

[17]. O. A. Aimakov, D. K. Seitkalieva, N. I. Svincickaia, Proceedings of International Conference "Chemistry, Chemical Engineering and Biotechnology at the turn of the millennium," Tomsk, 2003, vol.1, p. 193-194.

[18]. O. A. Aimakov, Proceedings of the scientific conference devoted to the 185th anniversary of the St. Petersburg State Technical Institute Russia, Saint-Petersburg, 2013, p. 68-70.

[19]. O. A. Aimakov, N. M. Zubova, Scientific collection "Problems of development of new drugs." Publishing house "Guillem". Ufa, 2003, p. 35-37.

[20]. O. A. Aimakov, K. B. Erzhanov, T. A. Mastriukova. News of RSA, chem.ser., 2003, №1, p. 2276-2279.

[21]. O. A. Aimakov, K. B. Erzhanov, T. A. Mastriukova, News of RSA, Che.ser., 1998, №8 p. 1876-1878.

[22]. O. A. Aimakov, S. A. Duisembaev, T. A. Mastriukova, K. B. Erzhanov, News of MS-SA RK, Chem.ser., 1996, №5, p. 68-717.

[23]. O. A. Aimakov, K. B. Erzhanov, T. A. Mastriukova, Scientific collection "State and Prospects of Development of Organic Chemistry", Almaty, 2002, p. 31-32.77

ИЗОТОПНАЯ СЕЛЕКТИВНОСТЬ ГИДРАТАЦИИ ПЕРОКСИДА КАЛЬЦИЯ

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.1.65.262](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.1.65.262)

Сапожников Ю.А.

д.х.н., вед.н.с., химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Сапожникова Л.Д.

Инженер, д.х.н., вед.н.с., химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

THE ISOTOPIC SELECTIVITY OF THE HYDRATION OF CALCIUM PEROXIDE

Sapozhnikov Yu.A.,

Sapozhnikova L.D.

АННОТАЦИЯ

Экспериментально показано, что при взаимодействии с водой, загрязненной тритием, безводный пероксид кальция проявляет изотопную селективность, формируя гидратную оболочку образующегося труднорастворимого октагидрата кальция из протиевой воды и оставляя тритиевую воду в жидкой фазе.

ABSTRACT

It has been shown experimentally, that during an interaction with water, contaminated with tritium, anhydrous calcium peroxide exhibits isotopic selectivity, forming a hydrated shell of the produced insoluble calcium octahydrate from protium water and leaving tritium water in the liquid phase.

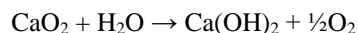
Ключевые слова: Пероксид кальция, гидратация, изотопная селективность, Фукусима

Keyword: Calcium peroxide, hydration, isotopic selectivity, Fukushima

Для разделения изотопов водорода известны многие методы, основанные на различиях свойств их соединений, таких как температура плавления и кипения, потенциал ионизации и др. [2, 3]. Реализация этих в принципе несложных подходов требует, однако, сравнительно непростой аппаратуры, использования дорогих катализаторов на основе палладия или платины, больших затрат труда, времени и электроэнергии.

В настоящей работе описываются результаты исследования взаимодействия безводного пероксида кальция (ПОК) с водой, загрязненной тритием. Известно [1], что при гидратации ПОК образуется труднорастворимый октагидрат пероксида кальция (ОГ ПОК) $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

Пероксид кальция – продукт крупнотоннажного производства химической промышленности. Его использование основано, главным образом, на способности испускать кислород при медленном разложении:



Кислород *in statu nascendi* воздействует на корневые системы растений, что ведет к повышению урожайности почв, может обеззараживать воды и почвы и имеет множество других областей применения.

В экспериментальной работе использовался технический ПОК, синтезированный в Институте Общей и Неорганической Химии РАН и содержащий довольно высокий процент примесей (до ~40%), таких как карбонат и оксид кальция и др.

Как показали экспериментальные исследования авторов, при добавлении безводного ПОК к воде, содержащей тритий, для формирования гидратной оболочки ПОК использует только молекулы протиевой воды. В результате удельная активность трития в жидкой фазе над осадком ОГ ПОК повышается с увеличением массы добавляемого ПОК (Рисунок 1).

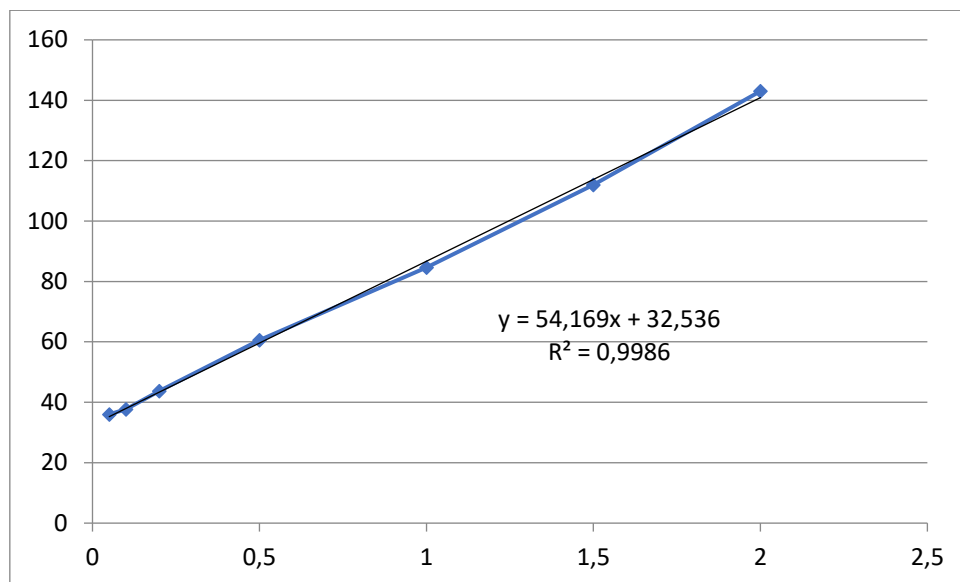


Рисунок 1. Зависимость удельной активности трития в жидкой фазе (Бк/мл) от массы добавленного безводного пероксида кальция (г).

Другими словами процесс гидратации пероксида кальция проявляет изотопную селективность.

Измерение радиоактивности трития выполнялось на жидкостно-сцинтилляционном анализаторе Tri-Carb 2810-TR (PerkinElmer) с использованием жидкого сцинтиллятора Ultima Gold той же фирмы.

По-видимому, наблюдаемый эффект может использоваться для отделения трития от больших объемов морской или солоноватой воды при ликвидации последствий аварии на АЭС Дай-Ичи в префектуре Фукусима (Япония) [4].

Очевидно, разработка экономически эффективного сорбента для извлечения трития из весьма больших объемов загрязненной им воды (сотни бочек из нержавеющей стали объемом около 100 м³) вряд ли даст положительный результат, т.к. молекулы протиевой воды более подвижны, чем тритиевой, и протий образует более прочные связи, чем тритий. Стерический фактор в таком процессе также уменьшает вероятность сорбции трития по сравнению с протием на сорбенте любой природы.

Практическая реализация отделения тритиевой воды от больших масс загрязненных тритием природных вод с использованием ПОК может быть выполнена, например, путем вскрытия бочек, в которых до сих пор хранится морская или солоноватая вода, и добавления в них безводного ПОК при интенсивном перемешивании. Октагидрат пероксида кальция пойдет на дно, а над осадком останется вода, обогащенная тритием. Эта вода должна откачиваться для последующего

хранения в емкостях существенно меньшего объема.

Производительность системы в целом зависит от того, насколько четко удастся разделить объемы твердой и жидкой фаз.

Отметим, что изотопная селективность процесса гидратации ПОК может быть отнесена к фундаментальным явлениям, позволяющим ожидать новых интересных результатов.

Авторы благодарят Т.А. Трипольскую (Институт Общей и Неорганической Химии), Б.В. Егорову (каф. радиохимии Химфака МГУ имени М.В. Ломоносова), и всех других, кто помогал им в выполнении этой работы, а также доктора Хиромото Оно и его коллег (Chemical Force Co., Ltd., Япония) за интерес к этой работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гладышев Н.Ф., Гладышева Т.В., Лемешева Д.Г. и др. Пероксидные соединения кальция. Синтез. Свойства. Применение // 2013, М.: Издательский дом «Спектр», с. 216
2. Мосин О.В. Очистка воды от тяжелых изотопов дейтерия, трития и кислорода. СОК (Сантехника, отопление, кондиционирование) // 2012
3. Пятницкий Н.В., Поляков В.А. Электролитическое обогащение водных проб с низкими концентрациями трития. Водные ресурсы. 1983 // т. 10, №5, сс. 137-141.
3. Povinac P.P., Hirose K., Aoyama M. Fukushima Accident: Radioactivity Impact on the Environment. 2013 // Elsevier, p. 382.