

равновесного состояния жизненной среды.

План действий организаций, подразделений и других уполномоченных органов по ликвидации чрезвычайных ситуаций должен представлять собой документ, в котором отражена заранее намеченная система деятельности, предусматривающая объем, сроки, порядок и последовательность выполнения мероприятий по предупреждению или снижению негативных последствий ЧС. Предполагается, что данный план должен состоять из разделов, а также включать в себя различные приложения. Например, краткую характеристику территории (объекта) и оценку возможной обстановки на прилегающей территории, предусмотреть 1-ым разделом. Во 2-ом разделе - мероприятия, которые необходимо провести при угрозе и возникновении ЧС. Как приложения использовать: схему возможной обстановки при возникновении ЧС; календарный план основных мероприятий при угрозе и возникновении ЧС; расчет привлекаемых сил для выполнения мероприятий при угрозе и возникновении ЧС; схему организации управления, оповещения и связи при угрозе и возникновении ЧС.

Для разработки данного плана необходимо привлекать различных специалистов, имеющих достаточные знания в данном направлении. План действий организаций, подразделений и других уполномоченных органов по ликвидации чрезвычайных ситуаций поможет при возникновении ЧС в кратчайшие сроки ликвидировать их и значительно уменьшить ущерб как экологии, так и экономике нашего государства.

УДК 669.018.5:620.187

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛОВ ПРИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИОАКТИВНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ХОДЕ, ВОЗНИКАЮЩИХ ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ

А.С. Панасюгин¹, А.Р. Цыганов¹, В.А. Ломоносов², Н.П. Машерова³

*¹Белорусский национальный технический университет, Минск,
Беларусь*

²³Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

³Военная академия, Минск, Беларусь

В результате катастрофы на Чернобыльской АЭС около 23% территории Беларуси были загрязнены радионуклидами, в том числе и водосборы таких рек как Припять, Днепр, Сож и др. Водные объекты являются основными артериями транспорта радионуклидов. Сложившаяся ситуация требовала введения контроля за загрязнением воды радиоактивными элементами. Были введены Республиканские допустимые уровни по содержанию радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в питьевой воде по которым предельно-допустимая концентрация ¹³⁷Cs составляла 18,5 Бк/л, потом была снижена до 10 Бк/л, а ПДК ⁹⁰Sr - 0,37 Бк/л. Контроль качества питьевой воды по радиационной безопасности в соответствии с международными стандартами предусматривает, что суммарная

бета-активность воды на должна превышать 1 Бк/л, а суммарная альфа-активность - 0,1 Бк/л.

Введение международных стандартов на качество воды вызвало необходимость разработки метода по определению суммарной бета-радиоактивности воды, который, если потребуется, сможет оценить вклад основных бета-излучателей в суммарную бета-активность.

Основой любого метода по определению активности воды является концентрирование пробы, которые проводят разными способами: выпариванием, соосаждением, диализом, применением сорбентов.

Наиболее перспективным способом концентрирования радионуклидов является использование сорбентов.

Наиболее дешевыми и доступными ионообменными материалами являются природные алюмосиликаты. Известно, что повышение активности и, особенно, селективности неорганических природных ионообменников возможно путем модифицирования их структуры путем направленного изменения природы ионообменных комплексов. Это обусловлено тем, что практически все природные алюмосиликаты имеют достаточно высокую обменную емкость, но характеризуются относительно низкой избирательностью, т.е. низкой способностью поглощать микроколичества желательных ионов на фоне макроколичеств Na, K, Ca, Mg, Fe и др., присутствующих в реальных жидких средах. В связи с этим несомненный интерес вызывают исследования, направленные на получение импрегнированных сорбентов, в качестве основы, для получения которых используют пористые неорганические материалы, в частности, природные цеолиты в частности клиноптилолит.

На основе клиноптилолита и ферроцианидов никеля, меди и железа были синтезированы ферроцианид-алюмосиликатные сорбенты Их свойства изучены с помощью методов рентгенофазового анализа, ИК-спектроскопии и потенциометрического титрования.

Методом потенциометрического титрования раствором NaOH-NaCl на примере клиноптилолита, модифицированного ферроцианидом никеля, показано, что все синтезированные сорбенты можно отнести к полифункциональным катионитам. На кривой потенциометрического титрования можно выделить два участка, свидетельствующих о наличии в образце ионообменных групп, различающихся по кислотным свойствам. Расчет по уравнению Гендерсона-Хассельбаха отрицательного логарифма ступенчатых констант кислотной диссоциации (рК) дал следующие результаты: рК = 1.9 и рК = 7.1 - 7.5.

На рентгенограммах образцов, модифицированных ферроцианидами металлов, в отличие от исходного клиноптилолита в Na -, Ni -, Fe - и Cu -формах, наблюдаются дополнительные рефлексы, относящиеся к ферроцианидной фазе, состав которой соответствует соединению типа $Me[Fe(CN)_6]$, где (Me = Fe, Ni и Cu), изоструктурные $Cu_2[Fe(CN)_6]$.

Подтверждением тому, что обработка различных катионных форм клиноптилолита раствором $K_4[Fe(CN)_6]$ сопровождается образованием на его поверхности ферроцианидов переходных металлов, служат ИК-спектры синтезированных образцов. Для всех модифицированных образцов характерно

наличие резкой, но слабой по интенсивности полосы валентных колебаний $C\equiv N$ в области 2100 см^{-1} , которую следует отнести к колебаниям остова $[Fe(CN)_6]$. Смещение вышеуказанной полосы в область 2080 см^{-1} , наблюдаемое в случае ферроцианид-алюмосиликатных сорбентов, содержащих ферроцианиды железа и никеля, по-видимому, связано с удлинением связи $Me-[Fe(CN)_6]$ из-за возможного увеличения расстояния между ионами металлов и ферроцианид-ионом. Анализ ИК-спектров различных форм клиноптилолита (Na, Cu, Fe, Ni) показывает, что влияние ионообменного катиона на характер спектров в области собственных колебаний каркаса ($400-800\text{ см}^{-1}$) и в области валентных колебаний O-Si(Al)-O связей ($900-1200\text{ см}^{-1}$) проявляется слабо. Незначительный сдвиг полосы поглощения 1075 см^{-1} в более высокочастотную область ($1085-1090\text{ см}^{-1}$), возможно, связан со смещением электронной плотности к ионам большего, чем натрий, заряда (Cu, Ni, Fe).

Более существенные изменения в ИК-спектрах клиноптилолита и его различных ионообменных форм наблюдается в высокочастотной области $3100-3700\text{ см}^{-1}$, соответствующей поглощению валентных колебаний O-H связей. В данном интервале частот имеются три полосы поглощения, положение и относительные интенсивности которых изменяются для различных катионных форм цеолита. Анализ изменения относительных интенсивностей и сдвигов этих полос для изученных двух- и трехвалентных катионов показывает, что наблюдается смещение самой высокочастотной полосы в сторону уменьшения частоты при одновременном существенном изменении интенсивности всех полос.

Таким образом, исходя из полученных данных, очевидно, что закрепление модифицирующих функциональных групп у синтезированных ферроцианид-алюмосиликатных сорбентов протекает путем замещения ионообменных катионов клиноптилолита на ионы меди, железа или никеля и присоединения к ним ферроцианид-ионов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никашина В.А., Заборская Е.Ю., Махалов Е.М., и др. Изучение избирательной сорбции стронция природным клиноптилолитом из водных растворов// Радиохимия. 1974. Т.16. № 6. С.753-756.
2. Комаров В.С., Панасюгин А.С., Трофименко Н.Е., Машерова Н.П., Ратько А.И. Исследование физико-химических свойств и механизма образования ферроцианид-алюмосиликатных сорбентов// ЖНХ 1994 т.39, №3, с. 378-380.
3. Панасюгин А.С., Голикова Н.А., Ильиных Н.П. и др. Использование селективных сорбентов на основе цеолита NaX и ферроцианида меди (II) для концентрирования радионуклидов цезия// ЖПХ 2002, т.75, №6, с. 1147-1150.