

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе

Лю Имина «Композиционные полимерсодержащие покрытия с регулируемыми поверхностными свойствами, осаждаемые из активной газовой фазы», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите

В диссертационной работе Лю Имина «Композиционные полимерсодержащие покрытия с регулируемыми поверхностными свойствами, осаждаемые из активной газовой фазы» представлены результаты исследования структуры гидрофобных / супергидрофобных покрытий на основе кремнийорганических соединений и фторсодержащих полимеров, гидрофильных слоев на основе микрокристаллической целлюлозы, а также особенности структурных превращений в слоевых кальций- и фосфорсодержащих покрытиях, приводящих к формированию гидроксиапатита.

Диссертационная работа соответствует отрасли технических наук, так как направлена на решение прикладных технических и технологических задач.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния в следующих пунктах областей исследований:

п.1. Методы получения, измерения параметров и модификации материалов (физические и технические аспекты);

п.2. Элементный и фазовый состав, структура и физические свойства конденсированных сред;

п.4. Химические связи в конденсированных средах. Свойства конденсированных сред с дефектами структуры;

п.5. Изменение состава, структуры и свойств конденсированных сред внешними воздействиями;

п.8. Физика и техника диспергированных и композиционных материалов.

Объекты, цели и задачи выполненных исследований, использованные экспериментальные методы и методики, полученные результаты соответствуют тематике специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

2. Актуальность темы диссертации

Осаждение однокомпонентных и композиционных покрытий при воздействии потока низкоэнергетических электронов на неорганические и органические мишени является эффективным способом придания материалам заданного комплекса поверхностных свойств. При этом физико-

механические характеристики объемных слоев таких материалов не претерпевают заметных изменений. Диссертационная работа посвящена разработке способов придания материалам заданных поверхностных гидрофобных / гидрофильных свойств, а также рассматривается возможность самопроизвольного синтеза покрытий со сложной структурой (гидроксиапатит) в результате сорбирования тонкослойной системой атмосферной влаги. Гидрофобные / супергидрофобные покрытия перспективны при создании мембран для разделения различных жидкостей, в частности, для использования в системах дистилляции воды. Интерес представляют гидрофильные материалы, способные длительное время высвобождать требуемые активные соединения. Диапазон их использования не ограничивается только сферой медицины. Применение таких покрытий может быть интересно при создании упаковочных материалов и др. В работе Лю Имина предложен способ формирования слоя гидроксиапатита. Покрытия гидроксиапатита применяют для обеспечения высокого адгезионного взаимодействия кости с металлическим имплантатом. При этом разработанный в диссертационной работе метод не предусматривает высокого термического воздействия на материал подложки. Все выше отмеченное определяет высокую научную и практическую ценность выполненных в диссертационной работе Лю Имина исследований и их актуальность.

3. Степень новизны результатов, полученных в диссертации, и научных положений, вынесенных на защиту

Сформулированные в диссертационной работе Лю Имина научные положения и выводы соответствуют критериям новизны.

Впервые теоретически обоснована возможность и получены электронно-лучевым диспергированием гидрофобные покрытия на основе низкомолекулярных кремнийорганических и фторсодержащих высокомолекулярных соединений, определена их структура и поверхностные свойства.

Впервые получены супергидрофобные композиционные покрытия в процессе иницируемого потоком электронов экзотермического взаимодействия частиц металлического магния с молекулами фторсодержащих полимеров и кремнийорганической смолы. Обоснована возможность регулирования гидрофобных свойств покрытий на основе ПТФЭ введением в состав мишени соединений железа и алюминия, экзотермически взаимодействующих друг с другом.

Впервые методом электронно-лучевого диспергирования получены сшитые гидрофильные покрытия на основе микрокристаллической целлюлозы, исследованы их молекулярная структура и свойства, влияние термической обработки на процесс образования в объеме покрытия углеродных частиц.

Обоснована конструкция и состав многослойных покрытий, структура которых в биологических средах трансформируется в структуру гидроксиапатита.

Таким образом, полученные в диссертационной работе результаты исследований и выносимые на защиту положения обладают научной новизной и вносят вклад в область физики конденсированного состояния.

4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные выводы диссертационной работы обоснованы и достоверны. Достоверность результатов подтверждается квалифицированным комплексным применением современных методов исследования молекулярной структуры и свойств тонких покрытий (ИК спектроскопии, растровой электронной, атомно-силовой микроскопии, РФЭС, рентгеноструктурным анализом и др.), обоснованной, соответствующей современным представлениям материаловедения и физики конденсированного состояния, интерпретацией экспериментальных данных.

Практические рекомендации, разработанные в диссертационной работе Лю Имина, подтверждены результатами промышленной проверки, а также результатами лабораторных и клинических исследований в КНР.

Все основные положения диссертации, сформулированные выводы научно обоснованы, прошли рецензирование при опубликовании в ведущих международных специализированных журналах, докладывались и обсуждались на международных конференциях.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию

Научная значимость результатов диссертационной работы заключается в установлении особенностей формирования гидрофобных покрытий на основе низкомолекулярных кремнийорганических соединений и фторсодержащих полимеров, супергидрофобных покрытий в результате экзотермического взаимодействия компонентов мишени, содержащей металлический магний, фторполимеры и кремнийорганическую смолу, покрытий на основе микрокристаллической целлюлозы, их молекулярной структуры и свойств, обосновании конструкции и состава многослойных покрытий, структура которых в биологических средах трансформируется в структуру гидроксиапатита.

Практическая значимость состоит в разработке технологических приемов нанесения и химических составов для формирования кремнийорганических покрытий с изменяющимися в широких пределах поверхностными свойствами: от супергидрофобных (при модифицировании галогенсодержащими полимерами, магнием) до гидрофильных (при плазменной обработке, модифицировании оксидами металлов), методике формирования гидрофильных покрытий на основе целлюлозы, способных длительное время высвобождать в водную среду активные соединения.

Социально-экономическая значимость заключается в повышении скорости срастания имплантата с костной тканью при нанесении на изделие медицинского назначения разработанной многослойной системы, трансформирующейся в гидроксиапатит. Результаты диссертационной работы были использованы для модифицирования изделий медицинского назначения при выполнении проектов «Intergovernmental Cooperation Projects in the National Key Research and Development Plan of the Ministry of Science and Technology of PRC (№ 2016YFE0111800) and Nanjing University of Science & Technology Independent Research Project (№ 30919013301)», и разработанные в рамках данного проекта технологические решения прошли клинические испытания, подтвердившие перспективность предложенного подхода.

6. Полнота опубликования основных положений, результатов диссертации в научной печати

По опубликованности результатов диссертационная работа полностью соответствует требованиям ВАК. Основное содержание диссертации изложено в 11 статьях, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, из которых 9 статей соответствуют п. 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий, а также в 2 статьях материалов научных конференций.

Общий объем работ составил 8,1 авторских листов.

7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Диссертационная работа Лю Имина является законченной научно-исследовательской работой, которая выполнена автором самостоятельно, по объему и содержанию соответствует требованиям п.п. 20, 24, 26 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий.

Диссертационная работа включает в себя введение, общую характеристику работы, шесть глав с краткими выводами, заключение, библиографический список и приложения. Объем диссертации составляет 161 стр., включая 76 стр. текста, 45 рисунков на 41 стр., 17 таблиц на 15 стр., библиографический список из 212 наименований на 16 стр., список публикаций соискателя из 13 наименований на 2 стр. и 2 приложений на 5 стр. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК, материал диссертационной работы изложен логично, без существенных погрешностей, затрудняющих чтение рукописи.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы, включает выводы и положения, которые выносятся на защиту.

8. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Качество изложения материала диссертации, точность и логичность сделанных в работе выводов, высокий научный уровень публикаций, в которых изложены основные результаты диссертационной работы свидетельствуют о высоком уровне научной квалификации автора Лю

Имина, который соответствует требованиям, предъявляемым к соискателям ученой степени кандидата технических наук.

9. Замечания по диссертации

1. Незначительные замечания по оформлению.
2. Использование магния позволяет осаждать супергидрофобные покрытия. При этом в диссертационной работе отсутствует описание механизма влияния металла на структуру и, соответственно, гидрофобные свойства.
3. В работе отсутствует методика разложения составных полос РФЭС на отдельные составляющие полосы или ссылка на нее.
4. Предложенный процесс экзотермического осаждения покрытий на основе ПТФЭ является крайне неравновесным, при этом в работе отсутствует информация о воспроизводимости свойств осаждаемых слоев. Необходимо указать погрешность в определении краевых углов смачивания.

Следует отметить, что указанные замечания не снижают научную значимость представляемой работы.

10. Заключение

Диссертационная работа Лю Имина «Композиционные полимерсодержащие покрытия с регулируемыми поверхностными свойствами, осаждаемые из активной газовой фазы» является завершенным квалификационным исследованием, соответствует специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния и по новизне, практической и социальной значимости отвечает требованиям п.21 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Считаю, что Лю Имин заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния за новые научно обоснованные результаты, включающие:

- установление закономерностей формирования композиционных гидрофобных / супергидрофобных покрытий из летучих продуктов электронно-лучевого диспергирования кремнийорганических соединений, в том числе жидких, фторсодержащих полимеров и магния, определение их структуры и краевых углов смачивания;
- установление особенностей структуры и свойств гидрофильных покрытий на основе микрокристаллической целлюлозы, формируемых потоком низкоэнергетических электронов, структурных превращений в двухслойных системах на основе микрокристаллической целлюлозы и оксида фосфора (V), повышающих стойкость целлюлозного слоя к растворению в водных средах и термодеструкции;
- установление закономерностей формирования состав и структуру многослойных покрытий на основе кремнийорганических соединений, Mg,

CaH_2 , P_2O_5 и Zn , трансформирующихся в кристаллические формы гидроксиапатита при выдержке в SBF растворе;

– установление особенностей структуры и смачиваемости различными жидкостями покрытий на основе ПТФЭ, при нанесении которых в состав мишени вводятся соединения железа и алюминия, экзотермически взаимодействующих друг с другом под действием потока электронов.

что в совокупности позволило:

– разработать новые способы придания материалам заданных гидрофобных (супергидрофобных) / гидрофильных свойств путем научно обоснованного регулирования состава мишеней при нанесении тонких покрытий на основе кремнийорганических соединений и фторполимеров;

– разработать способ получения на поверхностях различных изделий тонкого слоя гидроксиапатита без высокотемпературной обработки.

Полученные в диссертационной работе результаты в совокупности вносят заметный вклад в развитие физики конденсированного состояния.

Официальный оппонент

начальник Центра 2.1. «Электронных технологий и технической диагностики технологических сред и твердотельных структур» Научно-исследовательской части БГУИР, к.т.н., доцент

С.М. Завадский

ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ

Старший инспектор по кадрам отдела кадров

Евгений Михайлович
(подпись) (Ф.И.О.)

05.12.2022 г.

