



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **114552** (13) **C2**  
(51) МПК (2017.01)  
**G21F 9/12** (2006.01)  
**C02F 1/42** (2006.01)  
**B01J 49/00**

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

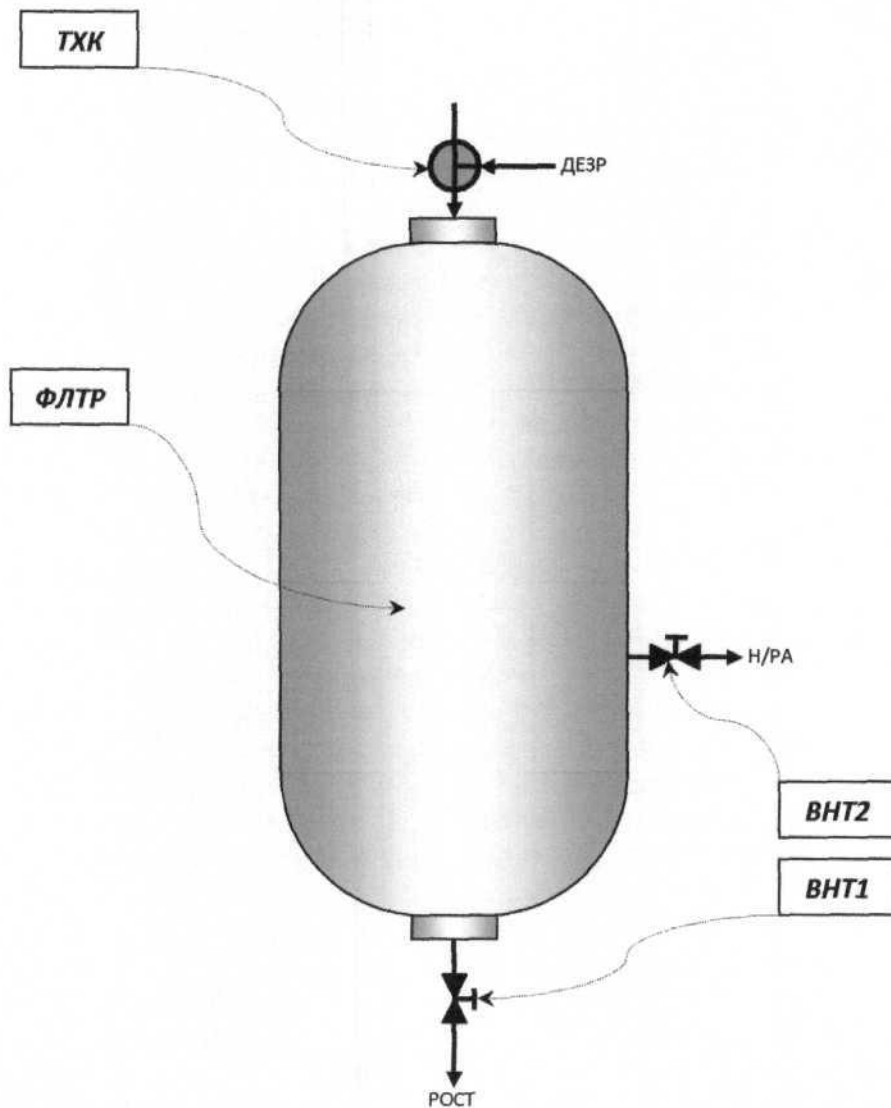
|   |  |
|---|--|
| <b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2015 09236</b>                                     | <b>(72)</b> Винахідник(и):<br><b>Іванець Валерій Григорович (UA),<br/>Корякін Володимир Михайлович (UA),<br/>Гайдін Олександр Володимирович (UA)</b>   |
| <b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>25.09.2015</b>                                |  |
| <b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>26.06.2017</b>            |  |
| <b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку: <b>25.03.2016, Бюл.№ 6</b>          | <b>(73)</b> Власник(и):<br><b>Іванець Валерій Григорович,<br/>вул. Боголюбова, 14, кв. 160, с. Софіївська<br/>Борщагівка, Києво-Святошинський р-н,<br/>08131 (UA)</b>  |
| <b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>26.06.2017, Бюл.№ 12</b> | <b>(74)</b> Представник:<br><b>Кулік Маріанна Дмитрівна</b>  |
|   | <b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою:<br>JP H0691177 A, 05.04.1994<br>JP H10216536 A, 18.08.1998<br>JP S5684641 A, 10.07.1981<br>SU 1787526 A1, 15.01.1993<br>EP 0142359 B1, 19.10.1988<br>DE 1807694 A1, 01.10.1970<br>US 3458436 A, 29.07.1969<br>SU 1762666 A1, 02.11.1990 |

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

Винахід належить до способів видалення радіоактивних аніонів з технологічних вод атомних електростанцій на аніонітових фільтрах, зокрема до способів регенерації аніонообмінних смол, і може бути використаний для дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів у вигляді аніонітів, які використовуються на АЕС і в інших галузях промисловості, що мають справу з розчинами радіоактивних аніонів. В основу технічного рішення, що заявляється, поставлено задачу за рахунок видалення з радіоактивних відпрацьованих аніонообмінних смол шляхом витіснення їх дезактивуючими розчинами з хімічним потенціалом розчинених аніонів, більшим за хімічний потенціал радіонуклідів у твердій фазі аніонітів, забезпечити дезактивацію відпрацьованих аніонітів до питомого рівня активності, що забезпечує звільнення від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення і необмежене повторне використання. Очікуваним технічним результатом технічного рішення, що заявляється, способу регенерації відпрацьованих аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням, є зменшення обсягів РРВ, що утворюються при регенерації аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням. За рахунок скорочення обсягів РРВ відбувається зменшення витрат на тимчасове зберігання відпрацьованих аніонітів. Зазначений технічний результат досягається за рахунок того, що в способі регенерації відпрацьованих аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням, що включає пропускання через аніонітовий фільтр лужного розчину натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів, відмивання регенованого аніоніту, скидання після кожного циклу регенерації і відмивання кожного регенераційного і відмивного розчину на подальшу переробку,

**UA 114552 C2**

гідровивантаження після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого радіоактивного аніоніту, відповідно до технічного рішення, що заявляється, після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого радіоактивного аніоніту перед його гідровивантаженням через робочий об'єм фільтра, не вивантажуючи відмитий відпрацьований радіоактивний аніоніт, пропускають лужний розчин натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів з групи:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{BO}_3^{3-}$ , переважно  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{BO}_3^{3-}$ , заданої концентрації і з заданою витратою до отримання на виході з фільтра регенераційних розчинів з необхідною питомою активністю, при цьому регенераційний розчин, що утворюється після пропускання лужного розчину натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів через робочий об'єм фільтра, нейтралізують кислим агентом з групи:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  або регенерат катіонообмінних фільтрів, переважно  $\text{HNO}_3$  або регенерат катіонообмінних фільтрів, а радіоактивну суспензію, утворену в результаті нейтралізації, направляють на затвердіння.



Винахід належить до способів видалення радіоактивних аніонів з технологічних вод атомних електростанцій на аніонітових фільтрах, зокрема до способів регенерації аніонообмінних смол, і може бути використаний для дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів у вигляді аніонітів, які використовуються на АЕС і в інших галузях промисловості, що мають справу з розчинами радіоактивних аніонів.

Відомий спосіб регенерації іонітових фільтрів установок обробки радіоактивних відходів атомної електростанції (див., наприклад, опис винаходу до авторського свідоцтва SU 1762666 A1 від 02.11.1990. МПК 6 G21F 9 /12). Даний спосіб належить до 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 та аніоніту, відповідно, кислим і лужним регенераційними розчинами. Розчин кислої натрієвої солі сильної мінеральної кислоти може бути отриманий змішуванням відпрацьованих лужних і кислих регенераційних розчинів.

Недоліками відомого способу регенерації іонітових фільтрів установок обробки радіоактивних відходів атомної електростанції є великий обсяг РРВ, що утворюються, у вигляді радіоактивних розчинів, а також високі фінансові витрати, зумовлені їх тимчасовим зберіганням.

Відомий також спосіб очищення трапних вод (див., наприклад, Інструкція для експлуатації системи очищення трапних вод. 10.XЦ.ТК.ІЕ.О9Ж. 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 дистиляту, видачу кубового залишку, кислотно-лужну промивку випарного апарата, 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 залежно від надходження трапних вод. У режимі нормальної експлуатації системи трапних вод з бака-приямка насосами перекачують у бак-відстійник. Трапна вода самотпливом з бака-відстійника надходить в бак декантату. З бака декантату 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 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 меншою, ніж після коригування в баках трапних вод. Далі воду насосами освітлених трапних вод подають в циркуляційну трубу випарного апарата.

Очищення трапних вод в випарній установці і вузлі доочистки дистиляту здійснюють наступним чином. Через регулюючий клапан в циркуляційну трубу випарного апарата подають попередньо очищену трапну воду. Нормальну роботу випарного апарата забезпечують: безперервним відведенням вторинної пари з випарного апарата на конденсатор-дегазатор; безперервним підведенням до випарного апарата гріючої пари; безперервним відведенням від випарного апарата конденсату гріючої пари; безперервним підведенням до випарного апарата флегми; безперервним перетіканням частини упареного розчину з випарного апарата в доупарювач. Нормальну роботу доупарювача забезпечують: безперервним відведенням вторинної пари з доупарювача в сепаратор випарного апарата; безперервним підведенням до доупарювача гріючої пари; безперервним відведенням від доупарювача конденсату гріючої пари; безперервним підведенням сольового концентрату з випарного апарата. Нормальну роботу конденсатора-дегазатора забезпечують: безперервною подачею вторинної пари з випарного апарата; безперервним підведенням і відведенням охолоджуючої води; безперервним відведенням газів в дефлегматор здувок; безперервним відведенням дегазованого дистиляту з конденсатора-дегазатора. Нормальну роботу дефлегматора здувок 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 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.

Порядок проведення регенерації і відмивання катіонітового фільтра включає наступну послідовність операцій: складання схеми подачі промивної води з бака власних потреб через змішувач нітратної 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 нітратної кислоти з заданою витратою; після закінчення заданого часу припинення подавання розчину нітратної кислоти та розбирання схеми подавання концентрованого розчину нітратної 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 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 однієї з наступних факторів: у 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 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 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 Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> 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 нітратної кислоти та послідовно через катіонітовий фільтр із заданою витратою промивної води; відмивання до отримання після катіонітового і аніонітового фільтрів наступних результатів аналізів: після катіонітового фільтра 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 і після аніонітового фільтра водневий показник рН не більше 8,2 одиниць, масова концентрація Na<sup>+</sup> не більше 0,1 мг/л, масова концентрація Cl<sup>-</sup> 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.

Даний спосіб очищення трапних вод (Інструкція для експлуатації системи очищення трапних вод. 10.XI4.TR.IE.09Ж. Міністерство палива та енергетики України. Державне підприємство "Національна атомна енергогенеруюча компанія "Енергоатом". ВП Запорізька АЕС Хімічний цех. 2007 р.) є найбільш близьким до способу, що заявляється, регенерації відпрацьованих аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням, і вибраний в ролі прототипу.

Недоліками даного способу очищення трапних вод 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 іонообмінних смол в ємностях тимчасового зберігання РР8. При регенерації іонітів кислими і лужними регенераційними розчинами навіть при високих концентраціях катіонів водню та/або натрію (до 100 г/л) та аніонів  $\text{OH}^-$  в іонообмінних смолах залишаються не витісненими радіоактивні компоненти, типу катіонів двовалентних металів, та радіоактивні аніони, типу органічних комплексів, хімічні потенціали яких в іонітах вищі за хімічний потенціал катіонів водню та/або натрію та аніонів в регенераційному розчині. У результаті багаторазових циклів регенерації і промивання іонообмінна сила іонітів за рахунок залишкових (не витіснених катіонами водню та/або натрію і аніонами  $\text{OH}^-$ ) радіоактивних катіонів та аніонів зменшується до граничного значення, при якому катіоніт або аніоніт переходять у розряд відпрацьованих фільтруючих матеріалів. Після останньої регенерації і відмивання відпрацьовані радіоактивні катіоніти та аніоніти, що містять радіоактивні компоненти, скидають в ємність тимчасового зберігання відпрацьованих фільтруючих матеріалів. При застосуванні відомих способів регенерації катіонітів і аніонітів утворюються два види радіоактивних залишків: 1) 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 і т. п., що утворюється при останній регенерації катіоніту, а також 2) радіоактивний розчин, що містить радіонукліди, переважно у вигляді одновалентних аніонів та органічних комплексів радіонуклідів, що також утворюється кожен раз при проведенні процесу регенерації аніоніту, і радіоактивний відпрацьований аніоніт, що містить радіонукліди, переважно у вигляді одновалентних радіоактивних аніонів органічних комплексів радіонуклідів, що також утворюється при останній регенерації аніоніту. Таким чином, застосування відомих способів регенерації катіонітів і аніонітів веде до збільшення номенклатури радіоактивних відходів, що виникають на АЕС, з одного боку, і до підвищених фінансових витрат на тимчасове зберігання відпрацьованих фільтруючих матеріалів, з іншого боку.

Суттєвими ознаками вибраного прототипу (способу очищення трапних вод), які збігаються зі способом, що заявляється, регенерації відпрацьованих аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням, є:

- пропускання через аніонітовий фільтр лужного розчину натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів,
- відмивання регенованого аніоніту,
- скидання після кожного циклу регенерації і відмивання кожного регенераційного і відмивного розчину на подальшу переробку,
- гідровивантаження після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого радіоактивного аніоніту.

Суттєвими ознаками способу, що заявляється, регенерації відпрацьованих аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням, які відрізняються від способу очищення трапних вод, є:

- пропускання після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого радіоактивного аніоніту перед його гідровивантаженням через робочий об'єм фільтра, не вивантажуючи відмитий відпрацьований радіоактивний аніоніт, лужного розчину натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів з групи:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{BO}_3^{3-}$ , переважно  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{BO}_3^{3-}$ , заданої концентрації і з заданою витратою до отримання на виході з фільтра регенераційних розчинів з питомою активністю, що забезпечує звільнення їх від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення та/або необмежене повторне використання,
- нейтралізація регенераційних розчинів, що утворюються після пропускання лужного розчину натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів через робочий об'єм фільтра, кислим агентом з групи:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  або регенерат катіонообмінних фільтрів, переважно  $\text{HNO}_3$  або регенерат катіонообмінних фільтрів,
- направлення радіоактивної суспензії, утвореної в результаті нейтралізації, на затвердіння.

В основу технічного рішення, що заявляється, поставлено задачу за рахунок видалення з радіоактивних відпрацьованих аніонообмінних смол шляхом витіснення їх дезактивуючими розчинами з хімічним потенціалом розчинених аніонів, більшим за хімічний потенціал радіонуклідів у твердій фазі аніонітів, забезпечити дезактивацію відпрацьованих аніонітів до питомого рівня активності, що забезпечує звільнення від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення і необмежене повторне використання.

Очікуваним технічним результатом технічного рішення, що заявляється (способу регенерації відпрацьованих аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням), є скорочення обсягів РРВ, що утворюються при регенерації аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням. За рахунок скорочення обсягів РРВ відбувається зменшення витрат на тимчасове зберігання відпрацьованих аніонітів.

Зазначений технічний результат досягається за рахунок того, що в способі регенерації відпрацьованих аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням, що включає пропускання через аніонітовий фільтр лужного розчину натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів, відмивання регенованого аніоніту, скидання після кожного циклу регенерації і відмивання кожного регенераційного і відмивного розчину на подальшу переробку, гідровивантаження після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого радіоактивного аніоніту, відповідно до технічного рішення, що заявляється,

- після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого радіоактивного аніоніту перед його гідровивантаженням через робочий об'єм фільтра, не вивантажуючи відмитий відпрацьований радіоактивний аніоніт, пропускають лужний розчин натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів з групи:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{BO}_3^{3-}$ , переважно  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{BO}_3^{3-}$ , заданої концентрації і з заданою витратою до отримання на виході з фільтра регенераційних розчинів з питомою активністю, що забезпечує звільнення їх від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення та/або необмежене повторне використання,

- регенераційний розчин, що утворюється після пропускання лужного розчину натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів через робочий об'єм фільтра, нейтралізують кислим агентом з групи:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  або регенерат катіонообмінних фільтрів, переважно  $\text{HNO}_3$  або регенерат катіонообмінних фільтрів,

- радіоактивну суспензію, утворену в результаті нейтралізації, направляють на затвердіння.

Суть технічного рішення, що заявляється (способу регенерації відпрацьованих аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням), полягає в наступному. При пропусканні після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого радіоактивного аніоніту перед його гідровивантаженням через робочий об'єм фільтра, не вивантажуючи відмитий відпрацьований радіоактивний аніоніт, лужного розчину натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів з групи:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{BO}_3^{3-}$ , переважно  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{BO}_3^{3-}$ , заданої концентрації і з заданою витратою до отримання на виході з фільтра регенераційних розчинів з питомою активністю, яка забезпечує звільнення їх від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення та/або необмежене повторне використання, при нейтралізації регенераційних розчинів, що утворюються після пропускання лужного розчину натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів через робочий об'єм фільтра, кислим агентом з групи:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  або регенерат катіонообмінних фільтрів, переважно  $\text{HNO}_3$  або регенерат катіонообмінних фільтрів, при направленні радіоактивної суспензії, утвореної в результаті нейтралізації, на затвердіння, за рахунок видалення з відпрацьованих аніонообмінних смол радіоактивних компонентів шляхом витіснення їх дезактивуючими розчинами з хімічним потенціалом розчинених аніонів, більшим за хімічний потенціал радіонуклідів у твердій фазі аніонітів, забезпечується дезактивація відпрацьованих аніонітів до питомого рівня активності, що забезпечує звільнення від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення і необмежене повторне використання.

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

Суть способу регенерації відпрацьованих аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням ілюструється також принциповою схемою апаратурного оформлення процесу, наведеною на фігурі.

На фігурі зображено апаратурне оформлення процесу регенерації відпрацьованих аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням. Умовні позначення на фігурі:

ДЕЗР - лужний розчин натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів, що вводиться в поровий простір відпрацьованого аніоніту для витіснення одно- і двовалентних радіоактивних аніонів,

РОСТ - радіоактивні залишки у вигляді регенераційного і відмивного розчинів, що нейтралізуються кислим агентом і скидаються на подальшу переробку,

Н/РА - аніоніт, який вивантажується з робочого об'єму фільтра, з рівнем активності, що забезпечує звільнення від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення і необмежене повторне використання,

ФЛТР - фільтр з відпрацьованим аніонітом,

ТХК - триходовий край, що забезпечує подавання лужного розчину натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів або дистилату,

ВНТ1 - запірний вентиль на магістралі виведення радіоактивних залишків,

ВНТ2 - запірний вентиль на магістралі вивантаження аніоніту.

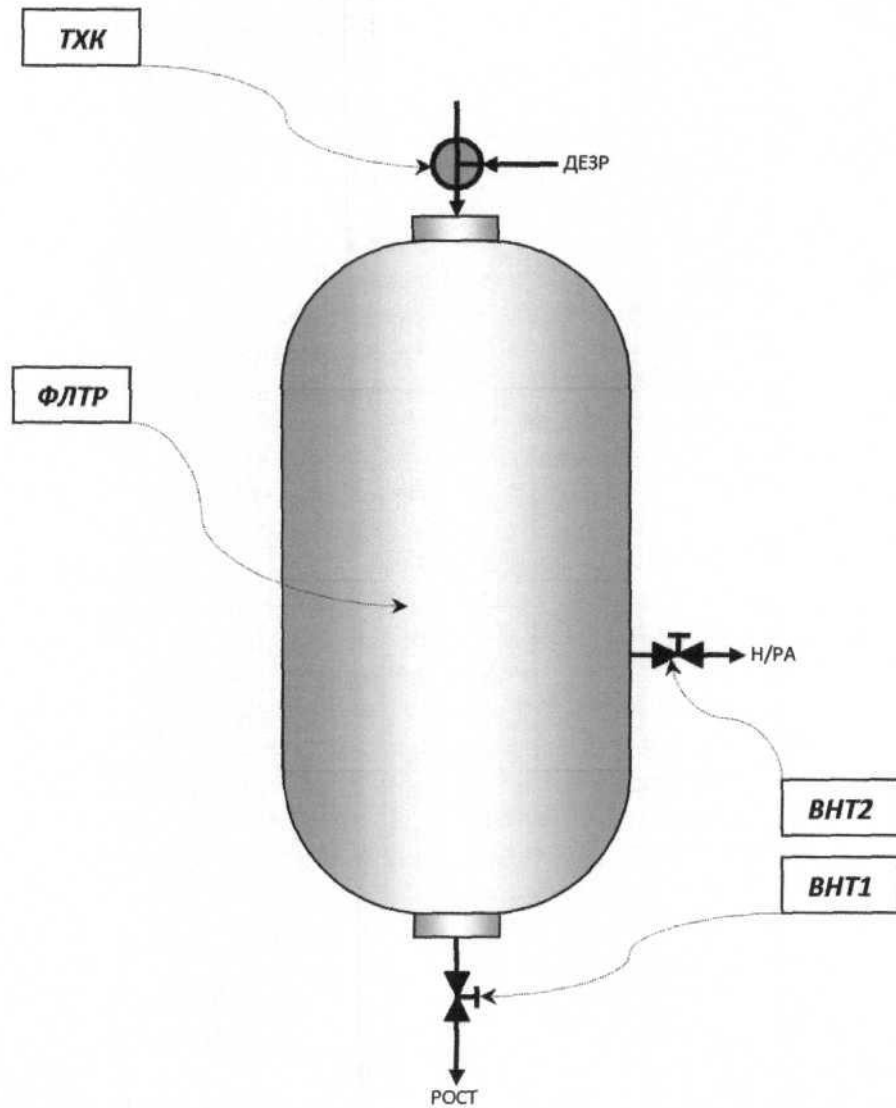
Застосування способу, що заявляється, регенерації відпрацьованих аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням ілюструється наступним прикладом конкретного здійснення.

Приклад. Після останнього циклу регенерації і відмивання перед гідровивантаженням іонообмінна потужність аніоніту становила 2,96 мг-екв/г, тобто знизилася на 42 %. Середня питома активність відпрацьованого аніоніту, об'єм якого становив 1,68 м<sup>3</sup>, знаходилася в межах 1,05-1,15 Ки/м<sup>3</sup>. Через робочий об'єм аніонообмінної фільтра (ФЛТР), поровий простір якого становило 37 %, тобто 0,621 м<sup>3</sup>, не вивантажуючи відмитий відпрацьований радіоактивний аніоніт, пропускали кислий розчин солі багатовалентного металу (ДЕЗР) протягом 16 годин, встановивши триходовий кран (ТХК) в положення, що забезпечує подавання ДЕЗР. В ролі солі багатовалентного металу використовували розчин нітрату заліза-3 з концентрацією 8 %. Через 16 годин пропускання ДЕЗР через робочий об'єм ФЛТР рівень питомої радіоактивності регенераційного розчину, що виходить, склав 0,215 Ки/м<sup>3</sup>. По досягненні цього рівня радіоактивності подавання розчину нітрату заліза-3 припинили і повністю вивели з робочого об'єму аніонообмінного фільтра весь нерадіоактивний ДЕЗР. Об'єм поданого кислого розчину нітрату заліза-3 і об'єм виведеного регенераційного розчину (радіоактивного залишку - РОСТ) склав 2,712 м<sup>3</sup>. Після закінчення подавання кислого розчину нітрату заліза-3 і виведення з робочого об'єму ФЛТР залишків ДЕЗР весь накопичений регенераційний радіоактивний розчин (РОСТ) обсягом 2,712 м<sup>3</sup> направили на нейтралізацію розчином гідроксиду натрію. Накопичений РОСТ мав питому радіоактивність 0,793 Ки/м<sup>3</sup>. Питома радіоактивність дезактивованого аніоніту склала 0,0386 Бк/г, що забезпечувало звільнення його від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення і необмежене повторне використання.

В результаті здійснення процесу дезактивації відпрацьованого радіоактивного аніоніту був отриманий сумарний радіоактивний залишок у вигляді радіоактивного розчину об'ємом 2,712 м<sup>3</sup> з питомою активністю 1,889 Ки/м<sup>3</sup>. Нейтралізацію видаленого з робочого об'єму ФЛТР радіоактивного регенераційного розчину (РОСТ) здійснювали розчином гідроксиду натрію. Утворену в результаті цього радіоактивну суспензію, в основному гідроксидів заліза-3 з незначною домішкою гідроксидів інших двовалентних металів, направляли на затвердіння.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб регенерації відпрацьованих аніонообмінної смол АЕС з дезактивацією витісненням, що включає пропускання через аніонітовий фільтр лужного розчину натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів, відмивання регенованого аніоніту, скидання після кожного циклу регенерації і відмивання кожного регенераційного і відмивного розчину на подальшу переробку, гідровивантаження після останнього циклу регенерації та відмивання відпрацьованого радіоактивного аніоніту, який **відрізняється** тим, що після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого радіоактивного аніоніту перед його гідровивантаженням через робочий об'єм фільтра, не вивантажуючи відмитий відпрацьований радіоактивний аніоніт, пропускають лужний розчин натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів з групи:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{BO}_3^{3-}$ , переважно  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{BO}_3^{3-}$ , заданої концентрації та з заданою витратою до отримання на виході з фільтра регенераційних розчинів з необхідною питомою радіоактивністю, при цьому регенераційний розчин, що утворюється після пропускання лужного розчину натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів через робочий об'єм фільтра, нейтралізують кислим агентом з групи:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  або регенерат катіонообмінних фільтрів, переважно  $\text{HNO}_3$  або регенерат катіонообмінних фільтрів, а утворену в результаті нейтралізації радіоактивну суспензію направляють на затвердіння.




---

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

---

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

---

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