

Исходное значение рН водной суспензии для бемита составляет 7,3, что соответствует нулевому заряду поверхности с оксогидроксиокомплексом состава $\overline{(-O-)_m Al(OH)_n^0}$. При этом сумма коэффициентов (m+n) должна быть равна трём. Выражение для константы равновесия K_1' реакции (4) можно преобразовать в следующую линейную форму:

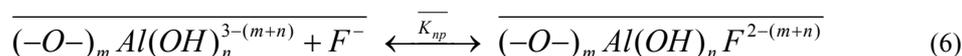
$$\frac{[H^+][F^-]}{C_{HF}} = \frac{1}{C_{Al} \cdot K_1'} + \frac{1}{C_{Al}} [H^+][F^-], \quad (5)$$

где C_{HF} - количество фтороводородной кислоты, расходуемое на реакцию (4). Расчёт расхода HF на единицу поверхностного комплекса показал, что \bar{n}_{HF} не превышает 0,75. Это свидетельствует, что в реакцию с кислотой вступает только одна гидроксогруппа, и, поэтому, значение n в формуле поверхностного комплекса равно единице.

Высокое значение $pH_{исх} = 9,5$ для образца $\alpha-Al_2O_3$ свидетельствовало о том, что на его поверхности хемосорбированы избыточные гидроксид-ионы и в формуле оксогидроксиокомплекса сумма (m+n) должна быть больше трёх. Расчёт значений \bar{n}_{HF} показал, что они принимают значения больше единицы. Это означает, что взаимодействие образца $\alpha-Al_2O_3$ с HF не ограничивается одной реакцией, а вслед за ней протекает вторая реакция. Таким образом, количество титруемых гидроксогрупп будет равно двум и состав комплекса описывается формулой $\overline{(-O-)_2 Al(OH)_2^-}$.

Для образца $\gamma-Al_2O_3$ значение $pH_{исх}$ равно $\sim 8,5$. Экспериментальное определение знака заряда поверхности данного образца показало, что его поведение сходно с поведением образца бемита, но не исключало полностью возможности содержания на его поверхности хемосорбированных в небольшом количестве гидроксид-ионов. Обработка результатов титрования образца $\gamma-Al_2O_3$, проведенная также, как и в случае $\alpha-Al_2O_3$, показала, что его взаимодействие с HF состоит из двух реакций. Тогда формула поверхностного комплекса будет следующая: $\overline{(-O-)Al(OH)_2^0}$.

Разность логарифмов констант взаимодействия образцов оксида алюминия с HNO_3 и HF равна константе присоединения фторид-иона, которая соответствует уравнению:



Значения констант K_{np} в ряду $\alpha-Al_2O_3 - \gamma-Al_2O_3 - AlO(OH)$, равные, 4,95; 6,10 и 6,55, соответственно, возрастают, что объясняется особенностями строения поверхностных оксогидроксиокомплексов образцов. Их достаточно высокая устойчивость позволяет рекомендовать глинозёмы для очистки промышленных сточных вод от фтороводородной кислоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давтян М.Л., Волков В.Н., Лобов Б.И. // Цветные металлы. 2001. -№ 11. -С. 28.
2. Parkс J.A. // Chem. Rev. 1965. -V. 65. -P. 177.

Т.Н. МИХАЙЛУСОВА

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Рассмотрены некоторые экологические проблемы Северо-Западного региона России. Проведен сравнительный анализ методов контроля воздушной среды на содержание металлов. Дана оценка основных параметров, характеризующих методы контроля.

Прогнозируемый рост экономического развития неизбежно связан с ухудшением экологической обстановки. Отсюда и повышенное внимание на сегодня к мерам по охране окружающей среды, ужесточение законодательства в этой области.

Промышленность Северо-Западного региона России, куда входят Санкт-Петербург, Ленинградская, Псковская и Новгородская области, специализируется, главным образом, на машиностроении. Свою лепту в загрязнение вносит также судостроение, агропромышленные комплексы и транспорт.

Особенностью региона является то, что здесь сосредоточен самый большой ресурс водно-болотных угодий. Исходя из важности значения этой экосистемы для человека, болота называют «пятым океаном» и считают «каркасом жизни» на планете. Отсюда и важность сохранения болот от загрязнений, т.к. они определяют:

- а) круговорот воды;
- б) уровень грунтовых вод;
- в) запасы пресной воды;
- г) местный климат;
- д) биологическое разнообразие;
- е) служат естественными очистителями среды.

Было установлено [1], что основные загрязняющие вещества поступают со стоячими водами, а также из атмосферы. Причем, поступление загрязнения из атмосферы более существенно. В таблице 1 приводятся данные о загрязнении свинцом, кадмием и ртутью. Этот вид загрязнения особо опасен способностью накапливаться в растениях и организмах животных и создавать ядовитые соединения.

Таблица 1.

Показатели загрязнения водно-болотных угодий тяжелыми металлами за 2002 г.

Водно-болотные угодья	Поступления тяжелых металлов из атмосферы		
	Свинец, $\text{кг}/\text{м}^2$	Кадмий, $\text{кг}/\text{м}^2$	Ртуть, $\text{кг}/\text{м}^2$
1. Финский залив	1,9	46,0	9,8
2. Мшинская болотная система	1,8	47,0	9,7
3. Псково-чудская	0,9	45,0	7,6
4. Онежский залив	0,7	30,0	5,2
5. Свирская губа	1,3	33,0	6,9

Важнейшая роль в комплексе мероприятий, направленных на охрану объектов окружающей среды, отводится мониторингу. Информация о качественном и количественном составе выбросов позволяет своевременно реагировать на изменение состояния воздушной среды, предотвращать поступление вредных веществ и, как следствие, управлять качеством воздушного бассейна.

Результаты сравнения различных методов определения концентрации металлов в воздухе, полученные в странах МАГАТЕ, показали их существенное несовпадение в зависимости от используемых методов и исполнителей [2]. В обзоре методических подходов к определению загрязнения окружающей среды металлами отмечается, что многообразие и несовершенство методик приводит иногда к совершенно противоположным выводам. Таким образом, выбор оптимального, достоверного варианта аналитического метода для решения конкретной экологической проблемы – это задача, актуальность которой может только возрастать.

В частности, нас интересуют методы контроля загрязнения воздушной среды металлами, их основные достоинства и недостатки.

Основные аспекты загрязнения атмосферы освещены в книге К.Уорка и С.Уорнера [3]. В ней охвачен широкий круг вопросов: воздействие загрязняющих веществ на среду и

людей; модели распространения загрязнения с учетом метеорологических факторов, возможные пути сокращения выбросов.

Существующие методы анализа можно подразделить на:

- а) химические;
- б) физико-химические;
- в) спектральные;
- г) атомно-абсорбционные;
- д) ядерно-физические.

Химические и физико-химические методы классифицированы в справочном издании под общей редакцией Г.И.Арановича [4]. Описаны методики газовой и газожидкостной хроматографии, полярографической, потенциометрической, фотометрической и другие. Химические и физико-химические методы анализа были и остаются одними из наиболее точных и изученных. К их недостаткам следует отнести

- 1) длительность (нередко результаты выдаются через несколько часов, а то и через сутки);
- 2) сложность (часто требуются дополнительные операции по отделению определяемого элемента от мешающих);
- 3) недостаточно высокая точность (примеси в химических реактивах, а также неполное протекание химической реакции являются причиной систематических погрешностей, снижающих точность анализа).

Кроме того, эти методы разрушающие и чаще всего одноэлементны.

Спектральный и атомно-абсорбционный методы анализа, основанные на сравнении спектров анализируемой и эталонной пробы хорошо работают в области определения микроколичеств и используются, в основном, для фоновый мониторинга. Недостатки заключаются в следующем: многостадийность проведения анализа и, в связи с этим, увеличение времени анализа. Метод также разрушающий, для узких диапазонов определяемых концентраций необходимо определять отдельные оптимальные режимы. Требуются большие затраты энергии.

Рентгенофлуоресцентный анализ относится к ядерно-физическим методам и наиболее пригоден к анализу воздушной среды. Его отличают особые достоинства: малое время анализа (от 5 до 15 минут), высокая точность и чувствительность, метод многоэлементный, т.е. из одного анализа можно определить содержание нескольких металлов. Метод легко можно автоматизировать, он не разрушающий, т.е. образец можно сохранить, тем самым создавать банки образцов и проследивать изменение атмосферного воздуха на протяжении длительного времени.

Рассмотренные варианты различных методов позволяют сделать окончательный вывод в пользу рентгенофлуоресцентного метода, как наиболее оптимального в области охраны окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор загрязнения природной среды в Российской Федерации за 2002 год. -М.: Росгидромет, 2003.
2. Tugsavul A., Dubczynski R., Suscny O. Recent IAFA intercomparison on the determination of trace elements in simulated air filters. – Environ. Int., 1, № 1, 19-25, 1979.
3. Уорк К., Уорнер С.М. Загрязнение воздуха, источники и контроль. Пер. с англ. -М.: Мир, 1980.
4. Аранович Г.И., Коршунов Ю.Н., Лешков Ю.С. Справочник по физико-химическим методам исследования объектов окружающей среды. -Л.: Судостроение, 1979.