



«УТВЕРЖДАЮ»

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

[Signature]

2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему: «Пленкообразующие вещества на основе блокированных изоцианатов для материалов наносимых методом катодного электроосаждения» по научной специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов (технические науки) выполнена на кафедре химической технологии полимерных композиционных лакокрасочных материалов и покрытий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

В процессе подготовки диссертации Акар Каунг Мьинт, «31» июля 1994 года рождения, был аспирантом кафедры химической технологии полимерных композиционных лакокрасочных материалов и покрытий 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 – кандидат технических наук по специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов, доцент кафедры химической технологии полимерных композиционных лакокрасочных материалов и покрытий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико - технологический университет имени Д. И. Менделеева» Силаева Анна Александровна.

По результатам рассмотрения диссертации на тему: «Пленкообразующие вещества на основе блокированных изоцианатов для материалов наносимых методом катодного электроосаждения» принято следующее заключение.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена тем, что катодное электроосаждение (КЭО) на сегодняшний день является

наиболее технологичным и экологичным методом получения равномерных грунтовочных слоёв на изделиях сложной конфигурации. Современные требования промышленности диктуют необходимость создания защитных покрытий с высокими эксплуатационными характеристиками: коррозионной стойкостью, механической прочностью и устойчивостью декоративных свойств. Таким образом, разработка и оптимизация плёнообразующих композиций для КЭО является актуальной задачей.

Ключевым фактором, определяющим конечные эксплуатационные характеристики таких покрытий, является химическая природа и реакционная способность плёнообразующих веществ. Изоцианаты, благодаря своей высокой реакционной способности, способности к формированию прочных сшитых структур и превосходной адгезии, играют ключевую роль в создании покрытий с улучшенными свойствами. Практический потенциал исследования заключается в разработке антикоррозионных покрытий с повышенными эксплуатационными характеристиками. Оптимизация состава таких систем может осуществляться путём комбинирования изоцианатов с различными типами плёнообразующих основ, такими как акрилатные или эпоксидные смолы. Это позволяет целенаправленно регулировать комплекс свойств финишного слоя: акрилаты обеспечивают покрытие атмосферостойкостью и эластичность, а эпоксидные компоненты – высокую адгезию, химическую стойкость и барьерные свойства. В результате открывается возможность создания материалов, обладающих превосходной стойкостью к коррозии, износу и другим видам разрушения.

Эффективное применение изоцианатсодержащих плёнообразователей в процессе КЭО способствует значительному повышению эксплуатационных характеристик и увеличению срока службы окрашенных металлических изделий. Это имеет важное практическое значение для широкого спектра отраслей промышленности – от автомобилестроения до производства бытовой техники и сельскохозяйственного машиностроения, где критически важны прочные и долговечные покрытия. Данное исследование вносит фундаментальный вклад в развитие технологии нанесения покрытий и понимание процессов электроосаждения. Расширение научных представлений о поведении изоцианатных систем в условиях КЭО позволяет не только целенаправленно улучшать характеристики существующих материалов, но и создаёт теоретическую базу для разработки новых типов плёнообразователей. В конечном итоге это будет способствовать дальнейшему прогрессу в области защитно-декоративных покрытий, открывая новые возможности для различных секторов промышленности, где применяются высокие технологии нанесения.

Научная новизна заключается в установлении закономерностей влияния химической структуры пленкообразующих на основе блокированных полиизоцианатов и аминных аддуктов на стабильность эмульсий для получения покрытий с заданными свойствами (прочность, адгезия, защитные свойства).

Показано, что введение в структуру изоцианата азот-содержащего блокирующего агента дает возможность получать водные эмульсии с низким

размером частиц, стабильность достигается при степени нейтрализации, близкой к 100%.

Установлено, что стабильность эмульсий, совмещенных с аминными аддуктами блокированных изоцианатов, значительно зависит от стабильности каждого компонента. Размер частиц в совмещенных эмульсиях определяется молекулярной массой смолы.

Показано, что наибольшую стабильность проявляют эмульсии, в которых нейтрализующим агентом выступает молочная кислота, а также при одинаковых степенях нейтрализации наиболее низкая электропроводность наблюдается также для эмульсий с молочной кислотой в качестве нейтрализатора, что, как предположили, связано константой диссоциации нейтрализующего агента.

При исследовании эмульсий на основе аддуктов акриловых сополимеров с различным содержанием третичного азота в составе показано, что высокое содержание азота приводит к формированию гелевой структуры даже при неполной нейтрализации – не более 50 %.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в разработке научно обоснованных подходов к получению пленкообразующих веществ на основе блокированных изоцианатов для систем катодного электроосаждения, что позволяет получить равномерные по толщине покрытия на изделиях со сложной конфигурацией с отличными антикоррозионными свойствами. В ходе работы разработаны составы катодно-осаждаемых лаков на основе гибридных эпокси-акрилатных плёнкообразователей, отверждаемых блокированными изоцианатами. Предложенные композиции обеспечивают получение покрытий с высоким уровнем эксплуатационных свойств. В ходе исследования выявлены закономерности влияния функциональных добавок различной природы и их концентрации на стабильность эмульсионных систем и свойства формируемых покрытий. Это создаёт основу для оптимизации рецептур с учётом конкретных производственных требований. Также разработаны практические рекомендации по ведению процесса: режимам электроосаждения (напряжение, плотность тока, время, температура), операциям промывки и термоотверждения, а также методикам контроля качества готовых покрытий.

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

Основные положения диссертации получили полное отражение в 3 статьях, из которых 2 статьи – в журналах, индексируемых в международных базах данных научного цитирования Web of Science, Scopus и Chemical Abstracts, а также в 5 тезисах докладов на конференциях.

Результаты диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях, в том числе на Международном молодежном научном форуме «ЛОМОНОСОВ-2024» (Москва, 2024 г.); Научно-производственном форуме «Полимерум-2024» (Москва, 2024 г.); XIII International Conference on Chemistry for Young Scientists «MENDELEEV 2024» (Санкт-Петербург, 2024 г.); XX Международном конгрессе молодых учёных

по химии и химической технологии «МКХТ 2024» (Москва, 2024 г.); Международном молодежном научном форуме «ЛОМОНОСОВ-2025» (Москва, 2025 г.).

Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных:

1. **Ahkar Kaung Myint.** Synthesis of novel acrylic film-forming polymers for cataphoretic coatings / Ahkar Kaung Myint, A. A. Ozodoev, D. T. Rodnikov [et al.] // *Reactive and Functional Polymers*. – 2026. – Vol. 225. – Art. 106776. – DOI: 10.1016/j.reactfunctpolym.2026.106776. (Scopus, Web of Science)
2. **Акар Каунг Мьинт.** Функциональные добавки в эмульсии для катафореза на основе низкомолекулярного эпоксиаминного аддукта и блокированного полиизоцианата / Акар Каунг Мьинт, Н. В. Курова, Д. Т. Родников, А. А. Силаева // *Химическая промышленность сегодня*. – 2026. – № 2. – С. 23-30. (Chemical Abstracts)

Публикации в рецензируемых изданиях:

1. **Акар Каунг Мьинт.** Стабильность эмульсий на основе низкомолекулярного эпоксидного олигомера и блокированного изоцианата для получения покрытий методом катодного электроосаждения / Акар Каунг Мьинт, Н. В. Курова, Д. Т. Родников, А. А. Силаева, Е. А. Карпова, М. А. Солдатов // *Физикохимия поверхности и защита материалов*. – 2026. – Т. 62, № 1. – С. 113-122.

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

1. Горбунова А. О. Исследование влияния параметров электроосаждения на процесс нанесения и стабильность композиций на основе водоразбавляемых олигомеров для получения покрытий методом катодного электроосаждения / Горбунова А. О., Акар Каунг Мьинт, Силаева А.А. // *Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2024»* / Отв. ред. И.А. Алешковский, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов, Е.И. Зимакова [Электронный ресурс]. – М.: МОО СИПНН Н.Д. Кондратьева, 2024. ISBN 978-5-901-64042-5.
2. Силаева А.А. Тенденции в химии смол для покрытий получаемых методом катодного электроосаждения / Силаева А.А., Малявина Я.М., Акар Каунг Мьинт // *Научно-производственный форум Полимерум. Сборник научных трудов*. – Сайнтрафик – РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2024. – С. 84.
3. Rodnikov D.T. The Preparation of a paint coating based on an acrylic polymer and a blocked isocyanate utilizing the cathodic electrodeposition method / Rodnikov D.T., Ahkar Kaung Myint, Malyavina Y.M., Ozdov A.A., Silaeva A.A., Soldatov M.A. // *XIII International Conference on Chemistry for Young Scientists "MENDELEEV 2024"* St Petersburg, Russia September 2-6, 2024. P.241.

4. Акар Каунг Мьинт. Исследование стабильности водных систем на основе блокированных изоцианатов для применения в катафорезных покрытиях / Акар Каунг Мьинт, Родников Д.Т., Горбунова А.О., Курова Н.В., Малявина Я.М., Силаева. А.А. // Успехи в химии и химической технологии. – 2024. – Т. 38, № 6(285). – С. 8-10.

5. Акар Каунг Мьинт. Исследование стабильности водных эмульсий на основе акриловых сополимеров и полиизоцианата / Акар Каунг Мьинт, Силаева А.А., Солдатов М.А., Оздоев А.А., Родников Д.Т. // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2025» / Отв. ред. И.А. Алешковский, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов, Е.И. Зимакова. [Электронный ресурс] – М.: МАКС Пресс, 2025. ISBN 978-5-317-07418-0.

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 состав-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. 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 Акар Каунг Мьинт 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 Акар Каунг Мьинт; 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: «Пленкообразующие вещества на основе блокированных изоцианатов для материалов наносимых методом катодного электроосаждения» 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 кафедры химической технологии полимерных композиционных лакокрасочных материалов и покрытий, состоявшемся «03» июня 2026 года, протокол № 1.

В обсуждении приняли участие:

Председатель комиссии, профессор кафедры химической технологии пластических масс, доктор химических наук, профессор, Киреев В.В.

Заместитель председателя комиссии, доцент кафедры химической технологии полимерных композиционных лакокрасочных материалов и покрытий, кандидат химических наук, доцент, Нестерова А.Г.

Заведующая кафедры технологии переработки пластмасс, доктор химических наук, профессор, Горбунова И.Ю.

Доцент кафедры химической технологии полимерных композиционных лакокрасочных материалов и покрытий, кандидат химических наук, Солдатов М.А.

Профессор кафедры химической технологии пластических масс, доктор химических наук, доцент, Чистяков Е.М.

Секретарь комиссии, доцент кафедры технологии переработки пластмасс, кандидат технических наук, Калинина Н.К.

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

В.В. Киреев

Секретарь заседания

Н.К. Калинина