

ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ ВУГІЛЬНИХ СОРБЕНТІВ ДЛЯ КОНЦЕНТРУВАННЯ ТА РАДІОАНАЛІТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ЙОДУ

Г.В.Васильєва¹, А.П.Осипенко²

¹ Інститут сорбції та проблем ендоекології НАН України,
вул. Генерала Наумова, 13, Київ

² Кафедра ядерної фізики, Ужгородський національний університет,
вул. Підгірна 46, Ужгород, 88000

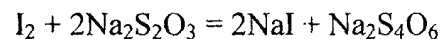
Досліджувалась можливість концентрування нукліду I-128 різними типами вугільних сорбентів з використанням хімічних методів та методу активаційного аналізу. Отримано графіки залежності залишкових концентрацій йоду від часу взаємодії з сорбентом та ізотерми адсорбції на сорбентах СКС та СКС(активат). Сорбент СКС(активат) виявився найбільш придатним для вилучення I-128 із водного розчину KI.

В активній зоні ядерного реактора працюють радіоактивні елементи, серед яких церій, йод, барій, ніобій, лантан, цезій, стронцій та ін. При цьому повністю не виключена можливість їх надходження в природні водойми. Це є причиною постійного контролю вмісту у воді радіонуклідів а також розробки ефективних методів їх вилучення [1]. У попередніх [2] роботах нами вже досліджувалась можливість вилучення мікрокількостей радіонуклідів, продуктів поділу ядра U-235 із водних розчинів за допомогою різних модифікацій фосфату титану. Виміряні коефіцієнти сорбції для ряду уламків були дещо занижені, можливо, в зв'язку з неселективністю сорбенту відносно цих уламків. Деякі радіонукліди не сорбувалися зовсім. Тому доцільно підбір сорбенту проводити відносно якогось певного уламка (з великим виходом). Наприклад, відносно йоду, різні ізотопи якого є членами ланцюгів розпаду важких ядер (U, Pu). Відомо, що хімічні властивості ізотопів одного й того ж елемента ідентичні і їх загальну хімічну поведінку можна вивчати на основі якогось одного ізотопу.

Мета даної роботи – використовуючи хімічний метод та метод активаційного аналізу, вивчити концентрування корот-

коживучого штучного ізотопу I-128 різними сорбентами та оцінити можливість використання отриманих результатів для вилучення мікрокількостей нуклідів I-131 та I-135. Дослідження проводились у статичних умовах, методом окремих наважок. Маса сорбенту становила 0.1 г, об'єм досліджуваного розчину – 10 мл, вихідна концентрація йоду – 0.05н. Для аналізу концентрації йоду використовувались 2 методи: титриметричне визначення йоду та метод активаційного аналізу.

Вільний йод титрували тіосульфатом натрію



У колбу для титрування відбирають аліквоту досліджуваного розчину, додають 2–4 мл 2М сірчаної кислоти і титрують розчином тіосульфату натрію. Крохмаль додають перед кінцем титрування. Відомо, що розчин тіосульфату натрію нестійкий і вимагає додаткового встановлення нормальності. Нормальність розчину тіосульфату натрію встановлюють за біхроматом калію. Відбирають у конічну колбу аліквоту 0.05н розчину K₂Cr₂O₇, додають 3–4 кратний надлишок KI і 8–10 мл розведеної H₂SO₄. Дають розчину постояти 5 хв. Потім титрують розчином

тіосульфату натрію до світло жовтого кольору. додають крохмаль і продовжують титрувати до зникнення темно-синього і появи зеленого забарвлення. Нормальність розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ розраховується за формулою:

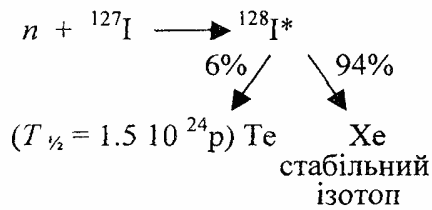
$$N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = N_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \cdot V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} / V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$$

Коефіцієнт сорбції розраховувався за формулою:

$$A = (C_s - C_p) V / m_{(\text{срб})} 1000,$$

Тут C_v – вихідна нормальність розчину; C_p – рівноважна нормальність виражена в [г-екв/л].

Для активаційного аналізу використовувалось мічення йоду за допомогою ядерної реакції. Кристалічний йод активували сповільненими нейтронами із реакції ${}^9\text{Be}(\gamma, n)$ на мікротроні М-10. В результаті утворювався ${}^{128}\text{I}^*$ ($T_{1/2} = 25$ хв), який розпадався за такою схемою :



Зразок випромінював β -частинки з енергією $E=2.12$ MeV (76%) та $E=1.665$ MeV (15.5%), а також γ -кванти з енергією $E=0.443$ MeV. За допомогою γ -спектру а також по періоду напіврозпаду ідентифікували йод.

Залишкова концентрація йоду після взаємодії з сорбентом вимірювалась за інтенсивністю β -спектрів розчину за допомогою сцинтиляційного β -спектрометра.

У ролі сорбентів використовувалися синтетичний стирол дивінілбензоатний співполімер (СКС) у вигляді гранул, активований стирол дивінілбензоатний співполімер – (СКС(активат)), сорбент на основі лігносульфонатного вугілля, звичайного та окисненого (LS, LS(o)).

Результати вимірювань наведено в таблиці 1 і на рисунках 1,2,3,4.

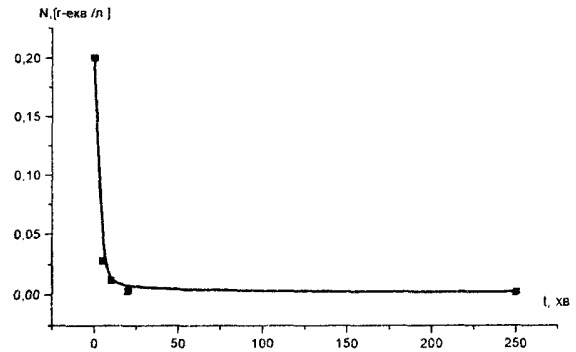


Рис.1. Зменшення вмісту радіоактивного йоду в розчині, при взаємодії з сорбентом СКС(активат), розраховане за β -активністю розчину з урахуванням періоду напіврозпаду.

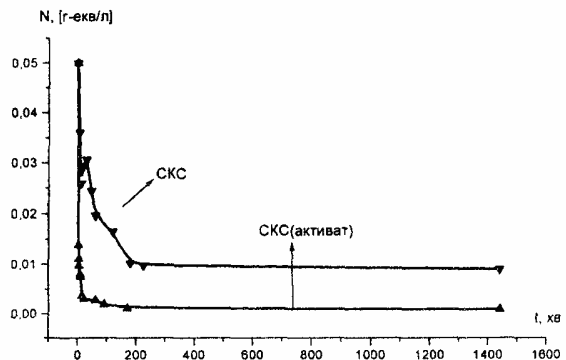


Рис.2. Кінетика сорбції йоду на сорбентах СКС та СКС(активат.)

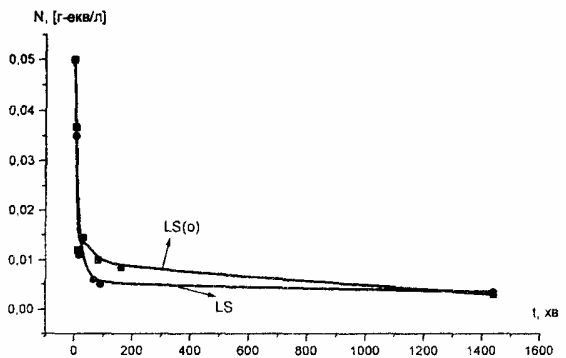


Рис.3. Кінетика сорбції йоду на лігносульфонатному вугіллі.

Отримані результати свідчать про хороші сорбційні властивості запропонованих сорбентів. Аналіз кінетичних кривих (рис. 2 і рис. 3) та ізотерм адсорбції (рис. 4) показує, що найкращі сорбційні властивості проявляє СКС(активат). Лігносульфонатне вугілля, хоч і дещо гірше,

але також добре та швидко сорбує йод і, взагалі, це дуже перспективні для вивчення матеріали, але у використанні вони не такі зручні, оскільки існують у вигляді порошку, схожого на сажу. Крім того, лігносульфонати – солі лігносульфонової кислоти, серед яких зустрічаються і роз-

чинні у воді [3]. В основі синтезу лігносульфонатного вугілля лежить реакція сульфування лігніну, натуральної сировини, яка є побічним продуктом лісохімічного виробництва [3]. Будову їх до кінця ще не вивчено, і це створює деякі труднощі.

Таблиця 1. Значення залишкових концентрацій йоду в [г-екв/л], після взаємодії з різними сорбентами (дослідження проводились хімічним методом)

Час, хв	Різні типи вугільних сорбентів			
	LS	LS(o)	СКС	СКС(актив)
0	0.05	0.05	0.05	0.05
2				0.0139
4				0.0111
5	0.035	0.0368	0.036	0.0097
8				0.0080
10		0.012	0.026	0.0075
15	0.011		0.029	0.0037
20			0.0296	0.0030
30		0.0145	0.0307	
45			0.0244	
60			0.0197	0.0027
65	0.006			
80		0.010		
90	0.005			0.0019
120			0.0165	
160		0.0085		
170				0.0011
180			0.0102	
225			0.0097	
1440	0.0035	0.003	0.0090	0.00091

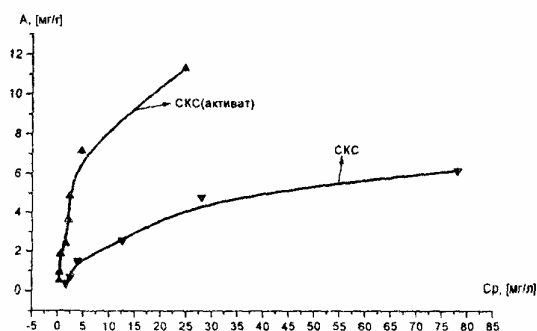


Рис.4. Ізотерми сорбції йоду із водного розчину KI. Використано сорбенти СКС та СКС(активат)

Аналіз ізотерм показує, що йод проявляє більшу спорідненість до СКС (актив.)

Таким чином, поки що, СКС(активат.) можна рекомендувати, як найкращий матеріал для сорбційного концентрування йоду. Цей факт може бути використаний при дослідженні поведінки радіонуклідів I-131, I-135 у розчинах, очищенні води від радіоактивних домішок йоду, або для вирішення інших фізичних та екологічних задач.

Результати, отримані хімічним методом (Рис. 2, 3) та методом акти-

ваційного аналізу (Рис. 1), мають малу розбіжність (<10%), що підтверджує перспективність використання радіохімічних методів дослідження у фізичній хімії та екології. Невеликим недоліком є малий період напіврозпаду I-128, який хоч і збільшує ефективність його детек-

тування [4], створює деякі труднощі в дослідженні кінетики сорбції. Необхідно також вносити поправку на наявність природного радіоактивного ізотопу K-40, вміст якого в суміші ізотопів становить приблизно 0.06%, тобто 10^{-4} г у 10 г KI.

Література

1. Л.И.Руденко, В.Я.Скляр и др., *Доповіді НАН України*, **6**, 153 (1998).
2. H.V.Vasylyeva, V.V.Strelko, A.P.Osypenko, V.S.Kouts, *Uzh. Univ. Sci. Herald. Ser. Phys.* **8**, 313 (2000).
3. Н.А.Макаревич, Н.И.Афанасьев и др., *Ж. физ. химии*, **12**, 2195 (2000)
4. В.Д.Нефедов, Е.Н.Текстер, М.А.Торопова, *Радиохимия* (Высшая школа, Москва, 1987).

USE OF VARIOUS TYPES OF CARBON SORBENTS FOR CONCENTRATION AND RADIOANALYTICAL DETERMINATION OF IODINE

H.Vasylyeva¹, A.Osypenko²

¹Institute of Sorption and Endoecology Problems, Ukr. Nat. Acad. Sci.,
Generala Naumova St. 13, Kyiv

²Uzhgorod National University, Department of Nuclear Physics,
Pidhirna st. 46, Uzhhorod, Ukraine

The possibility of concentration of I-128 nuclide by various types of carbon sorbents is investigated using chemical methods and activation analysis method. The dependences of the residual concentrations of iodine on the duration with the interaction with the sorbent and adsorption isotherms for SKS and SKS (activated) sorbents are obtained. SCS (activated) appeared the most suitable sorbent for the extraction of the short lived I-128 out of the KI water solution.