

О. В. Балан, **В. Г. Батій**, С. С. Підберезний, В. М. Рудько

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

## ОСОБЛИВОСТІ ВИЛУЧЕННЯ ПАЛИВОВМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ ІЗ НИЖНІХ ПОЗНАЧОК ОБ'ЄКТА «УКРИТТЯ»

Проведено аналіз особливостей вилучення паливовмісних матеріалів (ПВМ) і супутніх радіоактивних відходів із нижніх позначок об'єкта «Укриття». Показано, що на відміну від процесу вилучення ПВМ із верхніх позначок на основі методу «вертикального доступу зверху вниз» перспективним видається варіант організації робіт із вилучення ПВМ із нижніх позначок із використанням методу «горизонтального доступу». Розроблено загальну послідовність проведення робіт та принципи технологічних рішень.

*Ключові слова:* Чорнобильська АЕС, об'єкт «Укриття», новий безпечний конфайнмент, паливовмісні матеріали, радіоактивні відходи, вилучення, дистанційно керовані агрегати, блок «гарячих» камер.

Різні аспекти проблеми вилучення ПВМ з об'єкта «Укриття» розглядалися в роботах [2 - 8] та ін. Наразі ця проблема стає все більш актуальною у зв'язку з очікуваним найближчим часом завершенням робіт із будівництва нового безпечного конфайнмента (НБК) і введення його в експлуатацію.

Як зазначається в роботі [8], вилучення ПВМ із верхніх позначок (центральный зал, басейни витримки відпрацьованого палива, інші приміщення вище позначки 18,000) є першочерговою задачею, спрямованою на підвищення рівня безпеки при експлуатації НБК. ПВМ цієї зони в основному формують радіаційну обстановку на покрівлях об'єкта «Укриття», усередині НБК і на прилеглий території. При цьому необхідно враховувати, що після демонтажу трубного накату та легкої покрівлі потужність дози в зонах обслуговування НБК збільшиться ~ в 3 рази [9], а радіоактивний пил буде основним джерелом забруднення конструкцій та устаткування НБК як при нормальній експлуатації, так і при можливих аваріях. Вилучення ПВМ із верхніх позначок у принципі неможливо без використання системи основних кранів НБК і повинно бути завершено протягом життєвого циклу НБК.

ПВМ на нижніх позначках локалізовані в підапаратному приміщенні 305/2, у паророзподільному коридорі, басейні-барботері (ББ), в інших приміщеннях нижче позначки 18,000. Опис розташування та кількості ПВМ на нижніх позначках об'єкта «Укриття» наведено в роботах [1, 10 - 12].

Загальний об'єм ПВМ у приміщенні 305/2 становить від 380 до 580 м<sup>3</sup>, а кількість палива, що входить до складу ПВМ, оцінюється від 85 ± 25 т по урану [1].

Паророзподільний коридор (ПРК) включає в себе приміщення 210/5, 210/6, 210/7 і 210/8. Згідно з [1] у ПРК знаходиться до 58 м<sup>3</sup> ПВМ, а маса палива (по урану) становить 12 ± 6 т.

Загальний об'єм ПВМ у ББ-1 може бути до 12 м<sup>3</sup>, а маса палива (по урану) – 1,9(+1,0–0,5) т; загальний об'єм ПВМ у ББ-2 може становити 50 м<sup>3</sup>, а маса палива (по урану) – від 3 до 14 т.

На рис. 1 показано тривимірне зображення фрагмента нижніх приміщень об'єкта «Укриття», що містять ПВМ (переріз по осі 48).

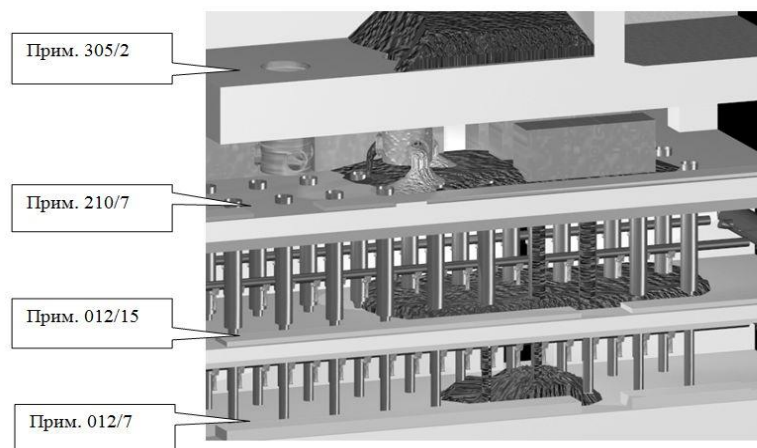


Рис. 1. ПВМ на нижніх позначках об'єкта «Укриття» (стіни і напливи бетону у приміщеннях умовно не показані).

© О. В. Балан, **В. Г. Батій**, С. С. Підберезний, В. М. Рудько, 2018

Слід зазначити, що ПВМ на нижніх позначках оточені численними будівельними конструкціями зруйнованого 4-го енергоблока, що виконують функцію інженерних бар'єрів на шляху виходу радіоактивних речовин та іонізуючого випромінювання. Через те їхній радіаційний вплив на навколишнє середовище і персонал НБК буде проявлятися в значно меншій мірі, ніж ПВМ на верхніх позначках, що є позитивним фактором. Однак наявність таких бар'єрів суттєво ускладнює виконання робіт із вилучення ПВМ у цих зонах, зважаючи на необхідність демонтажу окремих будівельних конструкцій 4-го енергоблока для організації доступу до скупчень ПВМ.

У порівнянні з вилученням ПВМ із верхніх позначок [8] вилучення ПВМ із нижніх позначок має певні особливості. Можливість вилучення ПВМ із цих позначок за допомогою системи основних кранів методом «зверху вниз» пов'язана з деякими труднощами, а саме:

необхідністю демонтажу значної частини масивних залізобетонних конструкцій, що розташовані над скупченнями ПВМ, для організації доступу в зони виконання робіт із вилучення ПВМ;

низькою продуктивністю кранів НБК при переміщенні вантажів із нижніх позначок та обмеженими можливостями мобільної інструментальної платформи при роботі на цих позначках;

довгою тривалістю процесу вилучення ПВМ із верхніх позначок, а це може суттєво віддалити початок робіт на нижніх позначках, що зменшує ймовірність завершення робіт із вилучення ПВМ на цих позначках протягом життєвого циклу НБК.

Тому перспективним видається варіант організації робіт із вилучення ПВМ на нижніх позначках із використання методу «горизонтального доступу».

На рис. 2, *а* наведено тривимірну модель фрагмента об'єкта «Укриття» для демонстрації можливої організації доступу до скупчень ПВМ на нижніх позначках. Як видно з цього рисунка, створення шляхів доступу до місць локалізації ПВМ ускладнено існуючими стінами, напливами бетону та перекриттями на різних рівнях. Стіни та перекриття, які необхідно демонтувати, виділені білим кольором. Напливи бетону, завали з металоконструкцій та обладнання, що розташовані на шляхах доступу і є радіоактивними відходами (РАВ), також підлягають видаленню.

Загальний вигляд шляхів доступу до місць локалізації ПВМ після виконання робіт із часткового демонтажу конструкцій, видалення напливів бетону і завалів, а також виконання монтажу підіймального механізму (вантажного ліфта) для переміщення необхідного робочого обладнання (зокрема, дистанційно керованих апаратів) та первинних упаковок із ПВМ показано на рис. 2, *б*.

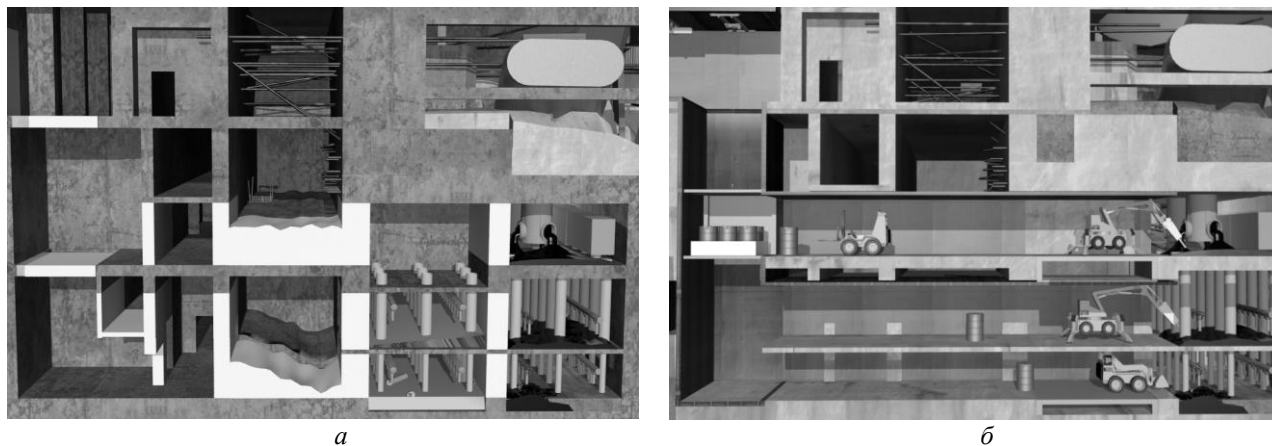


Рис. 2. Модель фрагмента об'єкта «Укриття» (переріз по осі І): *а* - до створення шляхів доступу; *б* - загальний вигляд шляхів доступу до ПВМ.

Основні проблеми, які необхідно враховувати при плануванні вилучення ПВМ із нижніх позначок, є такі.

*Обмеженість і складність доступу.* Дана проблема пов'язана з наявністю масивних стін і перекриттів блока, в яких необхідно організувати прорізи, та напливів бетону поверх лавоподібних ПВМ (ЛПВМ), що локалізовані у багатьох приміщеннях. Крім того, напливи бетону блокують доступ до багатьох приміщень. Доступ до скупчень ЛПВМ у ББ-1 і ББ-2 обмежується наявністю великої кількості вертикальних труб із нержавіючої сталі, що були призначені для скидання пари (деякі труби заповнені застиглими ЛПВМ).

*Складна радіаційна обстановка.* В окремих місцях потужність дози сягає 1000 Р/год, що призведе до необхідності використання дистанційно керованих апаратів (ДКА) різного призначення, у тому числі із системами автономної можливості заміни робочих інструментів для розбирання скупчень і монтажних робіт.

*Складна структура ПВМ і РАВ.* У наявності є фрагменти активної зони (ФАЗ), ЛПВМ (коричневі, чорні, поліхромні), паливний пил. Інші типи ПВМ не підлягають точній класифікації: рихлі ПВМ, чорні, тверді, крихкі шматочки з концентрацією урану до 50 %, остиглий розплавлений метал тощо. Крім того, бетонні перекриття в окремих місцях є проплавленими, в інших - радіоактивні матеріали дифундували в бетон на велику глибину. Це створить додаткові труднощі при видаленні та фрагментації таких РАВ.

*Зниження міцності будівельних конструкцій.* Імовірно зниження міцності існуючих перекриттів приміщень через вплив високих температур під час аварії, що може ускладнити організацію місць для роботи комплектів ДКА та шляхів транспортування ДКА контейнерів із РАВ.

*Великі об'єми ПВМ.* Об'єм ПВМ та супутніх РАВ становитиме декілька тисяч метрів кубічних і значною мірою буде залежати від ефективності систем фрагментації та технічних можливостей ДКА.

Для вилучення ПВМ із нижніх позначок пропонується використовувати багатофункціональні комплекти ДКА, що повинні бути обладнані змінними робочими інструментами та пристроями радіаційної розвідки, освітлення, промислового телебачення тощо.

ДКА повинні використовуватись як для прорізання горизонтальних проходок при організації доступу до скупчень ПВМ, так і безпосередньо для розробки скупчень ПВМ. При прорізання горизонтальних проходок будуть утворюватися РАВ, що вимагає їхньої контейнеризації та транспортування за межі робочої зони. Для запобігання та зниження забруднення приміщень та технологічного обладнання для транспортування ПВМ будуть використовуватись первинні безповоротні упаковки (бочки об'ємом 200 л).

Для діяльності по вилученню ПВМ із нижніх позначок передбачається використання ДКА декількох типів, а саме:

- для роботи по організації доступу до скупчень ПВМ;
- для роботи в зоні вилучення за допомогою змінних інструментів;
- для транспортування бочок (первинних упаковок) із ПВМ від зони фрагментації/упаковки до перевантажувального боксу вантажного ліфта.

Під час розробки транспортно-технологічних схем вилучення ПВМ із нижніх позначок необхідно враховувати обмеження просторових параметрів технологічного обладнання розмірами приміщень, це призводить до обмеження масових і габаритних характеристик робочих органів ДКА, а також упаковок (контейнерів).

Для доставки механізмів у зони виконання робіт, а також для організації закінченої схеми поводження з вилученими ПВМ та іншими РАВ, включаючи їхню передачу на інші об'єкти (ділянки) для подальшого поводження, пропонується будівництво зовнішньої закритої естакади між осями И-К/50-58 на позначці 12,500 (приміщення 401/2), яка оснащена кран-балкою вантажопідйомністю до 20,0 т (рис. 3).

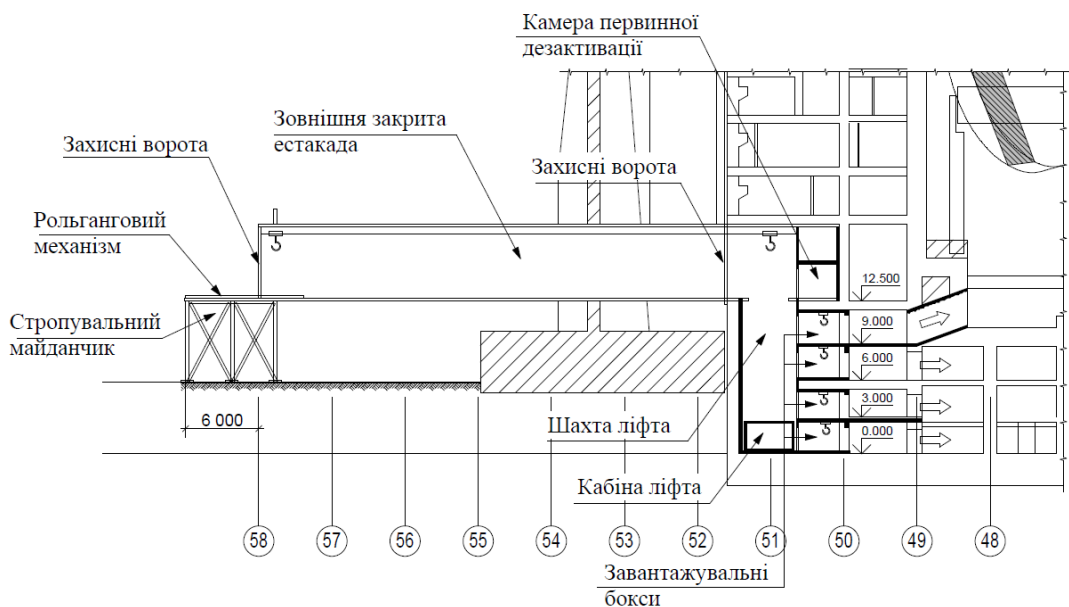


Рис. 3. Загальна схема зовнішньої закритої естакади з вантажним ліфтом.

Зовнішня закрита естакада разом із вантажним ліфтом вантажопідйомністю до 20,0 т забезпечує доступ до приміщень на позначках 0,000, 3,000, 6,000 і 9,000. Доступ до приміщень на кожній із цих позначок обладнується завантажувальним боксом із рольганговими механізмами на підлозі та ролетними воротами. Завантажувальні бокси будуть мати з одного боку вихід до кабіни ліфта, а з другого – безпосередній вихід до приміщень, де повинні виконуватись роботи з вилучення ПВМ.

На позначці 12,500 (межі «брудної» зони та умовно «чистої» зони) у місці, де кабіна вантажного ліфта входить до галереї, передбачено замкнене відгалуження камери первинної дезактивації, яка повинна використовуватись для дезактивації транспортного контейнера (при необхідності) перед його завантаженням у захисний контейнер та подальшим переміщенням по галереї. У цій же камері первинної дезактивації будуть проводити дезактивацію ДКА або їхніх робочих агрегатів та інструментів при переміщенні їх із робочої зони для ремонту, заміни або обслуговування в технологічній будівлі НБК.

На межі «брудної» зони (кабіна вантажного ліфта) та умовно «чистої» зони (зовнішня естакада) за допомогою кран-балки естакади піднятий оборотний контейнер з бочками буде перевантажуватись у «чистий» захисний контейнер, в якому ПВМ будуть транспортуватись кран-балкою до краю закритої естакади і за допомогою рольгангового механізму до стропувального майданчика, розташованого в кінці естакади (рис. 4). Із цього майданчика ПВМ та інші РАВ у захисному контейнері будуть транспортуватись на об'єкти (ділянки) для подальшого поводження. У роботі [13] пропонується здійснити до початку вилучення ПВМ будівництво блока «гарячих» камер (БГК) у просторі під «Аркою» НБК. У БГК передбачається здійснювати додаткову фрагментацію (при необхідності), сортування, контейнеризацію і паспортизацію ПВМ та інших РАВ.

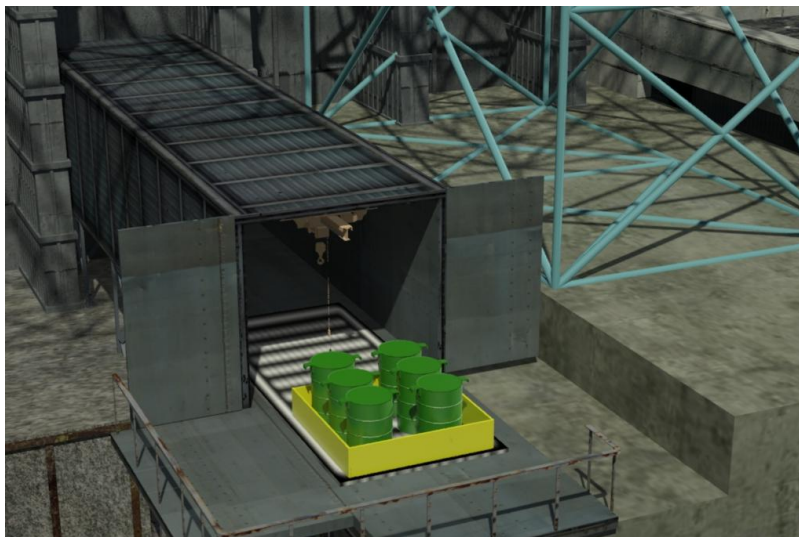


Рис. 4. Загальний вигляд естакади зі стропувальним майданчиком.

У загальному вигляді транспортно-технологічна схема вилучення ПВМ із нижніх позначок включає в себе такі етапи:

- створення шляхів доступу до скупчень ПВМ;
- розробка та фрагментація ПВМ у місцях скупчень;
- контейнеризація ПВМ у первинну упаковку (бочки);
- транспортування до завантажувальних боксів вантажного ліфта;
- завантаження первинних упаковок (бочок) у транспортний контейнер;
- піднімання оборотного контейнера з бочками до межі зовнішньої естакади (на позначці 12,500), тобто межі «брудної» зони (кабіна вантажного ліфта) та умовно «чистої» зони (зовнішня естакада);
- радіаційний контроль;
- дезактивація транспортного контейнера (при необхідності) у камері первинної дезактивації;
- завантаження кран-балкою транспортного контейнера з бочками в захисний контейнер;
- переміщення захисного контейнера до майданчика стропування;
- стропування захисного контейнера та його переміщення за допомогою системи основних кранів НБК або іншого вантажопідйомального механізму для подальшого поводження в БГК.

Нижче наведено опис можливих шляхів доступу до приміщень із скупченням ПВМ на нижніх позначках об'єкта «Укриття».

Приміщення на позначці 0,000 (ББ-1) характеризується невеликими об'ємами скупчень ПВМ, основні з яких виявлено у приміщеннях 012/7, 012/6 і 012/5.

Прямий доступ до зазначених скупчень ПВМ відсутній. Необхідна організація шляхів доступу через коридор 006/2 і далі через приміщення 009/5 і 012/8 до скупчень ПВМ у приміщенні 012/7. Доступ у коридор 006/2 і приміщення 009/5 організовується під час монтажу вантажного ліфта і перевантажувального боксу. Конструкції перевантажувального боксу будуть закінчуватись у приміщенні 006/2 за межами стіни по осі 50. Після розробки і вилучення цих скупчень ПВМ виникає можливість організації доступу до скупчень ПВМ у приміщеннях 012/6 і 012/5. Для доступу у приміщення 012/6 і 012/5 буде видалятися частина стін між приміщеннями 012/7 і 012/6 (рис. 5).

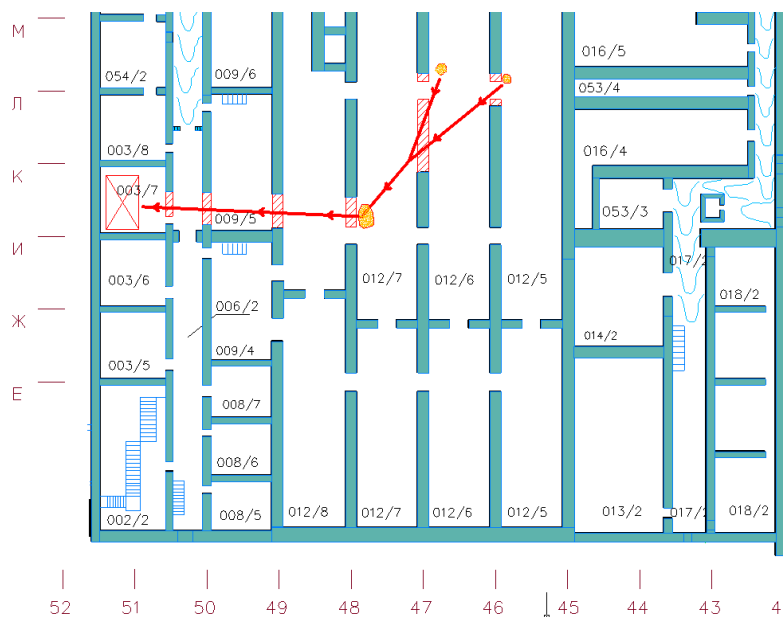


Рис. 5. Транспортна схема переміщення вилучених ПВМ на позначці 0,000.

Приміщення на позначці 3,000 (ББ-2) характеризується більш значними об'ємами скупчень ПВМ порівняно з ПВМ на позначці 0,000. Основні скупчення ПВМ виявлено у приміщеннях 012/15, 012/14 і 012/13.

Прямий доступ до зазначених скупчень ПВМ відсутній. Необхідна організація шляхів доступу через коридор 006/2 і далі через приміщення 009/5 і 012/16 до скупчень ПВМ у приміщеннях 012/15, 012/14 і 012/13. Доступ у коридор 006/2 і приміщення 009/5 на позначці 3,000 організовується під час монтажу вантажного ліфта і перевантажувального боксу.

Оскільки приміщення 006/2 і 009/5 не мають перекриття на позначці 3,000, то буде змонтовано майданчик, закріплений на металевих балках між осями 49 - 50+3 м, який закінчується у приміщенні 009/5 за межами стіни по осі 49. Конструкції перевантажувального боксу будуть поставлені на майданчик і закінчуватись за межами стіни по осі 50.

Після вилучення скупчень ПВМ у приміщенні 012/15 виникає можливість в організації доступу до скупчень ПВМ у приміщеннях 012/14 і 012/13. Для цього буде видалено частину стіни між приміщеннями 012/15 і 012/14 (рис. 6).

Приміщення на позначці 6,000. Позначка 6,000 характеризується значними об'ємами скупчень ПВМ. Основні скупчення ПВМ розташовані у приміщеннях 210/7, 210/6, 210/5 і 217/2.

Прямий доступ до зазначених скупчень ПВМ відсутній. Необхідна організація шляхів доступу через коридор 206/2 і далі через приміщення 207/5 і 208/12. Доступ у коридор 206/2 і приміщення 207/5 на позначці 6,000 організовується під час монтажу вантажного ліфта і перевантажувального боксу. Конструкції перевантажувального боксу будуть закінчуватись у приміщенні 206/2 за межами стіни по осі 50.



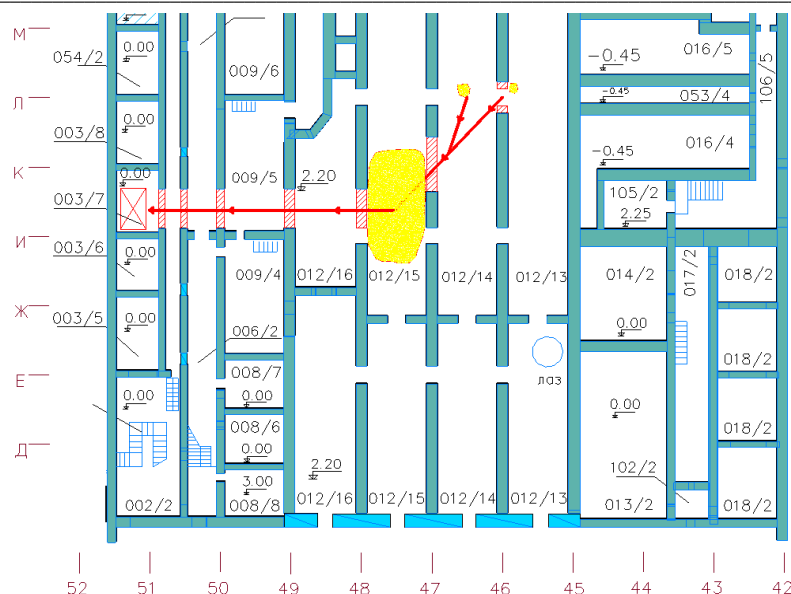


Рис. 6. Транспортна схема переміщення вилучених ПВМ на позначці 3,000.

Таким чином, буде підготовлено доступ до скупчень ПВМ у приміщенні 210/7, 210/6 і 210/5. Після вилучення цих скупчень ПВМ виникає можливість в організації доступу до скупчень ПВМ у приміщенні 217/2. Доступ у приміщення 217/2 досягається шляхом видалення частин стіни між приміщеннями 210/5 і 214/2 (рис. 7).

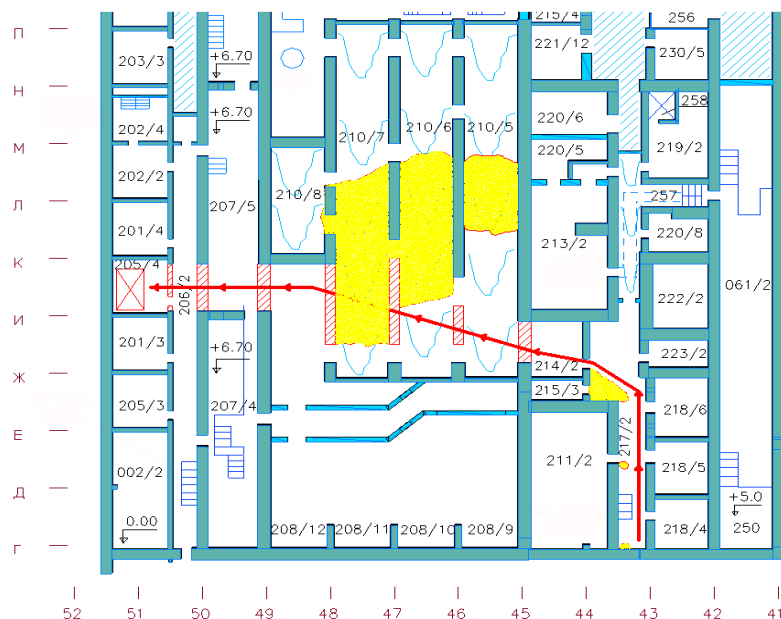


Рис. 7. Транспортна схема переміщення вилучених ПВМ на позначці 6,000.

*Приміщення на позначці 9,000.* Позначка 9,000 характеризується значними об'ємами скупчень ПВМ. Основні скупчення ПВМ розташовані у приміщеннях 305/2, 303/3, 304/3 та в коридорах 301/5 і 301/6.

Прямий доступ до зазначених скупчень ПВМ відсутній. Необхідна організація шляхів доступу через коридор 306/2 і далі через приміщення 207/5 і 301/4. Доступ у коридор 306/2 і приміщення 207/5 на позначці 9,000 організовується під час монтажу вантажного ліфта і перевантажувального боксу. Оскільки приміщення 207/5 і 306/2 не мають перекриття на позначці 9,000, то буде змонтовано майданчик, закріплений на металевих балках між осями 49 - 50+3 м, який закінчується у приміщенні 306/2 за межами стіни по осі 49. Конструкції перевантажувального боксу будуть поставлені на майданчик і закінчуватись за межами стіни по осі 50.

Таким чином, буде підготовлено доступ до скупчень ПВМ у приміщення 305/2, 303/3, 304/3, 301/5 та 301/6 (рис. 8).

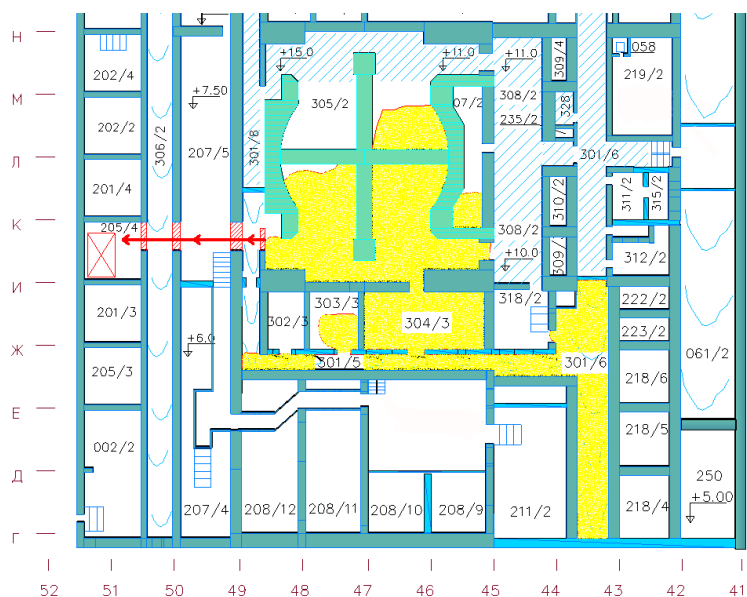


Рис. 8. Транспортна схема переміщення вилучених ПВМ на позначці 9,000.

Великий обсяг і надзвичайна складність робіт із вилучення ПВМ із нижніх позначок суттєво впливають на можливість їхнього повного завершення протягом життєвого циклу НБК. Тому не можна відкидати варіант відкладеного вилучення ПВМ із нижніх позначок об'єкта «Укриття» після зняття з експлуатації НБК. На користь такого сценарію можуть слугувати такі причини:

будівельні конструкції приміщень на нижніх позначках мають задовільний стан, тобто можуть ефективно виконувати функцію фізичних бар'єрів відносно тривалий час;

при організації горизонтального доступу у приміщення на нижніх позначках є можливість обладнання автономної механізованої схеми подачі в зони виконання робіт необхідних механізмів та обладнання, а також вилучення за межі об'єкта «Укриття» ПВМ та інших РАВ у захисних контейнерах без використання систем НБК, зокрема системи основних кранів.

Запропонований варіант організації робіт на основі використання методу «горизонтального доступу» дозволяє вирішити проблему вилучення ПВМ із нижніх позначок об'єкта «Укриття» як у короткостроковій перспективі (протягом життєвого циклу НБК), так і відкладеного вилучення вже після зняття НБК з експлуатації.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Отчет о состоянии безопасности объекта «Укрытие».* – ЧАЭС, 2008. – 436 с.
2. *Перспективы извлечения топливосодержащих материалов из объекта "Укрытие" с использованием систем нового безопасного конфинмента / В. Г. Батий, С. С. Подберезный, В. М. Рудько и др. // Проблемы безопасности атомных станций и Чернобиля. – 2007. – Вып. 7. – С. 76 – 84.*
3. *Батий В. Г. Модельный эксперимент по извлечению топливосодержащих материалов из объекта "Укрытие" / В. Г. Батий, А. И. Стоянов, А. В. Шулепникова // Сотрудничество для решения проблемы отходов, Материалы VI международной конференции, Харьков, 8 – 9 апреля 2009 г. – Харьков, 2009. – С. 38 – 40.*
4. *Проблемы извлечения топливосодержащих материалов объекта "Укрытие" / В. Г. Батий, А. С. Лагуненко, С. С. Подберезный, А. В. Шулепникова // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції рятівників "Проблеми поводження з радіоактивними відходами в Україні", Київ, 22 – 23 вересня 2010 р. – Київ, 2010. – С. 23 – 28.*
5. *Токаревский В. В. Стратегия извлечения топливосодержащих материалов из объекта «Укрытие» / В. В. Токаревский // Ядерна та радіаційна безпека. – 2012. – Т. 55, вип. 3. – С. 43 – 47.*
6. *Токаревский В. В. Технологии извлечения топливосодержащих материалов из объекта "Укрытие" / В. В. Токаревский // Ядерна та радіаційна безпека. – 2012. – № 4 (56). – С. 48 – 52.*
7. *Батий В. Г. Анализ возможных путей обращения с топливосодержащими материалами после завершения строительства нового безопасного конфинмента / В. Г. Батий, В. Н. Щербин, А. В. Шулепникова // Проблемы безопасности атомных электростанций и Чернобиля. – 2014. – Вып. 23. – С. 32 - 44.*

8. *Принципові технологічні рішення із вилучення паливовміщуючих матеріалів з верхніх відміток об'єкта «Укриття»* / О. В. Балан, В. Г. Батій, С. І. Глебкін та ін. // Проблеми безпеки атомних станцій і Чорнобиля. - 2015. - Вип. 25. - С. 83 - 93.
9. *Лицензионный пакет-6 (ЛП-6). Проект «Защитное сооружение с технологическими системами жизнеобеспечения и необходимой инфраструктурой». Отчет о соответствии требованиям санитарного законодательства, SIP-N-LI-22-E002-SCR-002-01 / LCO-NKA-NSC-017-1-RU.*
10. *Радиационная обстановка и описание строительных конструкций в обследованных помещениях блока Б объекта «Укрытие»* : Паспорт-справочник. Т. 1. – Арх. № 3273. - МНТЦ «Укрытие» НАН Украины. – 1995. - 367 с.
11. *FCM atlas, classification, 2D models (Атлас ПВМ, класифікація, 2-D моделі).* SIP-EBPD-R-0093 (Iss. № 1).
12. *Анализ текущей безопасности объекта «Укрытие» и прогнозные оценки развития ситуации* : (Отчет о НИР) / МНТЦ «Укрытие» НАН Украины. - Арх. № 3836. - Чернобыль, 2001. - 337 с.
13. *Розробка науково-технічних засад та обґрунтування принципів технологічних рішень щодо вилучення ПВМ із об'єкта «Укриття» з використанням майбутнього безпечного конфайнмента та створення відповідної інфраструктури для подальшого поводження з ними* : (Звіт із НДР, заключний) / ІПБ АЕС НАН України. – Арх. № 4018. – Чернобыль, 2015. – 443 с.

**О. В. Балан, В. Г. Батий, С. С. Подберезный, В. М. Рудько**

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

### **ОСОБЕННОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ТОПЛИВОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ С НИЖНИХ ОТМЕТОК ОБЪЕКТА «УКРЫТИЕ»**

Проведен анализ особенностей извлечения топливосодержащих материалов (ТСМ) и сопутствующих радиоактивных отходов с нижних отметок объекта «Укрытие». Показано, что в отличие от процесса извлечения ТСМ с верхних отметок, на основании метода «верхнего доступа сверху вниз», перспективным видится вариант организации работ по извлечению ТСМ с нижних отметок с использованием метода «горизонтального доступа». Разработано общую последовательность ведения работ и принципиальные технологические решения.

*Ключевые слова:* Чернобыльская АЭС, объект «Укрытие», новый безопасный конфайнмент, топливосодержащие материалы, радиоактивные отходы, извлечение, дистанционно управляемые агрегаты, блок «горячих» камер.

**O. V. Balan, V. G. Batiy, S. S. Podberezniy, V. M. Rudko**

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

### **FEATURES OF EXTRACTION OF FUEL CONTAINING MATERIALS FROM LOWER LEVELS OF OBJECT «UKRYTTYA»**

Analysis of the features of retrieving of fuel-containing materials (FCM) and associated radioactive waste generated during the accident at Unit 4 of the Chernobyl NPP, from the lower levels of the «Ukryttya» object was carried out. It is shown that, unlike the process of extracting FCM from the top levels of the «Ukryttya» object based on the «top access top-down» method using the New Safe Confinement (NSC) main crane system, to organize the work on retrieving FCM from the lower levels, a more promising option is to use method of "horizontal access". The expediency of this approach is based on the absence of the need to disassemble the block overlaps, to organize access to FCM accumulations at levels 9,000; 6,000; 3,000 and 0,000, which, taking into account the technical characteristics of the NSC cranes and their working mechanisms, is a difficult and long-term task. Conceptual proposals for the creation of a transport scheme for access to the lower levels, consisting of an external closed trestle with a lifting mechanism and a vertical freight elevator for the delivery/retrieval of cargoes, are given. A general sequence of work and possible ways of access to the main FCM accumulations at the lower levels of the «Ukryttya» object has been developed. Basic technological solutions are presented proving the possibility of the device of horizontal penetrations and delivery to the lower levels of remotely controlled units required for the extraction and transportation of packages with FCM for subsequent circulation within the NSC. It is concluded that the proposed option based on the method of "horizontal access" will solve the problem of FCM extracting from the lower levels of the «Ukryttya» object, both in the short term (during the life cycle of the NSC) and postponed extraction, after the NSC is decommissioned.

*Keywords:* Chernobyl nuclear power plant, «Ukryttya» object, new safe confinement, fuel-containing materials, radioactive waste, extraction, remotely controlled units, block of "hot" chambers.



REFERENCES

1. *Report on the safety status of the Shelter object*. - Chornobyl NPP, 2008. - 436 p. (Rus)
2. *Prospects of extraction of fuel-containing materials from the Shelter object using the systems of the new safe confinement* / V. G. Batiy, S. S. Podbereznyi, V. M. Rudko et al. // *Problemy bezpeky atomnykh electrostantsiy i Chornobylya (Problems of Nuclear Power Plants' Safety and of Chornobyl)*. - 2007. - Iss. 7. - P. 76 - 84. (Rus)
3. *Batiy V. G. Model experiment on the extraction of fuel-containing materials from the Shelter object* / V. G. Batiy, A. I. Stoyanov, A. V. Shchulepnikova // *Collaboration to solve the waste problem, Proceedings of the VI International Conference, Kharkov, April 8 - 9, 2009*. - Kharkov, 2009. - P. 38 - 40. (Rus)
4. *Problems of extraction of fuel-containing materials of the "Shelter" object* / V. G. Batiy, A. S. Lagunencko, S. S. Podbereznyi, A. V. Shchulepnikova // *Materily of the International Science and Technology Conference "Problems of management with Radioactive Inputs in Ukraine", Kyiv, 22 - 23 November 2010*. - Kyiv, 2010. - P. 23 - 28. (Rus)
5. *Tokarevskiy V. V. The strategy of fuel-containing materials extracting from the Shelter object* / V. V. Tokarevskiy // *Nuclear and radiation safety*. - 2012. - T. 55. - Iss. 3. - P. 43 - 47. (Rus)
6. *Tokarevskiy V. V. Technologies of extraction of fuel-containing materials from the Shelter object* / V. V. Tokarevskiy // *Nuclear and radiation safety*. - 2012. - Vol. 4 (56). - P. 48 - 52. (Rus)
7. *Batiy V. G. Analysis of possible ways of management of fuel-containing materials after the completion of the construction of a new safe confinement* / V. G. Batiy, V. N. Shcherbin, A. V. Shchulepnikova // *Problemy bezpeky atomnykh electrostantsiy i Chornobylya (Problems of Nuclear Power Plants' Safety and of Chornobyl)*. - 2014. - Vol. 23. - P. 32 - 44. (Rus)
8. *Principles of technological solutions for extraction of fuel materials from the upper levels of the Shelter object* / O. V. Balan, V. G. Batiy, S. I. Glebkin et al. // *Problemy bezpeky atomnykh electrostantsiy i Chornobylya (Problems of Nuclear Power Plants' Safety and of Chornobyl)*. - 2015. - Iss. 25. - P. 83 - 93. (Ukr)
9. *The license package 6 (LP-6). Project "Protective construction with technological life support systems and the necessary infrastructure". Report on compliance with the requirements of sanitary legislation, SIP-N-LI-22-E002-SCR-002-01 / LCO-NKA-NSC-017-1-EN*. (Rus)
10. *Radiation situation and description of building structures in the surveyed premises of Block B of the Shelter object* / *Passport-Directory*. Vol. 1. - Arch. № 3273. - ISTC "Shelter" of the NAS of Ukraine. - 1995 - 367 p. (Rus)
11. *FCM atlas, classification, 2D models* / *FCM atlas, classification, 2-D models*. SIP-EBPD-R-0093 (Issue № 1).
12. *Analysis of the current safety of the Shelter object and projected assessments of the situation* : Report on R&D ISTC Shelter. - Arch. No. 3836. - Chornobyl, 2001. - 337 p. (Rus)
13. *Development of scientific and technical bases and substantiation of the principal technological decisions regarding the removal of FCM from the «Ukrytyya» object with the use of future safe confinement and the creation of an appropriate infrastructure for their further management* : (SRW Report, final) / ISP NPP of the National Academy of Sciences of Ukraine. - Arch. No. 4018. - Chornobyl, 2015. - 443 p. (Ukr)

Надійшла 30.07.2018

Received 30.07.2018