



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **113583** (13) **C2**
(51) МПК (2016.01)
G21F 9/12 (2006.01)
C02F 1/42 (2006.01)
B01J 49/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

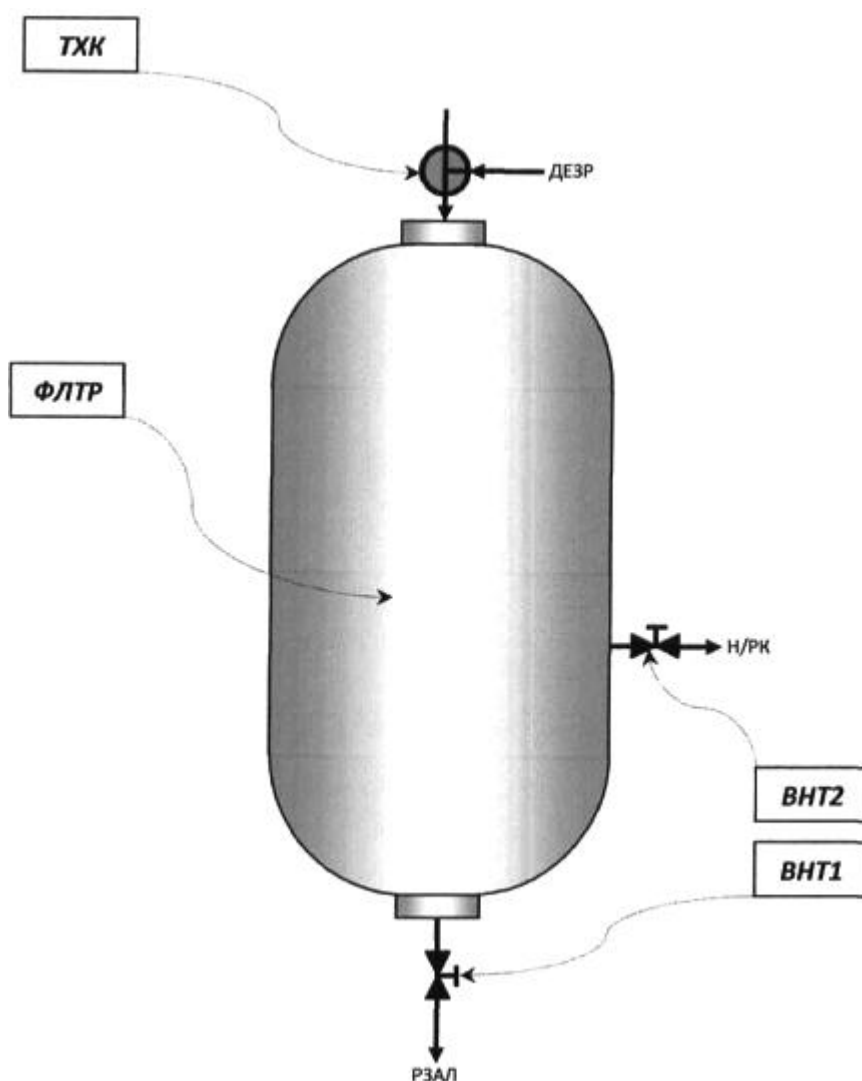
(21) Номер заявки: а 2015 09226	(72) Винахідник(и): Іванець Валерій Григорович (UA), Корякін Володимир Михайлович (UA), Гайдін Олександр Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 25.09.2015	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.02.2017	
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.03.2016, Бюл.№ 5	(73) Власник(и): Іванець Валерій Григорович, вул. Боголюбова, 14, кв. 160, с. Софіївська Борщагівка, Києво-Святошинський р-н, 08131 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.02.2017, Бюл.№ 3	(74) Представник: Кулік Маріанна Дмитрівна
	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: JP H05329383 A, 14.12.1993 JP S5712834 A, 22.01.1982 JP H06317697 A, 15.11.1994 SU 1787526 A1, 15.01.1993 US 2946733 A, 31.05.1966 US 3006828 A, 31.10.1961 US 3254016 A, 31.05.1966 SU 1762666 A1, 02.11.1990 RU 2026825 C1, 20.01.1995

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

Винахід належить до сфери видалення радіоактивних катіонів з технологічних вод атомних електростанцій на катіонітових фільтрах, зокрема до регенерації катіонообмінних смол, і може бути використано для дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів у вигляді катіонітів, що застосовуються на АЕС і в інших галузях промисловості, які мають справу з розчинами радіоактивних катіонів. В основу технічного рішення, що заявляється, поставлено задачу 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. Зазначений технічний результат досягається за рахунок того, що в способі 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

UA 113583 C2

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, відповідно до технічного рішення, що заявляється, 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 необхідним рівнем питомої 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 $NaOH$ або регенерати аніонообмінних фільтрів, утворену в результаті нейтралізації лужним розчином радіоактивну суспензію подають на затвердіння.



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

Відомий спосіб регенерації катіонітів (див., наприклад, опис винаходу до патенту РФ RU 2026825 C1, МПК 6 C02F1/42, B01L49/00. Спосіб регенерації катіонітів від 07.09.1992). Відомий спосіб регенерації катіоніту, відпрацьованого в процесі водень-катіонування води, включає двопорційну регенерацію розчином сірчаної кислоти при використанні як 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 аніонітів 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 як відмивну воду катіоніту використовують решту, що пройшла через аніоніт загального об'єму води.

Відомий також спосіб регенерації іонітових фільтрів установок обробки радіоактивних відходів атомної електростанції (див., наприклад, опис винаходу до авторського свічення SU 1762666 A1, МПК 6 G21F9/12 від 02.11.1990). 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 відомих способів регенерації катіонітів 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 залишених (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.

Найбільш близьким технічним рішенням, вибраним як прототип для способу, що заявляється, регенерації відпрацьованих катіонообмінних смол АЕС з дезактивацією змішуванням, 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 дистилляту, видачу кубового залишку, кислотну-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 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 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 апарата.

Очищення трапної води в випарній установці і вузлі доочистки дистилляту 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 здувань; безперервним відведенням дегазованого дистилляту з конденсатора-дегазатора. Нормальну роботу дефлегматора здувань забезпечують: безперервним підведенням і відведенням охолоджуючої води; безперервним відведенням охолоджених газів до системи газових здувань; безперервним відведенням конденсату. Після конденсатора-дегазатора дистиллят насосами подають на механічні фільтри і далі в один з контрольних баків. Доочистку дистилляту 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 $1,0 \text{ кгс/см}^2$; перед регенерацією катіонітового та/або аніонітового фільтрів.

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 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 фільтру на рН, Na^+ і кислотність після однієї години відмивання і далі через кожні 15 хвилин; припинення післярегенерацийного 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 фільтру до отримання після фільтра наступних аналізів: водневий показник рН - не менше 4,5 одиниць, масова концентрація Na^+ - не більше $0,1 \text{ мг/л}$, кислотність - не більше 100 мкг-екв/л .

Регенерацію аніонітового фільтра здійснюють при наявності одного 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^- після аніонітового фільтра більше $0,05 \text{ мг/л}$.

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 pH, масову концентрацію Na^+ , 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 pH не менше 4,5 одиниць, масова концентрація Na^+ не більше 0,1 мг/л, кислотність не більше 100 мкг-екв/л і після аніонітового фільтра водневий показник pH не більше 8,2 одиниць, масова концентрація Na^+ не більше 0,1 мг/л, масова концентрація 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 розподільної 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 фільтру; 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 фільтру; вимір рівня фільтруючого матеріалу у фільтрі; ущільнення люка фільтру; 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 вибраного прототипу (способу регенерації іонітових фільтрів установок обробки радіоактивних відходів атомної електростанції), які збігаються зі способом, що заявляється, регенерації відпрацьованих катіонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням, 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 відмивного розчину на подальшу переробку,
- гідровивантаження після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого катіоніту.

Суттєвими ознаками способу, що заявляється, регенерації відпрацьованих катіонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням, які відрізняються від способу регенерації іонітових фільтрів установок обробки радіоактивних відходів атомної електростанції, є:

- пропускання після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого радіоактивного катіоніту перед гідровивантаженням відмитого відпрацьованого радіоактивного катіоніту через робочий об'єм катіонітового фільтру 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,
- нейтралізація утвореного регенераційного радіоактивного розчину лужним розчином з групи: NaOH , KOH , Ca(OH)_2 або регенерати аніонообмінних фільтрів, переважно NaOH , регенерати аніонообмінних фільтрів,
- подавання утвореної в результаті нейтралізації лужним розчином радіоактивної суспензії на затвердіння.

В основу винаходу поставлена задача 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

5 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

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

Поставлена задача вирішується тим, що в способі 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

15 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, відповідно до технічного рішення, що заявляється,

- 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

25 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

30 аніонообмінних фільтрів,

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

Суть технічного рішення, що заявляється (способу регенерації відпрацьованих катіонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням) полягає в наступному.

35 При пропусканні після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого радіоактивного катіоніту 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

40 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,

45 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

50 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

55 зазначеного технічного результату.

Суть винаходу пояснює креслення.

На кресленні зображено апаратне оформлення процесу регенерації відпрацьованих катіонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням.

60 Умовні позначення на кресленні:

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 необмежену 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.

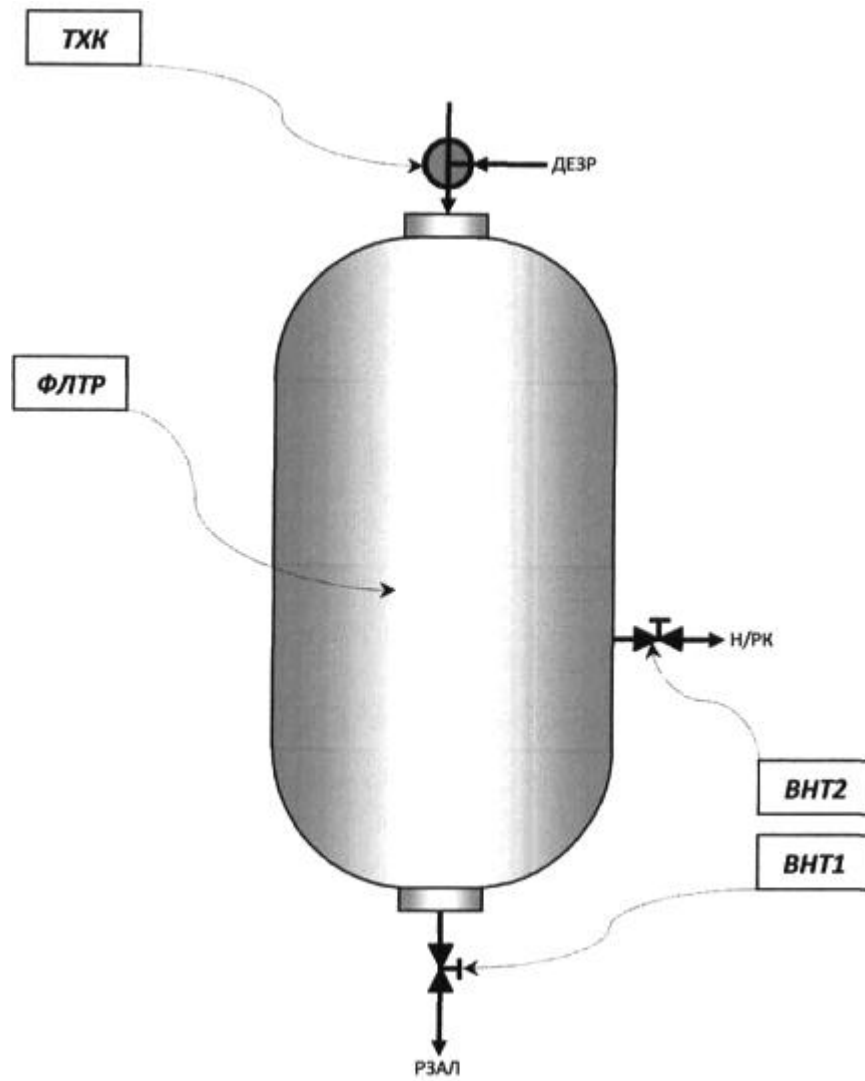
Застосування способу, що заявляється, регенерації відпрацьованих катіонообмінних смол АЕС з дезактивацією витісненням пояснюється наступним прикладом конкретного здійснення.

Приклад. 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 м³, знаходилася в межах 1,05...1,15 Ки/м³. Через робочий об'єм фільтра (ФЛТР), поровий простір якого становив 37 %, тобто 0,621 м³, 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. Як нітрат багатовалентного металу використовували розчин нітрату заліза-3 з концентрацією 8 %. Об'єм поданого кислого розчину нітрату заліза-3 склав 2,712 м³. Через 16 годин рівень питомої активності відпрацьованого регенераційного розчину склав 0,215 Ки/м³. 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 м³ повністю видалили на нейтралізацію. Виведений на нейтралізацію РЗАЛ мав питому радіоактивність 0,793 Ки/м³. 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 м³ з питомою радіоактивністю 0,793 Ки/м³. 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 ВИНАХОДУ

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 необхідним рівнем питомої активності, при цьому утворений регенераційний радіоактивний розчин нейтралізують лужним розчином з групи: NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$ або регенерати аніонообмінних фільтрів, переважно NaOH або регенерати аніонообмінних фільтрів, а утворену в результаті нейтралізації лужним розчином радіоактивну суспензію подають на затвердіння.



Комп'ютерна верстка Т. Вахричева

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