

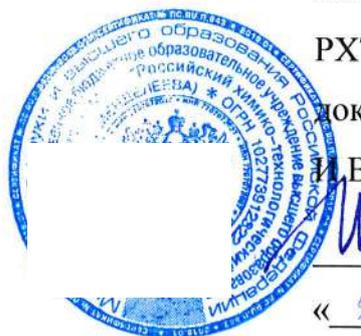
«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. ректора

РХТУ им. Д. И. Менделеева,

доктор технических наук, проф.

И. В. Воротынцев



2022 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему «Разработка термо- и огнестойких композиционных наноматериалов на основе ненасыщенной полиэфирной смолы с наночастицами оксидов металлов» по научной специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы (технические науки) выполнена на кафедре наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

В процессе подготовки диссертации Хархуш Анмар Аднан Хархуш, «15» апреля 1983 года рождения, обучался в аспирантуре РХТУ им. Д.И. Менделеева с 01 сентября 2017 года по 31 августа 2021 года. Научный руководитель с 01 сентября 2017 года по 25 марта 2021 года - член-корреспондент РАН, доктор химических наук, профессор Юртов Евгений Васильевич. С 28 апреля 2021 г. научный руководитель доктор химических наук, профессор кафедры наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева Королёва Марина Юрьевна.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов (справка об обучении) выдано РХТУ им. Д.И. Менделеева в 2021 году.

По результатам рассмотрения диссертации на тему «Разработка термо- и огнестойких композиционных наноматериалов на основе ненасыщенной полиэфирной смолы с наночастицами оксидов металлов» принято следующее заключение.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена необходимостью создания огне- и термостойких композиционных материалов на основе ненасыщенных полиэфирных смол, пригодных для использования в областях, которые предъявляют повышенные требования к пожаробезопасности материалов: авиационной, машиностроительной, железнодорожной. Использование данных материалов широко

распространено за счет их уникальных свойств, таких как высокотехнологичность, пригодные для эксплуатации механические свойства и низкая стоимость, однако, им свойственны низкие показатели огнестойкости. Горение композитов на основе ненасыщенных полиэфирных смол сопровождается деструкцией с образованием токсичных веществ. Также во время горения происходит плавление и образование капель расплавленного полимера, вследствие чего значительно увеличивается площадь горения. Одним из способов повышения огне- и термостойкости является введение замедлителей горения – антипиренов. Однако добавление большого их количества приводит к ослаблению полимерных связей и ухудшению механических свойств. Поэтому актуальной задачей является разработка термостойкого нанокompозита, устойчивого к горению и не теряющего механических свойств полиэфирной смолы, а также снижение выделения токсичных газов в процессе сгорания.

Научная новизна заключается в следующем:

Впервые получены огне- и термостойкие полимерные композиционные материалы на основе ненасыщенных полиэфирных смол, содержащие частицы $ZnO@SiO_2$, $Al_2O_3@SiO_2$ и Cu_2O с полифосфат меламинам.

Установлено, что полимерные нанокompозиционные материалы, содержащие в качестве замедлителей горения 6 мас.% полифосфат меламина, 1,9 мас.% частиц $ZnO@SiO_2$ и 0,1 мас.% наночастиц Cu_2O или 6 мас.% полифосфат меламина, 1,8 мас.% частиц $Al_2O_3@SiO_2$ и 0,2 мас.% наночастиц Cu_2O , самозатухают в начале горения.

Установлена роль наночастиц Cu_2O в процессе горения полимерных нанокompозитов на основе ненасыщенных полиэфирных смол. Показано, что при увеличении концентрации наночастиц Cu_2O от 0,1 до 0,5 мас.% возрастает образование коксового остатка, который создает термо- и огнестойкий барьер, приводящий к самозатуханию полимерного нанокompозита.

Практическая ценность работы заключается в следующем:

Разработаны составы нанокompозитов на основе ненасыщенных полиэфирных смол, содержащие наночастицы оксидов металлов, частицы оксидов металлов со структурой «ядро-оболочка», обладающие повышенными термо- и огнестойкими свойствами.

Показана перспективность использования композиции антипиренов, состоящей из 6 мас.% полифосфат меламина, 1,9 мас.% частиц $ZnO@SiO_2$ и 0,1 мас.% наночастиц Cu_2O . Полимерные материалы на основе ненасыщенных полиэфирных смол,

содержащие эти огнезамедляющие добавки, обладают хорошими термическими свойствами и самозатухают с сохранением механических свойств.

Работа характеризуется логичностью построения, аргументированностью основных научных положений и выводов, а также четкостью изложения.

Основные положения диссертации получили полное отражение в 12 работах в научных журналах и в сборниках трудов конференций, в том числе в 3 статьях в журналах, входящих в международные базы данных: Химическая технология (ВАК, WoS), Theoretical Foundations of Chemical Engineering (WoS, Scopus), American Institute of Physics: AIP Conference Proceedings (WoS, Scopus).

Результаты работы были представлены на Международных конгрессах молодых ученых по химии и химической технологии Москва «МКХТ-2018», «МКХТ-2019» и «МКХТ-2020», Международной конференции «Экстракция и мембранные методы в разделении веществ» (Москва, 2018); 2nd Scientific-practical conference of Russian and Croatian scientists in Dubrovnik (Moscow, 2020); Всероссийской научно-технической конференции «Полимерные композиционные материалы нового поколения для гражданских отраслей промышленности» (Москва, 2020); X и XI Ежегодных конференциях Нанотехнологического общества России (Москва, 2019 и 2020); 2nd International conference in physical science and advanced materials (Дубай, 2020).

Основные публикации по теме диссертации:

1. Хархуш А. А., Юртов Е. В., Бахарева Н. И. Стратегии антипиренов и эффект физического барьера наночастиц для улучшения тепловых характеристик полимера // Химическая технология. – 2021. – Том 22. – №3. – С. 98- 108.

2. Hoang Thanh Hai, Sertsova A. A., Harhoosh A. A., Yurtov E. V. Heat-and fire-resistant composite nanomaterials based on unsaturated polyester resins // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2020. – Vol. 54. – P. 719-725.

3. Harhoosh A. A., Yurtov E. V. Al₂O₃ nanoparticles preparation and its application as flame retardants with melamine polyphosphate additives in composite materials based on unsaturated polyester resins // American Institute of Physics: AIP Conference Proceedings. – 2021. – Vol. 2372. – P. 130027-1-130027-9.

4. Хоанг Т. Х., Хархуш А. А., Серцова А. А., Маракулин С. И., Юртов Е. В. Разработка антипиренов на основе наночастиц оксида и бората цинка для повышения огне- и термостойких характеристик пластифицированного ПВХ // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. – 2018. – Т. 32. – № 10 (206). – С. 59-61.

5. Harhoosh Anmar Adnan., Hoang Thanh Hai., Yurtov E. V. Synthesis core-shell nanoparticles as flame retardant additives // Тез. докл. Международной конференции, посвящённой 90-летию со дня рождения академика Б. А. Пурина "Экстракция и мембранные методы в разделении веществ". – 2018. – С. 151- 153.
6. Буй Х. Х, Хоанг В. А., Хархуш А. А., Хоанг Т. Х., Юртов Е. В. Исследование влияния нч оксида цинка на огне- и термостойкость наноматериалов на основе ненасыщенной полиэфирной смолы // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. – 2019. – Т. 33. – № 10 (220). – С. 8-9.
7. Хархуш А. А., Сейткасымова А. А., Хоанг Х. Т., Юртов Е. В. Исследование влияния температуры на морфологию наноразмерного порошка оксида цинка // Сборник тезисов X ежегодной конференции Нанотехнологического общества России. – 2019. – С.49.
8. Хархуш А. А., Хоанг Т. Х., Сейткасымова А. А., Юртов Е. В. Влияние концентраций оксида магния на огне- и термостойкость ненасыщенных полиэфирных смол // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. – 2019. – Т. 33. – № 10 (220). – С. 59-61.
9. Yurtov E., Harhoosh A. Inorganic flame retardants to preserve human life and health // 2nd Scientific-practical conference of Russian and Croatian scientists in Dubrovnik. – Moscow. – 2020. – С. 61-62.
10. Хархуш А. А., Сейткасымова А. А., Юртов Е. В. Влияние наночастиц оксидов металлов и вспучивающегося антипирена на скорость горения нанокomпозиционных материалов на основе ненасыщенной полиэфирной смолы // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. – 2020. – Т. 34. – № 8 (231). – С. 113-115.
11. Хархуш А. А., Сейткасымова А. А., Юртов Е. В. Исследование огнестойкости нанокomпозитов на основе ненасыщенной полиэфирной смолы с наночастицами Al_2O_3 // Сборник тезисов XI ежегодной конференции Нанотехнологического общества России. – 2020. – С. 55.
12. Бахарева Н. И., Хархуш А. А.; Юртов Е. В. Наночастицы оксидов металлов для повышения огнестойкости и снижения токсичности нанокomпозита на основе ненасыщенной полиэфирной смолы // Всероссийская научно-техническая конференция «Полимерные композиционные материалы нового поколения для гражданских отраслей промышленности». – 2020. – С. 98.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация Хархуш Анмара Аднан Хархуш, посвященная разработке термо- и

огнестойких композиционных наноматериалов на основе ненасыщенной полиэфирной смолы с наночастицами оксидов металлов, соответствует паспорту специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы в части пункта специальности:

1.2. Исследование влияния наноразмерных элементов структуры на свойства наноматериалов;

1.5. Исследование взаимосвязи химического и фазового составов, структурного состояния с физическими, механическими, химическими, технологическими, эксплуатационными и другими свойствами наноматериалов;

3.2. Выявление влияния размерного фактора на функциональные свойства и качества наноматериалов;

3.7. Исследование структуры, свойств и технологии композиционных наноструктурированных материалов.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Хархуш Анмара Аднан Хархуш является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей результаты, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений. Представленные в работе результаты принадлежат Хархуш Анмару Аднан Хархуш; они оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью.

С учетом научной зрелости автора, актуальности, научной новизны и практической значимости работы, а также ее соответствия требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к подобным работам, диссертация на тему: «Разработка термо- и огнестойких композиционных наноматериалов на основе ненасыщенной полиэфирной смолы с наночастицами оксидов металлов» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы.

Диссертация рассмотрена на заседании кафедры наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева, состоявшемся от «09» февраля 2022 г. № 12. В обсуждении приняли участие: и.о. зав. каф. д.х.н. Королева М.Ю.; доц. к.х.н. Мурашова Н.М.; доц. к.х.н. Мурадова А.Г.; ст. преп. Шарапаев А.И.; зав. лабораторией Мищенко

Е.В. Принимало участие в голосовании 3 человека. Результаты голосования: «За» - 3 человека, «Против» - нет, воздержались - нет, протокол от «09» февраля 2022 г. № 12.

Руководитель структурного подразделения:

и.о. заведующего кафедрой

наноматериалов

и нанотехнологии, д.х.н.



Королева М.Ю.

Секретарь заседания:

ведущий инженер кафедры

наноматериалов и нанотехнологии



Широких А.Д.