

## РАЦИОНАЛЬНАЯ ПРОБОПОДГОТОВКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОГЕЛЕЙ

Сотрудники лаборатории инструментальных методов и органических реагентов Института геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН) совместно с учеными из ИОНХ РАН апробировали гидрогели в качестве полимерных лигандов (молекул, образующих комплексы с ионами металла) для концентрирования и выделения неорганических соединений при подготовке жидких проб. Поликомплексы впервые охарактеризованы методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), который селективно фиксирует параметры неспаренных электронов, характеризующие их вращение вокруг своей оси. Результаты исследований опубликованы в журнале «Сорбционные и хроматографические процессы» (Симакина и др., 2024)\*.

Поиск новых сорбентов для концентрирования веществ – одна из важных задач аналитической химии с точки зрения современного мониторинга водных объектов. Источники водоснабжения необходимо регулярно контролировать, качество природной воды также является показателем состояния экосистем. Применение сорбентов при отборе воды для анализа упрощает подготовку сложных проб, позволяет применять для определения абсорбата твердый концентрат и оперативно регистрировать результаты многоэлементными инструментальными методами в портативном исполнении *in situ*.

Авторы предложили стратегию совершенствования пробоподготовки для определения ионов металлов высокочувствительными многоэлементными методами аналитической химии, что позволит значительно сократить трудоемкость анализа жидких проб, сэкономить

реактивы и увеличить число одновременно определяемых компонентов.

Для концентрирования ионов металлов использовали слабосшитые полимерные гели на основе полиакриламида. В воде гидрогели сильно набухают ( $\text{pH } 4\text{--}7$ ), что позволяет проводить сорбцию элементов не только на поверхности, но и внутри гранул полимера. Концентрирование проводят в статическом режиме, поместив навеску гидрогеля в определенный объем пробы воды, с последующим высушиванием на воздухе при  $100^\circ\text{C}$ .

Цель работы – получение и изучение методом ЭПР-спектроскопии твердых полимерных концентратов для подтверждения сорбции элементов в гидрогелях и дальнейшей разработки методик пропрободготовки различных водных объектов. Для этого получали индивидуальные и бинарные полимерные комплексы парамагнитных элементов  $\text{Cu(II)}$ ,  $\text{Gd(III)}$ ,  $\text{V(IV)}$ ,  $\text{Mn(II)}$  и  $\text{Fe(III)}$  из модельных растворов их солей, а затем их высушивали (рис. 1). Для подтверждения сорбции и надежного связывания элементов в полимерные комплексы использовали метод ЭПР-спектроскопии при комнатной температуре. Экспериментально полученные новые спектры ЭПР сравнивали с теоретическими (рис. 2). Показано, что при высушивании слабосшитые полимерные гели полностью освобождаются от молекул воды, а сорбция металлов зависит от  $\text{pH}$ , увеличиваясь с повышением  $\text{pH}$  раствора.

При совместном присутствии ионы металлов образуют более сложные соединения, чем в случае индивидуальной сорбции. Определено, что при комплексообразовании металлов с гидрогелями ближайшая координационная сфера сильно искажается, причем природа искажения лигандного окружения зависит от элемента. В случае системы  $\text{Cu(II)}$  и  $\text{V(IV)}$  наблюдается аддитивность спектров ЭПР, а в случае  $\text{Cu}$  и  $\text{Gd(III)}$  – нет. В любом случае подтверждается образование прочных и устойчивых полимерных комплексов.

Сорбционное концентрирование с использованием гидрогелей предложено в качестве пробоподготовки природных и техногенных водных



Рис. 1. Сорбция ионов меди (II) гидрогелем из раствора сульфата меди

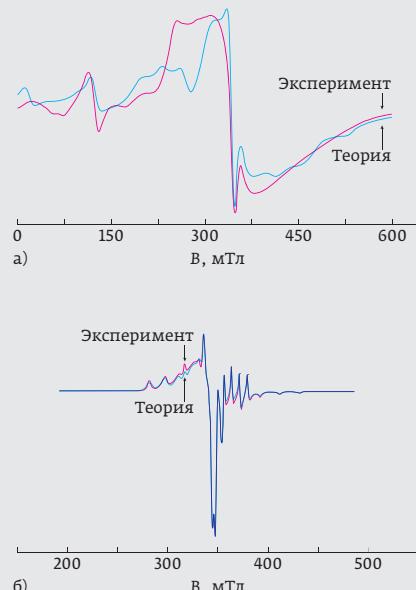


Рис. 2. Спектры ЭПР-комплексов гидрогеля с ионами  $\text{Cu(II)}$  и  $\text{Gd(III)}$  (а) и  $\text{Cu(II)}$  и  $\text{V(IV)}$  (б) в смеси,  $T=293$  К

систем путем переведения определяемых ионов в твердый полимерный концентрат для дальнейшего его анализа многоэлементными инструментальными методами. Например, могут быть использованы нейтронно-активационный анализ, спектрофотометрический, цветометрический, люминесцентный анализы, спектроскопия диффузного отражения, ИК-спектроскопия, рентгенофлуоресцентный анализ, атомно-абсорбционная спектрометрия с электротермической атомизацией.

Работа выполнена при финансовой поддержке

Минобрнауки России.

Пресс-служба ГЕОХИ им. В. И. Вернадского РАН