

Корисна модель належить до ядерної енергетики, а саме до переміщення опромінених тепловидільних зборок (ОТВЗ). Корисна модель може бути використана для допалювання палива ядерних реакторів із двома чи кількома енергоблоками.

Зокрема, на момент остаточного зупинення реактора першого енергоблоку Ігналінської атомної електростанції для зняття з експлуатації, активна зона реактора буде містити велику кількість ОТВЗ з глибиною вигорання, меншою проектної. Ті ОТВЗ (близько 1300 шт.), глибина вигорання вивантажуваного палива яких менша 0,8 від середнього проектного значення цього показника, як встановлено в [патентах Литви №4539 і №4945], можуть бути повторно використані у завантаженні другого реактора Ігналінської атомної електростанції. Це дозволило б скоротити як кількість свіжих тепловидільних зборок (ТВЗ), необхідних для роботи реактора другого енергоблоку, так і повну масу відпрацьованого ядерного палива, що підлягає зберіганню на станції.

Аналогом технічного рішення, що заявляється, може бути спосіб перевезення паливних елементів із реактора до сховища або до іншого реактора для подальшого використання і пристрій для його здійснення [патент США №6359953]. Спосіб включає розміщення паливних елементів у спеціальному контейнері з окремим чохлам для кожного елемента, транспортування контейнера з одного енергоблоку до сховища чи іншого енергоблоку, вивантаження паливних елементів з контейнера до активної зони іншого енергоблоку чи до сховища. Транспортування здійснюється за допомогою рухливої рейкової платформи.

Недоліком вказаного технічного рішення є те, що контейнер розрахований тільки для двох елементів. Не вживається достатньо заходів для неущодження ядерного палива. Не передбачено систему скидання надлишкового тиску, яке можливе в результаті розігріву палива.

За прототип можна розглядати спосіб транспортування палива, відомий [з патенту Російської Федерації RU 2180764 С].

Спосіб перевезення палива для допалювання з одного блока до реактора іншого блока, що включає встановлення транспортера, встановлення чохла, завантаженого ОТВЗ, до контейнеру; підготовку до транспортування, кантування контейнера, транспортування контейнера з одного енергоблоку на інший, кантування та вивантаження контейнера, вивантаження ОТВЗ з чохла до активної зони другого реактора. Транспортування можливе у двох варіантах: по транспортному трубопроводу, заповненому водою, чи за допомогою рухливої рейкової платформи з транспортним контейнером.

Процес транспортування може бути виконаний:

- через трубопровід, що з'єднує перший та другий блоки, що має довжину кілька сотень метрів, а також двох приймально-передавальних шлюзів, заповнених водою,

- через транспортний коридор з рухливою платформою.

Описаний спосіб має низку недоліків і малоймовірний для реального використання.

Застосування трубопроводу, заповненого водою, вимагає наявності відповідної системи несучих конструкцій, що ускладнює і здорожує проект. Реалізація такого способу переміщення ОТВЗ вимагатиме матеріальних витрат, що перевищують економічний ефект від допалювання палива. У представленому варіанті не враховується можливість падіння чохла з паливом і ушкодження палива при перевантаженні контейнера з басейну на транспортний візок, що знижує ядерну та радіаційну безпеку при операціях з паливом. Крім цього, у випадку поломки транспортного візка з ОТВЗ у водяному каналі не очевидним є спосіб усунення несправності, оскільки біологічним захистом є вода, яку необхідно видалити для виконання ремонту.

Другий варіант способу з використанням рухливої платформи з контейнером, згаданий у прототипі не передбачає відокремлення підвіски від паливного модуля, що призводить до збільшення розмірів передавального пристрою майже вдвічі. На жодному етапі не передбачені перевірка на герметичність ОТВЗ і контроль неущодження перевезеного ядерного палива, що є основними факторами під час перевезення ОТВЗ для допалювання.

Таким чином, головним недоліком описаного способу перевезення є відсутність запропонованих технічних засобів, що забезпечують ядерну та радіаційну безпеку і неущодження ядерного палива.

Задачею запропонованої корисної моделі є створення способу перевезення ядерного палива для допалювання з одного блока реактора до блоку іншого реактора із забезпеченням ядерної та радіаційної безпеки за умов збереження герметичності та неущоженості ОТВЗ.

Вказана задача досягається створенням способу перевезення опромінених тепловидільних зборок з одного блока реактора для допалювання на блоці іншого реактора, що включає підготовку ОТВЗ до перевезення, встановлення транспортера з контейнером і чохлам, кантування контейнера з чохлам у вертикальне положення, завантаження ОТВЗ у чохол, а чохла - в контейнер, кантування контейнера в горизонтальне положення, транспортування контейнера з першого блока на другий, кантування контейнера у вертикальне положення, вивантаження чохла з ОТВЗ, вивантаження ОТВЗ із чохла, підготовку ОТВЗ та завантаження до активної зони другого реактора.

Новим є те, що при підготовці ОТВЗ до перевезення штатну підвіску кожної ОТВЗ на спеціальному стенді замінюють на укорочену транспортну підвіску, транспортер встановлюють у визначеному місці так, щоби контейнер після кантування з горизонтального положення у вертикальне опинився під шахтою першого енергоблоку співвісно із шахтою, завантаження ОТВЗ здійснюють із додатковим етапом переміщення чохла з контейнера до шахти і закріплення його в шахті, потім у чохол по черзі завантажують підготовлені до перевезення ОТВЗ за допомогою розвантажувально-завантажувальної машини (РЗМ), потім у шахті завантажений з ОТВЗ чохол поміщають до контейнеру, після кантування контейнера в горизонтальне положення транспортер з контейнером і чохлам горизонтують, страхують від поштовхів, контейнер закривають кришкою, а після транспортування з першого блока на другий блок транспортер встановлюють у визначеному місці таким чином, щоби контейнер після кантування контейнера у вертикальне положення опинився під шахтою другого енергоблоку співвісно із шахтою, перевіряють герметичність і скидають у вентсистему ймовірний надлишковий тиск з порожнини контейнера, відкривають кришку, контейнер кантують, вивантажують чохол з ОТВЗ до шахти і закріплюють у ній, в шахті вивантажують ОТВЗ з чохла, при цьому транспортну підвіску замінюють на штатну у процесі підготовки ОТВЗ до завантаження в активну зону реактора другого блока. Одночасно в чохлах перевозять до шести ОТВЗ.

У запропонованій корисній моделі, в процесі підготовки здійснюється відокремлення штатної підвіски від ОТВЗ і заміна її на укорочену транспортну, а після перевезення - заміна знову на штатну. Це дозволяє зменшити

розміри чохла, контейнера і транспортера.

Сукупність усіх зазначених ознак запропонованого способу та пристрою дозволяє створити технологічний процес перевезення для допалювання ОТВЗ з одного блока до блока іншого реактора із забезпеченням ядерної та радіаційної безпеки при збереженні герметичності.

При цьому застосування запропонованого технічного рішення має чітку економічну та екологічну доцільність.

Економічна доцільність досягається за рахунок продовження використання на АЕС подільних матеріалів тепловидільних зборок на етапі зняття реактора з експлуатації, шляхом їх перевезення з одного реактора на інший. Екологічна доцільність досягається за рахунок зменшення кількості відпрацьованих тепловидільних зборок, призначених для збереження в контейнерах.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де на Фіг.1 представлена схема комплексу устаткування для здійснення способу перевезення опромінених тепловидільних зборок з одного блока реактора для допалювання на другий блок реактора, на Фіг.2 - схема встановлення контейнера під шахтою, на Фіг.3 - механізм фіксації чохла, на Фіг.4 - модуль біологічного захисту, на Фіг.5 - схема контейнера з чохлом усередині, на Фіг.6 - схема чохла, на Фіг.7 - оголовок чохла, на Фіг.8 - транспортна підвіска, на Фіг.9 - транспортна підвіска з надягнутою кульковою пробкою.

Комплекс устаткування для перевезення ядерного палива містить контейнер 1 (Фіг.1), засоби кантування контейнера (не показано), чохол 2, транспортер 3, транспортний шлях у вигляді залізничних рейок 4, на кожному з енергоблоків 5, 6 містить розвантажувально-завантажувальний вузол (РЗУ) 7 і захисну камеру, що складається з вертикальної наскрізної шахти 8, 9 і рухливого модулю біологічного захисту 10. Вертикальна наскрізна шахта 8,9 (Фіг.2) споруджена із семи окремих товстостінних циліндричних елементів 11, місця зчленування яких виконані у вигляді усічених внутрішніх і зовнішніх конусів. Вхід шахти 8, 9 розташований у реакторному залі, вихід шахти 8,9 виконаний з можливістю співвісного з'єднання з вертикально розташованим контейнером 1. На місці сполучення шахти 8,9 і контейнера 1 встановлений рухливий модуль біологічного захисту 10, призначений для захисту обслуговуючого персоналу від іонізуючого випромінювання ОТВЗ у процесі завантаження (вивантаження) чохла з ОТВЗ у контейнер (з контейнера) 1 і утворення направляючого тракту між шахтою 8,9 і контейнером 1.

В одному з блоків шахти 8,9 виконаний вентиляційний колектор 12, зв'язаний зі спеціальною фільтрувальною системою, що забезпечує очищення повітря перед викидом в атмосферу. Витяжна вентиляція із шахти 8,9 забезпечує спрямований рух повітря з «брудного» реакторного залу і «чистого» коридору, в який в'їжджає транспортер, одночасно. Крім цього, вентиляція забезпечує охолодження ядерного палива, що знаходиться в шахті.

У верхній частині шахти виконаний завантажувальний пристрій з механізмом фіксації 13 (Фіг.2, Фіг.3) чохла, що складається з висувних башмаків 14, штанг 15, поворотом яких висувуються чи прибираються башмаки 14. (На башмаки 14 у висуненому стані встановлюється чохол.) Позицією 16 показана внутрішня поверхня шахти.

Рухливий модуль біологічного захисту 10 (Фіг.4) складається з двох встановлених на рейках 17 рухливих візків 18 із блоками 19 і 20, що переміщуються з протилежних сторін зовнішньої сторони сполучення шахти 8,9 і контейнера 1, що прилягаючи закривають область згаданого сполучення, і з'єднуються один з одним по контактних поверхнях за допомогою стяжного пристрою 21.

Контейнер 1 (Фіг.5) містить корпус зі знімним днищем 22, герметичну кришку 23, встановлену на транспортері, що закривається за принципом байонета (закриває чи відкриває контейнер тільки тоді, коли контейнер знаходиться в горизонтальному положенні), і демпфер 24. У днищі 22 виконаний отвір, до якого вставлений багатофункціональний клапан 25, що виконує функції дренажу і скидання імовірного надлишкового тиску за рахунок розігріву ядерного палива в процесі транспортування.

Чохол 2 (Фіг.1, Фіг.6) складається з оголовка 26 та основної частини. Основна частина чохла 2 містить несучу трубу 27, шість чохлових труб 28, дистанціонувальні решітки 29, захисну (біологічну) плиту 30 і нижню плиту 31 з отворами для зливу води.

Оголовок 26 чохла (Фіг.6, Фіг.7) складається з корпусу, в якому встановлений гальмівний пристрій. Гальмівний пристрій складається з гальмівних башмаків 32 (оптимально - з трьох), важелів із зубчатими секторами 33, пружини 34, стакану 35. (Позиція 16 на Фіг.6 - це внутрішня поверхня шахти 8, 9 чи контейнера 1.) При знятті навантаження з захоплювального пристрою 13, з будь-якої причини, пружина 34, розтягуючись, переміщає важелі 33 гальмівних блоків, що висувують гальмівні башмаки 32 за межі корпусу чохла. Башмаки 32, вступаючи у взаємодію зі стінками 16 шахти, створюють необхідне гальмівне зусилля.

Транспортна підвіска (Фіг.8) складається з корпусу 36 і сухаря 37. Підвіска призначена для приєднання до несучої труби ОТВЗ. Вона дозволяє здійснювати транспортні операції з ОТВЗ за допомогою РЗМ та іншого штатного устаткування АЕС, крім цього дозволяє фіксувати ОТВЗ у чохлі. Транспортні підвіски, що утримують ОТВЗ, мають систему фіксації в чохлі за допомогою кулькових пробок 38 (Фіг.9). Для цього кулькову пробку 38 із хвостовиком 39 одягають на верхню частину транспортної підвіски. Втулка 40 забезпечує фіксацію сухаря 37.

Транспортні підвіски є укороченими, що зменшує довжину підвіски з ОТВЗ майже вдвічі. А це означає, що довжина контейнера також зменшується майже вдвічі. Крім цього, транспортні підвіски разом із фланцем чохла забезпечують радіаційний захист персоналу від іонізуючого випромінювання.

Як транспортний засіб для контейнера використовують восьмивісний залізничний транспортер 3, що має гідросистему кантування контейнера 1, гідросистему горизонтування платформи транспортера 3 і систему гальм, що забезпечує гальмування і фіксацію положення транспортера (на фігурі не показано).

Для горизонтування транспортера 3 з контейнером 1 транспортер 3 оснащений системою з чотирьох гідравлічних домкратів, а для протисейсмічного страхування - системою з шести ручних домкратів (на кресленні не показані).

На платформі транспортера встановлена герметизувальна кришка контейнера, вона закривається чи відкривається тільки тоді, коли контейнер знаходиться в горизонтальному положенні.

При застосуванні запропонованого способу перевезення виконують таку послідовність операцій: на першому блоці за допомогою РЗМ 7 з реактора 5 вивантажують ОТВЗ, переводять у басейни витримки касет у пеналах і перевіряють їх герметичність. Потім ОТВЗ готують до завантаження в чохол 8. Для цього на спеціальному стенді відокремлюють паливний модуль від штатної підвіски і з'єднують із транспортною підвіскою.

Транспортер 3 з контейнером 1 і чохлом 2 встановлюють у наміченому місці під шахтою 8, відводять кришку 23, горизонтують системою з чотирьох гідравлічних домкратів і страхують системою з шести домкратів (на фігурі

не показано). Кантують контейнер 1 з чохлом 2 з горизонтального положення у вертикальне. Краном реакторного залу опускають усередину шахти штангу із захоплювачем і з'єднують з чохлом, після цього по рейках 17 зводять візки 18 із блоками 19 і 20 із протилежних сторін зовнішньої сторони сполучення шахти 8 і контейнера 1 таким чином, щоб блоки 19 і 20, прилягаючи, закрили область згаданого сполучення і з'єдналися один з одним по контактних поверхнях за допомогою стяжки 21. Чохол 2 за допомогою крана реакторного залу піднімають і закріплюють у завантажувальному пристрої шахти 8. Підготовлені ОТВЗ завантажують у чохол 2 за допомогою РЗМ, після заповнення гнізд чохла 2 його завантажують у контейнер 1 за допомогою крана реакторного залу. Кантують контейнер 1 у горизонтальне положення, закривають герметичною кришкою 23 і транспортують на інший енергоблок 6.

Операції на іншому блоці реактора виконуються у зворотній послідовності:

Встановлюють транспортер 3 під шахтою 9, потім перед відкриттям кришки 23 контейнера здійснюють скидання з порожнини контейнера 1 через гнучкий шланг багатофункціонального клапана 25 у спеціальну вентсистему ймовірного надлишкового тиску. Відводять кришку 23 контейнера. Виконують горизонтування платформи транспортера 3 за допомогою чотирьох гідравлічних домкратів, висувають шість страхувальних домкратів, після чого кантують контейнер 1 з горизонтального положення у вертикальне. Краном реакторного залу опускають усередину шахти штангу із захоплювачем і з'єднують з чохлом 2, після цього описаним способом зводять візки 18 із блоками 19 і 20 і з'єднують їх стяжкою 21. Чохол 2 за допомогою крана реакторного залу піднімають і закріплюють у завантажувальному пристрої шахти 9.

За допомогою РЗМ вивантажують по одній ОТВЗ у пенали, що знаходяться в басейні витримки касет, перевіряють герметичність ОТВЗ, потім замінюють транспортну підвіску на штатну й у встановленому порядку завантажують в активну зону другого реактора 6.

Нижче наведено приклад конкретного виконання запропонованого способу.

На рейках 4 формують поїзд, що складається зі спеціального транспортного засобу, транспортера 3 і контейнера 1, і по залізничній колії 4 подають до воріт транспортного коридору першого енергоблоку 5.

Відкривають ворота в транспортний коридор, і транспортер 3 з комплектом для транспортування спеціальним транспортним засобом подають на місце кантування. Ворота в транспортний коридор закривають. По мітках, нанесених у транспортному коридорі, спеціальним транспортним засобом роблять точне виставлення та фіксацію транспортера 3 під направляючою захисною шахтою 8. Спеціальний транспортний засіб від'єднують від транспортера. За допомогою гнучкого шлейфа здійснюють підключення електроустаткування транспортера 3 до штатної системи електропостачання. Подається електроживлення на привід кришки контейнера 1, на насоси гідростанції, на пульт керування гідростанцією і здійснюється підготовка до роботи гідростанції. За допомогою чотирьох гідравлічних домкратів здійснюють горизонтування транспортера. Після горизонтування висувають шість ручних страхувальних домкратів.

Розгерметизують кришку 23 контейнера 1, притискний пристрій із кришкою контейнера 1 відводять від горловини контейнера 1. Відкривають багатофункціональний клапан 25 у днищі контейнера 1. Оператор робить кантування контейнера 1 з горизонтального положення у вертикальне.

Краном реакторного залу опускають штангу з захоплювачем і зчіплюють з чохлом 2. Зводять блоки 20 рухливого модулю біологічного захисту 10. Краном піднімають чохол по захисній шахті 8 у завантажувальний вузол 13, там здійснюють фіксацію чохла 2. Штанга із захоплювачем від'єднується від чохла.

По одній завантажують підготовлені ОТВЗ у чохол 2 за допомогою РЗМ. Після завантаження всіх гнізд чохла 2 здійснюють фіксацію ОТВЗ у гніздах кульковими запірними пробками 38.

Краном чохол 2 опускають із захоплювального пристрою шахти вниз до повної установки в контейнер 1. При зменшенні зусилля на захопленні гальмівні башмаки 29 розводяться, фіксуючи чохол 2 у контейнері 1.

Після установки чохла 2 у контейнер 1 розводять блоки 19 і 20 рухливого модулю біологічного захисту, вивільняють захоплювач штанги. Штангу піднімають краном, цілком витягають із шахти 8 і встановлюють на місце збереження.

Контейнер 1 кантують з вертикального положення в горизонтальне (транспортне). Установлюють кришку 23 з пристроєм притискання до контейнера і герметизують, закривають клапан 25, здійснюють контроль герметичності кришки 23 контейнера. Звільняють страхувальні домкрати і встановлюють їх у транспортне положення, звільняють основні гідравлічні домкрати, раму транспортера 3 приводять у транспортне положення.

Потім транспортер від'єднують від системи електропостачання, пломбують кришку контейнера, звільняють гальма транспортера, з'єднують із транспортним засобом. Після контролю забруднення зовнішньої поверхні контейнера, транспортера 3 і спеціального транспортного засобу, здійснюють дезактивацію, якщо необхідно. Транспортний засіб 16 із транспортером 3 по залізничних коліях 4 перевозять на другий енергоблок 6.

На другому енергоблоці 6 транспортер 3 з контейнером 1 і чохлом 2 усередині встановлюють у наміченому місці під шахтою 9. Перед відкриттям кришки 23 через клапан 25 роблять скидання у вентсистему ймовірного надлишкового тиску з порожнини контейнера 1. Відводять кришку 23 контейнера, відкривають дренажний клапан 25, здійснюють горизонтування платформи та кантування контейнера 1.

Вивантажують чохол 2 з ОТВЗ із контейнера 1 у завантажувальний вузол шахти 9 за допомогою крана. За допомогою РЗМ вивантажують ОТВЗ із чохла в підготовлені пенали, перевіряють герметичність, потім замінюють транспортну підвіску на штатну і завантажують у другий реактор 6. Після вивантаження ОТВЗ чохол 2 встановлюють назад у контейнер 1.

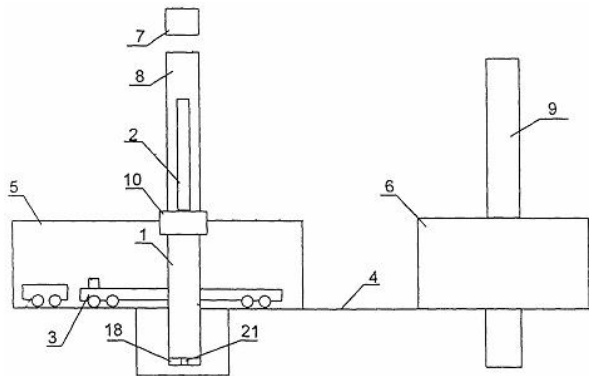


Fig. 1

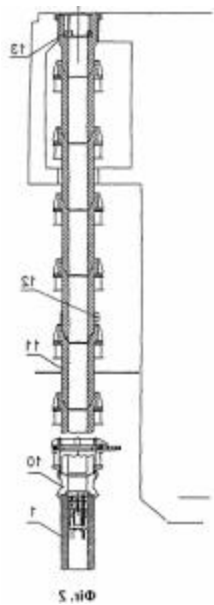


Fig. 2

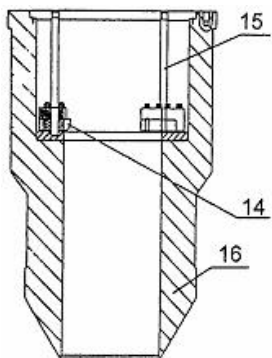


Fig. 3

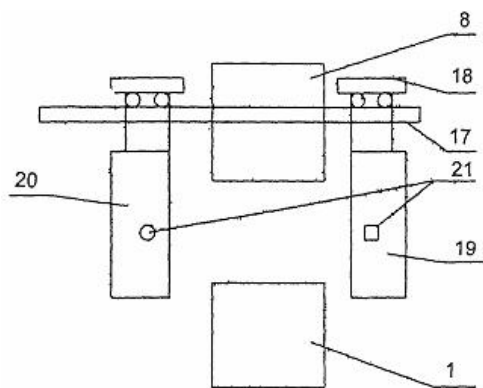


Fig. 4

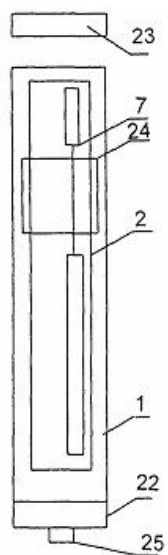


Fig. 5

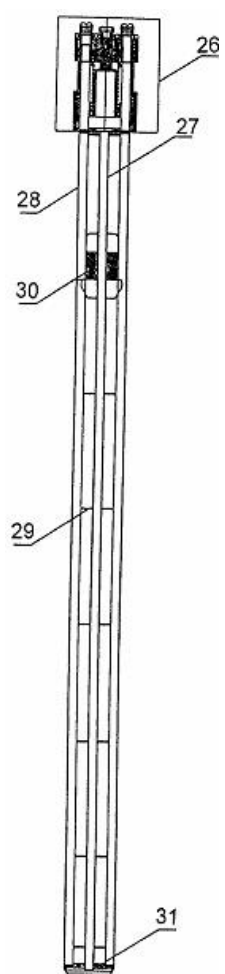


Fig. 6

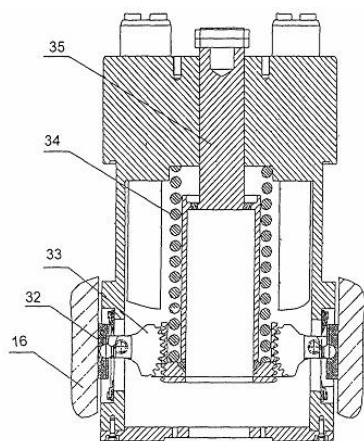


Fig. 7

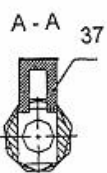
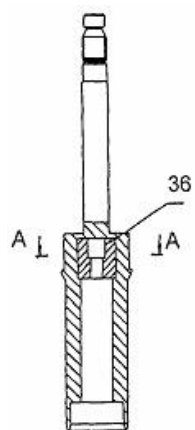


Fig. 8

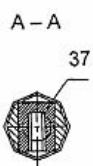
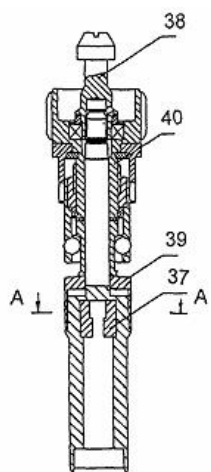


Fig. 9