



Министерство науки и высшего образования РФ
ФГАОУ ВО Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова
Специализированный учебно-научный центр

**Получение износостойких полимерных композиционных
материалов на основе СВМПЭ с добавлением одностенных
углеродных нанотрубок**

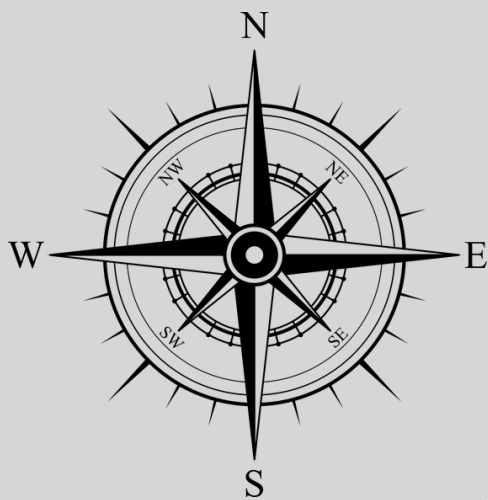
Выполнила: лицеист 11 класса СУНЦ СВФУ Чепрасова А.М;

Научные руководители: Соколов М.В.;

Оконешникова А.В.;

Данилова С.Н.

Якутск, 2022 г.



Актуальность

В Арктических регионах Российской Федерации средняя температура зимой может опускаться до $-50\text{ }^{\circ}\text{C} \dots -60\text{ }^{\circ}\text{C}$, в связи с экстремальными климатическими условиями требуется разработка новых морозостойких и высокопрочных полимерных композиционных материалов.

Новизна

Впервые приведены исследования влияния одностенных углеродных нанотрубок на физико-механические свойства СВМПЭ марки GUR-4022.

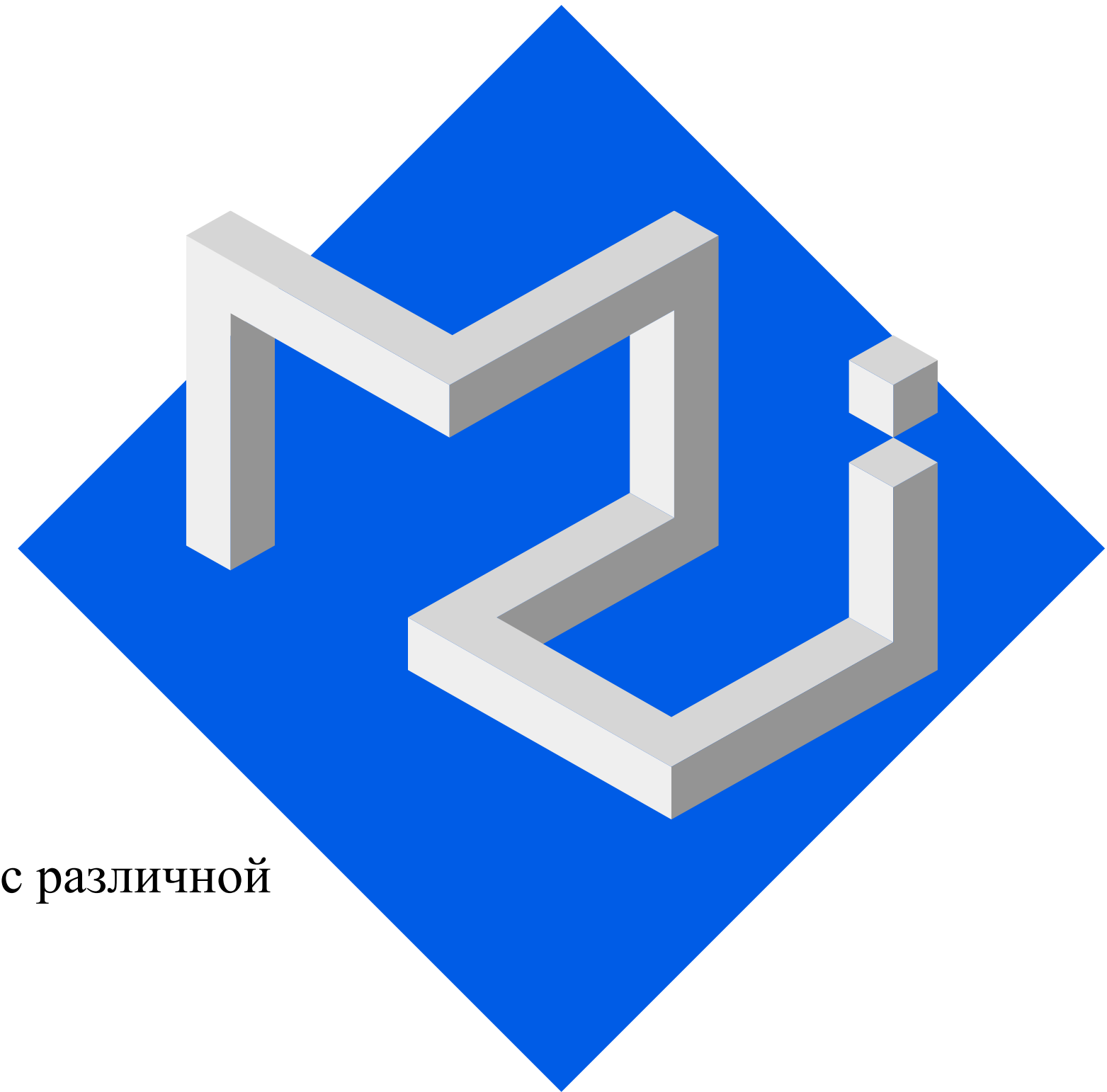


Цель работы:

Исследование влияния одностенных углеродных нанотрубок на физико-механические свойства сверхвысокомолекулярного полиэтилена.

Задачи:

1. Получить образцы полимерных композиционных материалов с различной степенью содержания УНТ;
2. Исследовать физико-механические свойства в зависимости от концентрации наполнителя;

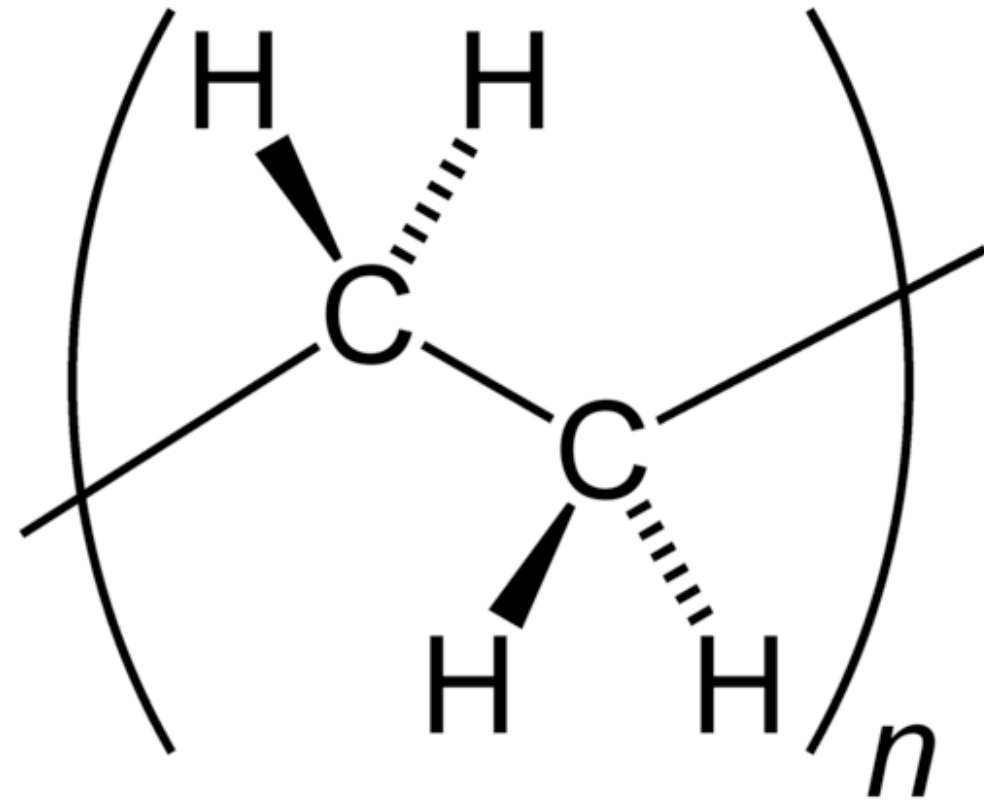


Анализ аналогов

4.

Матрица	Молекулярный вес	Наполнитель	Прочность при растяжении, МПа	Относительное удлинение, %	Модуль упругости, МПа	Источник
СВМПЭ Aldrich Co. (Канада)	4538730 г/моль	<u>+ 1 мас.%</u> Многостенные углеродные нанотрубки Shenzhen Co. (Китай), диаметр 10–20 нм и длина 5–15 мкм <u>+ 10 мас.%</u> Полиэтилен высокой плотности Iran Petrochemical Co. (Иран)	26	480	791	Khasraghi S. S., Rezaei M. Preparation and characterization of UHMWPE/HDPE/MWCNT melt-blended nanocomposites //Journal of Thermoplastic Composite Materials. – 2015. – Т. 28. – №. 3. – С. 305-326.
СВМПЭ GUR 1020	5 млн г/моль	<u>+ 5 мас.%</u> Многостенные углеродные нанотрубки, диаметр 100-200 нм и длина 30-100 мкм <u>+ Вазелиновое масло (Merck: парафин, высокожидкий)</u>	35	430	750	Galetz M. C. et al. Carbon nanofibre-reinforced ultrahigh molecular weight polyethylene for tribological applications //Journal of Applied Polymer Science. – 2007. – Т. 104. – №. 6. – С. 4173-4181.
СВМПЭ Goodfellow (Англия)	3–6 млн г/моль	<u>+ 1 мас.%</u> Многостенные углеродные нанотрубки NANOCYL™ NC7000 (Бельгия), диаметр 9,5 нм и длина 1,5 мкм	26	580	309	Martínez-Morlanes M. J. et al. Effects of gamma-irradiation on UHMWPE/MWNT nanocomposites //Composites Science and Technology. – 2011. – Т. 71. – №. 3. – С. 282-288.
СВМПЭ GUR 4022	5 млн. г/моль	<u>+ 1 мас.%</u> Одностенные углеродные нанотрубки OCSiAl (Россия), диаметр $1,6 \pm 0,4$ нм и длина >5 мкм	38	309	628	–

Объекты исследования

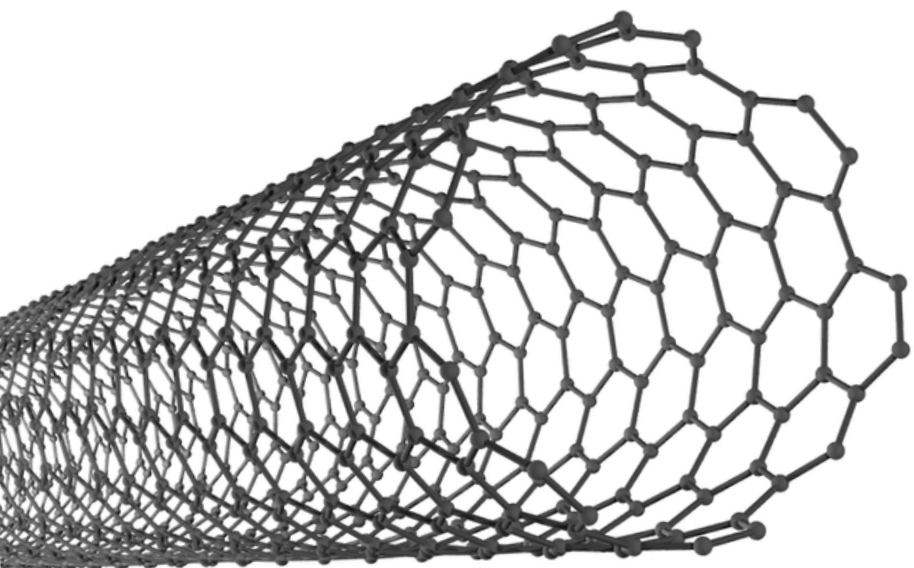


Полимерная матрица

Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВПМЭ) марки GUR-4022 (Celanese, Китай), с молекулярной массой 5,0 млн г/моль.

Наполнитель

Одностенные углеродные нанотрубки (УНТ) торговой марки TUBALL российской компании OCSiAl.



Характеристика СВМПЭ

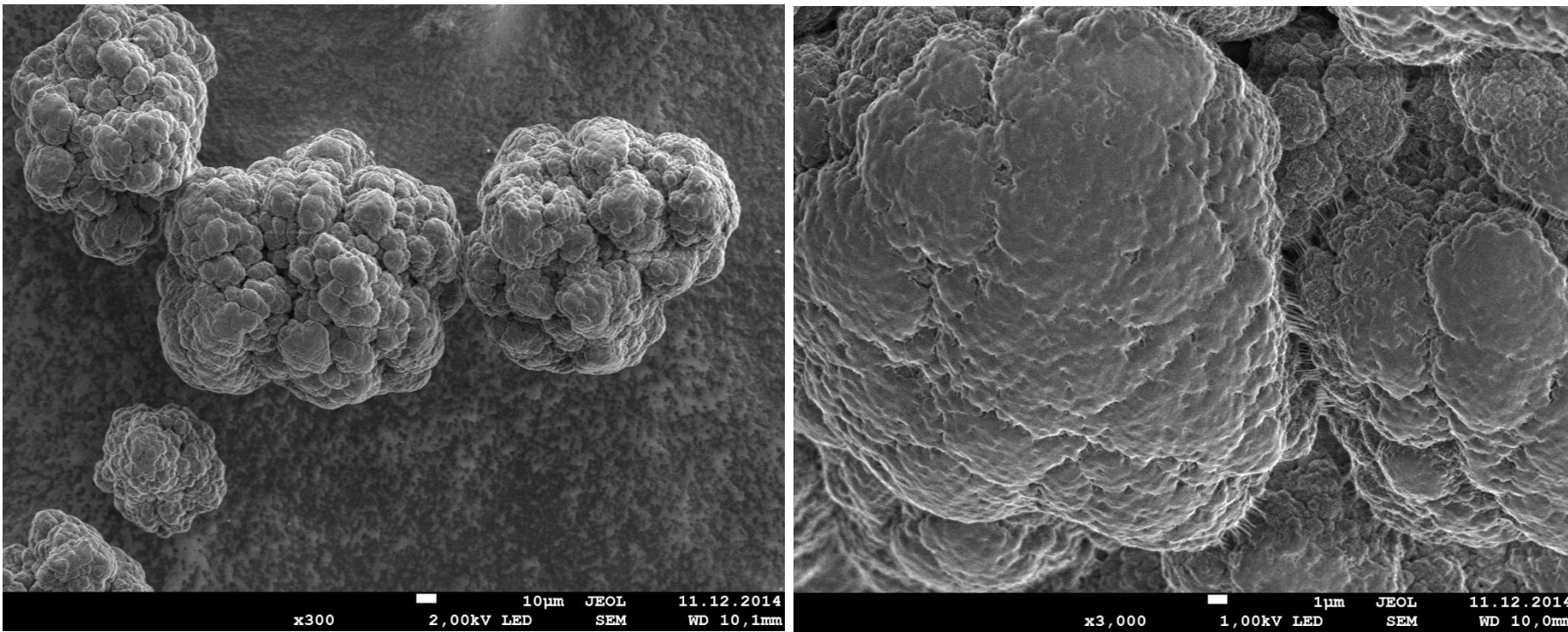


Рис. 1. Микрофотографии порошка СВМПЭ

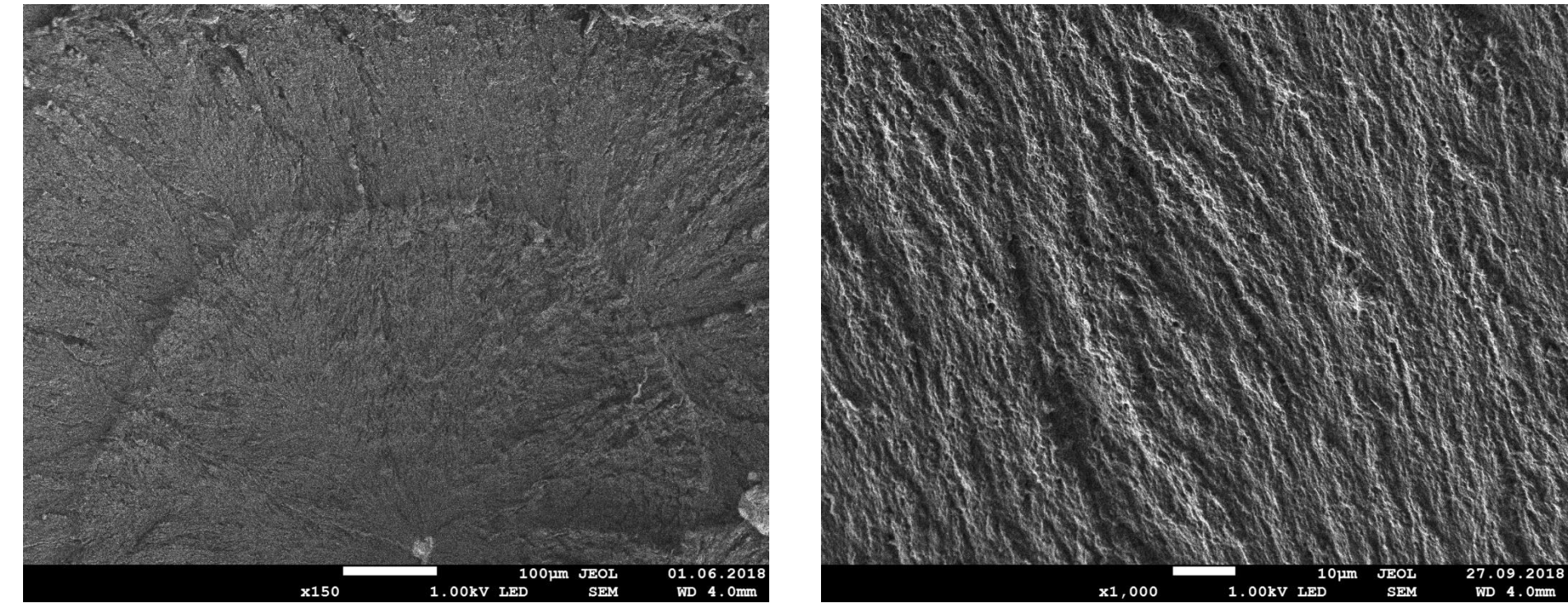


Рис. 2. Надмолекулярная структура композита исходного СВМПЭ

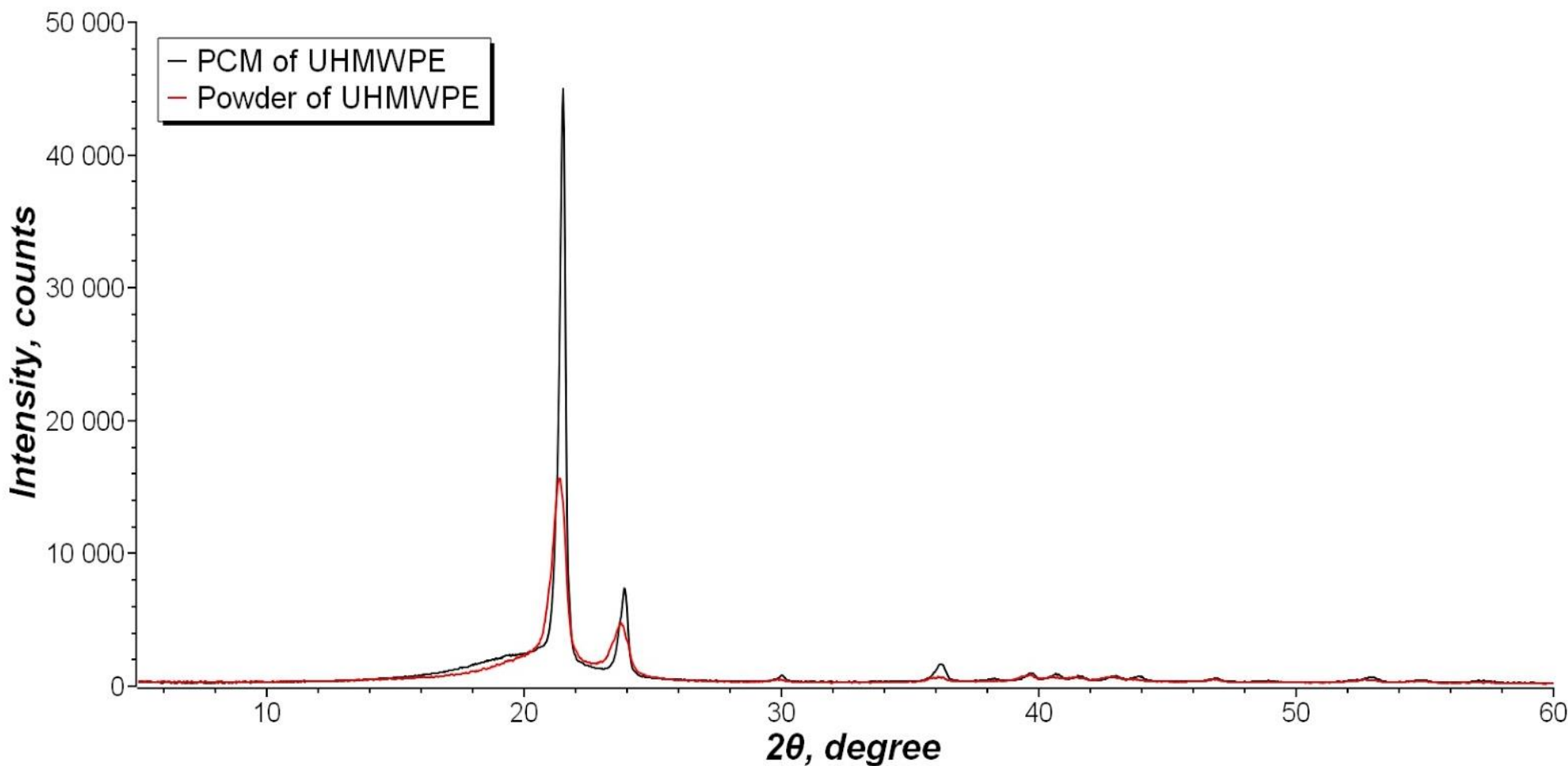
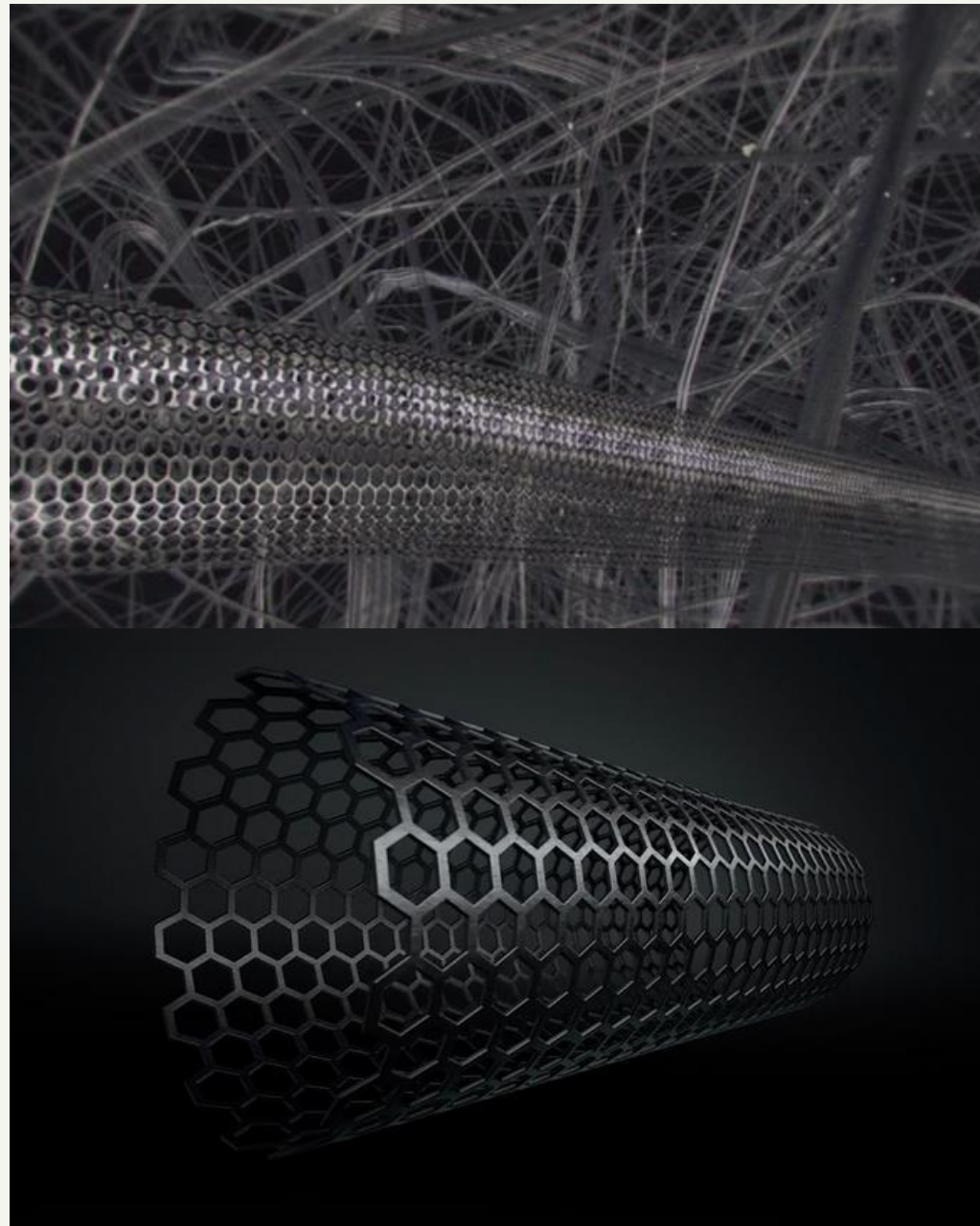


Рис. 3. Дифрактограмма исходного СВМПЭ

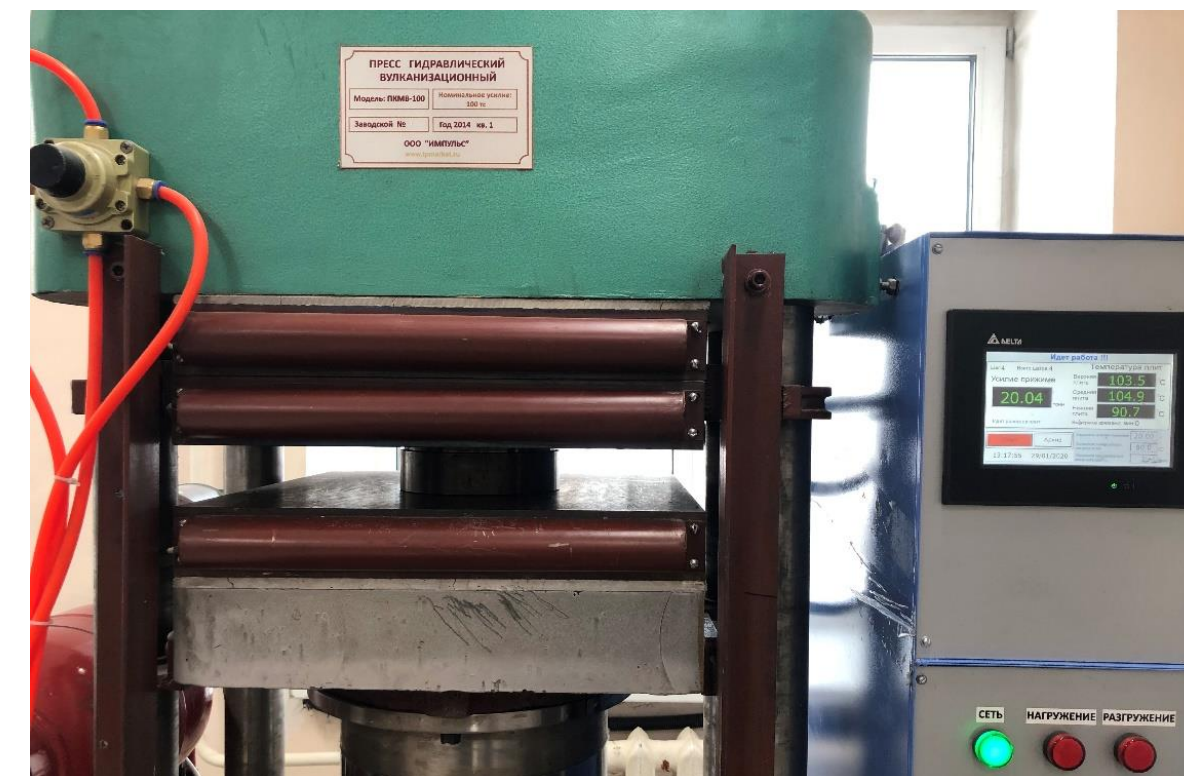
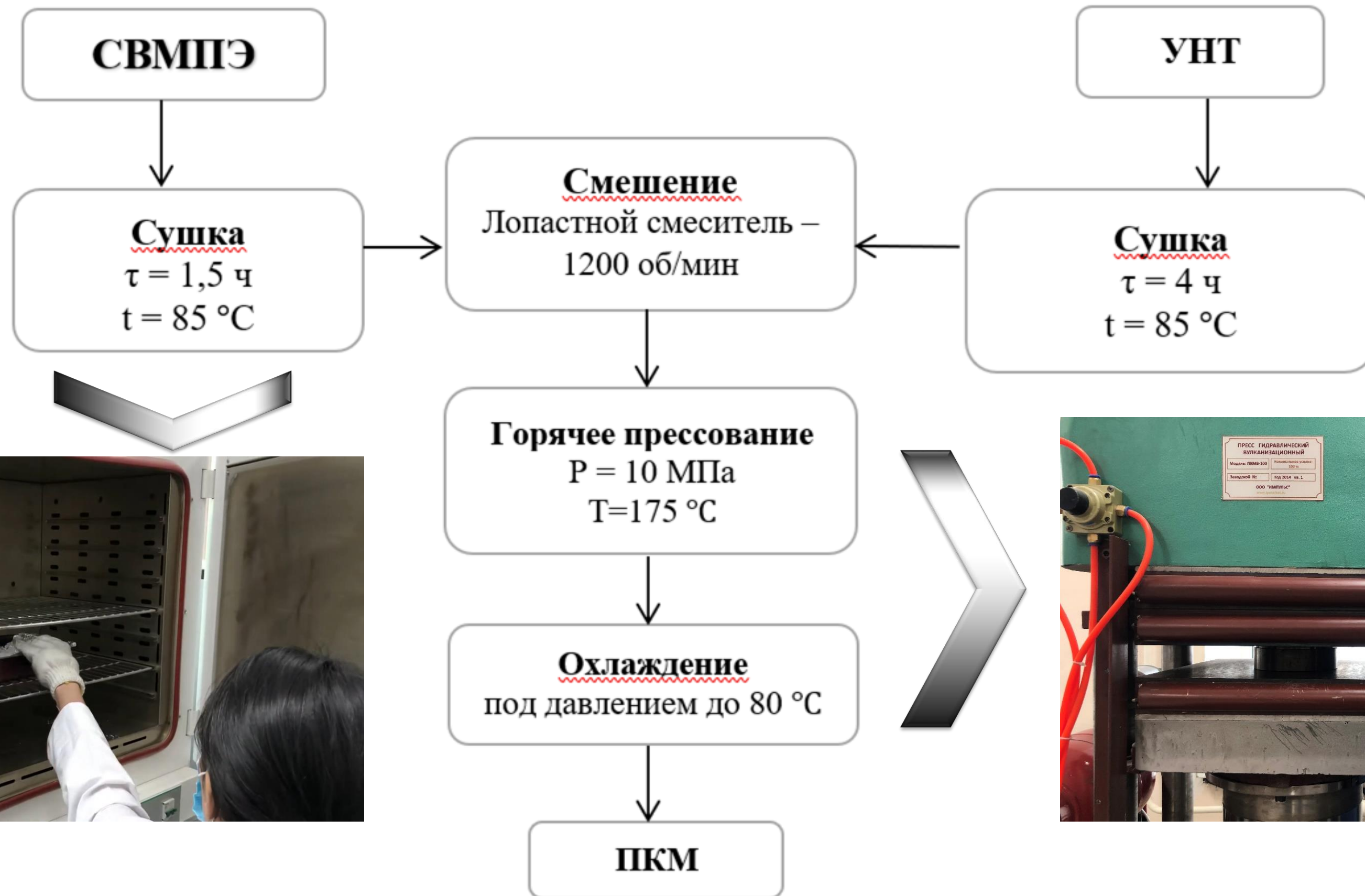
	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	ЗНАЧЕНИЕ	СТАНДАРТ
Модуль растяжения	пси	116000	ISO 527-2/1B
Напряжение на растяжение при выходе	пси	3190	ISO 527-2/1B
Растяжение на выходе	%	13	ISO 527-2/1B
Растяжение при деформации 50%	пси	3050	ISO 527-2/1B
Растяжение напряжения при разрыве	пси	6240	ISO 527-2/1B
Твердость по Shore D-TPE, 15 с	-	60	ISO 868

Характеристика УНТ



	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	ЗНАЧЕНИЕ	МЕТОД ОЦЕНКИ
Количество слоев УНТ	Единица	1	ТЭМ
Внешний средний диаметр	нм	$1,6 \pm 0,4$	Оптическое поглощение
Длина УНТ	мкм	>5	АСМ
Влага	%	<5	Внутренний метод OCSiAl

Технологическая схема изготовления ПКМ на основе СВМПЭ

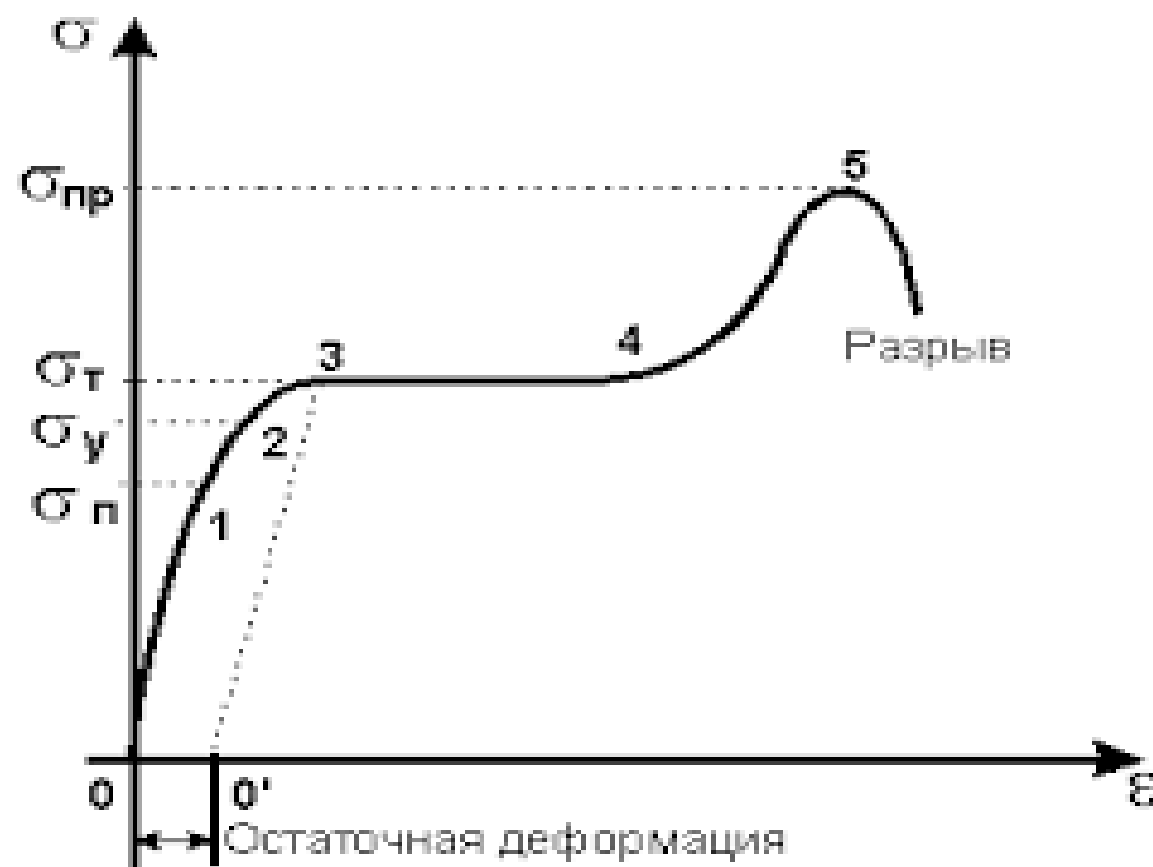


Методы исследования

Физико-механический метод исследования



- Относительное удлинение при разрыве
- Предел прочности при растяжении
- Модуль упругости



“Shimadzu AGS-J”
по ГОСТ 11262

Рис. 4. Диаграмма напряжение-деформация

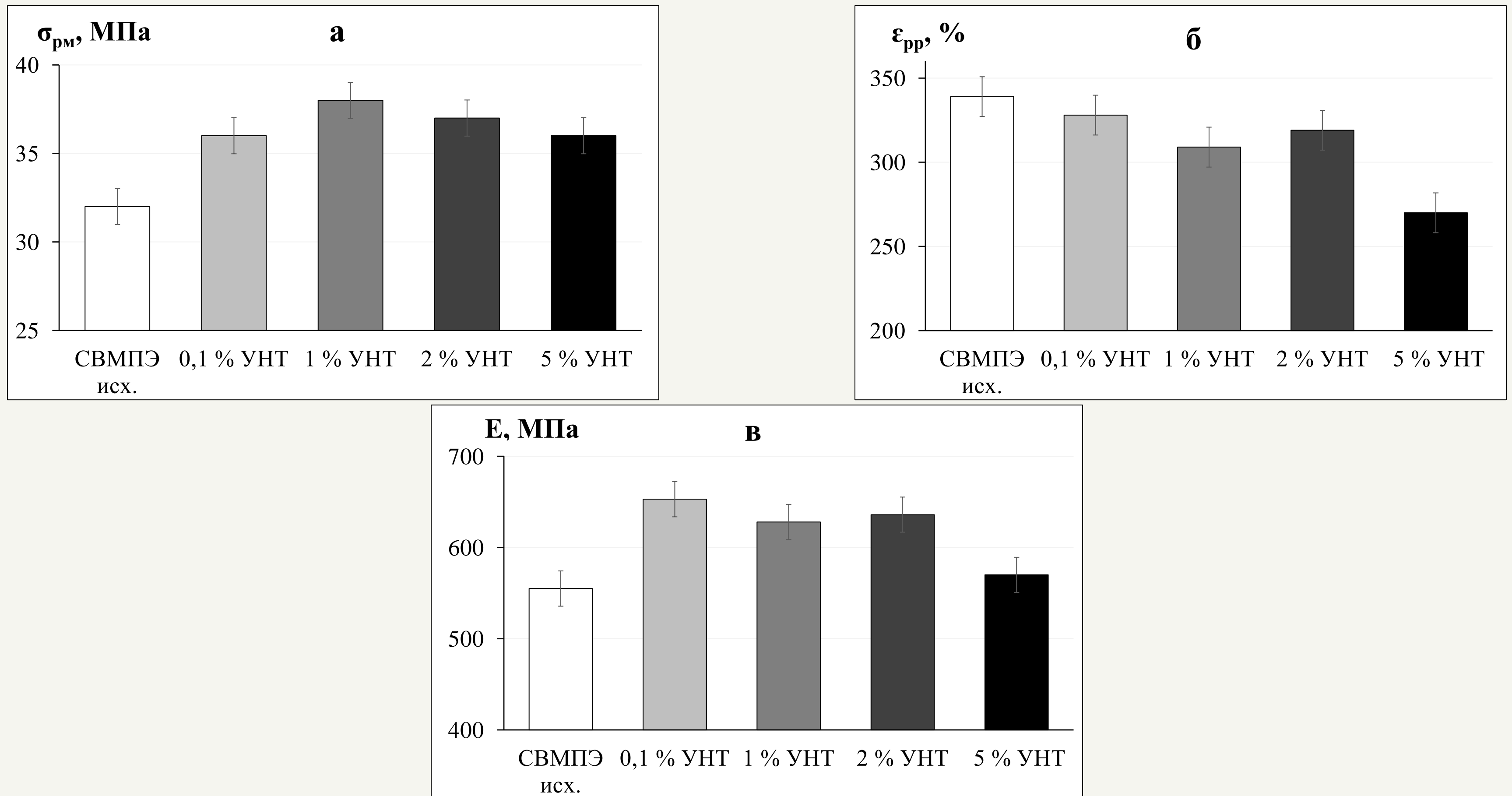


Рис. 5. Зависимость физико-механических характеристик ПКМ от содержания УНТ: а) $\sigma_{рм}, \text{ МПа}$ – предел прочности при растяжении; б) $\epsilon_{рр}, \%$ – относительное удлинение при разрыве; в) $E, \text{ МПа}$ – модуль упругости при растяжении

Заключение

В ходе исследовательской работы были успешно выполнены все поставленные задачи:

1. Получены ПКМ с различными процентными содержаниями УНТ, мас. %: 0,1, 1, 2 и 5.
2. Показано, что введение УНТ приводит к повышению физико-механических свойств ПКМ. Установлено, что при добавлении 0,1 мас. % УНТ в СВМПЭ способствует к повышению предела прочности при растяжении на 13 % и модуля упругости на 19 % по сравнению с исходной полимерной матрицей.



КОМАНДА

Чепрасова Алина Максимовна

СУНЦ СВФУ, 11БЭ класс

к.т.: +7 914 300-57-01

e-mail: cheprasovaalina090@gmail.com



Канаев Дьулустан Артемович

ВСЛ, 9 класс

к.т.: +7 964 423-32-74

e-mail: kanaev261@gmail.com



Личностный вклад

- *Сбор информации*
- *Изготовление образцов*
- *Обработка результатов*

Исследование физико-механических свойств

Исследование триботехнических свойств

Список литературы

1. Данилова С. Н. и др. Износостойкие полимерные композиционные материалы с улучшенным межфазовым взаимодействием в системе «полимер-волокно» // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. – 2016. – №. 5 (55).
2. Murtfeldt H. J. Properties of ultra high molecular weight polyethylene (UHMWPE) // Eng. Plast. – 1990. Vol 3. № 6. – 407 p. 2. Галибеев С.С., Хайруллин Р.З., Архиреев В. П.
3. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен. Тенденции и перспективы// Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань, 2008.
4. Фрейдин А. С., Турусов Р.А. Свойства и расчет адгезионных соединений. — М.: Химия, 1990.
5. Берлин А. А., Басин В. Е. Основы адгезии полимеров. — М.: Химия, 1974.
6. Мэттьюз Ф., Ролингс Р. Композитные материалы: механика и технология – М.: Техносфера, 2004.
7. Аввакумов, Е. Г. Механические методы активации химических процессов / Е. Г. Аввакумов, А. С. Колосов – 2-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск: Наука, 1986.
8. Б. Д. Степин, А. А. Цветков. Неорганическая химия: Учебник для химических и химико-технологических специальных вузов.

Спасибо за внимание!!!