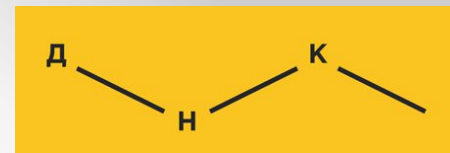




Министерство просвещения Российской Федерации
Специализированный учебно-научный центр –
Университетский лицей при СВФУ им. М.К. Аммосова
Дом научной коллаборации Н.Г. Соломонова



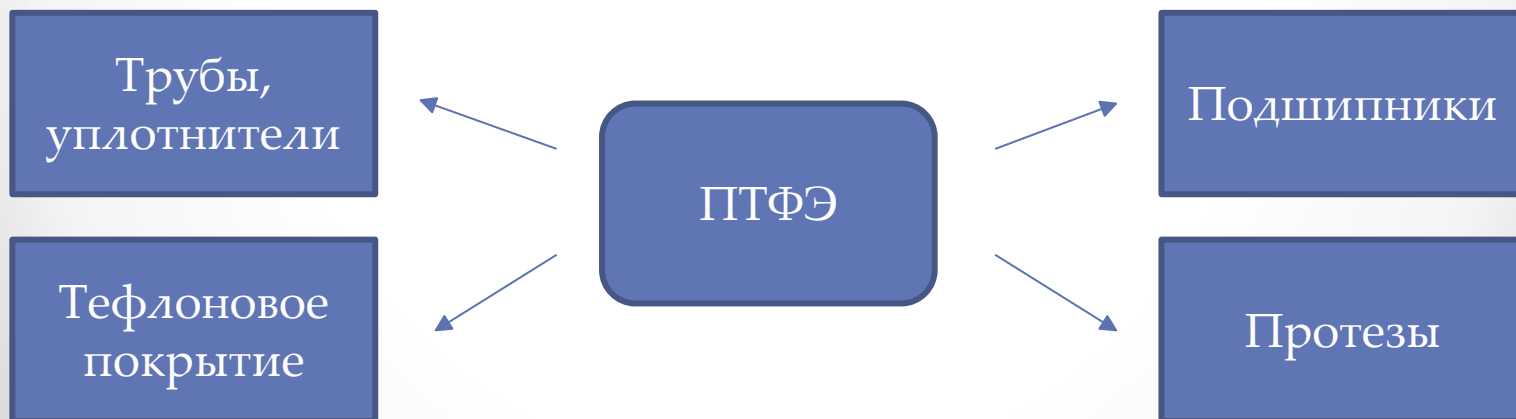
Влияние ступенчатого прессования на свойства и структуру ПКМ на основе ПТФЭ с дисульфидом молибдена и ультразвуковой активацией

Выполнила: Татаринова Алина Васильевна
ученица 11 ХТ СУНЦ СВФУ

Наставник: Никитина Айгылаана Васильевна,
студентка 5 курса ХО ИЕН СВФУ

Актуальность

В настоящее время существует необходимость разработки таких композиционных материалов, которые способны эксплуатироваться в агрессивных условиях Крайнего Севера. Наибольшее применение имеют материалы на основе полимеров, благодаря своим уникальным свойствам.



Цели и задачи

Цель работы - исследовать влияние ступенчатого прессования на структуру и свойства композитных материалов на основе политетрафторэтилена и дисульфида молибдена с ультразвуковой активацией.

Задачи:

1. Обзор литературы на тему: научные статьи, методические пособия;
2. Постановка гипотезы, цели работы, задач;
3. Проведение испытаний: физико-механические и термодинамические;
4. Анализ надмолекулярной структуры, подведение итогов.

Гипотеза - ступенчатое (увеличение количества стадий) прессование и активация наполнителя при получении образцов композитных материалов приводит к улучшению прочностных и триботехнических характеристик материала.

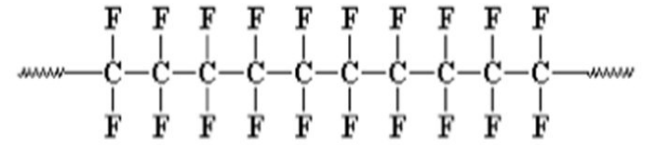


Объекты исследования

Политетрафторэтилен, или фторопласт-4 ($-\text{C}_2\text{F}_4-$) $_n$, также известный под торговой маркой тефлон — полимер тетрафторэтилена (ПТФЭ), пластмасса, широко применяемая в технике и в быту. Представляет собой белый комкующийся порошок.

Некоторые характеристики:

- стойкость к воздействию химических веществ (исключительная химическая инертность);
- низкий коэффициент трения;
- биологическая инертность;
- способность сохранять свои свойства в большом температурном диапазоне ($-269\text{ }^\circ\text{C}$ до $+260\text{ }^\circ\text{C}$, кратковременно $300\text{ }^\circ\text{C}$).



Дисульфид молибдена (MoS_2) – это черный или серо-голубой кристаллический порошок, внешне похожий на графит.

- Очень низкий коэффициент трения (от 0,03 до 0,06).
- Высокая адгезия к металлам.
- Высокая износостойкость.
- Широкий диапазон рабочих температур от $-185\text{ }^\circ\text{C}$ до $+450\text{ }^\circ\text{C}$.
- Устойчивость к коррозии, щелочным растворам, соляной, плавиковой и серной кислоте.
- Негорючесть.

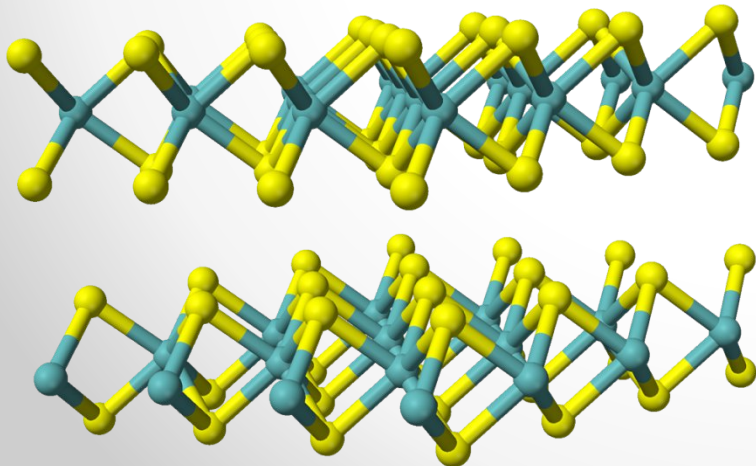
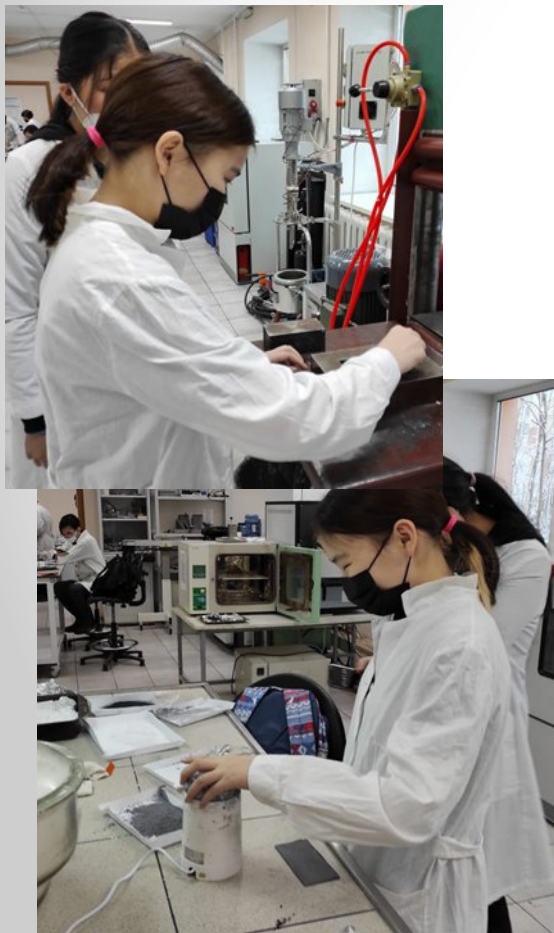
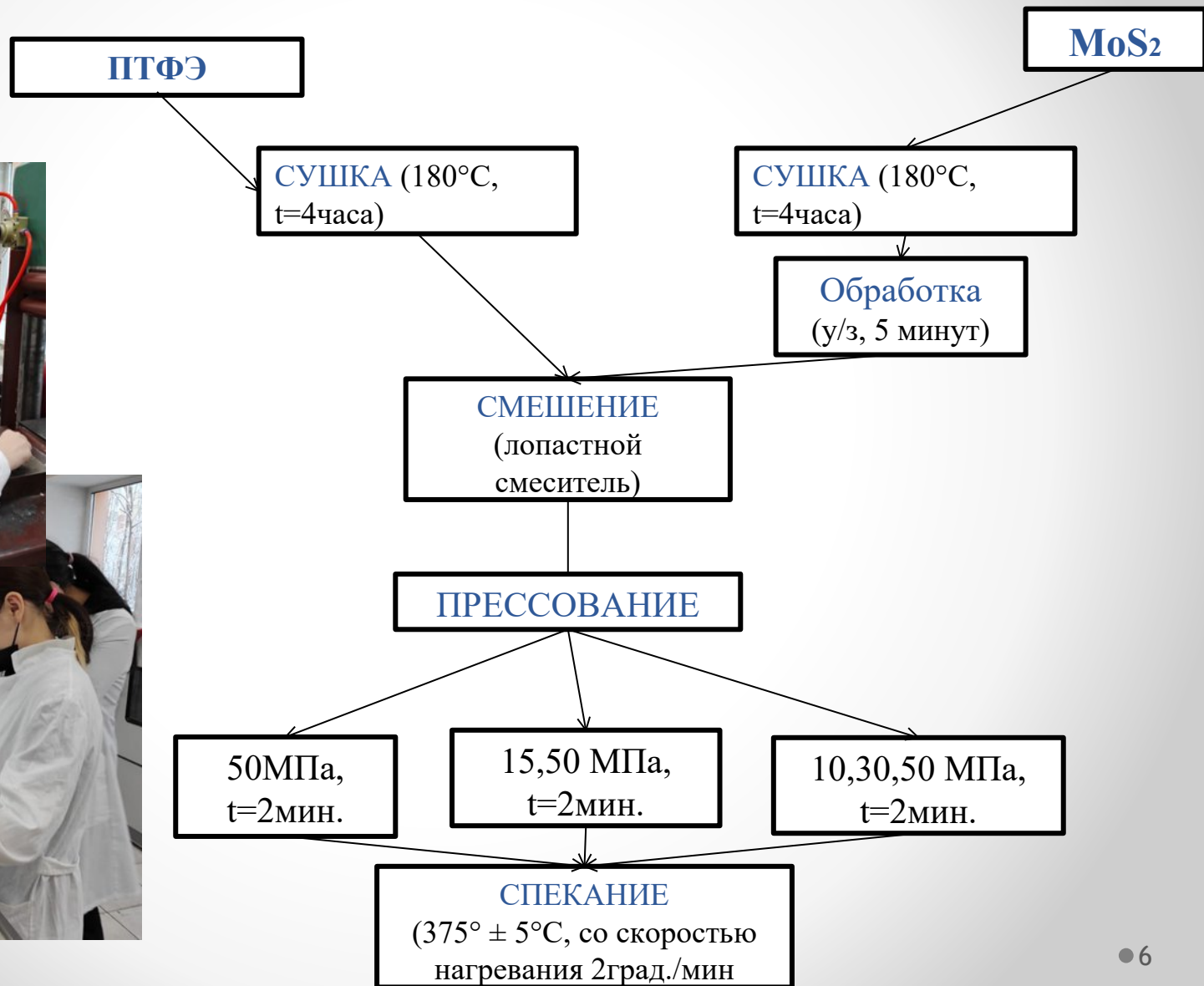


Схема получения ПКМ



Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись:

1. ПТФЭ марки ПН («ГалоПолимер», Россия) со средним размером частиц 90 мкм;
2. Дисульфид молибдена (MoS_2) с размером частиц ~ 1 мкм.

Характеристики	Метод	Аппарат, ГОСТ
Физико-механические	Испытание на растяжение	Autograf (Shimadzu, Япония), ГОСТ 11262-80
Термодинамические	Дифференциально сканирующая калориметрия	DSC 204 F1 Phoenix (NETZSCH, Германия)
Надмолекулярная структура	Растровая электронная микроскопия	JSM-7800F LV («JEOL», Япония)

Промышленно-выпускаемые композиты на основе ПТФЭ и разработанные ПКМ.

Материал	Документация	Добавки к Ф1	σ_r , МПа	ϵ_r , %	E , МПа	I , мг/ч	f
Ф4К20	ТУ 6-05-1413-76	20% кокса	12-15	60-120	1200	0,25-0,56	0,27
Ф4К15М5	ТУ 6-05-1413-76	15% кокса и 5% дисульфида молибдена	13-16	80-150	110	0,18-0,22	0,23
Ф4С15	ТУ 6-05-1413-76	15% стекловолокна	18-20	180-220	900	0,56-0,83	0,25
Ф4С15М5	ТУ 6-05-1413-76	15% стекловолокна и 5% дисульфида молибдена	18-20	150-200	-	0,69	0,2
Ф4К15УВ5	ТУ 6-05-041-781-84	15% кокса и 5% углеволокна	17-20	82-150	1760	-	0,26
Продукт №1	-	5% дисульфида молибдена, у/з	21-23	407-485	-	35,12	0,21
Продукт №2	-	5% дисульфида молибдена	22-25	456-574	-	20,31	0,24

Технология получения образцов ПКМ

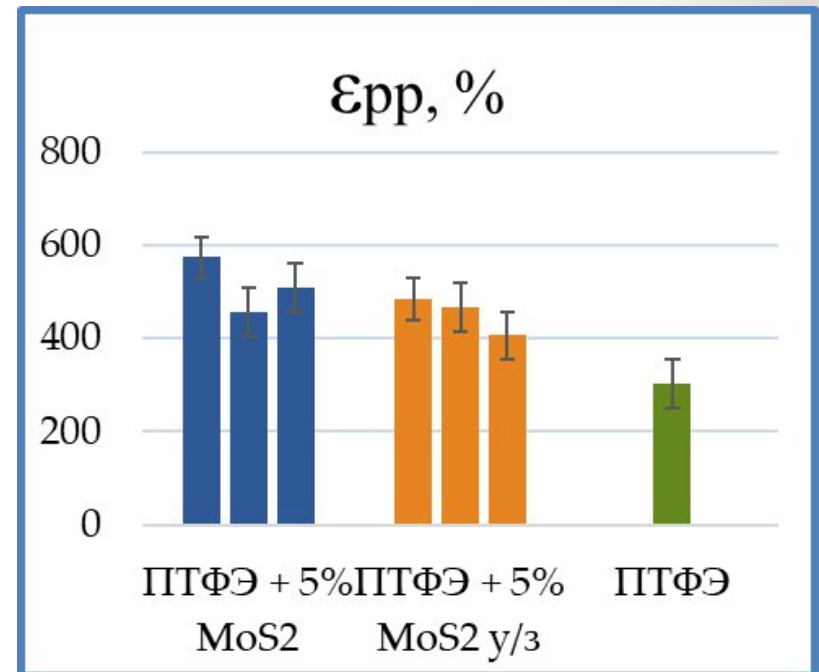
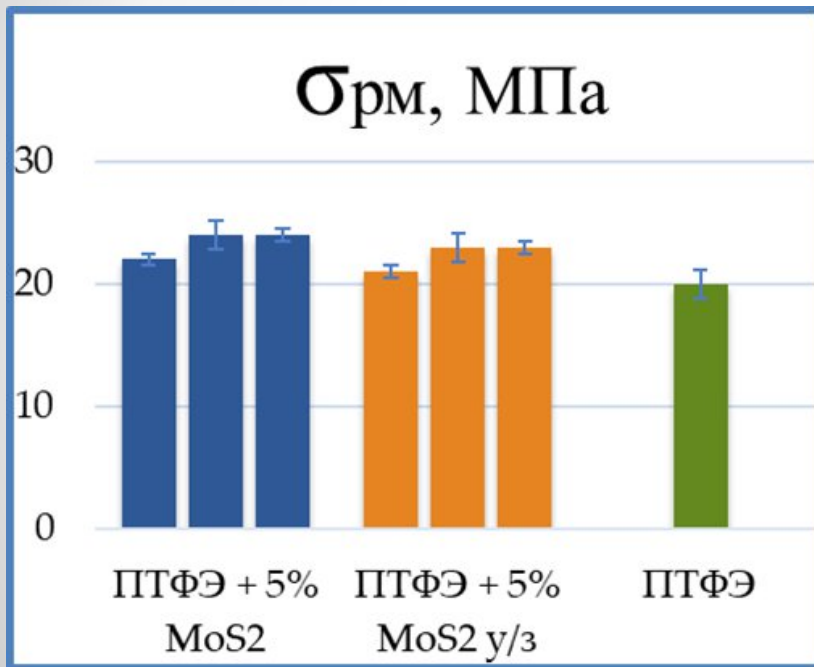
№ серии	№ образца	Образец	Удельное давление, МПа		
			1	2	3
I	1	ПТФЭ + 5% MoS ₂	50		
	2		15		50
	3		10	30	50
II	4	ПТФЭ + 5% MoS ₂ y/з	50		
	5		15		50
	6		10	30	50

Время выдержки при 50 МПа – 2 мин

Время y/з обработки – 5 мин

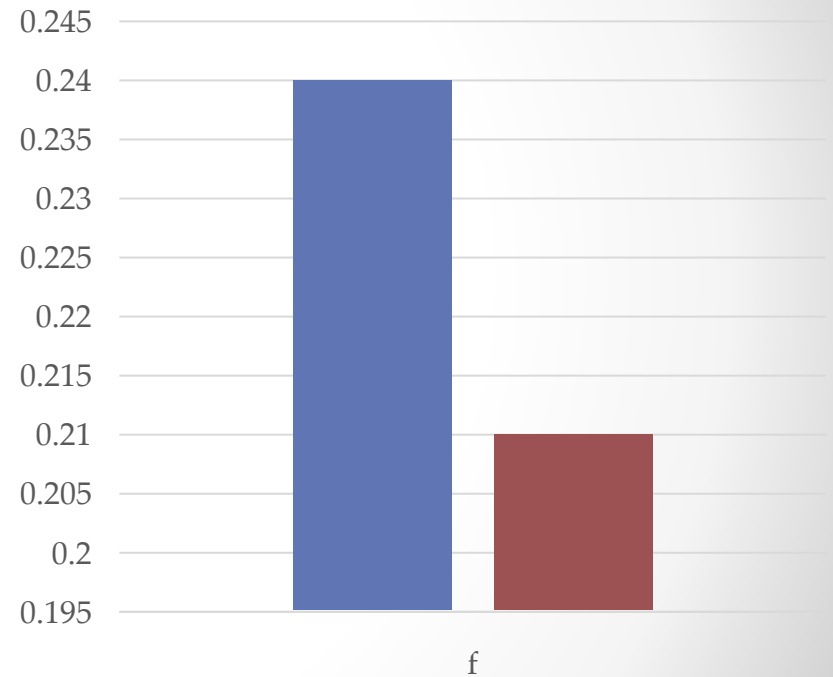
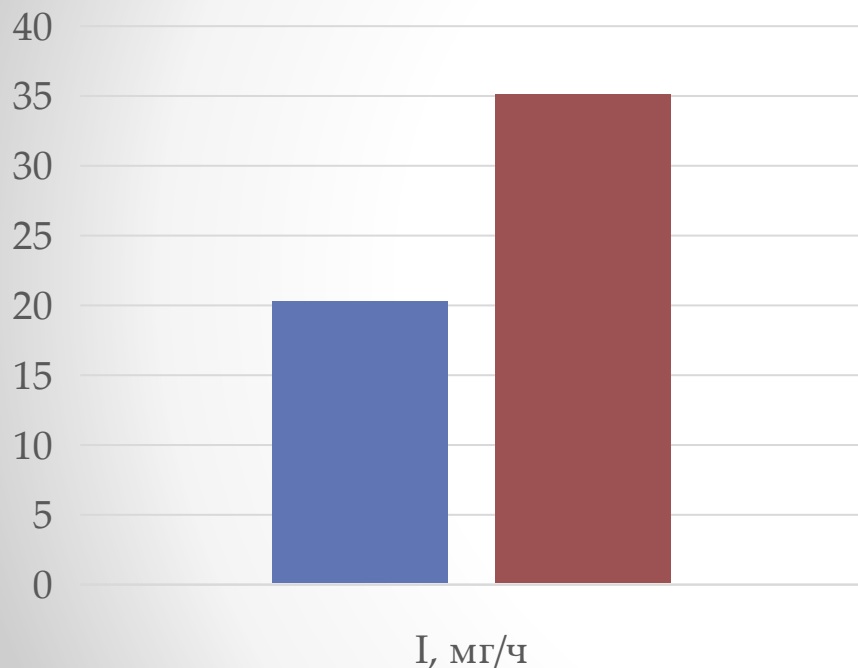
Время м/а – 2 мин при частоте 25 Гц

Физико-механические характеристики



Примечание: σ_{pm} - прочность при растяжении, ϵ_{pp} - относительное удлинение при разрыве, ρ - плотность.

Триботехнические характеристики



■ ПТФЭ + 5% MoS2 ■ ПТФЭ + 5% MoS2 y/z

■ ПТФЭ + 5% MoS2 ■ ПТФЭ + 5% MoS2 y/z

Примечание: I – скорость массового изнашивания, f – коэффициент трения.

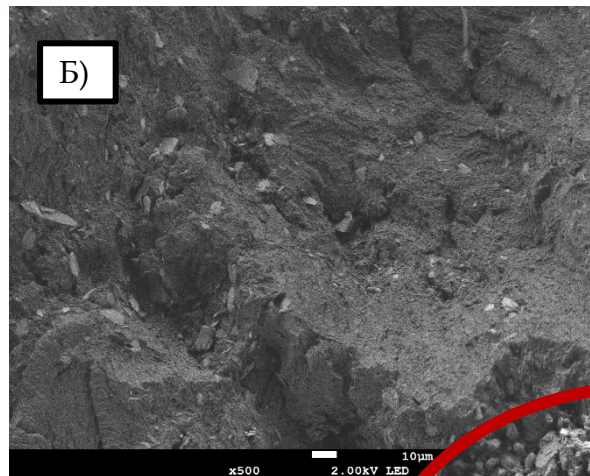
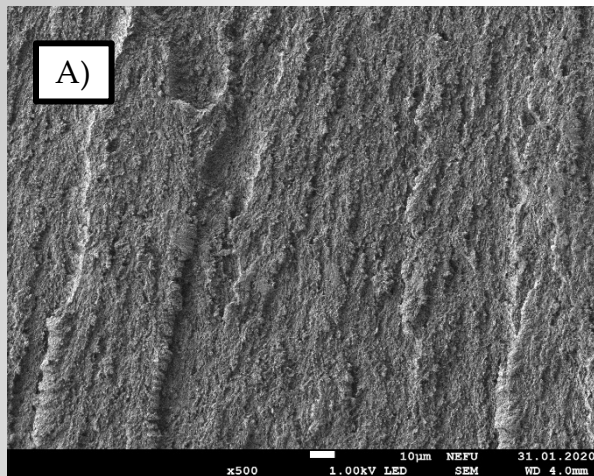
Условия трения: нагрузка-160Н; скорость вращения-0,2м/с

Термодинамические характеристики

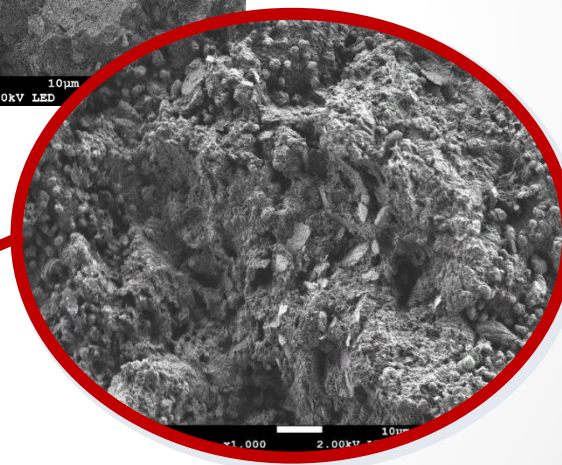
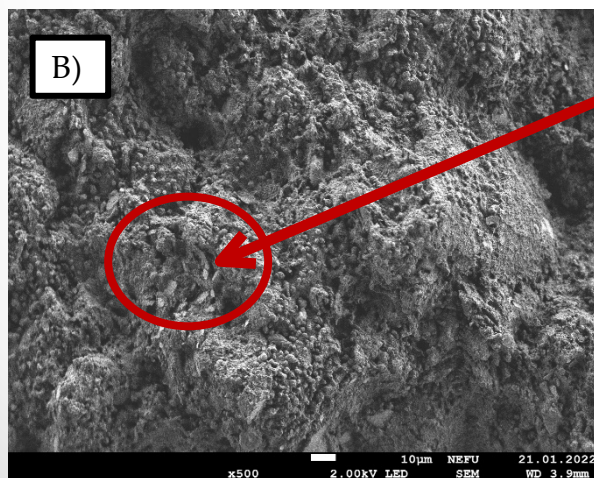
№	Образец	$T_{пл}, ^\circ\text{C}$	$\Delta H_{пл}, \text{Дж/г}$	$\alpha, \%$
0	Исходный ПТФЭ	332,8	34,33	41,87
1	ПТФЭ + 5% MoS ₂	333,9	35,51	43,31
2		333,1	35,43	43,21
3		334,4	38,43	46,88
4		335,0	34,86	42,51
5	ПТФЭ + 5% MoS ₂ у/з	334,1	39,41	48,06
6		334,2	34,08	41,56

Примечание: $T_{пл}$ – температура плавления, $\Delta H_{пл}$ – энтальпия плавления, α – степень кристалличности.

СНИМКИ РЭМ



А) Исходный ПТФЭ, x500;
Б) ПТФЭ + 5% MoS₂, x500;
В) ПТФЭ + 5% MoS₂ у/з,
x500;



Заключение

1. Был проведен литературный анализ на данную тему.
2. Гипотеза доказана, все цели достигнуты.
3. ПКМ, полученные ступенчатым прессованием, превосходят в прочности при растяжении на 9,5%, но обладают на 16-21% ниже относительным удлинением при разрыве. Физико-механические характеристики с активацией наполнителя изменились несущественно. Образцы с у/з активацией дисульфида обладают меньшей износостойкостью и коэффициентом трения по сравнению с образцами без активации, что можно объяснить дефектами в структуре материала.
4. Степень кристалличности, измеренный методом ДСК, повышается у образцов, полученных ступенчатым прессованием.

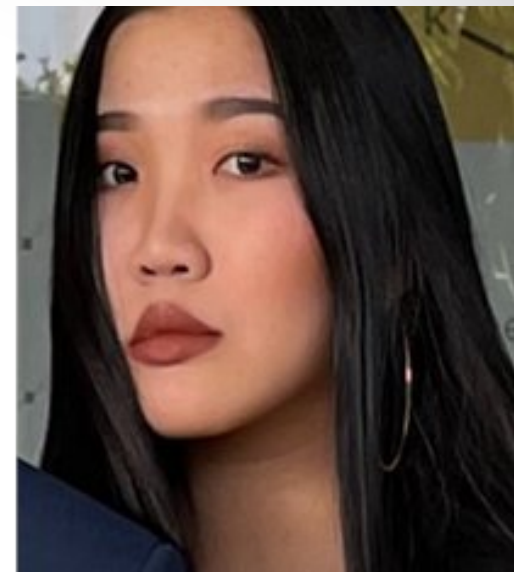
Список литературы

1. Люкшин Б. А. Дисперсно-наполненные полимерные композиты технического и медицинского назначения / Б. А. Люкшин [и др.]; отв. ред. А. В. Герасимов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2017. – 311 с.
2. Бузник В.М. Металлополимерные нанокомпозиты (получение, свойства, применение) / В.М. Бузник, В.М. Фомин, А.П. Алхимов; под редакцией Н.З. Ляхов. Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2005. 260 с.
3. Кропотин О. В. Влияние углеродных модификаторов на структуру и изно-состояемость полимерных нанокомпозитов на основе политетрафторэтиле-на/ О.В. Кропотин, Ю.К. Машков, В.А. Егорова, О.А. Кургузова; - Омск: Журнал технической физики, 2014. – 66 с.
4. <https://polimerinfo.com/ftoroplast/primenenie-ftoroplasta.html> ; дата обращения: 07.11.2021.
5. Бузник В. М. Фторполимерные материалы: применение в нефтегазовом комплексе //М.: Изд-во «НЕФТЬ иГАЗ» РГУ нефти и газа им. ИМ Губкина. – 2009.
6. Гракович П. Н. Новые материалы суперфлувис и форпласт./СА Хатипов и др //Поликомтриб-2007. Тезисы докладов международной научно-технической конференции. – Гомель: ИММС НАН Б. – 2007. – С. 27.
7. Гракович П. Н. и др. Проблемы применения композиционных материалов «ФЛУВИС» и «СУПЕРФЛУВИС» в компрессоростроении //Технические газы. – 2013. – №. 3. – С. 68-72.
8. Пантелеев К. В., Тявловский А. К., Жарин А. Л. Исследования пространственного распределения статического потенциала поверхностей трения металлополимерных сопряжений. – 2014.
9. Машков Ю.К., Байбарацкая М.Ю., Григорьевский Б.В. М38. Конструкционные пластмассы и полимерные композиционные материалы: Учеб. пособие. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2002. - 129 с.
10. Рекомендации по применению фторопластовых композитов для уплотнительных устройств/ О. А. Адрианова, А. В. Виноградов, Ю. В. Демидова [и др.]. Якутск: изд. ЯФ СО АН СССР, 1988. – 56 с.

КОМАНДА



- Собираение информации
- Изготовление образцов
- у/з активация наполнителя



- Обзор литературы
- Изготовление образцов
- М/а наполнителя

Спасибо за
внимание!