



УТВЕРЖДАЮ»

Директора РХТУ им. Д.И.

Менделеева,

директор химических наук, проф.

И.В. Воротынцев

« 11 » октября 2021 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему: «Композиционные материалы на основе винилсодержащих эпоксидных смол» по научной специальности 05.17.06 Технология и переработка полимеров и композитов на соискание ученой степени кандидата технических наук выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» на кафедре технологии переработки пластмасс.

В процессе подготовки диссертации Хлаинг Зо У, 25 октября 1987 года рождения, обучался в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» на кафедре технологии переработки пластмасс с 01.09.2017 по 01.09.2021.

Документ о сдаче кандидатских экзаменов (справка об обучении в аспирантуре, удостоверение, диплом об окончании аспирантуры (о периоде обучения в аспирантуре)) выдан РХТУ имени Д.И. Менделеева в 2021 году.

Научный руководитель доктор технических наук по специальности 05.17.06 Технология и переработка полимеров и композитов, профессор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», профессор кафедры технологии переработки пластмасс Осипчик Владимир Семенович;

научный консультант кандидат технических наук по специальности 05.17.06 Технология и переработка полимеров и композитов, доцент

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», доцент кафедры технологии переработки пластмасс Костромина Наталья Васильевна.

Тема диссертационной работы аспиранта Хлаинг Зо У и научный руководитель д.т.н., профессор Осипчик В.С. утвержден на заседании Ученого совета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева от «25» ноября 2020 года (протокол № 4). Научный консультант к.т.н., доцент Костромина Н.В. утвержден на заседании Ученого совета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева от «29» сентября 2021 года (протокол № 2).

По результатам рассмотрения диссертации Хлаинг Зо У на тему: «Композиционные материалы на основе винилсодержащих эпоксидных смол» принято следующее заключение:

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена тем, что полимерные композиционные материалы на основе эпоксидных связующих отличаются высокой адгезией, небольшой усадкой при отверждении, теплостойкостью, улучшенными технологическими возможностями во время переработки в изделия и многими другими ценными свойствами. Это обеспечивает широкий спектр использования данных композитов в качестве ремонтных компаундов, герметизирующих составов и для многих других целей. Эпоксидным олигомерам присуща существенная хрупкость, что создает препятствия для их использования в изделиях, работающих в сложных напряженных условиях. В связи с этим, создание связующих и композиционных материалов на основе эпоксидных олигомеров, обладающих улучшенным комплексом физико-механических свойств, является актуальной задачей.

Научная новизна заключается в следующем:

- разработаны методы модификации эпоксидных олигомеров с использованием поливинилацетата, что позволило получить связующие с улучшенными характеристиками;
- установлено, что в процессе отверждения эпоксидных олигомеров, содержащих поливинилацетат, возможно управлять структурой образующихся продуктов, их физико-механическими характеристиками, а также ускорить процесс образования сетчатых полимеров;
- выявлено, что введение графена способствует диссипации механической энергии и, как следствие, повышению ударной вязкости модифицированного эпоксидного связующего;
- показано, что характер изменения прочностных свойств и температур стеклования полученных нанокомпозитов коррелирует с геометрической формой углеродных наночастиц, а не с их удельной поверхностью.

Практическая ценность работы состоит в следующем: проведены исследования влияния различных винилсодержащих модификаторов на физико-механические, термомеханические свойства, морфологию эпоксидных композиций. Показано, что применение эпоксидных олигомеров, модифицированных поливинилацетатами, имеет принципиальное значение для создания полимерных материалов с улучшенными механическими и теплофизическими свойствами, обеспечивающими их широкое применение. Разработаны композиционные материалы на основе винилсодержащих эпоксидных олигомеров с нанонаполнителями (графен, углеродные нанотрубки, фуллерены), обладающие широким спектром прочностных и деформационных характеристик. Разработана препреговая технология получения армированных эпоксидных материалов, обладающих повышенной стойкостью к растрескиванию, прочностью при изгибе и ударной вязкостью.

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

четкостью изложения.

Основные положения диссертации получили полное отражение в 13 публикациях (в том числе, 1 статья в рецензируемых журналах из перечня ВАК РФ, 3 статьи, индексируемых в международной базе Scopus, тезисы 8 докладов).

Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных:

1. Natalya Kostromina, Hlaing Zawoo, Vladimir Osipchik, Tatyana Kravchenko, Ksenia Yakovleva, Margarita Baranova, Yaroslav Mezhuev. The Influence of the Geometric Shape of Carbon Nanoparticles on the Strength Properties of Nanocomposite Materials Obtained by Filling an Epoxy Matrix // Journal of Macromolecular Science, Part B: Physics. 2020. Vol 59. Issue 10. PP. 648-658. (Scopus, Квартиль 3)

2. Костромина Н.В., Олихова Ю.В., Хлаинг Зо У, Осипчик В.С., Кравченко Т.П. Модификация эпоксидной смолы ЭД-20 поливинилформальэтилалем // Пластические массы. 2020. № 9-10. С.56-58. (Scopus, CAS, Квартиль 2)

3. Osipchik V. S., Hlaing Zo U, Kostromina N. V., Kravchenko T. P., Mezhujev Ya. O. Development of corrosion-resistant materials using ED-20 epoxy resin modified with viniflex // Polymer Science, Series D. 2021. Vol. 14. № 2. pp. 205-207. (Scopus, Квартиль 2)

Публикации, в рецензируемых изданиях:

1. Хлаинг Зо У, Костромина Н.В., Осипчик В.С., Кравченко Т.П., Яковлева К.А., Влияние углеродных наномодификаторов на свойства связующего на основе эпоксидной смолы ЭД-20 // Химическая промышленность сегодня. 2020. № 2. С.69-72. (ВАК)

Результаты диссертации представлены на 4 международных и 5 всероссийских конференциях.

Публичные доклады на международных научных мероприятиях:

1. Hlaing Zaw Oo, Kostromina N., Osipchik V., Kravchenko T., Yakovleva K. Investigation of the Properties of Epoxy Modified Binders Based on Epoxy

Oligomer with Improved Deformation and Strength Properties//World Academy of Science, Engineering and Technology. International Journal of Materials and Metallurgical Engineering. 2019. Vol.13. №11. PP. 544-547.

2. Малаховский С.С., Хлаинг З.У., Репина А.А., Костромина Н.В. Модифицированные связующие на основе эпоксидного олигомера, устойчивые к повышенным ударным нагрузкам //Сб. научн. трудов Международной конференции по химии и химической технологии. 2019. Т. 33. № 6 (216). – М: РХТУ им. Д.И. Менделеева. С. 59-61.

3. Хлаинг З.У., Злобина А.В., Костромина Н.В., Осипчик В.С. Свойства полимерных смесей ЭД-20 и поливинилбутирала // Сб. научн. трудов Международной конференции по химии и химической технологии. 2019. Т. 33. № 6 (216). – М: РХТУ им. Д.И. Менделеева. С. 97-99.

4. Хлаинг З.У., Яковлева К.А., Костромина Н.В. Свойства модифицированной эпоксидной смолы ЭД-20 // Сб. научн. трудов Международной конференции по химии и химической технологии. 2020. Т. 34. № 7 (230). – М: РХТУ им. Д.И. Менделеева. С. 114-116.

#### Публичные доклады на всероссийских научных мероприятиях

1. Елбакиева А.В., Хлаинг Зо У, Трегубенко М.В., Костромина Н.В., Ивашкина В.Н. Свойства эпоксидных связующих, модифицированных поливинилформальдегидом // Успехи в химии и химической технологии. 2018. Т. 32, № 6 (202). – М: РХТУ им. Д.И. Менделеева. С. 32-34.

2. Яковлева К.А., Костромина Н.В., Хлаинг Зо У, Елбакиева А.В. Изучение свойств модифицированного эпоксидного связующего ЭД-20 / В сборнике: Современные технологии композиционных материалов: материалы V Всероссийской научно-практической молодежной конференции с международным участием (15 – 17 апреля, 2020г.). Уфа: Башкирский государственный университет, 2020. С. 105.

3. Дьякова Ю.Г., Ацапина С.А., Зверевич Ю.К., Хлаинг Зо У, Костромина Н.В. Исследование свойств препрегов на основе СВМ и модифицированного эпоксидного связующего / Научное сообщество студентов XXI столетия.

Технические науки: Электронный сборник статей по материалам ХСV студенческой международной научно- практической конференции. – Новосибирск: Изд. ООО «СибАК», 2020. – № 11(94). [Электронный ресурс] – Режим доступа. –URL: <https://sibac.info/archive/technic/11%2894%29.pdf>

4. Ацапина С.А., Зверевич Ю.К., Дьякова Ю.Г., Хлаинг Зо У, Костромина Н.В. Исследование физико-механических свойств углепластика на основе эпоксидного связующего / Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: Электронный сборник статей по материалам ХСV студенческой международной научно- практической конференции. – Новосибирск: Изд. ООО «СибАК», 2020. – № 11(94)/6. [Электронный ресурс] – Режим доступа. –URL: <https://sibac.info/archive/technic/11%2894%29.pdf>

5. Зверевич Ю.К., Ацапина С.А., Дьякова Ю.Г., Хлаинг Зо У, Костромина Н.В. Применение поливинилформальдегида и поливинилбутираля для регулирования свойств эпоксидного олигомера / Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: Электронный сборник статей по материалам ХСV студенческой международной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд. ООО «СибАК», 2020. – № 11(94)/6. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://sibac.info/archive/technic/11%2894%29.pdf>

Основные результаты работы доложены и обсуждены на: XII , XIII и XIV Международных конгрессах молодых ученых по химии и химической технологии «МКХТ - 2018», «МКХТ - 2019» и «МКХТ - 2020», г. Москва; XXI Международной конференции по материаловедению и разработке полимеров «ICMSPE-2019» (9-10 декабря 2019 г. Нью-Йорк, США); V Всероссийской научно-практической молодежной конференции с международным участием «Современные технологии композиционных материалов» (15 – 17 апреля, 2020 г.), г. Уфа, Башкирский государственный университет; ХСV студенческой международной научно- практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки», г. Новосибирск, 2020 г.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальностей научных работников 05.17.06 Технология и переработка полимеров и композитов в части формулы специальности: Физико-химические основы технологии получения и переработки полимеров, композитов и изделий на их основе, включающие стадии синтеза полимеров и связующих, смешение и гомогенизацию композиций, изготовление заготовок или изделий, их последующей обработки с целью придания специфических свойств и формы; в области исследований: 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.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Хлаинг Зо У 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 Хлаинг Зо У; 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 учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»,

предъявляемым к подобным работам, диссертация на тему: «Композиционные материалы на основе винилсодержащих эпоксидных смол» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 Технология и переработка полимеров и композитов.

Диссертация рассмотрена на заседании кафедры технологии переработки пластмасс РХТУ им. Менделеева, состоявшегося «24» марта 2021 года, протокол № 8. В обсуждении приняли участие: зав. кафедрой, проф., д.х.н. Горбунова И.Ю.; проф., д.х.н. Кербер М.Л.; доц., к.т.н. Костромина Н.В.; доц., к.т.н. Олихова Ю.В.; главный специалист, к.т.н. Кравченко Т.П.

Принимало участие в голосовании 11 человек.

Результаты голосования: «За» - 11 человек, «Против» - 0 человек, воздержались - 0 человек, протокол № 8 от «24» марта 2021 г.

Председатель заседания,

профессор, д.х.н.



Горбунова И.Ю.

Секретарь кафедры технологии

переработки пластмасс

доцент, к.х.н.



Клабукова Л.Ф.