

**Українські вчені небезпеку «Укриття» на ЧАЕС для навколишнього середовища пов'язують, насамперед, із особливостями самого об'єкта, оскільки будь-який об'єкт атомної енергетики, на якому присутні ядерні та радіоактивні матеріали, визначається як потенційно небезпечний. Але у даному випадку ситуація ускладнюється ще і тим, що оцінка безпеки якого-небудь об'єкта атомної енергетики спирається, як правило, на практичний досвід експлуатації такого або аналогічного об'єкта. «Укриття» ж не має подібних аналогів, а досвід його технічного обслуговування складає всього 21 рік. Однак і це ще не все. Більш детально про ймовірні фактори потенційної небезпеки об'єкта «Укриття» розповість читачам нашого видання відомий український вчений в галузі ядерної фізики та атомної енергетики, директор Інституту проблем безпеки атомних електростанцій НАН України **Олександр Ключников****



*Ключников Олександр Олександрович, доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НАН України. З 2004 року — директор Інституту проблем безпеки атомних електростанцій НАН України. У 2008 р. — обраний Президентом Українського ядерного товариства*

з розчинів паливно-містких матеріалів у вигляді кристалічних новоутворень, розчинені форми урану, плутонію, америцію.

Деструктивні процеси, що протікають у паливно-містких матеріалах, з кожним роком збільшують їхню небезпеку. Лавиноподібні паливно-місткі матеріали самі по собі руйнуються, а радіонукліди, що в них містяться, переходять зі зв'язаного стану в рухливі часточки пилу, які з повітряними потоками здатні вийти за межі «Укриття». Існує також потенційний ризик викиду радіоактивного пилу в навколишнє середовище під час ймовірного обвалення несучих конструкцій, а також за рахунок водної міграції.

Основна небезпека аварійного опроміненого палива від його пилогенеруючої здатності, що знаходиться в межах 40 Бк/доба за альфа-активністю і 2400 Бк/доба за бета-випромінюванням. Пил утворюється на поверхні опроміненого палива і виноситься вентиляційною системою за межі «Укриття».

На сьогодні кількість радіоактивного пилу, за консервативними оцінками, складає близько 4 тонн.

Крім того, у ході аварії та робіт з ліквідації її наслідків на майданчику навколо 4-го блоку ЧАЕС утворився шар ґрунту, забруднений викинутою під час вибуху радіоактивністю. Його вдалося видалити лише частково, а активний ґрунт був покритий чистими матеріалами. У результаті утворився своєрідний «сандвіч», в якому матеріали розмістилися в наступному порядку (із глибини до поверхні): первісний ґрунт (доаварійний) — активний шар — матеріали покриття.

Але не виключена ймовірність, що й у «сандвічі» активний шар може бути потенційно небезпечним і ось із яких причин:

- у ньому може утримуватися значна кількість палива;
- переміщення активного шару під впливом природних факторів може привести до забруднення ґрунтових вод;
- перетворення об'єкта «Укриття» в екологічнобезпечну систему потребує проведення робіт на його промайданчику, при яких буде порушений активний шар.

## ВОДА ТА ВОЛОГА

Одним із основних джерел радіаційної небезпеки в об'єкті «Укриття» є вода. Вона впливає на стан ядерної

безпеки, оскільки при взаємодії з паливно-місткими матеріалами розчиняє й переносить радіонукліди, які реально можуть потрапити в навколишнє середовище.

Вода, що надходить в об'єкт «Укриття» у вигляді атмосферних опадів, конденсату і пилоутримуючих розчинів, по мірі руху від верхніх позначок приміщень на нижніх позначках об'єкта омиває скупчення паливно-містких матеріалів і забруднені поверхні конструкцій. У результаті цих процесів утворюються високоактивні луго-карбонатні розчини, що фактично являють собою рідкі радіоактивні відходи.

Джерелом надходження вологи всередину об'єкта є робота стаціонарної системи пилоутримування, при якій обсяг розчинів, що розпорошуються в простір під покрівлю центрального залу, складає близько 270 кубічних метрів у рік.

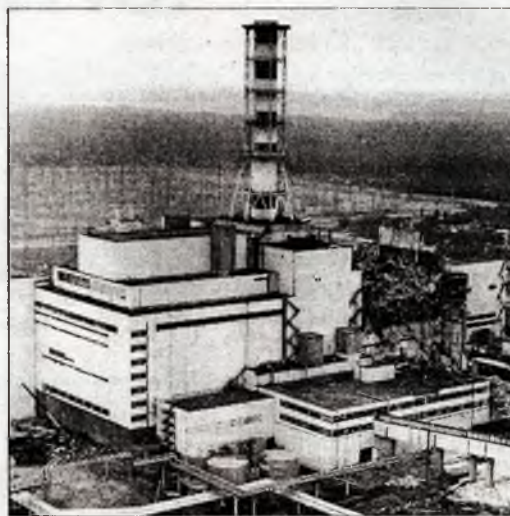
До речі, надходження води в приміщення об'єкта «Укриття» пов'язане з багатьма негативними наслідками, здатними дестабілізувати досягнутий у даний час рівень ядерної, радіаційної і радіоекологічної безпеки об'єкта «Укриття». До таких можна сміливо віднести:

- неконтрольований перенос радіоактивності;
- можливе зменшення підкритичності паливно-містких мас;
- вимивання та перенесення з паливно-містких матеріалів розчинних солей збагаченого урану з можливим нагромадженням його в окремих неконтрольованих приміщеннях;
- руйнування паливно-містких матеріалів й утворення додаткової кількості паливного пилу;
- прискорення процесу руйнування будівельних конструкцій об'єкта «Укриття».

Крім згаданого вище, вода та волога порушують нормальну роботу діагностичних систем, перешкоджають проведенню досліджень по підвищенню безпеки об'єкта, впливають на електробезпеку приміщень «Укриття».

До того ж вода вступає в хімічну взаємодію з матеріалами засипання, конструктивними й паливно-місткими матеріалами, руйнує їх, розчиняє і транспортує довгоживучі радіонукліди й елементи. У результаті цих процесів утворюються високоактивні луго-карбонатні розчини, так звані «блочні» води. За даними досліджень у 2002—2003 р. відзначене збільшення концентрації згаданих радіонуклідів (за винятком Cs137). Ці процеси призводять до збільшення міграції радіонуклідів по приміщеннях «ОУ». А високоактивні «блочні» води становлять реальну екологічну загрозу для геологічного середовища у випадку їхнього витоку з об'єкта «Укриття».

Правда, багаторічні спостереження за вмістом радіонуклідів у ґрунтових водах локальної зони об'єкта «Укриття» показують відсутність тенденції до поширення радіонуклідів по лінії потоку підземних вод. Не виявлено, на щастя, у підземних водних потоках від об'єкта «Укриття» ні урану, ні плутонію, хоча вони є в значних кількостях у «блочних» водах.



А високоактивні «блочні» води становлять реальну екологічну загрозу для геологічного середовища у випадку їхнього витоку з об'єкта «Укриття».

## БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ ОБ'ЄКТА

Будівельні конструкції об'єкта «Укриття» — це сполучення «старих» конструкцій зруйнованого вибухом енергоблоку № 4 і «нових» конструкцій, споруджених після аварії. Завдяки такому сполученню створено унікальну споруду, будівельні конструкції якої виконують надзвичайно важливу функцію захисних інженерних бар'єрів на шляхах виходу радіоактивних речовин і іонізуючого випромінювання в навколишнє середовище. Основу таких бар'єрів складають зовнішні конструкції, зведені після аварії: каскадна стіна, контрфорсні стіни, покриття над реакторним блоком, деаераторною етажеркою і машинною залом.



# ДУМОК

(Продовження. Початок — на стор. 8)

Післяаварійний стан «старих» конструкцій характеризується значними ушкодженнями уцілілих від вибуху елементів і вузлів, котрі стали, окрім усього, ще й перевантаженими внаслідок зруйнованих конструкцій, що впали на них, а також матеріалів, які використовувалися під час ліквідації наслідків аварії. До того ж оголена арматура залізобетонних конструкцій і металоконструкцій постійно піддаються корозії. Наявність таких серйозних дефектів вимагає регулярного спостереження за станом цих конструкцій, і проведення при необхідності стабілізаційних заходів.

Зведені після аварії «нові» конструкції (захисно-розділові стіни і металоконструкції покриття) були запроектовані відповідно до норм, що діяли на той період часу, і правил будівельного проектування. Однак для цієї групи конструкцій на сьогодні існують проблеми забезпечення їхньої надійності й довговічності, обумовлені наступними причинами:

- технології дистанційного монтажу, що застосовувалися, і бетонування в складних радіаційних умовах обмежували можливості контролю якості вироблених робіт;

- конструктивні елементи розрізнені — не з'єднані між собою, вільно спираються на несучі конструкції без фізичного з'єднання й утримуються в проектному положенні за рахунок сил тертя (тобто відсутні хоч якісь кріплення опорних частин);

- утруднено доступ до елементів і вузлів металоконструкцій для періодичного огляду і відновлення антикорозійного покриття.

З огляду на те, що будівельні конструкції виконують функцію захисних бар'єрів, проблема їх надійності й довговічності була й залишається актуальною для забезпечення ядерної й радіаційної безпеки об'єкта «Укриття».

## РАДІОАКТИВНІ АЕРОЗОЛІ ОБ'ЄКТА «УКРИТТЯ»

Повітряна міграція радіонуклідів з об'єкта «Укриття» є одним з основних джерел забруднення зовнішнього середовища навіть при нормальній експлуатації і, особливо, при аваріях.

Радіоактивні частки, що знаходяться в об'єкті «Укриття», можна (дуже грубо) розділити на два типи — конденсаційні та паливні. Перший тип часток утворюється під час активної стадії аварії й у результаті випару радіонуклідів, що мають відносно низькі температури кипіння і пилу, які сконденсувалися на частках сажі, графіту, будівельних конструкціях і т.д. Другий тип — це паливні частки, що утворилися в процесі диспергування палива і які мають два підтипи («великі» і «малі») та містять ізотопи плутонію, америцію, кюрію.

Найбільш небезпечними з погляду радіаційної безпеки є «малі» паливні частки, концентрація яких при виконанні робіт у приміщеннях об'єкта «Укриття» може досягати 10 у четвертому ступені припустимих концентрацій.

З метою зменшення концентрації аерозолей в об'єкті «Укриття» і їхнього виносу в атмосферу наприкінці 1989 року була введена в експлуатацію стаціонарна система пилоутримування, що включає систему приготування й подачі пилоутримуючих розчинів через 14 форсунок. З грудня 1989 року по нині завдяки їй було нанесено понад 1 000 тонн пилоутримуючих розчинів складів, що дозволило значно зменшити і стабілізувати викид аерозолей з об'єкта. Для підвищення ефективності цієї системи в 2003 році була проведена її модернізація, котра включала монтаж двох додаткових колекторів і 35 форсунок, які охоплюють периметр простору під дахом і простір між західною стіною 4-го блоку, і контрфорсною стіною. Максимальна оцінка загального викиду з «Укриття» в останні роки складає 1,1 % від припустимої межі.