ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата химических наук
Теплоноговой Марии Александровны
на диссертационную работу Хеин Мьят Лвин
«Коллоидно-химические основы получения каталитически активных мембран на основе оксидов ванадия», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.10. Коллоидная химия

Диссертационная работа Хеин Мьят Лвин посвящена разработке коллоидно-химических основ получения каталитически активных мембран на основе оксидов ванадия, формируемых золь-гель методом на поверхности керамических трубчатых микрофильтрационных мембран. **Актуальность** работы обусловлена возрастающим интересом к гибридным мембранно-каталитическим технологиям, совмещающим разделительные и каталитические процессы, в частности для очистки сточных вод от растворённых органических соединений и механических примесей. Существующие подходы к нанесению ванадийсодержащих слоёв, прежде всего метод пропитки, недостаточно эффективны для жидкофазных процессов и часто требуют многостадийных циклов «пропитка–сушка–термообработка». В связи с этим разработка простого, масштабируемого и воспроизводимого золь-гель способа получения каталитически активных мембран V_2O_5/Al_2O_3 является важной научно-практической задачей.

Научная новизна работы не вызывает сомнений. Так, в работе впервые изучено влияние условий синтеза на коллоидно-химические свойства золей $V_2O_5 \cdot nH_2O$, полученных термолизом V_2O_5 в присутствии H_2O_2, и установлен диапазон концентраций золей V_2O_5 (0,3–1,6 мас.%), в котором возможно образование агрегативно устойчивых золей. Впервые показана каталитическая активность мембран V_2O_5/Al_2O_3 в реакциях разложения метиленового синего и Родамина Б в присутствии пероксида водорода в условиях видимого света без дополнительного УФ-излучения.

Полученные в диссертационной работе результаты имеют явную **практическую значимость**, поскольку в рамках работы были разработаны подходы к получению каталитических мембран, покрытых слоем V_2O_5, аналогом метода нафильтровывания, позволяющим формировать покрытие за одну стадию и закреплять его за один цикл сушки и термообработки. Определен диапазон pH растворов, в котором нанесённые на мембраны из Al_2O_3 слои V_2O_5 сохраняют химическую стабильность, и продемонстрирована

Сканировано с CamScanner

каталитическая активность полученных мембран. Отсутствие необходимости в дорогостоящем оборудовании делает разработанный подход перспективным для внедрения в промышленную практику.

Основные научные положения, выносимые на защиту, а также сформулированные **выводы и рекомендации** теоретически **обоснованы**, не противоречат фундаментальным положениям коллоидной химии и **подтверждены экспериментальными данными**. Объём и состав результатов, представленных автором, являются достаточными для диссертационного исследования на соискание ученой степени кандидата наук. Выбранные методики и условия синтеза хорошо обоснованы представленным обзором литературы. В тексте работы подробно представлены методики, что позволяет провести оценку их применимости и адекватности. В экспериментах, наряду с классическими химическими методиками, применялись современные физико-химические методы исследования – рентгенофазовый анализ, электронная микроскопия, турбидиметрия, термогравиметрия, ИК-Фурье спектроскопия, вискозиметрия, рентгеноспектральный микроанализ и др. В качестве дополнительного достоинства представленной диссертационной работы можно выделить логичную последовательность поставленных экспериментов и измерений.

Отдельно следует отметить достаточно хорошее изложение материала на неродном для соискателя языке; встречающиеся ошибки или опечатки не влияют на понимание и не искажают сути обсуждаемых результатов. В качестве незначительного замечания к оформлению можно указать, что соискатель, к сожалению, не придерживался принятого в научной литературе правила располагать рисунки сразу после абзаца, в котором они впервые упоминаются, что затрудняет сопоставление рисунков и их описания.

Несмотря на общее положительное впечатление от диссертации, к работе возникает ряд **вопросов и замечаний**. В частности:

1. К результатам рентгенофазового анализа ксерогеля (рис. 3.15, стр. 91) имеется ряд замечаний. Во-первых, рефлекс, наблюдаемый на экспериментальной дифрактограмме около 25,5° 2θ, отсутствует в выбранной референсной карточке №40-1296, что обязывает отнести этот рефлекс к какой-то другой фазе. Невзирая на отсутствие указанного рефлекса в карточке, соискатель указывает соответствующий максимум на штрих-дифрактограмме. Во-вторых, наблюдаемым рефлексам были неверно приписаны индексы Миллера. В-третьих, для идентификации фаз была выбрана карточка №40-1296, имеющая маркировку качества «unknown», то есть неизвестное качество. Как правило, карточки с такой маркировкой не

Сканировано с CamScanner

рекомендуется использовать для анализа.

2. На основании сопоставления экспериментальной дифрактограммы и карточки из базы данных, соискатель приписывает полученной фазе состав «$V_2O_5 \cdot 1{,}6H_2O$». Однако из дифрактограмм нельзя делать выводы о химическом составе и, в частности, о количестве кристаллизационной воды. Содержание кристаллизационной воды можно было бы оценить из результатов термогравиметрического анализа.

3. При анализе результатов низкотемпературной адсорбции азота (рис. 3.19) возникает вопрос: почему ветви изотерм адсорбции не стыкуются с ветвями изотерм десорбции в области низких давлений? Кстати, необходимо отметить, что представленные значения диаметра пор (табл. 3.7), а именно 2 нм и 100 нм, являются, фактически, границами применимости метода BJH, а не реальными значениями, характеризующими образцы.

4. С чем связано такое существенное (на десятки градусов) различие температур процессов при ТГА/ДТА покрытий V_2O_5 на мембранах и «свободного» V_2O_5 (с. 112)?

5. Из рассчитанных дзета-потенциалов (табл. 3.4, с. 78) следует, что золи с концентрацией 1,0-1,5 масс.% должны быть устойчивы. Однако при обсуждении рис. 37 утверждается, что резкий рост вязкости при концентрациях выше 1,0 масс.% можно объяснить «потерей агрегативной устойчивости и началом образования объемной структуры».

6. Вопреки утверждению соискателя на стр. 100, на представленных СЭМ-изображениях (рис. 3.22-3.23) нельзя различить слоистую структуру покрытий, а делать выводы о наличии или отсутствии наноразмерных пор на основании изображений с масштабными метками в сотни микрометров некорректно.

7. В каком виде ванадий находится на поверхности мембран после термической обработки при 650-700 °С? На соответствующих дифрактограммах продуктов термической обработки (рис. 3.28) присутствуют только рефлексы Al_2O_3.

Указанные замечания и вопросы носят дискуссионный характер и не снижают общей научно-практической значимости рассматриваемой диссертационной работы.

Заключение

Тема и содержание диссертации Хеин Мьят Лвин соответствуют паспорту специальности 1.4.10. Коллоидная химия (химические науки) в пунктах 13 «Седиментационная и агрегативная устойчивости дисперсных систем. Теории агрегативной устойчивости и кинетика коагуляции

Сканировано с CamScanner

лиофобных систем»; 14 «Стабилизация и коагуляция дисперсных систем с различным агрегатным состоянием фаз»; 22 «Теория и практика технологических процессов, базирующихся на коллоидно-химических закономерностях».

Автореферат и опубликованные работы соответствуют содержанию диссертации и достаточно полно отражают его.

Рассматриваемая диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой на актуальную тему, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития коллоидной химии: разработаны коллоидно-химические основы получения золь-гель методом на поверхности керамических трубчатых мембран функциональных слоев пентаоксида ванадия.

Диссертация Хеин Мьят Лвин «Коллоидно-химические основы получения каталитически активных мембран на основе оксидов ванадия» соответствует требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» (с последующими изменениями и дополнениями), утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД, а ее автор, Хеин Мьят Лвин, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.10. Коллоидная химия.

Официальный оппонент:
кандидат химических наук, (специальность 1.4.15. – Химия твердого тела), младший научный сотрудник Лаборатории нанобиоматериалов и биоэффекторов для тераностики социально-значимых заболеваний ФГБУН «Институт общей и неорганической химии имени Н.С. Курнакова РАН»

Теплоногова Мария Александровна
«5» октября 2026

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук.
Адрес: 119071, г. Москва, Ленинский проспект, дом 31
E-mail: ma_teplonogova@igic.ras.ru

Подпись руки Теплоноговой М.А.
УДОСТОВЕРЯЮ
Зав. протокольным отд. ИОНХ РАН

Сканировано с CamScanner