

## ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ МОЛИБДЕНА ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ИОНИТАМИ НА ОСНОВЕ АРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОВ, ЭПИХЛОРИДРИНА И НЕКОТОРЫХ ПОЛИАМИНОВ

Е.Е. Ергожин, Т.К. Чалов, Т.В. Ковригина, Е.А. Мельников  
АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова»  
050010, Казахстан, Алматы, Ш. Уалиханова 106, ics\_rk@mail.ru

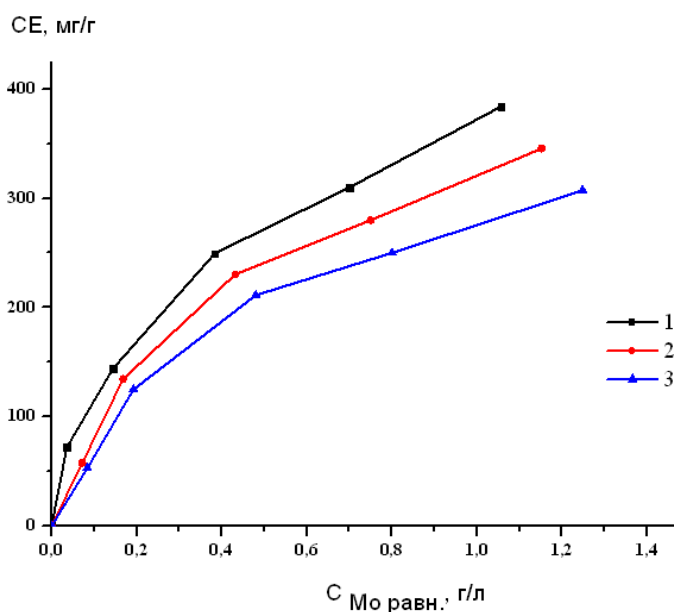
Производство молибдена в основном осуществляется за счет переработки концентратов, полученных при фильтрации молибденовых руд [1]. Сорбция является самым выгодным и перспективным способом очистки и разделения веществ. Основными требованиями таких процессов являются иониты с достаточной селективностью, высокой сорбционной способностью и устойчивостью к воздействию высоких температур [2, 3].

Нами получены полифункциональные аниониты на основе эпоксиаминов. Сначала из анилина (А) или бензиламина (БА) и эпихлоргидрина (ЭХГ) в присутствии NaOH при  $t=50^\circ\text{C}$  в течение 6 ч синтезировали эпоксиамины. Затем проводили их поликонденсацию с полиэтиленимином (ПЭИ) или полиэтиленполиамином (ПЭПА) в растворе диметилформамида при разных массовых соотношениях,  $t=60-65^\circ\text{C}$  и  $\tau=5-6$  ч, после чего реакционную массу отверждали при  $100^\circ\text{C}$  в течение 16–24 ч. В результате были получены новые анионообменники А–ЭХГ–ПЭПА, А–ЭХГ–ПЭИ и БА–ЭХГ–ПЭИ пространственного строения, которые могут быть использованы в гидрометаллургии, для очистки сточных вод и т.д.

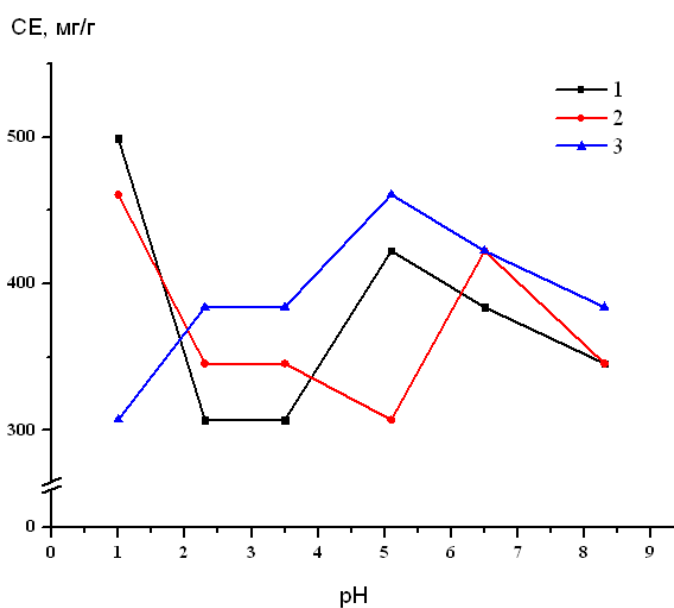
Основные физико-химические свойства полученных сорбентов приведены в таблице.

Как видно из рис. 1, где представлены изотермы сорбции ионов  $\text{Mo}^{6+}$ , сорбционная емкость (СЕ) всех анионитов возрастает с повышением содержания ионов молибдена (VI) в растворах. Резкий подъем кривых при их малых равновесных концентрациях свидетельствует о том, что данными анионитами можно извлекать ионы  $\text{Mo}^{6+}$  с достаточной полнотой. Максимальная СЕ отмечена для анионита А–ЭХГ–ПЭПА и составляет 384,0 мг/г.

Из рис. 2, где представлена зависи-



**Рис. 1.** Изотермы сорбции ионов  $\text{Mo}^{6+}$  из сульфатных растворов анионитами А–ЭХГ–ПЭПА (1), А–ЭХГ–ПЭИ (2) и БА–ЭХГ–ПЭИ (3). Продолжительность контакта 7 сут



**Рис. 2.** Зависимость сорбции ионов  $\text{Mo}^{6+}$  от pH раствора  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$  анионитами А–ЭХГ–ПЭПА (1), А–ЭХГ–ПЭИ (2) и БА–ЭХГ–ПЭИ (3). Продолжительность контакта 7 сут,  $C_{\text{Mo}} = 1,92$  г/л

Таблица 1. Физико-химические свойства синтезированных анионитов

Аниониты на основе	СОЕ <sub>НСI</sub> , мг-экв/г	V <sub>уд</sub> , мл/г	Химическая устойчивость в растворах, %			Термическая устойчивость в воде, %
			5 н H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5 н NaOH	10% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	
А-ЭХГ-ПЭПА	3,03	4,2	89,9	91,4	70,0	91,8
А-ЭХГ-ПЭИ	4,83	4,5	92,5	94,9	70,1	95,0
БА-ЭХГ-ПЭИ	8,95	5,7	97,9	98,7	72,0	94,1

где СОЕ<sub>НСI</sub> – статическая объемная емкость, V<sub>уд</sub> – удельный объем.

мость сорбции ионов молибдена анионитами от кислотности растворов Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>, видно, что оптимальным значением рН для их извлечения ионитами А-ЭХГ-ПЭПА и А-ЭХГ-ПЭИ является 1,0, а БА-ЭХГ-ПЭИ – 5,1. В этих условиях СЕ анионита А-ЭХГ-ПЭПА составляет 499,2 мг/г, а для ионообменников А-ЭХГ-ПЭИ и БА-ЭХГ-ПЭИ – 460,8 мг/г.

Равновесное состояние между сорбентом

и раствором, содержащим 1,92 г/л молибдена и имеющим значение рН 1,0, наступает у анионитов А-ЭХГ-ПЭПА и А-ЭХГ-ПЭИ через 1 ч, при этом их СЕ составляет 499,2 и 460,8 мг/г соответственно, а у ионообменника БА-ЭХГ-ПЭИ, имеющего рН 5,1 равновесное состояние наступает через 3 ч и СЕ по ионам Mo<sup>6+</sup> достигает 460,8 мг/г.

### Список литературы

1. Умарухонов М.Х., Садыкова У.А., Ходжаева Г.А. // Журнал физической химии, 2011.– Т.85.– №2.– С.391–393.
2. Söderlund M., Lehto J. Sorption of Molybdenum, Niobium and Selenium in Soils. Finland, 2012.– 98p.
3. F. Granados Correa, J. Serrano Gomez // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 2006.– Vol.268.– №1.– P.95–101.

## НОВЫЙ АНИОНИТ НА ОСНОВЕ ЭПИХЛОРИГИДРИНА И 4-ВИНИЛПИРИДИНА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ МОЛИБДЕНА (VI)

Е.Е. Ергожин, Т.К. Чалов, Д.К. Толемисова, К.Х. Хакимболатова

АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова»  
050010, Казахстан, Алматы, Ш. Уалиханова 106, ics\_rk@mail.ru

Необходимость развития производства и непрерывного расширения методов получения молибдена обусловлена все возрастающей потребностью в этом металле с уникальными свойствами. Его производство в основном осуществляется за счет переработки концентратов, полученных при фильтрации молибденовых руд. Несмотря на то, что в малых количествах он необходим для нормального развития растительных и животных организмов, в повышенных концентрациях молибден токсичен и по степени опасности относится ко второму классу наряду с кобальтом, никелем, медью и хромом.

К эффективным способам его выделения и концентрирования из сточных вод относятся ионный обмен и сорбция. В связи с этим актуальным является разработка новых сорбентов,

обладающих высокими сорбционными и кинетическими характеристиками по отношению к молибдат-ионам. Поликонденсацией эпихлоргидрина (ЭХГ) и 4-винилпиридина (ВП) нами синтезирован макропористый анионит ЭХГ-ВП, который, благодаря наличию в его структуре атомов N и O с неподеленными парами электронов, обладает, наряду с анионообменными свойствами, комплексообразующей способностью.

Цель работы – изучение сорбции ионов молибдена (VI) новым анионитом на основе эпихлоргидрина и 4-винилпиридина из модельных растворов молибдата натрия.

В результате был синтезирован новый анионит пространственного строения: со статической обменной емкостью по 0,1 н раствору HCl 5,87 мг-экв/г, который может быть использован в