



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **114551** (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

(21) Номер заявки:	а 2015 09230	(72) Винахідник(и):	Іванець Валерій Григорович (UA), Корякін Володимир Михайлович (UA), Гайдін Олександр Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки:	25.09.2015	(73) Власник(и):	Іванець Валерій Григорович, вул. Боголюбова, 14, кв. 160, с. Софіївська Борщагівка, Києво-Святошинський р-н, 08131 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	26.06.2017	(74) Представник:	Кулік Маріанна Дмитрівна
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.03.2016, Бюл.№ 5	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	JP H0691177 A, 05.04.1994 JP H10216536 A, 18.08.1998 JP S5684641 A, 10.07.1981 1 SU 1787526 A1, 15.01.1993 EP 0142359 B1, 19.10.1988 DE 1807694 A1, 01.10.1970 US 3458436 A, 29.07.1969 SU 1762666 A1, 02.11.1990
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	26.06.2017, Бюл.№ 12		

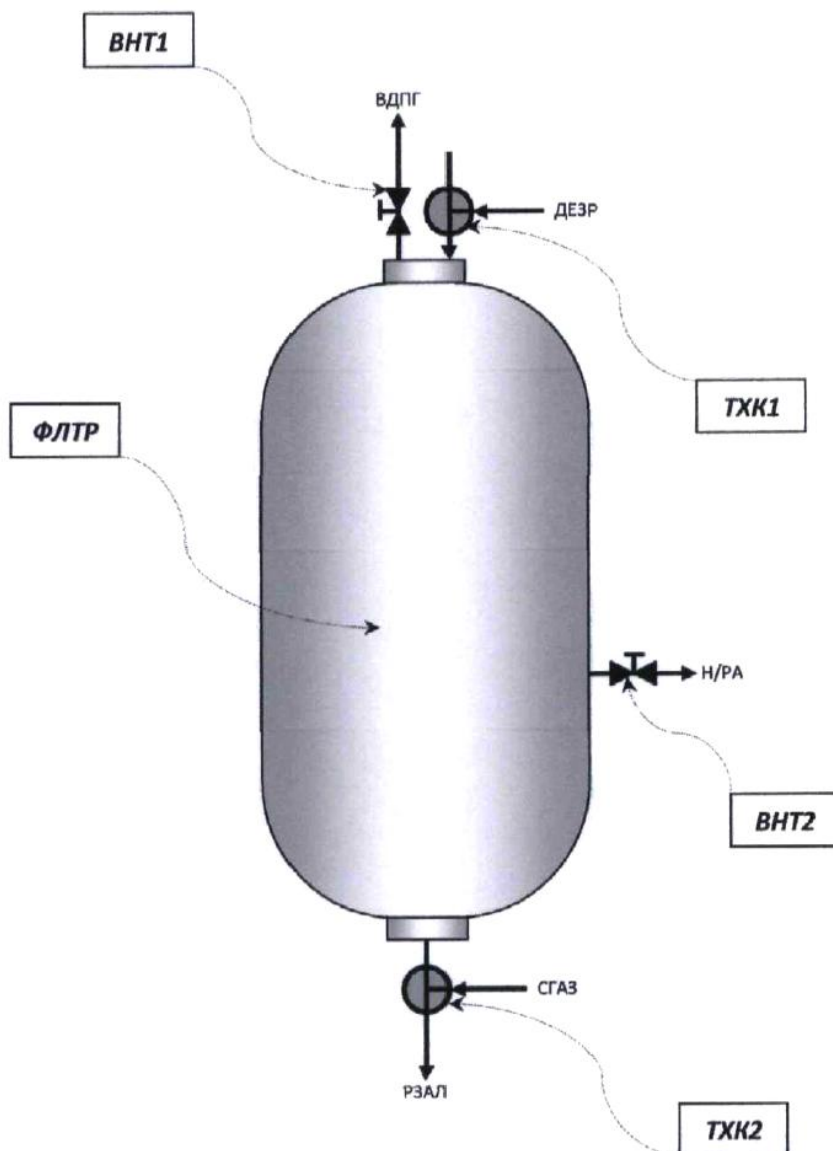
(54) СПОСІБ РЕГЕНЕРАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ АНІОНООБМІННИХ СМОЛ АЕС З ДЕЗАКТИВАЦІЄЮ ЗМІШУВАННЯМ

(57) Реферат:

Винахід, що заявляється, 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, що застосовуються на АЕС і в інших галузях промисловості, які 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 хімічного потенціалу 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 змішуванням, є зменшення обсягів РРВ, що утворюються при регенерації аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією. За рахунок зменшення 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 змішуванням, 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

UA 114551 C2

кожного регенераційного і відмивного розчину на подальшу переробку, вивантаження 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 робочий об'єм фільтра заповнюють без вивантаження відмитого відпрацьованого радіоактивного аніоніту лужним розчином натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів з групи: SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , BO_3^{3-} , переважно SO_4^{2-} , BO_3^{3-} , заданої концентрації, і витримують протягом заданого часу, безперервно або періодично перемішуючи стисненим газом, що подається при заданій температурі, відводячи відпрацьований газ в систему спецвентиляції, після закінчення витримки протягом заданого часу отриманий регенераційний радіоактивний розчин видаляють з робочого об'єму фільтра та направляють на нейтралізацію, а операції заповнення робочого об'єму фільтра лужним розчином натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів, витримки, перемішування стисненим газом і видалення утвореного регенераційного розчину на нейтралізацію повторюють до отримання останнього регенераційного розчину з необхідною питомою активністю, видалені з робочого об'єму фільтра радіоактивні регенераційні розчини нейтралізують кислим агентом з групи: HNO_3 , H_2SO_4 або регенерат катіонообмінних фільтрів, переважно HNO_3 або регенерат катіонообмінних фільтрів, а утворену після нейтралізації радіоактивну суспензію подають на затвердіння.



Винахід, що заявляється, 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, що застосовуються на АЕС і в інших галузях промисловості, які 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.XL.TR.IE.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 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 до 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/см²; 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⁺ 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⁺ - 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 аніонітових фільтра менше 6 одиниць; масова концентрація Cl⁻ 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⁺, 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 нітратної 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 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 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 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.XЦ.TR.ІЕ.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 змішуванням, 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 РРВ. При регенерації іонітів кислими і лужними регенераційними розчинами навіть при високих концентраціях катіонів водню та/або натрію (до 100 г/л) та аніонів 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 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 останньої 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 змішуванням, є:

- пропускання через аніонітовий фільтр лужних регенераційних розчинів,
- 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 змішуванням, які відрізняються від способу очищення трапних вод, є:

- заповнення після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого радіоактивного аніоніту робочого об'єму фільтра без гідровивантаження відмитого відпрацьованого радіоактивного аніоніту лужним розчином натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів заданої концентрації та витримування протягом заданого часу,

- використання в ролі натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів натрієвої та/або калієвої солі дво- та/або тривалентних аніонів з групи: SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , BO_3^{3-} , переважно SO_4^{2-} , BO_3^{3-} ,

- безперервне або періодичне перемішування робочого об'єму фільтра, заповненого лужним розчином натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів стисненим газом, що подається при заданій температурі, з відведенням відпрацьованого газу в систему спецвентиляції,

- видалення після закінчення витримки протягом заданого часу утвореного регенераційного радіоактивного розчину з робочого об'єму фільтра, і направлення його на нейтралізацію,

- повторення операцій заповнення робочого об'єму фільтра лужним розчином натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів, витримки, перемішування стисненим газом, видалення утвореного регенераційного розчину на подальшу переробку, до отримання останнього регенераційного розчину з питомою активністю, що забезпечує звільнення його від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення і необмежене повторне використання,

- нейтралізація видалених з робочого об'єму фільтра радіоактивних регенераційних розчинів кислим агентом,

- використання в ролі кислого агента кислого розчину з групи: HNO_3 , H_2SO_4 або регенератів катіонообмінних фільтрів, переважно HNO_3 або регенератів катіонообмінних фільтрів,

- подавання утвореної радіоактивної суспензії на затвердіння.

В основу технічного рішення, що заявляється, поставлено задачу за рахунок видалення з радіоактивних відпрацьованих аніонообмінних смол радіоактивних компонентів 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 змішуванням), є зменшення обсягів РРВ, які утворюються при регенерації аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією змішуванням. За рахунок зменшення 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 змішуванням, 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 робочий об'єм фільтра заповнюють без вивантаження відмитого відпрацьованого радіоактивного аніоніту лужним розчином натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів заданої концентрації і витримують протягом заданого часу, в ролі натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів використовують натрієву та/або калієву сіль дво- та/або тривалентних аніонів з групи: SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , BO_3^{3-} , переважно SO_4^{2-} , BO_3^{3-} , робочий об'єм фільтра, заповненого лужним розчином натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів, безперервно або періодично перемішують стисненим газом, що подається при заданій температурі, з відведенням відпрацьованого газу в систему спецвентиляції, після закінчення витримки протягом заданого часу отриманий регенераційний радіоактивний розчин видаляють з робочого об'єму фільтра і направляють його на нейтралізацію, операції заповнення робочого об'єму фільтра лужним розчином натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів, витримки, перемішування стисненим газом і видалення утвореного регенераційного розчину на нейтралізацію повторюють до отримання останнього регенераційного розчину з питомою активністю, що забезпечує звільнення його від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення і необмежене повторне використання, видалені з робочого об'єму фільтра радіоактивні регенераційні розчини нейтралізують кислим агентом, в ролі кислого агента використовують кислі розчини з групи: HNO_3 , H_2SO_4 або регенерати катіонообмінних фільтрів, переважно HNO_3 або регенерат катіонообмінних фільтрів, утворену після нейтралізації радіоактивну суспензію подають на затвердіння.

Суть технічного рішення, що заявляється (способу регенерації відпрацьованих аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією змішуванням), полягає в наступному. При заповненні після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого радіоактивного аніоніту робочого об'єму фільтра без гідровивантаження відмитого відпрацьованого радіоактивного аніоніту лужним розчином натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів заданої концентрації і при витримуванні розчину протягом заданого часу, при використанні в ролі натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів натрієвої та/або калієвої солі дво- та/або тривалентних аніонів з групи: SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , BO_3^{3-} , переважно SO_4^{2-} , BO_3^{3-} , при безперервному або періодичному перемішуванні робочого об'єму фільтра, заповненого лужним розчином натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів, стисненим газом, що подається при заданій температурі, з відведенням відпрацьованого газу в систему спецвентиляції, при видаленні після закінчення витримки протягом заданого часу утвореного регенераційного радіоактивного розчину з робочого об'єму фільтра і при направленні його на нейтралізацію, при повторенні операцій заповнення робочого об'єму фільтра лужним розчином натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів, витримки, перемішування стисненим газом, видалення утворених регенераційних розчинів на нейтралізацію до отримання останнього регенераційного розчину з питомою активністю, що забезпечує звільнення його від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення і необмежене повторне використання, при нейтралізації видалених з робочого об'єму фільтра радіоактивних регенераційних розчинів кислим агентом, при використанні в ролі кислого агента кислого розчину з групи: HNO_3 , H_2SO_4 або регенератів катіонообмінних фільтрів, переважно HNO_3 , регенератів катіонообмінних фільтрів, а також при

подаванні утвореної радіоактивної суспензії на затвердіння, за рахунок видалення з радіоактивних 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 змішуванням) 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 змішуванням ілюструється також принциповою схемою апаратурного оформлення процесу, наведеною на фігурі.

На фігурі зображено апаратурне оформлення процесу регенерації відпрацьованих аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією змішуванням.

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,

- СГАЗ - стиснений газ, що подається безперервно або періодично для перемішування відпрацьованого аніоніту в лужному розчині натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів,

- ВДПГ - відпрацьований газ, що утворюється при перемішуванні відпрацьованого аніоніту в лужному розчині натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів, що направляється в спецвентиляцію,

- РЗАЛ - радіоактивні залишки у вигляді регенераційного розчину, що нейтралізують кислим агентом і скидають на подальшу переробку,

- Н/РА - аніоніт, що вивантажений 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,

- ТХК1 - триходовий кран, що забезпечує подавання лужного розчину натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів або дистилляту,

- ТХК2 - триходовий кран, що забезпечує подавання стисненого газу або виведення радіоактивних залишків,

- ВНТ1 - запірний вентиль на магістралі відводу відпрацьованого газу,

- ВНТ2 - запірний вентиль на магістралі вивантаження аніоніту.

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

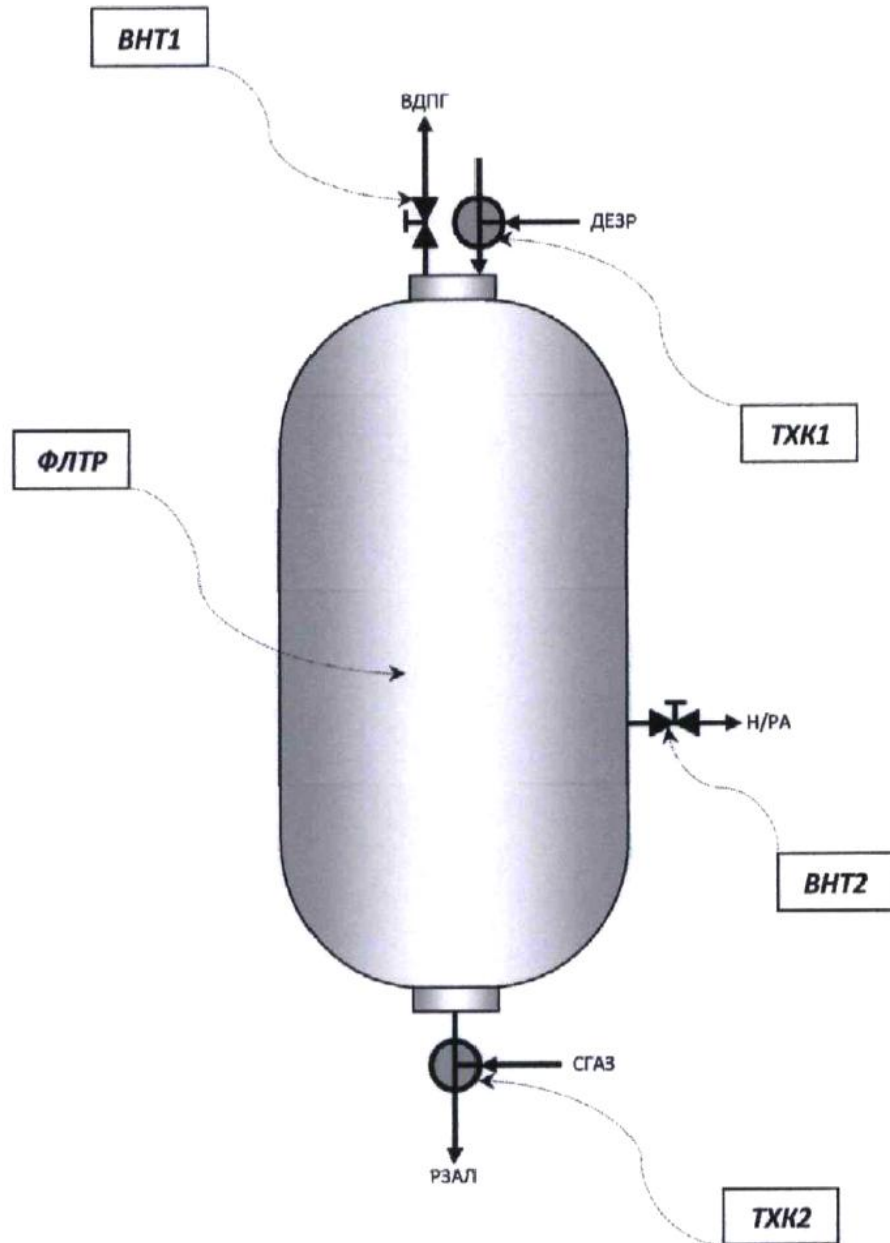
Приклад. Після останнього циклу регенерації і відмивання іонообмінна потужність аніоніту становила 2,14 мг-екв/г, тобто знизилася на 57 %. Середня питома активність відпрацьованого аніоніту, об'єм якого становив 1,65 м³, знаходилася в межах 0,85...0,95 Кі/м³. Робочий об'єм фільтра (ФЛТР), поровий простір якого становив 38 %, тобто 0,627 м³, не вивантажуючи відмитий відпрацьований радіоактивний аніоніт, заповнювали лужним розчином натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів (ДЕЗР), встановивши триходовий кран (ТХК1) в положення, що забезпечує подавання ДЕЗР. Об'єм введенного розчину становив 0,721 м³. В ролі натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів використовували розчин сульфату натрію з концентрацією 7 %. Введений в робочий об'єм фільтра розчин витримували протягом 28 годин. Робочий об'єм ФЛТР періодично через кожні 45 хвилин перемішували стисненим повітрям (СГАЗ). Стиснене повітря подавали при температурі 30 °С через триходовий кран (ТХК2), встановлений в положення, що забезпечує подачу СГАЗ. Відпрацьований газ (ВДПГ) відводили при відкритому запірному вентилі (ВНТ1) в систему спецвентиляції. Після закінчення витримки протягом 28 годин отриманий регенераційний радіоактивний розчин (РЗАЛ) видаляли з робочого об'єму ФЛТР через триходовий кран (ТХК2), встановлений в положення, що забезпечує виведення РЗАЛ. Виведений РЗАЛ мав об'єм 0,686 м³ і питому активність 1,305 Кі/м³. Виведений РЗАЛ накопичували для відправлення його на нейтралізацію. Після видалення з робочого об'єму фільтра утвореного регенераційного радіоактивного розчину (РЗАЛ) операції заповнення робочого об'єму ФЛТР розчином сульфату натрію, перемішування, витримки, перемішування стисненим повітрям, видалення утвореного регенераційного розчину,

відправлення його на нейтралізацію повторювали 4 рази. Після чотирьох повторень був отриманий останній регенераційний розчин з питомою активністю $1,16 \cdot 10^{-8}$ Кі/м³ (0,314 Бк/г). При цьому питома активність дезактивованого аніоніту склала 0,0316 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 13,489 м³ з питомою активністю 0,138 Кі/м³. Подальшу переробку видалених з робочого об'єму ФЛТР радіоактивних регенераційних розчинів (РЗАЛ) здійснювали нейтралізацією їх розчином нітратної кислоти. Утворену в результаті цього радіоактивну суспензію направляли на затвердіння.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- 15 Спосіб регенерації відпрацьованих аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією змішуванням, 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
- 20 радіоактивного аніоніту, який **відрізняється** тим, що після останнього циклу регенерації і відмивання відпрацьованого радіоактивного аніоніту перед його гідровивантаженням робочий об'єм фільтра заповнюють без гідровивантаження відмитого відпрацьованого радіоактивного аніоніту лужним розчином натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних аніонів з групи: SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , BO_3^{3-} , переважно SO_4^{2-} , BO_3^{3-} , заданої концентрації, витримують протягом заданого часу,
- 25 безперервно або періодично перемішуючи стисненим газом, що подається при заданій температурі, відводячи відпрацьований газ в систему спецвентиляції, при цьому після закінчення витримки протягом заданого часу отриманий регенераційний радіоактивний розчин видаляють з робочого об'єму фільтра і направляють на нейтралізацію, а операції заповнення робочого об'єму фільтра лужним розчином натрієвої та/або калієвої солі багатовалентних
- 30 аніонів, витримки, перемішування стисненим газом і видалення утвореного регенераційного розчину на нейтралізацію повторюють до отримання останнього регенераційного розчину з необхідною питомою активністю, причому видалені з робочого об'єму фільтра радіоактивні регенераційні розчини нейтралізують кислим агентом з групи: HNO_3 , H_2SO_4 або регенерат катіонообмінних фільтрів, переважно HNO_3 або регенерат катіонообмінних фільтрів, а утворену
- 35 після нейтралізації радіоактивну суспензію подають на затвердіння.



Комп'ютерна верстка В. Мацело

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