



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке
РХТУ им. Д.И. Менделеева
д.т.н., профессор Р.А. Козловский

26 » _____ 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему: «Модифицированные связующие для композиционных материалов» по научной специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов (технические науки) выполнена на кафедре технологии переработки пластмасс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

В процессе подготовки диссертации Бурмицкий Максим Сергеевич, «13» августа 1997 года рождения, был аспирантом очной формы обучения кафедры технологии переработки пластмасс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

Срок обучения в аспирантуре – с 01.09.2022 г. по 31.08.2026 г..

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» в 2026 году.

Научный руководитель – доктор химических наук по специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов, профессор, заведующая кафедрой технологии переработки пластмасс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» Горбунова Ирина Юрьевна.

По результатам рассмотрения диссертации на тему: «Модифицированные связующие для композиционных материалов» принято следующее заключение.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена тем, что разработка новых эпоксидных связующих с улучшенными технологическими свойствами, пригодных для получения препрегов углепластиков и гибридных полимерных композиционных материалов, является одним из перспективных

направлений современной полимерной науки и технологии. Из сопоставления показателей технического уровня по основной технологической характеристике для сверхтонких препрегов с поверхностной плотностью от 30 г/м² следует, что создаваемые препреги для углепластиков и гибридных материалов с низкой плотностью наполнителя будут соответствовать мировому уровню, а разработка ПКМ на их основе позволит совершенствовать технико-эксплуатационные характеристики создаваемых композитных изделий за счет снижения их веса и повышения прочностных характеристик. Особенно актуальным является разработка отечественных композиционных материалов, в условиях обеспечения импортозамещения для развития технологического суверенитета Российской Федерации.

Научная новизна заключается в следующем:

Проведено комплексное исследование кинетики отверждения эпоксидного связующего на основе смолы на основе бисфенола А и смолы на основе тетраглицидил-4,4'-диаминодифенилметана, отвержденные ДДС в комбинации с ДЦДА и промотором отверждения на основе несимметрично замещенной мочевины и модифицированные полисульфоном и каучуковым компонентом типа «ядро-оболочка».

Впервые на основе синтезированного связующего получены экспериментальные образцы ПКМ с повышенными прочностными характеристиками и трещиностойкостью, которое имеет хорошую совместимость с поверхностями стекло-, угле- и арамидного волокнами, а также благодаря используемому методу получения межслойных гибридных композитов и применения препрегов на основе плоского угленаполнителя, характеризуются незначительным разбросом в значениях прочности, что способствует снижению коэффициента вариации физико-механических свойств (показателя предела прочности образцов ПКМ при межслойном сдвиге ~ в 1,8 раза по сравнению со значением этого коэффициента у образца ПКМ на основе обычных связующих (K вариации свойств образцов гибридного ПКМ на основе обычного связующего = 14,1; K вариации свойств образцов сформированного гибридного ПКМ на основе разработанного связующего = 7,1 ÷ 7,9).

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в расширении номенклатуры эпоксидных связующих, препрегов и гибридных изделий, выполненных из них. Впервые был разработан препрег, включающий разработанное эпоксидное связующее (30,0-50,0 масс.%) и волокнистый наполнитель (50,0-70,0 масс.%). Связующее обладает повышенной реакционной способностью, увеличенной теплостойкостью ($T_g = 145 \div 150$ °C), повышенными прочностными показателями ($\sigma_{и} = 145 \div 160$ МПа), а также повышенной трещиностойкостью ($K_{Ic} = 1,910 \div 2,100$ МПа·м^{1/2}). Разработанное связующее обеспечивает возможность получения гибридных композитов путем послойного совмещения предлагаемых препрегов для получения ПКМ, характеризующихся пониженным коэффициентом вариации физико-механических характеристик. Также теоретическая и практическая значимость

работы обуславливается получением новых препрегов, содержащих различные наполнители, такие как плоский волокнистый угле-, стекло- и арамидный наполнители, а также комбинации наполнителей.

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

Основные положения диссертации получили полное отражение в 2 статьях в изданиях, индексируемых в международных базах данных научного цитирования Scopus и Chemical Abstracts.

Результаты диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях, в том числе на XXIX Всероссийской конференции молодых учёных-химиков (г. Нижний Новгород, 2026 г.); XXXIII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов 2026» (г. Москва, 2026 г.); XXI Международной научно-практической конференции «Новые полимерные композиционные материалы. Микитаевские чтения» (г. Нальчик, 2025 г.); Международном конгрессе молодых ученых по химии и химической технологии «МКХТ-2025» (г. Москва, 2025 г.); IX Всероссийской научно-технической конференции «Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения» (г. Москва, 2025 г.).

Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных:

1. Бурмицкий М.С. Изучение процесса отверждения модифицированных эпоксидных препреговых связующих методом дифференциальной сканирующей калориметрии / М.С. Бурмицкий, И.Ю. Горбунова, Т.А. Гребенева, Е.С. Костандян // Химическая промышленность сегодня. – 2026. – № 2. – С. 52 – 59. (Chemical Abstracts)
2. Burmitsky M. Study of modified epoxy prepreg binders curing process / M. Burmitsky, I. Gorbunova, T. Grebeneva, E. Kostandyan // Journal of polymer research. – 2026. – Vol.33 – No. – P. 219. DOI: 10.1007/s10965-026-04937-z. (Scopus)

Публичные доклады на всероссийских и международных научных мероприятиях (конференциях, съездах, симпозиумах, конгрессах):

1. Бурмицкий М.С. Эпоксидное связующее с повышенными прочностными характеристиками для создания сверхлегких конструкций, применяемых в авиационной и ракетно- космической промышленности / Бурмицкий М.С., Гребенева Т.А. Панина Н.Н. // Новые полимерные композиционные материалы. Микитаевские чтения: Материалы XXI Международной научно-практической конференции (г. Нальчик, 6–11 июля 2025 г.). – Нальчик: Издательство «Принт Центр». – 2025. С. 54. ISBN 978-5-907951-46-4.
2. Бурмицкий М.С. Эпоксидное связующее для облегченных ПКМ с высокими прочностными свойствами / М.С. Бурмицкий, Т.А. Гребенева // Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения: материалы IX Всероссийской научно-

- технической конференции (г. Москва, 21 ноября 2025 г.), [Электронный ресурс] / НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ. – М.: НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ. – 2025. С. 52-61. ISBN 978-5-6055468-1-8.
3. Бурмицкий М.С. Эпоксидное связующее с повышенными прочностными характеристиками для создания сверхлегких конструкций, применяемых в авиационной и ракетно-космической промышленности / М.С. Бурмицкий, Т.А. Гребенева // Успехи в химии и химической технологии: сборник тезисов докладов Международного конгресса молодых ученых по химии и химической технологии МКХТ-2025 (г. Москва, 29 – 30 октября 2025 г.). – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. – Россия, г. Москва – Том 39.–№ 7. С. 18 – 21. ISSN 1506-2017.
 4. Бурмицкий М.С. Эпоксидное связующее для высокопрочных и сверхлегких ПКМ / М.С. Бурмицкий, Т.А. Гребенева, И.Ю. Горбунова // Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов- 2026», секция «Химия» (10 – 25 апреля 2026 г.). – М.: Издательство «Перо», 2026. [Электронное издание]. С. 11. ISBN 978-5-00270-960-1.
 5. Бурмицкий М.С. Модифицированное эпоксидное связующее для высокопрочных и сверхлёгких ПКМ / М.С. Бурмицкий, Т.А. Гребенева, И.Ю. Горбунова // XXIX Всероссийская конференция молодых учёных-химиков: тезисы докладов (Нижний Новгород, 20–25 апреля 2026 г.). – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2026. – С. 198. ISBN 978-5-908049-55-9.

Патент:

1. Пат. 2854311 С1 Российская Федерация, Эпоксидное связующее, препреги на его основе и гибридное изделие, выполненное из них / Гребенева Т.А., Панина Н.Н., Чурсова Л.В., Бурмицкий М.С., Байков И.Н., Савельев А.В., Лутошкина А.Е., Пушкарь А.Н., Багинская А.И.; заявитель и патентообладатель Акционерное общество «Препрег - Современные Композиционные Материалы» - № 2025132737; заявл. 24.11.2025; опубл. 29.12.2025. Бюл. №1. – 7с.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов в части:

п.1 Физико-химические основы технологии синтетических и природных полимеров, разработка рецептуры; процессы синтеза (в том числе нетрадиционные) в эмульсии, суспензии, процессы в расплаве и твердой фазе, очистка готового продукта и его характеристика;

п.2 Полимерные материалы и изделия: пластмассы, волокна, каучуки, резины, пленки, покрытия, нетканые материалы, натуральные, искусственные и синтетические кожи, клеи, компаунды, композиты, бумага, картон, целлюлозные и прочие композиционные материалы, включая наноматериалы;

свойства синтетических и природных полимеров, фазовые взаимодействия; исследования в направлении прогнозирования состава свойства, технологии изготовления изделий и процессы, протекающие при этом; последующая обработка с целью придания специальных свойств; процессы и технологии модификации; вулканизация каучуков; сшивание пластмасс; фазовое разделение растворов; отверждение олигомеров;

п.3 Физико-химические основы процессов, происходящих в материалах на стадии изготовления изделий, а также их последующей обработки, в процессе эксплуатации; моделирование технологических процессов переработки; экологические проблемы технологии синтетических и природных полимеров и изготовления изделий из них; разработка теоретических основ и способов переработки отходов производств материалов на основе синтетических и природных полимеров; получение сопутствующих веществ при переработке полимерного сырья;

п.6 Полимерное материаловедение; методы прогнозирования и прототипирования; разработка принципов и условий направленного и контролируемого регулирования состава и структуры синтетических и природных полимерных материалов для обеспечения заданных технологических и эксплуатационных свойств; разработка и совершенствование методов исследования и контроля структуры; испытание и определение физико-механических и эксплуатационных характеристик синтетических и природных полимерных материалов и изделий; теоретические и прикладные проблемы стандартизации новых синтетических и природных полимерных материалов и технологических процессов их производства, обработки и переработки.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Бурмицкого Максима Сергеевича 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 Бурмицкому Максиму Сергеевичу; 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: «Модифицированные связующие для композиционных материалов» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических

наук по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Диссертация рассмотрена на заседании комиссии по итоговой аттестации, состоявшемся «03» июня 2026 года, протокол №1.

В обсуждении приняли участие: Председатель комиссии - Киреев В.В., д.х.н., профессор, профессор Кафедры химической технологии пластических масс;

Заместитель председателя комиссии - Нестерова А.Г., к.х.н., доцент, доцент Кафедры химической технологии полимерных композиционных лакокрасочных материалов и покрытий;

Горбунова И.Ю., д.х.н., профессор, заведующий Кафедрой технологии переработки пластмасс;

Солдатов М.А., к.х.н., доцент Кафедры химической технологии полимерных композиционных лакокрасочных материалов и покрытий;

Чистяков Е.М., д.х.н., доцент, профессор Кафедры химической технологии пластических масс;

Секретарь комиссии - Калинина Н.К., к.т.н., доцент Кафедры технологии переработки пластмасс.

Принимало участие в голосовании 6 человек. Результаты голосования: «За» - 6 человек, «Против» - 0 человек, «Воздержались» - 0 человек, протокол № 1 от «03» июня 2026 г.

Председатель комиссии
д.х.н., профессор кафедры
химической технологии
пластических масс
РХТУ им. Д.И. Менделеева

В.В. Киреев

Секретарь заседания
к.т.н., доцент кафедры
технологии переработки пластмасс
РХТУ им. Д.И. Менделеева

Н.К. Калинина