

**М.А. Кеймиров**

**ОЧИСТКА ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ  
МОНТМОРИЛЛОНИТОМ, МОДИФИЦИРОВАННЫМ  
ПОЛИАМИНОМ**

Институт химии Академии наук Туркменистана, г. Ашхабад  
murad.keymirov.58@mail.ru

*Представлены результаты исследований сорбционного извлечения ионов тяжелых металлов из водных сред природным монтмориллоном, модифицированным полиамином. Установлено, что степень очистки вод от ионов тяжелых металлов модифицированным минералом существенно выше, чем исходным природным. Показано, что наиболее высокую эффективность модифицированный сорбент проявляет в ряду  $Cu(II) > Ni(II) > Zn(II) > Cd(II)$ .*

**Ключевые слова:** монтмориллонит, очистка воды, полиамин, сорбция, тяжелые металлы.

**Введение.** Поступление ионов тяжелых металлов (ТМ), в особенности  $Cu(II)$ ,  $Ni(II)$ ,  $Zn(II)$ ,  $Cd(II)$ , в водную среду обусловлено преимущественно антропогенной деятельностью (сточные воды горнообогатительных, металлургических, химических, гальванических предприятий). Среди современных методов очистки вод от ионов ТМ, особенно на стадии глубокой очистки, широкое распространение получил сорбционный метод, преимущество которого состоит в высокой эффективности извлечения указанных токсикантов при их низких концентрациях из водных сред, что позволяет в дальнейшем рекуперировать ценные вещества. Следует отметить, что в этих условиях применение других методов очистки становится экономически невыгодным. Поэтому одной из основных задач технологии водоподготовки является разработка и исследование новых сорбционных материалов с улучшенными сорбционными свойствами для извлечения ТМ.

В качестве сорбентов при очистке загрязненных вод от ионов ТМ достаточно часто используют природные глинистые минералы [1 – 4], что является наиболее экономически целесообразным в связи с боль-

- [4] *Álvarez-Ayuso E., García-Sánchez A.* // *Clays Clay Miner.* – 2003. – **51**, N 5. – P. 475 – 480.
- [5] *Bhattacharyya K.G., Gupta S.S.* // *Adv. Colloid Interface. Sci.* – 2008. – **140**, N 2. – P. 114 – 131.
- [6] *Şimşek S.* // *J. Radioanal. Nucl. Chem.* – 2012. – **292**. – P. 41 – 51.
- [7] *Faghihian H.* // *J. Serb. Chem. Soc.* – 2009. – **74**, N 7. – P. 833 – 843.
- [8] *Beatty S., Fisher R.J., Hagers D.L., Rosenberg E.* // *Ind. Eng. Chem. Res.* – 1999. – **38**. – P. 4402 – 4408.
- [9] *Гембицкий П.А., Жук Д.С., Каргин В.А.* Полиэтиленмин. – М.: Наука, 1971. – 203 с.
- [10] *Kobayashi S., Hiroishi K., Tokunoh M., Saegusa T.* // *Macromolecules.* – 1987. – **20**, N 7. – P. 1496 – 1500.
- [11] *Liu B., Huang Y.* // *J. Mater. Chem.* – 2011. – **21**. – P. 17413 – 17418.
- [12] *Zhang N., Zang G.-L., Shi C. et al.* // *J. Hazard. Mater.* – 2016. – **316**. – P. 11 – 18.
- [13] *Ghoul M., Bacquet M., Morcellet M.* // *Water Res.* – 2003. – **37**. – P. 729 – 734.
- [14] *Goncharuk V.V., Puzyrnaya L.N., Pshinko G.N. et al.* // *J. Water Chem. Technol.* – 2011. – **33**, N 3. – P. 147–152.
- [15] *Öztekin N., Alemba A., Güngör N., Erim F.B.* // *Mater. Lett.* – 2002.– **55**, N 1/2. – P. 73 – 76.
- [16] *Guo Z., Li Y., Zhang S.* // *J. Hazard. Mater.* – 2011. – **192**. – P. 168 – 175.
- [17] *Langmuir I.* // *J. Amer. Chem. Soc.* – 1918. – **40**. – P. 1361 – 1403.
- [18] *Freundlich H.* // *Z. Phys. Chem.* – 1906. – **57**. – P. 385 – 470.
- [19] *Chen Y., Pan B., Li H. et al.* // *Environ. Sci. Technol.* – 2010. – **44**. – P. 3508 – 3513.
- [20] *Линник П.Н., Набиванец Б.И.* Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 269 с.
- [21] *Chen L., Lu S.* // *Appl. Radiat. Isot.* – 2008. – **66**. – P. 288 – 294.
- [22] *Jarvis N.V., Wagener J.M.* // *Talanta.* – 1995. – **42**, N 2. – P. 219 – 226.

Поступила в редакцию 01.03.2018 г.