



additive
MINDED

Аддитивное производство функциональных изделий: управление свойствами 3D-печатных полимерных структур

Докладчики: д-р техн. наук, профессор,
действительный член Российской инженерной академии,
ведущий научный сотрудник
ОСП «Институт прикладных исследований Академии наук



Галиханов Мансур Флоридович

начальник отдела аддитивных технологий
ООО «Казанский агрегатный завод»
Хантимерова Юлия Мансуровна.

Рупластика-2026

27-30.01.2026 г.



Электропроводящие композиты



Водорастворимые изделия

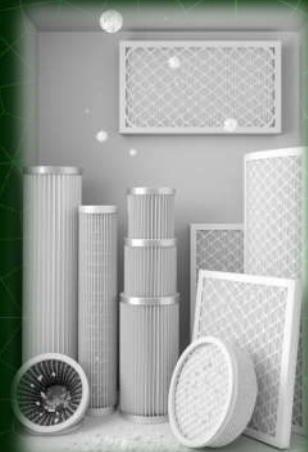
Современные технологии 3D-печати открывают новые горизонты для создания функциональных изделий на основе полимеров со специальными свойствами.

Для повышения эффективности и стабильности работоспособности изделий, напечатанных с помощью аддитивных технологий, необходимо создавать композиционные полимерные материалы с заранее заданными свойствами, в т.ч. вводить химические добавки, дисперсные частицы различной природы.

Филаменты для 3D-принтеров требуют создания специальной композиционной структуры!



Биоразлагаемые пластики



Фильтры и фильтроматериалы

Разработка и оптимизация композиционных филаментов и изделий на их основе



Для повышения эффективности и стабильности работоспособности 3D-печатных изделий необходимо создавать специальные композиционные филаменты

Стадии разработки изделия:

01 Выбор полимерной матрицы

Подбор физических и химических методов для улучшения характеристик исходных полимеров.

02 Создание полимерных композитов

Использование различных методов компаундирования для равномерного распределения химических добавок в полимерной матрице.

03 Экструзия композиционных филаментов.

04 Оптимизация процесса 3D-печати

Разработка 3D-моделей с программируемой пространственной архитектурой.
Изучение и оптимизация параметров FDM-печати для обеспечения наилучших свойств функциональных изделий.



Кейс: Энергонезависимые фильтры со сложной архитектурой



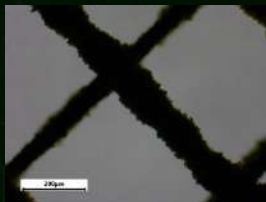
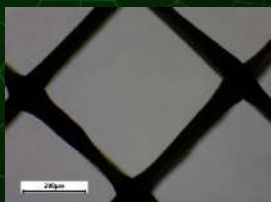
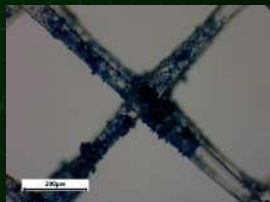
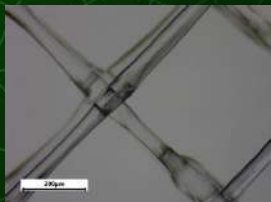
Создание фильтров со сложной архитектурой, использующих явление контактной электризации (трибоэлектризации) для повышения эффективности улавливания пылевых частиц.

Актуальность

Растущий запрос на технологии умной и адаптивной фильтрации, особенно для очистки воздуха в условиях низкого перепада давления, стимулирует поиск новых решений.

Ключевая Идея

Целенаправленное использование эффекта самозаряда, возникающего при трении волокон между собой и стенками фильтра, для активного управления процессом электростатического улавливания.

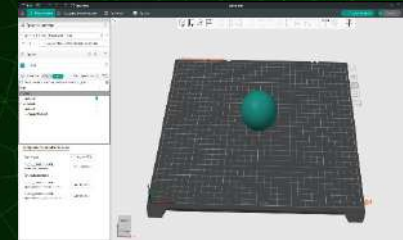
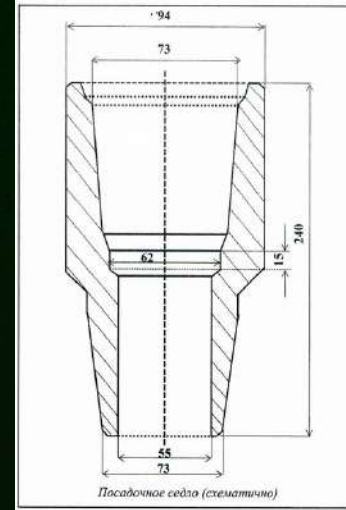
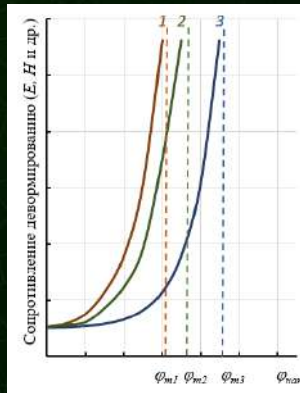


Для повышения фильтрационной эффективности промышленных материалов рекомендуется применять 3D-напечатанные двухкомпонентные сетчатые структуры с заданной пространственной архитектурой и рецептурой.

Кейс: 3D-печать растворимых шаров для нефтяной промышленности



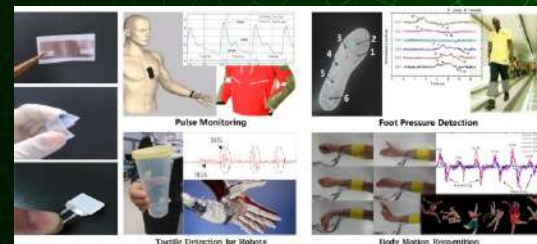
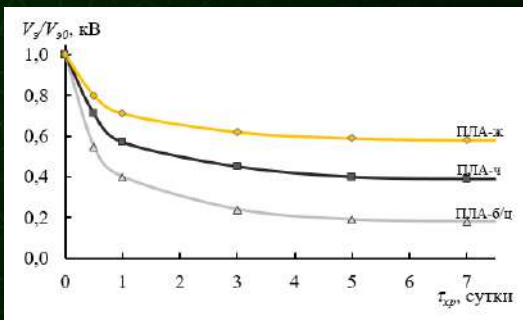
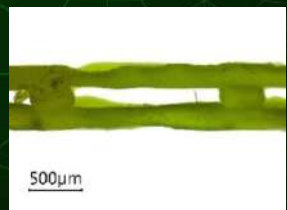
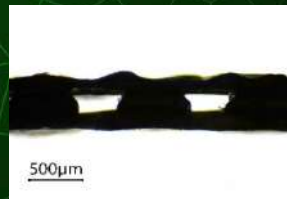
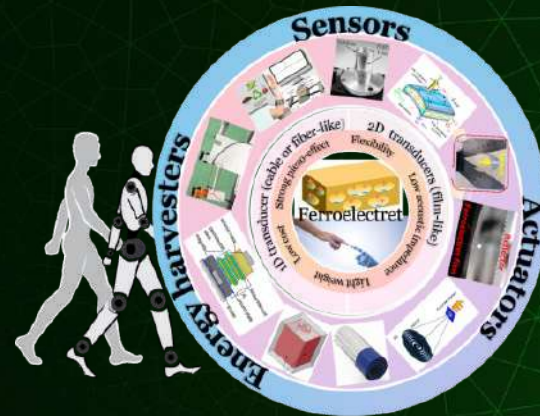
В процессе добычи нефти насосно-компрессорные трубы (НКТ) изнашиваются. Одним из способов тестирования герметичности колонны НКТ перед запуском является их опрессовка под избыточным давлением. Наиболее перспективным методом опрессовки НКТ является спуск колонны труб с опрессовочным седлом и последующим применением растворимого шара. Как правило, в качестве материалов шара предлагают магний-алюминиевый сплав с легирующими добавками. Для изготовления растворимых шаров в опрессовке НКТ могут быть использованы полимерные композиты. Достижения в области аддитивных технологий (АТ) открывают новые перспективы для следующего поколения проектирования и производства композитных шаров, которые обладают пространственно оцифрованной структурой.



Варьируя рецептуру материала полимерного композиционного водорастворимого шара можно с точностью до минуты регулировать общее время работы растворимого шара, включая время выдержки во время опрессовки.



Полимерные материалы остаются основными материалами для изготовления электретов, применяемых в различных приборах и устройствах электроники. Их использование наблюдается в таких устройствах, как микрофоны, сенсоры, датчики и т.д. С применением дисперсных (в т.ч. нано-) частиц, можно добиться значительного улучшения электретных свойств полимеров. 3D-печать открывает новые возможности для создания сложных конструкций из полимерных материалов. Однако в контексте получения полимерных электретов присутствует нехватка филаментов с заданной рецептурой. Это связано с трудностями в их производстве и необходимостью оптимизации состава композиции для конкретных целей применения.

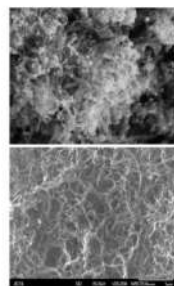


Пластины, напечатанные из композитных филаментов, демонстрируют лучшие электретные и пьезоэлектрические характеристики. Воздушные полости в объеме пластинок способствуют увеличению стабильности заряда электретов. Заданный характер микроструктуры и состава филаментов при создании полимерных электретов с заданными свойствами значим для применения в сенсорной и энергетической электронике.

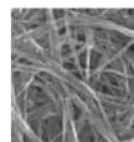
Кейс: полимерные композиционные материалы с заданными электрофизическими свойствами



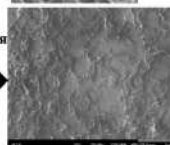
Решаемая проблема: сложность равномерного распределения углеродных нанотрубок (УНТ) в объеме материала из-за склонности нанотрубок к образованию агломератов и наличию в исходных нанотрубках примесей (различные формы углерода и остаточные частицы металлического катализатора)



Очистка

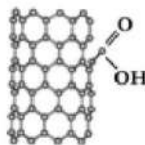


Функционализация

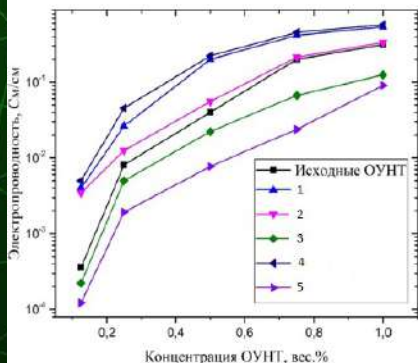


Очистка и функционализация приводят к снижению собственной проводимости УНТ!

Дилемма: обеспечение равномерности распределения и высокой электропроводности!



Исследование электропроводности образцов композиционного материала



Концентрация ОУНТ (вес. %)			1	0,75	0,5	0,25	0,125
Образцы			Электропроводность ($\text{Cm/cm} \cdot 10^{-3}$)				
1 (Исх.)	2	↑	310	200	40	8,1	0,36
2	3	↑	333	213	55,6	12,5	3,5
3	4	↑	538	417	200	28,3	4
4	5	↓	125	68,7	22,2	5	0,22
5	6	↓	571	455	222	45,5	5
6	7	↓	90,8	23,8	7,09	1,92	0,12

Обнаружено, что в зависимости от состава окислителя, применяемого при термохимической обработке углеродных нанотрубок, электропроводность композитов на их основе может отличаться при заданной концентрации в 1,5-40 раз.

Стабильность дисперсии углеродных нанотрубок



6 часов



12 часов



3 мес.



6-12 мес.

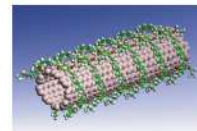
Практическое применение полимерных композиционных материалов с заданными электрофизическими свойствами



Варианты:

- печать оснастки для гальванопластики
- гибридные изделия (металл/композит)
- антистатические корпуса
- нагреваемые элементы (за счет токопроводящего покрытия)

Использование легирующих добавок на основе модифицированных углеродных нанотрубок



Токопроводящий
филамент
для 3D-принтера с
требуемым уровнем
электропроводности



Металлизированные
детали (3D-печать +
гальванопластика)



Токопроводящие
покрытия





Спасибо за внимание!

Галиханов Мансур Флоридович

тел. +7-987-298-00-09

e-mail: mgalikhanov@yandex.ru

Хантимерова Юлия Мансуровна

тел. +7-904-673-58-13

e-mail: proba_pera91@mail.ru

Работа выполняется за счет гранта Фонда науки и технологий Республики Татарстан на осуществление фундаментальных и поисковых исследований в научных и образовательных организациях, предприятиях и организациях реального сектора экономики Республики Татарстан на 2025-26 гг.