

О. А. Кафтанатіна, С. А. Паскевич

Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, вул. Кірова 36а, Чорнобиль, 07270, Україна

ПРОБЛЕМИ ОБЛІКУ ЯДЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ПЕРЕТВОРЕННІ ОБ'ЄКТА «УКРИТТЯ» НА ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНУ СИСТЕМУ

На підставі аналізу діючої нормативної бази, що створена для забезпечення виконання робіт із вилучення паливовмісних матеріалів з об'єкта «Укриття» у процесі його перетворення на екологічно безпечну систему, окреслено проблеми, що виникнуть через відсутність необхідної нормативно-правової і нормативно-технічної документації щодо обліку і контролю ядерних матеріалів об'єкта «Укриття».

Ключові слова: ядерні матеріали, паливовмісні матеріали, гарантії МАГАТЕ, облік і контроль ядерних матеріалів, зона балансу матеріалів, регенерація ядерних матеріалів.

Діяльність із перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему передбачає вилучення всіх паливовмісних матеріалів (ПВМ) або тільки найбільш небезпечних скупчень з їхнім переведенням у контрольований стан і забезпеченням можливості обліку. На даний час фахівцями обговорюються різні стратегії перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему, що передбачають різні об'єми ПВМ, які доцільно вилучити. ПВМ об'єкта «Укриття» утворилися в результаті процесів, що протікали при запроектній аварії 26 квітня 1986 р. і надані: відпрацьованим ядерним паливом у південному басейні витримки; свіжими тепловиділяючими збірками (у тому числі свіжими тепловиділяючими збірками з порушеннями цілісності геометрії та окремими тепловиділяючими елементами); фрагментами активної зони; пилом фрагментів активної зони (частки мікронного розміру); сполуками урану й плутонію у водних розчинах; застиглими лавоподібними ПВМ [1]. Грунтуючись на тому, що всі ПВМ об'єкта «Укриття» містять певний відсоток ядерного палива, вони мають класифікуватись як ядерні матеріали, а точніше ядерні матеріали, отримані в результаті технологічної аварії [2] (далі - аварійні ядерні матеріали).

Усі ядерні матеріали України підлягають обліку і контролю з боку Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ) на підставі «Положення про реалізацію Угоди між Україною і Міжнародним агентством з атомної енергії про застосування гарантій до всього ядерного матеріалу у всій мирній ядерній діяльності України». Дана Угода (INFCIRC/153 [2]) є типовою угодою про всеосяжні гарантії, які МАГАТЕ укладає з державами, що не володіють ядерною зброєю. Положення про реалізацію Угоди зареєстроване в Міністерстві юстиції України 29.12.97 за № 625/2429.

На ЧАЕС, у тому числі й на об'єкті «Укриття», облік ядерних матеріалів здійснюється відповідно до Закону України «Про ратифікацію Додаткового протоколу до Угоди між Україною і Міжнародним агентством з атомної енергії про застосування гарантій згідно з Угодою про нерозповсюдження ядерної зброї» і «Положення про державну систему обліку і контролю ядерних матеріалів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 18.12.96 № 1525 (із змінами, внесеними згідно з постановами Кабінету Міністрів України № 1006 від 09.08.2001 і № 257 від 25.03.2009).

Із самого початку застосування гарантій про нерозповсюдження ядерної зброї (далі - гарантії МАГАТЕ) для ядерних матеріалів об'єкта «Укриття» виникали складнощі щодо його постановки під гарантії. У першу чергу це було пов'язано з неможливістю використання стандартних процедур обліку, що застосовуються для неаварійних ядерних матеріалів ЧАЕС, а також у зв'язку з неможливістю ідентифікації тих ядерних матеріалів, що заявляються. Тому під час постановки під гарантії МАГАТЕ ядерних матеріалів об'єкта «Укриття» було прийнято компромісне рішення щодо заявлення кількості ядерних матеріалів на момент перед аварією, тобто за станом на 25 квітня 1986 р. Надалі планувалося вести облік ядерних матеріалів при їхньому вилученні з об'єкта «Укриття», із дотриманням усіх необхідних процедур обліку ядерних матеріалів, що викладені в нормативно-правовій і нормативно-технічній документації, яка діє в Україні й погоджена з МАГАТЕ. Передбачалось, що на початок вилучення ПВМ з об'єкта «Укриття» в Україні буде розроблена й погоджена з МАГАТЕ необхідна нормативно-правова і нормативно-технічна документація, яка дозволить здійснювати поводження з аварійними відходами, що містять ядерні матеріали.

Ця проблема могла б бути вирішеною в рамках розробки Проекту «План здійснення заходів на об'єкті "Укриття"» (ПЗЗ). Проблема вилучення ПВМ була одним із важливих завдань діяльності ПЗЗ. Під час зустрічі делегації Великої сімки з делегацією Уряду України у Вашингтоні на початку 1997 р. Україна наполягла на тому, щоб ПЗЗ «сформулював завдання, що мають відношення до ПВМ,

© О. А. Кафтанатіна, С. А. Паскевич, 2018

що залишаються у зруйнованому четвертому блоці ЧАЕС, зокрема обґрунтування здійсненності, вартості й пов'язаної з ризиками користі для різних варіантів вилучення ПВМ» [4, 5].

У випадку, коли б закладені завдання ПЗЗ щодо вилучення ПВМ з об'єкта «Укриття» були реалізованими, то питання розробки нормативно-правової і нормативно-технічної документації щодо поводження з аварійними ядерними матеріалами були б на сьогодні вирішеними. Проте у 2001 р. напрямком робіт у ПЗЗ змістився виключно в бік створення захисної споруди над об'єктом «Укриття» - нового безпечного конфайнмента (НБК). У зв'язку з цим розробка стратегії і технологій вилучення ПВМ були практично зупинені. Як наслідок, розробка документації, яка підтримує вилучення ПВМ, зокрема й документації щодо забезпечення гарантій МАГАТЕ відносно аварійних ядерних матеріалів, перестала бути першочерговою проблемою.

Нормативно-правова і нормативно-технічна документація, що діє в даний час в Україні, не регламентує поводження з аварійними радіоактивними відходами (РАВ), які містять ядерні матеріали, що розщеплюються (зокрема, збагачений уран і плутоній).

З усієї діючої нормативно-правової документації України до аварійних ядерних матеріалів об'єкта «Укриття» можна застосувати лише визначення «відходи, що підлягають збереженню» [2, 3].

В INFCIRC/153 (параграф 107) «відходи, що підлягають збереженню» - ядерний матеріал, який отриманий у результаті обробки чи технологічної аварії і вважається на даний момент таким, що не регенерується, але підлягає збереженню. Це формулювання визначає ядерний матеріал, що розглядається як відходи, що підлягають збереженню; зміни інвентарної кількості матеріалу в інвентарних записах і звітах визначаються як «переведений у відходи, що підлягають збереженню». Матеріал, переведений у відходи, що підлягають збереженню, зберігається в зоні балансу матеріалу (ЗБМ) і продовжує бути предметом гарантій МАГАТЕ, але не включається в інвентарний список ядерного матеріалу ЗБМ.

У Глумачному словнику українських термінів [3] надається аналогічне визначення «відходів, що підлягають збереженню».

Проте INFCIRC/153 не містить рекомендацій щодо процедури переведення аварійних ядерних відходів у «відходи, що підлягають збереженню». Погоджена з МАГАТЕ нормативно-правова і нормативно-технічна документація, що існує на даний час, також не містить вимог до такої процедури.

З огляду на викладене вище, а також у зв'язку з відсутністю в Україні нормативно-технічної документації, що передбачає процедури переведення аварійних ядерних матеріалів до «відходів, що підлягають збереженню», при плануванні вилучення ПВМ у процесі перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему в першу чергу необхідно вирішити проблему з розробкою необхідної нормативно-правової і нормативно-технічної документації, що забезпечує і підтримує вилучення ПВМ. Зокрема, необхідно визначити процедури переведення ПВМ до категорії «відходів, що підлягають збереженню» і вимоги щодо технологій поводження з даним видом відходів. Розробка необхідної документації має бути завершеною до початку робіт із вилучення ПВМ з об'єкта «Укриття». З огляду на специфічність передбачуваних робіт доцільно, щоб необхідна нормативно-правова і нормативно-технічна документація щодо поводження з аварійними ядерними матеріалами була виданою лише для використання в ДСП «ЧАЕС». При цьому у списку першочергових завдань має бути розробка та затвердження методики для оцінювання кількості ядерних матеріалів в ПВМ об'єкта «Укриття».

Лише невелика частка ядерних матеріалів об'єкта «Укриття» теоретично може бути виміряною за допомогою методик і вимірювального устаткування, що існують на даний час для оцінювання кількості ядерних матеріалів в ядерному паливі реакторів типу РБМК. До таких ядерних матеріалів належать відпрацьовані тепловиділяючі збірки з південного басейну витримки і фрагментовані свіжі тепловиділяючі збірки, які на момент аварії знаходилися на східній стіні центрального залу четвертого енергоблока. Фахівцями вважається, що у процесі протікання активної фази аварії тепловиділяючі збірки з південного басейну витримки могли залишитись неушкодженими, а тепловиділяючі збірки, які на момент аварії знаходились на східній стіні центрального залу четвертого енергоблока зазнали лише механічних пошкоджень [1, додаток 2]. Це дає змогу оцінити в них кількість ядерних матеріалів за допомогою існуючих методик та устаткування, але лише за умови наявності можливостей доступу до цих ядерних матеріалів об'єкта «Укриття».

Відносно аварійних ядерних матеріалів на даний час не існує вимог як до вибору устаткування для вимірювання кількості ядерних матеріалів, так і методики, що дозволяє виконати оцінку кількості ядерних матеріалів в них.

Розробка методики визначення кількості ядерних матеріалів в аварійних утвореннях об'єкта «Укриття» (в основному це має відношення до лавоподібних ПВМ і фрагментів активної зони реактора) в першу чергу має бути націленою на обґрунтування можливості/неможливості використання таких ядерних матеріалів для цілей створення ядерної зброї. Тобто необхідно оцінити можливість регенерації збагаченого урану і плутонію з ПВМ об'єкта «Укриття». Тому під час розробки методики необхідно враховувати усі наявні у світовій практиці методи регенерації ядерних матеріалів. Це дасть змогу довести та обґрунтувати можливість/неможливість регенерації ядерних матеріалів із ПВМ об'єкта «Укриття», включно з техніко-економічним обґрунтуванням подібного процесу. Методика також повинна містити вимоги щодо устаткування для оцінювання кількості ядерних матеріалів в аварійних утвореннях об'єкта «Укриття».

Наступним етапом, після розробки методик оцінювання кількості ядерних матеріалів в аварійних утвореннях об'єкта «Укриття» (ПВМ), має бути розробка нормативно-технічної документації, що визначатиме процедури виділення аварійних ядерних матеріалів об'єкта «Укриття» до окремої групи «відходів, що підлягають збереженню» і критеріїв об'єднання таких ядерних матеріалів в окремі партії. Зокрема, нормативно-технічна документація, що має розроблятися, повинна передбачати питання забезпечення ядерної безпеки у процесі поводження з «відходами, що підлягають збереженню», а також їхню класифікацію, яка ймовірно може базуватись на основі застосування критеріїв з потужності експозиційної дози (ПЕД), з урахуванням процентного вмісту ізотопів збагаченого урану і плутонію у відходах.

Нормативно-технічна документація, що розроблятиметься, також повинна дозволяти виконати оцінку можливості використання для «відходів, що підлягають збереженню» існуючих на сьогоднішній день контейнерів, що використовуються для зберігання/транспортування РАВ. За результатами цієї оцінки, за необхідністю, необхідно передбачити можливість модернізації існуючих контейнерів, а в разі неможливості їхнього використання розробку принципово нових контейнерів для зберігання/транспортування «відходів, що підлягають збереженню».

Станом на 1 червня 2000 р. кількість ядерних матеріалів на об'єкті «Укриття», які можуть бути віднесені до «відходів, що підлягають збереженню», оцінювалась на рівні від 127,6 до 140 т (У) [1, таблиця додатка 4]. Це чималий об'єм аварійних відходів, які за своїми фізико-хімічними характеристиками не відповідають критеріям прийому жодного з існуючих на даний час в Україні сховищ РАВ. Отже, ще до початку процесу вилучення ПВМ з об'єкта «Укриття» потрібно буде визначитися з організацією місць тимчасового зберігання і/або захоронення «відходів, що підлягають збереженню» і правил їхнього транспортування. Вимоги до місць тимчасового зберігання і/або захоронення «відходів, що підлягають збереженню» мають передбачати можливість інспекції інспекторами МАГАТЕ. Місце тимчасового зберігання «відходів, що підлягають збереженню», доцільно розташувати в межах промайданчика ЧАЕС, оскільки згідно з [2, параграф 107] матеріал, переведений у «відходи, що підлягають збереженню», зберігається в ЗБМ і продовжує бути предметом гарантій МАГАТЕ.

В об'єкті «Укриття» крім аварійних ядерних матеріалів, що можуть бути віднесені до «відходів, що підлягають збереженню», існує певна частка аварійних ядерних матеріалів, для яких неможливо забезпечити застосування процедур державного обліку і контролю, а також можливість інспекції інспекторами МАГАТЕ ні зараз, ні в майбутньому. До таких ядерних матеріалів належать пил фрагментів активної зони (частки мікронного розміру) і сполуки урану і плутонію у водних розчинах. Тому для таких ядерних матеріалів необхідна розробка якісно іншого підходу, що передбачає розробку критеріїв і процедур їхнього зняття з державного обліку.

Висновки та рекомендації

1. На сьогоднішній день нормативно-правова і нормативно-технічна документація України в галузі поводження з ядерними матеріалами не повною мірою відповідає завданням, що будуть вирішуватися при перетворенні об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему. Питання дотримання гарантій МАГАТЕ при вилученні ПВМ та поводженні з аварійними ядерними матеріалами є відкритим і сьогодні. Зокрема, відсутня документація щодо обліку і контролю аварійних ядерних матеріалів, яка забезпечує виконання гарантій МАГАТЕ.

2. Відсутність відповідної нормативно-технічної документації щодо обліку і контролю ядерних матеріалів (гарантії МАГАТЕ) створює ризики отримання більше 100 т ядерних матеріалів, віднесених до «відходів, що підлягають збереженню», які не підпадають під жодну з регламентних схем поводження з РАВ.

3. Нормативно-правова і нормативно-технічна документація, що розроблятиметься, повинна передбачати можливість відправлення «відходів, що підлягають збереженню» до іншої ЗБМ для захоронення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Официальный* вопросник МАГАТЭ. Информация о конструкции установки РКС4. Описание конструкции. ГСП «Чернобыльская АЭС», объект «Укрытие» від 18.01.2017.
2. *Структура* и содержание соглашений между Агентством и государствами, требуемых в связи с договором о нераспространении ядерного оружия, INFCIRC/153 (corrected) https://www.iaea.org/sites/default/files/infirc153_rus.pdf.
3. *Облік і контроль* ядерного матеріалу. Фізичний захист ядерного матеріалу і ядерних установок. Тлумачний словник український термінів. Словники термінів: українсько-англо-російський, англо-російсько-український і російсько-англо-український, затверджений наказом Держатомрегулювання від 08.06.04 р. № 101.
4. *Токаревский В. В.* Стратегия извлечения топливосодержащих материалов объекта "Укрытие" / В. В. Токаревский. https://www.iaea.org/sites/default/files/infirc153_rus.pdf.
5. *Chernobyl Unit 4 Shelter Implementation Plan*, Published 31 May 1997 by TACIS services DG-1A, European Commission and US Department of Energy.

О. А. Кафтанина, С. А. Паскевич

Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, ул. Кирова 36а, Чернобыль, 07270, Украина

ПРОБЛЕМЫ УЧЕТА ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРЕОБРАЗОВАНИИ ОБЪЕКТА «УКРЫТИЕ» В ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНУЮ СИСТЕМУ

На основании анализа действующей нормативной базы, созданной для обеспечения выполнения работ по извлечению топливосодержащих материалов из объекта «Укрытие» в процессе его превращения в экологически безопасную систему, показаны проблемы, которые могут возникнуть из-за отсутствия необходимой нормативно-правовой и нормативно-технической документации по учету и контролю ядерных материалов объекта «Укрытие».

Ключевые слова: ядерные материалы, топливосодержащие материалы, гарантии МАГАТЭ, учет и контроль ядерных материалов, зона баланса материалов, регенерация ядерных материалов.

O. A. Kaftanatina, S. A. Paskevich

Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants, NAS of Ukraine, Kirova str., 36a, Chornobyl, 07270, Ukraine

PROBLEMS OF ACCOUNT OF NUCLEAR MATERIALS AT TRANSFORMATION OF OBJECT «UKRYTTYA» INTO AN ECOLOGICALLY SAFE SYSTEM

The analysis of the effective normative documents, developed for the "Ukryttya" object was performed to support the process of its transformation into an ecologically safe system. The problems related to the accounting and control of emergency nuclear materials that may arise during fuel-containing materials retrieval are shown based on the analysis. In particular, it was shown that in the "Regulations on implementation of the Agreement between Ukraine and the International Atomic Energy Agency in field of Nuclear Safeguards application to all nuclear material for all peaceful activities of Ukraine" (INFCIRC/153), signed between International Atomic Energy Agency and member states not possessing nuclear weapon, only one definition - "stored waste" (paragraph 107) is applicable to emergency nuclear material of the "Ukryttya" object. There are no recommendations regarding transfer to "stored waste" INFCIRC/153. The normative and technical documentation developed to the date and agreed with IAEA also doesn't regulate such a transfer. Absence of normative and technical documentation regulating transfer of emergency nuclear materials into "stored waste" can lead to the problem in management of more than 100 tons of High Level Waste not covered by any of the regulatory schemes for Radioactive Waste Management.

Keywords: nuclear materials, fuel-containing materials, IAEA Safeguards, accounting and control of nuclear materials, material balance area, nuclear material regeneration.

REFERENCES

1. *Official IAEA questionnaire*. Information about RKC4 Facility design. Structure description. SSE "Chernobyl NPP", "Ukruttya" object. 18.01.2017. (Rus)
2. *Structure and content of the agreements between IAEA and member-states, required under the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons*, INFCIRC/153 (corrected) https://www.iaea.org/sites/default/files/infcirc153_rus.pdf. (Rus)
3. *Nuclear Material accounting and control. Physical protection of Nuclear Material and N Facilities. Explanatory dictionary of Ukrainian terms. Glossaries: Ukrainian-English-Russian, English-Russian-Ukrainian and Russian-English-Ukrainian*, approved by SNRIU Decree No. 101, dated 08.06.04. (Ukr)
4. *Tokarevskiy V. V. The Strategy of Fuel-Containing Materials retrieval from the Shelter object / V. V. Tokarevskiy*. http://www.sstc.com.ua/documents/journal/2012/3/9_3_2012_text.pdf. (Rus)
5. *Chernobyl Unit 4 Shelter Implementation Plan*, Published 31 May 1997 by TACIS services DG-1A, European Commission and US Department of Energy.

Надійшла 13.08.2018

Received 13.08.2018