

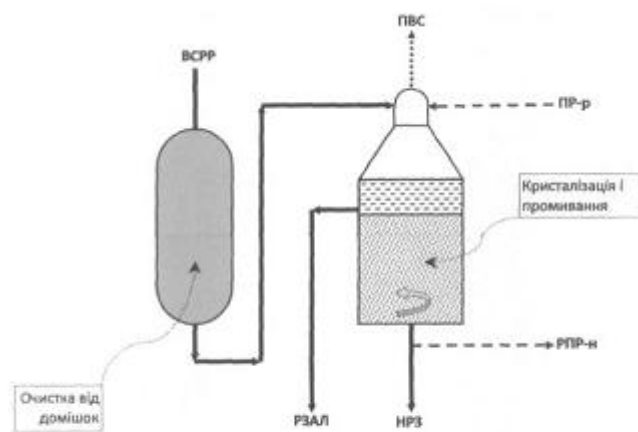


УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **114954** (13) **C2**
(51) МПК (2017.01)**G21F 9/00****G21F 9/04** (2006.01)**G21F 9/06** (2006.01)**G21F 9/08** (2006.01)**G21F 9/12** (2006.01)**G21F 9/16** (2006.01)МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД****(21)** Номер заявки: **а 2015 09242****(22)** Дата подання заявки: **25.09.2015****(24)** Дата, з якої є чинними
права на винахід: **28.08.2017****(41)** Публікація відомостей
про заявку: **10.03.2016, Бюл.№ 5****(46)** Публікація відомостей
про видачу патенту: **28.08.2017, Бюл.№ 16****(72)** Винахідник(и):**Іванець Валерій Григорович (UA),
Корякін Володимир Михайлович (UA),
Гайдін Олександр Володимирович (UA)****(73)** Власник(и):**Іванець Валерій Григорович,
вул. Боголюбова, 14, кв. 160, с. Софіївська
Борщагівка, Києво-Святошинський р-н,
08131 (UA)****(56)** Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:**UA 100675 U, 10.08.2015
US 5160636 A, 03.11.1992
RU 2439725 C1, 10.01.2012
RU 2012076 C1, 30.04.1994
RU 2133991 C1, 27.07.1999
RU 2399973 C1, 20.09.2010
UA 107312 C2, 10.12.2014
UA 15840 C1, 30.06.1997
US 4863637 A, 05.09.1989
US 3773177 A, 20.11.1973****(54) СПОСІБ ДЕЗАКТИВАЦІЇ ВИСОКОСОЛЬОВИХ РАДІОАКТИВНИХ РОЗЧИНІВ З ВІДМИВАННЯМ КРИСТАЛІВ У РЕЖИМІ ЗМІШУВАННЯ****(57) Реферат:**

Винахід, що заявляється, належить до сфери переробки рідких радіоактивних відходів атомних електростанцій. Спосіб дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі змішування включає попереднє очищення високосольових радіоактивних розчинів на механічному фільтрі та кристалізацію спочатку упарюванням з отриманням заданої кількості конденсату, а потім охолодженням до заданої температури. Суспензію, що утворюється, кристалів в маточному розчині безперервно перемішують. Після упарювання та охолодження утворений маточний розчин видаляють на затвердіння. Утворені кристали промивають змішуванням з промивним розчином. Відпрацьований промивний розчин подають на кристалізацію для отримання кристалів на приготування вихідного промивного розчину. Промиті кристали видаляють на використання в ролі вихідної сировини. Промивання кристалів, відділення відпрацьованого промивного розчину і подавання його на кристалізацію повторюють до отримання останнього відпрацьованого промивного розчину із заданим рівнем питомої радіоактивності. Технічним результатом винаходу є зниження утворення ТРВ при переробці РРВ до мінімально можливих обсягів за рахунок підвищення селективності розділення радіоактивних та нерадіоактивних компонентів.

UA 114954 C2



Фіг.

Винахід, що заявляється, 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 високосольових радіоактивних розчинів (BCRP), зокрема кубових залишків (КУЗ), накопичених в емностях тимчасового зберігання та/або поточного виробництва 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) G21F 9/00, 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 емностей 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 емностей 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 дистилату його пропускають через іонообмінні смоли, накопичуючи і повертаючи одержуваний дистилат 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 дистилату, 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, дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі змішування, і вибраний як найближчий аналог (прототип).

Недоліками даного способу комплексної дезактивації рідких радіоактивних відходів атомних електростанцій є: 1) низька селективність поділу радіоактивних та нерадіоактивних компонентів РРВ, 2) застосування дорогого устаткування для здійснення технологічних процесів

дезактивації РРВ, 3) утворення великого обсягу ТРВ при переробці РРВ. Все вищеперелічене зумовлює низьку технологічну та економічну ефективність способу комплексної дезактивації рідких радіоактивних відходів атомних електростанцій, тобто веде до підвищених фінансових витрат на виготовлення обладнання для дезактивації РРВ і на зберігання ТРВ, що утворюються у великому обсязі.

Відмінними ознаками способу комплексної дезактивації рідких радіоактивних відходів атомних електростанцій, які збігаються зі способом, що заявляється, дезактивації високосольових радіоактивних розчинів, є:

- попереднє очищення високосольових радіоактивних розчинів на механічному фільтрі,
- кристалізація з отриманням: кристалічного продукту і радіоактивного розчину з заданим рівнем питомої радіоактивності.

Незалежними суттєвими ознаками технічного рішення, що заявляється (способу дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі змішування), які відрізняються від найближчого аналога (прототипу), є:

- кристалізація очищеного високосольового радіоактивного розчину спочатку упарюванням з отриманням заданої кількості конденсату, а потім охолодженням до заданої температури,

- безперервне перемішування суспензії кристалів в маточному розчині, яка утворюється,
- видалення після упарювання та охолодження утвореного маточного розчину на затвердіння,

- промивання утворених кристалів змішуванням з промивним розчином, що вводиться в заданій кількості,

- відділення відпрацьованого промивного розчину від кристалів, що промиваються,

- подавання відпрацьованого промивного розчину на кристалізацію для отримання кристалів на приготування вихідного промивного розчину,

- видалення промитих кристалів,

- повторення промивання кристалів, що залишилися, змішуванням їх з промивним розчином, що вводиться в заданій кількості, відділення відпрацьованого промивного розчину і подавання його на кристалізацію для отримання кристалів на приготування вихідного промивного розчину до отримання останнього відпрацьованого промивного розчину із заданим рівнем питомої радіоактивності,

- використання в ролі вихідного промивного розчину насиченого розчину кристалів, що отримуються на приготування вихідного промивного розчину.

Залежними суттєвими ознаками технічного рішення, що заявляється (способу дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі змішування), які відрізняються від найближчого аналога (прототипу), є:

- упарювання високосольового радіоактивного розчину барботуванням гарячим стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пароповітряної суміші на отримання конденсату в заданій кількості,

- упарювання очищеного високосольового радіоактивного розчину нагріванням "через стінку" гарячим теплоносієм, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пари на отримання конденсату в заданій кількості,

- упарювання очищеного високосольового радіоактивного розчину барботуванням гарячим стисненим повітрям і нагріванням "через стінку" гарячою парою з відведенням пароповітряної суміші на отримання конденсату в заданій кількості,

- охолодження кристалів, що утворилися після упарювання, та радіоактивного маточного розчину барботуванням холодним стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пароповітряної суміші на отримання конденсату в заданій кількості,

- охолодження "через стінку" холодоагентом, що подається з заданою витратою при заданій температурі, кристалів в радіоактивному маточному розчині з відведенням пари на отримання конденсату в заданій кількості,

- охолодження кристалів в радіоактивному маточному розчині барботуванням холодним стисненим повітрям і холодоагентом "через стінку" з відведенням пароповітряної суміші на отримання конденсату в заданій кількості,

- безперервне перемішування кристалів в радіоактивному маточному розчині стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, та/або механічною мішалкою,

- відділення відпрацьованого промивного розчину від кристалів, що промиваються, фільтруванням під тиском та/або під розрідженням,

- видалення промитих кристалів для використання їх в ролі вихідної сировини для отримання регенераційних розчинів кислоти та лугу.

В основу технічного рішення, що заявляється (способу дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі змішування), поставлено задачу за рахунок підвищення селективності розділення радіоактивних та нерадіоактивних компонентів РРВ шляхом максимального вилучення нерадіоактивних компонентів з РРВ знизити до мінімально можливих обсягів утворення ТРВ і тим самим підвищити ефективність способу дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі змішування.

Очікуваним технічним результатом технічного рішення, що заявляється (способу дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі змішування), є зниження утворення ТРВ при переробці РРВ до мінімально можливих обсягів за рахунок підвищення селективності розділення радіоактивних та нерадіоактивних компонентів. Досягнення зазначеного технічного результату веде до підвищення ефективності способу, що заявляється, дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі змішування.

Зазначений технічний результат досягається за рахунок того, що в способі дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі змішування, що включає попереднє очищення високосольових радіоактивних розчинів на механічному фільтрі та кристалізацію з отриманням кристалічного продукту і радіоактивного розчину з заданим рівнем питомої радіоактивності, відповідно до технічного рішення, що заявляється,

- кристалізацію очищеного високосольового радіоактивного розчину здійснюють спочатку упарюванням з отриманням заданої кількості конденсату, а потім охолодженням до заданої температури,

- суспензію кристалів, що утворюється в маточному розчині, безперервно перемішують, після упарювання та охолодження утворений маточний розчин видаляють на затвердіння, утворені кристали промивають змішуванням з промивним розчином, що вводиться в заданій кількості,

- відпрацьований промивний розчин відділяють від кристалів, що промиваються,

- відпрацьований промивний розчин подають на кристалізацію для отримання кристалів на приготування вихідного промивного розчину,

- промиті кристали видаляють на використання в ролі вихідної сировини,

- промивання кристалів, що залишилися, змішуванням їх з промивним розчином, що вводиться в заданій кількості, відділення відпрацьованого промивного розчину і подавання його на кристалізацію для отримання кристалів на приготування вихідного промивного розчину повторюють до отримання останнього відпрацьованого промивного розчину із заданим рівнем питомої радіоактивності,

- в ролі вихідного промивного розчину використовують насичений розчин кристалів, що отримуються для приготування вихідного промивного розчину;

- високосольовий радіоактивний розчин упарюють барботуванням гарячим стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пароповітряної суміші на отримання конденсату в заданій кількості, або нагріванням "через стінку" гарячим теплоносієм, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пари на отримання конденсату в заданій кількості, або барботуванням гарячим стисненим повітрям і нагріванням "через стінку" гарячою парою з відведенням пароповітряної суміші на отримання конденсату в заданій кількості,

- кристали, що утворилися після упарювання, та радіоактивний маточний розчин охолоджують барботуванням холодним стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пароповітряної суміші на отримання конденсату в заданій кількості, або холодоагентом, що подається з заданою витратою при заданій температурі, кристалів в радіоактивному маточному розчині з відведенням пари на отримання конденсату в заданій кількості, або барботуванням холодним стисненим повітрям і холодоагентом "через стінку" з відведенням пароповітряної суміші на отримання конденсату в заданій кількості,

- кристали в радіоактивному маточному розчині безперервно перемішують стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, та/або механічною мішалкою,

- відпрацьований промивний розчин відділяють від кристалів, що промиваються, фільтруванням під тиском та/або під розрідженням,

- видалені промиті кристали використовують в ролі вихідної сировини для отримання регенераційних розчинів кислоти та лугу.

Суть технічного рішення, що заявляється (способу дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі змішування) полягає в наступному.

При кристалізації очищеного високосольового радіоактивного розчину спочатку упарюванням з отриманням заданої кількості конденсату, а потім охолодженням до заданої температури, при безперервному перемішуванні суспензії кристалів, що утворюється в маточному розчині, при видаленні після упарювання та охолодження утвореного маточного розчину на затвердіння, при промиванні утворених кристалів змішуванням з промивним розчином, що вводиться в заданій кількості, при відділенні відпрацьованого промивного розчину від кристалів, що промиваються, при подаванні відпрацьованого промивного розчину на кристалізацію для отримання кристалів на приготування вихідного промивного розчину,

при видаленні промитих кристалів, при повторенні промивання кристалів, що залишилися, змішуванням їх з промивним розчином, що вводиться в заданій кількості, відділення відпрацьованого промивного розчину і подавання його на кристалізацію для отримання кристалів на приготування вихідного промивного розчину до отримання останнього відпрацьованого промивного розчину із заданим рівнем питомої радіоактивності, при використанні в ролі вихідного промивного розчину насиченого розчину кристалів, що отримуються, на приготування вихідного промивного розчину, за рахунок підвищення селективності розділення радіоактивних та нерадіоактивних компонентів РРВ шляхом максимального вилучення нерадіоактивних компонентів з РРВ знижується до мінімально можливих обсягів утворення ТРВ і тим самим підвищується ефективність способу дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі змішування.

Крім того, при упарюванні високосольового радіоактивного розчину барботуванням гарячим стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пароповітряної суміші на отримання конденсату в заданій кількості, або нагріванням "через стінку" гарячим теплоносієм, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пари на отримання конденсату в заданій кількості, або барботуванням гарячим стисненим повітрям і нагріванням "через стінку" гарячою парою з відведенням пароповітряної суміші на отримання конденсату в заданій кількості, при охолодженні кристалів, що утворилися після упарювання, та радіоактивного маточного розчину барботуванням холодним стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пароповітряної суміші на отримання конденсату в заданій кількості, або охолодженням "через стінку" холодоагентом, що подається з заданою витратою при заданій температурі, кристалів в радіоактивному маточному розчині з відведенням пари на отримання конденсату в заданій кількості, або охолодженням кристалів в радіоактивному маточному розчині барботуванням холодним стисненим повітрям і холодоагентом "через стінку" з відведенням пароповітряної суміші на отримання конденсату в заданій кількості,

при безперервному перемішуванні кристалів в радіоактивному маточному розчині стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, та/або механічною мішалкою,

при відділенні відпрацьованого промивного розчину від кристалів, що промиваються, фільтруванням під тиском та/або під розрідженням,

при видаленні промитих кристалів на використання їх в ролі вихідної сировини для отримання регенераційних розчинів кислоти та лугу.

Таким чином, сукупність незалежних і залежних відмітних суттєвих ознак технічного рішення, що заявляється (способу дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі змішування), веде до досягнення вищевказаного технічного результату, тобто до зниження утворення ТРВ при переробці РРВ до мінімально можливих обсягів. А досягнення зазначеного технічного результату веде до підвищення ефективності способу, що заявляється, дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі змішування.

Суть способу, що заявляється, дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі змішування ілюструється також принциповою технологічною схемою його здійснення, наведеною на кресл.

На кресл. зображена принципова технологічна схема дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі змішування.

Умовні позначення на фіг.:

BCPP - вихідний високосольовий радіоактивний розчин,

HP3 - нерадіоактивний залишок,

РПР-н - радіоактивний промивної розчин,
 ППС - пароповітряна суміш,
 ПР-н - промивний нерадіоактивний розчин,

Здійснення способу, що заявляється, дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі змішування, ілюструється наступним прикладом конкретного здійснення.

Приклад. Вихідний високосольовий радіоактивний розчин (BCPP) масою 300 кг, що являє собою надосадовий розчин кубових залишків з ємності тимчасового зберігання РРВ, склад якого наведено в табл. 1, пропускають у вигляді однієї порції при температурі 20 °С через механічний фільтр (МФ), заповнений органічним сорбентом у вигляді активованого вугілля (БАВ). При проходженні BCPP активоване вугілля адсорбує на своїй поверхні нерадіоактивні органічні сполуки, органічні комплекси радіонуклідів, а також радіоактивні та нерадіоактивні механічні домішки. Очищена порція BCPP надходить в апарат-кристалізатор (АК).

Після завантаження порції BCPP в АК розчин нагрівають до температури кипіння і упарюють до насичення. Процес нагрівання до температури кипіння і упарювання до насичення здійснюють барботуванням вихідного BCPP гарячим стисненим повітрям, що подається з витратою 40 м³/год. на 1 м² дзеркала розчину, при температурі 150 °С і відносній вологості 30 %. При досягненні насичення, не змінюючи витрати, температуру стисненого повітря знижують до 100 °С, і починають процес гарячої кристалізації. У момент утворення конденсату в кількості 838 кг температуру стисненого повітря знижують до 20 °С, а витрату збільшують до 60 м³/год. на 1 м² дзеркала розчину, і починають процес холодної кристалізації. Пароповітряну суміш, що утворюється при гарячій та холодній кристалізації, відводять на конденсацію пари.

Після відбору конденсату в кількості 1033 кг подачу стисненого повітря припиняють. В результаті упарювання, гарячої та холодної кристалізації утворюється суміш нерадіоактивних кристалів масою 291,3 кг в маточному розчині масою 41,7 кг (з рівнем питомої активності 320 789 691 Бк/л). Утворений маточний розчин відокремлюють від нерадіоактивних кристалів фільтруванням під тиском 2,8 атм. з наступною продувкою осаду нерадіоактивних кристалів стисненим повітрям до залишкової вологості 9,9 %. Фільтрат у вигляді маточного розчину видаляють на затвердіння.

Решту нерадіоактивних кристалів, що містять в поровому просторі залишки маточного розчину, промивають змішуванням з нерадіоактивним промивним розчином, що вводиться в кількості 252,6 кг. В ролі промивного нерадіоактивного розчину використовують насичений розчин нітрату натрію.

Таблиця 1

Склад і фізико-хімічні характеристики вихідного BCPP

Вихідний BCPP		20 °С
Склад		кг
Солі (NaNO ₃ , KNO ₃ , Na ₂ B ₄ O ₇)		300
Солі цезію (CsNO ₃)		0,00000536
Вода		1143
Всього		1443,0
Густина розчину, кг/м ³		1129,3
Об'єм розчину, м ³		1,278
Масова доля солі, %		20,81
Питома активність розчину	Ки/м ³	0,25
	Бк/л	9262812

35

В результаті змішування вологого осаду нерадіоактивних кристалів, що містять в поровому просторі залишки маточного розчину, з введенням нерадіоактивним промивним розчином утворюється суміш нерадіоактивних кристалів масою 291,3 кг в радіоактивному промивному розчині масою 294,2 кг (з рівнем питомої активності радіоактивного промивного розчину 45433733 Бк/л). Утворений радіоактивний промивної розчин відокремлюють від нерадіоактивних кристалів фільтруванням під тиском 2,8 атм з наступною продувкою осаду нерадіоактивних кристалів стисненим повітрям до залишкової вологості 9,9 %. Фільтрат у вигляді радіоактивного промивного розчину подають на кристалізацію для отримання солі на приготування нерадіоактивного промивного розчину. Решта нерадіоактивних кристалів, що містять в

40

поровому просторі залишки радіоактивного промивного розчину, промивають змішуванням з нерадіоактивним промивним розчином, що вводиться в кількості 252,6 кг.

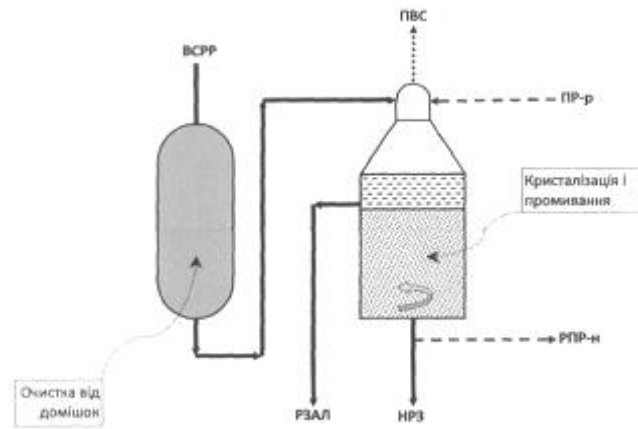
Змішування вологого осаду нерадіоактивних кристалів з введеним нерадіоактивним промивним розчином і відділення утвореного радіоактивного промивного розчину від нерадіоактивних кристалів фільтруванням повторюють 7 разів, відправляючи кожен раз фільтрат у вигляді радіоактивного промивного розчину на отримання солі для приготування нерадіоактивного промивного розчину. Після 7-разової промивки осаду нерадіоактивних кристалів, що містять в поровому просторі залишки маточного розчину, нерадіоактивним промивним розчином отримують суміш нерадіоактивних кристалів масою 300 кг з рівнем питомої активності 82 Бк/кг.

Рівень питомої активності 82 Бк/кг для суміші нерадіоактивних кристалів забезпечує звільнення їх від регулюючого контролю або регульований скид (викид) відходів у навколишнє середовище, тобто одержувана суміш нерадіоактивних кристалів може бути спрямована на полігон для нерадіоактивних відходів та/або використана як хімічна сировина.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів в режимі змішування, що включає попереднє очищення високосольових радіоактивних розчинів на механічному фільтрі та кристалізацію з отриманням кристалічного продукту і радіоактивного розчину з заданим рівнем питомої радіоактивності, який **відрізняється** тим, що кристалізацію очищеного високосольового радіоактивного розчину здійснюють спочатку упарюванням з отриманням заданої кількості конденсату, а потім охолодженням до заданої температури, при цьому суспензію кристалів, що утворюється в маточному розчині, безперервно перемішують; після упарювання та охолодження утворений маточний розчин видаляють на затвердіння, а утворені кристали промивають змішуванням з промивним розчином, що вводиться в заданій кількості, та відпрацьований промивний розчин відділяють від кристалів, що промиваються, причому відпрацьований промивний розчин подають на кристалізацію для отримання кристалів на приготування вихідного промивного розчину, а промиті кристали видаляють на використання в ролі вихідної сировини, крім того промивання кристалів, що залишилися, змішуванням їх з промивним розчином, що вводиться в заданій кількості, відділення відпрацьованого промивного розчину і подавання його на кристалізацію для отримання кристалів на приготування вихідного промивного розчину повторюють до отримання останнього відпрацьованого промивного розчину із заданим рівнем питомої радіоактивності, а в ролі вихідного промивного розчину використовують насичений розчин кристалів, що отримуються на приготування вихідного промивного розчину.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що високосольовий радіоактивний розчин упарюють барботуванням гарячим стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пароповітряної суміші на отримання конденсату в заданій кількості, або нагріванням через стінку гарячим теплоносієм, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пари на отримання конденсату в заданій кількості, або барботуванням гарячим стисненим повітрям і нагріванням через стінку гарячою парою з відведенням пароповітряної суміші на отримання конденсату в заданій кількості, а кристали, що утворилися після упарювання, та радіоактивний маточний розчин охолоджують барботуванням холодним стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пароповітряної суміші на отримання конденсату в заданій кількості, або холодоагентом, що подається з заданою витратою при заданій температурі, кристалів в радіоактивному маточному розчині з відведенням пари на отримання конденсату в заданій кількості, або барботуванням холодним стисненим повітрям і холодоагентом через стінку з відведенням пароповітряної суміші на отримання конденсату в заданій кількості, при цьому кристали в радіоактивному маточному розчині безперервно перемішують стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, та/або механічною мішалкою, а відпрацьований промивний розчин відділяють від кристалів, що промиваються, фільтруванням під тиском та/або під розрідженням, причому видалені промиті кристали використовують в ролі вихідної сировини для отримання регенераційних розчинів кислоти та луку.



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

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