



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **29670** (13) **U**
(51) МПК (2006)
G21C 15/18МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**видається під
відповідальність
власника
патенту**(54) СПОСІБ ПАСИВНОГО ЗАХИСТУ ГЕРМООБОЛОНКИ РЕАКТОРНОГО ВІДДІЛЕННЯ ВІД ПЕРЕВИЩЕННЯ РОЗРАХУНКОВОГО ТИСКУ**

1

2

(21) u200709659

(22) 27.08.2007

(24) 25.01.2008

(72) ГЕРЛИГА ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ,
УА, СВИРИДЕНКО ІГОР ІВАНОВИЧ, УА,
БАЛАКАН ГЕОРГІЙ ГРИГОРОВИЧ, УА,
ПРОХОДЦЕВ АНДРІЙ ЮРІЙОВИЧ, УА
(73) СЕВАСТОПОЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, УА

(56)

(57) Спосіб пасивного захисту гермооболонки
реакторного відділення від перевищення
розрахункового тиску, що базується на конденсації
пари в гермооб'ємі при струминно-краплинному
охолодженні пароповітряної суміші охолодним
розчином у струминному розпилювачі-охолоджувачі без прямого зрошення атмосфери
та обладнання реакторної установки, який
відрізняється тим, що подачу охолодного
розчину на струминний розпилювач-охолоджувач
здійснюють інжектором, як робочу рідину якого
використовують теплоносії першого контуру з
компенсатора тиску, при цьому розхолодження
гермооб'єму забезпечують кільцевим двофазним
термосифоном, випарником якого сприймають
теплоту від охолодного розчину, що стікає у бак-
прямокут гермооболонки, а конденсатором
відводять теплоту кінцевому поглиначу -
атмосферному повітрю, рух якого забезпечують
природною тягою в каналі повітряного
охолодження.

Корисна модель належить до ядерної енергетики, конкретно, до способів пасивного захисту гермооболонки (ГО) реакторного відділення від перевищення розрахункового тиску. Корисна модель може бути використана для розробки способу пасивного захисту ГО реакторного відділення атомної електростанції (АЕС) від перевищення розрахункового тиску під час аварії з течєю першого та другого контуру в гермооб'ємі в умовах втрати джерел електроенергії.

Відомий спосіб зниження і підтримання тиску під ГО реакторного відділення АЕС під час аварії з течєю першого і другого контуру за допомогою спринклерної системи із примусовою подачею охолодного розчину електроприводним насосом і наступним її розпилюванням спринклерними пристроями в гермооб'ємі [Системы безопасности реакторной установки с реактором ВВЭР-1000 (В-320) энергоблока №3. Инструкция по эксплуатации. ИЭ.3.0002.039. Минтопэнерго Украины. ГП НАЭК «Энергоатом», ОП «ЮУ АЭС», г. Южноукраинск, 2003. - 173с].

Цей спосіб забезпечує підтримання тиску під ГО нижче розрахункового значення, що для ГО реакторного відділення АЕС із ВВЕР-1000 не має перевищувати 0,5 МПа, температури - 150°C.

Недоліками цього способу є залежність працездатності системи від наявності джерел електроенергії і пряме зрошення охолодним розчином (розчином борної кислоти) обладнання реакторної установки.

Відомий спосіб охолодження і конденсації пари в об'ємі, згідно якого розпилення рідини здійснюють прямооточним розпилювальним охолоджувачем з ежектуванням у порожнину свого факела пароповітряної суміші спрямованим краплинним потоком [Галустов В.С. Прямоточные распылительные аппараты в теплоэнергетике. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 240с].

Особливістю цього способу є здатність краплинного потоку ежектувати у порожнину свого факела сотні й тисячі кубометрів пароповітряної суміші на кожний кубометр розпиленої робочої рідини.

Відомий також спосіб охолодження води, яка знаходиться у приреакторному басейні витримки відпрацьованого ядерного палива, автономною пасивною системою на основі кільцевого двофазного термосифона [Исследование и разработка высокоэффективных экобезопасных тепловых схем ядерных и тепловых энергоустановок («КОНТУР». Направление - атомная энергетика). Компонировка, схемы и

(13) **U**(11) **29670**(19) **UA**

режимы работы автономных пассивных систем аварийного расхолаживания ЯЭУ: Отчет о НИР (заключит.). Том 3// Севастоп. национ. технич. ун-т (СевНТУ); руководитель К.Ю. Федоровский. - № ГР 0103U001417; Инв. 0205U007159. - Севастополь, 2005. - 161с].

Його особливістю є можливість ефективного і надійного відведення теплоти від басейну витримки, розташованого під ГО АЕС, в умовах втрати джерел електроенергії.

За сукупністю істотних ознак як прототип обраний спосіб охолодження парогазової суміші у гермооб'ємі реакторного відділення АЕС у випадку виникнення течі першого та другого контуру, згідно якому використовують прямооточний струминний розпилювач-охолоджувач (СРО) з його здатністю організованим краплинним потоком ежекувати у порожнину свого факелу великий об'єм пароповітряної суміші зі зниженням її температури до лінії насичення з наступною конденсацією [Г.Г. Балакан, А.В. Герлига, В.А. Герлига, А.Ю. Проходцев. Расчетный анализ снижения давления в гермообъеме контаймента с помощью струйных распылителей-охлаждителей при наличии течи / В 36. научных працх СХУЯЕтаП. Севастополь: СХУЯЕтаП. Вип. 3 (19), 2006. - С.30-37].

Спосіб реалізують за рахунок захоплення пароповітряної суміші в трубу СРО потоком крапель охолодного розчину і створення в СРО умов, за яких тиск усередині СРО прагне наблизитися до рівня, що відповідає температурі насичення охолодного розчину, який подається електроприводним спринклерним насосом. Ці два ефекти приводять до виникнення перепаду тиску і пов'язаному із цим активному надходженню у внутрішню порожнину СРО «гарячих» потоків парогазового середовища, де пара охолоджується і конденсується на струменях охолодного розчину, а конденсат організовано відводиться до приямка ГО.

Основними особливостями цього способу є можливість локального розхолодження атмосфери гермооб'єму в умовах течі першого та другого контуру з організованим відведенням конденсату без прямого зрошення обладнання реакторної установки охолодним розчином, а також максимально можливе обмеження зростання тиску під ГО.

Однак найближчий аналог має низку істотних недоліків. Основним з них є те, що примусова подача охолодного розчину на СРО вимагає постійного електроживлення і за умов аварії зі знеструмленням енергоблоку АЕС та відмовою аварійних джерел електроенергії втрачає свою працездатність. Крім того, порушується умова ефективного охолодження рециркульованого охолодного розчину через теплообмінник аварійного розхолодження, що передбачає примусову циркуляцію тепло-обмінюваних середовищ.

Для організації примусової подачі охолодного розчину використовуються активні елементи: насоси з електроприводами, що знижує надійність системи. Підвищення надійності прототипу забезпечується багаторазовим резервуванням каналів охолодження, що збільшує його

будівельну вартість, вимагає підвищених витрат на ремонтне обслуговування та заміну обладнання, що відпрацювало свій ресурс.

З урахуванням поглинання теплоти від пари, що конденсується під ГО, температура рециркульованого охолодного розчину буде зростати, і за умов неможливості його ефективного охолодження через знеструмлення, розхолодження реакторної установки здійснюватися не буде.

Задачею корисної моделі є розробка способу пасивного захисту ГО реакторного відділення від перевищення розрахункового тиску з ефективним розхолодженням гермооб'єму під час аварії з течєю першого та другого контуру в умовах повного знеструмлення АЕС.

Розв'язання поставленого завдання реалізують подачею охолодного розчину на струминний розпилювач-охолоджувач інжектором, а як робочу рідину інжектора використовують теплоносії першого контуру з компенсатора тиску, при цьому розхолодження гермооб'єму забезпечують кільцевим двофазним термосифоном, випарником якого сприймають теплоту від розчину, що стікає в бак-приямок гермооболонки, а конденсатором відводять теплоту кінцевому поглиначу - атмосферному повітрю, рух якого відбувається за рахунок природної тяги в каналі охолодження, який розміщують іззовні ГО.

Сутність корисної моделі пояснюється кресленням,

- де 1 - гермооболонка (ГО);
- 2 - реактор;
- 3 - гермооб'єм;
- 4 - струминний розпилювач-охолоджувач (СРО);
- 5 - інжектор;
- 6 - компенсатор тиску;
- 7 - кільцевий ДТС;
- 8 - випарник кільцевого ДТС;
- 9 - бак-приямок;
- 10 - конденсатор кільцевого ДТС;
- 11 - канал повітряного охолодження;
- 12 - охолодне повітря.

Спосіб пасивного захисту гермооболонки 1 реакторного відділення від перевищення розрахункового тиску в умовах течі першого та другого контуру з конденсацією пари в гермооб'ємі 3 за рахунок струминно-краплинного охолодження пароповітряної суміші охолодним розчином у СРО 4, полягає в тому, що за умов повного знеструмлення подачу охолодного розчину на СРО 4 здійснюють за рахунок напору інжектора 5, як робочу рідину якого використовують теплоносії першого контуру з компенсатора тиску 6. Постійне охолодження рециркульованого в гермооб'ємі 3 охолодного розчину забезпечують автономним контуром аварійного розхолодження у вигляді кільцевого ДТС 7, випарник 8 якого розміщують у бак-приямку 9 ГО, де збирають стікаючий з СРО 4 рециркульований охолодний розчин, а конденсатор 10 - виводять за межі ГО в канал повітряного охолодження 11.

Заявлений спосіб реалізують таким чином.

Під час аварії з течєю першого та другого

контуру за умов знеструмлення АЕС і втрати всіх аварійних джерел електроенергії подачу охолодного розчину з бака-прямка 9 до СРО 4 здійснюють інжектором 5, як робочу рідину якого використовують теплоносії першого контуру з компенсатора тиску 6. За мірою нагрівання рециркульованого охолодного розчину, що стікає в бак-прямок 9, утворюваний температурний напір між охолодним розчином у баку-прямку 9 і теплоносієм кільцевого ДТС, який у режимі очікування перебуває в його випарнику 8, формує умови для теплоперенесення від гермооб'єму 3 кінцевому поглиначу - атмосферному повітрю 12. Випаром проміжного теплоносія кільцевого ДТС у випарнику 8, перенесенням прихованої теплоти паротворення та конденсацією в конденсаторі 10 здійснюють відведення теплоти за межі ГО 1. Відведення теплоти від конденсатора 10 кільцевого ДТС здійснюють атмосферним повітрям 12, що рухається в каналі повітряного охолодження 11 за рахунок природної тяги. Конденсат теплоносія кільцевого ДТС під дією масових сил стікає з конденсатора 10 у випарник 8.

Заявлений спосіб порівняно з найближчим аналогом відрізняється тим, що має низку істотних переваг.

Основні переваги пропонованого способу - пасивність і автономність захисту ГО від перевищення розрахункового тиску, забезпечують незалежність від джерел електроенергії і реалізують за рахунок природних фізичних процесів. Під час повного знеструмлення АЕС захист ГО від перевищення розрахункового тиску працездатності не втрачає, функціонує автономно і не вимагає втручання персоналу для керування аварійним процесом.

Наступна важлива перевага - підвищену надійність зовнішнього бар'єра безпеки ядерної установки, забезпечують відсутністю насосного обладнання з електроприводами та інших обертових механізмів, виключаючи тим самим необхідність у резервних каналах системи захисту.

Ефективність тепловідведення від бака-приямка кінцевому поглиначу - атмосферному повітрю, забезпечують високою інтенсивністю процесів теплоперенесення в кільцевому ДТС із фазовими переходами. Інтенсивність тепловіддачі від конденсатора кільцевого ДТС кінцевому поглиначу досягають завдяки відносно високій (8...10м/с) швидкості охолодного повітря.

Не допускаючи розгерметизації ГО в аварійних ситуаціях з течєю першого та другого контурів в умовах знеструмлення, заявленим способом виключають проникнення радіоактивних забруднень за межі ГО в навоколишній простір, підвищуючи екологічну безпеку АЕС.

Крім того, відсутність обладнання з обмеженим ресурсом роботи, такого як насоси з електроприводами, скорочує витрати на ремонт системи захисту ГО.

Технічне рішення, пов'язане із застосуванням інжектора для подачі охолодженого розчину на СРО з використанням теплоносія першого контуру з компенсатора тиску для створення напору в інжекторі, а також застосування кільцевого ДТС

для розхолодження гермооб'єму, є істотним, тому що заявлене рішення забезпечує появу нових, відмінних від прототипу властивостей: пасивності, автономності, підвищеної безпеки, у тому числі й екологічної, надійності, ефективності та економічності.

Автономність і пасивність пропонованого рішення є істотними відмінностями, а підвищення безпеки, надійності, ефективності, а також економічності під час технічного і ремонтного обслуговування системи, у якій реалізується заявлений спосіб дозволяє досягти позитивного ефекту.

