

calculation in atom-atomic approach // Abstr. XVII Intern. Conf. on Chem. Thermodynamics in Russia: Vol. 1. — Kazan: IPH “Butlerov Heritage” Ltd, 2009. P. 16.

9. Папулов Ю.Г. Теория и методы расчета в атом-атомном представлении // Вестн. Казанского технологич. ун-та, 2010, № 1. С. 80-83.

10. Татевский В.М. Теория физико-химических свойств молекул и веществ. М.: МГУ, 1987. 239 с.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 10-03-97500рЦентр-а)

МЕХАНИЗМ СОРБЦИИ КАТИОНОВ Zn²⁺, Cd²⁺, Pb²⁺ И Cu²⁺ ПРИ ИХ СОВМЕСТНОМ ПРИСУТСТВИИ НА МАГНИЙ-АЛЮМИНИЕВОМ СОРБЕНТЕ

**Процай А.А., Боковикова Т.Н.,
Привалова Н.М., Привалов Д.М.**

*Кубанский государственный
технологический университет
Краснодар, Россия*

Изучение механизма взаимодействия сорбента с ионами тяжелых металлов проводили путем исследования химического состава сорбента и состояния адсорбированных ионов методами ИК-спектроскопии и рентгенофазового анализа.

Установлено, что на всех спектрах в области поглощения свободных групп ОН наблюдается смещение полосы 3690 см⁻¹ в низкочастотную область, что говорит об уменьшении количества этих групп в сорбенте при адсорбции на нем ионов металлов. В то же время появляются интенсивные широкие полосы с максимумом в области 2455 см⁻¹, которые могут соответствовать валентным колебаниям ОН⁻ групп гидроксидов, а также гидроксокомплексов. На спектре образца с адсорбируемыми ионами меди наблюдается не только уменьшение интенсивности полосы свободных групп ОН, но и появление четких полос новой фазы — водного сульфата с частотами полос 600,

780, 870, 10075, 1115, 1135, 1630, 3275 и 3414 см⁻¹. Образование новых фаз подтверждается результатами рентгенофазового анализа: на рентгенограммах зафиксировано образование новой кристаллической фазы Cu₄(SO₄)(OH)₆·H₂O (d = 6,98; 5,31; 3,47; 2,71; 2,62; 2,42; 2,30; 2,27; 2,02; 1,54 Å), а также оксида меди (d = 2,53; 2,33; 1,95 4 1,87; 1,71; 1,59, 1,51 Å).

Механизм сорбции для двухзарядных ионов металлов описывается как реакциями ионного обмена, так и «неионообменной сорбцией»: ионы магния в структуре сорбента замещаются катионами Cu²⁺, Zn²⁺, Cd²⁺, Pb²⁺, кроме того, на поверхности сорбента катионы тяжелых металлов, попадая в щелочную среду, образуют труднорастворимые гидроксиды (для цинка и гидроксокомплексы) по схеме:



Произведение растворимости гидроксидов меди (II), кадмия (II), цинка (II) и свинца (II) в сотни раз меньше произведения растворимости гидроксида магния, поэтому равновесие химического взаимодействия смещается в сторону образования труднорастворимых гидроксидов. Кроме того, из адсорбента в воду дополнительно диффундируют ионы магния, что также способствует повышению pH среды. Диффузия катионов магния возможна благодаря невысокой прочности связей с кристаллической решеткой катионита. Таким образом, формируются мицеллы гидроксидов тяжелых металлов с дальнейшим укрупнением их в агрегаты, образованием и ростом коллоидной структуры за счет сил электростатического взаимодействия между положительно заряженной поверхностью зерен адсорбента и отрицательно заряженными мицеллами гидроксидов тяжелых металлов. Из этого следует, что поглощение ионов Cu²⁺, Zn²⁺, Cd²⁺, Pb²⁺ происходит не только за счет ионного обмена сорбируемых катионов с ионами магния, но и за счет образования гидроксидов, аква- и гидроксокомплексов, образующихся в результате взаимодействия металлов с ОН⁻ группами на поверхности сорбента. Сорбция ионов меди сопровождается образованием новых химических соединений.

Экологические технологии

«МИРЫ» НА БАЙКАЛЕ

**Щербаков А.А., Янулевич А.С.,
Савченко И.В., Шишелова Т.И.**

*ГОУ ВПО Иркутский государственный
технический университет
Иркутск, Россия*

«Мир» — серия российских научно-исследовательских подводных глубоководных обитаемых аппаратов (ГОА) для океанологических исследований и спасательных работ. Имеют глубину погружения до 6 км. Базируются на борту научно-исследовательского судна «Академик Мстислав Келдыш». Идея аппаратов и начальный проект были проработаны в АН СССР и КБ «Лазурит». Глубоководные аппараты изготовлены в 1987 году финской компанией Rauma Repola. «Миры» дали начало новому направлению в научном изучении океана. Исследовательский комплекс, объединяющий судно и ГОА «Мир», не имеет мировых аналогов.

Научные экспедиции глубоководных аппаратов «Мир» на Байкале начались в 1989 году. Были совершены первые погружения.

Экспедиция на Байкале в 2008 г. была рассчитана на два года. В ее рамках предполагалось совершить на глубоководных аппаратах «Мир-1» и «Мир-2» более 160 погружений в различные точки озера, которое считается самым глубоким пресноводным озером планеты и содержит в себе пятую часть мировых запасов пресной воды. Цель экспедиции — изучить уникальное озеро, возраст которого насчитывает 25 миллионов лет.

Ученые, совершавшие погружения на дно Байкала, исследовали состояние эко системы водоема, животный и растительный мир, тектонические процессы на дне озера. «Миры» — дали уникальный шанс ученым, они помогли увидеть и исследовать нетронутый первозданный мир Байкала.

Погружение на дно Байкала осуществил режиссер «Титаника» Джеймс Кэмерон, погрузился в Байкал в районе мыса «Толстый». Деловые отношения Кэмерона и команды «Миров» сложились еще в 1997 г., когда российские исследователи участвовали в съемках знаменитого фильма «Титаник». Погрузились герой России Евгений Черняев, руководитель группы «Метрополь» Михаил Слипенчук, ветеран войны моряк пограничник Валентин Козанцев, заместитель губернатора Иркутской области Сергей Евчи-

ков, писатель Валентин Распутин. После погружения Распутин сообщил, что не ожидал увидеть таким подводный мир Байкала. «Считал, что знаю Байкал хорошо. Оказалось», — сказал Распутин, добавив, что подводный мир поразила его удивительной и богатой жизнью. «Там ощущаются порядок, особая красота, умиротворение, дружелюбие и главное — полное отсутствие агрессии. Да, там обитают низшие организмы, но они в чем-то выше нас», — добавил писатель. В спусках участвовали научный сотрудник Шинье Нишо (Япония), проф. Марк Де-Багист (Бельгия).

Батискафы «Мир» совершили погружение недалеко от Байкальского целлюлозно-бумажного комбината. Они взяли пробы на глубине 33 метров в месте выхода труб от БЦБК. В районе БЦБК в воде Байкала обнаружили вредные вещества, хлорированные гваяколы. Ученые считают их опасными для водных экосистем. «Мир-1» и «Мир-2» прошли по двум из 3-х подводных каньонов — центральному и правому. Сразу обнаружили, что на глубине 850 м от поверхности пропала голомянка, вода стала очень мутной, видимость около полтора метра. Сотрудники Западно-Байкальской природоохранительной прокуратуры также нашли целый ряд нарушений в работе предприятия. По их данным комбинат загрязняет не только воду, но и атмосферу. Контроль за сточными водами на комбинате, по их мнению, должным образом не проводится. Плата за негативное воздействие на окружающую среду в этом году БЦБК не производилась. Долг только за первый месяц квартал составил 11,5 миллионов рублей.

В ходе погружений участниками экспедиции сделан ряд научных открытий: так на дне озера обнаружены ранее неизвестные науке шарообразные формы органического происхождения. Анализы показали, что внутри них наблюдается большое количество микроорганизмов, преимущественно нитчатых форм. Ранее ученые на Байкале не сталкивались с такой формой жизни.

Состоялось погружение на Северном Байкале в районе бухты Фролиха, которое продолжалось 5 дней. В этом районе на глубине 400 м происходит разгрузка термальных вод.

Проведены уникальные съемки грязевых вулканов и рождения «топлива будущего» — газовых гидратов. Предварительная оценка запасов газогидратов в озере — около 1 трлн. куб. м газа. Обнаружена загадочная голубая губка, в Байкале около полутора десятков видов губок.