

**Ф.В. Юсубов**

## **УСЛОВИЯ НЕРАВНОВЕСНОЙ АДСОРБЦИИ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ЦЕОЛИТАХ**

Азербайджанский государственный университет  
нефти и промышленности, г. Баку  
yusfax@mail.ru

*Определены оптимальные параметры адсорбции на модельных растворах  $Pb^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$  и  $Zn^{2+}$  отдельно для каждого иона металла в интервале концентраций 5–100 мг/дм<sup>3</sup> в зависимости от pH растворов с использованием синтетического NaX и природного (месторождение Ай-Даг, Азербайджан) цеолитов. Установлено, что для указанных тяжелых металлов более эффективным оказался синтетический цеолит. Кинетическое равновесие ионного обмена для промышленных процессов достигается не менее чем за 75 мин. Диффузионные параметры заметно влияют как на сам процесс адсорбции, так и работу адсорберов больших размеров с неподвижным слоем адсорбента. Эти данные могут быть полезны при проектировании адсорберов.*

**Ключевые слова:** адсорбция, диффузионные параметры, тяжелые металлы, цеолиты.

**Введение.** В настоящее время очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов приобретает особую актуальность, так как последние обладают токсическими, канцерогенными и мутагенными свойствами [1 – 3, 6]. Промышленные предприятия, в основном машиностроительные, металлургические, нефтехимические и нефтеперерабатывающие, загрязняют водоемы. В настоящее время перед учеными и инженерами стоит задача разработки более эффективных методов очистки сточных вод. Как известно, при проведении практических расчетов оптимизации проектирования сорбционных процессов очистки сточных вод важную роль играет правильная оценка диффузионных параметров [1, 4]. Экспериментальные данные по ионному обмену показывают, что его скорость определяется внешней и внутренней диффузиями и зависит от размера зерен адсорбента [3, 5]. Следует отметить, что диффу-

© Ф.В. Юсубов, 2019

range 5 – 100 mg/L depending on the pH of the solutions using synthetic (NaX) and natural (Ay-Dag, Azerbaijan) zeolites. It has been established that synthetic zeolite turned out to be more efficient for these heavy metals. The kinetic equilibrium of ion exchange for industrial processes is achieved in no less than 75 minutes. Diffusion parameters significantly affect both the adsorption process itself and the operation of large-sized adsorbers with a fixed bed of adsorbent. This data can be useful in designing adsorbers.

#### Список использованной литературы

- [1] *Кельцев Н.В.* Основы адсорбционной техники. – [2-е изд.]. – М.: Химия, 1984. – 509 с.
- [2] *Goncharuk V.V., Nezheradze K.A., Datskevich E.V.* // J. Water Chem. and Technol. – 2010. – **32**, N1. – P. 50–55.
- [3] *Филатова Е.Г.* Автореф. дис... докт. техн. наук. – Саратов, 2015. – 46 с.
- [4] *Юсубов Ф.В., Зейналов Р.И., Ибрагимов Ч.Ш.* // Журн. прикл. химии. – 1994. – **67**, Вып. 5. – С. 861–863.
- [5] *Юсубов Ф.В., Зейналов Р.И., Ибрагимов Ч.Ш.* // Там же. – 1994. – **67**, Вып. 7. – С. 1121–1123.
- [6] *Sengil A., Özacar M., Türkmenler H.* // J. Hazard. Mater. – 2009. – **162**. – P. 1046–1052.
- [7] *Кельцев Н.В.* Основы адсорбционной техники. – [1-е изд.]. – М.: Химия, 1976. – 211 с.
- [8] *Bathen D., Breitbach M.* Adsorptionstechnik. – Berlin: Springer, 2001. – 123 s.
- [9] *Duong Do.* Adsorption Analysis: Equilibria and Kinetics. – London: Imperial College Press, 2008. – Vol. 2. – 337 p.

Поступила в редакцию 17.01.2017 г.

После доработки 12.12.2017 г.

Принята к публикации 05.11.2018 г.