

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Равикович Ю.А.

“29” мая 2019 г.

ОТЗЫВ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на диссертацию Хоанг Тхань Хай «Разработка огне- и термостойких наноматериалов на основе ненасыщенных полиэфирных смол, содержащих наночастицы оксидов магния и цинка», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальностям 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы, 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов.

Актуальность темы и цель диссертационной работы

Современные полимерные композиционные материалы должны иметь не только высокие прочностные показатели и доступные способы переработки, но и обладать устойчивостью к действию высоких температур и огня. Поскольку многие полимеры не удовлетворяют требованиям повышенной устойчивости к открытому пламени и высоким температурам, то задача по созданию огне- и термостойких полимерных материалов является актуальной. При этом важным является подбор антипиренов для осуществления направленного регулирования горючести полимерных материалов. Особенно это актуально для тех полимеров, которые наиболее широко используются в авиастроении, машиностроении, строительстве и других областях промышленности, где существуют повышенные требования к показателям пожарной безопасности.

Поэтому диссертационная работа Хоанг Тхань Хай, посвященная созданию композиционных материалов на основе ненасыщенных бесстирольных полиэфирных смол с наночастицами оксидов металлов с целью повышения термо- и огнестойкости композитов, имеет большое научное и прикладное значение.

Научная новизна

- Впервые получены полимерные композиционные материалы на основе бесстирольных полиэфирных смол, содержащие наночастицы оксидов магния и цинка совместно с каплями воды микрометрового размера и в результате чего скорость горения полученных композитов уменьшается до 4 раз по сравнению со скоростью горения полиэфирной смолы.

- Впервые получены огне- и термостойкие полимерные композиционные материалы на основе ненасыщенных полиэфирных смол, содержащие наночастицы оксидов металлов и полифосфат аммония. Использование в разработанных композициях оксидов металлов магния и цинка в количестве 2 масс.% и полифосфата аммония в количестве 8 масс.% увеличивает величину коксового остатка до 42 %.

- Получены устойчивые эмульсии вода/масло на основе бесстирольных полиэфирных смол содержащие в своем составе до 30 масс.% воды с последующим химическим отверждением для разработки огне- и термостойких полимерных композитов

- Установлено синергетическое влияние наночастиц оксидов металлов и полифосфата аммония (ПФА) на огне- и термостойкие свойства нанокompозитов на основе бесстирольной полиэфирной смолы.

- Выявлен размерный эффект влияния наночастиц на огне- и термостойкие свойства полученных композиций: с увеличением размеров частиц уменьшается термостойкость полученных материалов.

Теоретическая и практическая ценность результатов работы Хоанг Тхань Хай не вызывает сомнений. Показана эффективность и возможность направленного регулирования термо- и огнестойких показателей ненасыщенных бесстирольных полиэфирных смол методом физической модификации с использованием нанонаполнителей оксидов металлов: цинка и магния, в том числе покрытых оболочкой оксида кремния, а также в присутствии микрокапель воды. Проведенные исследования и полученные результаты позволяют утверждать, что разработанные композитные материалы НБЭС могут быть использованы для производства изделий, отвечающих повышенным требованиям по термо- и огнестойкости.

Структура диссертации

Диссертационная работа Хоанг Тхань Хай изложена на 146 страницах, включает 78 рисунков, 14 таблиц. Работа оформлена в соответствии с действующими стандартами и состоит из введения, отображающего актуальность проводимого исследования; обзора литературы, посвященного освещению способов снижения горючести полимерных композиционных

материалов путем введения различных антипиренов, характеристике основных объектов исследования (полиэфирных смол, дисперсных нанонаполнителей – оксидов металлов); раздела, в котором изложены результаты экспериментов, а также выводов, библиографического списка из 170 наименований.

Общее содержание работы достаточно полно отражено в рисунках и таблицах. Полученные результаты обсуждены в соответствующих разделах и обобщены в выводах.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулирована ее цель и основные задачи, описана научная новизна и практическая значимость работы. Охарактеризованы основные положения, выносимые на защиту, личный вклад автора, апробация и публикации представленной работы. Описана структура и объем диссертации.

В первой главе проведен обзор литературы, в которой изучены физико-химические закономерности процессов горения и термического разложения НПЭС, способы снижения горючести полимерных композиционных материалов, виды антипиренов, методы получения наночастиц оксидов металлов и водонаполненных полимерных материалов. Особое внимание уделено методам получения наночастиц оксидов металлов и их применению для улучшения огне- термостойких свойств полимерных композиционных материалов.

Во второй главе описаны методики синтеза MgO , ZnO и $MgO@SiO_2$, устойчивых эмульсий НПЭС и нанокомпозитов. Перечислены методы исследования и испытания свойств полученных композиций.

В третьей главе представлены результаты исследований влияния параметров синтеза на образование наночастиц MgO , ZnO и $MgO@SiO_2$. Представлены результаты исследований влияния параметров синтеза на агрегативную устойчивость эмульсий на основе НПЭС. Показаны результаты исследования физико-химических и механических характеристик композиционных материалов на основе НПЭС, содержащих не более 5 масс.% наночастиц оксидов металлов и не более 30 масс.% воды или 11 масс.% ПФА. Предложен механизм снижения горючести композиционных материалов на основе НПЭС, содержащих добавку наночастиц оксидов металлов и ПФА и механизм синергетического влияния наночастиц оксидов металлов и ПФА на огне- и термостойкие свойства НПЭС. Определены наиболее перспективные составы композитов для улучшения огне- и термостойких свойств. Это композиты, содержащие 20% воды и 2% наночастиц. В этом случае скорость горения образцов снижается от 0,5 мм/с

у чистой смолы до 0,1 мм/с у полученного нанокompозита. Коксовое число при этом заметно возрастает от 45% у чистой смолы до 72% у нанокompозита.

В заключительной части диссертационной работы Хоанг Тхань Хай провел испытания полученных композитов на горючесть и термоустойчивость. Все исследуемые композиции обладали пониженной горючестью и повышенной термостойкостью. Совершенно не поддерживали горение композиционные материалы, содержащие 2 мас.% оксида цинка и не менее 5 мас.% полифосфата аммония. Автор обнаружил синергетический эффект при их совместном использовании, когда происходит образование большого количества кокса, сопровождающееся повышением устойчивости к горению. Введение микрокапель воды в композит не только способствует повышению устойчивости к горению, но и при совместном введении с наночастицами оксидов металлов способствует более равномерному распределению частиц в массе композита, т.к. частицы адсорбируются на границе раздела фаз полимер-вода без агломерации.

Выводы по результатам работы обоснованы и соответствуют цели исследований и положениям, выносимым на защиту. По работе имеется ряд замечаний и вопросов:

1. Почему после увеличения размера наночастиц выше 80 нм скорость горения повышается?
2. Следует пояснить, почему при увеличении коксового остатка снижается скорость горения и повышается огне- и термостойкость полимерных материалов?
3. Есть ли возможность повысить термостойкость полимерных композиционных материалов при воздействии инфракрасного излучения за счет введения неорганических наночастиц?
4. В тексте диссертации встречаются небрежности в оформлении: так на некоторых фотографиях отсутствует масштабная линейка, а на рис. 42 нет обозначения осей.

Указанные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертационная работа Хоанг Тхань Хай представляет собой законченное научное исследование, которое по актуальности, научной новизне, значимости полученных результатов и личному вкладу автора соответствует критериям, установленным п. 9 - 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 и

содержит научно обоснованные технические решения в области разработки связующих и композиционных материалов. Автореферат и публикации полностью отражают содержание диссертации.

Работа соответствует паспорту специальности 05.16.08 – нанотехнологии и наноматериалы (химия и химическая технология) по п.3.1 – экспериментальные исследования процессов получения и технологии наноматериалов, формирование наноструктур на подложках, синтеза порошков наноразмерных простых и сложных оксидов, солей индивидуальных металлов и сплавов, в том числе редких и платиновых металлов; по п.3.2 – выявление влияния размерного фактора на функциональные свойства и качества наноматериалов; по п.3.7 – исследования структуры, свойств и технологии композиционных наноструктурированных материалов, а также специальности 05.17.06 – «Технология и переработка полимеров и композитов» в формуле специальности п. 2 — "Исследование физико-химических свойств материалов на полимерной основе, молекулярно-массовых характеристик, коллоидных свойств системы полимер – пластификатор – наполнитель в зависимости от состава композиций и их структуры химическими, механическими, электрофизическими, электромагнитными, оптическими, термическим и механическими и др. методами"; в области исследований п. 2 - "Полимерные материалы и изделия; пластмассы, волокна, каучуки, покрытия, клеи, компаунды, получение композиций, прогнозирование свойств, фазовые взаимодействия, исследования в направлении прогнозирования состав-свойства, гомогенизация композиции, процессы изготовления изделий (литье, формование, прессование, экструзия и т.д.), процессы, протекающие при этом, последующая обработка с целью придания специфических свойств, модификация, вулканизация каучуков, отверждение пластмасс, синтез сетчатых полимеров".

Результаты проведенных исследований достаточно полно отражены в 8 публикациях, из них 5 статей, в том числе 2 статьи в научных изданиях из Перечня ВАК.

Диссертация Хоанг Тхань Хай является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, в которой содержатся научно обоснованные технические и технологические решения в области синтеза наночастиц оксидов металлов магния и цинка, а также разработки композиционных материалов на основе ненасыщенных полиэфирных смол, содержащих наноразмерные наполнители, показана возможность значительного повышения огне- и термостойкости разработанных

композитов за счет варьирования состава композиций и условий синтеза наночастиц.

Автор диссертации Хоанг Тхань Хай достоин присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.16.08 – «Нанотехнологии и наноматериалы» и 05.17.06 - «Технология и переработка полимеров и композитов».

Диссертация Хоанг Тхань Хай обсуждена, отзыв рассмотрен и утверждён на расширенном заседании кафедры «Радиоэлектроника, телекоммуникации и нанотехнологии» Федерального Государственного Бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» от «29» мая 2019, протокол № 6.

Профессор, доктор технических наук,
профессор кафедры «Радиоэлектроника,
телекоммуникации и нанотехнологии»



Елинсон В.М.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4

эл. Адрес: mai@mai.ru

Тел. 8-499-158-43-13