

С.С. Ю<sup>1</sup>, К.Х. Чу<sup>1</sup>, Дж. С. Чой<sup>1</sup>, К.Х. Ан<sup>1,2</sup>, Б.В. Сун<sup>1</sup>,  
К.Б. Ко<sup>1</sup>

## ХАРАКТЕРИСТИКИ АДСОРБЦИИ ПЕРХЛОРАТА АНИОНООБМЕННОЙ СМОЛОЙ TRILITE НА ВОЕННЫХ ОБЪЕКТАХ В КОРЕЕ

<sup>1</sup> Университет Енсе, г. Сеул;

<sup>2</sup>Строительно-технологический институт,

г. Кенгидо, Южная Корея

kbko@yonsei.ac.kr, foreverchu@yonsei.ac.kr

*Изучен метод удаления перхлоратов изотермической адсорбцией на анионо-обменной смоле Trilite, представлены ее характеристики. Анализ полученных результатов свидетельствует о перспективности локального применения Trilite для удаления перхлората. Методами линейной и нелинейной регрессии определены параметры и изотермы адсорбции. Показано, что оптимальная адсорбция описывается изотермами Ленгмюра и Редлиха-Патерсона. Потенциальные возможности для локального применения Trilite определены уравнением изотермы Ленгмюра. Значение  $R_s=0,028$  вполне удовлетворяло условию  $0 < R_s \ll 1$ , что позволило рассматривать Trilite как эффективный адсорбент перхлората.*

**Ключевые слова:** военные объекты, изотерма адсорбции, линейный и нелинейный методы, перхлорат, Trilite.

**Введение.** Анион перхлората ( $\text{ClO}_4^-$ ) производится в виде твердых солей перхлората аммония, калия и натрия [1]. Они очень хорошо растворяются в воде и могут многими десятилетиями оставаться в поверхностных и подземных водах [2]. Перхлорат используется в качестве окислителя в твердых топливах для реактивных снарядов, ракет и пиротехнических средств (фейерверков) [3]. Согласно нормативным документам Агентства США по охране окружающей среды (АООС США [US EPA]), ЕС и ВОЗ это вещество не относится к классу канцерогенных, однако оно оказывает негативное воздействие на систему органов дыхания и кожу. По данным некоторых исследований [4], попадание его в организм взрослого человека (массой 70 кг) в количестве  $> 0,40$  мг/кг в 1 сут может вызы-

© С.С. Ю, К.Х. Чу, Дж. С. Чой, К.Х. Ан, Б.В. Сун, К.Б. Коа, 2015

obtained show potential of local application of Trilite for perchlorate removal. Parameters of adsorption as well as adsorption isotherms were determined by the methods of linear and non-linear regression. It has been shown that isotherms of optical adsorption are Langmuir and Redlich-Peterson isotherms. Potential possibilities for local application of Trilite are determined by the equation of Langmuir isotherm. The value of  $R_s$  equal to 0,028 fits well will condition  $0 < R_s \ll 1$  which gives the right to consider Trilite as an effective adsorbent for perchlorate.

#### Список использованной литературы

- [1] *Susarla S., Collette T.W., Garrison A.W., Wolfe N.L., Mccutcheon S.C.* // Environ. Sci. and Technol. – 1999. – **33**, N 19. – P. 3469–3472.
- [2] *Motzer W.E.* // Environ. Forensics. – 2001. – **2**, N 2. – P. 301–311.
- [3] *Urbansky E.T.* // Bioremediation. – 1998. – **2**, N 2. – P. 81–95.
- [4] *National Research Council. Health Implications of Perchlorate Ingestion.* – Washington, DC, United States: The National Academy of Sciences, 2005. – 276 p.
- [5] *US Environmental Protection Agency (US EPA)* // Pollut. Eng. – 2005. – **37**, N 4. – P. 8.
- [6] *Her N.G., Yoon Y.M., Jeong J.W.* // J. Korean Geoenviron. Soc. – 2007. – **8**, N 1. – P. 57–62.
- [7] *Hogue C.* // Chem. Eng. News. – 2003. – **81**, N 33. – P. 37–46.
- [8] *US Environmental Protection Agency (US EPA). Perchlorate Treatment Technology Update-Federal Facilities Forum Issue Paper.* – Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, 2005. – 84 p.
- [9] *National Research Council. Science and Decisions: Advancing Risk Assessment.* – Washington, DC, United States: The National Academies Press, 2009. – 403 p.
- [10] *Kim H.B., Oh J.E., Lee S.Y., Cho J.W., Snyder S.* // J. Korean Soc. Environ. Eng. – 2006. – **28**, N 7. – P. 776–781.
- [11] *Jeong H.J.* The Study on Perchlorate Concentration near Major Source Areas of Perchlorate. – Seoul: Seoul National University, 2007. – 77 p.
- [12] *Son H.J., Jung C.W.* // J. Korean Soc. Environ. Eng. – 2007. – **29**, N 4. – P. 438–443.
- [13] *Park S.M., Jeon B.H., Jeong H., Paeng K.J.* // Anal. Sci. Technol. – 2010. – **23**, N 5. – P. 429–436.
- [14] *Freundlich H.M.F.* // Z. Phys. Chem. – 1906. – **57**, N A. – S. 385–470.

- [15] *Langmuir I.* // *J. Amer. Chem.* – 1918. – **40**. – P. 1361–1403.
- [16] *Redlich O., Peterson D.L.* // *J. Phys. Chem.* – 1959. – **63**. – P. 1024.
- [17] *Ho Y.S., Chiu W.T., Wang C.C.* // *Biores. Technol.* – 2005. – **96**, N 11. – P. 1285–1291.
- [18] *Chui J.S., Um C.Y., Chu K.H., Ham S.K., Lee J.H., Yoo S.S., Ko K.B.* // *J. Korean Soc. Water Quality.* – 2012. – **28**, N 3. – P. 460–466.
- [19] *The Interstate Technology & Regulatory Council Perchlorate Team. Perchlorate: Overview of Issues, Status, and Remedial Options.* – Washington, DC: Interstate Technology & Regulatory Council, 2005. – 152 p.
- [20] *Kinniburgh D.G.* // *Environ. Sci. and Technol.* – 1986. – **20**, N 9. – P. 895–904.
- [21] *Longhinotti E., Pozza F., Furlan L., Sanchez M.D.N.D., Klug M., Laranjeira M.C.M., Favere V.T.* // *J. Braz. Chem. Soc.* – 1998. – **9**, N 5. – P. 435–440.
- [22] *Ho Y.S.* // *Carbon.* – 2001. – **42**, N 10. – P. 2115–2116.
- [23] *Seidel A., Gelbin D.* // *Chem. Eng. Sci.* – 1988. – **43**, N 1. – P. 79–89.
- [24] *Hall K.R., Eagleton L.C., Acrivos A., Vermeulen T.* // *Ind. Eng. Chem. Fund.* – 1966. – **5**, N 2. – P. 212–223.
- [25] *Slejko F.L. Adsorption Technology.* – New York: Marcel Dekker Inc., 1985. – 240 p.

Поступила в редакцию 17.09.2012 г.