



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **105559** (13) **U**  
(51) МПК (2016.01)  
**G21F 9/12** (2006.01)  
**B01J 49/00**  
**C02F 1/42** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

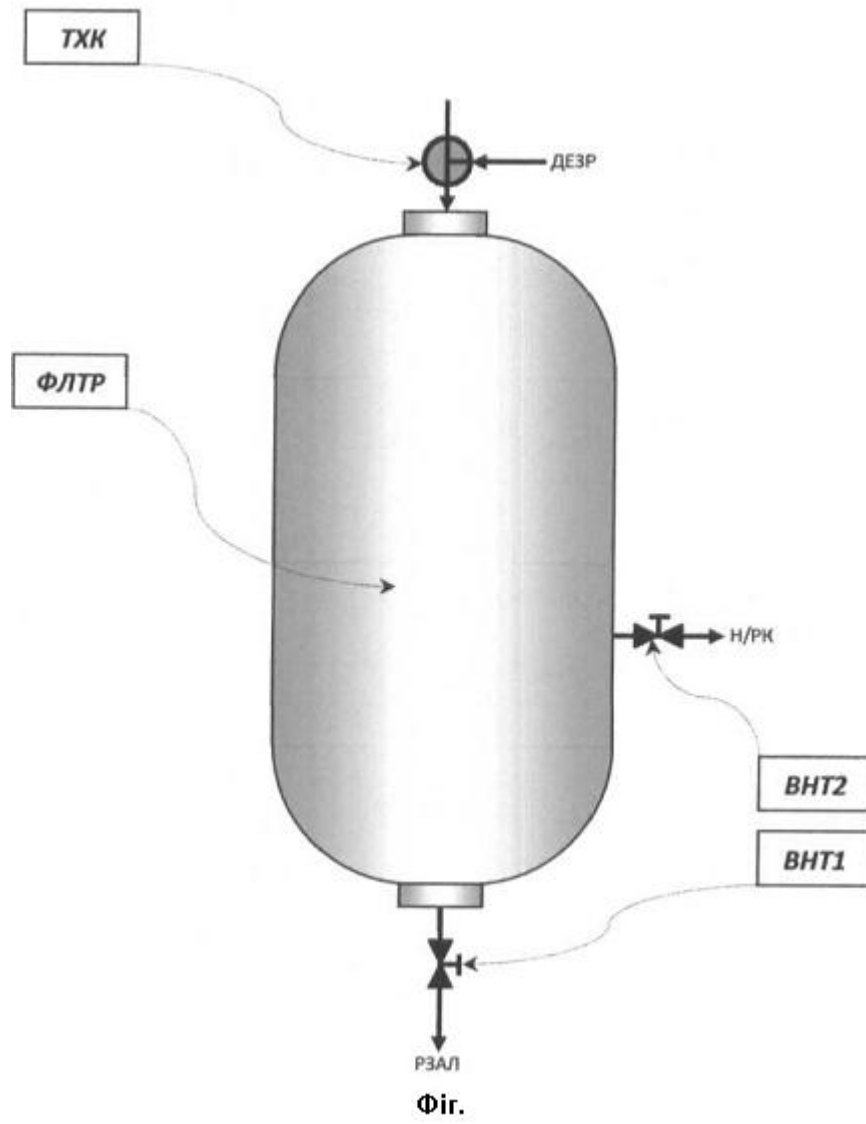
**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2015 09228</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Іванець Валерій Григорович (UA),</b> <b>Корякін Володимир Михайлович (UA),</b> <b>Гайдін Олександр Володимирович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>25.09.2015</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.03.2016</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>Іванець Валерій Григорович,</b> вул. Боголюбова, 14, кв. 160, с. Софіївська Борщагівка, Києво-Святошинський р-н, Київська обл., 08131 (UA)
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.03.2016, Бюл.№ 6</b>	<b>(74)</b> Представник: <b>Кулік Маріанна Дмитрівна</b>

**(54) СПОСІБ РЕГЕНЕРАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ КАТІОНООБМІННИХ СМОЛ АЕС З ДЕЗАКТИВАЦІЄЮ ВІТІСНЕННЯМ****(57) Реферат:**

Спосіб регенерації відпрацьованих катіонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням включає регенерацію і відмивання катіонітового фільтра. Подають в робочий об'єм катіонітового фільтра розчину азотної кислоти з заданою витратою. Припиняють після закінчення заданого часу подавання розчину азотної кислоти. Встановлюють задану витрату промивної води через катіонітовий фільтр. Припиняють після регенераційного відмивання катіонітового фільтра. Скидають після кожного циклу регенерації і відмивання кожного регенераційного і відмивного розчину на подальшу переробку та гідровивантаження після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого катіоніту. Після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого радіоактивного катіоніту перед гідровивантаженням відмитого відпрацьованого радіоактивного катіоніту через робочий об'єм катіонітового фільтра пропускають кислий розчин нітрату багатовалентного металу з групи:  $Mn^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$ ,  $Mn^{4+}$ , переважно,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ , заданої концентрації і з заданою витратою до отримання на виході з катіонітового фільтра регенераційного розчину з питомим рівнем активності, що забезпечує звільнення його від регулюючого контролю, тобто нелімітоване поховання і необмежене повторне використання. Утворений регенераційний радіоактивний розчин нейтралізують лужним розчином з групи: NaOH, KOH,  $Ca(OH)_2$  або регенерати аніонообмінних фільтрів, переважно, NaOH, регенерати аніонообмінних фільтрів, а утворену в результаті нейтралізації лужним розчином радіоактивну суспензію подають на затвердіння.

**UA 105559 U**



Корисна модель належить до сфери видалення радіоактивних катіонів з технологічних вод атомних електростанцій на катіонітових фільтрах, зокрема до регенерації катіонообмінних смол, і може бути використаною для дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів у вигляді катіонітів, що застосовуються на АЕС і в інших галузях промисловості, які мають справу з розчинами радіоактивних катіонів.

Відомим аналогом є спосіб регенерації катіонітів (див., наприклад, опис винаходу до патенту РФ спосіб регенерації катіонітів RU 2026825 C1 від 07.09.1992. МПК 6 C02F 1/42, B01J 49/00). Відомий спосіб регенерації катіоніту, відпрацьованого в процесі водень-катіонування води, включає двопорційну регенерацію розчином сірчаної кислоти при використанні в ролі другої порції дозміщеного розчину кислоти, відмивання катіоніту, фільтрування відпрацьованого регенераційного розчину і відмивної води через аніоніт з подальшою десорбцією сірчаної кислоти з аніоніту водою і використання отриманого розчину кислоти для регенерації катіоніту, при цьому десорбцію кислоти здійснюють при об'ємному співвідношенні води і аніоніти 6...12:1, відповідно, причому для отримання першої порції регенераційного розчину беруть 60...80 мас. % від загального об'єму води, для отримання другої порції - 3...18 мас. % від загального об'єму води з подальшим дозміщенням зазначеної порції до концентрації сірчаної кислоти 4...9 мас. %, а в ролі відмивної води катіоніту використовують решту, що пройшла через аніоніт, загального об'єму води.

Відомим аналогом є спосіб регенерації іонітових фільтрів установок обробки радіоактивних відходів атомної електростанції (див., наприклад, опис винаходу до авторського свічення SU 1762666 A1 від 02.11.1990. МПК 6 G21F 9/12). Даний спосіб належить до сфери техніки обробки радіоактивних відходів і включає попереднє очищення від радіонуклідів катіоніту пропусканням через нього розчину кислої натрієвої солі сильної мінеральної кислоти при сумарній концентрації іонів натрію і водню 10...100 г/л і очищення отриманого розчину від радіонуклідів на фероціанідному сорбенті і подальшу обробку катіоніту і аніоніту, відповідно, кислим і лужним регенераційними розчинами. Розчин кислої натрієвої солі сильної мінеральної кислоти може бути отриманий витісненням відпрацьованих лужних і кислих регенераційних розчинів.

Недоліками аналогів є велика номенклатура радіоактивних відходів, що виникають, у вигляді радіоактивних розчинів і радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів, а також високі фінансові витрати, зумовлені тимчасовим зберіганням відпрацьованих радіоактивних катіонообмінних смол в ємностях тимчасового зберігання РРВ. При регенерації катіонітів розчинами кислот навіть при високих концентраціях катіонів водню та/або натрію (до 100 г/л) в катіонообмінній смолі залишаються не витісненими радіоактивні та нерадіоактивні катіони двовалентних металів, хімічний потенціал яких в катіоніті вищий за хімічний потенціал катіонів водню та/або натрію в регенеруючому розчині. У результаті багаторазових циклів регенерації і промивання іонообмінна потужність катіоніту за рахунок залишкових (не витіснених катіонами водню та/або натрію) радіоактивних і нерадіоактивних двовалентних катіонів зменшується до граничного значення, при якому катіоніт переходить в розряд відпрацьованого фільтрувального матеріалу. Після останньої регенерації і відмивання відпрацьований радіоактивний катіоніт, що містить радіоактивні та нерадіоактивні катіони, скидається в ємність тимчасового зберігання РРВ. При застосуванні відомих способів регенерації катіонітів утворюються два види радіоактивних залишків: радіоактивний розчин, що містить радіонукліди, переважно у вигляді одновалентних катіонів цезію, що утворюється кожен раз при проведенні процесу регенерації катіоніту, і радіоактивний відпрацьований катіоніт, що містить радіонукліди, переважно у вигляді двовалентних катіонів кобальту, стронцію, марганцю тощо, що утворюється при останній регенерації катіоніту. Таким чином, застосування відомих способів регенерації катіонітів веде до збільшення номенклатури радіоактивних відходів, що виникають на АЕС, з одного боку, і до підвищених фінансових витрат на тимчасове зберігання відпрацьованих катіонітів, з іншого боку.

Найближчим аналогом до корисної моделі є спосіб очищення трапних вод (див., наприклад, Інструкція для експлуатації системи очищення трапних вод. 10.ХЦ.ТР.ІЕ.09Ж. Міністерство палива та енергетики України. Державне підприємство "Національна атомна енергогенеруюча компанія "Енергоатом". ВП Запорізька АЕС. Хімічний цех. 2007). Відомий спосіб очищення трапних вод включає приймання і попереднє очищення трапних вод, очищення трапних вод на випарній установці і вузлі доочищення дистилату, видачу кубового залишку, кислотну лужну промивку випарного апарату, кислотну промивку конденсатора-дегазатора, розпушування та відмивання катіонітових та аніонітових фільтрів, регенерацію катіонітових і аніонітових фільтрів.

Приймання і попереднє очищення трапних вод здійснюють постійно або періодично в залежності від надходження трапних вод. У режимі нормальної експлуатації системи трапну воду з бака-приямка насосами перекачують у бак-відстійник. Трапна вода самопливом з бака-

відстійника надходить в бак декантата. З бака декантата трапну воду насосами через фільтри передочищення перекачують у трапні баки. Очищену на фільтрах воду направляють в один з трьох баків, в одному з яких (при заповненому баку) визначають водневий показник рН і при необхідності корегують рН від 11,0 до 11,5 одиниць. Коригування рН здійснюють розчином

5 гідроксиду натрію. При переробці трапних вод, що містять сполуки аміаку, коригування рН здійснюють з урахуванням випаровування аміаку в процесі випарювання, в результаті чого істинна величина рН в випарному апараті може виявитися істотно менше, ніж після коригування в баках трапних вод. Далі освітлену трапну воду насосами подають в циркуляційну трубу випарного апарату.

10 Очищення трапної води в випарній установці і вузлі доочистки дистиляту здійснюють наступним чином. Через регулюючий клапан в циркуляційну трубу випарного апарату подають попередньо очищену трапну воду. Нормальну роботу випарного апарату забезпечують: безперервним відведенням вторинної пари з випарного апарату на конденсатор-дегазатор; безперервним підведенням до випарного апарату гріючої пари; безперервним відведенням від

15 випарного апарату конденсату гріючої пари; безперервним підведенням до випарного апарату флегми; безперервним перетіканням частини упареного розчину з випарного апарату в доупарювач. Нормальну роботу доупарювача забезпечують: безперервним відведенням вторинної пари з доупарювача в сепаратор випарного апарату; безперервним підведенням до доупарювача гріючої пари; безперервним відведенням від доупарювача конденсату гріючої

20 пари; безперервним підведенням сольового концентрату з випарного апарату. Нормальну роботу конденсатора-дегазатора забезпечують: безперервною подачею вторинної пари з випарного апарату; безперервним підведенням і відведенням охолоджуючої води; безперервним відведенням газів в дефлегматор здувок; безперервним відведенням дегазованого дистиляту з конденсатора-дегазатора. Нормальну роботу дефлегматора здувок

25 забезпечують: безперервним підведенням і відведенням охолоджуючої води; безперервним відведенням охолоджених газів до системи газових здувок; безперервним відведенням конденсату. Після конденсатора-дегазатора дистилят насосами подають на механічні фільтри і далі в один з контрольних баків. Доочистку дистиляту з контрольних баків здійснюють шляхом пропускання його через іонообмінні фільтри. Вузол упарювання і іонообмінного очищення

30 включають в роботу в міру накопичення води в баках освітлених трапних вод.

Розпушування відмиванням фільтруючого матеріалу катіонітового та/або аніонітового фільтрів здійснюють при наявності одного з наступних факторів: у фільтр завантажений новий фільтруючий матеріал; перепад тиску становить більше 1,0 кгс/см<sup>2</sup>; перед регенерацією катіонітового та/або аніонітового фільтрів.

35 Порядок проведення регенерації і відмивання катіонітового фільтра включає наступну послідовність операцій: складання схеми подавання промивної води з бака власних потреб через змішувач азотної кислоти і катіонітовий фільтр в бак трапних вод; видалення повітря з катіонітового фільтра; встановлення заданої витрати промивної води на фільтр; подавання на змішувач концентрованого розчину азотної кислоти з заданою витратою; після закінчення

40 заданого часу припинення подавання розчину азотної кислоти та розбирання схеми подавання концентрованого розчину азотної кислоти; встановлення заданої витрати промивної води через катіонітовий фільтр; здійснення аналізів проб після катіонітового фільтра на рН, Na<sup>+</sup> і кислотність після однієї години відмивання і далі через кожні 15 хвилин; припинення після регенераційного відмивання за умови необхідності проведення також і регенерації

45 аніонітового фільтра по досягненні кислотності після катіонітового фільтра 500 мкг-екв/л або за відсутності необхідності проведення регенерації аніонітового фільтра до отримання після фільтра наступних аналізів: водневий показник рН - не менше 4,5 одиниць, масова концентрація Na<sup>+</sup> - не більше 0,1 мг/л, кислотність - не більше 100 мкг-екв/л.

Регенерацію аніонітового фільтра здійснюють при наявності одного з наступних факторів: у

50 фільтр завантажений новий фільтруючий матеріал, що знаходиться в сольовій формі; водневий показник рН після аніонітового фільтра менше 6 одиниць; масова концентрація Cl<sup>-</sup> після аніонітового фільтра більше 0,05 мг/л.

Порядок проведення регенерації і відмивання аніонітових фільтрів включає наступну послідовність операцій: складання схеми подачі промивної води з бака власних потреб через

55 змішувач та аніонітовий фільтр в бак трапних вод; видалення повітря з аніонітового фільтра і встановлення заданої витрати промивної води на фільтр; подавання на змішувач концентрованого розчину гідроксиду натрію з заданою витратою; припинення після закінчення заданого часу пропускання розчину гідроксиду натрію заданої концентрації і розбирання схеми подавання концентрованого розчину гідроксиду натрію; встановлення заданої витрати

60 промивної води через аніонітовий фільтр; здійснення після однієї години відмивання і далі

через кожні 15 хвилин аналізів проб після аніонітового фільтра на водневий показник рН, масову концентрацію  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  і лужність; припинення відмивання по досягненні лужності після аніонітового фільтра 500 мкг-екв/л; збирання схеми подавання промивної води з бака власних потреб через змішувач азотної кислоти та послідовно через катіонітовий фільтр із заданою витратою промивної води; відмивання до отримання після катіонітового і аніонітового фільтрів наступних аналізів: після катіонітового фільтра водневий показник рН не менше 4,5 одиниць, масова концентрація  $\text{Na}^+$  не більше 0,1 мг/л, кислотність не більше 100 мкг-екв/л і після аніонітового фільтра водневий показник рН не більше 8,2 одиниць, масова концентрація  $\text{Na}^+$  не більше 0,1 мг/л, масова концентрація  $\text{Cl}^-$  не більше 0,05 мг/л, лужність не більше 100 мкг/л; закінчення відмивання і розбирання схеми відмивання.

Гідровивантаження фільтруючого матеріалу здійснюють після закінчення терміну служби матеріалу або за результатами аналізу роботи фільтрів, а також при необхідності ремонту нижньої розподільчої системи фільтра. Гідровивантаження фільтруючого матеріалу в ємність фільтруючих матеріалів включає наступну послідовність операцій: складання схеми прийому сорбенту в ємність фільтруючих матеріалів низькоактивних або високоактивних сорбентів; встановлення заданої витрати промивної води; ведення періодичного контролю за вивантаженням сорбенту через повітряники фільтра; завершення гідровивантаження фільтруючого матеріалу протягом 2 годин; дренаж залишків води в спецканалізацію.

Порядок проведення завантаження фільтруючого матеріалу включає наступну послідовність операцій: підготовку фільтруючого матеріалу в заданому обсязі; завантаження відповідної кількості фільтруючого матеріалу у фільтр через люк або через завантажувальний штуцер у верхній частині фільтра; вимір рівня фільтруючого матеріалу у фільтрі; ущільнення люка фільтра; заповнення фільтра водою і перевірку ущільнення фільтра. Після завантаження фільтра новим фільтруючим матеріалом, фільтр заповнюють промивною водою для набухання сорбенту протягом 16-24 годин. Після цього проводять розпушування відмиванням фільтруючого матеріалу і його регенерацію, при цьому час пропускання регенераційних розчинів збільшують удвічі.

Суттєвими ознаками найближчого аналога, які збігаються з корисною моделлю є:

- регенерація і відмивання катіонітового фільтра шляхом:
- подавання в робочий об'єм катіонітового фільтра розчину азотної кислоти з заданою витратою;
- після закінчення заданого часу припинення подавання розчину азотної кислоти,
- встановлення заданої витрати промивної води через катіонітовий фільтр,
- припинення після регенераційного відмивання катіонітового фільтра,
- скидання після кожного циклу регенерації і відмивання кожного регенераційного і відмитого розчину на подальшу переробку,
- гідровивантаження після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого катіоніту.

Суттєвими ознаками корисної моделі, які відрізняються від найближчого аналога, є:

- пропускання після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого радіоактивного катіоніта перед гідровивантаженням відмитого відпрацьованого радіоактивного катіоніту через робочий об'єм катіонітового фільтра кислого розчину нітрату багатовалентного металу з групи:  $\text{Mn}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Mn}^{4+}$ , переважно,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ , заданої концентрації і з заданою витратою до отримання на виході з катіонітового фільтра регенераційного розчину з питомим рівнем активності, що забезпечує звільнення його від регулюючого контролю, тобто нелімітоване поховання і необмежене повторне використання,
- нейтралізація утвореного регенераційного радіоактивного розчину лужним розчином з групи:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$  або регенерати аніонообмінних фільтрів, переважно,  $\text{NaOH}$ , регенерати аніонообмінних фільтрів,
- подавання утвореної в результаті нейтралізації лужним розчином радіоактивної суспензії на затвердіння.

В основу корисної моделі поставлена задача за рахунок видалення з радіоактивних відпрацьованих катіонообмінних смол радіоактивних компонентів шляхом витіснення їх дезактивуючими розчинами з хімічним потенціалом розчинених катіонів, більшим за хімічний потенціал радіонуклідів у твердій фазі катіонітів, забезпечити дезактивацію відпрацьованих катіонітів до питомого рівня активності, що забезпечує звільнення від регулюючого контролю, тобто нелімітоване поховання і необмежене повторне використання.

Очікуваним технічним результатом технічного рішення, що заявляється, (способу регенерації відпрацьованих катіонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням) є зниження обсягів РРВ, що утворюються при регенерації катіонообмінних смол АЕС, з

дезактивацією витісненням. За рахунок зниження обсягів РРВ відбувається зменшення витрат на тимчасове зберігання відпрацьованих катіонітів.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб регенерації відпрацьованих катіонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням, що включає регенерацію і відмивання катіонітового фільтра шляхом: подавання в робочий об'єм катіонітового фільтра розчину азотної кислоти з заданою витратою, припинення після закінчення заданого часу подавання розчину азотної кислоти, встановлення заданої витрати промивної води через катіонітовий фільтр, припинення після регенераційного відмивання катіонітового фільтра, скидання після кожного циклу регенерації і відмивання кожного регенераційного і відмивного розчину на подальшу переробку та гідровивантаження після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого катіоніту, згідно з корисною моделлю,

- після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого радіоактивного катіоніта перед гідровивантаженням відмитого відпрацьованого радіоактивного катіоніту через робочий об'єм катіонітового фільтра пропускають кислий розчин нітрату багатовалентного металу з групи:  $Mn^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$ ,  $Mn^{4+}$ , переважно,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ , заданої концентрації і з заданою витратою до отримання на виході з катіонітового фільтра регенераційного розчину з питомим рівнем активності, що забезпечує звільнення його від регулюючого контролю, тобто нелімітоване поховання і необмежене повторне використання,

- утворений регенераційний радіоактивний розчин нейтралізують лужним розчином з групи:  $NaOH$ ,  $KOH$ ,  $Ca(OH)_2$  або регенерати аніонообмінних фільтрів, переважно,  $NaOH$ , регенерати аніонообмінних фільтрів,

- утворену в результаті нейтралізації лужним розчином радіоактивну суспензію подають на затвердіння.

При пропусканні після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого радіоактивного катіоніта перед гідровивантаженням відмитого відпрацьованого радіоактивного катіоніту через робочий об'єм катіонітового фільтра кислого розчину нітрату багатовалентного металу з групи:  $Mn^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$ ,  $Mn^{4+}$ , переважно,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ , заданої концентрації і з заданою витратою до отримання на виході з катіонітового фільтра регенераційного розчину з питомим рівнем активності, що забезпечує звільнення його від регулюючого контролю, тобто нелімітоване поховання і необмежене повторне використання,

- при нейтралізації утвореного регенераційного радіоактивного розчину лужним розчином з групи:  $NaOH$ ,  $KOH$ ,  $Ca(OH)_2$  або регенерати аніонообмінних фільтрів, переважно,  $NaOH$ , регенерати аніонообмінних фільтрів,

- при подаванні утвореної в результаті нейтралізації лужним розчином радіоактивної суспензії на затвердіння,

- за рахунок видалення з радіоактивних відпрацьованих катіонообмінних смол шляхом витіснення їх дезактивуючими розчинами з хімічним потенціалом розчинених катіонів, більшим хімічного потенціалу радіонуклідів у твердій фазі катіонітів, забезпечується дезактивація відпрацьованих катіонітів до питомого рівня активності, що забезпечує звільнення від регулюючого контролю, тобто нелімітоване поховання і необмежене повторне використання.

Таким чином, сукупність відмітних суттєвих ознак технічного рішення, що заявляється, (способу регенерації відпрацьованих катіонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням) веде до зниження обсягів РРВ, що утворюються при регенерації катіонообмінних смол АЕС, і зменшення витрат на тимчасове зберігання відпрацьованих катіонітів, тобто до досягнення зазначеного технічного результату.

Корисна модель пояснюється кресленням, де зображена принципова схема апаратного оформлення процесу регенерації відпрацьованих катіонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням.

ДЕЗР - розчин нітрату багатовалентного металу, що вводиться в поровий простір відпрацьованого катіоніту для витіснення одно- і двовалентних радіоактивних та нерадіоактивних катіонів,

РЗАЛ - радіоактивний залишок у вигляді регенераційних розчинів, нейтралізований лужним агентом, що скидається на подальшу переробку,

Н/РК - катіоніт, вивантажений з робочого катіонітового фільтра з рівнем активності, що забезпечує звільнення від регулюючого контролю, тобто нелімітоване поховання і необмежене повторне використання,

ФЛТР - фільтр з відпрацьованим катіонітом,

ТХК - триходовий кран, що забезпечує подавання розчину нітрату багатовалентного металу,

ВНТ1 - запірний вентиль на магістралі вивантаження радіоактивних залишків,

ВНТ2 - запірний вентиль на магістралі вивантаження дезактивованого катіоніту.

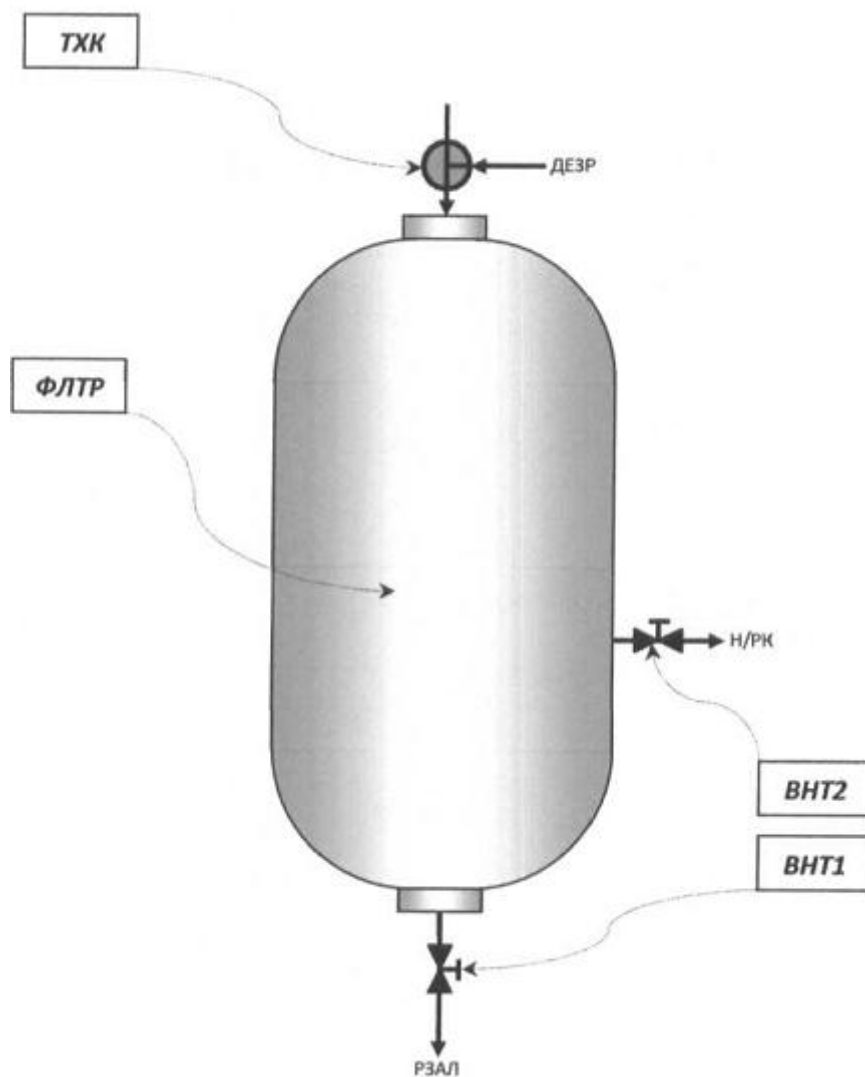
Корисну модель виконують наступним чином.

Після останнього циклу регенерації і відмивання іонообмінна потужність катіоніту становила 2,65 мг-екв/г, тобто знизилася на 47 %. Середня питома активність відпрацьованого катіоніту, об'єм якого становив 1,68 м<sup>3</sup>, знаходилася в межах 1,05...1,15 Кі/м<sup>3</sup>. Через робочий об'єм фільтра (ФЛТР), поровий простір якого становив 37 %, тобто 0,621 м<sup>3</sup>, не вивантажуючи відмитий відпрацьований радіоактивний катіоніт, пропускали кислий розчин нітрату багатовалентного металу (ДЕЗР) протягом 16 годин, встановивши триходовий кран (ТХК) в положення, що забезпечує подачу ДЕЗР. В ролі нітрату багатовалентного металу використовували розчин нітрату заліза-3 з концентрацією 8 %. Об'єм поданого кислого розчину нітрату заліза-3 склав 2,712 м<sup>3</sup>. Через 16 годин рівень питомої активності відпрацьованого регенераційного розчину склав 0,215 Кі/м<sup>3</sup>. По досягненні такого рівня питомої радіоактивності подавання розчину нітрату заліза-3 припинили. Після закінчення подавання розчину нітрату заліза-3 отриманий регенераційний радіоактивний розчин (РЗАЛ) об'ємом 2,712 м<sup>3</sup> повністю видалили на нейтралізацію. Виведений на нейтралізацію РЗАЛ мав питому радіоактивність 0,793 Кі/м<sup>3</sup>. При цьому питома радіоактивність дезактивованого катіоніту склала 0,0386 Бк/г, що забезпечувало звільнення його від регулюючого контролю, тобто нелімітоване поховання і необмежене повторне використання.

У результаті здійснення процесу дезактивації відпрацьованого радіоактивного катіоніту був отриманий сумарний радіоактивний залишок у вигляді радіоактивного розчину об'ємом 2,17 м<sup>3</sup> з питомою радіоактивністю 0,793 Кі/м<sup>3</sup>. Подальшу переробку видаленого з робочого об'єму ФЛТР радіоактивного регенераційного розчину (РЗАЛ) здійснювали нейтралізацією розчином гідроксиду натрію. Утворену в результаті цього радіоактивну суспензію, в основному гідроксидів заліза-3 з домішкою гідроксидів двовалентних металів, направляли на затвердіння.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб регенерації відпрацьованих катіонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням, що включає регенерацію і відмивання катіонітового фільтра шляхом: подавання в робочий об'єм катіонітового фільтра розчину азотної кислоти з заданою витратою, припинення після закінчення заданого часу подавання розчину азотної кислоти, встановлення заданої витрати промивної води через катіонітовий фільтр, припинення після регенераційного відмивання катіонітового фільтра, скидання після кожного циклу регенерації і відмивання кожного регенераційного і відмивного розчину на подальшу переробку та гідровивантаження після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого катіоніту, який **відрізняється** тим, що після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого радіоактивного катіоніту перед гідровивантаженням відмитого відпрацьованого радіоактивного катіоніту через робочий об'єм катіонітового фільтра пропускають кислий розчин нітрату багатовалентного металу з групи:  $Mn^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$ ,  $Mn^{4+}$ , переважно  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ , заданої концентрації і з заданою витратою до отримання на виході з катіонітового фільтра регенераційного розчину з питомих рівнем активності, що забезпечує звільнення його від регулюючого контролю, тобто нелімітоване поховання і необмежене повторне використання, при цьому утворений регенераційний радіоактивний розчин нейтралізують лужним розчином з групи:  $NaOH$ ,  $KOH$ ,  $Ca(OH)_2$  або регенерати аніонообмінних фільтрів, переважно  $NaOH$ , регенерати аніонообмінних фільтрів, а утворену в результаті нейтралізації лужним розчином радіоактивну суспензію подають на затвердіння.



Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601