

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНО-НЕОРГАНИЧЕСКИХ ИОНИТОВ В КАЧЕСТВЕ АДОРБЕНТОВ КОМПОНЕНТОВ СТОЧНЫХ ВОД

*Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова,
г. Одесса, Украина*

Избирательное извлечение соединений урана из сложных смесей, в том числе из природных и отработанных вод, имеет большое значение в атомной энергетике и других областях, связанных с переработкой урановых руд. Дезактивация объектов окружающей среды, природных и технических вод необходима для улучшения экологической обстановки. Одним из эффективных методов дезактивации - удаления соединений урана из водных сред, является адсорбция на твердых поверхностях. Изучение закономерностей адсорбции растворенных веществ на твердых адсорбентах дает полезную информацию о механизме адсорбции, что позволяет оптимизировать процесс адсорбции и условия синтеза адсорбентов с заданными для конкретных систем свойствами. В частности, это касается органо-неорганических ионитов, которые находят все более широкое применение в практике извлечения из водных сред токсичных и ценных компонентов.

Цель данной работы - оценить возможность использования органо-неорганических ионитов в качестве адсорбентов компонентов сточных вод, образующихся при добыче и переработке уранорудного сырья.

Адсорбатами служили соединения урана (VI), находящиеся в модельных растворах ацетата уранила с концентрацией $(0,1-2) \cdot 10^{-4}$ моль/дм³ в присутствии $0,02$ моль/дм³ соляной кислоты. Исходные значения pH растворов равнялись 2.

В качестве адсорбентов использовали сильноосновную гелевую катионообменную смолу Dowex HCR-S и органо-неорганические нониты на ее основе, полученные в Институте общей и неорганической химии им. В.И. Вернадского НАН Украины по методике [1] импрегнированием исходной катионообменной смолы (КС) раствором, содержащим хлорид циркония. Гидрофосфат циркония (ГФЦ) в матрице осаждали раствором ортофосфорной кислоты, нониты промывали деионизированной водой, слой наполнителя с внешней поверхности гранул удаляли при ультразвуковой обработке с использованием диспергатора Elmasonic S 30 Н. Указанные процедуры осуществляли однократно (образец 1), двукратно (образец 2) и семикратно (образец 3). В работе [1] приводятся структура и характеристики используемых сорбентов. Показано [1], что в полимерной матрице содержатся наночастицы ГФЦ как в нативной форме (4 – 20 нм) (образцы 1, 2), так и в виде агрегатов (образец 3). Выбор ГФЦ в качестве неорганического наполнителя был обусловлен рядом его ценных свойств: химической и термической стабильностью, значительной протонной проводимостью, селективностью по отношению к ионам тяжелых металлов [2].

Опыты по адсорбции соединений урана (VI) исследуемыми адсорбентами проводили в статическом режиме при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 0,1 – 3 ч: в стеклянную колбу емкостью 250 см³ помещали 0,05–0,25 г предварительно замоченного адсорбента, заливали 50 см³ исследуемого раствора, закрывали притертой пробкой и помещали в аппарат для встряхивания АВУ-6с. После адсорбции соединений урана (VI) фазы разделяли, фильтрат анализировали на содержание урана (VI) фотометрически (КФК-2МП) по стандартной методике [3] с использованием в качестве реагента арсеназо III. Об эффективности процесса судили по степени адсорбции (S, %) соединений урана (VI) и величине удельной адсорбции (A).

Проведенные исследования показали (таблица 1, рисунок 1), что исследуемые адсорбенты эффективно поглощают соединения урана (VI), находящиеся в модельных хлоридных растворах. Установлено, что оптимальное соотношение твердой и жидкой фаз составило 1:500. Адсорбционная емкость и эффективность извлечения соединений урана (VI) варьировались в пределах от 21,49 до 23,27 мг/г и от 90 до 100% соответственно (табл.). Более 98% адсорбированного урана может быть десорбировано 1 М серной кислотой, причем регенерированные адсорбенты сохраняют высокую адсорбционную способность по отношению к соединениям урана (VI) после, как минимум, 8 циклов регенерации.

Время установления адсорбционного равновесия (t_p) составляло 80–120 мин. Кинетика адсорбционного процесса описывается уравнением псевдопервого порядка [4]

$$\ln(A_p - A) = \ln A_p - k \cdot t,$$

где k – константа скорости псевдопервого порядка, мин⁻¹; A_p – равновесная адсорбционная емкость, A – удельная адсорбция в момент времени t , что

подтверждается высокими значениями коэффициентов линейной корреляции R^2 (таблица 1).

Таблица 1 - Количественные характеристики процесса адсорбции соединений урана (VI) исследуемыми адсорбентами

Образец	A_p , мг/г	S, %	t_p , мин	Модель псевдо- первого порядка		Модель внутренней диффузии		
				k , мин ⁻¹	R^2	B , мин ⁻¹	$D \cdot 10^{12}$, м ² /с	R^2
КС	23.1	98	100	0,018	0,99	—	—	—
1	23.3	100	80	0,029	0,99	0,040	6,88	0,98
2	22.0	94	120	0,014	0,98	0,035	11,62	0,99
3	21.5	90	100	0,019	0,99	0,017	2,85	0,99

Для определения вклада внутренней диффузии в скорость процесса адсорбции использовали модель Бойда, Адамсона и Майерса [4], с помощью которой рассчитывали параметр внутренней диффузии B и коэффициент внутренней диффузии D . Расчеты показали (таблица 1), что адсорбция соединений урана (VI) протекает во внешнел диффузионном режиме (КС) и смешанно-диффузионном режиме (образцы 1–3). Вклад внутренней диффузии в общую скорость процесса максимален в случае использования образца 3 и минимален в случае использования образца 2.

Изотермы адсорбции соединений урана (VI) исследуемыми адсорбентами (рисунок 1) можно отнести к изотермам L- (образец 1) и S-типа (КС, образцы 2 и 3) по классификации Джайлса [5]. В первом случае силы взаимодействия между адсорбированными молекулами в адсорбционном слое меньше сил взаимодействия между адсорбатом и адсорбентом, а во втором – больше.

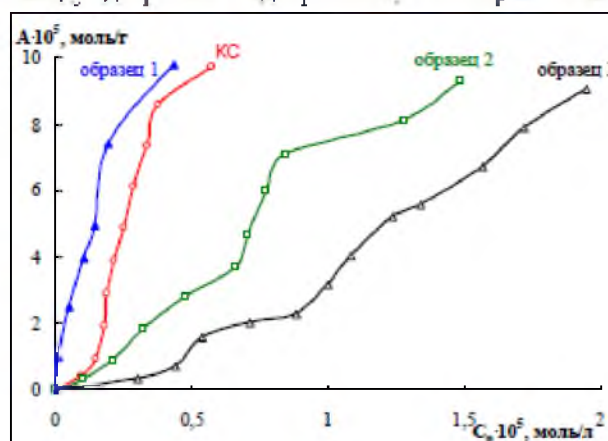


Рисунок 1 - Изотермы адсорбции соединений урана (VI) исходной катионообменной смолой (КС) и органо-неорганическими композициями

Из рисунка и таблицы видно, что в качестве адсорбента соединений урана (VI) из модельных растворов наиболее целесообразно использовать образец 1, т.е. многократная обработка поверхности КС хлоридом циркония и ортофосфорной кислотой нецелесообразна.

Существенным преимуществом исследуемых адсорбентов по сравнению с исходной КС является расширение области значений pH, оптимальных для адсорбционного извлечения соединений урана. Так, с помощью КС соединения урана (VI) могут быть выделены из растворов в интервале значений pH 2–7 за счет ионного обмена между противоионами КС и катионами UO_2^{2+} и UO_2OH^+ , а с помощью образцов 1–3 – в интервале pH 2 – 10. В последнем случае происходит ионообменное взаимодействие катионов UO_2^{2+} и UO_2OH^+ как с органической, так и с неорганической составляющими адсорбентов (pH 2–7), а также взаимодействие $UO_2(OH)_2$ с гидрофосфатными группами за счет образования координационных и водородных связей (pH 7 – 10).

Таким образом, исследуемые органо-неорганические иониты являются эффективными адсорбентами соединений урана (VI) – компонентов сточных вод, образующихся при добыче и переработке уранового сырья.

Список литературы

- 1 Дзясько Ю.С., Повомарева Л.Н., Вольфович Ю.М. и др. // Электрохимия. – 2013. – Т. 49, вып. 3. – С. 1.
- 2 Ярославцев А.Б. // Успехи химии. – 1997. – Т. 66. – С. 641.
- 3 Уран. Методы его определения / под ред. В.К. Маркова. – М.: Атомиздат, 1964. – 503 с.
- 4 Ho Y.S., Ng J.C.Y., McKay G. // Sep. Purif. Method. – 2000. – V.29. – P.189.
- 5 Адсорбция из растворов на поверхностях твердых тел / под ред. Г.Парфита, К.Рочестера. – М.: Мир, 1986. – 488 с.

УДК 67.08.667.6

Б.Г. Изамбердиев

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОЛУЧАЕМЫХ ПРИ ПОКРАСКЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ С ПОЛУЧЕНИЕМ НИЗКОСОРТНОЙ КРАСКИ

*Ферганский политехнический институт,
г. Фергана, Республика Узбекистан*

Во всех отраслях промышленности, где используется металл, имеет место его обработка во избежание коррозии. Для этого в основном используются лакокрасочные материалы. Будучи нанесенными на поверхность металла, они