

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Горбунова Владислава Сергеевича
«Иммобилизованные производные имидазолия в окислении
гетероатомных соединений» представленной на
соискание ученой степени кандидата химических наук по
специальности 1.4.14. Кинетика и катализ**

Диссертационная работа В. С. Горбунова посвящена исследованию иммобилизованных производных имидазолия в процессах пероксидного окисления серо- и азотсодержащих соединений, представляющих важный класс гетероатомных примесей в углеводородном сырье. С точки зрения задач глубокой очистки нефтяных фракций тема исследования представляется крайне актуальной, поскольку традиционные процессы гидроочистки, особенно в отношении устойчивых ароматических серо- и азотсодержащих соединений, требуют более жесткие условия реакции, а именно высокое давление водорода и температуру, для достижения уровней остаточного количества примесей, регламентируемых действующими экологическими нормами, поэтому развитие альтернативных окислительных технологий является важным направлением совершенствования схем нефтепереработки.

Соискателем выбрана сложная многокомпонентная система, включающая ионные жидкости на основе имидазолиевых катионов различного строения, сильные минеральные и органические кислоты и силикагель в качестве носителя, что позволяет целенаправленно варьировать природу катиона, аниона и твердой подложки, но существенно усложняет анализ взаимосвязи между структурными параметрами и каталитическими характеристиками. Тем не менее, автор выстраивает логичную экспериментальную работу: от синтеза и идентификации индивидуальных ионных производных к получению и исследованию нанесенных систем и оценке их каталитического поведения.

Диссертация опирается на широкий комплекс физико-химических методов (ИК-спектроскопия, рентгенофлуоресцентный анализ, масс-спектрометрия, адсорбционная порометрия, электронная микроскопия, методы определения кислотных центров), что позволяет надежно установить состав и структуру катализаторов, а также выявить особенности устойчивости гетерополианионов, распределения активной фазы и природы бренстедовских центров. К важнейшим результатам относится показанная роль строения имидазольного катиона и соотношения ионная жидкость - фосфорномолибденовая кислота в устойчивости и активности гетерополианионов на поверхности силикагеля, а также различное влияние кислотности и содержания металла для сернистых и азотистых субстратов:

активность в окислении тиофена, дибензотиофена и метилфенилсульфида коррелирует с концентрацией БКЦ, тогда как для пиридина определяющим является количество гетерополикислоты.

Показано, что увеличение содержания гетерополикислоты в системах на основе (4-(3'-этилимидазолий)-бутансульфоната не приводит к монотонному росту кислотности и активности, а оптимальная композиция соответствует промежуточному соотношению компонентов, которое обеспечивает максимум бренстедовских центров при сохранении стабильности активной фазы. Практическая значимость работы связана с разработкой эффективных гетерогенных каталитических композиций, включая безметалльные системы на основе бетаина и сильных кислот, сочетающих функции катализатора, экстрагента и адсорбента и обеспечивающих глубокое снижение содержания не только отдельно серо- и азотсодержащих соединений, но и их смесей.

Тем не менее, в процессе изучения автореферата возникло некоторое количество вопросов и замечаний:

1. Таблица 1. Почему содержание молибдена, определенное методом СЭМ, почти на порядок отличается от данных РФЛА для первого образца?
2. Почему определяли только концентрацию кислотных центров Бренстеда и не определяли содержание кислотных центров Льюиса? Влияют ли они на механизм окисления или активность катализаторов?
3. В тексте автореферата необходимо расшифровать аббревиатуры ДБТ и МФС, хотя бы при их первом упоминании.
4. С чем связан выбор модельных соединений для окисления: тиофена, тиоанизола, и дибензотиофена? Они концентрируются в разных фракциях – бензиновой, керосиновой и дизельной, соответственно. Катализаторы и технологические параметры гидроочистки для них отличаются.
5. На стр. 10 указано, что окисление проводили при постоянно содержании субстрата (1 масс.%) и катализатора (0,1 г), при этом, по данным элементного анализа, в них содержится разное количество молибдена (от 1,7 до 17,4 масс.%. Насколько корректно сравнивать результаты каталитических испытаний при разном мольном соотношении субстрат/металл?
6. В автореферате нет данных о константах скоростях реакции окисления, энергиях активации, рассчитанных TOF, однако, в выводе 3 упоминается термин «активность». Что подразумевается?

Указанные замечания не меняют общей положительной оценки работы. По актуальности темы, новизне, объему выполненных исследований, практической и теоретической значимости полученных результатов представленная диссертационная работа, несомненно, соответствует

критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а ее автор, Горбунов Владислав Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.14. Кинетика и катализ.

Отзыв составил:

Кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник кафедры физической и коллоидной химии факультета химической технологии и экологии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»

Готов Александр Павлович
«04» июня 2026 г.

Почтовый адрес: 119991, г. Москва, Ленинский проспект, 65, корп. 1
Тел. +7 (499) 507-88-88, e-mail: com@gubkin.ru

Подпись Глотова А.П. удостоверяю