

«УТВЕРЖДАЮ»



Проректор по науке
ФХТУ им. Д. И. Менделеева
д.с.н., профессор, Р.А. Козловский

« 30 » июня 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему: «Коллоидно-химические основы получения каталитически активных мембран на основе оксидов ванадия» по научной специальности 1.4.10. Коллоидная химия (химические науки) выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» на кафедре коллоидной химии.

В процессе подготовки диссертации Хеин Мьят Лвин, «20» мая 1994 года рождения, был аспирантом кафедры коллоидной химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» с 01.09.2022 по настоящее время.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» «16» июня 2026 года.

Научный руководитель – кандидат химических наук по специальности 02.00.11 – Коллоидная химия, доцент, доцент кафедры коллоидной химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» Яровая Оксана Викторовна.

По результатам рассмотрения диссертации на тему: «Коллоидно-химические основы получения каталитически активных мембран на основе оксидов ванадия» принято следующее заключение.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена тем, что в настоящее время наблюдается возрастающий интерес к разработке гибридных технологий, объединяющие разделительные и каталитические процессы. Одной из таких технологий является совмещение микрофильтрации для очистки от грубодисперсных примесей с каталитической очисткой от остаточного содержания растворенных органических соединений. Реализация подобных технологий сдерживается отсутствием простых и масштабируемых технологий нанесенных слоев из каталитически активных компонентов.

Перспективным методом для получения подобных слоев является золь-гель метод. В настоящее время отсутствуют систематизированные данные о влиянии коллоидно-химических свойства золь ванадийсодержащих соединений на процессы нанесения и о влиянии условий нанесения на характеристики полученных слоев. Разработка коллоидно-химических основ получения нанесенных ванадийсодержащих слоев на поверхности керамических трубчатых мембран золь-гель методом представляет собой важную научную и практическую задачу.

Научная новизна заключается в следующем:

1. Впервые изучено влияние условий синтеза на коллоидно-химические свойства золь $V_2O_5 \cdot nH_2O$, полученных термолизом грубодисперсного V_2O_5 в присутствии пероксида водорода, что позволило выявить концентрационную область V_2O_5 (0,3-1,6% мас.), в которой возможно образование агрегативно устойчивых золь.
2. Впервые получен комплекс данных о коллоидно-химических свойствах золь, синтезированных с разной исходной концентрацией V_2O_5 (концентрация соединений ванадия в нерастворенной и растворенной формах, размер, форма и химический состав частиц, вязкость золь, знак и величина электрокинетического потенциала, влияние pH дисперсионной среды и содержания индифферентного электролита на агрегативную устойчивость), что позволило выбрать условия формирования нанесенных слоев.
3. Впервые получен комплекс данных о фазовом составе, удельной поверхности, пористых характеристиках ксерогелей и нанесенных слоев $V_2O_5 \cdot 1,6H_2O$, а также продуктах их термического разложения, что позволило выбрать режим термообработки нанесенных слоев.
4. Впервые получены данные о каталитической активности мембран V_2O_5/Al_2O_3 в реакции разложения метиленового синего и родамина Б, в присутствии пероксида водорода в условиях видимого света (без дополнительного УФ излучения).

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в следующем:

1. Разработаны коллоидно-химические основы получения каталитических мембран с нанесенным слоем V_2O_5 с использованием золь, полученных гидролизом грубодисперсного V_2O_5 в присутствии пероксида водорода при температуре кипения. Показана взаимосвязь между условиями синтеза золь, его коллоидно-химическими свойствами и их влиянием на условия проведения стадии нанесения.
2. Реализован способ нанесения слоев аналогом метода нафильтровывания – методом, который не требует сложного аппаратного оформления и который может быть масштабирован. Метод позволяет наносить слои мембран V_2O_5/Al_2O_3 за одну стадию и закреплять слои на поверхности за один цикл сушки и термообработки.
3. Разработаны основные этапы нанесения слоев мембран V_2O_5/Al_2O_3 с применением синтезированных золь с удельной массой нанесенного слоя до 9

мг/см². Определены оптимальные условия термообработки (650 °С), при которых достигается хорошая адгезия к поверхности мембран на основе α - Al_2O_3 . Определен диапазон величин pH растворов, в которых нанесенные слои, полученные при разной температуре термообработки, сохраняют химическую стабильность.

4. Установлена каталитическая активность в процессе разложения органических красителей метиленового синего и Родамина Б в разбавленных водных растворах в присутствии пероксида водорода в условиях видимого света (без дополнительного УФ излучения), которая на порядок превышает каталитическую активность порошковых катализаторов на основе V_2O_5 .

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

В ходе диссертационного исследования было опубликовано 14 научных трудов, включая 3 статьи в журналах, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science, а также 2 статьи в журналах, включённых в перечень ВАК. Результаты данного исследования подтверждены участием в научных конференциях всероссийского и международного уровня.

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на: III Конференции молодых ученых с международным участием «Новые материалы и химические технологии» (Москва, 2022 г.), VII Всероссийской научной конференции «Актуальные проблемы теории и практики гетерогенных катализаторов и адсорбентов» (Иваново – Суздаль, 2023 г.), Международной научно-практической конференции «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность» (Севастополь, 2023 г.), X молодежной школе-конференции «Современные аспекты химии» (Пермь, 2023 г.), Международной научно-практической конференции «Научное измерение - 2023» (Петрозаводск, 2023 г.), VI Международной конференции по коллоидной химии и физико-химической механике (IC CCPM), посвященной 125-летию со дня рождения П.А. Ребиндера. (Казань, 2023 г.), X Всероссийской конференции (с международным участием) «Высокотемпературная химия оксидных систем и материалов» (Санкт-Петербург, 2023), XXVIII Всероссийской Конференции Молодых Учёных — Химиков (Нижний Новгород, 2025).

Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных:

1. Hein Myat Lwin, Yarovaya O. V. Photocatalytic degradation of methylene blue dye with H_2O_2 over ceramic membrane with supported layer V_2O_5 . // Advances in Ecology and Environmental Engineering. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer, Cham. – 2024 – P. 203 - 215. DOI: 10.1007/978-3-031-64423-8_18. (Scopus)
2. Hein Myat Lwin, Yarovaya O. V. Colloidal chemical properties of the sol $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. // Nanosystems: physics, chemistry, mathematics (Наносистемы: физика, химия, математика). – 2024 – Vol. 15(4) - P. 487 - 497. DOI: 10.17586/2220-8054-2024-15-4-487-497. (ВАК, Scopus. Web of Science. РИНЦ)

3. Hein Myat Lwin, Yarovaya O. V., Senina M. O., Kuznecov M. Yu. Deposition of selective vanadium-containing layers on the external surface of α - Al_2O_3 tubular ceramic membranes// Glass and Ceramic. – 2025 – Vol.82. № 3-4 - P. 108-115. DOI 10.1007/s10717-025-00757-7 (Scopus, Web of Science, РИНЦ)

Публикации в изданиях, включённых в перечень ВАК:

1. Hein M.L., Yarovaya O.V, Senina M.O. Sol-gel fabrication of hydrated vanadium (V) oxide and analysis of its xerogel properties, // International Research Journal (Международный научно-исследовательский журнал) № 4 (154). DOI: 10.60797/IRJ.2025.154.21. (ВАК, GeoRef)

2. Hein Myat Lwin, O. V. Yarovaya, M. O. Senina. Catalytic degradation of Rhodamine B dye using hydrogen peroxide over ceramic membrane supported by vanadium (V) oxide layer. // Вестник Башкирского университета. - 2025. Т. 30. №1 P. 45-50. DOI: 10.33184/bulletin-bsu-2025.1.7 (ВАК)

Публичные доклады на всероссийских и международных научных мероприятиях:

1. Хеин Мьят Лвин, Яровая О. В. Разработка способа получения дисперсий V_2O_5 для получения нанесенных слоев на внешней поверхности трубчатых мембран на основе Al_2O_3 . // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. Том XXXVI, № 13 (262). – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. - 2022. – С 132 - 134. (РИНЦ)

2. Хеин Мьят Лвин, Яровая О. В. Получение каталитически керамических мембран со слоем V_2O_5 // Актуальные проблемы теории и практики гетерогенных катализаторов и адсорбентов, VII Всероссийская научная конференция (с международным участием) г. Иваново – Суздаль. – 2023. – С 521 – 523

3. Хеин Мьят Лвин, Яровая О. В. Окисление красителя метиленового синего на керамических мембранах с нанесенными активными слоями на основе V_2O_5 // Международная научно-практическая конференция Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность. г. Севастополь - 2023. – С 121 – 123. (РИНЦ)

4. Хеин Мьят Лвин, Яровая О. В. Исследование получения и некоторых свойств золя $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ // X молодежная школа-конференции «Современные аспекты химии» г. Пермь, ПГНИУ. -2023. – С 172 - 175. (РИНЦ)

5. Хеин Мьят Лвин, Яровая О. В. Анализ влияния pH на химическую стабильность нанесенных катализаторов на основе V_2O_5 // Международная научно-практическая конференция «Научное измерение - 2023» г. Петрозаводск. – 2023. – С 128 - 132. DOI: 10.46916/04072023-4-978-5-00215-045-8.

6. Hein Myat Lwin, Yarovaya O. V. Some properties of the $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ sol, which was obtained by thermolysis of V_2O_5 powders with hydrogen peroxide. // VI Международная конференция по коллоидной химии и физико-химической механике (IC CCRSM), посвященная 125-летию со дня рождения П.А. Ребиндера. Казань. – 2023 – P. 102 - 102.

7. Хеин Мьят Лвин, Яровая О. В. Анализ химической стабильности нанесенных катализаторов на основе V_2O_5 в средах с различными значениями pH. // X Всероссийская конференция (с международным участием) «Высокотемпературная химия оксидных систем и материалов», Санкт-Петербург. -2023. С. 230-232. (РИНЦ)
8. Hein Myat Lwin, Yarovaya O. V., Senina M. O. Optimization of Conditions for the Preparation of Ceramic Membrane with Catalytically Active Layer of V_2O_5 . // XXVIII всероссийская конференция молодых ученых-химиков (с международным участием), Нижний Новгород. – 2025 – P. 589-589.
9. Hein Myat Lwin, Yarovaya O. V., Senina M. O. Physicochemical Properties of $V_2O_5 \cdot 1.6H_2O$ xerogel. // XXVIII всероссийская конференция молодых ученых-химиков (с международным участием), Нижний Новгород – 2025 – P. 501-501.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 1.4.10. «Коллоидная химия» в части:

п. 2. Адгезия, смачивание и растекание. Теории, методы исследования, П. 6. Диспергирование и конденсация как методы получения дисперсных систем (золи, суспензии, порошки, пористые тела, эмульсии, пены, пленки).

П. 8. Теории и модели строения двойных электрических слоев (ДЭС), определение параметров ДЭС.

П. 13. Седиментационная и агрегативная устойчивости дисперсных систем. Теории агрегативной устойчивости и кинетика коагуляции лиофобных систем.

П. 20. Роль коллоидно-химических свойств дисперсных систем в практике их применения.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Хеин Мьят Лвин 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 Хеин Мьят Лвин; они оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной, теоретической и практической значимостью.

С учетом научной зрелости автора, актуальности, научной новизны, теоретической 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: «Коллоидно-химические основы получения каталитически активных мембран на основе оксидов ванадия» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.10 – Коллоидная химия.

Диссертация рассмотрена на заседании кафедры коллоидной химии, состоявшемся «29» июня 2026 года, протокол № 19. В обсуждении приняли участие: заведующий кафедрой, д.х.н., доцент Гаврилова Наталья Николаевна, доцент кафедры, к.х.н., доцент Гродский Александр Сергеевич, доцент кафедры, к.х.н., доцент Киенская Карина Игоревна, доцент кафедры, к.х.н., доцент Яровая Оксана Викторовна, с.н.с., к.х.н. Калмыков Антон Георгиевич.

Принимало участие в голосовании 5 человека. Результаты голосования: «За» - 5 человек, «Против» - 0 человек, «Воздержались» - 0 человек, протокол № 19 от «29» июня 2026 г.

Председатель комиссии



А.С. Гродский

Секретарь заседания



К.И. Киенская