

«УТВЕРЖДАЮ»



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

30 » _____ 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему: «Научно-технологические основы формирования мембранных катализаторов для процессов конверсии метана» по научной специальности 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ выполнена на кафедре химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

В процессе подготовки диссертации Тарасенко Михаил Александрович, «09» декабря 1998 года рождения, был аспирантом кафедры химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» 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 Скудин Валерий Всеволодович, кандидат технических наук по специальности 02.00.01 Неорганическая химия, доцент, профессор кафедры химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева.

По результатам рассмотрения диссертации на тему: «Научно-технологические основы формирования мембранных катализаторов для процессов конверсии метана» принято следующее заключение.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена тем, что мембранные реакторы, рассматриваются, как устройства, в которых наблюдается интенсификация химических реакций. Углекислотная конверсия метана, или сухой риформинг, является эндотермическим процессом, использующим два парниковых газа – метан и углекислый газ. Процесс требует высоких температур и значительных энергозатрат, но удобен для кинетического анализа благодаря простому газовому составу реакционной смеси. Накопленные данные по реакторам с пористым мембранным

катализатором позволяют провести термодинамическую оценку их режимов и энергетической эффективности.

С учетом высокой производительности пористых мембранных катализаторов их применение перспективно для создания компактных установок конверсии природного газа и других углеводородных газов, в том числе в автотермических условиях.

Научная новизна исследования состоит в применении кинетического анализа к мембранным катализаторам в различных режимах мембранного реактора. Впервые кинетический эксперимент в реакторе с пористым мембранным катализатором будет дополнен прямым определением тепловых затрат в процессах конверсии природного газа, что позволяет получить объективное энергетическое сравнение сухого риформинга, сопряженного с парциальным окислением. Такой эксперимент позволяет дать термодинамическую оценку эффективности сопряжения этих процессов и обосновать целесообразность применения сопряженных процессов для организации автотермического риформинга в реакторе с пористым мембранным катализатором.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в применении кинетического эксперимента к каталитическому процессу в мембранном реакторе, в котором пористый катализатор обеспечивает активный массоперенос в поровых каналах и таким образом обеспечивает сопряжение эндо- и экзотермических процессов. Показано, что гипотеза об активном массопереносе хорошо объясняет особенности сопряжения таких процессов и температурную инверсию. Такое сопряжение можно рассматривать как «механизм», обеспечивающий переход из одного термодинамического состояния в другое. Управление таким переходом может стать основой для создания автотермических процессов конверсии метана и в будущем для других углеводородов.

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

Основные положения диссертации получили полное отражение в 10 научных публикациях, из них 1 статья – в журнале, индексируемом в международных базах научного цитирования данных Web of Science и Scopus.

Результаты диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях, в том числе на XII Международной конференции «Механизмы каталитических реакций» (Владимир, 2024 г.), Международной научной конференции «Динамические процессы в каталитических структурах» (Тюмень, 2024 г.), V Российском конгрессе по катализу «Роскатализ» (Санкт-Петербург, 2025 г.), VII Международная научная конференция «Advances in Synthesis and Complexing» (Москва, 2025 г.), XXVI Международная конференция по химическим реакторам «ХимРеактор-26» (Минск, 2025 г.), VIII Семинар по проблемам химического осаждения из газовой фазы «Кузнецовские чтения – 2026» (Новосибирск, 2026 г.).

Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных:

1. Tarasenko M.A. Oxidative Dry Reforming of Methane in a Reactor with a Porous Membrane Catalyst / M.A. Tarasenko, A.S. Makarov, M.V. Neshin, V.V. Skudin, R.A. Kozlovskiy, M.A. Myachina, N.N. Gavrilova // *Membranes*. – 2026. – Vol. 16, № 4. – Article 145. DOI: 10.3390/membranes16040145 (**Scopus, Web of Science**)

Публикации в рецензируемых изданиях:

1. Тарасенко М.А. Формирование барьерного слоя мембранного катализатора из диоксида вольфрама / М.А. Тарасенко, А.С. Макаров, Е.А. Желудкова, В.В. Скудин // *Химическая промышленность сегодня*. – 2025. – №4. – С. 23-31. (**БАК**)
2. Скудин В.В. Экстракторный режим в реакторе с мембранным катализатором / В.В. Скудин, С.А. Губин, А.С. Макаров, М.А. Тарасенко // *Мембраны и мембранные технологии*. – 2025. – Т. 15, № 3. – С. 174-188. (**РИНЦ**).

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

1. Gubin S.A. Extractor Mode on Membrane Catalyst / S.A. Gubin, A.S. Makarov, V.V. Skudin, M.A. Tarasenko // *Mechanisms of Catalytic Reactions (MCR-XII) : XII International Conference, Jule 17-21, 2024, Vladimir, Russia : Abstracts [Electronic resource]*. – Novosibirsk : Boreskov Institute of Catalysis SB RAS, 2024. – P. 135-136.
2. Макаров А.С. Кинетический анализ мембранных катализаторов различного состава в углекислотной конверсии метана / А.С. Макаров, В.В. Скудин, М.А. Тарасенко, М.Е. Филимонов // *Международная конференция «Динамические процессы в каталитических структурах» (ДПКС 2024) : сборник тезисов (28 октября – 1 ноября 2024 г., Тюмень, Россия) [Электронный ресурс] / под ред. А.Н. Загоруйко. – Новосибирск : Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, 2024. – С. 185-186.*
3. Губин С.А. Кинетический анализ режима дистрибьютора на мембранном катализаторе / С.А. Губин, А.С. Макаров, В.В. Скудин, М.А. Тарасенко, М.Е. Филимонов // *РОСКАТАЛИЗ. V Российский конгресс по катализу : сборник тезисов (21-26 апреля 2025 г., Санкт-Петербург, Россия) [Электронный ресурс] / под ред. В.И. Бухтиярова, О.Н. Мартьянова, М.О. Казакова, Д.И. Потемкина. – Новосибирск : НГУ, 2025. – С. 632-633.*
4. Губин С.А. Влияние доли пермеата на кинетику углекислотной конверсии метана в реакторе с мембранным катализатором / С.А. Губин, А.С. Макаров, В.В. Скудин, М.А. Тарасенко, М.Е. Филимонов // *РОСКАТАЛИЗ. V Российский конгресс по катализу : сборник тезисов (21-26 апреля 2025 г., Санкт-Петербург, Россия) [Электронный ресурс] / под ред. В.И. Бухтиярова, О.Н. Мартьянова, М.О. Казакова, Д.И. Потемкина. – Новосибирск : НГУ, 2025. – С. 387-388.*
5. Skudin V.V. The hypothesis of activated mass transfer on a porous membrane catalyst / V.V. Skudin, M.A. Tarasenko, A.S. Makarov //

Успехи синтеза и комплексообразования = Advances in Synthesis and Complexing : сборник тезисов седьмой Международной научной конференции (Москва, РУДН, 29 сентября – 3 октября 2025 г.). – Москва : Российский университет дружбы народов (РУДН), 2025. – Р. 265.

6. Макаров А.С. Гипотеза об активированном массопереносе на мембранном катализаторе / А.С. Макаров, В.В. Скудин, М.А. Тарасенко // XXVI Международная конференция по химическим реакторам (ХимРеактор-26) : Сборник тезисов (27-31 октября 2025 г., Минск, Республика Беларусь). – Новосибирск : Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, 2025. – С.45-46.
7. Полуэктова А.С. CVD-метод при получении мембранных пористых катализаторов для кислородно-углекислотной конверсии метана / А.С. Полуэктова, К.Ю. Киселев, У.О. Каясова, М.А. Тарасенко, М.В. Нешин, А.С. Макаров, В.В. Скудин // Программа и сборник тезисов докладов «Кузнецовские чтения – 2026. Восьмой семинар по проблемам химического осаждения из газовой фазы». – 2026. – С. 108.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ в части 1. Общие научные основы и закономерности физико-химической технологии нефти и газа. Молекулярное строение нефти и нефтяных систем, физико-химическая механика нефтяных дисперсных систем, их коллоиднохимические свойства и методы исследования. 2. Технологии и схемы процессов переработки нефтяного, газового и газоконденсатного сырья, попутного нефтяного газа на компоненты. Конструктивное оформление технологий и основные показатели аппаратуры установок для переработки сырья. Технологии подготовки указанного сырья к переработке. Разработка энергосберегающих технологий. Технологии приготовления товарных нефтепродуктов. 3. Катализаторы и каталитические процессы переработки углеводородного сырья.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация *Тарасенко Михаила Александровича* 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 Тарасенко Михаилу Александровичу; 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: «Научно-технологические основы формирования мембранных катализаторов для процессов конверсии метана» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Диссертация рассмотрена на заседании комиссии по итоговой аттестации по научной специальности 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ, состоявшемся «25» июня 2026 года, протокол № 1.

В обсуждении приняли участие: Председатель комиссии – Бухаркина Т.В., д.х.н., профессор кафедры химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов;

Заместитель председателя комиссии – Синдицкий В.П., д.х.н., профессор, декан Инженерного химико-технологического факультета;

Петров В.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений;

Сизов В.А., к.т.н., доцент кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений;

Скудин В.В., к.т.н., доцент, профессор кафедры химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов;

Секретарь комиссии – Юдин Н.В., к.х.н., доцент кафедры химии и технологии органических соединений азота.

Принимало участие в голосовании 6 человек. Результаты голосования: «За» - 6 человек, «Против» - 0 человек, «Воздержались» - 0 человек, протокол № 1 от «25» июня 2026 г.

Председатель заседания
д.х.н., профессор кафедры
химической технологии
природных энергоносителей
и углеродных материалов Российского
химико-технологического университета
имени Д.И. Менделеева



Т.В. Бухаркина

Секретарь заседания
к.х.н., доцент кафедры
химии и технологии органических
соединений азота Российского
химико-технологического университета
имени Д.И. Менделеева



Н.В. Юдин

ПРОТОКОЛ

заседания комиссии по итоговой аттестации
по научной специальности 2.6.12 Химическая технология топлива и
высокоэнергетических веществ
от «25» июня 2026 г. № 1

Присутствовали:

Председатель комиссии – Бухаркина Т.В., д.х.н., профессор кафедры химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов;

Заместитель председателя комиссии – Синдицкий В.П., д.х.н., профессор, декан Инженерного химико-технологического факультета;

Петров В.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений;

Сизов В.А., к.т.н., доцент кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений;

Скудин В.В., к.т.н., доцент, профессор кафедры химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов;

Секретарь комиссии – Юдин Н.В., к.х.н., доцент кафедры химии и технологии органических соединений азота.

Всего присутствовало: 6 человек.

ПОВЕСТКА ДНЯ

Предварительное рассмотрение диссертационной работы Тарасенко Михаила Александровича, на тему: «Научно-технологические основы формирования мембранных катализаторов для процессов конверсии метана».

Работа выполнена на кафедре химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов, федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

Тема диссертационной работы Тарасенко Михаила Александровича и научный руководитель кандидат технических наук, доцент, профессор Скудин Валерий Всеволодович утверждены на заседании Ученого совета факультета нефтегазохимии и полимерных материалов (протокол № 1).

СЛУШАЛИ:

Сообщение Тарасенко Михаила Александровича, изложившего основное содержание своей диссертационной работы.

Тарасенко Михаилу Александровичу были заданы следующие вопросы:

Синдицкий В.П. Что было летучее, а что нет?

Юдин Н.В. Осаждаете из карбонила оксид, а как оксид получается при разложении из карбониллов?

Бухаркина Т.В. Вопрос по слайду 6. На фазовом составе при высоких температурах пик, отвечающий $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (корунду), присутствует, а на более низких температурах он не присутствует, там не $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$?

В обсуждении приняли участие:

Председатель комиссии – Бухаркина Т.В., д.х.н., профессор кафедры химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов;

Заместитель председателя комиссии – Синдицкий В.П., д.х.н., профессор, декан Инженерного химико-технологического факультета;

Петров В.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений;

Сизов В.А., к.т.н., доцент кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений;

Юдин Н.В., к.х.н., доцент кафедры химии и технологии органических соединений азота.

ПОСТАНОВИЛИ:

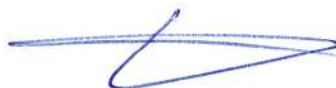
Заслушав и обсудив диссертационную работу Тарасенко Михаила Александровича, принять следующее заключение по диссертации на тему: «Научно-технологические основы формирования мембранных катализаторов для процессов конверсии метана».

Председатель заседания
д.х.н., профессор кафедры
химической технологии
природных энергоносителей
и углеродных материалов Российского
химико-технологического университета
имени Д.И. Менделеева



Т.В. Бухаркина

Секретарь заседания
к.х.н., доцент кафедры
химии и технологии органических
соединений азота Российского
химико-технологического университета
имени Д.И. Менделеева



Н.В. Юдин