

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Хоанг Тхань Хая «Разработка огне- и термостойких наноматериалов на основе ненасыщенных полиэфирных смол, содержащих наночастицы оксидов магния и цинка», представленную 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 работы.** Композиционные материалы на основе НПЭС представляют значительный интерес в области создания надежных материалов для авиационной, автомобильной, строительной и железнодорожной отрасли. Однако, как правило, такие материалы характеризуются низкой устойчивостью к открытому пламени и высоким температурам. Это значительно ограничивает их масштабное использование в областях, предъявляющих повышенные требования к показателям пожарной опасности и горючести материалов. Влияние антипиренов (замедлителей горения) на огнестойкость материалов на основе НПЭС является сложным, многофакторным процессом, поэтому выбор антипиренов и создание композиционных материалов с их использованием, учитывая технологические, экономические, экологические факторы представляет собой сложную, но важную и актуальную проблему.

**Научная новизна и практическая значимость исследования.** Впервые разработан подход к получению полимерных композиционных материалов на основе бесстирольных полиэфирных смол, основанный на использовании наночастиц оксидов магния и цинка, совместно с полифосфатом аммония и воды в виде капель микрометрового размера, в результате чего скорость горения полученных композитов уменьшилась практически в 4 раза, а величина коксового остатка возрасла до 42%.

Выявлен размерный эффект влияния наночастиц на огне- и термостойкие свойства полученных композиций, заключающейся в увеличении их термостойкости с уменьшением размеров частиц.

Полученные результаты разработки составов композитов на основе бесстирольных полиэфирных смол, наночастиц оксидов магния и цинка, полифосфата аммония и воды позволяют перейти к разработке технологии получения материалов с повышенной огнестойкостью, востребованных рядом отраслей промышленности.

Диссертационная работа Хоанг Тхань Хай построена по традиционной схеме и включает введение, литературный обзор, методическую и экспериментальную часть, выводы и список литературы (170 источников). Работа изложена на 146 страницах, содержит 78 рисунков и 14 таблиц.

Давая краткую характеристику отдельным разделам (главам) диссертации можно отметить следующее.

В первой главе автор систематизировал имеющиеся литературные данные по физико-химическим закономерностям процессов горения и термического разложения НПЭС, способом снижения горючести полимерных композиционных материалов и типам применяющихся антипиренов. Рассмотрены также методы получения наночастиц оксидов металлов и приведены примеры их применения для повышения огнестойкости полимерных материалов.

В целом литературный объем написан логично, информативен, хотя тот факт, что в нем затрагивается по-сути несколько тем, приводит к некоторой «мозаичности» общего восприятия.

Во второй главе подробно описаны методики синтеза оксидов Mg и Zn, а также наночастиц MgO, покрытых оболочкой SiO<sub>2</sub>, устойчивых эмульсий НПЭС и наноматериалов на их основе.

Приведены данные по методам исследований и испытаний полученных композитов (с учетом соответствующих ГОСТов).

В третьей главе приведены и обсуждаются результаты исследований автора. Из анализа материала следуют выводы, подтверждающие безусловное наличие в работе элементов научной новизны.

В результате хорошо спланированной экспериментальной работы автор разработал методики получения наночастиц оксидов Mg и Zn, выявив при этом влияние на размер и структуру наночастиц концентрации ПАВ, температуры и времени отжига, а также оптимальные условия получения наночастиц MgO, покрытых оболочкой SiO<sub>2</sub>.

Впервые автором получены композиционные материалы на основе НПЭС двух типов: содержащие в качестве антипиренов воду (10-30 масс % ) и наночастиц оксидов металлов (1-5 масс %) или полифосфат аммония (5-12 масс %) и наночастицы оксидов металлов (1-5 масс %).

Результаты испытаний созданных автором композиций показали, что новые композиционные полимерные материалы обладают высокими огнезащитными свойствами и термостойкостью. При этом автор определил оптимальные количества «модификаторов» наночастиц оксидов металлов, воды, полифосфата аммония которые не только придают композиционным материалам термостойкие свойства, но и не ухудшают их физико-механических свойств.

Следует отметить также изученные автором синергетическое влияние наночастиц оксидов металлов и полифосфата аммония на огне- и термостойкие свойства нанокомпозитов, а также выявленную им зависимость размеров наночастиц оксидов магния и цинка на указанные выше параметры.

Автореферат диссертации отражает содержание и выводы диссертационной работы.

Оценивая работу в целом можно констатировать, что принципиальных замечаний у рецензента нет, однако имеется несколько вопросов и рекомендаций, которые не влияют на общую положительную оценку.

1. Следует объяснить, почему именно наночастицы оксидов цинка и магния были выбраны в качестве неорганических антипиренов. Ведь есть другие металлы, которые, как правило, проявляют большую каталитическую активность, и, вероятно, могли бы проявить себя более эффективно, как антипирены.

2. В чем заключается механизм синергетического эффекта влияния наночастиц оксидов магния и цинка и полифосфата аммония на огне- и термостойкие свойства полученных композиций.

3. Чем обусловлен выбор ПАВ для получения эмульсии?

4. В выводе 6 сказано «Наибольшую термостойкость показали композиции с размером частиц  $60 \pm 20$  нм». Однако на графиках зависимостей скорости горения и коксового числа от размера наночастиц точки, соответствующей 60 нм нет (рис.77 и рис. 78). Есть только точки, соответствующие 40 и 80 нм. Следовало бы изучить этот важный диапазон размеров частиц более подробно.

5. Известно, что наночастицы оксидов металлов, в частности цинка, могут иметь разные формы (сферы, цилиндры, цветки). Эти разные формы при использовании их в нанокompозитах будут по разному влиять на физико-химические, механические свойства нанокompозитов. Представляло бы интерес изучить эти особенности различных форм используемых оксидов.

Рецензируемая диссертационная работа по тематике, методам и объектам исследования соответствует паспорту специальности 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы (химия и химическая технология) в части: 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; п.3.2 – выявление влияния размерного фактора на функциональные свойства и качества наноматериалов; п.3.7 - исследования

структуры, свойств и технологии композиционных наноструктурированных материалов, а также паспорту специальности 05.17.06 - Технология и переработка полимеров и композитов в части формулы 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 журналах, рекомендованных ВАК.

Диссертация Хоанг Тхань Хай является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача в области получения огне- и термостойких композиционных материалов на основе ненасыщенных полиэфирных смол, наполненных синтезированными наночастицами оксидов магния и цинка.

По актуальности, новизне, уровню выполнения, объему, научной и практической ценности полученных результатов диссертация полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в «Положении о порядке присуждения ученых степеней», утвержденном

постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (пункты 9-14), а ее автор Хоанг Тхань Хай, безусловно заслуживает присуждения искомой степени кандидата химических наук по специальностям 05.16.08 – «Нанотехнологии и наноматериалы» и 05.17.06 - «Технология и переработка полимеров и композитов».

Официальный оппонент:

доктор химических наук,  
профессор, заведующий кафедрой  
органической химии ФГБОУ ВО  
«Российский государственный  
университет им А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Корбаков Константин Иванович

10 июня 2019 г.

Подлинность и достоверность  
Ученый совет  
ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина»  
Иванович В.А.

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство)» 115035, г. Москва, ул. Садовническая, 33,  
стр.1 Тел.: (495) 955-35-58, E-mail: kobraikov@mail.ru