

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль 03.06.01 Физика и астрономия/Физика  
конденсированного состояния  
Школа Исследовательская школа химических и биомедицинских технологий  
Отделение НИЦФМКМ ИШХБМТ

**Научный доклад об основных результатах подготовленной  
научно-квалификационной работы**

Тема научного доклада
Исследование влияния магнетитосодержащих наполнителей на структуру, электрофизические и биологические свойства гибридных биodeградируемых волокнистых скэффолдов на основе поли-3-оксибутирата

УДК 615.45-045.72-037.47:678.674

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A9-08	Прядко Артём		

Руководитель профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Консультант ОЭФ ИЯТШ	Чернов И.П.	д.ф.-м.н., профессор		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Директор НИЦФМКМ ИШХБМТ	Сурменев Р.А.	д.т.н., доцент		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Директор НИЦФМКМ ИШХБМТ	Сурменев Р.А.	д.т.н., доцент		

Томск – 2023 г.

Разработка магнитоактивных биоматериалов на основе пьезополимеров представляет большой интерес для тканевой инженерии, поскольку они объединяют в себе преимущества пьезоэлектрической и магнитоактивной стимуляции, что может способствовать улучшению регенерации и функциональности тканей. Магнитоактивные биоразлагаемые биоматериалы на основе пьезополимеров предлагают многообещающие возможности для эффективного и точного управления процессами регенерации тканей. Их способность деградировать с течением времени, в сочетании с возможностью генерирования электрических зарядов при механическом воздействии, позволяет создавать материалы, способные электрически стимулировать клетки и оказывать положительное воздействие на регенерацию тканей. Такой подход представляет перспективу для разработки более эффективных и функциональных методов восстановления тканей и органов, с целью улучшения качества жизни пациентов и создания новых возможностей в области медицины и здравоохранения.

В рамках диссертационного исследования были получены следующие основные результаты:

1) Были получены магнитные наполнители (МН) на основе магнетита и восстановленного оксида графена методом соосаждения. Полученные МН обладают различным размером, составом и модификацией поверхности. Наночастицы магнетита имеют близкий диаметр и размер кристаллитов, но разный химический состав поверхности. Наночастицы имеют в своем составе фазы оксида железа отличные от магнетита. Субмикро частицы представляют собой чистый по фазе магнетит с большими диаметрами и размерами кристаллитов.

2) Показано влияние размера, фазового состава частиц и химического состава поверхности на их магнитные свойства. Так, субмикронные частицы, представляющие собой чистофазный магнетит, показали наибольшие значения намагниченности насыщения. В случае наноразмерных частиц, обладающих близким диаметром, было показано, что функционализация поверхности ЛК приводит к уменьшению намагниченности насыщения.

3) Оптимизированы параметры электроформования для получения волокнистых скэффолдов на основе ПОБ с выраженными магнитными свойствами.

4) Установлено, что введение МН в полимерную матрицу не оказывает существенного влияния на морфологию и средний диаметр волокон.

5) Выявлено, что присутствие МН в полимерной матрице приводит к снижению подвижности полимерных цепей и ограниченному росту ламелей, что, в свою очередь приводит к снижению кристалличности скэффолдов. Показано, что размер частиц оказывает влияние на степень кристалличности: добавление наночастиц магнетита в полимерную матрицу незначительно снижает степень кристалличности, в то время как при добавлении субмикронных частиц снижение кристалличности имеет более выраженный характер. Введение композитных частиц на основе

магнетита и восстановленного оксида графена приводит к незначительному снижению степени кристалличности

6) Установлено, что электроформование волокнистых скэффолдов сопровождается окислением и фазовым превращением магнетита в маггемит. Показано, что стойкость частиц к фазовому превращению магнетит-маггемит определяется размером частиц, их кристаллической структурой и функционализацией поверхности. Субмикронные частицы с более совершенной кристаллической структурой демонстрируют устойчивость к фазовому превращению. Наночастицы проявляют различную устойчивость к фазовому превращению в зависимости от наличия защитного слоя ЛК на поверхности. Наночастицы без покрытия ЛК подвергаются наиболее сильному окислению.

7) Изменение фазового состава частиц внутри волокон оказывает влияние на магнитные свойства композитных скэффолдов. Использование субмикронных частиц, устойчивых к фазовым превращениям позволяет получить скэффолды с наибольшими значениями намагниченности насыщения среди всех композитных скэффолдов.

8) Введение композитных наполнителей  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -ВОГ приводит к увеличению потенциала поверхности микроволокон и не оказывает существенного влияния на латеральную и вертикальную составляющие локального эффективного пьезоотклика микроволокон ПОБ.