

**Чугунов Александр Дмитриевич,**

аспирант, Иркутский национальный исследовательский технический университет,

e-mail: chugunovsasha1996@yandex.ru

**Филатова Елена Геннадьевна,**

к.т.н., доцент, Иркутский национальный исследовательский технический университет,

e-mail: efila@list.ru

**Николаенко Родион Александрович,**

студент, Иркутский национальный исследовательский технический университет,

e-mail: rodyaniko@gmail.com

## **СОРБЦИЯ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИРОДНЫМ ГЕЙЛАНДИТОМ, МОДИФИЦИРОВАННЫМ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИМ СОЕДИНЕНИЕМ**

**Chugunov A.D., Filatova E.G., Nikolaenko R.A.**

## **SORPTION OF HEAVY METAL IONS BY NATURAL HEILANDITE MODIFIED WITH ORGANOSILICON COMPOUND**

**Аннотация.** Работа посвящена изучению сорбции меди, никеля и кобальта из водных растворов природным гейландитом, модифицированным 1-(3-триэтоксисилил-пропил)тиосемикарбазидом. Установлено, что модификация гейландита приводит к повышению адсорбционной активности цеолита по отношению к указанным ионам.

**Ключевые слова:** адсорбция, модификация, ионы тяжелых металлов, водоочистка.

**Abstract.** The work is devoted to studying the sorption of copper, nickel and cobalt from aqueous solutions by natural heulandite modified with 1-(3-triethoxysilyl-propyl)thiosemicarbazide. It has been established that the modification of the heulandite leads to an increase in the adsorption activity of the zeolite with respect to these ions.

**Keywords:** adsorption, modification, ions of heavy metal, water treatment.

Одними из наиболее распространенных загрязнителей поверхностных и сточных вод являются ионы тяжелых металлов (ТМ). ТМ в организме человека проявляют канцерогенные, мутагенные и психотропные свойства [1]. В июле 2021 г. Президентом РФ был подписан Указ «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации», где одним из девяти стратегических приоритетов развития страны является охрана окружающей среды, сохранение природных ресурсов и рациональное природопользование, адаптация к изменениям климата [2]. В документе отмечено, что сохранение уникального эколого-географического достояния России является обязательными условиями для улучшения качества жизни ее населения.

Для тонкой очистки промышленных и бытовых вод в качестве недорогих и доступных адсорбентов применяют природные цеолиты, значительные запасы которых находятся на территории РФ и стран СНГ. Но природные цеолиты характеризуются низкой сорбционной емкостью и нуждаются в модифицировании [3]. В качестве модификатора цеолита (частиц 0,5-1,0 мм) использовали 1-(3-триэтоксисилил-пропил)тиосемикарбазид (TSC), серо- и азотсодержащие группы которого являются мягкими основаниями и могут связывать ионы ТМ. Модификация в гексановой среде, протекает при взаимодействии между моле-

кулами TSC и гидроксильными группами цеолита со стадиями гидролиза и конденсации материала. Стадия гидролиза осуществляется за счет влаги, содержащейся в порах цеолита. Изучение адсорбционных характеристик модифицированных образцов осуществляли на модельных растворах  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{CoCl}_2$ , и  $\text{NiSO}_4$ , концентрация которых варьировалась от 5 до 100 мг/л. Равновесную концентрацию ионов металлов в растворе определяли спектрофотометрическим методом. Исследование адсорбционных свойств цеолитов по отношению к ионам  $\text{Cu}$  (II),  $\text{Co}$  (II) и  $\text{Ni}$  (II) проводили в статических условиях. Для построения изотерм адсорбции в работе использовали метод переменных концентраций ионов металлов. Изотермы адсорбции ионов  $\text{Cu}$  (II),  $\text{Co}$  (II) и  $\text{Ni}$  (II) соответствуют мономолекулярной адсорбции, описываемой уравнениями Фрейндлиха и Ленгмюра (см. рис.).

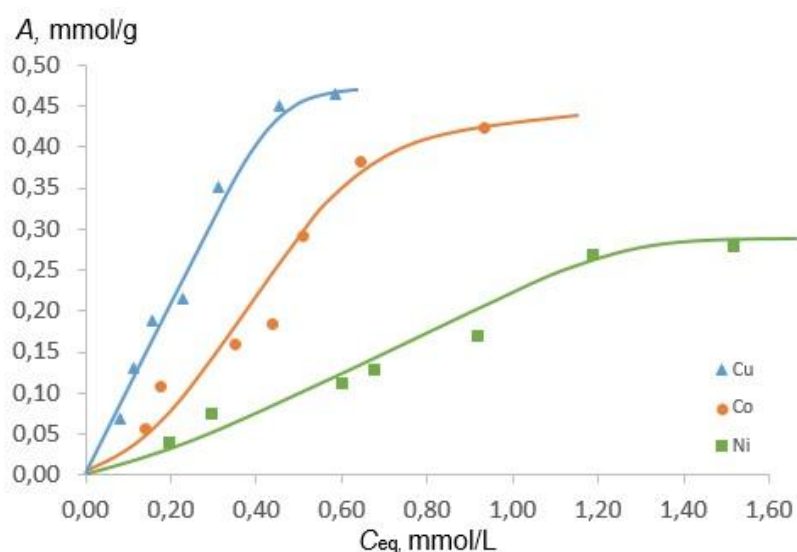


Рисунок – Изотермы адсорбции ионов  $\text{Cu}$  (II),  $\text{Co}$  (II) и  $\text{Ni}$  (II) на модифицированном цеолите

Значения адсорбционных емкостей цеолита для ионов  $\text{Cu}$ (II),  $\text{Co}$ (II) и  $\text{Ni}$ (II) до модификации составили 0,08 ммоль/г (4,8 мг/г), 0,05 ммоль/г (5,6 мг/г) и 0,10 ммоль/г (5,9 мг/г); а после модификации – 0,46 ммоль/г (29,5 мг/г), 0,42 ммоль/г (24,9 мг/г) и 0,28 ммоль/г (16,6 мг/г).

Таким образом, модификация цеолита 1-(3-триэтоксисилилпропил)-тиосемикарбазидом приводит к повышению адсорбционной активности цеолита по отношению к ионам никеля, меди и кобальта, что может найти применение в очистке промышленных и бытовых сточных вод.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Yajima I., Zou C., Li X. and other.** Analysis of heavy-metal-mediated disease and development of a novel remediation system based on fieldwork and experimental research // Japanese journal of hygiene. – 2015. DOI: 10.1265/jjh.70.105.
2. **Указ Президента РФ** «О стратегии национальной безопасности Российской Федерации». Интернет-ресурс. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107030001> (дата обращения 25.03.2022).
3. **Филатова Е.Г., Пожидаев Ю.Н., Помазкина О.И.** Исследование адсорбции ионов тяжелых металлов природными алюмосиликатами // Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2016. – Т. 52. – № 3. – С. 285-289.