

РІДКІ РАДІОАКТИВНІ ВІДХОДИ В ОБ'ЄКТІ «УКРИТТЯ» В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НОВОГО БЕЗПЕЧНОГО КОНФАЙНМЕНТУ

О. О. Одінцов, В. Е. Хан, П. В. Сабенін, Л. А. Паламар

Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, Чорнобиль, Україна

Встановлення арки нового безпечного конфайнменту (НБК) у проектне положення зумовило зміни режиму надходження атмосферної води в приміщення об'єкту «Укриття» (ОУ). В першу чергу було припинено надходження атмосферних опадів у вигляді дощу в літні періоди та снігу взимку і відповідно талої води на вісні. Змінилися умови температурного режиму і вентиляції приміщень ОУ. Це привело до значних змін умов утворень та існування неорганізованих скупчень рідких радіоактивних відходів (РРВ) у приміщеннях комплексу НБК-ОУ. До встановлення арки НБК у проектне положення основними джерелами надходження води в ОУ були атмосферні опади, конденсаційна волога і технологічні розчини, які надходять у під покрівельний простір ОУ під час сеансів пило пригнічення [1-3]. До встановлення арки НБК в проектне положення і герметизації контуру НБК в приміщеннях ОУ на позначках нижче +12,5 м постійно знаходилось, залежно від сезону, 330 – 350 м³ РРВ. Основна кількість РРВ приблизно 270 м³ була локалізована у приміщенні 001/3 на відмітці мінус 2,60 м допоміжних систем реакторного відділення (ДСРВ). У приміщеннях басейна-барботера (ББ) на позначках мінус 0,65 м і 2,20 м постійно знаходилось 40 – 50 м³ РРВ [3].

Дослідження динаміки змін об'ємів РРВ в приміщеннях на нижніх позначках ОУ та ядерних і радіаційних характеристик РРВ необхідно для прогнозування поведінки паливо вмісних та конструкційних матеріалів в середині ОУ. Аналіз концентрацій макрокомпонентів і питомої активності радіонуклідів дозволяє обрати найбільш оптимальну технологію поводження з РРВ.

Мета даної роботи – дослідження змін об'ємів, макро компонентного складу, ядерних і радіаційних характеристик РРВ у приміщеннях на нижніх позначках НБК - ОУ в умовах експлуатації НБК за період 2016 – 2025 роки.

Наведено результати експериментальних досліджень стану і радіаційних характеристик РРВ локалізованих в приміщеннях на нижніх позначках об'єкта «Укриття» після дев'яти років експлуатації НБК. За період листопад 2016 – грудень 2025 рр. в приміщеннях на відмітці мінус 0,65: 009/4, 013/2, 014/2, 017/2, 012/5-8 (південна частина), в приміщеннях на відмітці 2,20 012/13 - 16 і в приміщеннях на відмітці 6,00 210/5-7 вода висохла повністю. Станом на грудень 2025 року в приміщеннях 001/3 і 012/6 – 8 ОУ знаходиться приблизно 225 м³ середньо активних РРВ. Зменшення об'ємів РРВ відбувається за рахунок випарування води в осіннього-зимові сезони і не компенсується утворенням конденсаційної вологи в літні періоди. Швидкість зменшення об'ємів РРВ в приміщеннях 012/6 (з січня 2023 р по грудень 2025 р) і 001/3 (з листопаду 2020 р по грудень 2025 р) наведена на рис. 1.

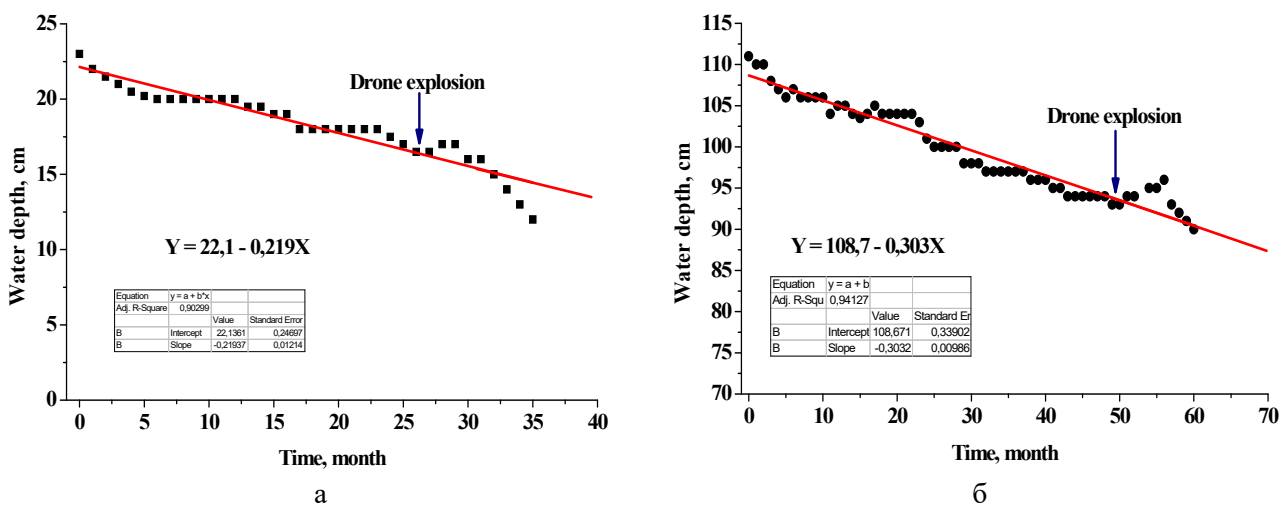


Рис. 1 Динаміка зменшення глибини скупчень РРВ в приміщеннях комплексу НБК-ОУ
а – приміщення 012/6, б – приміщення 001/3.

Як видно на рис. 1-а зменшення товщини шару РРВ в приміщенні 012/6 за рахунок випаровування в кінці 2025 року значно прискорилося.

Наведено дані регулярного моніторингу вмісту урану, макрокомпонентів та радіонуклідів в РРВ в приміщеннях на нижніх позначках НБК-ОУ. За результатами хімічного аналізу РРВ ОУ являються лужними гідро-карбонатними розчинами з водневим показником рН 9,0 – 9,5. В результаті випаровування води концентрації макрокомпонентів і урану, а також об'ємні активності радіонуклідів ^{90}Sr , ^{137}Cs , $^{238, 239, 240}\text{Pu}$ і ^{241}Am в РРВ об'єкта «Укриття» значно збільшувались. Концентрація урану в РРВ приміщень 001/3 і 012/6 становить 6 і 50 г/м³ відповідно. Ізотопний склад урану складає: ^{234}U – 0,0154 %, ^{235}U – 1,05%, ^{236}U – 0,182% ^{238}U – 98,75%. Об'ємні активності радіонуклідів у РРВ об'єкту «Укриття» становлять: ^{90}Sr – $n \cdot 10^9$, ^{137}Cs – $n \cdot 10^{10}$, ^{154}Eu – $n \cdot 10^6$, $^{239+240}\text{Pu}$ – $n \cdot 10^6$, ^{241}Am – $n \cdot 10^7$ Бк/м³. Динаміка змін об'ємної активності радіонуклідів ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ і ^{241}Am РРВ в період з листопаду 2016 р по грудень 2025 р в приміщеннях 012/6 (рис 2-а) і 001/3 (рис 2-б) показана на рис. 2. Об'ємна активність ^{90}Sr в РРВ у приміщенні 012/6 з серпня 2020 р. поступово почала зростати. У листопаді 2025 р. об'ємна активність ^{90}Sr становила $7,2 \cdot 10^9$ Бк/м³, що є найбільшим значенням починаючи з 2016 р. Як видно на рис.2-а, лінія тренду показує тенденцію на поступове збільшення величини об'ємної активності ^{90}Sr . У 2025 році об'ємна активність $^{239+240}\text{Pu}$ в РЗВ у приміщенні 001/3 коливалась в межах $(3,1 - 3,9) \cdot 10^5$ Бк/м³ при цьому об'ємна активність $^{239+240}\text{Pu}$ в РЗВ у приміщенні 012/6 зросла в 1,5 раза до $2,1 \cdot 10^6$ Бк/м³.

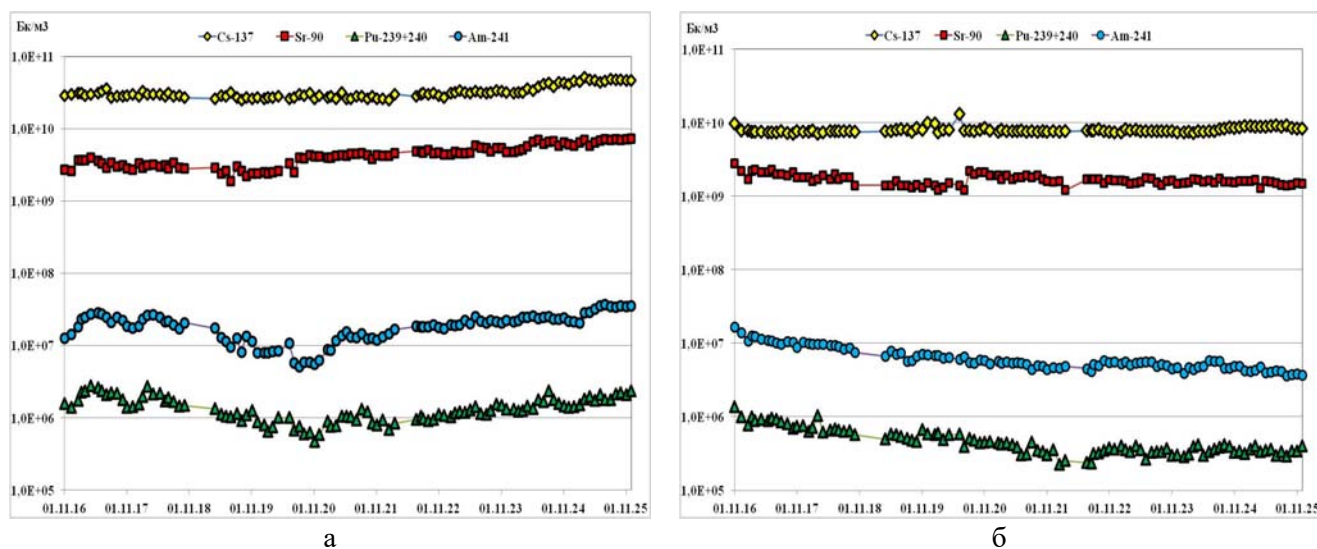


Рис. 2 Об'ємна активність радіонуклідів ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ і ^{241}Am РРВ в приміщеннях комплексу НБК-ОУ а – приміщення 012/6, б – приміщення 001/3.

У РРВ у приміщенні 001/3 у 2025 р. об'ємна активність ^{241}Am зменшилася від $4,2 \cdot 10^6$ до $3,7 \cdot 10^6$ Бк/м³ (див. рис. 2-б). На рис. 2-а також видно, що об'ємна активність ^{241}Am в РЗВ у приміщенні 012/6, скоріш за все в наслідок випаровування води останні роки зростає і у липні 2025 р. досягла $3,7 \cdot 10^7$ Бк/м³ загалом за 2025 рік об'ємна активність ^{241}Am в РРВ у приміщенні 012/6 збільшилася в 1,5 рази.

В наслідок висихання радіоактивно забрудненої воді на підлозі в приміщеннях на нижніх позначках НБК-ОУ утворилися високо активні доні відкладення. Загальна площа донних відкладень в приміщеннях де сталось висихання РРВ становить 1100 м². Дисперсна фаза донних відкладень є джерелом утворення радіоактивного забруднення повітря в приміщеннях на нижніх позначках ОУ.

1. С. А. Богатов и др. Радиохимия 42 (2000) 276
2. А. А. Одинцов и др. Радиохимия 51 (2009) 337
3. О. О. Одинцов та ін. Проблеми безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля 27 (2016) 43