



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **113352** (13) **C2**

(51) МПК (2016.01)

G21F 9/00**G21F 9/04** (2006.01)**G21F 9/06** (2006.01)**G21F 9/08** (2006.01)**G21F 9/12** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2015 09219	(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: 10.01.2017	(74) Представник: Кулік Маріанна Дмитрівна
(41) Публікація відомостей про заяву: 10.03.2016, Бюл.№ 5	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 100675 U, 10.08.2015 UA 107316 C2, 10.12.2014 UA 93507 U, 10.10.2014 RU 2101235 C1, 10.01.1998 RU 126186 U1, 20.03.2013 Енергетика: економія, технології, екологія. №4. До питання збільшення ступеню поділу компонентів рідких радіоактивних відходів при використанні іонообмінних фільтрів. УДК 620.93. / канд. хім. наук О.В. Гайдін, канд. техн. наук В.Г. Іванець, канд. хім. наук В.М. Корякін. 2014. US 5008044 A, 16.04.1991 EP 2827337 A1, 21.01.2015 US 4293437 A, 10.06.1981
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.01.2017, Бюл.№ 1	

(54) СПОСІБ ОЧИЩЕННЯ ЄМНОСТЕЙ ТИМЧАСОВОГО ЗБЕРІГАННЯ КУБОВОГО ЗАЛИШКУ ВІД НАКОПИЧЕНИХ КРИСТАЛІЧНИХ ОСАДІВ**(57) Реферат:**

Винахід належить до сфери переробки рідких радіоактивних відходів (РРВ) атомних електростанцій, а саме до способів обробки матеріалів з радіоактивним зараженням шляхом випарювання, фільтрування та кристалізації і може бути використано для переробки РРВ, накопичених в ємностях тимчасового зберігання, зокрема кристалічних осадів, що знаходяться під надосадовим розчином у вигляді монолітного утворення і містять радіоактивні і нерадіоактивні механічні домішки, нерадіоактивні органічні компоненти та/або органічні комплекси радіонуклідів. Заявлений спосіб очищення ємностей тимчасового зберігання кубового залишку від накопичених кристалічних осадів включає очищення на механічних фільтрах і кристалізацію з отриманням кристалічного продукту і маточного розчину з заданими рівнями питомої радіоактивності. Після дезактивації всього високосольового радіоактивного

UA 113352 C2

надосадового розчину на поверхню кристалічного осаду, що залишився, вводять задану кількість дистиляту, та введенням дистилятом розчиняють поверхневий шар кристалічного осаду до утворення насиченого високосольового розчину при температурі навколишнього середовища та при безперервній циркуляції розчину, що утворюється. Утворений насичений високосольовий розчин подають на очищення на механічний фільтр. Операції введення на поверхню кристалічного осаду, що залишився, заданої кількості дистиляту, розчинення поверхневого шару кристалічного осаду до утворення насиченого високосольового розчину і подавання утвореного насиченого високосольового розчину на очищення на механічний фільтр повторюють до необхідного рівня_переробки кристалічного осаду. Винахід полягає у очищенні ємностей тимчасового зберігання кубових залишків від накопичених кристалічних осадів.

Винахід належить до сфери переробки рідких радіоактивних відходів атомних електростанцій, а саме до способів обробки матеріалів з радіоактивним зараженням шляхом випарювання, фільтрування та кристалізації і може бути використано для переробки РРВ, накопичених в ємностях тимчасового зберігання, зокрема кристалічних осадів (КРО), що знаходяться під надосадовим розчином у вигляді монолітного утворення і містять радіоактивні і нерадіоактивні механічні домішки, нерадіоактивні органічні компоненти та/або органічні комплекси радіонуклідів.

Відомий спосіб комплексної дезактивації рідких радіоактивних відходів атомних електростанцій (див., наприклад, патент України UA № 100675. МПК (2015.01) G21F9/00, 9/04, 9/06, 9/08, 9/10, 9/12, 9/14, 9/16, 9/20, 9/22). Даний спосіб включає подавання на попередню обробку розчину кубових залишків, попередню обробку розчину, що подається, кристалізацію попередньо обробленого розчину, затвердіння РАВ, що утворюються, та транспортування радіоактивних та нерадіоактивних відходів на зберігання. При попередній обробці розчину, що подається, на органічних сорбентах уловлюють механічні домішки і органічні сполуки, замінюючи відпрацьовані органічні сорбенти і скидаючи їх на дезактивацію спільно з відпрацьованими фільтруючими матеріалами з ємностей тимчасового зберігання. При кристалізації попередньо обробленого розчину його спочатку упарюють, а потім отриману гарячу суспензію охолоджують і відмивають кристалічний продукт до рівня активності, що забезпечує звільнення від регулюючого контролю або регульований скид (викид) відходів у навколишнє середовище, а накопичені промивні розчини знову упарюють і охолоджують, повторюючи цикл операцій до отримання відмивного розчину з заданим рівнем питомої активності, відводячи його на затвердіння. При транспортуванні радіоактивних і нерадіоактивних відходів на зберігання нерадіоактивні відходи направляють на нелімітоване захоронення або на використання в ролі хімічної сировини, а капсульовані затверділі радіоактивні відходи - в сухе сховище перероблених радіоактивних відходів для розміщення їх в спецконтейнері тривалого зберігання. Дезактивацію кубових залишків, відпрацьованих фільтруючих матеріалів, радіоактивних донних відкладень і трапних вод спецпралень проводять незалежно один від одного, отримуючи радіоактивні залишки у вигляді радіоактивних розчинів і радіоактивних водомасляних суспензій, а також відпрацьовані органічні сорбенти і відпрацьовані іонообмінні смоли. Радіоактивні залишки, що одержані незалежно один від одного, накопичують спільно і піддають спільному комплексному затвердінню, отримуючи тверді радіоактивні відходи у вигляді капсульованих РАВ. Відпрацьовані фільтруючі матеріали, які утворюються при переробці РРВ, дезактивують спільно з відпрацьованими фільтруючими матеріалами з ємностей тимчасового зберігання. При дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів і радіоактивних донних відкладень їх обробляють дезактивуючими розчинами, накопичуючи, нейтралізуючи і відводячи відпрацьовані дезактивуючі розчини на затвердіння радіоактивних залишків. Дезактивовані залишки з рівнем активності, що забезпечує звільнення від регулюючого контролю або регульований скид (викид) відходів у навколишнє середовище, направляють на полігон для нерадіоактивних відходів. При дезактивації трапних вод спецпралень їх попередньо очищають від механічних домішок та органічних речовин методом флотації, відводячи концентрат механічних домішок та органічних речовин на затвердіння радіоактивних залишків. Остаточне очищення від механічних домішок та органічних речовин здійснюють адсорбційним методом на органічних сорбентах, скидаючи відпрацьовані органічні сорбенти на дезактивацію і повертаючи в технологічний процес нерадіоактивну оборотну воду. При доочищенні конденсату і накопиченні дистиляту його пропускають через іонообмінні смоли, накопичуючи і повертаючи одержуваний дистилят на технологічні потреби комплексної дезактивації рідких радіоактивних відходів атомних електростанцій. Відпрацьовані іонообмінні смоли скидають на дезактивацію. При затвердінні радіоактивних залишків, що утворюються, їх упарюють, змішують з приготованою для затвердіння шихтою, зневоднюють утворену суміш до сухого залишку, здійснюють термообробку сухого залишку і охолоджують термооброблений сухий залишок до утворення затверділого склоподібного продукту, а водяні конденсати, що утворюються, відводять на їх доочищення і накопичення дистиляту, причому всі операції затвердіння здійснюють у капсулі для компаундування.

Даний спосіб комплексної дезактивації рідких радіоактивних відходів атомних електростанцій є найбільш близьким за технічною суттю і за ефектом, що досягається, до способу, що заявляється, очищення ємностей тимчасового зберігання кубових залишків від накопичених кристалічних осадів, і обраний в ролі найближчого аналога (прототипу).

Недоліком даного способу комплексної дезактивації рідких радіоактивних відходів атомних електростанцій є відсутність можливості переробки кристалічних осадів (КРО), що знаходяться під надосадовим розчином у вигляді монолітного утворення.

Суттєвими ознаками способу комплексної дезактивації рідких радіоактивних відходів атомних електростанцій, які збігаються зі способом, що заявляється, очищення ємностей тимчасового зберігання кубових залишків від накопичених кристалічних осадів, є:

- очищення на механічних фільтрах,
- 5 - кристалізацію з отриманням кристалічного продукту і маточного розчину з заданими рівнями питомої радіоактивності.

Незалежними суттєвими відмінними ознаками технічного рішення, що заявляється, (способу очищення ємностей тимчасового зберігання кубових залишків від накопичених кристалічних осадів), які відрізняються від найближчого аналога (прототипу), є:

- 10 - введення після дезактивації всього високосольового радіоактивного надосадового розчину на поверхню кристалічного осаду, що залишився, заданої кількості дистиляту,
- розчинення введеним дистилятом поверхневого шару кристалічного осаду до утворення насиченого високосольового розчину при температурі навколишнього середовища та при безперервній циркуляції розчину, що утворюється,
- 15 - подавання утвореного насиченого високосольового розчину на очищення на механічний фільтр,
- повторення до повної переробки всього кристалічного осаду операцій введення на поверхню кристалічного осаду, що залишився, заданої кількості дистиляту, розчинення поверхневого шару кристалічного осаду до утворення насиченого високосольового розчину і
- 20 подавання утвореного насиченого високосольового розчину на очищення на механічний фільтр.

Залежними суттєвими відмінними ознаками технічного рішення, що заявляється, (способу очищення ємностей тимчасового зберігання кубових залишків від накопичених кристалічних осадів), які відрізняються від найближчого аналога (прототипу), є:

- 25 - повторення операцій введення на поверхню кристалічного осаду, що залишився, заданої кількості дистиляту, розчинення поверхневого шару кристалічного осаду до утворення насиченого високосольового розчину і подавання утвореного насиченого високосольового розчину на очищення на механічний фільтр до отримання насиченого високосольового розчину, що утворюється, із заданим рівнем радіоактивності,
- видалення у разі отримання насиченого високосольового розчину, що утворюється, після
- 30 декількох повторень із заданим рівнем радіоактивності, кристалічного осаду, що залишився, механічним методом.

В основу винаходу поставлена задача (способу очищення ємностей тимчасового зберігання кубових залишків від накопичених кристалічних осадів) поставлено завдання за рахунок розчинення кристалічного осаду, що залишився, дистилятом шляхом подальшої дезактивації

35 утвореного високосольового розчину методом кристалізації, забезпечити можливість очищення ємностей тимчасового зберігання кубових залишків від накопичених кристалічних осадів.

Очікуваним технічним результатом технічного рішення, що заявляється, (способу очищення ємностей тимчасового зберігання кубових залишків від накопичених кристалічних осадів) є очищення ємностей тимчасового зберігання кубових залишків від накопичених кристалічних осадів за рахунок їх розчинення дистилятом, очищення на механічних фільтрах шляхом

40 подальшої кристалізації. Досягнення зазначеного технічного результату веде до продовження терміну служби технологічних ємностей тимчасового зберігання РРВ.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб очищення ємностей тимчасового зберігання кубового залишку від накопичених кристалічних осадів, що включає очищення на механічних

45 фільтрах і кристалізацію з отриманням кристалічного продукту і маточного розчину з заданими рівнями питомої радіоактивності. Після дезактивації всього високосольового радіоактивного надосадового розчину на поверхню кристалічного осаду, що залишився, вводять задану кількість дистиляту, та введеним дистилятом розчиняють поверхневий шар кристалічного осаду до утворення насиченого високосольового розчину при температурі навколишнього

50 середовища та при безперервній циркуляції розчину, що утворюється, при цьому утворений насичений високосольового розчин подають на очищення на механічний фільтр, а операції введення на поверхню кристалічного осаду, що залишився, заданої кількості дистиляту, розчинення поверхневого шару кристалічного осаду до утворення насиченого високосольового розчину і подавання утвореного насиченого високосольового розчину на очищення на

55 механічний фільтр повторюють до повної переробки всього кристалічного осаду.

При введенні після дезактивації всього високосольового радіоактивного надосадового розчину на поверхню кристалічного осаду, що залишився, заданої кількості дистиляту, при розчиненні введеним дистилятом поверхневого шару кристалічного осаду до утворення насиченого високосольового розчину при температурі навколишнього середовища та при

60 безперервній циркуляції розчину, що утворюється,

при подаванні утвореного насиченого високосольового розчину на очищення на механічний фільтр,

при повторенні до повної переробки всього кристалічного осаду операцій введення на поверхню кристалічного осаду, що залишився, заданої кількості дистиляту, розчинення

поверхневого шару кристалічного осаду до утворення насиченого високосольового розчину і подавання утвореного насиченого високосольового розчину на очищення на механічний фільтр,

а також при повторенні операцій введення на поверхню кристалічного осаду, що залишився, заданої кількості дистиляту, розчинення поверхневого шару кристалічного осаду до утворення насиченого високосольового розчину і подавання утвореного насиченого високосольового

розчину на очищення на механічний фільтр до отримання насиченого високосольового розчину, що утворюється, із заданим рівнем радіоактивності, при видалення у разі отримання насиченого високосольового розчину, що утворюється, після декількох повторень із заданим рівнем радіоактивності, кристалічного осаду, що залишився, механічним методом, за рахунок розчинення кристалічного осаду, що залишився, дистилятом шляхом подальшої дезактивації

утвореного високосольового розчину методом кристалізації забезпечується можливість очищення ємностей тимчасового зберігання кубових залишків від накопичених кристалічних осадів, що веде до продовження терміну служби технологічних ємностей тимчасового зберігання РРВ.

Таким чином, сукупність незалежних та залежних суттєвих відмінних ознак технічного рішення, що заявляється, (способу очищення ємностей тимчасового зберігання кубових залишків від накопичених кристалічних осадів) веде до досягнення вищевказаного технічного результату. А досягнення зазначеного технічного результату веде до продовження терміну служби технологічних ємностей тимчасового зберігання РРВ.

Здійснення способу, що заявляється, очищення ємностей тимчасового зберігання кубових

залишків від накопичених кристалічних осадів, ілюструється такими прикладами конкретного здійснення.

Приклад 1

Після дезактивації всього високосольового радіоактивного надосадового розчину на поверхню кристалічного осаду, що залишився, вводили дистилят в кількості 5 м³. Дистилят подавали за допомогою циркуляційного насоса, змонтованого на ємності тимчасового зберігання кубових залишків і з'єднаного гідравлічно з допоміжною ємністю для накопичення зворотного дистиляту, який потім перетворювали в насичений при температурі навколишнього середовища розчин кубового залишку.

Розмивання накопиченого кристалічного осаду, тобто розчинення введеним дистилятом поверхневого шару кристалічного осаду здійснювали протягом 14 годин до утворення насиченого високосольового розчину. Поверхневий шар кристалічного осаду розчиняли при температурі навколишнього середовища близько 25 °С при безперервній циркуляції розчину, що утворювався, за допомогою циркуляційного насоса.

Після отримання насиченого високосольового розчину в кількості 1123 кг з питомою активністю 2,5 Ки/м³ циркуляційний насос з режиму циркуляції повністю або частково переводили в режим подавання утвореного насиченого високосольового розчину на механічний фільтр. Після очищення на механічному фільтрі розчин направляли на кристалізацію. В результаті кристалізації отримували кристалічний продукт масою 1005 кг з рівнем питомої радіоактивності $1,182 \cdot 10^{-11}$ Ки/м³, та радіоактивний маточний розчин масою 564 кг з рівнем питомої активності 25 Ки/м³, і дистилят масою 4044 кг. Кристалічний продукт направляли на полігон для нерадіоактивних відходів або використовували в ролі хімічної сировини. Радіоактивний маточний розчин направляли на затвердіння для отримання капсульованого ТРВ. Дистилят повертали назад в ємність з кристалічним осадом, що залишився нерозчиненим, для його наступного розмиву за допомогою циркуляційного насоса.

Операції введення на поверхню кристалічного осаду, що залишився, дистиляту, розчинення поверхневого шару кристалічного осаду повторювали до утворення наступної порції насиченого високосольового розчину і подавання утвореного насиченого високосольового розчину на очищення на механічний фільтр з подальшою кристалізацією повторювали до повної переробки всього кристалічного осаду.

Приклад 2. У випадку, коли отримували черговий насичений високосольовий розчин з рівнем питомої радіоактивності, що забезпечує звільнення його від регулюючого контролю або регульований скид (викид) відходів у навколишнє середовище, припиняли повторення операцій введення на поверхню кристалічного осаду, що залишився, дистиляту, розчинення поверхневого шару кристалічного осаду до утворення насиченого високосольового розчину і подавання утвореного насиченого високосольового розчину на очищення на механічний фільтр

з подальшою кристалізацією. Кристалічний нерадіоактивний осад, що залишився в ємності, в даному випадку видаляли з ємності звичайним механічним методом.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- 5 1. Спосіб очищення ємностей тимчасового зберігання кубового залишку від накопичених кристалічних осадів, що включає очищення на механічних фільтрах і кристалізацію з отриманням кристалічного продукту і маточного розчину з заданими рівнями питомої радіоактивності, який **відрізняється** тим, що після дезактивації всього високосольового
10 радіоактивного надосадового розчину на поверхню кристалічного осаду, що залишився, вводять задану кількість дистиляту, та введеним дистилятом розчиняють поверхневий шар кристалічного осаду до утворення насиченого високосольового розчину при температурі навколишнього середовища та при безперервній циркуляції розчину, що утворюється, при
15 цьому утворений насичений високосольовий розчин подають на очищення на механічний фільтр, а операції введення на поверхню кристалічного осаду, що залишився, заданої кількості дистиляту, розчинення поверхневого шару кристалічного осаду до утворення насиченого високосольового розчину і подавання утвореного насиченого високосольового розчину на очищення на механічний фільтр повторюють до необхідного рівня переробки кристалічного
20 осаду.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що операції введення на поверхню кристалічного осаду, що залишився, заданої кількості дистиляту, розчинення поверхневого шару кристалічного осаду до утворення насиченого високосольового розчину і подавання утвореного насиченого високосольового розчину на очищення на механічний фільтр повторюють до повної
25 переробки кристалічного осаду або до отримання насиченого високосольового розчину, що утворюється, із заданим рівнем радіоактивності, та у разі отримання насиченого високосольового розчину, що утворюється, після декількох повторень із заданим рівнем радіоактивності, кристалічний осад, що залишився, видаляють механічним методом.

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