



«УТВЕРЖДАЮ»

И. о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева
д.х.н., профессор Е.В. Румянцев

2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему: «Эвгенолсодержащие олигосилсесквиоксаны и покрытия на их основе» по научной специальности 1.4.7 – Высокомолекулярные соединения (химические науки) выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» на кафедре химической технологии полимерных композиционных лакокрасочных материалов и покрытий.

В процессе подготовки диссертации Агеенков Александр Дмитриевич, «08» мая 1998 года рождения, обучался в аспирантуре на кафедре химической технологии полимерных композиционных лакокрасочных материалов и покрытий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университета имени Д.И. Менделеева». Срок обучения – с 01 сентября 2021 года по 31 августа 2025 года.

В настоящее время является заведующим лабораторией кафедры химической технологии полимерных композиционных лакокрасочных материалов и покрытий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университета имени Д.И. Менделеева».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» в 2025 году.

Научный руководитель – кандидат химических наук по специальности 02.00.06 – Высокомолекулярные соединения, 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» Солдатов Михаил Александрович.

По результатам рассмотрения диссертации на тему: «Эвгенолсодержащие олигосилсесквиоксаны и покрытия на их основе» принято следующее заключение.

Актуальность темы обусловлена тем, что введение в молекулы кремнийорганических соединений новых функциональных заместителей при

атоме кремния является перспективной задачей как в области химии полимеров, так и в области материаловедения. Решение данной задачи позволит расширить границы применения их в качестве удобных строительных блоков при молекулярном проектировании новых соединений, а также получать на их основе новые полимерные материалы с заданными функциональными свойствами. Так, введение в структуру полимеров фрагментов эвгенола может способствовать получению материалов, обладающих рядом ценных свойств, таких как стойкость к распространению макро- и микроорганизмов, антикоррозийная стойкость, огнезащитные свойства и др. В случае кремнийорганических соединений функционализация эвгенолом может быть осуществлена с помощью реакций гидросилилирования и Пирса-Рубинштейна. Кроме того, в последнее десятилетие набирает популярность функционализация кремнийорганических соединений по реакции гидротиилирования, которая является простым и эффективным способом введения в их структуру непредельных соединений синтетического и природного происхождения. Особый научный интерес представляет исследование особенностей синтеза как функционализированного эвгенолом мономера, так и полимеров на его основе. При этом следует учитывать то, что органический заместитель при атоме кремния, равно как и условия поликонденсации органотриалкоксисиланов, оказывают значительное влияние на состав, строение и свойства получаемых олигоорганосилсесквиоксанов. Изучение данного влияния представляет как теоретический, так и практический интерес с точки зрения дальнейшего управления структурой полимеров и, как следствие, свойствами конечных полимерных материалов.

Полученные функционализированные эвгенолом кремнийорганические полимеры могут найти применение как самостоятельные пленкообразующие материалы при создании адгезионных покрытий специального назначения, так и в составе полимерных композиций с другими органическими полимерами, в частности эпоксидными. Полученные результаты открывают новые перспективы в области применения кремнийорганических полимеров в качестве функциональных полимерных материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Научная новизна заключается в следующем:

- по реакции УФ-инициированного гидротиилирования впервые синтезирован и охарактеризован мономер S-[(п-гидрокси-м-метокси)фенилпропил]меркаптопропилтри- метоксисилан;
- на основе синтезированного мономера способами гидролитической и ацидогидролитической поликонденсации впервые синтезированы и охарактеризованы олиго-S-[(п-гидрокси-м-метокси)фенилпропил]меркаптопропилсилсесквиоксаны;
- изучено влияние органического заместителя при атоме кремния в S-[(п-гидрокси-м-метокси)фенилпропил]меркаптопропилтриметоксисилане и условий его поликонденсации на строение и свойства образующихся олигосилсесквиоксанов;

- На основе синтезированных олигомеров впервые получены и охарактеризованы ненаполненные гибридные эпоксикремнийорганические композиции и покрытия.

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации обуславливается расширением номенклатуры функционализированных органотриалкоксисиланов за счет получения нового ранее не охарактеризованного S-[(п-гидрокси-м-метокси)фенилпропил]меркаптопропилтриметоксисилана, представляющего собой молекулярный спейсер $-(CH_2)_3-S-(CH_2)_3-$, связывающий между собой триметоксисилильный фрагмент молекулы $(MeO)_3Si-$ и п-гидрокси-м-метоксифенильный фрагмент молекулы $-C_6H_3(OH)(OMe)$. В структуру синтезированного органотриалкоксисилана включены четыре $-OMe$ группы и одна $-OH$ группа, что потенциально позволяет использовать его в качестве удобного строительного блока, например, в реакциях дегидросочетания, о-деметилирования, о-глицидирования, аллилирования, алкоксилрования, гидроксиэтилирования, ацилирования для дальнейшей функционализации, или в реакциях поликонденсации. Также теоретическая и практическая значимость работы обуславливается получением новых, ранее не описанных и не охарактеризованных олигосилсесквиоксанов, которые могут быть использованы в качестве гомоолигомеров или в смеси олигомеров для получения функциональных полимерных композиционных материалов. Установлены особенности влияния нового органического заместителя при атоме кремния на строение, состав и свойства формируемых олигосилсесквиоксанов. Практическая значимость также обуславливается получением новых эпоксикремнийорганических композиций для высокотемпературного отверждения, и стойких к коррозии покрытий.

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

Основные положения диссертации получили отражение в 3 статьях в журналах, индексируемых в международных базах данных Web of Science, Scopus.

Результаты диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях, в том числе на: Девятой Всероссийской Каргинской конференции «Полимеры – 2024» (г. Москва, 2024 г.); XX Международной конференции по химии и физикохимии олигомеров (г. Самара, 2024 г.); IV Всероссийской конференции (с международным участием) «Актуальные проблемы науки о полимерах» (г. Казань, 2024 г.); VIII Международной конференции «Супрамолекулярные системы на поверхности раздела» (г. Туапсе, 2023 г.); Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2023» (г. Москва, 2023 г.).

Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных:

1. Ageenkov A.D. Synthesis of Novel Eugenol-Containing Polysilsesquioxanes with a Flexible Spacer and Their Use for Functional Anticorrosive Coatings / **A. D. Ageenkov**, I. M. Rozhkov, M. S. Piskarev, M. A. Soldatov // ChemistrySelect. – 2024. – Vol. 9, № 37. – e202401623. (**Web of Science, Scopus**)

2. Ageenkov A.D. The Influence of Conditions of Polycondensation in Acid Medium on the Structure of Oligosilsesquioxanes with a Novel Eugenol-Containing Substituent / **A. D. Ageenkov**, N. S. Bredov, A. A. Shcherbina [et al.] // Polymers. – 2024. – Vol. 16, № 20. – P. 2951. (**Web of Science, Scopus**)

3. Ageenkov A.D. Compatibility and Thermal Transitions of Novel Eugenol-Containing Epoxy-Organosilicon Composites / **A. D. Ageenkov**, N. Y. Budylin, A. A. Shcherbina, M. A. Soldatov // Russian Chemical Bulletin. – 2025. – Vol. 74, № 2. – P. 554-557. (**Web of Science, Scopus**)

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

1. Агеенков А. Д. Модифицированные эвгенолом серосодержащие кремнийорганические олигомеры и покрытия на их основе / **А. Д. Агеенков**, А.А. Щербина, М. А. Солдатов // Полимеры – 2024: Сборник тезисов Девятой Всероссийская Каргинской конференции, Москва, 01 – 03 июля 2024 года. – Москва: ООО «Месол», – С. 475.

2. Агеенков А. Д. Особенности формирования олигосилсесквиоксанов с новым эвгенолсодержащим заместителем / **А. Д. Агеенков**, А. А. Щербина, М.А. Солдатов // Олигомеры-2024: сборник трудов XX Международной конференции по химии и физикохимии олигомеров, Самара, 09 – 14 сентября 2024 года. – Черноголовка: ФИЦ проблем химической физики и медицинской химии РАН, 2024. – С. 26.

3. Агеенков А. Д. Эпоксикремнийорганические покрытия на основе олигосилсесквиоксана с новым эвгенолсодержащим заместителем / **А. Д. Агеенков**, А. А. Щербина, М. А. Солдатов // Актуальные проблемы науки о полимерах : Материалы IV Всероссийской научной конференции (с международным участием) преподавателей и студентов вузов, Казань, 23 – 26 сентября 2024 года. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2024. – С. 481-483.

4. Консурова С.А. Получение ковалентно-привитых олигоорганосилоксановых слоёв на поверхности полимерных покрытий / С. А. Консурова, **А. Д. Агеенков**, М. А. Солдатов // Супрамолекулярные системы на поверхности раздела. Стратегическая сессия по повышению квалификации управленческой команды и профессорско-преподавательского состава Передовой инженерной школы Химического инжиниринга и машиностроения: Сборник тезисов докладов VIII Международной конференции, Туапсе, 25 – 29 сентября 2023 года / Под редакцией О. А. Райтмана, Д. Н. Тюрина. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт

физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук, 2023. – С. 34.

5. Консурова С.А. Формирование привитых полиорганосилоксановых слоёв на поверхности фенолформальдегидных покрытий / С. А. Консурова, А. Д. Агеенков // Материалы Международного молодежного научного форума «Ломоносов-2023» / Отв. ред. И.А. Алешковский, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов, Е.И. Зимакова [Электронный ресурс]. – М. : МАКС Пресс, 2023. ISBN 978-5-317-06952-0.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 1.4.7. Высокомолекулярные соединения в части:

п. 2. Синтез олигомеров, в том числе специальных мономеров, связь их строения и реакционной способности. Катализ и механизмы реакций полимеризации, сополимеризации и поликонденсации с применением радикальных, ионных и ионно-координационных инициаторов, их кинетика и динамика. Разработка новых и усовершенствование существующих методов синтеза полимеров и полимерных форм;

п. 4. Химические превращения полимеров – внутримолекулярные и полимераналоговые, их следствия. Химическая и физическая деструкция полимеров и композитов на их основе, старение и стабилизация полимеров и композиционных материалов;

п. 9. Целенаправленная разработка полимерных материалов с новыми функциями и интеллектуальных структур с их применением, обладающих характеристиками, определяющими области их использования в заинтересованных отраслях науки и техники.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Агеенкова Александра Дмитриевича является завершённой 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 Агеенкову А.Д.; 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: «Эвгенолсодержащие олигосилсесквиоксаны и покрытия на их основе» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7 – Высокомолекулярные соединения.

Диссертация рассмотрена на расширенном заседании кафедры химической технологии полимерных композиционных лакокрасочных материалов и покрытий, состоявшемся «21» апреля 2025 года, протокол № 4.

В обсуждении приняли участие: исполняющий обязанности заведующего кафедрой, д.х.н., профессор Филатов С.Н.; доцент кафедры, к.х.н. Солдатов М.А.; доцент кафедры, к.х.н., доцент Лобанов А.Н.; доцент кафедры, к.т.н. Дерновая Е.С.; доцент кафедры, к.х.н. Герасин В.А.; профессор кафедры биоматериалов, д.х.н. Артюхов А.А.; доцент кафедры химической технологии пластических масс, д.х.н., доцент Чистяков Е.М.; исполняющий обязанности заведующего кафедрой химической технологии пластических масс, к.х.н., доцент Биличенко Ю.В.; профессор кафедры химической технологии пластических масс, д.х.н., профессор Дятлов В.А.; доцент кафедры химической технологии пластических масс, к.х.н., доцент Бредов Н.С.; заведующий кафедрой биоматериалов, д.х.н., доцент Межуев Я.О.; доцент кафедры химической технологии пластических масс, к.х.н. Тупиков А.С.; доцент кафедры химической технологии пластических масс, к.х.н., доцент Сиротин И.С.; заведующий кафедрой технологии переработки пластмасс, д.х.н., профессор Горбунова И.Ю.

Принимало участие в голосовании 14 человек. Результаты голосования: «За» – 14 человек, «Против» – 0 человек, «Воздержались» – 0 человек, протокол № 4 от «21» апреля 2025 г.

Председатель заседания
и.о. заведующего кафедрой ЛКМ
д.х.н., профессор

С.Н. Филатов

Секретарь заседания
доцент кафедры ЛКМ
к.т.н.

Е.С. Дерновая