МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА (МГУ)

Ленинские горы, Москва,
ГСП-1, 119991
Телефон: 8-495-939-10-00
Факс: 8-495-939-01-26

03.09.2026 №93-26/013-03

На № _____

«Утверждаю»

Проректор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

_____ А.А.Федянин

«___»_____2026г.

Отзыв

ведущей организации ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» на диссертационную работу Хеин Мьят Лвин на тему «Коллоидно-химические основы получения каталитически активных мембран на основе оксидов ванадия», предоставленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности: 1.4.10 – Коллоидная химия.

Актуальность темы диссертационной работы. Представленная работа посвящена разработке коллоидно-химических основ получения каталитически активных мембран, которые в дальнейшем планируется использовать для разработки гибридных технологий очистки сточных вод. Совмещение микрофильтрации для очистки от грубодисперсных примесей с каталитической очисткой от остаточного содержания растворенных органических соединений является перспективным технологическим решением. С учетом ужесточения контроля за экологической обстановкой подобные технологии представляют несомненный интерес.

В данной работе предложено применять агрегативно устойчивые золи $V_2O_5 \cdot nH_2O$ для формирования каталитически активных слоев на поверхности керамических мембран, для их применения в жидкофазных реакциях окисления. Особенное внимание Хеин Мьят Лвин уделяет тому, чтобы все разрабатываемые стадии могли быть масштабированы и применимы в производстве. Для практического применения был выбран метод гидролиза V_2O_5 с использованием H_2O_2, который выделяется своей экологической безопасностью, низкими затратами и простотой выполнения. Тем не менее, в научной литературе отмечается отсутствие как систематизированных данных о коллоидно-химических свойствах подобных систем, так и отсутствие данных о получении каталитически активных мембран с нанесенными слоями V_2O_5 золь-гель методом.

Таким образом, разработка коллоидно-химических основ получения нанесенных ванадийсодержащих слоев на поверхности керамических трубчатых мембран золь-гель методом представляет собой важную научную и практическую задачу

Основные результаты работы, оценка их новизны и практической значимости. Предоставленная автором работа написана в традиционном плане и состоит из введения, трех основных глав, заключительных выводов и библиографического списка из 201 источника. Материалы диссертации изложены на 160 страницах машинописного текста, включая 73 рисунка и 20 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, дана характеристика современного состояния проблемы, сформулированы цель и задачи работы, указана научная новизна и практическая ценность проведенного исследования.

Литературный обзор состоит из 5 разделов, в которых представлено аналитическое обобщение существующих литературных данных о каталитических и химических свойствах ванадия, его оксидов и гидроксидов. Особое внимание уделено методам синтеза наночастиц V_2O_5 и их характеристикам. Подробно обсуждаются известные способы получения нанесенных слоев на основе V_2O_5 на различных носителях, таких как порошки, гранулы и керамические мембраны.

Во второй главе представлены характеристики исходных материалов и методология синтеза золя $V_2O_5 \cdot nH_2O$, а также подходы к получению нанесенных слоев на поверхности керамических мембран и методики для определения коллоидно-химических и физико-химических свойств исследуемых систем, включая каталитические испытания.

В третьей главе представлены результаты исследований, посвященных разработке коллоидно-химических основ получения каталитических мембран V_2O_5/Al_2O_3 золь-гель методом. Автор последовательно прорабатывает все стадии, начиная от выбора условий синтеза золей, заканчивая выбором условий термообработки нанесенных слоев. Работа содержит информацию по коллоидно-химическим свойствам золей; основным характеристикам ксерогелей и нанесенных слоев, полученных сушкой золей при комнатной температуре; основным характеристикам порошков и нанесенных слоев, полученных при различной температуре термообработки. Работа логично завершается подтверждением каталитической активности полученных мембран в жидкофазных реакциях разложения красителей в водных растворах.

Научная новизна результатов исследования сформулирована в следующих положениях:

1. Впервые изучено влияние условий синтеза на коллоидно-химические свойства золей $V_2O_5 \cdot nH_2O$, 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 золей.
2. Впервые получен комплекс данных о коллоидно-химических свойствах золей, синтезированных с разной исходной концентрацией V2O5 (концентрация соединений ванадия в нерастворенной и растворенной формах, размер, форма и химический состав частиц, вязкость золей, 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 исследования сформулирована в следующих положениях:

1. Разработаны коллоидно-химические основы получения каталитических мембран с нанесенным слоем V_2O_5 с использованием золей, полученных гидролизом грубодисперсного V_2O_5 в присутствии пероксида водорода при температуре кипения. Показана взаимосвязь между условиями синтеза золя, 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 аппаратурного оформления и который может быть масштабирован. Метод позволяет наносить слои 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 V_2O_5/Al_2O_3 с применением синтезированных золей с удельной массой нанесенного слоя до 9 мг/см^2. 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 мембран V_2O_5/Al_2O_3 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.

Достоверность и новизна полученных результатов не вызывает сомнений. Выводы диссертационной работы являются обоснованными и отражают основные результаты проведенного исследования. Эксперименты и аналитические исследования выполнены с применением традиционного и современного оборудования, обеспечивающего получение надежных данных.

Работа хорошо оформлена, логически структурирована и ясно написана. Материал диссертации хорошо известен научному обществу: в ходе диссертационного исследования было опубликовано 14 научных трудов, включая 3 статьи индексированые в международных базах, данных Scopus и Web of Science, а также 2 статьи в журнале, включённом в перечень ВАК. Результаты данного исследования подтверждены участием в девяти научных конференциях всероссийского и международного уровня.

Замечания по работе:

1. В литературном обзоре можно было сократить описание физико-химических свойств оксидов ванадия.

2. На стр. 71 в разделе 3.1 указано, что «Было определено, что частицы в системе представляют собой $V_2O_5 \cdot nH_2O$, подробно этот вопрос будет обсужден в разделе 3.4». Данное выражение неудачно, так как в разделах 3.1 и 3.4 указано, что частицы дисперсной фазы золя представляют собой $V_2O_5 \cdot nH_2O$, а частицы ксерогеля, полученного сушкой золя при 20 °С представляют собой $V_2O_5 \cdot 1{,}6H_2O$.

3. Обсуждая агрегативную устойчивость золей в присутствии электролитов, автор исследует влияние одного электролита – нитрата натрия. Возможно, исследование влияния электролитов типа 1-2 и 2-1 позволило бы получить дополнительную информацию и более полно оценить агрегативную устойчивость золей в присутствии различных электролитов.

4. На стр. раздела 3.6 при описании результатов термического анализа нанесенного слоя на поверхности мембраны автор указывает, что «Полученные данные показывают, что температуры основных процессов существенно снижаются по сравнению с ксерогелями». Из текста диссертации не осталось ясным, с чем автор связывает эти различия.

5. В целом, мы понимаем, что высказанные здесь пожелания, может быть, лежат за рамками данного исследования, но поскольку, автор впервые предлагает способ золь-гель перехода V_2O_5 и V_2O_5/Al_2O_3 для создания каталитических мембран, то хотелось бы иметь и их (мембран) полные аттестационные характеристики:

1) транспортные и функциональные характеристики (селективность, пористость, проницаемость, механизм переноса, проводимость)

2) каталитические характеристики (стабильность и выщелачевание)

3)эксплуатационные характеристики (механическая прочность, химическая стойкость и гидрофобно/гидрофильные свойства)

Указанные замечания не затрагивают существа диссертационной работы Хеин Мьят Лвин, не снижают общую высокую положительную оценку и могут быть рассмотрены как пожелания. Автор выполнил целостное оригинальное исследование. Полученные результаты проанализированы и обобщены. Автореферат диссертации и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертационной работы и соответствуют положениям диссертации.

Рекомендации по использованию результатов и выводов. Материалы диссертации Хеин Мьят Лвин, несомненно, представляют интерес для исследователей, работающих в области получения нанесенных слоев оксидов металлов на поверхности носителей разной природы. Так же материалы диссертации могут являться базовыми для дальнейших работ по получению различных нанесенных катализаторов на основе V_2O_5 и могут быть использованы при разработке мембранных реакторов для проведения газофазных процессов, в которых V_2O_5 проявляет каталитическую активность, в частности, для производства малеинового ангидрида из н-бутана и пропилена из пропана.

С работой целесообразно ознакомить такие ВУЗы и научные центры как Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), Ивановский государственный химико-технологический университет, Научно-исследовательский институт наноматериалов Ивановского государственного университета, Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Институт катализа имени Г. К. Борескова СО РАН, Новосибирский государственный университет и др.

Таким образом, диссертационная работа Хеин Мьят Лвин является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи о разработке коллоидно-химических основ получения каталитически активных мембран на основе оксидов ванадия, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний. По

поставленным задачам, уровню их решения, актуальности и научной новизне соответствует паспорту специальности 1.4.10 – Коллоидная химия по следующим пунктам: по 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».

Диссертационная работа отвечает требованиям положения о порядке присуждения ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 № 103 ОД (с последующими изменениями и дополнениями). А ее автор, Хеин Мьят Лвин, заслуживает присуждения степени кандидата химических наук по специальности 1.4.10 Коллоидная химия.

Отзыв подготовил Заслуженный профессор МГУ,

д.х.н. Матвеенко Владимир Николаевич _____

Отзыв заслушан и утвержден на заседании кафедры коллоидной химии химического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, протокол заседания № 1 от «31» 08 2026г.

Заведующий кафедрой коллоидной химии химического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова д.х.н., профессор Сергеев Владимир Глебович _____

Почтовый адрес:119991, Российская Федерация, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 3.

Телефон: 8495 9391031

Электронная почта: sergeyev@genebee.msu.ru

Секретарь заседания _____ Бодрикова Ю.Г.

И.о. декана Химического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова,

д.х.н, профессор РАН _____ С.С. Карлов