

До 25-ї річниці аварії на Чорнобильській атомній електростанції

Наведено історичні факти, що стосуються будівництва об'єкта «Укриття», а також результати моніторингу стану виконаних протягом 25 років робіт з перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему. Зроблено спробу обговорити перспективи та привернути увагу громадськості до існуючих проблем й необхідності їх вирішення.

Ключові слова: Чорнобильська АЕС, аварія, об'єкт «Укриття», новий безпечний конфайнмент, перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему.

A. V. Nosovskiy

К 25-й годовщине аварии на Чернобыльской атомной станции

Приведены исторические факты, касающиеся строительства объекта «Укрытие», а также результаты мониторинга состояния выполненных за 25 лет работ по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему. Сделана попытка обсудить перспективы и обратить внимание общественности на имеющиеся проблемы и необходимость их решения.

Ключевые слова: Чернобыльская АЭС, авария, объект «Укрытие», новый безопасный конфайнмент, преобразование объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему.

© А. В. Носовський, 2011

У комплексі проблем, що виникли у зв'язку з аварією на Чорнобильській АЕС, серед безлічі інших, найважливішим завданням було створення захисної оболонки над зруйнованим ядерним реактором [1], [2]. Роботи зі створення захисної оболонки (об'єкта «Укриття») було доручено Міністерству середнього машинобудування колишнього Радянського Союзу, у складі якого було сформовано спеціальне Управління будівництва (УС-605), що складалося з кількох будівельних і монтажних підрозділів, бетонних заводів, управлінь механізації, автотранспорту, енергопостачання тощо [3]. Проектування об'єкта «Укриття» вдалося здійснити протягом трьох місяців у період з 20 травня по 20 серпня 1986 р. Проектна документація в міру готовності передавалася будівельникам і за необхідності уточнювалася або доповнювалася бригадою авторського нагляду. Від моменту ухвалення рішення про зведення об'єкта до завершення його будівництва пройшло лише півроку. Будівництво об'єкта «Укриття» було завершено і прийнято Державною комісією на технічне обслуговування 30 листопада 1986 р.

Об'єкт «Укриття», зведений в умовах складної радіаційної обстановки, з самого початку являв собою будівельну конструкцію, що вимагає постійного нагляду, контролю та застосування коригувальних заходів у разі відхилення параметрів безпеки від встановлених норм. Неможливість проведення монтажу за особистої участі людини й використання через це дистанційної техніки обумовили появу цілої низки недоліків. Велика кількість бетону протекла у приміщення, що значно ускладнило прохід до них та істотно збільшило кількість радіоактивних відходів; при цьому відбувся перерозподіл навантажень на тримальні будівельні конструкції. Існувала невизначеність міцності деяких опор, за які використовувалися старі конструкції, що зазнали впливу аварії. При такому стані об'єкта «Укриття» забезпечення його довгострокової безпечної експлуатації унеможлиблювалося. Тому вже у 1991 р. формулюються основні підходи до перетворення об'єкта на довгострокову, екологічно безпечну систему [4]. У 1992 р. Уряд України ухвалює рішення про проведення Міжнародного конкурсу проектів і технічних рішень щодо перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему [5]. У 1993 р., відповідно до рішення журі Міжнародного конкурсу, розробляється й видається технічне завдання на розробку техніко-економічного обґрунтування щодо перетворення об'єкта «Укриття». Одночасно розробляється перелік першочергових заходів щодо підвищення безпечної експлуатації об'єкта. У липні 1995 р. об'єднанням європейських фірм «Alliance» закінчується розробка техніко-економічного обґрунтування перших стадій перетворення — стабілізації та спорудження другої захисної оболонки «Укриття-2». У 1997 р. американськими та європейськими фахівцями розробляється план дій по об'єкту «Укриття» — Shelter Implementation Plan (SIP), що визначав заходи й обсяги робіт щодо перетворення об'єкта на екологічно безпечну систему [6]. SIP схвалюється керівниками держав Великої сімки й погоджується Президентом України. Основними завданнями SIP є створення нової захисної оболонки, що гарантувала би безпеку об'єкта принаймні на 100 років, та розробка стратегії вилучення наявних усередині об'єкта паливних і радіоактивних матеріалів.

Пройшло вже понад 14 років з тих пір, як ухвалено рішення про участь міжнародного співтовариства у фінансуванні проекту SIP, але з освоєних фінансових коштів основна частина пішла на випуск обґрунтувань, концепцій,

програм, а також утримання західних фахівців і експертів. Реально зроблено, на жаль, дуже мало як для такого періоду часу. Початковий основний графік виконання робіт повністю зірвано [7].

У 1986 р. усього за шість місяців фахівцями УС-605 було спроектовано й побудовано тимчасову захисну оболонку для аварійного реактора у надскладних радіаційних умовах, яка забезпечила надійний захист і дозволила експлуатувати енергоблоки Чорнобильської АЕС тривалий час. А все міжнародне співтовариство за 14 років роботи з гарантованим фінансуванням і потужною інженерною підтримкою виконало низку дослідницьких програм, профінансувало роботи зі стабілізації й зміцнення будівельних конструкцій, стан яких викликав побоювання інженерів, а також зі створення відповідної інфраструктури (санітарний пропускник, інженерні мережі тощо), розробило концептуальний проект перетворення об'єкта і на решті приступило до реалізації проекту створення нового безпечного конфайнмента (НБК)!

На сьогодні на майданчику об'єкта «Укриття» завершується монтаж систем фізичного захисту, протипожежного захисту, інтегрованого автоматизованого контролю, експлуатується модернізована система пилопригнічення. Проводяться підготовчі роботи зі зведення нового безпечного конфайнмента: підготовка території, котлованів, закладина фундаментів у монтажній зоні, монтажний майданчик. Закінчується проектування першого пускового комплексу НБК: основна споруда (Арка), система основних кранів, інші компоненти, що приєднані до Арки. Фундаменти постійного розміщення Арки та основна конструкція Арки в цілому спроектовані. За результатами попередньої оцінки принципових проблем не очікується. Регулюючі органи України узгодили документ з проектними критеріями та вимогами до підсилення наявних конструкцій у складі огорожувального контуру НБК. Концептуальні рішення передбачають будівництво нових роздільних стін на значній частині периметру.

До насунання Арки необхідно побудувати та ввести в експлуатацію нову вентиляційну трубу (НВТ) та демонтувати існуючу вентиляційну трубу ВТ-2, але, на жаль, роботи щодо підготовки будівництва НВТ та проектування демонтажу ВТ-2 ще не розпочиналися.

Під час ліквідації наслідків аварій на Чорнобильській АЕС одним з найважливіших і найважчих питань стало переведення у 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 необхідні контрзаходи на випадок можливих аварій, у перспективі — вилучити паливо з об'єкта «Укриття» і захоронити його. Роботи з виконання цього завдання почалися з перших днів після аварії й тривали протягом усіх 25 останніх років [8]. Незважаючи на успішне вирішення багатьох окремих питань, повністю ця проблема дотепер не вирішена. ПВМ, що залишилися всередині об'єкта «Укриття», контролюються не повністю. Це змушує вдаватися до надлишкових заходів безпеки, що ґрунтуються на завідомо консервативних припущеннях.

На сьогодні задача поводження з ПВМ, зокрема контроль їх фізичного стану з метою прогнозування їхньої поведінки (деградація тощо), визначення конкретної стратегії поводження (з використанням, зокрема, даних контролю) відкладена на невизначений термін.

Об'єкт «Укриття» в нинішньому його стані класифікується як місце поверхневого тимчасового зберігання неорганізованих радіоактивних відходів (РАВ), що перебуває в стадії стабілізації та реконструкції. Усі ядерні й радіоактивні матеріали об'єкта є радіоактивними відходами і в майбутньому мають бути вилучені з нього для захоронення. Фізичні й хімічні характеристики РАВ істотно різняться залежно від їх походження. Об'єкт «Укриття» представлений практично всім спектром РАВ, причому значна їх частина належить до високоактивних. Радіоактивність матеріалів в об'єкті визначається або активністю радіонуклідів, що утворилися внаслідок активації нейтронами в активній зоні реактора зруйнованого енергоблока, або через поверхневе забруднення матеріалів радіоактивними речовинами.

В об'єкті «Укриття» міститься значна кількість дрібнодиспергованого палива, що утворилося під час аварії та в наступні роки в результаті фізико-хімічного впливу на ПВМ. Паливний пил становить небезпеку з точки зору внутрішнього опромінення людини й поширення радіоактивних речовин за межі дислокації. У післяаварійний період відбувається утворення вторинного паливного пилу за рахунок руйнування лавоподібних ПВМ [9], [10]. Швидкість руйнування, а відповідно, й швидкість утворення пилу з часом збільшується. Зараз у лавоподібних ПВМ спостерігаються явні зміни міцнісних властивостей, що проявляються в їх розтріскуванні, руйнуванні великих фрагментів і посиленні пилогенеруючої здатності. Сумарне річне пилоутворення в об'єкті «Укриття» вказує на те, що на пил перетворюється до 50 кг паливних мас щороку.

Крім паливного пилу в об'єкті також присутня значна кількість пилу, утворення якого пов'язане з деградацією будівельних конструкцій і руйнуванням сухих пилопригнічувальних покриттів. Утворення цього пилу триває внаслідок пошкодження конструкційних і будівельних матеріалів під впливом старіння й кліматичних факторів. Оскільки ці конструкції й пилопригнічувальні покриття забруднені радіонуклідами, то цей пил найчастіше є радіоактивним.

Під час активної стадії аварії більша частина графітової кладки вигоріла і розсіялася радіоактивним викидом, а інша частина була викинута в реакторний зал, на територію майданчика, покрівлі енергоблока. Частина графіту диспергована в результаті вибуху й розподілена у вигляді пилу по приміщеннях реакторного відділення. Потужність дози гамма-випромінювання від збережених блоків графіту становить більше 1 Р/год, тому елементи графітової кладки реактора належать до групи високоактивних РАВ, кількість яких оцінюється в 700 т.

Основний об'єм РАВ об'єкта «Укриття» становлять різні види будівельних матеріалів, радіонуклідний склад поверхневого забруднення яких характеризується наявністю ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239-240}\text{Pu}$, ^{241}Am і ^{60}Co . Ступінь забруднення бетону й будівельних конструкцій варіюється в широкому діапазоні. Основним потенційним джерелом металевих відходів є трубопроводи, вентиляційні коробки й інше технологічне обладнання енергоблока, що утворюватиметься в процесі демонтажу. Матеріали, використані на активній стадії ліквідації аварії для засипання шахти реактора, також є значною частиною РАВ.

Одним з основних факторів небезпеки на об'єкті «Укриття» є наявність від 400 до 1000 м³ води залежно від пори року [10]. Вода впливає на стан ядерної безпеки, змінюючи розмножувальні системи, а взаємодіючи з ПВМ,

розчиняє і переносить радіонукліди, які в результаті можуть потрапити у довкілля. Через нещільності й щілини в покрівлі й стінах до об'єкта «Укриття» потрапляють атмосферні опади. Розміри нещільностей невеликі, однак уся вода, що стікає з похилих ділянок легкої покрівлі на горизонтальні уступи, практично безперешкодно проникає в підпокрівельний простір. Атмосферні опади, техногенні розчини й конденсат у процесі руху від верхніх відміток до нижніх вилугуюють найбільш розчинні компоненти бетону. Важкі метали переходять у розчин внаслідок корозії металоконструкцій. Внаслідок цих процесів і відбувається формування радіонуклідного складу води, яка за вмістом у ній радіонуклідів належить до рідких РАВ. Частина цієї активності концентрується в мулистих відкладеннях і в міру висихання в літньо-осінній період являє загрозу як джерело аерозолів. Іншим джерелом води в об'єкті «Укриття» є конденсаційна волога й техногенні розчини.

У воді, що є в ряді приміщень об'єкта, містяться розчинені форми урану, плутонію, америцію. Поява розчинних сполук обумовлена руйнуванням різних модифікацій палива під дією низки факторів, основним з яких є вода, що проникає в об'єкт «Укриття». На концентрацію радіонуклідів у водах об'єкта «Укриття» найбільше впливають температура повітря й інтенсивність опадів. У період позитивних температур інтенсивні опади приводять до деякого зменшення концентрацій радіонуклідів у водних середовищах. У холодні й сухі періоди, навпаки, кількість води на нижніх відмітках зменшується, час контакту води з конструкціями й скупченнями ПВМ збільшується і, як наслідок, підвищуються концентрації радіонуклідів і солей. З приміщень об'єкта «Укриття», до яких є доступ, щорічно відкачується близько 900 м³ рідких середовищ, які транспортуються до системи переробки й зберігання рідких РАВ на Чорнобильській АЕС.

Така ситуація з водою збережеться до спорудження нової безпечної захисної оболонки у формі арки, що буде насунута на «Укриття» і закриватиме його з бічних сторін. Очікується, що це відбудеться у 2012 р. Арка перекриє шляхи надходження атмосферних опадів. Це означає, що всередині «Укриття» потраплятиме набагато менша кількість води. Теплова інерція будівлі значно зростає, середня температура повітря в «Укритті» підвищиться за рахунок додаткової теплоізолюючої оболонки. Швидкість природного повітрообміну в приміщеннях об'єкта знизиться. Все це має сприяти вагомому зменшенню утворення конденсованої вологи [8]. Попередні оцінки кількості води, що може потрапити в об'єкт внаслідок технологічних процесів (наприклад, пилопригнічення під час розбирання частини конструкцій), до створення детальної програми організації робіт зробити не можна. Мають бути розроблені відповідні технічні й організаційні заходи, що зведуть до мінімуму вплив вологи на ПВМ.

Незважаючи на актуальність проблеми поводження з РАВ на об'єкті «Укриття», документа з цілісним описом стратегії переробки РАВ НБК наразі немає. В концептуальному проекті НБК технологічний корпус з переробки РАВ входив до складу НБК. У Стратегії реалізації НБК він був виділений як окремий об'єкт Чорнобильської АЕС (з метою інтегрованого поводження з РАВ), але мав бути побудований як частина реалізації проекту НБК. Жодний прогрес щодо цього об'єкта на сьогодні відсутній.

Якщо абстрагуватися від глобальних проблем ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, то одним з основ-

них незакритих питань залишається питання майбутнього використання майданчика станції. Знайти відповідь на це питання сьогодні дуже важко. Все залежатиме від темпів ведення робіт зі зняття з експлуатації трьох енергоблоків Чорнобильської АЕС і перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему, загальної стратегії використання зони відчуження, від політичного й економічного стану держави. З майданчиком Чорнобильської АЕС нерозривно пов'язане місто Славутич, побудоване після аварії для проживання в ньому співробітників станції та їхніх родин [11].

Поточний стан зони відчуження Чорнобильської АЕС і перспективи, пов'язані з перетворенням об'єкта «Укриття», роблять малоімовірним доведення промислового майданчика станції до стану «зеленої галявини» у найближчому майбутньому. Отже, майданчик станції ще значний час використовуватиметься для потреб ядерної галузі України. На майданчику тривалий час будуть проводитися роботи зі зняття з експлуатації, вилучення з реакторних установок енергоблоків і об'єкта «Укриття» РАВ ядерних матеріалів, їх переробки і зберігання у спеціально створених сховищах [12].

На основі передпроектних досліджень, проведених на першій фазі проекту перетворення об'єкта «Укриття», було прийнято програмне рішення про попередню стратегію вилучення паливних мас і поводження з РАВ. Рішенням передбачено, що масове вилучення ПВМ з об'єкта «Укриття» стане можливим через 30–50 років за умови створення в рамках національної програми України щодо поводження з РАВ спеціального сховища для остаточного захоронення довгоіснуючих високоактивних відходів. Виходячи з цього, за один з базових критеріїв для проектування й будівництва НБК було прийнято строк його експлуатації не менше 100 років [13]. Зараз на майданчику будуються комплекси щодо поводження з рідкими, твердими РАВ і відпрацьованим ядерним паливом. Ці комплекси призначені для переробки й наступного зберігання РАВ, що утворилися в процесі експлуатації Чорнобильської АЕС і ліквідації наслідків аварії 1986 р., а також відходів, які утворюватимуться в процесі ведення робіт зі зняття з експлуатації енергоблоків Чорнобильської АЕС і перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему. Але потужності цих комплексів в разі прийняття належної стратегії можна збільшити для переробки відходів з усіх АЕС України, що може стати одним із життєздатних варіантів використання майданчика Чорнобильської АЕС [14].

Технології й методи зняття з експлуатації будуть затребувані в майбутньому як в Україні, так і за її межами. Тому стає актуальним використання майданчика Чорнобильської АЕС як полігону для розробки й впровадження нових технологій по зняттю з експлуатації й відпрацюванню методів ліквідації великих техногенних аварій.

У Славутичі, на майданчику Чорнобильської АЕС і зони відчуження є мережа науково-дослідних і технологічних лабораторій, що може використовуватися для навчання студентів, підвищення кваліфікації фахівців, проведення досліджень і розробок, для випробувань і доробки нових технологій. Сам майданчик станції можна використовувати як лабораторну базу для відпрацювання практичних навичок при підготовці фахівців у питаннях зняття з експлуатації, ліквідації аварій, дезактивації, радіаційного захисту, ремонту обладнання АЕС, екології, поводження з відпрацьованим ядерним паливом і радіоактивними відходами.

Крім того, майданчик Чорнобильської АЕС необхідно використовувати для розміщення нових ядерних енергетичних установок. Можливо, це може бути новий багатопільовий дослідницький реактор, який необхідний для держави, що розвиває атомну енергетику й промисловість.

Висновок

Коли автора запросили підготувати статтю, присвячену 25-й річниці аварії на Чорнобильській АЕС, то першим його бажанням було відмовитися від цього. І справді, про що писати? Істотних змін, що сталися з моменту 20-ї річниці, не відбулося. Звичайно, можна розписувати безліч заходів, виконуваних у рамках проекту по перетворенню, але всі вони втрачають свою вагомість при згадці, що об'єкт «Укриття» був спроектований і побудований у 1986 р. фахівцями УС-605 без залучення іноземних консультантів усього за шість місяців у надскладних радіаційних умовах. А все міжнародне співтовариство протягом 14 років напружує й перевертає тонни паперу з досить невисоким показником впровадження у практичну діяльність. Доречно згадати нове сховище для відпрацьованого ядерного палива Чорнобильської АЕС СВЯП-2, будівництво якого за потурання наших вітчизняних «керівників» було повністю зірване французькою фірмою «Фраматом». А заводи з поводження із твердими й рідкими радіоактивними відходами, які за початковим планом мали стати до ладу ще у 2006 р.?

За наявності фінансових ресурсів і потужної інженерної підтримки такий результат діяльності вказує на повну відсутність професійного управління. Всім подобається процес, а не кінцевий результат. І це цілком можна пояснити: за умови стабільного фінансування цією проблемою можна займатися вічно. При такому підході керівники в основному займаються не процесом творення, а виробництвом показників, що свідчать про досягнення псевдоцілей. Помилкові критерії дають підставу заявляти про нову чергову перемогу й продовження тріумфального продовження робіт. Істинні ініціатори проектів на майданчику Чорнобильської АЕС, а також найбільш відповідальні люди, які їх здійснюють, з жахом спостерігають, на що перетворилися їхні здорові ідеї й праця. При такому менеджменті Україна вочевидь не отримає новий безпечний конфайнмент не тільки до 2012 р., але й до 30-ї річниці аварії.

Список літератури

1. Носовський А. В. Авария на Чернобыльской АЭС: опыт преодоления, извлеченные уроки / А. В. Носовский, В. Н. Васильченко, А. А. Ключников, Б. С. Пристер; под ред. А. В. Носовского. — К.: Техніка, 2006. — 264 с.+цв. вкл. на 32 с. — (Серия «Безопасность атомных станций»).
2. Боровой А. А. Ядерная безопасность скопленных воды в объекте «Укрытие» // Атомная энергия. — 2009. — Вып. 2. — Т. 107. — С. 91–95.
3. Быков В. А. Отчет о состоянии безопасности объекта «Укрытие». — В 3-х томах. — Славутич: ГСП «ЧАЭС», 2006.
4. Захоронение 4-го энергоблока Чернобыльской АЭС / В. М. Багрянский, В. А. Курносос и др. // Атомная энергия. — М.: Атомиздат, 1988. — Т. 64. — № 4. — С. 248.
5. Носовський А. В. Перспективи розвитку атомної енергетичної галузі України // Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2003. — № 4 (30). — С. 42–47.
6. Носовський А. В. Преобразование объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему: проблемы и пути решения // Энергетическая политика Украины. — 2004. — № 7–8. — С. 114–121.
7. Носовський А. В. Технические и социальные аспекты досрочного вывода из эксплуатации энергоблоков Чернобыльской АЭС // Атомна енергетика та промисловість України. — 1999. — № 2. — С. 34–38.
8. Науково-технічні аспекти перетворення об'єкта «Укриття» в екологічно безпечну систему / О. О. Ключніков, А. В. Носовський // Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2004. — № 4 (36). — С. 47–56.
9. Объект «Укрытие». История, состояние и перспективы: Монография / А. А. Ключников, А. В. Носовский, В. Н. Шербин и др. — К.: Интерграфик, 1997. — 224 с.
10. Описание объекта «Укрытие» и требования к его преобразованию. — К.: Наук. думка, 1992. — 48 с.
11. Пазухин Э. М. Лавообразные топливосодержащие массы 4-го блока Чернобыльской АЭС: топография, физико-химические свойства, сценарий образования // Радиохимия. — 1994. — Вып. 2. — С. 97–142.
12. Принципиальные подходы к вопросу преобразования объекта «Укрытие» в долговременную, неизменяемую экологически безопасную систему: Решение НТС Минатомэнергопрома СССР от 15.03.1991. — М., 1991. — 24 с.
13. Славутич: вопросы радиационной экологии: [Монография] / А. В. Носовский, Б. Я. Осколков, Е. А. Иванов, В. П. Удовиченко; под общ. ред. А. В. Носовского, Б. Я. Осколкова. — К.: Вища шк., 2001. — 263 с.
14. Стратегия реализации плана осуществления первоочередных мероприятий на объекте «Укрытие» / А. М. Алешин, В. Н. Герасько, А. В. Носовский // Экология и атом. энергетика. — 2000. — Вып. 2. — С. 77–82.

Надійшла до редакції 09.12.2010.