

ОТЗЫВ

официального оппонента
о диссертации Айдемир Тимура
«Композиты на основе наночастиц FeCo: получение, структура и свойства»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.6.17 «Материаловедение» (технические науки)

Актуальность темы исследований

Последние годы характеризуются резким увеличением числа работ в области функциональных наноматериалов, среди которых значительное место занимают магнитные материалы на основе биметаллических наночастиц, обладающие широким комплексом практически-полезных свойств: магнитных, механических, трибологических и других.

К настоящему моменту известны самые разнообразные методы получения указанных композитов. Однако большинство из них являются многостадийными и включают целый ряд последовательных операций, что значительно снижает выход целевого продукта, повышает трудоемкость и его стоимость. Немаловажно, что многие полученные металлосодержащие полимерные нанокомпозиты имеют в своем составе один металл, что отражается на функциональных и эксплуатационных свойствах наноматериалов. В этой связи диссертационная работа Т. Айдемир, посвященная разработке малостадийных способов получения биметаллических наночастиц и установлению особенностей структуры, состава и физико-химических, механических, функциональных свойств нанокомпозиционных материалов на их основе, без сомнения, является актуальной.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа Тимура Айдемир посвящена получению новых нанокомпозитов на основе металлов Fe/Co, идентификации фазового состава и микроструктуры образцов нанокомпозитов и металлополимеров, а также получению материалов путем последующего введения последних в расплав из гранулированного полиэтилена высокого давления.

Широкий обзор литературы, проведенный автором, позволил обобщить методы получения и применения материалов, включающих наночастицы FeCo, в том числе,

в N-допированной карбонизированной оболочке. Показаны достоинства и перспективы способов синтеза металлосодержащих нанокомпозитов путем термолиза полимерных металлосодержащих комплексов. Представлена роль азота в улучшении физико-химических свойств углеродных нанокомпозитов. Проанализированы математические подходы к оценке вязкостного трения материалов, которые в дальнейшем применялись автором в выполненном диссертационном исследовании.

Автором впервые получены биметаллические полимерные нанокомпозиты методом фронтальной полимеризации путем превращения мономера FeCoAAm в полимер FeCoPAAm в локализованном реакционном объеме в режиме послойной передаче тепла. В результате происходило термическое инициирование самораспространяющейся полимеризации, преимуществами которой являются чистота полученных продуктов, скорость реакции и отсутствие инициаторов. Последующая процедура термолиза позволила получить наночастицы в углеродной матрице, допированной атомами азота. Следует отметить эффективность способа получения нанокомпозита термолизом металлосодержащего полимера FeCoPAAm в изотермических условиях при $400\text{ }^\circ\text{C}$. Электронно-микроскопические исследования и РФА анализ подтвердили образование сферических наночастиц FeCo и наличие азота в углеродной оболочке. Полученные высокодисперсные (нанодисперсные) порошки металлов в последующем вводились в расплав ПЭВД. Полученные образцы исследовались спектральными методами, РФА, определены их механические, теплофизические, термические и деформационно-прочностные, трибологические, магнитные и реологические свойства.

Использование в настоящей работе сокристаллизатов акриламидных комплексов нитратов Fe(III)Co(II) для получения полимерных материалов как прекурсоров наночастиц является технологически выгодным, поскольку позволяет получать биметаллические наночастицы FeCo в углеродной оболочке, допированной азотом, без каких-либо внешних инициаторов или активаторов.

Следует отметить, что уровень экспериментов вполне соответствует уровню современного состояния экспериментальных возможностей и отвечают требованиям постановки задач диссертационной работы. Известные научные методы достаточно

корректно используются автором диссертационной работы при обосновании полученных результатов. Таким образом, рецензируемая работа представляет собой комплексное исследование, включающее в себя решение научных и прикладных задач.

Научная новизна

1. Разработан новый подход для получения биметаллических нанокompозитных материалов на основе наночастиц FeCo в углеродной матрице, допированной атомами азота, включающий формирование полимерной матрицы in-situ и наночастиц металлов в ходе фронтальной полимеризации акриламидных комплексов металлов с последующим термолизом и доказан путь протекания таких реакций.

2. Продемонстрирована антифрикционная и демпфирующая способность полиакриламидных комплексов металлов композиционных материалов на основе наночастиц FeCo/C-N в ПЭВД матрице.

3. Для суспензий на основе наночастиц и полиальфаолефина определена область интенсивного увеличения относительной вязкости - 0,1-1 Гц, что важно при эксплуатации устройств, построенных на реологических эффектах материалов.

Практическая значимость диссертационной работы

Экспериментальные данные подтвердили, что полученные магнито-реологические жидкости на основе наночастиц FeCo/C-N способны заметно повышать вязкость растворителя в диапазоне от 0,1 до 1 Гц, что позволяет их использовать для низкочастотных демпфирующих устройств. Проведенные исследования дают возможность оказывать влияние на формирование нанокompозитов с заданным набором свойств. Установлены основные режимы изменения технологических и эксплуатационных характеристик получаемых нанокompозитов.

Практический интерес представляет также разработанная концепция модели демпфирующего устройства на магнито-реологической жидкости с управляемой демпфирующей способностью, которая может позволить осуществлять

эффективное гашение низкочастотных колебаний с возможностью механической подстройки демпфирования.

Достоверность результатов, научных положений и выводов подтверждается использованием научно-обоснованных методик синтеза и обработки результатов эксперимента. Для решения поставленных в диссертационной работе задач был использован широкий комплекс современных методов исследования материалов, позволивший изучить основные химические реакции, протекающие при синтезе металлосодержащих мономеров, их полимеризации и последующего получения высокодисперсных частиц. Материалы диссертации докладывались на различных конференциях. По результатам работы опубликованы 4 научные статьи в рецензируемых научных журналах с международной системой цитирования и 1 статья в журнале из перечня ВАК, а также 7 тезисов докладов.

Замечания по работе

1. Автор упоминает, что на дифрактограмме нанокompозита FeCo/C-N, синтезированного при 673 К (рис. 3.3), присутствует широкое дифракционное гало в области 2θ от 20° до 30° и $60-70^\circ$ могут быть отнесены к карбонизированной полимерной оболочке, однако не обсуждается, для каких форм углерода характерен подобный вид дифрактограмм. Представляло бы интерес дополнить трактовку полученных результатов более детальным описанием углеродных структур, а также привести описание модельных структур, наиболее близких к полученным результатам.

2. По данным элементного анализа автором установлено наличие азота в структуре углеродной матрицы, однако не обсуждается его влияние на физико-химические свойства композитов.

3. В работе нет обоснования выбора температурного режима (400°C), при котором проводили термолиз полимерных комплексов с целью получения нанокompозитов. Экспериментальные результаты смотрелись бы убедительнее в случае проведения температурных испытаний полимерных комплексов.

4. В работе не приведен сравнительный анализ трибологических и реологических испытаний, разработанных автором ПЭВД-материалов, наполненных полимерным комплексом FeCoPAAm и нанокompозитом FeCo/C-N.

5. В диссертации упоминается, что энтальпия плавления нанокomпозитов (рисунок 3.19) снижается с увеличением концентрации наполнителя, однако не дается комментариев относительно отклонения экспериментальных значений от аппроксимирующей убывающей функции при концентрациях от 5 до 8 % от концентрации FeCo/C-N.

6. В тексте диссертации обнаружены недостатки оформления:

6.1. Рис. 1.28 (стр. 38), рис. 1.5 (стр. 20), рис. 3.16 (стр. 97) – нечеткие иллюстрации.

6.2. Опечатки на стр. 13 «коррелирующих», стр. 47 «минимизации».

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертации и служат пожеланием продолжения работ в этой интересной с научной и практической точки зрения области современного материаловедения.

Следует отметить, что автором выполнено оригинальное исследование, сочетающее современные экспериментальные методы исследования свойств наноразмерных объектов и различные способы анализа данных. Данная работа обогащает научные представления о биметаллических полимерных нанокomпозитах в целом.

Заключение

Представленная диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне, написана технически грамотным языком и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложена научно-обоснованные технические и технологические решения разработки функциональных композиционных материалов.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 7 научно-технических конференциях, опубликованы в 5 научных работах, из них 1 - в издании, входящем в перечень ВАК и 4 - в журналах, включенных в международные системы цитирования.

Полученные автором результаты достоверны, положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, надежно обоснованы и достоверны. Автореферат и опубликованные работы в научных журналах полностью передают основное содержание диссертации. По научному уровню,

полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Айдемир Тимур заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. «Материаловедение» (технические науки).

Официальный оппонент

Кандидат физико-математических наук (специальность 01.04.07 «Физика конденсированного состояния»)

ФГБУ «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», отделение перспективных разработок, и.о. ученого секретаря отделения перспективных разработок, и.о. заведующего лаборатории химии и спектроскопии углеродных материалов, доцент отдела высшего образования управления образования (по совм.)

Суясова Марина Вадимовна

23.11.2022



Подпись к.ф.-м.н. Суясовой М.В.. заверяю:
Ученый секретарь



С.И. Воробьев

23.11.2022

МП



ФГБУ «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

Почтовый адрес: 188300, Ленинградская обл., г. Гатчина, мкр. Орлова роща, д. 1, НИЦ «Курчатовский Институт» - ПИЯФ
Тел.: +7(963)324-28-44; e-mail: marina.suyasova@mail.ru