий поверхностный слой, слегка высокой твердостью. во всех случаях нижняя торцевая твердость выше, чем верхняя торцевая.

3.4 Определение твердости по Шору у полученных композитов

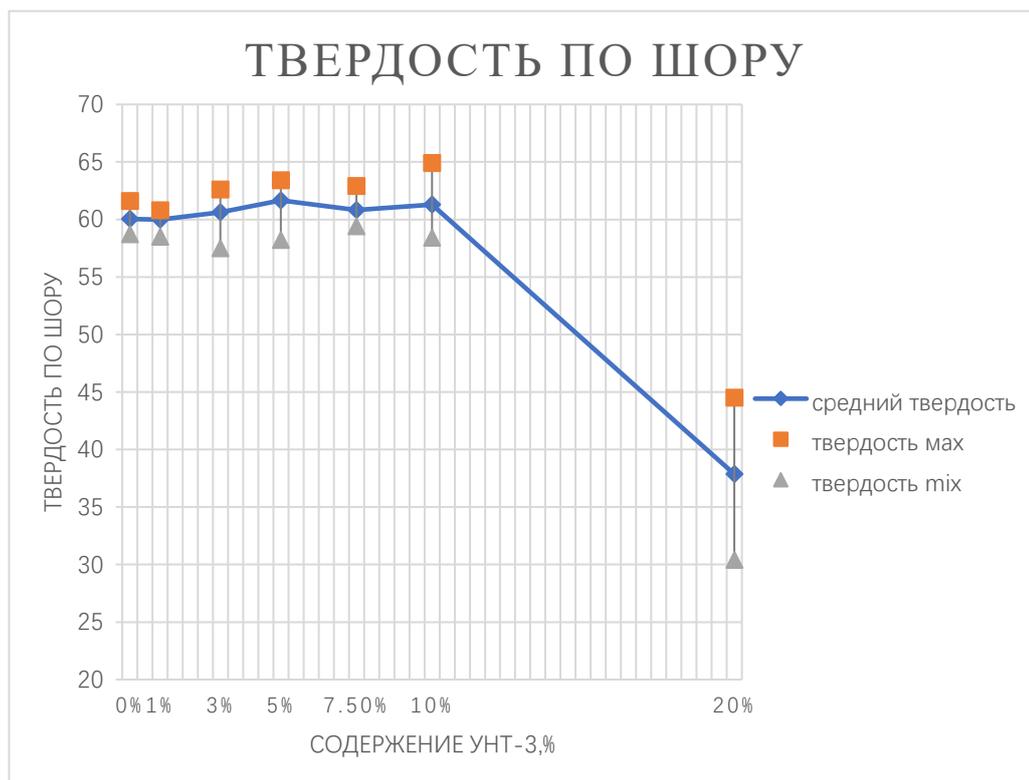


Рисунок 21-Твердость по Шору композитов на основе СВМПЭ с различным количеством УНТ-3

3.4 Исследования образцов на износ

Чтобы измерить влияние различных наполнителей и их содержания на износостойкость композиционных материалов, мы провели испытание на износостойкость.

Испытания на износостойкость, в условиях абразивного износа о незакрепленные частицы (в качестве абразива использовали мелкодисперсный (40–125 мкм) порошок Al_2O_3) рисунок 19., в условиях сухого трения о стальную поверхность проводилось на установке испытания износостойкости «ИИП-1» представленную на рисунке 22.

Испытания проводились в данных условиях:

- нагрузка на образец – $P = 9,9$ кПа;
- усредненная линейная скорость образца – $V = 30,05$ мм/сек;
- угловая скорость образца – $W = 7,06$ об/сек;
- общая длина пути за время испытаний 90 мин $L = 1746,6$ м.



Рисунок 22 - Общий вид установки для исследования износа «ИИП-1».

Основным методом расчета величины износа были приняты измерения потери массы, которая измерялась на весах «ТУРВА-33» (рисунок 23) с точностью до 0,00005г.

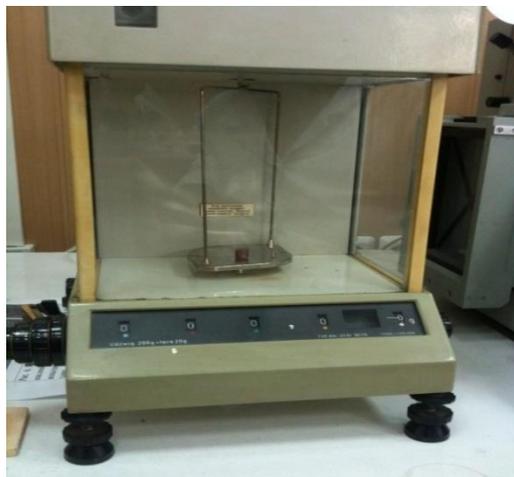


Рисунок 23-Весы «ТУРВА-33»

На подготовительном этапе работ было изготовлено 12 плоских цилиндрических образцов диаметром 16 миллиметров. На рисунке 24 представлены результаты исследований образцов на износ.

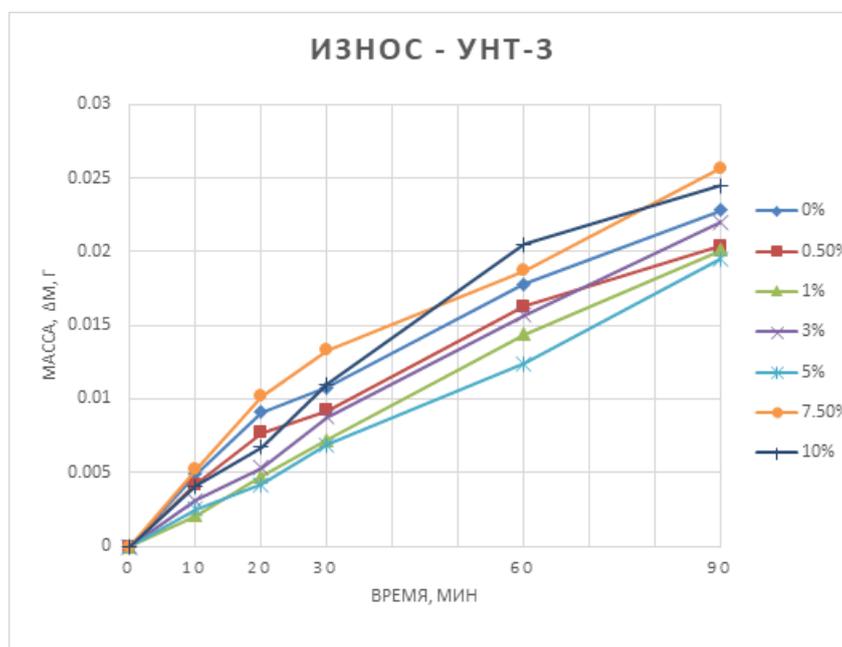


Рисунок 24-износ образцов с различным содержанием УНТ-3

3.5 Измерение растяжения

На следующем этапе работы путём механической обработки из модельных образцов нами были получены заготовки образцов по ГОСТу (рисунок 25), для исследования на растяжение. ГОСТ 11262-80: 11 – 50 мм, 12 – 30 мм, 13 – 20 мм, b_1 – 10 мм, b_2 – 5 мм, d – 2 мм, r – 90°[9]

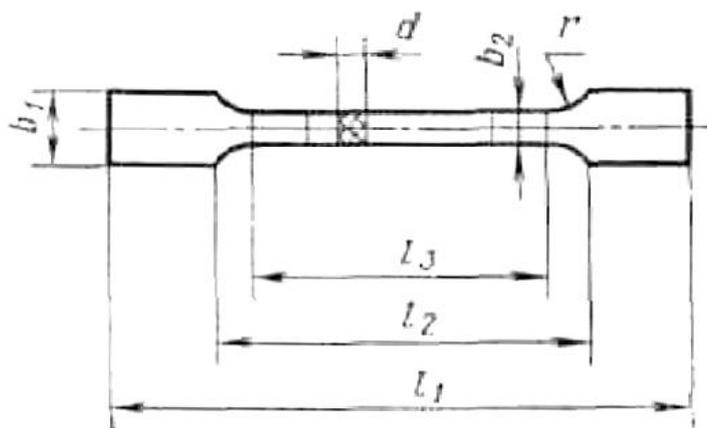


Рисунок 25-Образец, применяемый для испытания термопластичных и термореактивных пластмасс ГОСТ 11262

После обработки заготовок шлифовальным кругом и наждачной бумагой получают следующую заготовку:

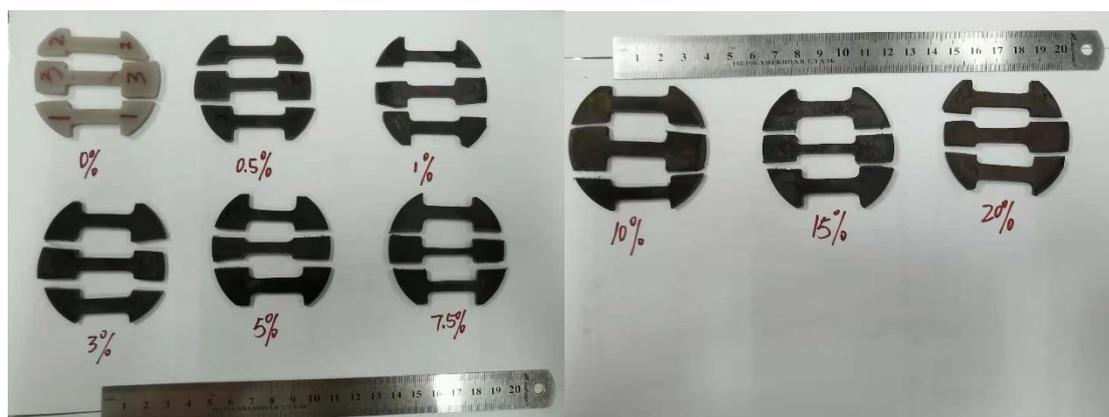


Рисунок 26-Заготовки для растяжения

Механические испытания на растяжение стандартных образцов изготовленных из сформованных нами методом ГП композиций проводились на универсальной испытательной машине «Instron» модель 5582.



Рисунок 27-Исследовательская машина «Instron» модель 5582

При растяжении синхронизируются переменные формы и удлинение материала, образцы перед растяжением и после волочения, как показано на рисунке 27.



а)

б)

Рисунок 28-процесс эксперимента на растяжение

При испытаниях на растяжение на машине «Instron», мы использовали постоянную для всех образцов скорость растяжения= 2мм/мин Результаты

испытаний на растяжение всех образцов(для каждого состава композиций по три штуке) графически интерпретированы, и представлены на рисунках 21-37.

3.6 Результат испытаний на растяжение

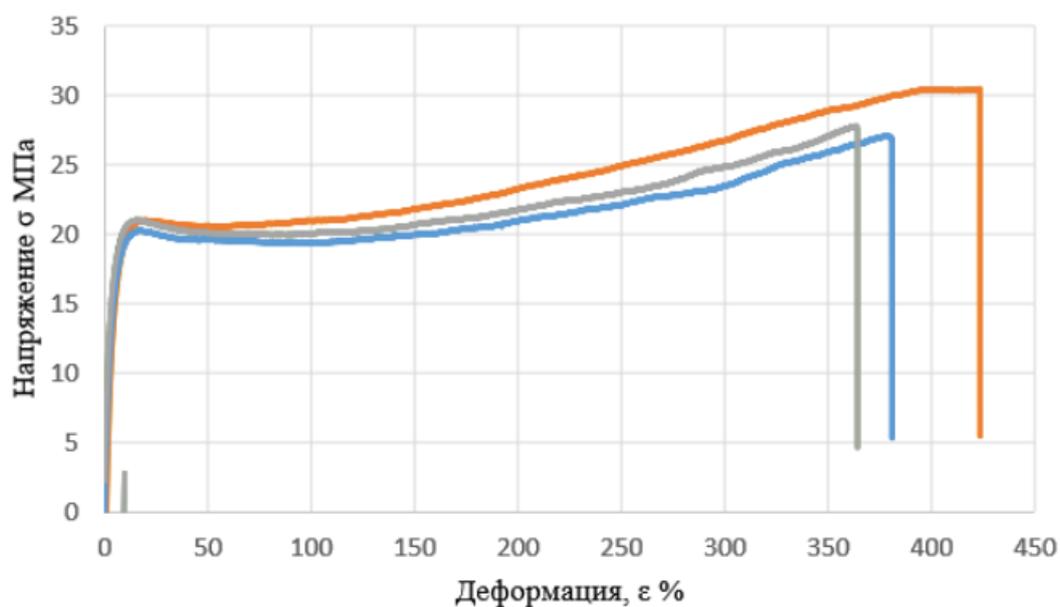


Рисунок 29-Результаты механических испытания образцов состава

СВМПЭ скорость растяжения=2мм/мин

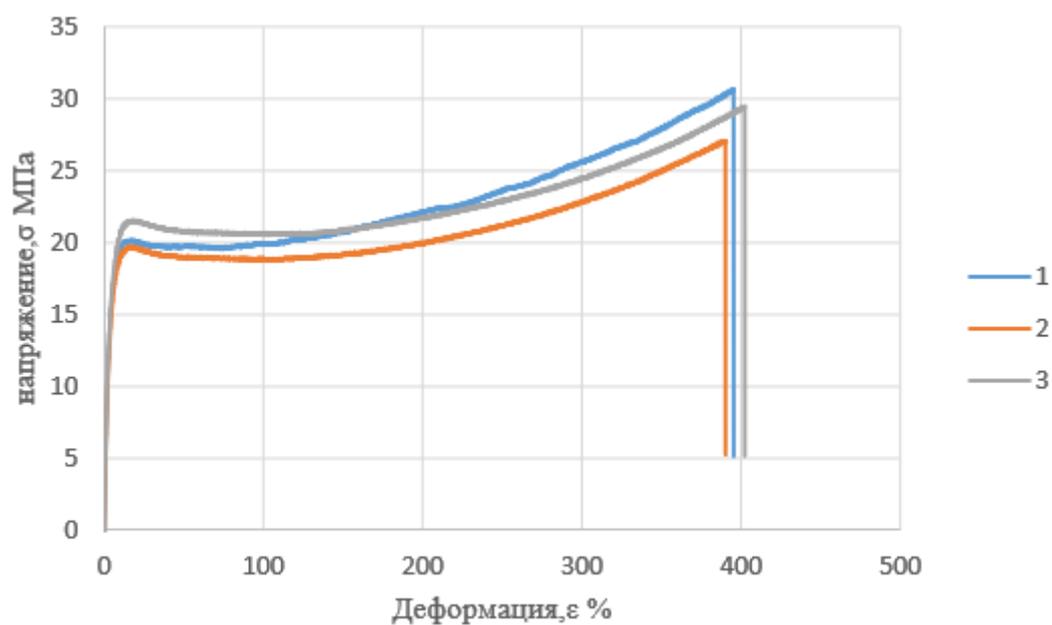


Рисунок 30-Результаты механических испытания образцов состава

СВМПЭ+0,5%УНТ-3, скорость растяжения=2мм/мин

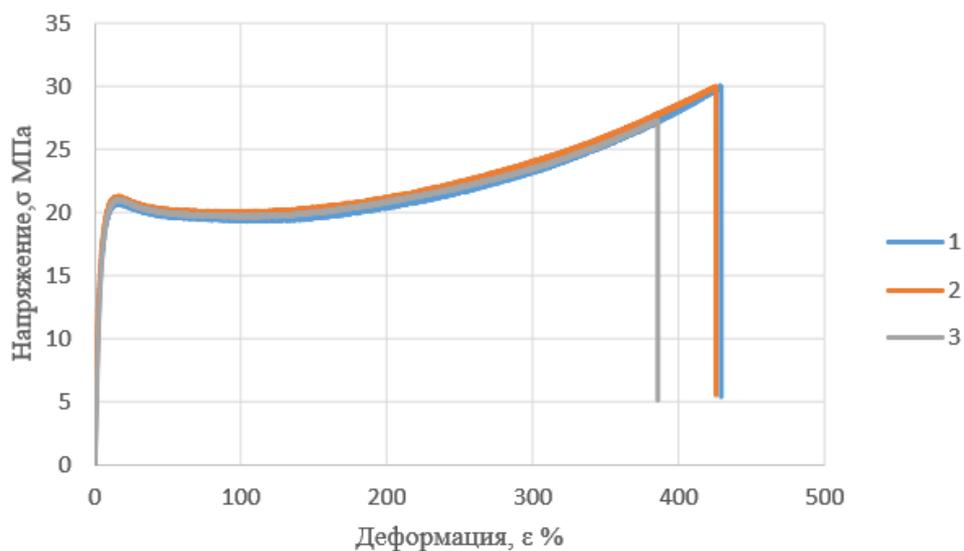


Рисунок 31-Результаты механических испытания образцов состава

СВМПЭ+1%УНТ-3, скорость растяжения=2мм/мин

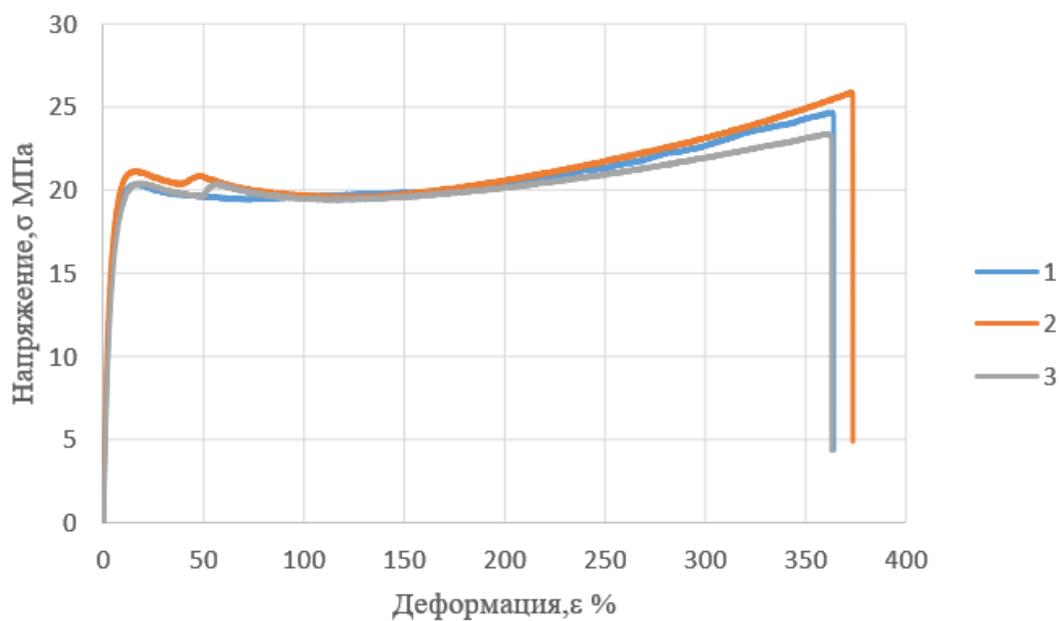


Рисунок 32-Результаты механических испытания образцов состава

СВМПЭ+ 3% УНТ-3, скорость растяжения=2мм/мин

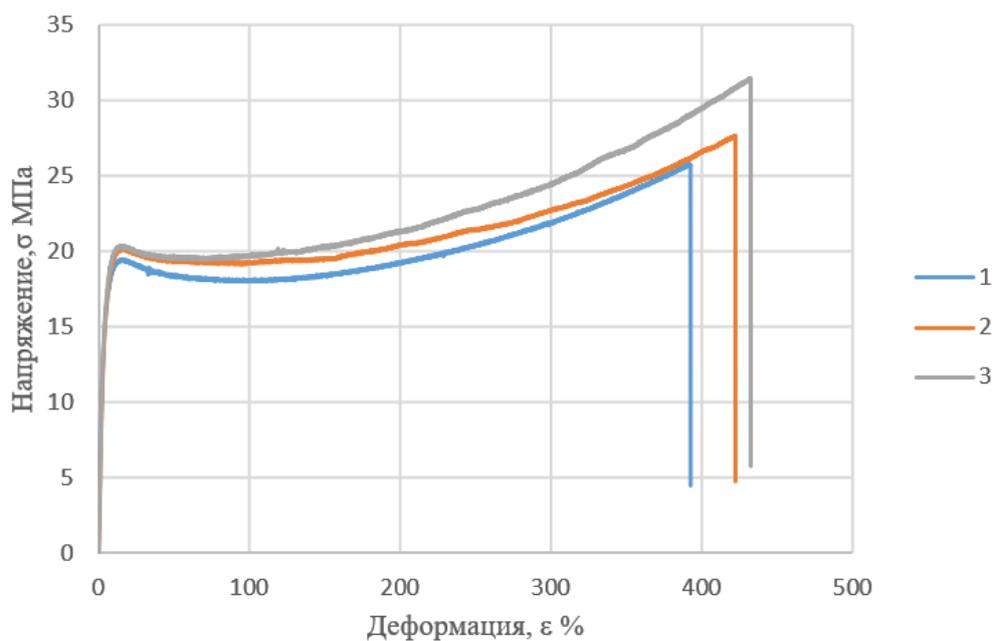


Рисунок 33-Результаты механических испытания образцов состава СВМПЭ+ 5% УНТ-3, скорость растяжения=2мм/мин

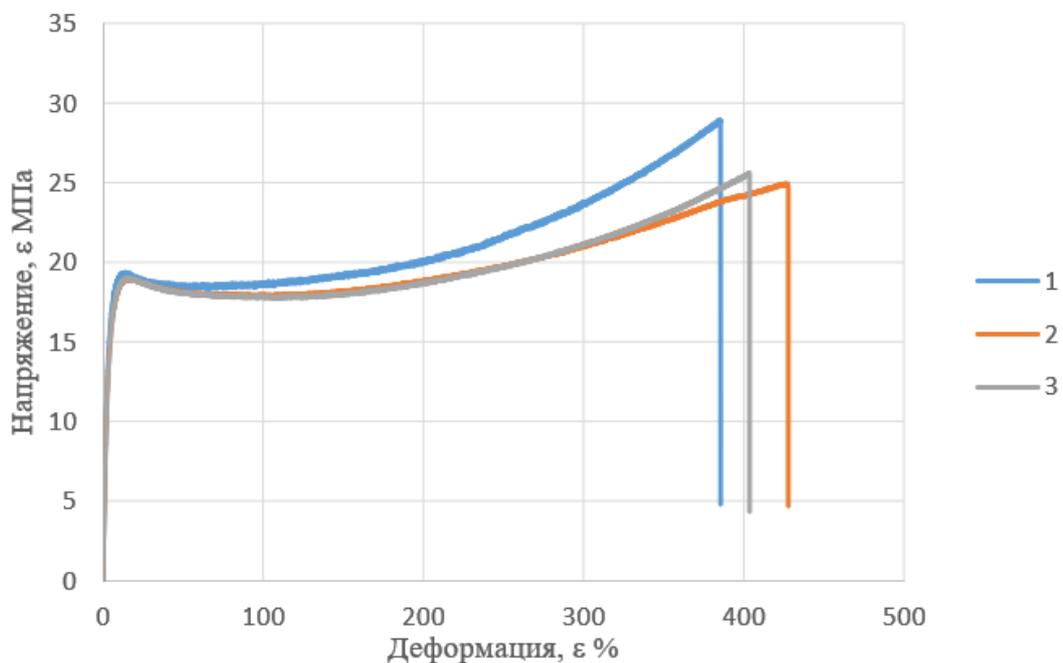


Рисунок 34-Результаты механических испытания образцов состава СВМПЭ+ 7.5% УНТ-3, скорость растяжения=2мм/мин

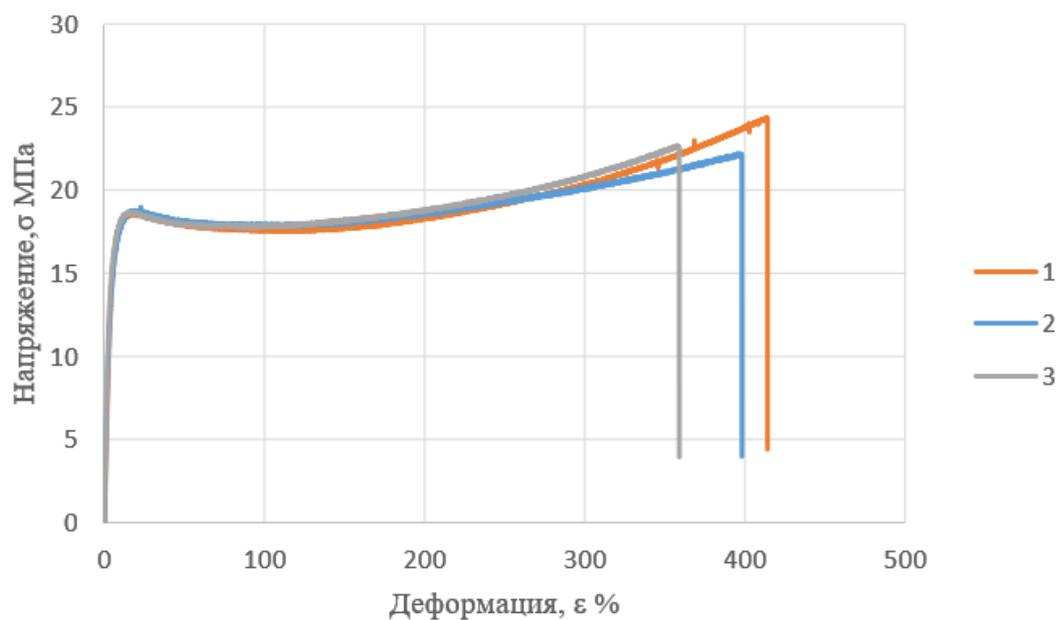


Рисунок 35-Результаты механических испытания образцов состава
СВМПЭ+ 10% УНТ-3, скорость растяжения=2мм/мин

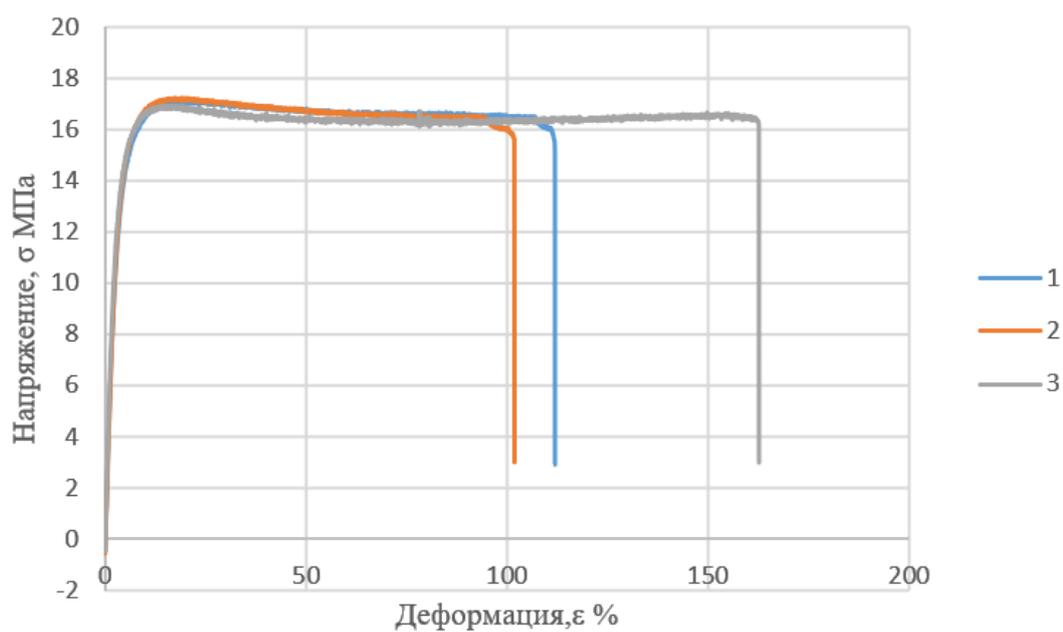


Рисунок 36-Результаты механических испытания образцов состава
СВМПЭ+ 15% УНТ-3, скорость растяжения=2мм/мин

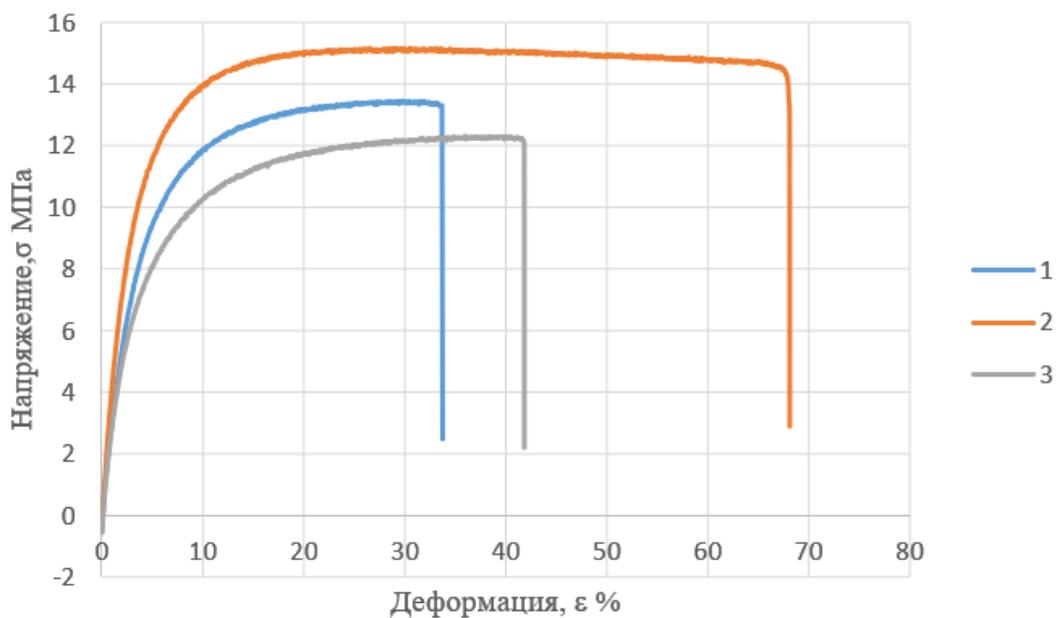


Рисунок 37-Результаты механических испытания образцов состава СВМПЭ+ 20% УНТ-3, скорость растяжения=2мм/мин

В дальнейшем, для каждого состава композиций было подсчитано среднее значение характерных точек кривой деформирования: предел прочности (при разрушении), начало интенсивного пластического деформирования (текучести) и максимальная (конечная) деформация.

Результаты представлены на рисунках 38-40.

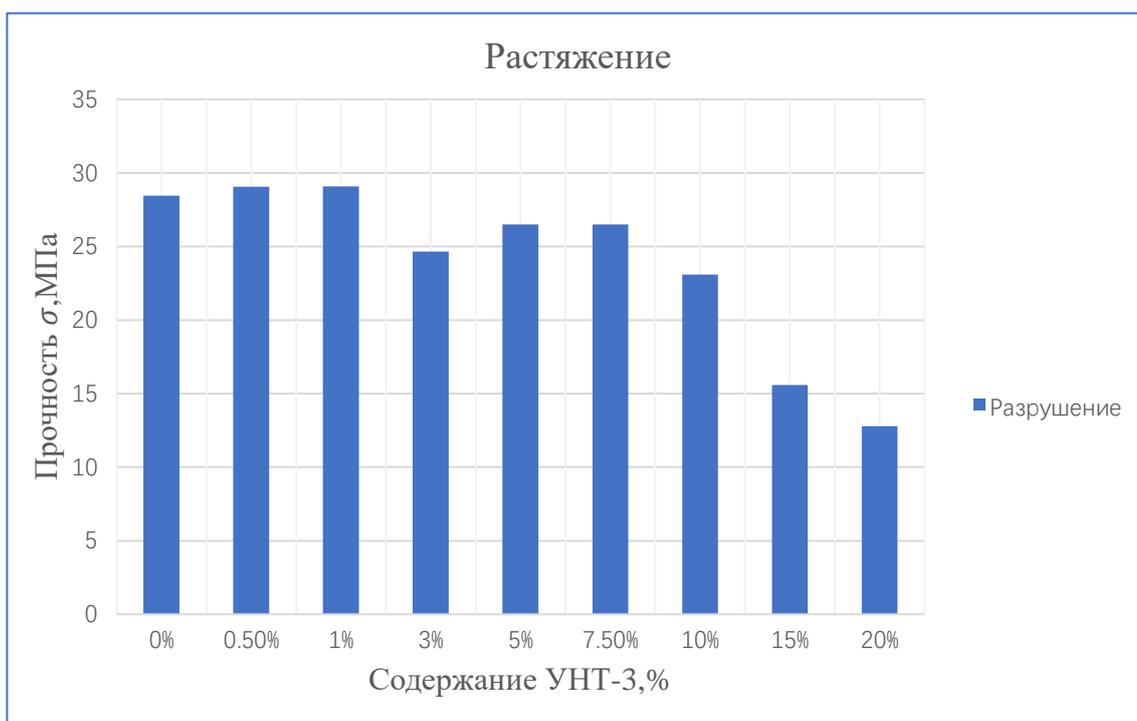


Рисунок 38-зависимость содержания УНТ-3 от прочности образца

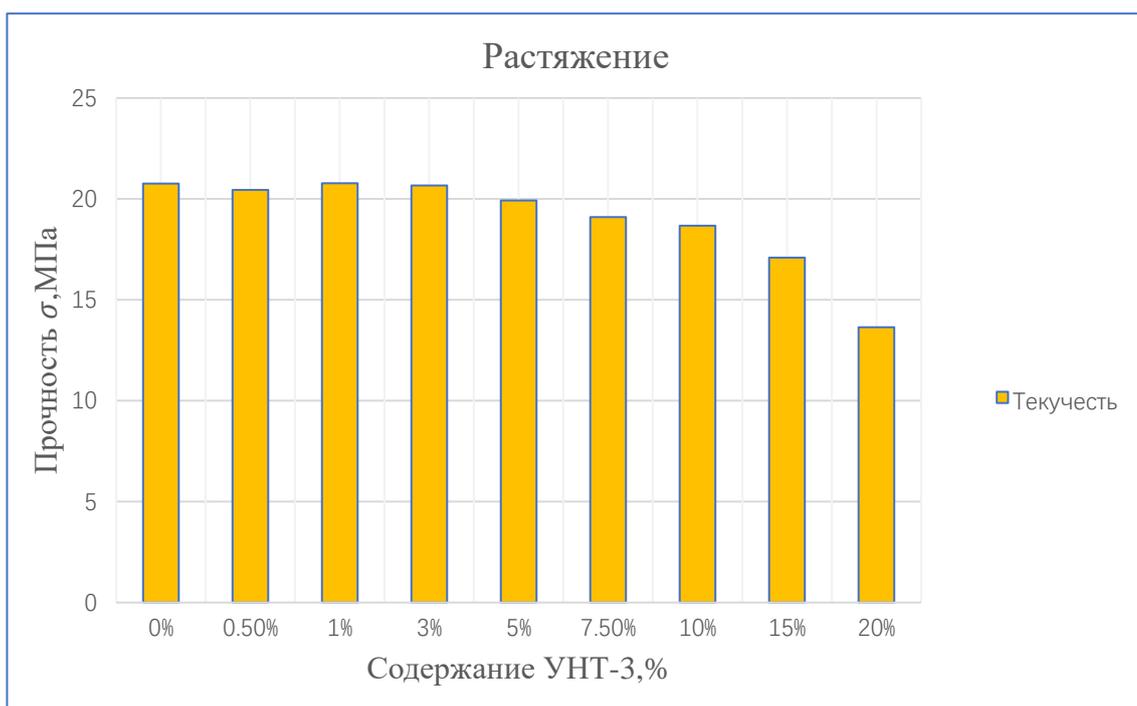


Рисунок 39-зависимость содержания УНТ-3 от текучести образца

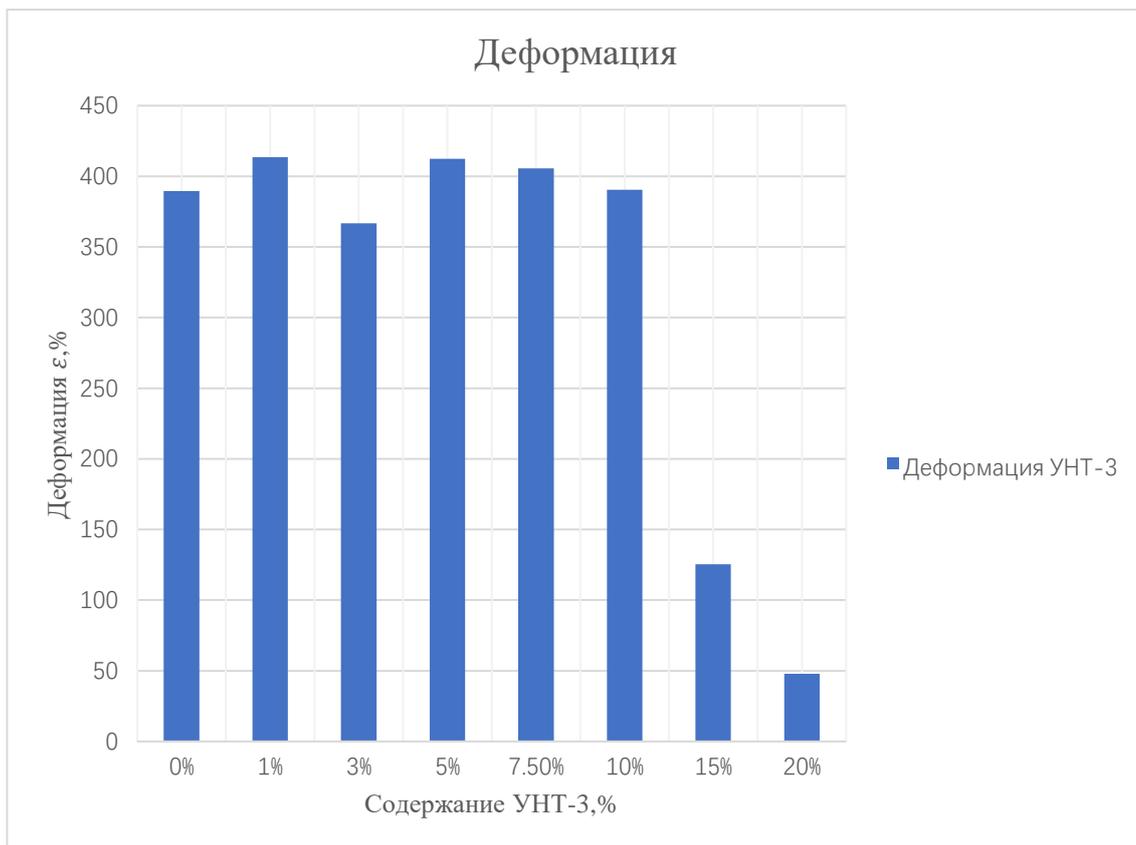


Рисунок 40-зависимость содержания УНТ-3 от деформации образца

3.7 Определение плотности

Поскольку плотность наполнения отличается от плотности сырья, плотность материала, добавляемого после наполнения, часто меняется. измерение плотности тела требует измерения массы и объёма тела.

Формула плотности соответствует соотношению массы и объёма тела (средняя плотность однородного тела или неоднородного тела) следующим образом:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

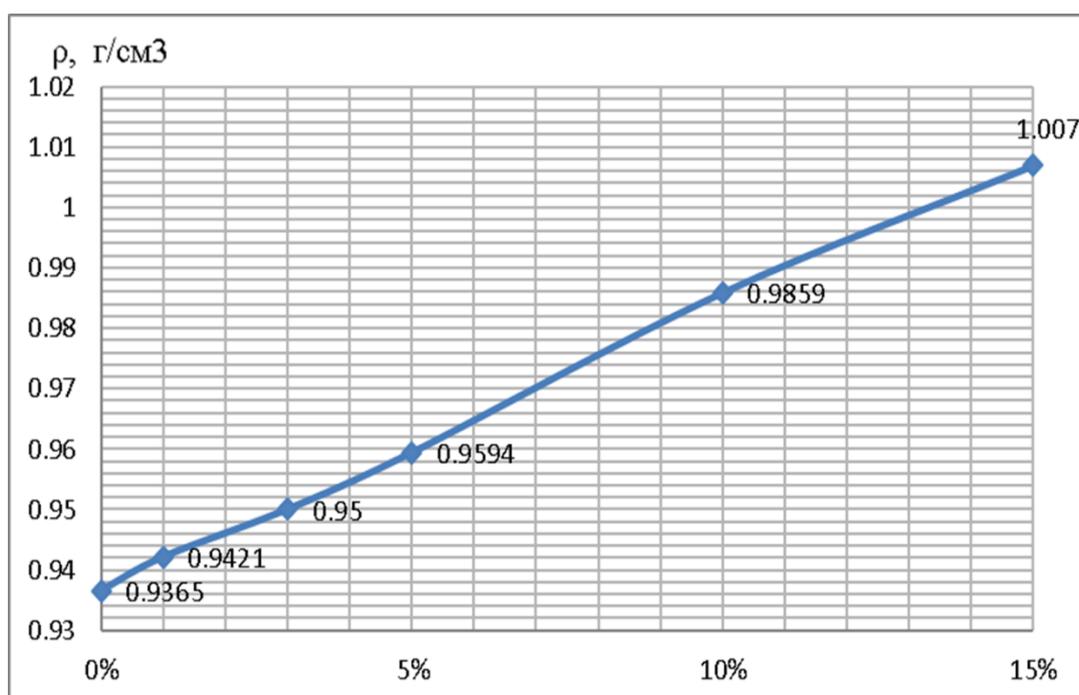


Рисунок 41-Плотности образцов с различным содержанием УНТ-3

Вывод:

По результатам испытания твердости, мы обнаружили, что, наибольшие ее значения определенные двумя методами: по Бринеллю и методом Шора имеют ПКМ с добавкой модификатора 5-10%. При дальнейшем увеличении содержания УНТ-3, твердость материала значительно снижается.

После завершения испытаний на износостойкость материала, анализируя полученные данные можно сделать однозначный вывод о том что применение УНТ-3 в количествах от 0,5 до 5% повышает износостойкость ПКМ по сравнению с износостойкостью материала матрицы СВМПЭ. При дальнейшем увеличении количества вводимого модификатора износ начинает увеличиваться.

Рассмотрев полученные экспериментальные данные при исследовании прочностных характеристик ПКМ можно сделать вывод, что наиболее прочным (прочность на разрыв более 29 МПа) оказался полимер имеющий количественно добавку УНТ-3, в размере 1%(весовой). При увеличении количества вводимого модификатора более 7,5% прочность ПКМ начинает резко снижаться.

С точки зрения оценки пластических свойств полученных и исследованы нами ПКМ, то у них в диапазоне от 0 до 10% наблюдаются стабильные максимальные значения.

Исследование изменения плотности полимеров показали, что с

увеличением содержания УНТ-3 плотность материала также возрастает имея линейный характер.

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

Студенту:

Группа	ФИО
154Б71	Хэ Чанцзюнь

Инженерная школа	Новых производственных технологий	Отделение	ОМ
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>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Данная НИР проводится впервые, поэтому нормы и нормативы расходования ресурсов отсутствуют.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления по страховым взносам –30% от фонда оплаты труда.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Потенциальные потребители результатов исследования SWOT-анализ
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	1. Планирование работ 2. Разработка графика Ганта 3. Формирование бюджета затрат
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Оценка потенциального эффекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT. 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ. 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.02.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН, ШБИП	Былкова Татьяна Васильевна	канд.экон.наук		01.02.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б71	Хэ Чанцзюнь		01.02.2021

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсбережение

4.1 Общая информация

Исследование было посвящено теме «приобретение и изучение модифицированных полимерных композиционных материалов для новых углеродных наноматериалов». Цель этой работы заключается в изучении свойств полимерных соединений на основе СВМПЭ на основе состава конкретных наполнителей.

Цель настоящего раздела заключается в разработке и создании конкурентоспособных технологий и разработок, отвечающих требованиям эффективности и экономичности современных ресурсов. Для достижения этой цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Оценка коммерческого потенциала и перспектив исследований.
2. Выявление возможных альтернативных вариантов научных исследований, отвечающих современным требованиям в отношении эффективности и экономии ресурсов.
3. Планирование исследований.
4. Определение ресурсов (экономия ресурсов), финансовых, бюджетных, социальных и экономических выгод исследований.

4.2 Потенциальные потребители результатов исследования

Сверхвысокомолекулярный полиэтиленовый физико - механический производительность отличная, широко используется в различных отраслях промышленности. При вводе различных типов пломб он может приобрести различные свойства и таким образом расширить область применения. Волокно СВМПЭ является одним из трех высокопроизводительных волокон в мире, а два других – арамидное и углеродное волокно. Из-за некоторых технических ограничений, Китай провел небольшое исследование по арамидным и углеродным волокнам, но есть много исследований по сверхвысокомолекулярному полиэтилену.

Благодаря хорошей износостойкости и ударопрочности, СВМПЭ широко применяется в медицине и военной сфере судостроение, машиностроение, например, искусственный сустав, бронежилет, броня.

4.3 Анализ конкурентных технических решений

Использование наполнителя в полимерных композиционных материалах не является нововведением. ранее были изучены материалы, такие, как оксид алюминия (Al_2O_3) и полиэтилен низкого давления (PEHD). Эти исследования будут использоваться для анализа конкурентных технических решений.

Таблица 1 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических

решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность			
		Ф1	К1	Ф1	Ф2	К1	К2
1	2						0
возможности применения наполнителя	0,5			,2	.2	,9	,2
Гомогенность получаемой заготовки	0,1			,5	.5	,5	,4
Повышение твёрдости	0,2					,6	,6
Повышение эластичности	0,1 5			,6	.6	,45	,8
Изменение декоративных визуальных	0,0 5			,1	.1	,1	,05
Возможность многократно исследование заготовок	0,1			,5	.5	,5	,4
Доступность сырья на рынке	0,1			,4	.4	,5	,4
Итого	1	7	6	,3	.3	,55	,85

Здесь Б – баллы, К – конкурентоспособность:

Б_{ф1}, К_{ф1} – для углеродных нанотрубок-3;

Б_{к1}, К_{к1} – для оксида алюминия;

Б_{к1}, К_{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:

$$K = \sum V_i \cdot B_i$$

где K – 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.

4.4 SWOT-анализ

Результаты комплексного анализа [10] исследования внешней и внутренней среды научно-исследовательского проекта представим в таблицах 2, 3, 4, 5, 6, 7

Таблица 2 – Матрица SWOT

Сильные	стороны	Слабые	стороны
----------------	----------------	---------------	----------------

<p>научно-исследовательского проекта:</p> <p>C1. повышение общей производительности;</p> <p>C2. Наличие требуемого оборудования;</p> <p>C3. Наличие квалифицированного руководителя;</p>	<p>научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Высокое число аналогичных проектов;</p> <p>Сл2. Возможное наличие небольшой погрешности измерительными приборами;</p> <p>Сл3. Отсутствие определённой специализированной техники.</p>
<p>Возможности:</p> <p>V1. Повышение качества продукции;</p> <p>V2. Появление дополнительного спроса на новый продукт;</p> <p>V3. Минимальные затраты продукт</p> <p>V4. Расширение использования в отраслях промышленности.</p>	<p>Угрозы:</p> <p>У1. Возможное отсутствие спроса на новую технологию;</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства.</p>

Таблица 3 - Сильные стороны исследования и возможности

		Сильные стороны		
		C1	C2	C3
Возможности проекта	V1	+	0	0
	V2	+	+	+
	V3	0	+	+
	V4	+	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить

следующие соответствия сильных сторон и возможностей внешней среды:
 В1С1, С2С3, В2С1, С2В3, С1С3.

Таблица 4 – Слабые стороны исследования и возможности

		Сильные стороны		
		Сл1	Сл2	Сл3
Возможности исследования	В1	0	-	+
	В2	-	0	0
	В3	0	0	0
	В4	+	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие соответствия слабых сторон возможностям окружающей среды:
 В1Сл1Сл3, В2Сл3.

Таблица 5 – Сильные стороны исследования и угрозы

		С1	С2	С3
Угрозы	У1	+	-	0
	У2	+	+	0

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

Таблица 6 – Слабые стороны исследования и угрозы

		C1	C2	C3
Слабые стороны исследования	Y1	-	0	+
	Y2	-	0	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие слабые стороны исследования: Y1Сл1, Y2Сл1, Y1Сл3 Y2Сл3.

В рамках третьего этапа составлена итоговая SWOT-матрица, приведённая в таблице 7.

Таблица 7 – SWOT-таблица

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>C1.Повышение характеристик в целом;</p> <p>C2. Наличие требуемого оборудования;</p> <p>C3.Наличие квалифицированного руководителя;</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1.Высокое число аналогичных проектов; Сл2. Возможное наличие небольшой погрешности измерительными приборами;</p> <p>Сл3.Отсутствие определённой специализированной техники</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Повышение качества продукции;</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт;</p>	<p>Применение диоксида циркония и углеродных нанотрубок в качестве наполнителей в композитах на основе СВМПЭ расширяет использование данного материала в отраслях промышленности.</p>	<p>Возможное наличие большой погрешности .</p> <p>Существование большого количества аналогичных проектов может уменьшить его ценность на фоне общей массы.</p>

<p>В3. Минимальные затраты продукт</p> <p>В4. Расширение использования в отраслях промышленности.</p>	<p>Работа с данными материалами может повысить качество продукции с минимальными затратами по финансированию и времени.</p>	
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Возможное отсутствие спроса на новую технологию;</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>

4.5 Планирование научно-исследовательской работы

4.5.1 Структура работ в рамках научного исследования

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.8

Таблице 8 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ ра бот	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	Инженер
	8	Проведение исследования на прочность и износ	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

4.5.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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:

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

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_r , 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 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{Ч_i},$$

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

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

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

4.5.3 Разработка графика проведения научного исследования

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал},$$

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

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях; $K_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}},$$

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

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

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

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности.

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14}$$

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

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 9

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Название работы	Трудоёмкость работ						исполнителей		T_p		T_k	
	t_{\min}		t_m		t_o		Науч. рук	инженер	Науч. рук	инженер	Науч. рук	инженер
	и, чел.-дни	и	ах и, чел.-дни	и	ж и, чел.-дни	и						
1. Составление и получение задачи на НИР					.5				.2		.7	.2
2. Получение порошка углеродных нанотрубок	0	0	2	2	1	1			.5	.5	.7	.7
3. Подбор и изучение материалов по теме		8		4		0.4				0.5		5
4. Выбор направления исследований					.5	.5			.7	.7		

5. Календарное планирование работ по тем					.5	.5			.2	.7	.5	.9
6. Получение заготовок и измерение их плотности и твёрдости						.5				.5		
7. Получение заготовок и изготовление образцов для исследования на прочность и теплопроводность						.5				.5		
8. Проведение исследования на прочность						.5				.5		.7
9. Содержание работ					.5	.5			.7	.7		
10. Обработка данных					.5	.5			.2	.2	.5	.5
11. Научное обоснование результатов и выводы		5		4		8,5				8,5		2,5

На основе таблицы 9 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 10 – Календарный план-график проведения НИР по теме

	исп		Продолжительность выполнения работ
--	-----	--	------------------------------------

	олинитель	к ,к ал.д н	еврал ь	март			апрер ь			май			июнь
	Нау ч. рук., инженер		 										
	Нау ч. рук., инженер	0		 									
	Ин женер	5											
	Нау ч. рук., инженер					 							
	Нау ч. рук., инженер					 							
	Ин женер	9											
	Ин женер												
	Ин женер												
	Нау ч. рук., инженер									 			
	Нау ч. рук., инженер	0								 			
	Ин												

	женер	3												
--	-------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Научный руководитель



Инженер-дипломник

График выполнения работ по дням составлен с учетом всех выходных, предпраздничных и праздничных дней. Общее число рабочих дней, которые требуются на выполнение данного проектирования, 109.

4.5.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

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

$N_{рас\ x_i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, m^2 и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ m^2 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 11.

Таблица 11 – Материальные затраты на исследование

Наименование	Единица измерения	количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы,
--------------	-------------------	------------	-------------------	-----------------------

				(Зм), руб.
Спирт медицинский	литр	0.1	180	20
Канцтова ры	шт	1	500	500
Картридж для принтера	шт	1	2500	2875
Наждачна я бумага	лист	5	120	690
итого				4085

Представим расчет потребности в оборудование для научных (экспериментальных) работ в таблице 12.

Таблица 12 – Затраты на оборудование

п/п	Наименование оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Срок службы, год	Время эксплуатации, дн.	Амортизация оборудования за время использования, руб.
	Планетарная шаровая мельница активатор 2SL	100.000	15	10	184
	Установки для исследования износа «ИИП-1»	15.000	15	10	-
	Твердомер «ТКМ359»	35.000	3	3	-
	Твердомер «Shore 902»	30.000	3	3	-

	Весы ВЛЭ-250	19.000	12	3	-
	Испытательная машина «Instron 5582»	380.000	112	6	-
	Смеситель С 2.0	364.000	5	4	1197
	Микроскоп «Лабомет- И»	135.000	7	3	165
Итого					1546

Представим расчет потребности в трудовых ресурсах для научных (экспериментальных) работ. Расходы на заработную плату определяются на основе интенсивности труда, действующей системы оплаты труда и ставок заработной платы. Основная заработная плата включает ежемесячную премию в размере 20 - 30% от заработной платы или оклада, выплачиваемую из фонда заработной платы.

Два человека провели исследование: доцент (заведующий) факультета машиностроения и материалов. В лаборатории работает научный директор ТПУ. Он инженер - аспирант. Поскольку лабораторный инженер является студентом (обладателем диплома), в статьях, в которых рассчитывается основная заработная плата, учитываются только научные руководители. Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн.} + Z_{доп.},$$

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

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

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

$$Z_{осн.} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. ;

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

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

$$Z_{осн.} = \frac{Z_m \cdot M}{F_\partial} \cdot T_p = \frac{56893 \cdot 11,2}{239} \cdot 29 = 77318 \text{ руб.},$$

Для инженера:

$$Z_{осн.} = \frac{Z_m \cdot M}{F_\partial} \cdot T_p = \frac{12336 \cdot 10,4}{229} \cdot 109 = 61066 \text{ руб.},$$

Годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 13).

Таблица 13 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365

Количество нерабочих дней выходные дни праздничные дни	52 14	44 14
Потери рабочего времени отпуск невыходы по болезни	52 8	52 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:

1. 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.

2. Стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3. Иные выплаты; районный коэффициент.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p,$$

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

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

k_d – 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 $Z_{тс}$);

k_p – районный коэффициент, равный 30% (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 14

Таблица 14 – Результаты расчёта основной заработной платы

Исполнители	$Z_{окл}$, руб.	пр	д	р	3 м, руб.	3 дн, руб.	T_p , раб. дн	Z_o сн, руб.
Руководитель, доцент	336 64		.3	.3	5 6893	2 690	20	77 318
Инженер	948 9			.3	1 2336	5 60	85	61 066
итого								13 8284

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 15

Таблица 15 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Зарботная плата, руб.
Науч. Рук.	77318
Студентдипломник	61066
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3
Итого:	41515,2

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 16.

Таблица 16 – 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	1546	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	181517	Сумма

4.6 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:

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

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).

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

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:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсо эффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки; b_{ia} ,

b_{ip} – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 17 – 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

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

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

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки (Исп.1) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

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

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность

проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта (Эср):

$$\text{Э}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.п}}}{I_{\text{исп.п}}^{\text{фин.р}}} = \frac{2,739}{4,51} = 0,61.$$

Таблица 18- 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

Итак, значение интегрального финансового показателя ИР составляет 3,79, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогом.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
154Б71	Хэ Чанцзюнь

Школа	ИШНПТ	Отделение	Материаловедение в машиностроении
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Материаловедение и технологии материалов

Тема дипломной работы: Получение и исследование полимерных композитов, модифицированных новым углеродным наноразмерным наполнителем

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объект исследования –сверхвысокомолекулярный полиэтилен</p> <p>Область применения –СВМПЭ превосходящие физические и механические свойства СВМПЭ делают его широко используемым в машиностроении, транспорте, текстильной, бумажной, горнодобывающей, сельскохозяйственной, химической и спортивной технике, среди которых наиболее широко используются крупногабаритные упаковочные контейнеры и трубопроводы. Кроме того, СВМПЭ клинически используется в качестве сердечного клапана, ортопедических частей, искусственных суставов и т. Д.</p> <p>Материал сверхвысокомолекулярного полиэтиленового порошка требует гидравлического пресса, нагревательной печи, электрического шлифовального круга, спеченного литья</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность:</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>1.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<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. Термические</p>
--	---

	<p>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</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</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>2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>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.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке</p>	<p>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:</p>

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.05.21 г.
---	-------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП		Д.т.н.		26.05.21 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б71	Хэ Чанцзюнь	Хэ Чанцзюнь	26.05.21 г.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Работа исследователя 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 исследования разработаны требования безопасности, а также комплекс защитных мероприятий на рабочем месте. Этот раздел включает подразделы охраны окружающей среды и чрезвычайных ситуаций.

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Вредные факторы

Таблица 19 -Разберем основные вредные факторы и их нормирование

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разр аботка	Изгото вление	Экспту атация	
1. Неблагоприятные условия микроклимата;	+	+	+	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)
2. Недостаточная освещённость рабочего места	+	+	+	
3. Высокий уровень шума		+	+	
4. Повышенный уровень вибрации		+	+	
5. Вредные вещества	+	+	+	

5.1.2 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.

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 20.

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

Таблица 20 – Оптимальные и допустимые нормы температуры и относительной влажности в рабочей зоне производственных помещений

период года /категория работ	температура воздуха.°С		Относительная влажность, %	
	Оптим	Допус	Оптим	Допус

	альная	тимая	альная	тимая
Холодный/ лёгкая	21-2	17-26	40-60	70
Теплый/лёг кий	22-25	21-30	40-60	70

5.1.3 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 освещенность и 300 Лк – комбинированное освещение.

5.1.4 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.

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. [11]

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 (вибро защитные обувь, перчатки со специальными элементами, поглощающими вибрацию).

5.1.5 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.

5.1.6 Анализ опасных и вредных производственных факторов

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

- термическая опасность;
- опасность поражения электрическим током.

Электробезопасность

Основные причины воздействия тока на человека:

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 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 1мА 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:

- К работе с электроустановками допускаются лица, имеющие третью либо четвертую группы допуска, устанавливаемые квалификационной комиссией.
- Лица, не имеющие непосредственного отношения к обслуживанию электроустановок, к работе с ними не допускаются.
- Все питающие части должны быть заземлены. Сопротивление заземления должно не превышать 4 Ом.
- 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.
- При замене (установке) плат расширения необходимо пользоваться контуром 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.

- При приближении грозы необходимо оперативно закончить работу на компьютере и отключить его от сети во избежание повреждения последовательного порта и исключения сбоя 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. [12]

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

5.1.7 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.

5.1.8 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.

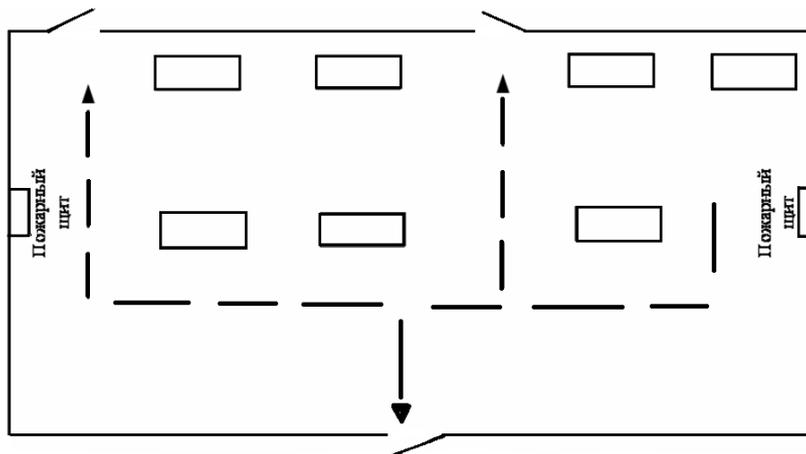


Рисунок 61 - План эвакуации

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.

5.2 Экологическая 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 п. 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 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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.

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, исключающий онемение тела в связи с нарушением кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

Согласно СН-245-71 [13] 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 [13], 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) [14], 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.

Выводы по разделу

В данном разделе дипломного проекта был проведен анализ опасных, вредных факторов и чрезвычайных ситуаций, возникающих в процессе производства СВМПЭ подставки для ручек. Наиболее опасными и вредными факторами являются: возможность получения механических травм, повышенная температура поверхностей оборудования и материалов, повышенная запыленность воздуха рабочей зоны, повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека.

Разработаны меры безопасности по защите от травм и ожогов, по заземлению элементов, рассчитано общее освещение и разработаны меры пожарной безопасности. Мероприятия по защите атмосферы и природных

ландшафтов приведены в соответствии с требованиями к охране окружающей среды.

Список литературы

1. Compendium of Polymer Terminology and Nomenclature - IUPAC Recommendations 2008 (pdf). [2018-08-28]
2. Инь Дээ, Ли бинхай, Сюй Шучжэнь, Го Чжэнь, разработка и применение СВМПЭ, 1999,28 (4): 16 – 23
3. Guo Jianmei, Zhang Xinmiao, Lu Yongjun. Modification progress of ultra high molecular weight polyethylene [J]. *Plastics*, 2005, 34 (3) : 24-26
4. 1 2 Справочник по пластическим массам под редакцией М. И. Гарбара, М. С. Акутина, Н. М. Егорова (М., «Химия», 1967
5. Следует отличать от «склероскопа» — прибора для измерения твёрдости по методу отскока.
6. Г. Я. Копица, В. К. Иванов, С. В. Григорьев и др., Письма в ЖЭТФ, 85: № 2: 132 (2007).
7. Патент US1770045
8. Li Yu, Zhang Ren Yuan. Research on hot pressing sintering technology of thermoelectric materials [J]. *Materials guide*, 2007, 21 (7): 126-129
9. 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 911 июня 2016 г. – с.

10. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебнометодическое пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
11. 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.
12. Назаренко О. Б. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие -Томск: Изд – во ТПУ, 2010. – 144с.
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. Белов С.В., А.В. Ильницкая и др. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов. 1999. – 354 с.