

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 212.204.01 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» Министерства образования и науки Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета

от «05» апреля 2018 года, протокол № 13

О присуждении Бригаднову Кириллу Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Синтез и свойства фосфазенсодержащих эпоксидных олигомеров» в виде рукописи по специальностям 05.17.06 Технология и переработка полимеров и композитов и 02.00.06 Высокомолекулярные соединения, химические науки, принята к защите «01» февраля 2018 года, протокол № 4, диссертационным советом Д 212.204.01 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», Министерства образования и науки Российской Федерации (125047, Москва, Миусская площадь, дом 9, приказ о создании диссертационного совета от «11» апреля 2012 года № 105/нк).

Соискатель Бригаднов Кирилл Андреевич, «13» января 1992 года рождения, окончил Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

В настоящее время работает в должности ведущего инженера в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации, Москва. С августа 2013 года по август 2017 года являлся аспирантом кафедры химической технологии пластических масс Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре химической технологии пластических масс Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат химических наук Биличенко Юлия Викторовна, гражданка Российской Федерации, доцент кафедры химической технологии пластических масс Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева.

Научный консультант – кандидат химических наук Сиротин Игорь Сергеевич, гражданин Российской Федерации, доцент кафедры химической технологии пластических масс Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева.

### Официальные оппоненты:

Доктор химических наук, профессор Васнев Валерий Александрович, гражданин Российской Федерации, заведующий лабораторией гетероцепных полимеров Федерального государственного учреждения науки Института элементоорганических соединений имени А.Н. Несмеянова Российской академии наук, Москва;



Доктор технических наук, профессор Марков Анатолий Викторович, гражданин Российской Федерации, профессор кафедры химии и технологии переработки пластмасс и полимерных композитов Института тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Московский технологический университет, Москва дали *положительные* отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – акционерное общество «Государственный Орден Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений», Москва, в своем *положительном* заключении, подписанном начальником лаборатории функционально замещенных элементоорганических соединений, кандидатом химических наук Мониным Евгением Алексеевичем, указала, что диссертация Бригаднова Кирилла Андреевича по своей актуальности, научной новизне, практической значимости, достоверности и обоснованности полученных результатов, выводам и рекомендациям полностью соответствуют пунктам 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Бригаднов Кирилл Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальностям 05.17.06 Технология и переработка полимеров и композитов и 02.00.06 Высокомолекулярные соединения (отзыв рассмотрен и одобрен на заседании секции №1 Ученого Совета протокол от 14 марта 2018 года №1).

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 16 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ. Общий объем публикаций составляет 37 страниц. Все публикации выполнены в соавторстве, личный вклад соискателя (от 50 до 90 %) состоит в анализе литературы, получении и анализе экспериментальных данных, обработке результатов, написании работы. Соискателем опубликовано 8 работ в материалах международных и российских конференций, получено 2 патента РФ. Монографий, депонированных рукописей не имеет. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Сиротин И.С., Биличенко Ю.В., Бригаднов К.А., Киреев В.В., Сураева О.В., Борисов Р.С. Олигомерные гидроксикарбонилфосфазены на основе циклических хлорфосфазенов // Журнал прикладной химии. 2013. Т. 86. № 12. С. 1956-1965.
2. Бригаднов К.А., Биличенко Ю.В., Поляков В.А., Борисов Р.С., Гусев К.И., Т. А. Рудакова, Филатов С.Н., Киреев В.В. Эпоксидные олигомеры, модифицированные эпоксифосфазенами // Высокомолекулярные соединения, Серия Б. 2016. Т. 58. № 5. С. 387-393.
3. Киреев В.В., Симонов-Емельянов И.Д., Биличенко Ю.В., Бригаднов К.А., Филатов С.Н., Апексимов Н.В., Никитина А.Р. Технологические свойства фосфазенсодержащего эпоксидного олигомера // Пластические массы. 2016. № 3-4. С. 26-28.

На диссертацию и автореферат поступило 3 отзыва, *все положительные*. В отзывах указывается, что представляемая работа имеет высокий теоретический и экспериментальный уровень, а также большое научное и практическое значение, по



своей новизне и актуальности соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации и специальностям 05.17.06 Технология и переработка полимеров и композитов и 02.00.06 Высокомолекулярные соединения.

В отзыве доктора технических наук, заведующего кафедрой «Технологии переработки полимеров и композиционных материалов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» профессора Дебердеева Тимура Рустамовича, в качестве замечания отмечено отсутствие в автореферате данных о физико-механических характеристиках композитов на основе олигомеров, полученных в ходе работы; в отзыве кандидата технических наук, Веревкина Алексея Николаевича, доцента кафедры «Химия» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» в качестве замечания отмечено, что использован только металлический цинк для реакции частичного аммонолиза пентахлорида фосфора, в то время как интерес представляет влияние каталитических добавок других металлов; в отзыве старшего научного сотрудника лаборатории высокомолекулярных соединений Института элементоорганических соединений имени А.Н. Несмеянова Российской академии наук кандидата химических наук Сапожникова Дмитрия Александровича отмечено, что в работе слабо отражено использование смеси хлорциклофосфазенов несмотря на наличие раздела посвященного их синтезу.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован областью их научных интересов и наличием большого числа патентов и публикаций в ведущих рецензируемых изданиях в области химии высокомолекулярных соединений и элементоорганических соединений, применении и переработки полимеров и композитов на их основе по тематике диссертационной работы, что позволяет им определить научную и практическую значимость представленной диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработан** новый метод синтеза гидроксарилоксифосфазенов реакцией хлорциклофосфазенов с резорцином в системе несмешивающихся растворителей циклогексан + пиридин, на основе этих полифенолов получены фосфазенсодержащие эпоксидные олигомеры с эпоксидным числом до 20 % и содержанием фосфора до 8%;

реакцией аммонолиза пентахлорида фосфора хлористым аммонием при синтезе хлорциклофосфазенов **установлена возможность** использования металлического Zn в качестве катализатора, в оптимальных условиях реакция завершается за 3 часа, при этом конечными продуктами являются только три циклических гомолога – гексахлорциклотрифосфазена октахлорциклотетрафосфазен и додекахлорциклогексафосфазен;

**определены** условия синтеза эпоксициклофосфазенов пониженной функциональности реакцией гексахлорциклотрифосфазена или смеси хлорциклофосфазенов с дифенилпропаном и эпихлоргидрином однореакторным



методом в одну или несколько стадий, **синтезированы** фосфазенсодержащие эпоксидные олигомеры с содержанием фосфора более 3 мас. %.

Теоретическая и научная значимость исследования обусловлена тем, что:

с использованием теории трехмерной поликонденсации Флори **рассчитаны** соотношения исходных хлорциклофосфазенов и дифенолов, позволяющие исключить образование трехмерных полимерных продуктов;

**выявлены** отклонения экспериментальных значений указанных соотношений от вычисленных по теории Флори и сделано предположение, что причиной этого является возрастание стерических факторов при замещении последних атомов хлора в хлорциклофосфазенах;

**изложены** методы одно- и двухстадийного однореакторного методов синтеза фосфазенсодержащих эпоксидных олигомеров, установлены стабильность фосфазенового цикла и отсутствие побочных реакций в ходе синтеза;

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

**создана технология получения** фосфазенсодержащих эпоксидных олигомеров одно- и двухстадийной конденсацией хлорциклофосфазенов, 4,4'-дигидрокси-карбонатов щелочных металлов акцепторов хлороводорода и гидроксида калия, позволяющая получать эпоксидные олигомеры содержащие до 50 мас. % фосфазеновой фракции;

**определена** пониженная горючесть синтезированных смол, представляющих собой смеси фосфазенсодержащих эпоксиолигомеров и диановых эпоксидов типа ЭД-20, при отверждении образующих композиции, не поддерживающих распространение пламени и самозатухающих после его удаления (кислородный индекс >27%);

**установлено** понижение на 20% усадки при отверждении, уменьшение остаточных напряжений на 25% и повышение температуры стеклования в среднем на 30°C, при наличии в модифицированном эпоксидном связующем около 40 мас. % эпоксифосфазеновой компоненты.

Результаты работы могут быть рекомендованы для изучения и внедрения в образовательных, научно-исследовательских и промышленных организациях, занимающихся исследованием синтеза эпоксиновых олигомеров и изучением комплекса характеристик композиционных материалов на их основе, в частности в акционерном обществе «Авангард», акционерном обществе «ОЭЗ «ВладМиВа», Институте элементоорганических соединений имени А.Н. Несмеянова Российской академии наук, Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева, Институте тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова Московского технологического университета и акционерном обществе «Институт пластмасс имени Г.С. Петрова» и других.

Оценка достоверности результатов исследования **выявила:**

результаты получены на сертифицированном и аттестованном оборудовании с применением апробированных методов исследования по положениям, соответствующим ГОСТ; достоверность полученных результатов работы обеспечивается большим объемом опытных данных, использованием современных методик эксперимента; обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждена воспроизводимостью результатов;



личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в постановке основных задач исследования, проведении экспериментов, организации и проведении испытаний, обработке и интерпретации полученных данных, а также в подготовке публикаций по выполненной работе;

диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, непротиворечивой методологической платформы, концептуальности и взаимосвязи выводов. По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальностей 05.17.06 Технология и переработка полимеров и композитов (часть 2 – Физико-химические основы технологии получения, включающие стадии синтеза полимеров и связующих) и 02.00.06 Высокомолекулярные соединения (часть 2 – Синтез олигомеров, в том числе специальных мономеров).

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, которая направлена на изучение синтеза и свойств фосфазенсодержащих эпоксидных олигомеров, определение зависимости степени замещения атомов хлора в хлорциклофосфазенах от условий проведения реакции, состава и соотношения исходных реагентов, выявление особенностей физико-механических свойств и огнестойкости композиционных материалов на основе фосфазенсодержащего эпоксидного связующего.

По актуальности, новизне, практической значимости диссертация соответствует требованиям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

На заседании «05» апреля 2018 года, протокол № 13, диссертационный совет принял решение присудить Бригаднову Кириллу Андреевичу ученую степень кандидата химических наук по специальностям 05.17.06 Технология и переработка полимеров и композитов и 02.00.06 Высокомолекулярные соединения.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.17.06 Технология и переработка полимеров и композитов, химические науки; 5 докторов наук по специальности 02.00.06 Высокомолекулярные соединения, химические науки, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 19, против присуждения учёной степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель заседания диссертационного совета

В.В. Киреев

Ученый секретарь диссертационного совета

Я.О. Межуев

