



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **114032** (13) **C2**
(51) МПК (2017.01)
G21F 9/12 (2006.01)
C02F 1/46 (2006.01)
B01J 49/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

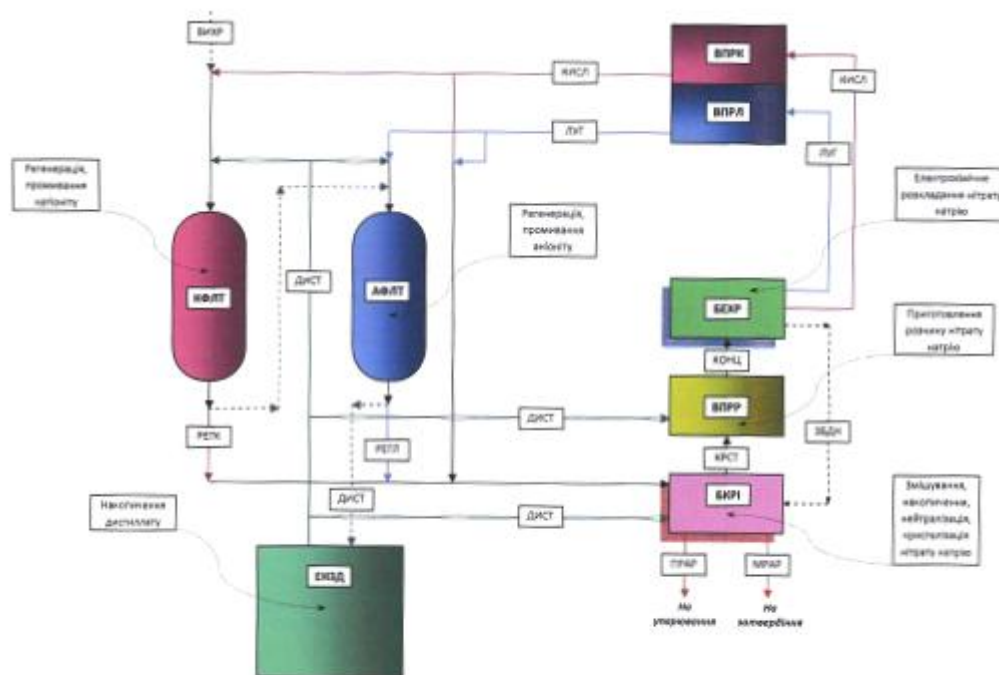
(21) Номер заявки: а 2015 09234	(72) Винахідник(и): Іванець Валерій Григорович (UA), Корякін Володимир Михайлович (UA), Гайдін Олександр Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 25.09.2015	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.04.2017	
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.03.2016, 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: 10.04.2017, Бюл.№ 7	(74) Представник: Кулік Маріанна Дмитрівна
	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 102923 C2, 27.08.2013 JP H10309572 A1, 24.11.1998 JP H06304557 A1, 01.11.1994 JP 2001121628 A1, 31.10.2001 SU 1787526 A1, 15.01.1993 US 2946733 A, 31.03.1966 SU 1762666 A1, 10.05.1996 ЖАДАН А.В., БУШУЕВ Е.Н. Практическая реализация противоточной технологии ионного обмена / «Вестник ИГЭУ», Вип. 5, 2012 р.[Інтернет-публікація], URL: http://ispu.ru/files/str.10-15.pdf (збережено Wayback Machine 24.07.2013, знайдено 24.01.2017)

(54) СПОСІБ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ РЕГЕНЕРАЦІЇ ІОНООБМІННИХ СМОЛ АЕС**(57) Реферат:**

Винахід належить до сфери видалення катіонів та аніонів з технологічних вод атомних електростанцій на катіонітових і аніонітових фільтрах, зокрема до регенерації катіонообмінних і аніонообмінних смол, і може бути використано для дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів у вигляді катіонітів і аніонітів, що застосовуються на АЕС і в інших галузях промисловості, які мають справу з розчинами радіоактивних катіонів та аніонів. В основу технічного рішення, що заявляється, поставлено задачу за рахунок повторного використання регенераційних розчинів шляхом отримання з них кислоти і лугу, знизити до мінімального рівня споживання кислоти і лугу на приготування регенераційних розчинів. Очікуваним технічним результатом технічного рішення, що заявляється (способу електрохімічної регенерації іонообмінних смол АЕС), є зниження обсягів РРВ, що утворюються при регенерації іонообмінних смол АЕС шляхом зменшення споживання кислоти і лугу. За рахунок зниження обсягів РРВ відбувається зменшення фінансових витрат на тимчасове зберігання РРВ.

UA 114032 C2

Зазначений технічний результат досягається за рахунок того, що в способі електрохімічної регенерації іонообмінних смол АЕС, що включає пропускання через катіонітовий фільтр концентрованого розчину нітратної кислоти з заданою витратою протягом заданого часу з отриманням кислого радіоактивного регенераційного розчину, пропускання через катіонітовий фільтр промивної води із заданою витратою протягом заданого часу з отриманням кислого радіоактивного промивного розчину, пропускання через аніонітовий фільтр концентрованого розчину гідроксиду натрію з заданою витратою протягом заданого часу з отриманням лужного радіоактивного регенераційного розчину і пропускання через аніонітовий фільтр промивної води із заданою витратою протягом заданого часу з отриманням лужного радіоактивного промивного розчину, відповідно до технічного рішення, що заявляється, кислі та лужні регенераційні і промивні розчини змішують і накопичують суміш в заданій кількості в окремій ємності, водневий показник накопиченої суміші кислих і лужних регенераційних і промивних розчинів доводять розчином лугу або кислоти до значень рН в інтервалі 6,5...7,5, переважно 6,8...7,2, нейтралізовану суміш регенераційних і промивних розчинів кристалізують з отриманням кристалічного продукту і радіоактивного залишку у вигляді суміші маточного і відмивного розчинів із заданим рівнем питомої активності, отриманий радіоактивний залишок із заданим рівнем питомої активності відправляють на подальшу переробку, отриманий кристалічний продукт розчиняють у суміші його збідненого розчину та дистилату до одержання концентрованого розчину, концентрований розчин піддають електрохімічному розкладанню в дводіафрагменному трикамерному електролізері з отриманням розчину кислоти у анодній камері, розчину лугу у катодній камері і збідненого розчину у міжмембранній камері, отримані розчини кислоти і лугу упарюють до заданої концентрації, отримані розчини кислоти і лугу використовують для наступної регенерації іонообмінних смол АЕС, отриманий при упарюванні дистилат відправляють на розчинення одержаного при кристалізації кристалічного продукту.



Фіг.

Винахід належить до сфери видалення катіонів та аніонів з технологічних вод атомних електростанцій на катіонітових і аніонітових фільтрах, зокрема до регенерації катіонообмінних і аніонообмінних смол, і може бути використано для дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів у вигляді катіонітів і аніонітів, що використовуються на АЕС і в інших галузях промисловості, які мають справу з розчинами радіоактивних катіонів та 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 G21F9/12). Відомий 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 і 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.

Найбільш близьким технічним рішенням, вибраним як прототип для способу, що заявляється, електрохімічної регенерації відпрацьованих іонообмінних смол АЕС, є спосіб очищення трапних вод (див., наприклад, Інструкція для експлуатації системи очищення трапних вод. 10.ХЦ.ТЯ.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 дистиляту, видання 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 в залежності від надходження трапних вод. У режимі нормальної експлуатації системи трапну воду з бака-приямка насосами перекачують у бак-відстійник. Трапна вода самотією 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 меншою, ніж після коригування в баках трапних вод. Далі воду насосами освітлених трапних вод подають в циркуляційну трубу випарного апарата.

Очищення трапних води 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 здувань; безперервним відведенням дегазованого дистиляту 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 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 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 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 фільтру на водневий показник рН, масову концентрацію Na⁺, Cl⁻ і лужність; припинення відмивання по досягненні лужності після аніонітового фільтру 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 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 фільтра; 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 вдвічі.

Недоліками даного способу очищення трапних вод є також 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

5 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

10 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

15 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 радіонуклідів, переважно у вигляді одновалентних аніонів та органічних комплексів

20 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

25 виникають на АЕС, з одного боку, і до підвищених фінансових витрат на тимчасове зберігання відпрацьованих фільтруючих матеріалів, з іншого боку.

Даний спосіб очищення трапних вод (Інструкція для експлуатації системи очищення трапних вод. 10.XLQ.TR.IE.09Ж. Міністерство палива та енергетики України. Державне підприємство "Національна атомна енергогенеруюча компанія "Енергоатом". ВП Запорізька АЕС. Хімічний

30 цех. 2007 р.) є найбільш близьким до способу, що заявляється, електрохімічної регенерації іонообмінних смол АЕС, і обраний в ролі прототипу.

Суттєвими ознаками вибраного прототипу (способу очищення трапних вод), які збігаються зі способом, що заявляється, електрохімічної регенерації іонообмінних смол АЕС, є:

- пропускання через катіонітовий фільтр концентрованого розчину нітратної кислоти з заданою витратою протягом заданого часу з отриманням кислого радіоактивного регенераційного розчину,

35

- пропускання через катіонітовий фільтр промивної води із заданою витратою протягом заданого часу з отриманням кислого радіоактивного промивного розчину,

- пропускання через аніонітовий фільтр концентрованого розчину гідроксиду натрію з заданою витратою протягом заданого часу з отриманням лужного радіоактивного регенераційного розчину,

40

- пропускання через аніонітовий фільтр промивної води із заданою витратою протягом заданого часу з отриманням лужного радіоактивного промивного розчину.

Суттєвими ознаками способу, що заявляється, електрохімічної регенерації іонообмінних смол АЕС, які відрізняються від способу очищення трапних вод, є:

45

- змішування кислих та лужних регенераційних і промивних розчинів і накопичення суміші в заданій кількості в окремій ємності,

- доведення водневого показника накопиченої суміші кислих і лужних регенераційних і промивних розчинів розчином лугу або кислоти до значень рН в інтервалі 6,5...7,5, переважно, 6,8...7,2,

50

- кристалізація нейтралізованої суміші регенераційних і промивних розчинів з отриманням кристалічного продукту радіоактивного залишку у вигляді суміші маточного і відмивного розчинів із заданим рівнем питомої активності,

- направлення отриманого радіоактивного залишку із заданим рівнем питомої активності на подальшу переробку,

55

- розчинення отриманого кристалічного продукту у суміші його збідненого розчину та дистилату до одержання концентрованого розчину,

- електрохімічне розкладання в дводіафрагменному трикамерному електролізері концентрованого розчину з отриманням розчину кислоти у анодній камері, розчину лугу у катодній камері і збідненого розчину у міжмембранній камері,

60

- упарювання отриманих розчинів кислоти і лугу до заданої концентрації,
- використання отриманих розчинів кислоти і лугу для наступної регенерації іонообмінних смол АЕС,

5 направлення отриманого при упарюванні дистилату на розчинення одержаного при кристалізації кристалічного продукту.

В основу технічного рішення, що заявляється, поставлено задачу за рахунок повторного використання регенераційних розчинів шляхом отримання з них кислоти і лугу, знизити до мінімального рівня споживання кислоти і лугу на приготування регенераційних розчинів.

10 Очікуваним технічним результатом технічного рішення, що заявляється, (способу електрохімічної регенерації іонообмінних смол АЕС) є зниження обсягів РРВ, що утворюються при регенерації іонообмінних смол АЕС шляхом зменшення споживання кислоти і лугу. За рахунок зниження обсягів РРВ відбувається зменшення фінансових витрат на тимчасове зберігання РРВ.

15 Зазначений технічний результат досягається за рахунок того, що в способі електрохімічної регенерації іонообмінних смол АЕС, що включає пропускання через катіонітовий фільтр концентрованого розчину нітратної кислоти з заданою витратою протягом заданого часу з отриманням кислого радіоактивного регенераційного розчину, пропускання через катіонітовий фільтр промивної води із заданою витратою протягом заданого часу з отриманням кислого радіоактивного промивного розчину, пропускання через аніонітовий фільтр концентрованого розчину гідроксиду натрію з заданою витратою протягом заданого часу з отриманням лужного радіоактивного регенераційного розчину і пропускання через аніонітовий фільтр промивної води із заданою витратою протягом заданого часу з отриманням лужного радіоактивного промивного розчину, відповідно до технічного рішення, що заявляється,

25 - кислі та лужні регенераційні і промивні розчини змішують і накопичують суміш в заданій кількості в окремій ємності,

- водневий показник накопиченої суміші кислих і лужних регенераційних і промивних розчинів доводять розчином лугу або кислоти до значень рН в інтервалі 6,5...7,5, переважно, 6,8...7,2,

30 - нейтралізовану суміш регенераційних і промивних розчинів кристалізують з отриманням кристалічного продукту і радіоактивного залишку у вигляді суміші маточного і відмивного розчинів із заданим рівнем питомої активності,

- отриманий радіоактивний залишок із заданим рівнем питомої активності відправляють на подальшу переробку,

35 - отриманий кристалічний продукт розчиняють у суміші його збідненого розчину та дистилату до одержання концентрованого розчину,

- концентрований розчин піддають електрохімічному розкладанню в дводіафрагменному трикамерному електролізері з отриманням розчину кислоти у анодній камері, розчину лугу у катодній камері і збідненого розчину у міжмембранній камері,

40 - отримані розчини кислоти і лугу упарюють до заданої концентрації,

- отримані розчини кислоти і лугу використовують для наступної регенерації іонообмінних смол АЕС,

- отриманий при упарюванні дистилат відправляють на розчинення одержаного при кристалізації кристалічного продукту.

45 Суть технічного рішення, що заявляється, (способу електрохімічної регенерації іонообмінних смол АЕС) полягає в наступному.

При змішуванні кислих та лужних регенераційних і промивних розчинів і при накопиченні суміші в заданій кількості в окремій ємності, при доведенні водневого показника накопиченої суміші кислих і лужних регенераційних і промивних розчинів розчином лугу або кислоти до значень рН в інтервалі 6,5...7,5, переважно, 6,8...7,2, при кристалізації нейтралізованої суміші регенераційних і промивних розчинів з отриманням кристалічного продукту радіоактивного залишку у вигляді суміші маточного і відмивного розчинів із заданим рівнем питомої активності, при направленні отриманого радіоактивного залишку із заданим рівнем питомої активності на подальшу переробку, при розчиненні отриманого кристалічного продукту у суміші його збідненого розчину та дистилату до одержання концентрованого розчину, при електрохімічному розкладанні в дводіафрагменному трикамерному електролізері концентрованого розчину з отриманням розчину кислоти у анодній камері, розчину лугу у катодній камері і збідненого розчину у міжмембранній камері, при упарюванні отриманих розчинів кислоти і лугу до заданої концентрації, при використанні отриманих розчинів кислоти і лугу для наступної регенерації іонообмінних смол АЕС, при направленні отриманого при упарюванні дистилату на розчинення одержаного при кристалізації кристалічного продукту за рахунок повторного використання

регенераційних розчинів шляхом отримання з них кислоти і лугу забезпечується зниження до мінімального рівня споживання кислоти і лугу на приготування регенераційних розчинів, наслідком чого є зменшення обсягів РРВ, що утворюються, і зниження фінансових витрат на тимчасове зберігання РРВ.

5 Таким чином, сукупність відмітних суттєвих ознак технічного рішення, що заявляється, (способу електрохімічної регенерації іонообмінних смол АЕС) веде до досягнення зазначеного технічного результату.

Суть способу електрохімічної регенерації іонообмінних смол АЕС пояснюється також принциповою схемою апаратного оформлення процесу, наведеною на кресленні.

10 На кресленні зображено апаратне оформлення процесу електрохімічної регенерації іонообмінних смол АЕС.

Умовні позначення на кресленні:

АФЛТ - аніонітовий фільтр,

БЕХР - блок електрохімічного розкладання нітрату натрію,

15 БКРІ - блок кристалізації РЕГК і РЕГЛ,

ВИХР - вихідний розчин, що пропускається через катіонітовий фільтр для видалення радіоактивних та нерадіоактивних катіонів,

ВПРК - вузол приготування розчину кислоти,

ВПРЛ - вузол приготування розчину лугу,

20 ВПРР - вузол приготування розчину нітрату натрію,

ДИСТ - дистилат, одержаний і використовуваний в технологічному процесі,

ЕНЗД - ємність для накопичення і зберігання дистилату,

ЗБДН - збіднений нерадіоактивний розчин нітрату натрію,

КИСЛ - розчин кислоти,

25 ЛУГ - розчин лугу,

КОНЦ - концентрований нерадіоактивний розчин нітрату натрію,

КРСТ - нерадіоактивний кристалічний нітрат натрію,

КФЛТ - катіонітовий фільтр,

МРАР - маточний радіоактивний розчин,

30 ПРАР - промивний радіоактивний розчин,

РЕГК - кислі радіоактивні регенераційні і промивні розчини,

РЕГЛ - лужні радіоактивні регенераційні і промивні розчини,

РКСЛ - розчин нітратної кислоти, що подається на регенерацію катіонітового фільтра,

РЛУГ - розчин лугу, що подається на регенерацію аніонітового фільтра.

35 Застосування способу, що заявляється, електрохімічної регенерації іонообмінних смол АЕС пояснюється наступним прикладом конкретного здійснення.

Приклад. Регенерацію і відмивання катіонітового фільтра здійснювали наступним чином. Збирали схему подавання промивної води з бака власних потреб через змішувач нітратної кислоти і катіонітовий фільтр в бак трапних вод. Потім здійснювали видалення повітря з катіонітового фільтра. Після видалення повітря встановлювали задану витрату промивної води на катіонітовий фільтр. На змішувач подавали концентрований розчин нітратної кислоти з заданою витратою. Після закінчення заданого часу припиняли подавання розчину нітратної кислоти і розбирали схему подавання концентрованого розчину нітратної кислоти. Після розбирання схеми подавання концентрованого розчину нітратної кислоти встановлювали задану витрату промивної води через катіонітовий фільтр і пропускали промивну воду в заданій кількості, тобто із заданою витратою, протягом заданого часу. При цьому здійснювали аналіз проб промивного розчину після катіонітового фільтра на рН, Na^+ і кислотність по закінченні однієї години відмивання і далі через кожні 15 хвилин. Припинення після регенераційного відмивання здійснювали за умови необхідності проведення регенерації і 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 і відмивання аніонітового фільтра здійснювали за 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 мг/л. Регенерацію і відмивання аніонітового фільтра здійснювали таким чином. Збирали схему подавання промивної води з бака власних потреб через змішувач і аніонітовий фільтр в бак трапних вод. Потім здійснювали видалення повітря з аніонітового фільтра, і встановлювали задану витрату промивної води на фільтр. На змішувач

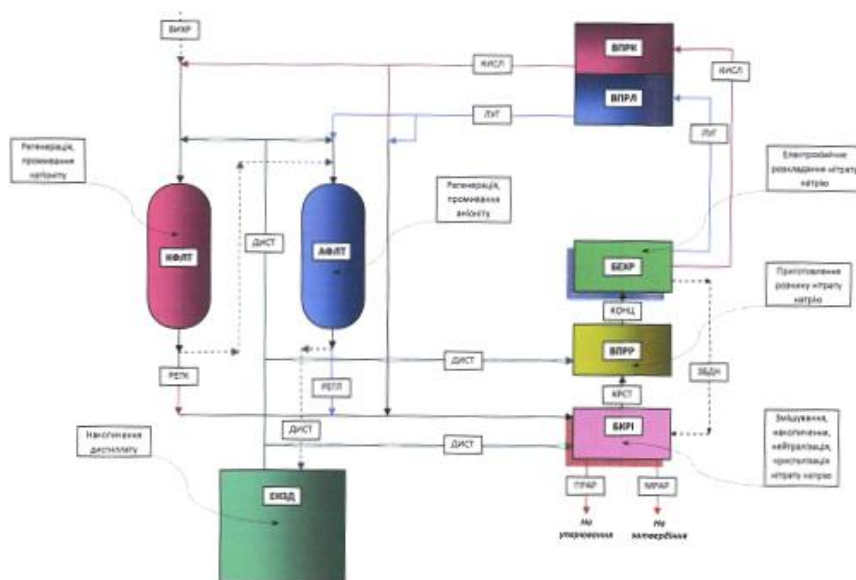
подавали концентрований розчин гідроксиду натрію із заданою витратою. Подавання концентрованого розчину гідроксиду натрію припиняли після закінчення заданого часу пропускання розчину гідроксиду натрію заданої концентрації. Потім здійснювали розбирання схеми подавання концентрованого розчину гідроксиду натрію і встановлювали задану витрату промивної води через аніонітовий фільтр. Після однієї години відмивання і далі через кожні 15 хвилин здійснювали аналіз проб після аніонітового фільтра на водневий показник рН, масову концентрацію Na^+ , Cl^- і лужність. Відмивання припиняли по досягненні лужності після аніонітового фільтра 500 мкг-екв./л. Потім здійснювали складання схеми подавання промивної води з бака власних потреб через змішувач нітратної кислоти і послідовно через катіонітовий фільтр із заданою витратою промивної води. Відмивання здійснювали до отримання після катіонітового і аніонітового фільтрів наступних показників: 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, а 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. Після цього закінчували відмивання і здійснювали розбирання схеми відмивання.

Кислі та лужні регенераційні і промивні розчини, що утворювалися при регенерації і відмиванні катіонітового (КФЛТ) і аніонітового (АФЛТ) фільтрів, змішували і накопичували в заданій кількості в окремій ємності в блоці кристалізації (БКРІ). При їх змішуванні і накопиченні в заданій кількості відбувалася їх взаємна нейтралізація. В результаті отримували регенераційний розчин з радіоактивними домішками. Якщо накопичена суміш кислих і лужних регенераційних і промивних розчинів мала кислу реакцію, то водневий показник накопиченої суміші доводили до значень рН в інтервалі 6,5...7,5, переважно 6,8...7,2, розчином лугу, подаючи його в заданій кількості з вузла приготування розчину лугу (ВПРЛ), а якщо накопичена суміш кислих і лужних регенераційних і промивних розчинів мала лужну реакцію, то водневий показник накопиченої суміші доводили до значень рН в інтервалі 6,5...7,5, переважно 6,8...7,2, розчином кислоти, подаючи його в заданій кількості з вузла приготування розчину кислоти (ВПРК). В результаті отримували нейтральний розчин при рН, оптимальному для проведення його подальшої кристалізації. Нейтралізовану суміш регенераційних і промивних розчинів піддавали кристалізації. В результаті кристалізації отримували кристалічний продукт і радіоактивний залишок у вигляді суміші маточного і відмивного розчинів із заданим рівнем питомої радіоактивності. Отриманий радіоактивний залишок із заданим рівнем питомої радіоактивності відправляли на подальшу переробку, в результаті чого залишався кристалічний продукт. Отриманий кристалічний продукт розчиняли збідненим розчином та дистилятом. При цьому отримували розчин із заданою концентрацією. Отриманий розчин був вихідною сировиною для отримання кислоти і лугу. При електрохімічному розкладанні розчину із заданою концентрацією в дводіафрагменному електролізері отримували розчин кислоти (у анодній камері), розчин гідроксиду натрію (у катодній камері) і збіднений розчин (в міжмембранній камері). Розчини кислоти і лугу упарювали до заданої концентрації, оптимальної для використання їх для регенерації іонообмінних смол. При упарюванні розчинів кислоти і лугу отримували дистилят для потреб технологічного процесу регенерації іонообмінних смол. Накопичені розчини кислоти і лугу використовували для регенерації іонообмінних смол АЕС.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб електрохімічної регенерації іонообмінних смол АЕС, що включає пропускання через катіонітовий фільтр концентрованого розчину нітратної кислоти з заданою витратою протягом заданого часу з отриманням кислого радіоактивного регенераційного розчину, пропускання через катіонітовий фільтр промивної води із заданою витратою протягом заданого часу з отриманням кислого радіоактивного промивного розчину, пропускання через аніонітовий фільтр концентрованого розчину гідроксиду натрію з заданою витратою протягом заданого часу з отриманням лужного радіоактивного регенераційного розчину і пропускання через аніонітовий фільтр промивної води із заданою витратою протягом заданого часу з отриманням лужного радіоактивного промивного розчину, який **відрізняється** тим, що кислі та лужні регенераційні і промивні розчини змішують і накопичують суміш в заданій кількості в окремій ємності, водневий показник накопиченої суміші кислих і лужних регенераційних і промивних розчинів доводять розчином лугу або кислоти до значень рН в інтервалі 6,5...7,5, переважно 6,8...7,2, а нейтралізовану суміш регенераційних і промивних розчинів кристалізують з отриманням кристалічного продукту і радіоактивного залишку у вигляді суміші маточного і відмивного розчинів із заданим рівнем питомої активності, при цьому отриманий радіоактивний залишок із

5



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

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