



Р  
д  
А  
«

Менделеева,  
г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему: «Разработка основ технологии некаталитического бесфосгенного метода синтеза изоцианатов термическим разложением карбаматов». по научной специальности 05.17.04 – Технология органических веществ выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

В процессе подготовки диссертации Дашкин Ратмир Ринатович, «02» августа 1989 года рождения, был в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» кафедра химии и технологии органического синтеза.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов (справка об обучении (сроках обучения)) выдано Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» в 2020 году.

Научный руководитель кандидат химических наук по специальности 05.17.04 - Технология органических веществ (хим. науки), доцент кафедры химии и технологии органического синтеза Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» Мантров Сергей Николаевич.

По результатам рассмотрения диссертации на тему: «Разработка основ технологии некаталитического бесфосгенного метода синтеза изоцианатов термическим разложением карбаматов». принято следующее заключение.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена тем, что в соответствии с Распоряжением правительства Российской Федерации от 15 декабря 2017 г. № 2834-р, которое утвердило «План мероприятий ("дорожная карта") по развитию производства малотоннажной химии в Российской Федерации на период до 2030 года», требуется активное развитие на территории страны собственных технологий получения химических продуктов, в том числе малотоннажных. Список приоритетных продуктовых направлений включает: клеи, герметики, химические средства защиты растений, химические реактивы и растворители, пластики и каучуки специального назначения; большинство из этих продуктов включает в свой состав в том или ином виде производные карбаминовых кислот - особенно изоцианаты. Для организации данных производств требуются новые экологически привлекательные, эффективные и безопасные технологии, позволяющие производить продукцию по

конкурентоспособным ценам с возможностью выхода на международные рынки. Для этого требуется более тщательное изучение физико-химических закономерностей, позволяющее повысить выходы продуктов и обеспечить создание более безопасных процессов с уходом от сильнодействующих ядовитых и взрывоопасных веществ, требующих повышенных мер по безопасности. Всё это позволит получить более низкую стоимость и высокое качество целевых продуктов.

Высокая практическая потребность российского рынка в изоцианатах, которая в настоящий момент почти на 100% удовлетворяется за счёт импорта, на фоне общей тенденции к импортозамещению сопряжена с широким спектром применения изоцианатов в химической промышленности. Изоцианаты привлекательны с точки зрения рынка, но их производство сопряжено с рядом проблем, связанных с тем, что полупродукты представляют собой высокотоксичные и взрывоопасные вещества, в связи с чем обеспечение производственной безопасности требует значительных инвестиций. Ещё одной сложностью является отсутствие конкурентоспособных отечественных технологий выпуска изоцианатов, что означает необходимость привлечения к проектам зарубежных лицензиаров. В качестве одного из решений данной проблематики являлось выполнение данной диссертационной работы в рамках федеральной целевой программы по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России (проект № 2019-05-579-0001 «Разработка импортозамещающей технологии получения метиленидифенилдиизоцианата (МДИ)»).

Научная новизна заключается в следующем:

1. Проведено исследование физико-химических особенностей ведения процесса в неизотермическом реакторе вытеснения при варьировании времени пребывания, температурного профиля по длине реактора на созданной лабораторной исследовательской установке термического разложения О-метил-N-алкилкарбаматов;
2. Построена аналитическая модель зависимости степени превращения от профиля температур, скорости потока и длины реактора; построена математическая модель процесса в трубчатом реакторе в информационной среде COMSOL Multiphysics, которая позволяет определять параметры процесса в каждой точке реактора; установлены адекватности данных моделей экспериментальным данным;
3. Получены кинетические параметры – энергия активации и предэкспоненциальный множитель процесса термического разложения О-метил-N-бутилкарбамата, О-метил-N-циклогексилкарбамата и О-метил-N-бензилкарбамата;
4. Предложена экологически привлекательная бесфосгенная технологическая схема производства беномила мощностью 1500 т/год, включающая 3 химических стадии производства.

Практическая ценность работы состоит в том, что создана лабораторная исследовательская установка термического разложения карбаматов, в которой реализовано последовательное выполнение двух процессов – получения

изоцианата из карбамата и дериватизации изоцианата под действием амина с образованием соответствующей N-алкил-N'-метил-N'-бензилмочевины как аналитической формы, пригодной для анализа методом ВЭЖХ с использованием УФ-детектора. Лабораторная установка позволяет получать практически значимые карбаматы и мочевины без выделения изоцианата. Разработан интерфейс SCADA-системы лабораторной установки. Разработаны аналитические методики, позволяющие определять не только основной продукт реакции, но и побочные продукты, а также исходный реагент. Выполнены технико-экономические расчёты технологии получения фунгицидного препарата беномил

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

Основные положения диссертации получили полное отражение в 9 работах, в том числе 3 статьи в журналах из списка ВАК, 1 статья в журнале, индексируемом в международной базе данных Scopus, 6 тезисов докладов на российских и международных конференциях.

Результаты диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях, в том числе на VI Всероссийская конференция с международным участием «Техническая химия. От теории к практике» (Пермь, 2019); VIII Молодежная конференция ИОХ РАН (Москва, 2019); LXXXIV Международная научно-практическая конференция "Естественные и технические науки: структурные преобразования и перспективные направления развития в XXI веке" (Казань, 2020); Международная научная конференция "Высокие технологии и инновации в науке" (Санкт-Петербург, Май 2020); V Международная научная конференция «Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности» (Казань, 2020); V Международная конференция «Актуальные научные и научно-технические проблемы обеспечения химической безопасности» (ASTICS-2020) (Казань, 2020); Международная научная конференция "Высокие технологии и инновации в науке" (Санкт-Петербург, Июль 2020).

Публикации по теме диссертации:

1. Получение изоцианатов на примере бутилизоцианата термолизом карбаматов / Дашкин Р.Р., Гордеев Д.А., Гафуров Х.Х., Мантров С.Н. // Бутлеровские сообщения. – 2019. – Т. 58, № 4. – С. 40-47.
2. Метод синтеза O-метил-N-алкилкарбаматов из аминов и диалкилкарбонатов / Дашкин Р.Р., Воробьева Т.Ю., Сеферян М.А., Данилова Д.В., Мантров С.Н. // Бутлеровские сообщения. – 2019. – Т. 59, № 7. – С. 31-36.
3. Бесфосгенный метод получения йодокарба / Дашкин Р.Р., Мантров С.Н., Гафуров Х.Х. // VI Всероссийская конференция с международным участием «Техническая химия. От теории к практике», посвященная 85-летию со дня рождения чл.-корр. РАН Ю.С. Клячкина (1934 – 2000), г. Пермь, Россия, сборник тезисов доклада, с. 115, 2019.
4. Interaction of dimethyl carbonate with anilines in the presence of potassium methylate: Kinetics and the role of the base / Мантров С.Н., Гордеев Д.А., Дашкин Р.Р., Нефедов П.А., Сеферян М.А. // International Journal of Chemical Kinetics. – 2019. – Т. 51, № 10. – С. 777-785.

5. Лабораторная установка термоллиза N-алкил-О-алкилкарбаматов / Дашкин Р.Р., Мантров С.Н., Гафуров Х.Х. // VIII Молодежная конференция ИОХ РАН: сборник тезисов докладов: 22-23 мая 2019, В 78, 2019, Москва: МАКС Пресс, с.102, 2019.
6. Исследование процесса получения МДИ в синтезе с трифосгеном / Дашкин Р.Р., Багомедов А.М., Гафуров Х.Х. // Высокие технологии и инновации в науке: сборник статей международной научной конференции (Санкт-Петербург, Май 2020). – СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», 2020.
7. Development of a mathematical model (CFD-model) of the MDI production process / Natalya V. Menshutina, Ratmir R. Dashkin, Eugene A. Lebedev, George V. Kolesnikov // V Международная конференция «Актуальные научные и научно-технические проблемы обеспечения химической безопасности» (ASTICS-2020) (Казань, 2020).
8. Увеличение срока службы ионообменного катализатора в процессе конденсации анилина и формальдегида / Дашкин Р.Р., Колесников Г.В. // Высокие технологии и инновации в науке: сборник статей международной научной конференции (Санкт-Петербург, Июль 2020). – СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», 2020.
9. Разработка кинетической модели процесса получения МДИ в синтезе с трифосгеном / Дашкин Р.Р., Багомедов А.М., Гафуров Х.Х. // V Международная научная конференция «Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности» (Казань, Июнь 2020).

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 05.17.04 – Технология органических веществ в части разработки физико-химических основ и технологических принципов наукоемких химических технологий, позволяющих решать проблемы ресурсосбережения и экологической безопасности, математического моделирования процессов химической технологии, протекающих в реакторах, разделительных и других аппаратах, разработке новых подходов к созданию компактных технологий получения сложных органических соединений, базирующихся на сокращении числа стадий. Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Дашкина Ратмира Ринатовича 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 Дашкину Ратмиру Ринатовичу; они оригинальны, достоверны и 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: «Разработка технологии и

моделирование некаталитического бесфосгенного метода синтеза изоцианатов термическим разложением карбаматов» принято следующее заключение» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.04 – Технология органических веществ.

Диссертация рассмотрена на заседании Кафедры химии и технологии органического синтеза РХТУ им. Д.И. Менделеева, состоявшемся «21» августа 2020 года, протокол № 1. В обсуждении приняли участие:

1. Заведующий кафедрой (кафедра химии и технологии органического синтеза РХТУ им. Д.И. Менделеева) Попков Сергей Владимирович;
2. Профессор (кафедра химии и технологии органического синтеза РХТУ им. Д.И. Менделеева) Терентьев Александр Олегович;
3. Доцент (кафедра химии и технологии органического синтеза РХТУ им. Д.И. Менделеева) Захарычев Владимир Владимирович;
4. Доцент (кафедра химии и технологии органического синтеза РХТУ им. Д.И. Менделеева) Мантров Сергей Николаевич;
5. Ассистент (кафедра химии и технологии органического синтеза РХТУ им. Д.И. Менделеева) Дашкин Ратмир Ринатович;
6. Заведующий кафедрой (Кафедра химической технологии основного органического и нефтехимического синтеза РХТУ им. Д.И. Менделеева) Козловский Роман Анатольевич;
7. Заведующий кафедрой (Кафедра химической технологии углеродных материалов РХТУ им. Д.И. Менделеева) Бухаркина Татьяна Владимировна;
8. Руководитель (Международный учебно-научный центр трансфера фармацевтических и биотехнологий РХТУ им. Д.И. Менделеева), Профессор (Кафедра кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева) Меньшутина Наталья Васильевна;
9. Заведующий кафедрой (Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева) Коваленко Леонид Владимирович;
10. Профессор (Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева) Офицеров Евгений Николаевич.

Принимало участие в голосовании 19 человек. Результаты голосования: «За» - 19 человек, «Против» - 0 человек, воздержались - 0 человек, протокол № 1 от «21» августа 2020 года.

Руководитель структурного  
подразделения  
Заведующий кафедрой (кафедра химии  
технологии органического синтеза)

С.В. Попков

Секретарь заседания  
Ведущий инженер (кафедра химии и  
технологии органического синтеза)

М.В. Скворцова