

APPLICATION OF MAGNETITE SORBENTS FOR PURIFYING WATER
FROM RADIONUCLIDES

Umirkulova F.A., Babamuratov B.E., Eshkaraev S.Ch.

Termez University of Economics and Service, Termez, Faravan array, house 4B.

e-mail: feruza_umirqolova@tues.uz

Annotation

The article presents the results of a study on the use of magnetite sorbents based on iron oxides (hematite). The sorption abilities of the resulting sorbents have been studied and the effectiveness of these sorbents for treating wastewater from natural cesium and strontium radionuclides has been proven.

Keywords. Natural radionuclides, cesium-137, strontium-90, radiation, wastewater, wastewater treatment, magnetite, hematite, sorbent.

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНЕТИТНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ
РАДИОНУКЛИДОВ

Умиркулова Ф.А., Бабамуратов Б.Э., Эшкараев С.Ч.

Термезский университет экономики и сервиса, г.Термез, массив Фараван дом
4Б.

e-mail: feruza_umirqolova@tues.uz

Аннотация

В статье приведены результаты исследования по применения магнетитных сорбентов на основе железоксидов (гематит). Изучены сорбционные способности полученных сорбентов и доказаны эффективность этих сорбентов для очистки сточных вод от природных радионуклидов цезия и стронция.

Ключевые слова. Природные радионуклиды, цезий-137, стронций-90, радиоакция, сточные воды, очистка сточных вод, магнетит, гематит, сорбент.

Введение

В Узбекистане очистка сточных и природных вод от природных радионуклидов не проводится. Но настоящее время концентрация природных радионуклидов возрастает ден за днем и определение, и очистка природных радионуклидов является актуальным. В ведущих странах технология очистки воды от радиоактивных загрязнений применяется природные сорбенты. Это, во-первых, связано с дешевизной и доступностью природных минералов, что позволяет осуществлять их одноразовое применение. Во-вторых, ионообменные смолы имеют низкие прочностные и термические характеристики. А также, природные сорбенты, в отличие от синтетических сорбентов, обладают повышенной избирательностью к таким ионам, как цезий, стронций. Поэтому их использование обеспечивает полное удаление наиболее долгоживущих и наиболее токсичных изотопов цезия и стронция из воды. Некоторые природные сорбенты устойчивы к ионизирующим излучениям, а поглощенные ими изотопы можно жестко фиксировать путем брикетирования и обжига с наполнителем при высоких температурах.

Области успешного применения природных сорбентов могут быть существенно расширены путем активирования, позволяющего придать им дополнительные свойства [3]. Под активацией понимают обработку природного минерала, способную увеличить такие показатели, как сорбционная емкость, пористость, удельная поверхность [4].

Создание новых, высокоэффективных сорбционных технологий невозможно без глубокого, детального изучения физико-химических свойств и закономерностей, объектов сорбционных процессов, состава и структурных особенностей сорбционных материалов, механизма их взаимодействия с растворами, подвергающимися глубокой очистке от ингредиентов различной химической природы.

В связи с этим представляется необходимым рассмотреть некоторые аспекты в модифицировании природных сорбентов.

Цель исследования

Изучить сорбционные характеристики магнетитных сорбентов для использования их при очистке сточных вод от природных радионуклидов.

Материалы и методы исследования

Активные центры магнетитных сорбентов представлены гидросиликатными группами поверхности с избыточным отрицательным зарядом, связанным с различными структурными позициями и ненасыщенными связями на границе структурных слоев, а также обменными катионами, компенсирующими избыточный заряд кристаллической решетки.

Магнетитные сорбенты можно отнести к минеральным образцам с поверхностно-активными свойствами, обязанными взаимодействию частиц сорбента с гидроксилитными группами (кремнеземистые, железооксидные с гидроксиллирующей поверхностью).

В современной химии применения магнетитных сорбентов в настоящее время преобладают минерально-природных модификации сорбентов. При активации происходит перестройка кристаллической решетки природного сорбента, вследствие чего образуются большие пустоты. В результате взаимодействия сорбента с водородом минеральных кислот, обменивается с периферическими ионами глинистого вещества (K, Na, Ca, Mg) путем обменной адсорбции. Взаимодействие катионированных кристаллов с растворами кислот происходит в две стадии.

В первой стадии действие кислоты приводит к замещению щелочных катионов Me^+ . Однако из-за большой реакционной способности протон иона H_3O^+ взаимодействует с одной из четырех связей Al-O в алюмоокислородных тетраэдрах, разрывая ее с образованием гидроксильной группы.

Во второй стадии происходит процесс деалюминирования, который представляется как замещение Al^{3+} на $3H^+$ с образованием в деалюминированном каркасе нейтральных структурных групп из четырех гидроксильных -SiOH вместо полярных групп $[Al - OH] Me^+$.

При действии щелочи на глинистые минералы происходит процесс растворения с образованием силиката и алюмината натрия. В сильнощелочной среде, наряду с растворением глинистого минерала, идет новообразование кристаллического алюмосиликата, состав которого описывается формулой [4]:



В области модифицирования природных цеолитов, в частности морденита или клиноптилолита, известны способы модифицирования как вышеперечисленными методами, с таким же характером протекающих процессов, так и методом их пропитки рядом полимерных органических соединений различной основности с последующей сшивкой этилхлоргидрином (ЭПГ) [1,2]. Однако такой метод модификации достаточно сложен и не позволяет получить высоких сорбционных характеристик по извлечению из

сточных вод наиболее долгоживущих и опасных изотопов цезия-137 и стронция-90, требования к ПДК, которых наиболее жесткие (Sr-90 = 45 Бк/л, Cs-137=96 Бк/л).

Сорбционная способность магнетитсодержащих композитов в значительной степени зависит от pH среды и наиболее эффективно протекает в слабокислой и нейтральной среде, хуже в кислой и щелочной, что ограничивает область их применения. Кроме того, магнетитные сорбенты наряду с ионообменными смолами не обладают радиационно-защитным эффектом, и после отработки становятся источниками радиоактивного излучения, что в значительной степени вызывает проблему их утилизации. В связи с этим представляется необходимой разработка сорбента селективного к изотопам Cs-137 и Sr-90 и не имеющего вышеперечисленных недостатков.

В этом направлении наиболее перспективны и технологичны модифицированные железорудные сорбенты, обеспечивающие эффективный радиационно-защитный экран для фотонного излучения, что в значительной степени позволяет снизить радиационный фон «отработанных» адсорбентов [5–6,8–9].

В качестве модификаторов использованы водорастворимые кремнийорганические олигомеры, в частности полиалюмоалкилсиликонаты натрия с различным содержанием алюминия, образующие с поверхностью подложки гидролитически стабильную систему связей. В качестве основного носителя (подложки) применяются железоксидные минеральные системы на основе высокодисперсного (10–35 мкм) природного магнетита и гематита.

Результаты исследования и их обсуждение

Закрепление модификатора на поверхности оксида происходит благодаря реакции алюмоалкилсиликоната натрия с гидроксильными группами поверхности оксида железа, его фиксации по елочному типу, а также за счет образования большого числа водородных связей между атомами кислорода оксида железа и ОН-группами полисилоксановой цепи модификатора [7]. При термообработке происходит конденсация образовавшихся при окислении олигомера силанольных групп, сопровождающаяся сшивкой полисилоксановых цепей между собой в единую модификационную сетку, в результате чего происходит закрепление модификатора на поверхности оксида с образованием потенциалопределяющих ионов натрия Na^+ .

Исследована сорбция радионуклидов Cs-137 и Sr-90 из водных сред в зависимости от pH среды, количества сорбента и времени сорбции. Контакт порошкообразных сорбентов из растворов осуществляли в статических и динамических условиях. После разделения суспензий фильтраты анализировали на удельную активность.

Установлено, что в результате модифицирования степень очистки водной среды от Cs-137 увеличилась от 15 % до 90 % на гематите и от 50 % до 95,5 % на магнетите. При определении зависимости сорбции радионуклидов от массы сорбента высокая и стабильная степень сорбции была получена при 5 %-ой концентрации суспензии. Высокие и хорошо воспроизводимые значения коэффициентов сорбции в среднем составили 85 %.

Полученные на основе железо оксидной матрицы сорбенты на подвержены набуханию и отличаются высокой скоростью установления сорбционного равновесия – до нескольких минут против нескольких часов в случае синтетических ионообменников.

Синтезированный сорбент позволяет проводить сорбционный процесс в любых средах в широком интервале pH и в соответствии с принятой классификацией может быть

отнесен к катионитам высокоосновного типа. Сравнительная характеристика основных марок катионных сорбентов, выпускаемых в зарубежных странах для нужд водоподготовки и синтезированного ионообменника, представлена в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительная характеристика основных марок катионитов

Марка катионита	Показатель				
	Основа матрицы	Функциональная группа	Полная обменная емкость, г-экв/кг	Насыпная плотность, кг/м ³	Максимальная рабочая температура, °С
SMV-1	Фенолформальдегид	-SO ₃ H	3,7	500-650	90
SMV-2	полистирол	-SO ₃ H	3,2-4,8	600-900	120-130
US-1	полистирол	-PO(OH) ₂	4,9	800	90
Amberlit IR-120	полистирол	-SO ₃ H	5,0	600-800	120-130
Levatit SP-120	полистирол	-SO ₃ H	3,98	700-900	120-130
MS-23 Magnetitniy sorbent	магнетит (гематит)	-ONa	6,3-7,4	2100-2200	350-400

В таблице 2 показана зависимость обменной емкости от температурной обработки сорбента.

Таблица 2. Зависимость полной обменной емкости синтезированного железоксидного ионообменника от температуры его обработки

Температура обработки, °С	350	500	650	800
Полная обменная емкость, г-экв/кг	7	6,23	6,194	6,02

Из таблицы видно, что даже при нагревании сорбента до 800 °С емкость снижается всего на 14 %.

Заключение

В результате проведенных исследований показана возможность модифицирования железоксидных минеральных систем с целью придания им высоких сорбционных характеристик. Рассмотрены диффузионно-химические приемы формирования

модификатора на поверхности оксидов железа. Синтезированный сорбент позволяет проводить сорбционный процесс в любых средах в широком интервале pH и в соответствии с принятой классификацией может быть отнесен к катионитам высокоосновного типа.

Использованная литература

1. Eshkaraev Sadridin, Babamuratov Nurmat, Safarov Azamat. Radiometric determination of the presence of cesium-137 and strontium-90 radionuclides in food. European Journal of Molecular & Clinical Medicine ISSN 2515-8260 Volume 7, Issue 11, 2020.

2. Eshkaraev Sadridin, Normamatov Nemat, Rakhimov Murod. Radiometric determination of the presence of caesium-137 and strontium-90 radionuclides in products of the fodder industry. European Journal of Molecular & Clinical Medicine ISSN 2515-8260 Volume 7, Issue 11, 2020.

3. Eshkaraev S.Ch., Turayev H.H., Eshkorayev S.S. Influence of Pesticides on Increasing Soil Radioactivity. World Journal of Applied Chemistry. 2021; 6(4): 49-54. <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/wjac>.

4. Inoyatova Nazokat Kahramon qizi, & Eshkaraev Sadridin Choriyevich. ПОЯВЛЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ И ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА. JOURNAL OF UNIVERSAL SCIENCE RESEARCH, 1(3), 72–79. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7701197>
<http://universalpublishings.com/index.php/jusr/article/view/308>