

«УТВЕРЖДАЮ»



И. о. ректора РХТУ им. Д. И. Менделеева,  
т.н., проф. И. В. Воротынцев

» марта 2023 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему: «Синтез новых бензоксазиновых мономеров и полимеров» по научной специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения выполнена в РХТУ имени Д. И. Менделеева на кафедре химической технологии пластмасс.

В процессе подготовки диссертации Петракова Виктория Вячеславовна с 2019 г. и по настоящее время является аспирантом кафедры химической технологии пластмасс РХТУ им. Д. И. Менделеева, а также является ассистентом кафедры органической химии РХТУ им. Д. И. Менделеева (2019-н.в.).

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов (справка об обучении (сроках обучения)) выдано РХТУ имени Д. И. Менделеева в 2023 году.

Научный руководитель кандидат химических наук по научной специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения доцент кафедры химической технологии пластмасс Сиротин Игорь Сергеевич.

Научный консультант доктор химических наук по научной специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения профессор кафедры химической технологии пластмасс Киреев Вячеслав Васильевич.

По результатам рассмотрения диссертации на тему: «Синтез новых бензоксазиновых мономеров и полимеров» принято следующее заключение.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена тем, что отличительной особенностью моно- и олигобензоксазинов является их способность к термической полимеризации при температуре выше 200 °С без выделения побочных летучих продуктов, препятствующих образованию в ПКМ плотной однородной структуры.

Несмотря на обилие работ по синтезу и использованию бензоксазиновых мономеров, олигомеров и полимеров до сих пор точно не установлены механизм полимеризации бензоксазинового кольца и пути регулирования свойств образующихся полимеров.

Научная новизна заключается в следующем:

1. На примере модельного соединения 3-фенил-2,4-дигидро-1,3-бензоксазина с использованием методов ИК-, ЯМР <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C спектроскопии, также рентгено-фотоэлектронной спектроскопии установлено строение образующегося полибензоксазина, оказавшегося вопреки известным закономерностям полимеризации циклических соединений, трехмерным, нерастворимым, неплавким полимером.



2. Найдено, что ответственными за образование трехмерного полимера являются побочные реакции активного центра с формированием метилольных групп и их участие в структурообразовании.

3. С использованием ИК-, ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  спектроскопии установлены оптимальные условия синтеза и строение двух дибензоксазинов на основе 4,4'-диаминодифенилметана и его хлорпроизводного (3,3'-дихлор-4,4'-диаминодифенилметана).

4. На основании анализа термических и реологических характеристик дибензоксазинов выявлено наличие у них широкого температурного интервала между началом течения и началом деструкции трехмерного полимера; это делает возможным их переработку современными методами.

Практическая ценность работы состоит в доступности, относительно невысокой стоимости исходных компонентов, возможности синтеза моно- и дибензоксазинов на стандартном оборудовании, которые представляют интерес для использования в ПКМ различного назначения. Перспективность полибензоксазинов подтверждается в диссертации возможностью их переработки в изделия современными методами.

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

Основные положения диссертации получили полное отражение в 4 научных работах, из них 3 статьи в журналах, индексируемых в международных базах, данных Web of Science и Scopus.

Результаты диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях, в том числе на XV Международный Конгресс по химии и химической технологии «МКХТ-2019» (Москва, Россия, 2019 г.), XXVI Международный научный молодежный форум «Ломоносов-2019» (Москва, Россия, 2019 г.), XXVII Международный научный молодежный форум «Ломоносов-2020» (Москва, Россия, 2020 г.), 4<sup>th</sup> International Symposium on Polybenzoxazines 2021 (Luxemburg, 2021 г.), II Зезинская школа конференция для молодых ученых «Химия и физика полимеров» (Москва, Россия, 2022 г.).

Публикации по теме диссертации:

1. Vorobyeva (Petrakova) V.V. Synthesis of Phosphazene-Containing, Bisphenol A Based Benzoxazines and Properties of Corresponding Polybenzoxazines / I.S. Sirotin, I.A. Sarychev, V.V. Vorobyeva (Petrakova), A.A. Kuzmich, N.V. Bornosuz, D.V. Onuchin, I.Yu. Gorbunova, V.V. Kireev // *Polymers*. – 2020. – V. 12. – №6. – P. 1225. DOI: 10.3390/polym12061225 (*Scopus, Web of Science*).

2. Vorobyeva (Petrakova) V.V. Benzoxazine monomers based on aromatic diamines and investigation of their polymerization by rheological and thermal methods / I.A. Sarychev, V.V. Kireev, V.V. Khmel'nitskiy, V.V. Vorobyeva (Petrakova), A.S. Tupikov, M.A. Haskov, I.S. Sirotin // *Journal of Applied Polymer Science*. – 2020. – V. 138. – №10. – P. 49974. DOI: 10.1002/app.49974 (*Scopus, Web of Science*).

3. Petrakova V.V. Benzoxazine Monomers and Polymers Based on 3,3'-Dichloro-4,4'-Diaminodiphenylmethane: Synthesis and Characterization / V.V. Petrakova, V.V. Kireev, D.V. Onuchin, I.A. Sarychev, V.V. Shutov, A.A. Kuzmich, N.V. Bornosuz, M.V. Gorlov, N.V. Pavlov, A.V. Shapagin,



R.R. Khasbiullin, I.S. Sirotin // *Polymers*. – 2021. – V. 13. – №9. – P. 1421. DOI: 10.3390/polym13091421 (*Scopus, Web of Science*).

4. Петракова В.В. Полибензоксазиновые связующие для полимерных композиционных материалов / И.С. Сиротин, В.В. Петракова, В.В. Киреев // *Пластические массы*. – 2022. – №5-6. – С. 4-12. (*БАК*)

5. Воробьева (Петракова) В.В. Синтез бензоксазинов на основе 3,3'-дихлор-4,4'-диаминодифенилметана (куамина) и исследование реакции конденсации / В.В. Воробьева (Петракова), А.А. Кузмич, И.А. Сарычев, И.С. Сиротин // *Материалы XV Международного Конгресса по химии и химической технологии «МКХТ-2019»*. – Москва, 2019. – Т.33. – №6. – С. 15-17.

6. Воробьева (Петракова) В.В. Синтез фосфазенсодержащих бензоксазиновых мономеров / В.В. Воробьева (Петракова), И.А. Сарычев, А.А. Кузмич // *Материалы Международного молодежного научного форума «Ломоносов-2019»* / Отв.ред. И.А. Алешковский, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов. [Электронный ресурс] – М.: МАКС Пресс, 2019.

7. Воробьева (Петракова) В.В. Синтез бензоксазиновых мономеров на основе диаминов / Е.С. Логинова, В.В. Воробьева (Петракова), М.В. Миrowsова, Н.В. Павлов // *Материалы Международного молодежного научного форума «Ломоносов-2020»* / Отв.ред. И.А. Алешковский, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов. [Электронный ресурс] – М.: МАКС Пресс, 2020.

8. Petrakova V.V. Benzoxazine monomers and polymers based on 3,3'-dichloro-4,4'-diaminodiphenylmethane: synthesis and characterization / V.V. Petrakova, N.V. Bornosuz, I.S. Sirotin // *ISPBZ 2021 4th International Symposium on Polybenzoxazines* [Online conference].

9. Петракова В.В. Исследование полимеризации бензоксазина Р-а методом рентгено-фотоэлектронной спектроскопии / В.В. Петракова, В.В. Киреев // *Тезисы докладов II Зезинской школы-конференции для молодых ученых «Химия и физика полимеров»*. – Москва, 2022. – С. 20.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 1.4.7. Высокомолекулярные соединения в части синтеза олигомеров, в том числе специальных мономеров, связь их строения и реакционной способности. Катализ и механизмы реакций полимеризации 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.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Петраковой Виктории Вячеславовны является завершённой научно-квалификационной работой, в которой решена задача выявления особенностей и побочных продуктов при полимеризации бензоксазинов. Полученные результаты исследований проведены 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 Петраковой Виктории Вячеславовне; 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: «Синтез новых бензоксазиновых мономеров и полимеров» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения.

Диссертация рассмотрена на заседании кафедры химической технологии пластмасс, состоявшемся «03» марта 2023 года, протокол № 8. В обсуждении приняли участие: д.х.н., профессор Киреев Вячеслав Васильевич; к.х.н., доцент Сиротин Игорь Сергеевич; к.х.н., и. о. заведующего кафедры Биличенко Юлия Викторовна; д.х.н., профессор Дятлов Валерий Александрович; к.х.н., доцент Чистяков Евгений Михайлович; к.х.н., доцент Бредов Николай Сергеевич; к.х.н., доцент Тупиков Антон Сергеевич, к.х.н., доцент Борисов Роман Сергеевич, д.х.н., профессор Филатов Сергей Николаевич.

Принимало участие в голосовании 9 человек. Результаты голосования: «За» - 9 человек, «Против» - Нет, воздержались – Нет, протокол № 8 от «03» марта 2023 г.

И. о. заведующего  
кафедры ХТП

Секретарь заседания



Ю.В. Биличенко



А.С. Тупиков