

**В. П. Процак^{1*}, О. О. Одинцов², Ю. В. Хомути́н¹,
М. А. Журба¹, Н. М. Прокопчук¹, В. О. Кашпаров¹**

¹ Український науково-дослідний інститут сільськогосподарської радіології
Національного університету біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна
² Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, Київ, Україна

*Відповідальний автор: protsak2013@gmail.com

ДИНАМІКА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ФОРМ ЗНАХОДЖЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ У ДОННИХ ВІДКЛАДЕННЯХ ВОДОЙМИ-ОХОЛОДЖУВАЧА ЧАЕС ПІСЛЯ ЇХНЬОГО ОСУШЕННЯ: 1. МОДЕЛЬНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Методом послідовних вилуговувань оцінена динаміка форм знаходження радіонуклідів у донних відкладеннях водойми-охолоджувача ЧАЕС після їхнього осушення та експозиції в натурних умовах. За результатами досліджень переважна частина радіонуклідів (> 90 %) упродовж 4 років після осушення продовжує знаходитися в необмінному стані. Значна частина радіонуклідів залишається не вилученою із твердої фази донних відкладень водойми-охолоджувача ЧАЕС навіть після застосування «наджорстких» умов екстракції, що свідчить про знаходження ⁹⁰Sr, ^{238,239,240}Pu, ²⁴¹Am і частини ¹³⁷Cs у складі хімічно стійких паливних частинок і відповідно дана частина радіонуклідів не може бути мобілізована в природних умовах упродовж десятків років. Отримані результати вказують, що на осушених ділянках ложа водойми-охолоджувача ЧАЕС не слід очікувати істотного підвищення мобільності та біологічної доступності радіонуклідів у найближчі 5 - 10 років.

Ключові слова: послідовне вилуговування радіонуклідів, форми знаходження радіонуклідів, радіоактивне забруднення, донні відкладення, водойма-охолоджувач ЧАЕС.

В. П. Процак^{1*}, А. А. Одинцов², Ю. В. Хомути́н¹, М. А. Журба¹, Н. Н. Прокопчук¹, В. А. Кашпаров¹

¹ Украинский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной радиологии
Национального университета биоресурсов и природопользования Украины, Киев, Украина
² Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Киев, Украина

*Ответственный автор: protsak2013@gmail.com

ДИНАМІКА ФІЗИКО-ХІМІЧЕСКИХ ФОРМ НАХОЖДЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЧАЭС ПОСЛЕ ИХ ОСУШЕНИЯ: 1. МОДЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Методом последовательных выщелачиваний оценена динамика форм нахождения радионуклидов в донных отложениях водоема-охладителя ЧАЭС после их осушения и экспозиции в натурных условиях. Согласно результатам исследований преимущественная часть радионуклидов (> 90 %) в течение 4 лет после осушения продолжает находиться в необменном состоянии. Значительная часть радионуклидов остается не извлеченной из твердой фазы донных отложений водоема-охладителя ЧАЭС даже после использования «сверхжестких» условий экстракции. Это свидетельствует о нахождении ⁹⁰Sr, ^{238,239,240}Pu, ²⁴¹Am и части ¹³⁷Cs в составе химически стойких топливных частиц и соответственно данная часть радионуклидов не может быть мобилизована в природных условиях в течение десятков лет. Полученные результаты указывают, что на осушенных участках ложа водоема-охладителя ЧАЭС не следует ожидать значительного повышения мобильности и биологической доступности радионуклидов в ближайшие 5 - 10 лет.

Ключевые слова: последовательное выщелачивание радионуклидов, формы нахождения радионуклидов, радиоактивное загрязнение, донные отложения, водоем-охладитель ЧАЭС.

V. P. Protsak^{1*}, O. O. Odintsov², Y. V. Khomutinin¹, M. A. Jurba¹, N. M. Prokopchuk¹, V. O. Kashparov¹

¹ Ukrainian Institute of Agricultural Radiology,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
² Institute of Safety of NPP, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

*Corresponding author: protsak2013@gmail.com

DYNAMICS OF PHYSICO-CHEMICAL FORMS OF RADIONUCLIDES IN THE BOTTOM SEDIMENTS OF COOLING POND OF THE ChNPP AFTER THEIR DRYING: 1. MODEL EXPERIMENT

Dynamics of the forms of radionuclides in the bottom sediments of cooling pond of the ChNPP after their drying and exposure in full-scale conditions has been estimated by the method of successive leaching. According to the results of the research the main part of the radionuclides (> 90 %) continues to be in the non-exchange state for 4 years after drying. Significant part of the radionuclides remains not recovered from the solid phase of bottom sediments of cooling pond of the ChNPP even after using "super-hard" extraction conditions. This indicates the presence of ^{90}Sr , $^{238,239,240}\text{Pu}$, ^{241}Am and part of ^{137}Cs in the composition of chemically stable fuel particles. Therefore, this part of radionuclides can not be mobilized in natural conditions for dozens of years. The obtained results indicate that on the drained parts of the cooling pond bed of the ChNPP one should not expect significant increase of mobility and bioavailability of radionuclides in the next 5 - 10 years.

Keywords: sequential leaching of radionuclides, forms finding of radionuclides, radioactive contamination, bottom sediments, cooling pond of the ChNPP.

REFERENCES

1. Technical and economic reasons for the decommissioning of the cooling reservoir of the State Specialized Enterprise "Chernobyl NPP". In: Materials of technical seminar "Results of activities related with the decommissioning of the ChNPP cooling reservoir" (1 - 3 Oct. 2013, Kyiv). (Ukr)
2. D. Weiss et al. Collection and analysis of data related to the contamination of the Chernobyl cooling pond. CEC Contract No. B7-5350/99/62/42/MAR/C2. Final report. (GRS, 2000).
3. V.A. Kashparov et al. Kinetics of fuel particle weathering and ^{90}Sr mobility in the Chernobyl 30-km exclusion zone. *Health Physics* 76(3) (1999) 251.
4. V.A. Kashparov et al. Dissolution kinetics of particles of irradiated Chernobyl nuclear fuel: influence of pH and oxidation state on the release of radionuclides in contaminated soil of Chernobyl. *Journal of Nuclear Materials* 279 (2000) 225.
5. A.P. Konoplev, A.A. Bulgakov. Transformation of ^{90}Sr and ^{137}Cs in soil and bottom sediments. *Atomnaya energiya* 88 (1999) 55. (Rus)
6. A. Bulgakov et al. Fuel particles in the Chernobyl cooling pond: current state and prediction for remediation options. *Journal of Environmental Radioactivity* 100 (2009) 329.
7. V.A. Kashparov. Hot Particles at Chernobyl. *Environmental Science and Pollution Research Special issue 1* (2003) 21.
8. V.A. Ageev et al. Determination of the ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ and ^{241}Am radionuclides forms in the soils of the Chernobyl NPP exclusion zone. *Agroekologichnyi zhurnal* 2 (2001) 68. (Rus)
9. A.A. Odintsov, A.D. Sazhenyuk, V.A. Satsyuk. Study of the ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{244}Cm association with a soil-absorbing complex of soils, typical for the Chernobyl NPP near zone. *Radiokhimiya* 46(1) (2004) 87. (Rus)
10. V.A. Ageyev, O.O. Odintsov, A.D. Sajeniouk. Routine radiochemical method for the determination of ^{90}Sr , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am and ^{244}Cm in environmental samples. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 264(2) (2005) 337.
11. V.P. Protsak, O.O. Odintsov. Assessment of forms finding of Chernobyl radionuclides in bottom sediments of cooling pond of the ChNPP. *Yaderna Fizyka ta Energetyka (Nucl. Phys. At. Energy)* 15(3) (2014) 259. (Ukr)
12. V.A. Kashparov et al. Kinetics of dissolution of Chernobyl fuel particles in soil in natural conditions. *Journal of Environmental Radioactivity* 72(3) (2004) 335.
13. V.O. Kashparov. Radiological significance of the fuel component of the Chernobyl radioactive fallout. In: *Problemy Chornobyl's'koyi zony vidchuzhennya. Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk. Iss. 9* (Kyiv: Knyga, 2009) 5. (Rus)

Надійшла 27.07.2017

Received 27.07.2017