

Общая характеристика твердых оксидов графена с помощью инфракрасной спектроскопии

Мухеев И.В.¹, Жукова Е.Ю.¹, Ратова Д.-М.В.¹, Проскурнин М.А.¹

mikheev.ivan@gmail.com

¹ МГУ имени М.В.Ломоносова, Химический факультет, Москва, Россия

Инфракрасная спектроскопия поверхностей начала развиваться с первых работ по исследованию адсорбированной воды на монтмориллоните в конце 1930-х годов, а затем получила систематическое развитие в 1940–1950-х годах благодаря исследованиям А. Н. Теренина и его научной школы в Ленинграде. Уже в 1950-е годы метод быстро вышел за рамки академической науки и активно внедрен в промышленную практику исследования катализаторов, в том числе в работах промышленных компаний Техасо, Амосо и др.

ИК-спектроскопия занимает важное место в анализе оксида графена/графита (ОГ) и наряду с РФЭС, порошковой дифрактометрией и КР-спектроскопией широко используют для характеристики его химического состава и структуры. К 2024 году появились ключевые работы, существенно продвинувшие идентификацию полос в ИК-спектре оксида графена и фактически сформировавшие основу для его первичного распознавания и оценки соответствия спектральных характеристик оксиду графена [1]. В то же время прямой анализ ИК-спектров недостаточен для разграничения и идентификации типов кислотных центров и для корректной классификации образцов по типам [2]. В случае твердых образцов прямое определение pK_a по pH-зависимым изменениям ИК-спектра, как правило, затруднено, поэтому кислотность целесообразно оценивать методом ИК-спектроскопии адсорбированных молекул-зондов, позволяющим устанавливать тип, относительную силу и распределение кислотных центров.

Цель работы состоит в построении корреляционной схемы интерпретации ИК-спектров оксида графена на основе сопоставления двух серий модельных систем: органических твердых поверхностей с заданными функциональными группами, имитирующих группы ОГ с адсорбированным пиридином, и различных образцов оксида графена, исследуемых с использованием ряда пиридиновых молекул-зондов. Реализация такого подхода должна обеспечить переход от качественного сопоставления ИК-спектров модельных и реальных систем к построению корреляционной схемы, связывающей спектральные параметры адсорбции молекул-зондов с природой и кислотностью функциональных центров поверхности оксида графена.

В работе будут представлены первичные данные по сорбции пиридина и его производных в широком диапазоне pK_a на оксидах графена, полученных методами Броди и Хаммерса, а также результаты сорбции пиридина на органических твердых поверхностях, моделирующих функциональные группы оксида графена. В дополнение будет проведен детальный анализ ИК-НПВО-спектров изучаемых систем с целью выявления изменений в характере и энергии взаимодействий сорбат–сорбент, идентификации задействованных функциональных групп, а также установления возможных механизмов адсорбции и влияния кислотно-основных свойств пиридина и его производных на структуру поверхностных комплексов.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ 24-73-10012.

Ссылки

1. Brusko V., Khannanov A., Rakhmatullin A., Dimiev A. M. Unraveling the infrared spectrum of graphene oxide // Carbon. 2024. Vol. 229. Art. 119507. DOI: 10.1016/j.carbon.2024.119507.
2. Ratova D.-M. V., Kaplin A. V., Khitrov M. D., Eremina E. A., Korobov M. V., Proskurnin M. A., Mikheev I. V. Topochemical Speciation of Acidic Sites in Graphene Oxide via Tailored FTIR Probes // Analytical Chemistry. — 2025. — Vol. 97, N. 45. — P. 25004-25019.