

А. В. Носовський

Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, вул. Лисогірська, 12, Київ, 03028, Україна

СТРАТЕГІЧНІ НАПРЯМИ ДІЯЛЬНОСТІ НА ОБ'ЄКТІ «УКРИТТЯ» ПІСЛЯ ВВЕДЕННЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ НОВОГО БЕЗПЕЧНОГО КОНФАЙНМЕНТА

Розглядаються науково-технічні проблеми, які потребують вирішення для досягнення кінцевої мети перетворення об'єкта «Укриття» Чорнобильської АЕС на екологічно безпечну систему. Показано переваги та недоліки основних стратегій. Запропоновано роботи з перетворення об'єкта «Укриття», які потрібно виконати послідовними етапами за час життєвого циклу існування нового безпечного конфайнмента (НБК). Сформульовано стратегічні напрями діяльності на об'єкті «Укриття» після введення в експлуатацію НБК. Показано, що вилучення паливовмісних матеріалів (ПВМ) - основна умова перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему і зняття його з експлуатації. Перехід до зняття з експлуатації може відбуватися лише тоді, коли ПВМ будуть переведені в ядерно безпечний стан і поставлені на контрольоване зберігання або передані на захоронення. Тому варіант поетапного вилучення ПВМ із подальшим зняттям об'єкта «Укриття» з експлуатації розглядається як основний у перетворенні об'єкта «Укриття». Із національного досвіду реалізації проектів на майданчику Чорнобильської АЕС стає зрозуміло, що Україна самостійно з цією проблемою не впорається. Тому є необхідність звернутися до міжнародного співтовариства по допомогу у створенні інфраструктури та отримання сучасних технологій.

Ключові слова: об'єкт «Укриття» Чорнобильської АЕС, новий безпечний конфайнмент, паливовмісні матеріали, ядерна та радіаційна безпека.

Основною проблемою, що породжує в суспільстві негативне ставлення до розвитку ядерної енергетики, є донині невирішені питання остаточного захоронення радіоактивних відходів (РАВ) і відпрацьованого ядерного палива. Принципові аспекти вирішення цих проблем не викликають сумніву, однак втілення практичних технічних рішень стримується фінансовими причинами і труднощами практичних доказів надійності тривалого захоронення відходів.

Другим, не менш важливим, аспектом несприятливого ставлення громадськості до ядерної енергетики є тривале вирішення проблем, породжених аварією на Чорнобильській АЕС. Особливо це стосується перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему.

Споруда законсервованого енергоблока № 4 Чорнобильської АЕС - об'єкт «Укриття» - була зведена в 1986 р. в умовах складного радіаційного стану і від самого початку була будівельною конструкцією, що потребує постійного нагляду, контролю та застосування коригувальних заходів у разі відхилення параметрів безпеки від установлених норм [1].

Під час ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС одним із найважливіших і найважчих завдань стало переведення в контрольований стан ядерного палива, що залишилося в об'єкті «Укриття». Необхідно було визначити місце розташування основних скупчень паливовмісних матеріалів (ПВМ), їхні фізико-хімічні властивості, оцінити ступінь ядерної та радіаційної безпеки, створити системи контролю й підготувати контрзаходи на випадок можливих аварій, у перспективі - вилучити ядерне паливо з об'єкта «Укриття». Виконання цього завдання розпочалося у перші дні після аварії й тривало протягом усіх років існування об'єкта «Укриття» [2]. Однак незважаючи на успішне вирішення багатьох окремих складових цієї проблеми, комплексно її дотепер не вирішено. ПВМ, що залишилися всередині об'єкта «Укриття», контролюються не повністю. Це змушує вдаватися до надлишкових заходів безпеки, що ґрунтуються на завідомо консервативних припущеннях. Завдання поведінки з ПВМ, зокрема контроль фізичного стану з метою прогнозування їхньої поведінки та визначення конкретної стратегії поведінки, залишається не вирішеним.

З 1993 р. Україна спільно з міжнародною спільнотою вживає заходів щодо перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему. У 1997 р. українськими, американськими та європейськими фахівцями було розроблено план дій щодо об'єкта «Укриття» - Shelter Implementation Plan (SIP), що визначив заходи й обсяги робіт щодо перетворення об'єкта на екологічно безпечну систему [3]. Для фінансового забезпечення SIP було створено Чорнобильський фонд «Укриття», в який його учасники вклали 760 млн дол. - саме в таку суму оцінювали на той час вартість робіт. Але на сьогодні ця сума фактично становить уже понад два мільярди євро. Основними завданнями SIP було створення нової захисної оболонки, що має гарантувати безпеку об'єкта принаймні на 100 років, та розробка стратегії вилучення наявних усередині об'єкта паливовмісних і радіоактивних матеріалів.

© А. В. Носовський, 2019

Незважаючи на тривалість вирішення проблеми перетворення об'єкта «Укриття», сьогодні можна говорити про досягнення певного прогресу. Наприкінці 2016 р. на Чорнобильській АЕС відбулося встановлення у проектне положення нового безпечного конфайнмента (НБК) і ведуться роботи з його введення в експлуатацію. Планується, що ці роботи будуть завершені у 2019 р.

Створення НБК дозволило суттєво знизити ризик можливого радіоактивного забруднення території через обвалення нестійких будівельних конструкцій об'єкта «Укриття» завдяки його ізоляції від навколишнього середовища. Споруда забезпечить реалізацію стратегії перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему завдяки довговічності конструкцій, можливості здійснення демонтажу нестабільних конструкцій та вилученню ПВМ [4].

Але побудова НБК є тільки проміжним етапом. Для перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему потрібно вжити ще багато наукових та технічних заходів для досягнення кінцевої мети - переведення в контрольований стан ядерних матеріалів.

Існують думки, що після створення НБК проблему перетворення об'єкта «Укриття» повністю вирішено. Але гарантований термін експлуатації НБК становить усього 100 років, а періоди напіврозпаду ядерних матеріалів, що знаходяться в ньому, на багато порядків більші, і тому їхня небезпека для довкілля буде зберігатися не одне тисячоліття. Тому якщо не займатися цією проблемою, її вирішення буде перекладено на майбутні покоління, а термін експлуатації НБК не такий уже й великий.

До того ж, із часу, коли ухвалювався проект SIP, з'явилися нові реалії, зокрема:

у Чорнобильській зоні відчуження створено установки для поводження з РАВ, включаючи їхнє тимчасове зберігання й остаточне захоронення;

проводяться концептуальні дослідження щодо створення сховища високоактивних відходів у стабільних геологічних формаціях;

сталась аварія на АЕС Фукусіма в Японії, у результаті якої з'явилися аналогічні проблеми;

набув подальшого розвитку напрям розробки робототехнічних пристроїв.

Після вводу в експлуатацію НБК у найближчий час потрібно виконати роботи з демонтажу будівельних конструкцій об'єкта «Укриття», термін експлуатації яких закінчується у 2023 р. Ці конструкції повинні бути демонтовані до кінця цього періоду. Далі слід розпочати роботи з відкладеного демонтажу інших будівельних конструкцій.

Після демонтажу будівельних конструкцій постає актуальне питання: що робити далі. На сьогодні розглядаються дві основні стратегії:

захоронення на місці шляхом заповнення бетоном або іншими сумішами;

поетапне вилучення ПВМ із подальшим зняттям об'єкта «Укриття» з експлуатації.

Варіант «захоронення на місці» має найдавнішу історію, оскільки пропонувався в різних варіаціях ще задовго до ухвалення рішення щодо будівництва НБК. Цьому сценарію властиві недоліки як із будівельної точки зору, так і в аспекті невідповідності до вимог ядерної, радіаційної та екологічної безпеки, зокрема:

заповнення бетоном приміщень об'єкта «Укриття» призведе до значного перевантаження ґрунтової основи та її осідання (за попередніми даними, більш ніж на 2 м) і, як наслідок, до значних деформацій пошкоджених конструкцій третього енергоблока з високою ймовірністю руйнування їх;

перевантаження та осідання ґрунтової основи матимуть негативний вплив на стан суміжних конструкцій, які виконують функцію огорожувального контура НБК, а також на фундаменти НБК. Це може призвести до зниження показників експлуатаційної надійності НБК (зокрема, неможливості експлуатації основних кранів), а в найгіршому випадку – до руйнування НБК;

бетонування скупчень ПВМ унеможливує здійснення надійного контролю стану ядерних матеріалів, що не відповідає вимогам щодо забезпечення ядерної безпеки.

Навіть у разі успішної реалізації варіанта «захоронення на місці» проблема безпеки об'єкта «Укриття» може бути вирішена тільки в короткостроковій перспективі. Така споруда не є довговічною навіть у разі якісного бетонування приміщень, чого практично неможливо досягти в умовах об'єкта «Укриття». Варіант «захоронення на місці» не може розглядатися як кінцевий стан об'єкта «Укриття» як екологічно безпечної системи, оскільки не забезпечує надійної ізоляції ПВМ та інших довгоіснуючих РАВ на весь період їхньої небезпеки для довкілля. До того ж, виникає логічне питання: навіщо було створювати надзвичайно дорогий НБК, якщо бетонування приміщень об'єкта «Укриття» можна було виконати і без нього.

Варіант «поетапне вилучення» передбачає першочергове вилучення найбільш небезпечних скупчень ПВМ протягом життєвого циклу НБК. Частина менш небезпечних ПВМ може бути вилучена після зняття з експлуатації НБК.

ПВМ, що утворилися в результаті аварії, є головним джерелом небезпеки об'єкта «Укриття». Потенційна небезпека ПВМ згодом може зростати внаслідок спонтанного руйнування їхньої поверхні з утворенням високоактивного пилу [5]. Отже, надзвичайно актуальною є розробка технологічних рішень із вилучення ПВМ із використанням систем НБК.

Вилучені з об'єкта «Укриття» ПВМ є довгоживучими відходами і підлягають захороненню тільки у сховищах, розташованих у стабільних геологічних формаціях. Оскільки таких сховищ в Україні не існує і створення їх можливе тільки в дуже віддаленій перспективі, потрібно ухвалити рішення про тимчасове довгострокове зберігання ПВМ, тобто про організацію їхнього проміжного сховища. Деякі скептики виступають проти такого підходу. Але ж Україна планує приймати високоактивні відходи від переробки ядерного палива вітчизняних реакторів, що повернуться з Росії, і збирається будувати для цього тимчасове приповерхнє сховище. Саме в такому сховищі може бути передбачено місце й для розміщення високоактивних відходів об'єкта «Укриття».

Зарубіжний і вітчизняний досвід свідчить, що для довгострокового контейнерного зберігання відпрацьованого ядерного палива можуть використовуватися відкриті майданчики, обладнані системами фізичного захисту та іншими системами, які забезпечують безпечне зберігання в спеціальних контейнерах. Така схема довгострокового зберігання цілком придатна й для ПВМ, вилучених з об'єкта «Укриття». Як майданчик для такого сховища ПВМ пропонується використовувати бетонну монтажну платформу для складання металоконструкцій НБК, розташовану біля об'єкта «Укриття». Ця бетонна платформа має діючу освітлювальну мережу, систему відведення зливових вод із басейнами-відстійниками, огорожі, а також діючу інфраструктуру фізичного захисту і контролю доступу.

ПВМ потрібно перевести у контрольований стан та забезпечити підконтрольне тимчасове зберігання з подальшим захороненням, оскільки:

цього вимагає закон України «Про загальні засади подальшої експлуатації і зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС та перетворення її зруйнованого четвертого енергоблока на екологічно безпечну систему» [6];

усі ядерні матеріали об'єкта «Укриття» повинні перебувати на обліку під постійним контролем МАГАТЕ;

існує позитивний досвід вилучення ПВМ на АЕС Три-Майл-Айленд у США;

в Японії на АЕС Фукусіма ухвалено стратегію вилучення ядерних матеріалів та проводяться дослідницькі роботи в цьому напрямі.

Для того щоб почати роботи з вилучення ПВМ, потрібно виконати такі заходи:

розробити основні технологічні рішення та проекти виконання робіт щодо вилучення та кондиціонування ПВМ;

розробити дистанційно кероване робототехнічне обладнання;

створити інфраструктуру щодо поводження з ПВМ та РАВ, включаючи технології та системи сортування, моніторингу, характеристики, дезактивації, створення майданчика для тимчасового зберігання ПВМ та РАВ, розробити парк контейнерів для ПВМ та ін.

Перелік наукових завдань із вилучення ПВМ і безпечного поводження з ними досить великий [7]. Для забезпечення ефективного та безпечного виконання робіт на всіх етапах поводження з ПВМ об'єкта «Укриття» необхідно виконати комплекс науково-технічних досліджень і розробок, зокрема:

поглиблене вивчення фізико-хімічних властивостей ПВМ з метою прогнозування процесу деградації їх і кількісної оцінки параметрів пилоутворення;

розробку методів характеристики та сортування ПВМ у процесі їхнього вилучення;

удосконалення методів паспортизації ПВМ, у тому числі прямих методів вимірювання вмісту в них ядерних матеріалів;

розробку сучасних методів кондиціонування ПВМ для тривалого зберігання з урахуванням майбутнього захоронення їх;

розробку ефективних методів дезактивації забруднених конструкцій та обладнання;

розробку критеріїв прийому ПВМ на захоронення з урахуванням необхідності попереднього тривалого зберігання.

Залишається не до кінця вирішеною і проблема ядерної безпеки деяких скупчень ядерних матеріалів об'єкта «Укриття», у межах якої через нестачу у вчених знань про ці скупчення існує багато непорозумінь, протиріч та критики [8]. Щоб повністю закрити питання ядерної безпеки, необхідно виконати додаткові дослідження, результати яких можуть стати основою обґрунтування ядерної без-

пеки цих скупчень та переконати суспільство в неможливості виникнення ядерної аварії. Необхідно забезпечити постійний моніторинг основних скупчень ПВМ.

Роботи з перетворення об'єкта «Укриття» пропонуються виконувати послідовними етапами, що включають:

- демонтаж нестабільних будівельних конструкцій;
- демонтаж будівельних конструкцій до позначки підлоги центрального залу;
- очищення центрального залу від усіх матеріалів, обладнання тощо з відпрацюванням технологій поводження з ядерними матеріалами та РАВ;
- вилучення відпрацьованого ядерного палива з басейну витримки;
- вилучення з шахти реактора схеми «Е» (верхній біологічний захист реактора) з її фрагментацією та проведення аналізу можливостей вилучення ПВМ із нижніх відміток.

Ці етапи потрібно виконати саме за час життєвого циклу існування НБК. Рішення про проведення кожного наступного етапу повинно ухвалюватися після закінчення попереднього з внесенням відповідних змін у стратегію перетворення на основі отриманого досвіду та наявності технологічних рішень. Виконання подальших етапів із вилучення ПВМ та інших РАВ, а також зняття з експлуатації об'єкта «Укриття» буде можливим і після закінчення терміну експлуатації НБК.

Таким чином, на сьогодні можна виділити такі стратегічні напрями діяльності з перетворення об'єкта «Укриття» після введення в експлуатацію НБК:

- контроль і прогноз стану ПВМ;
- дослідження та обґрунтування рівня ядерної безпеки скупчень ПВМ;
- розробка технологій та проектів виконання робіт із демонтажу будівельних конструкцій;
- демонтаж будівельних конструкцій;
- розробка технологій та проектів виконання робіт із вилучення та контейнеризації ПВМ;
- розробка дистанційно керованих комплексів;
- створення інфраструктури щодо поводження з ПВМ та РАВ;
- розробка технологій дезактивації;
- розробка та створення парку контейнерів для ПВМ;
- вилучення та подальше поводження з ПВМ і РАВ.

Кожен із перерахованих напрямів передбачає величезний обсяг досліджень, експериментів, побудови аналітичних моделей і розрахунків. Тому вся ця діяльність неможлива без кваліфікованого науково-технічного супроводу з боку наукових інституцій. Ці напрями діяльності з перетворення об'єкта «Укриття» після введення в експлуатацію НБК були розглянуті на засіданні Президії Національної академії наук (НАН) України, яке відбулося 16 травня 2018 р. [9]. За результатами розгляду Президія НАН України постановила:

вважати наукові дослідження з перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему одним із пріоритетних напрямів фундаментальних та прикладних досліджень профільних установ НАН України;

погодити стратегічні напрями діяльності з перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему після введення в експлуатацію НБК.

Прорахувати вартість усіх цих робіт сьогодні дуже складно. Але всім зрозуміло, що їхня реалізація потребує дуже великих коштів. За оцінками 2002 р. тільки вилучення ПВМ коштуватиме близько 700 млн євро. Якщо згадати, що фінансування проекту SIP було збільшено з початкової оцінки в 760 млн дол. до фактичної більш ніж 2 млрд євро, то й фактична вартість робіт із вилучення ПВМ може коштувати у 3–4 рази більше, ніж попередні оцінки. До речі, вартість робіт із вилучення ядерних матеріалів з аварійного енергоблока № 2 АЕС Три-Майл-Айленд становила близько 1 млрд дол. США, і за часом ці роботи були виконані протягом п'яти років – з 1985 до 1990 р.

Із наявного національного досвіду реалізації проектів на майданчику Чорнобильської АЕС стає зрозуміло, що Україна самостійно з цієї проблемою не впорається. Тому є необхідність звернутися по допомогу у створенні необхідної інфраструктури та для отримання відповідних сучасних технологій до міжнародного співтовариства.

Висновки

Вилучення ПВМ - основна умова перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему і зняття його з експлуатації. Тому варіант «поетапне вилучення ПВМ з подальшим зняттям об'єкта «Укриття» з експлуатації» потрібно розглядати як основний.

Україна самостійно з цією проблемою не впорається, тому необхідно звернутися до міжнародного співтовариства по допомогу у створенні інфраструктури та для отримання необхідних сучасних технологій.

І останнє. Рішення щодо стратегії остаточного вирішення питання об'єкта «Укриття» відповідно до законодавства ухвалює той, хто несе повну відповідальність за безпеку, тобто експлуатуюча організація – Чорнобильська АЕС. Науковці, фахівці та експерти можуть тільки надавати свої пропозиції та рекомендації. Остаточне рішення, так само як і відповідальність за його ухвалення, – за експлуатуючою організацією.

Я згадую міжнародний конкурс із вибору проекту перетворення об'єкта «Укриття», який проходив у 1993 р. Я тоді входив до складу експертної групи, яка готувала рішення конкурсної комісії. Після розгляду майже 400 проектів було ухвалено рішення, яке передбачало стабілізацію нестійких будівельних конструкцій, створення інфраструктури поводження з ядерними матеріалами та РАВ, демонтаж конструкцій об'єкта «Укриття», вилучення ядерних матеріалів та зняття об'єкта з експлуатації. Тому й першу премію на конкурсі ніхто не отримав. Але згодом під тиском з боку міжнародних партнерів це рішення трансформувалось у будівництво арочної конструкції, вартість якої на той час оцінювалась у 100 млн єкю (на той час європейська валютна одиниця до введення євро), а вартість створення інфраструктури поводження з ядерними та радіоактивними матеріалами була набагато більшою. І саме експлуатуюча організація з цим погодилась.

І ось через 25 років від часу проведення конкурсу Україна отримала тільки захисну оболонку над об'єктом «Укриття», але завдання кінцевого рішення проблеми так і не вирішене. Тому потрібно завжди захищати національні інтереси перед міжнародним співтовариством.

А щодо фінансування робіт на об'єкті «Укриття», то нашим фахівцям із Міністерства закордонних справ України потрібно постійно нагадувати міжнародній спільноті про те, що Україна завжди виконує свої міжнародні зобов'язання: і про передання ядерного озброєння, і про закриття Чорнобильської АЕС, яка могла ще довгий час працювати на користь державі. А ось до міжнародної спільноти є питання і щодо виконання Будапештського меморандуму, і щодо меморандуму стосовно закриття Чорнобильської АЕС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Барьяхтар В. Е.* Чернобыльская катастрофа / В. Е. Барьяхтар. – Київ : Наук. думка, 1995. – 568 с.
2. *Ключников О. О.* Науково-технічні аспекти перетворення об'єкта «Укриття» в екологічно безпечну систему / О. О. Ключников, А. В. Носовський // Наук. вісті НТУУ «КПІ». – 2004. – № 4 (36). – С. 47–56.
3. *Носовський А. В.* Преобразование объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему: проблемы и пути решения / А. В. Носовський // Энергетическая политика Украины. – 2004. – № 7–8. – С. 114–121.
4. *Об'єкт «Укриття»: 30 років після аварії* : монографія / В. О. Краснов, А. В. Носовський, В. М. Рудько, В. М. Щербін ; НАН України, Ін-т проблем безпеки АЕС. – Чорнобиль, 2016. – 512 с.
5. *Пазухин Э. М.* Лавообразные топливосодержащие массы 4-го блока Чернобыльской АЭС: топография, физико-химические свойства, сценарий образования / Э. М. Пазухин // Радиохимия. – 1994. – Вып. 2. – С. 97–142.
6. *Закон України «Про загальні засади подальшої експлуатації і зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС та перетворення зруйнованого четвертого енергоблока цієї АЕС на екологічно безпечну систему»* // Відомості Верховної Ради (ВВР). – 1999. – № 4, ст. 33.
7. *Носовський А. В.* Про стан та перспективи науково-технічного супроводу з перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему // Вісник Національної академії наук України. – 2017. – № 4. – С. 13–21.
8. *Боровой О.* Уроки Чернобиля: проблемы об'єкта «Укриття» / О. Боровой, В. Бар'яхтар, В. Кухар // Вісник Національної академії наук України. – 2001. – № 4. – С. 33–45.
9. *Із зали засідань Президії НАН України* // Вісник Національної академії наук України. – 2018. – № 7. – С. 3–8.

А. В. Носовський

Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, ул. Лысогорская, 12, Киев, 03028, Украина

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОБЪЕКТЕ «УКРЫТИЕ» ПОСЛЕ ВВЕДЕНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ НОВОГО БЕЗОПАСНОГО КОНФАЙНМЕНТА

С 1993 г. Украина совместно с международным сообществом предпринимает меры по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему. В конце 2016 г. на Чернобыльской АЭС состоялась

установка нового безопасного конфайнмента (НБК) в проектное положение. Создание НБК позволило существенно снизить риск возможного радиоактивного загрязнения территории в результате обрушения неустойчивых строительных конструкций объекта «Укрытие». Но строительство НБК является только промежуточным этапом. Для преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему нужно принять еще много научных и технических мероприятий для достижения конечной цели – перевода в контролируемое состояние топливосодержащих материалов (ТСМ). В статье рассматриваются научно-технические проблемы, которые нужно решать для достижения конечной цели преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему. Показаны преимущества и недостатки основных стратегий. Предложены работы по преобразованию объекта «Укрытие», которые нужно выполнить последовательными этапами за время жизненного цикла существования НБК. Сформулированы стратегические направления деятельности на объекте «Укрытие» после ввода в эксплуатацию НБК. Показано, что извлечение ТСМ – основное условие преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему и снятия его с эксплуатации. Переход к снятию с эксплуатации может происходить только тогда, когда ТСМ будут переведены в ядерно-безопасное состояние и поставлены на контролируемое хранение или переданы на захоронение. Поэтому вариант поэтапного извлечения ТСМ с последующим снятием объекта «Укрытие» с эксплуатации рассматривается как основной в преобразовании объекта «Укрытие». Из национального опыта реализации проектов на площадке Чернобыльской АЭС становится понятно, что Украина самостоятельно с этой проблемой не справится. Поэтому есть необходимость обратиться к международному сообществу за помощью в создании инфраструктуры и получении современных технологий.

Ключевые слова: объект «Укрытие» Чернобыльской АЭС, новый безопасный конфайнмент, топливосодержащие материалы, ядерная и радиационная безопасность.

A. V. Nosovskyi

Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants of NAS of Ukraine, 12, Lysohirska str., Kyiv, 03028, Ukraine

STRATEGIC DIRECTIONS AT THE SHELTER OBJECT AFTER PUTTING INTO OPERATION NEW SAFE CONFINEMENT

Since 1993, Ukraine jointly with international community takes measures (actions) to the Shelter object transformation into an ecologically safe system. At the end of 2016, the New Safe Confinement (NSC) was installed into design position at the Chornobyl NPP. During 2017–2018, works on putting into operation of the NSC are under way. Construction of the NSC allowed reduce significantly the risk of potential radioactive contamination of the territory as the consequence of the collapse of unstable building structures of the Shelter object due to its isolation from the environment. However, construction of the NSC is just an intermediate stage. It is needed to take many scientific and technical measures for the Shelter object transformation into an ecologically safe system. The ultimate goal is to transfer the fuel containing materials into controlled state. There are some views, that after the NSC construction the problem of the Shelter object transformation is fully resolved. However, guaranteed term of the NSC operation is only 100 years and half-life of nuclear materials contained in the NSC are much longer. In this regard, the hazard to the environment will exist for thousands of years. Therefore this problem is needed to be solved otherwise its solution will be transferred to the future generations and the term of the NSC operation is not so big. The article focuses on scientific and technical problems that needed to be solved for achieving the ultimate goal – the Shelter object transformation into an ecologically safe system. Pros and cons of the strategies of the Shelter object transformation into an ecologically safe system are considered, main of them are: in-place disposal by filling with concrete or other mixes and stage-by-stage fuel containing materials retrieval with further the Shelter object decommissioning. The Shelter object transformation works are considered to be done stage-by-stage during the NSC lifetime. Strategies of works at the Shelter object after putting into operation the NSC are defined. It is shown that fuel containing materials retrieval is key condition on the way of the Shelter object transformation into an ecologically safe system. Transition to the decommissioning can be done only when fuel containing materials are transformed into radioactively safe state and placed for controllable storage or transferred to disposal. Therefore, the variant “stage-by-stage fuel-containing materials retrieval with further the Shelter object decommissioning” is considered as the key to the Shelter object transformation into an ecologically safe system. According to existing national experience of projects realization at the Chornobyl NPP site, it is clear that Ukraine alone cannot manage the problem. Therefore, the necessity to apply to the international society for the help concerning infrastructure building and acquiring appropriate up-to-date technologies exists.

Keywords: the Shelter object transformation at the Chornobyl NPP, the New Safe Confinement, fuel containing materials, nuclear and radiation safety.

REFERENCES

1. *Bariakhtar V. E.* Chernobyl accident / V. E. Bariakhtar. – Kyiv : Naukova Dumka, 1995. – 568 p. (Rus)
2. *Kliuchnykov O. O.* Scientific and technical aspects of the Shelter object transformation into an ecologically safe system / O. O. Kliuchnykov, A. V. Nosovskyi // Research Bulletin of the NTUU “KPI”. – 2004. – Vol. 4 (36). – P. 47–56. (Ukr)

3. *Nosovskyi A. V.* Transformation of the Shelter object into an ecologically safe system: problems and solutions / A. V. Nosovskyi // *Energy Policy of Ukraine.* – 2004. – Vol. 7–8. – P. 114–121. (Rus)
4. *Shelter* object: 30 years after the accident / V. O. Krasnov, A. V. Nosovskyi, V. M. Rudko, V. M. Shcherbin ; NAS of Ukraine, ISP NPP. – Chornobyl, 2016. – 512 p. (Ukr)
5. *Pazuhin E. M.* Lava-like fuel-containing masses of the fourth unit of the Chernobyl NPP: topography, physical and chemical properties, the formation scenario / E. M. Pazuhin // *Radiochemistry.* – 1994. – Vol. 2. – P. 97–142. (Rus)
6. *The Law of Ukraine* “On general principles of further operation and decommissioning of the Chornobyl NPP and transformation of the destroyed fourth power unit of the NPP into an ecologically safe system” // *Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine.* – 1999. – Vol. 4. – No. 33. (Ukr)
7. *Nosovskyi A. V.* About the state and perspectives of scientific and technical support for transformation of the Shelter object into an ecologically safe system // *Bulletin of NAS of Ukraine.* – 2017. – Vol. 4. – P. 13–21. (Ukr)
8. *Borovoy O.* The lessons of Chernobyl: Problems of the Shelter Object / O. Borovoy, V. Bariakhtar, V. Kukhar // *Bulletin of NAS of Ukraine.* – 2001. – Vol. 4. – P. 33–45. (Ukr)
9. *From the session hall of the NAS of Ukraine Presidium* // *Bulletin of NAS of Ukraine.* – 2018. – Vol. 7. – P. 3–8. (Ukr)

Надійшла 08.01.2019
Received 08.01.2019