

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Иванова Алексея Владимировича
«Физико-химические основы применения ферритов в процессах магнитно-адсорбционной и озонолитической очистки воды», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.4.4 – Физическая химия

Диссертационная работа Иванова Алексея Владимировича посвящена разработке и физико-химическому исследованию новых функциональных материалов на основе ферритов для адсорбционной и каталитической очистки водных сред от стойких органических загрязнителей.

Проблема очистки промышленных сточных вод от токсичных органических соединений, в частности фенола и его производных, имеет важное экологическое значение для промышленных регионов, в особенности Кузбасса. Традиционные методы очистки сточных вод коксохимических и химических производств часто оказываются малоэффективными или экономически затратными. Автор предлагает решение данной проблемы посредством адаптации методов синтеза магнитных сорбентов на базе активированных углей и гетерогенных катализаторов на основе феррита цинка. Физико-химическое обоснование макрокинетики процессов озонлиза и адсорбции, выполненное на стыке фундаментальной науки и практической экологии, определяет актуальность и своевременность диссертационного исследования.

Научные положения и выводы, сформулированные в работе, обладают высокой степенью достоверности. Экспериментальная база проведенного исследования основана на применении современного комплекса взаимодополняющих физико-химических методов. В работе использованы методы низкотемпературной адсорбция азота (метод БЭТ), рентгенофазового анализа, ИК- и УФ-вид спектроскопии. Обоснованность теоретических выводов подтверждается корректным применением подходов химической термодинамики и кинетики, математическим моделированием процессов массопереноса, а также использованием строгих расчетных методов обработки спектральных данных. Результаты экспериментов аппроксимированы с помощью фундаментальных уравнений Ленгмюра и Дубинина-Радужкевича.

Вклад автора в развитие физической химии гетерогенных процессов заключается в следующих впервые полученных результатах:

1. Впервые детально изучены параметры пористой структуры и адсорбционные свойства магнитных активированных углей, полученных оригинальным методом термического разложения оксалата железа (II) непосредственно на углеродной матрице.
2. Впервые проведено сравнительное исследование каталитической активности феррита цинка, синтезированного оксалатным и гидротермальным методами, в реакции озонлиза фенола.
3. Впервые количественно оценено каталитическое действие полученных ферритов в процессах деструкции органических примесей в реальном многокомпонентном объекте — оборотной воде коксохимического производства (ПАО «Кокс», г. Кемерово).
4. Разработана и верифицирована оригинальная макрокинетическая модель озонлиза, учитывающая диффузионное сопротивление и массообмен при барботировании газа, что позволило рассчитать эффективные константы скоростей отдельных стадий и определить физические параметры системы (включая радиус пузырьков озона).

Практическая ценность диссертации Иванова А.В. для Кузбасса и химической отрасли в целом не вызывает сомнений. Разработанные доступные методики синтеза магнитных адсорбентов и катализаторов озонлиза не требуют жестких технологических условий (таких как прецизионный контроль pH или инертная атмосфера), что открывает возможности для их масштабного промышленного внедрения на очистных сооружениях. Экспериментально доказанная эффективность катализаторов при очистке реальной оборотной воды ПАО «Кокс» до нормативных показателей биологической очистки подтверждает прямую применимость результатов для снижения экологической нагрузки на водные экосистемы региона.

Не умаляя общей высокой научной и практической ценности выполненной работы, по автореферату необходимо высказать следующие замечания и вопросы:

1. Из представленных данных (таблица 4) видно, что удельная площадь поверхности феррита цинка оксалатного синтеза в 5,5 раз меньше, чем у гидротермального, однако его каталитическая активность в реакциях озонолиза существенно выше. Автор связывает это с более высокой плотностью поверхностных дефектов и количеством гидроксильных групп М–О–Н. Желательно было бы уточнить, не накладывают ли малые размеры пор гидротермального образца (7,9 нм) по сравнению с оксалатным (28,97 нм) диффузионные ограничения на транспорт молекул реагентов и промежуточных продуктов окисления.
2. Наиболее известным способом снижения стоимости очистки с использованием магнитных сорбентов является возможность удаления отработанного сорбента с целью его регенерации, рассматривал ли автор возможность регенерации магнитных сорбентов содержащих магнетит?
3. При изучении адсорбции фенола отмечено, что при перемешивании происходит частичное отщепление мелких частиц магнетита от пористой матрицы, что потребовало введения сложной спектрофотометрической корректировки по уравнениям (1) и (2). В связи с этим возникает вопрос: исследовалась ли механическая стабильность данных магнитных композитов в условиях, приближенных к динамическим потокам реальных очистных сооружений? Не приведет ли при эксплуатации указанный эффект к вторичному загрязнению очищаемой воды мелкодисперсным не магнитным углеродным сорбентом и/или обогащению магнитного сорбента не эффективными в процессе очистки частицами магнетита при повторении циклов извлечения-регенерации?

Диссертационная работа Иванова Алексея Владимировича «Физико-химические основы применения ферритов в процессах магнитно-адсорбционной и озонолитической очистки воды» является самостоятельным, завершенным научно-квалификационным исследованием, выполненным на высоком теоретическом и экспериментальном уровне. Работа вносит существенный вклад в физическую химию и предлагает эффективные пути решения важных экологических задач.

По актуальности, новизне, теоретической и практической значимости, объему проведенных исследований и уровню обсуждения полученных результатов диссертационная работа «Физико-химические основы применения ферритов в процессах магнитно-адсорбционной и озонолитической очистки воды» полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положением о порядке присуждения ученых степеней» (пункты 9, 10, 11, 13), утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 (в действующей редакции), а ее автор Иванов Алексей Владимирович заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.4.4 – физическая химия.

11.06.2026 г.



Зыков И.Ю. – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник института углехимии и химического материаловедения Федерального исследовательского центра угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук, 650000, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово, пр-т Советский, 18, +7 (3842) 36-55-86, zyak.kot@mail.ru.