

**Чугунов Александр Дмитриевич,**

аспирант, Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
e-mail: chugunovsasha1996@yandex.ru

**Филатова Елена Геннадиевна,**

к.т.н., доцент, Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
e-mail: efila@list.ru

**Чебунин Вадим Андреевич,**

студент, Иркутский национальный исследовательский технический университет

## **ПРОБЛЕМЫ РЕГЕНЕРАЦИИ МОДИФИЦИРОВАННОГО ЦЕОЛИТА**

**Chugunov A.D., Filatova E.G., Chebunin V.A.**

## **PROBLEMS OF REGENERATION OF MODIFIED ZEOLITE**

**Аннотация.** Данная работа направлена на исследование регенеративных свойств отработанного модифицированного цеолита. Установлено, что наибольшая степень регенерации обеспечивается 1 М хлоридом аммония при повышенной температуре.

**Ключевые слова:** регенерация, тяжелые металлы, модифицированный цеолит.

**Abstract.** This work is aimed at studying the regenerative properties of the spent modified zeolite. It has been established that the highest degree of regeneration is provided by 1 M ammonium chloride at an elevated temperature.

**Keywords:** regeneration, heavy metals, modified zeolite.

Одними из наиболее распространенных антропогенных загрязнителей поверхностных вод являются ионы тяжелых металлов (ТМ). Источниками ТМ являются муниципальные и промышленные предприятия [1]. Дешевыми и доступными материалами, способными извлекать ионы ТМ, являются природные цеолиты. Природные цеолиты характеризуются относительно низкой адсорбционной емкостью, что ограничивает их применение [2]. Ранее нами было установлено, что модификация природного гейландита кальция 1-(3-триэтоксисилилпропил)тиосемикарбазидом с предварительной активацией соляной кислотой позволяет повысить адсорбционную емкость в 28 раз по ионам Ni(II), до 165,7 мг/г [3]. Однако проблема регенерации отработанного цеолита осталась неизученной. Цель работы: исследование регенеративных свойств отработанных цеолитов. Объектом исследования явились насыщенные модифицированные образцы гейландита кальция. Степень десорбции R (%) вычисляли по формуле:

$$R = \frac{C_i \cdot V_i}{m \cdot OE} \cdot 100\% \quad (1)$$

где OE – обменная емкость, мг/г;  $C_i$  – концентрация ТМ в растворе, мг/л;  $V_i$  – объем раствора, л; m – масса адсорбента.

В качестве элюентов использовались растворы  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{CaHCO}_3$  в концентрации 1 моль/л. Масса адсорбента в опытах – 0,1 г, время контакта 2 час, pH=5, температуру изменяли от 25 до 85 °С. Определение равновесной концентрации металлов осуществлялось спектрофотометрически.

На рисунке 1 приведены гистограммы, отражающие зависимость степени десорбции в зависимости от природы элюента и температуры десорбции, из ко-

торых видно, что наилучшим элюентом является раствор  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ; десорбция увеличивается с ростом температуры процесса. Из гистограмм, представленных на рисунке 2 следует, что оптимальной концентрацией для регенерации отработанных цеолитов является 1 М раствор  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Степень десорбции составляет почти 90 %.

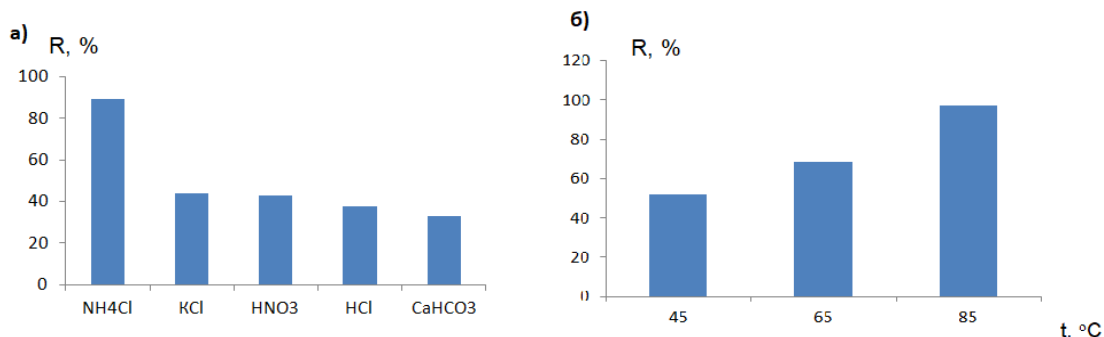


Рисунок 1 – Степень десорбции: а – от природы элюента; б – от температуры

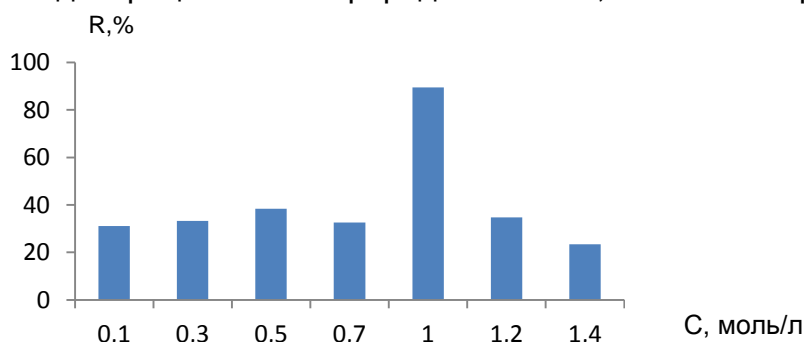


Рисунок 2 – Зависимость степени десорбции от концентрации  $\text{NH}_4\text{Cl}$

Таким образом, в данной работе была проведена регенерация отработанного модифицированного цеолита. Использование 1 М раствора  $\text{NH}_4\text{Cl}$  при повышенной температуре в качестве элюента позволяет повысить степень регенерации до 90 %. Регенерация адсорбента позволит не только снизить эксплуатационные затраты на очистку СВ, но и вернуть ценные компоненты, в том числе никель в повторное использование, что может иметь дополнительную экономическую выгоду.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Al-Asadi. Water quality and impacting factors on heavy metals levels in Shatt Al-Arab River, Basra, Iraq // *Appl. Water Sci.* – 2020. – Vol. 10, N. 5. – P. 103.
2. Филатова Е.Г., Пожидаев Ю.Н., Помазкина О.И. Исследование адсорбции ионов тяжелых металлов природными алюмосиликатами // *Физикохимия поверхности и защита материалов.* – 2016. – Т. 52. Вып. 3. – С. 285-289.
3. Филатова Е.Г., Чугунов А.Д., Пожидаев С.Н., Адамович Ю.Н., Ушаков И.А., Оборина Е.Н. Модифицированные кремнийорганическими тиосемикарбазидами природные алюмосиликаты для извлечения ионов никеля(II) // *Физикохимия поверхности и защита материалов.* – 2022. – Т. 58. вып. 3. – С. 270-278.