



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **106272** (13) **U**
(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 КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2015 09231	(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 корисну модель: 25.04.2016	(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: 25.04.2016, Бюл.№ 8	

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

(57) Реферат:

Спосіб регенерації відпрацьованих аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією змішуванням 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. 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 і витримують протягом заданого часу, безперервно або періодично перемішуючи стисненим газом, що подається при заданій температурі, і відводячи відпрацьований газ в систему спец вентиляції. Після закінчення витримки протягом заданого часу отриманий регенераційний радіоактивний розчин видаляють з робочого об'єму фільтра і направляють 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. Видалені з робочого об'єму фільтра радіоактивні регенераційні розчини нейтралізують кислим агентом з групи: HNO_3 , H_2SO_4 або регенерату катіонообмінних фільтрів, переважно, HNO_3 , регенерату катіонообмінних фільтрів. Утворену після нейтралізації радіоактивну суспензію подають на затвердіння.

UA 106272 U

Корисна модель належить до видалення радіоактивних аніонів з технологічних вод атомних електростанцій на аніонітових фільтрах, зокрема до регенерації аніонообмінних смол, і може бути використаною 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 свіідченням SU 1762666 А1 від 02.11.1990. МПК 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, видача кубового залишку, кислотно-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 трапних воду 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. Корикування рН здійснюють розчином гідроксиду натрію. При переробці трапних вод, що містять сполуки аміаку, корикування рН здійснюють з урахуванням випаровування аміаку в процесі випарювання, в результаті чого істинна величина рН в випарному апараті може виявитися істотно меншою, ніж після корикування в баках трапних вод. Далі воду насосами освітлених трапних вод подають в циркуляційну трубу випарного апарату.

Очищення трапних вод 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 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 пари; безперервним підведенням сольового концентрату до 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 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.ТР.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 як найближчий аналог.

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 найближчого аналогу (способу очищення трапних вод), які збігаються зі способом, що запропонований, 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 запропонований, 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 , регенератів катіонообмінних фільтрів,
- подавання утвореної радіоактивної суспензії на затвердіння.

В основу корисної моделі поставлена задача 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 корисної моделі (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, згідно з корисною моделлю, 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, як кислий агент використовують кислі розчини з групи: HNO_3 , H_2SO_4 або регенерати катіонообмінних фільтрів, переважно, HNO_3 , регенерати катіонообмінних фільтрів, утворену після нейтралізації радіоактивну суспензію подають на затвердіння.

Суть запропонованої корисної моделі 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 корисної моделі (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 кресленні, на якому зображено апаратурне оформлення процесу регенерації відпрацьованих аніонообмінних смол АЕС з дезактивацією змішуванням.

Умовні позначення на кресленні:

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,

ВМТ1 - запірний вентиль на магістралі відводу відпрацьованого газу,

ВНТ2 - запірний вентиль на магістралі вивантаження аніоніту.

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

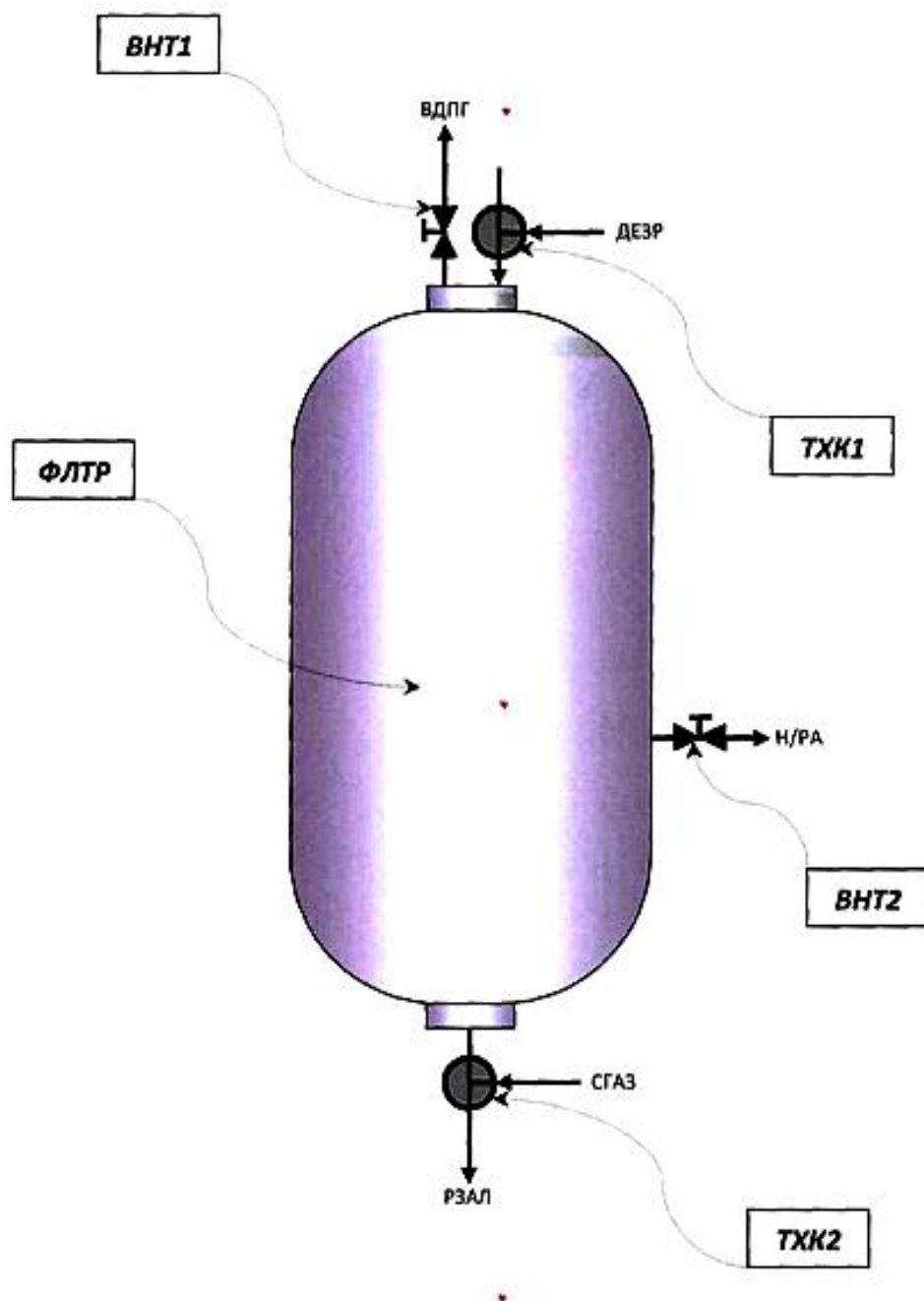
Приклад. Після останнього циклу регенерації і відмивання іонообмінна потужність аніоніту становила 2,14 мг-екв/г, тобто знизилася на 57 %. Середня питома активність відпрацьованого аніоніту, об'єм якого становив $1,65 \text{ м}^3$, знаходилася в межах $0,85 \dots 0,95 \text{ Кі/м}^3$. Робочий об'єм фільтра (ФЛТР), поровий простір якого становив 38 %, тобто $0,627 \text{ м}^3$, 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 $0,721 \text{ м}^3$. 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°C 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 $0,686 \text{ м}^3$ і питому активність $1,305 \text{ Кі/м}^3$. 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 КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 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 і витримують протягом заданого часу,
- 25 безперервно або періодично перемішуючи стисненим газом, що подається при заданій температурі, і 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 питомою активністю, що забезпечує звільнення його від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення і необмежене повторне використання, причому видалені з робочого об'єму фільтра радіоактивні регенераційні розчини нейтралізують кислим агентом з групи:
- 35 HNO_3 , H_2SO_4 або регенерату катіонообмінних фільтрів, переважно, HNO_3 , регенерату катіонообмінних фільтрів, а утворену після нейтралізації радіоактивну суспензію подають на затвердіння.



Комп'ютерна верстка О. Гергіль

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