



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **114956** (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 ВИНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2015 09248**

(22) Дата подання заявки: **25.09.2015**

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: **28.08.2017**

(41) Публікація відомостей
про заявку: **12.12.2016, Бюл.№ 23**

(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:

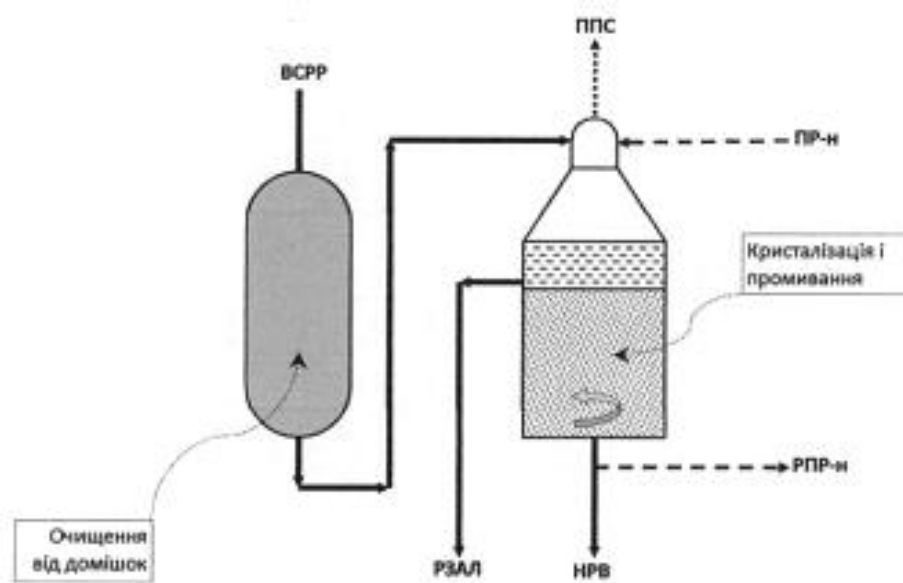
UA 100675 U, 10.08.2015
US 5160636 A, 03.11.1992
RU 2439725 C1, 10.01.2012
RU 2012076 C1, 30.04.1994
RU 2133991 C1, 27.07.1999
RU 2399973 C1, 20.09.2010
UA 107312 C2, 10.12.2014
UA 15840 C1, 30.06.1997
US 4863637 A, 05.09.1989
US 3773177 A, 20.11.1973

(54) СПОСІБ ДЕЗАКТИВАЦІЇ ВИСОКОСОЛЬОВИХ РАДІОАКТИВНИХ РОЗЧИНІВ З ВІДМИВАННЯМ КРИСТАЛІВ У РЕЖИМІ ВІТІСНЕННЯ

(57) Реферат:

Винахід, що заявляється, належить до сфери переробки рідких радіоактивних відходів атомних електростанцій. Спосіб дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі витіснення включає попереднє очищення високосольових радіоактивних розчинів на механічному фільтрі, кристалізацію упарюванням та охолодження до заданої температури. Суспензію кристалів що утворюється в маточному розчині, безперервно перемішують. Після упарювання та охолодження утворений маточний розчин видаляють на затвердіння, а кристали, що залишилися, промивають в режимі витіснення вихідним промивним розчином до отримання відпрацьованого промивного розчину із заданим рівнем питомої радіоактивності. Відпрацьований промивний розчин подають на кристалізацію для отримання кристалів на приготування вихідного промивного розчину. Промиті кристали видаляють на використання в ролі вихідної сировини. В ролі вихідного промивного розчину використовують насичений розчин кристалів, що отримуються на приготування вихідного промивного розчину. Технічним результатом винаходу є зниження утворення ТРО при переробці РРВ до мінімально можливих обсягів за рахунок підвищення селективності розділення радіоактивних та нерадіоактивних компонентів.

UA 114956 C2



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 використаний для переробки високосольових радіоактивних розчинів (BCPP), зокрема кубових залишків (КУЗ), накопичених в емностях тимчасового зберігання та/або поточного виробництва і які містять радіоактивні і не-радіоактивні механічні домішки, не-радіоактивні 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 не-радіоактивних 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 не-радіоактивних відходів на зберігання не-радіоактивні 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 не-радіоактивних 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 не-радіоактивну 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 та за ефектом, що досягається, до способу, що заявляється, дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі витіснення, і обраний в ролі найближчого аналога (прототипу).

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

дезактивації РРВ, 3) утворення великого обсягу ТРВ при переробці РРВ. Все вище перелічене 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.

Суттєвими 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 витіснення), 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, що утворюється в маточному розчині, видалення після упарювання та охолодження утвореного маточного розчину на затвердіння,

промивання в режимі витіснення кристалів, що залишилися, вихідним промивним розчином до отримання відпрацьованого промивного розчину із заданим рівнем питомої радіоактивності,

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

видалення промитих кристалів,

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 витіснення), які відрізняються від найближчого аналога (прототипу), є:

упарювання очищеного високосольового радіоактивного розчину барботуванням гарячим стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пароповітряної суміші на конденсацію пари,

упарювання очищеного високосольового радіоактивного розчину нагріванням "через стінку" гарячим теплоносієм, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пари на його конденсацію,

упарювання очищеного високосольового радіоактивного розчину барботуванням гарячим стисненим повітрям і нагріванням "через стінку" гарячим теплоносієм з відведенням пари на його конденсацію,

охолодження суспензії, що утворюється після упарювання, нерадіоактивних кристалів в радіоактивному маточному розчині барботуванням холодним стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пароповітряної суміші на конденсацію пари,

охолодження "через стінку" холодоагентом, що подається з заданою витратою при заданій температурі, суспензії, що утворюється після упарювання, нерадіоактивних кристалів в радіоактивному маточній розчині з відведенням пари на її конденсацію,

охолодження суспензії, що утворюється після упарювання, нерадіоактивних кристалів в радіоактивному маточній розчині барботуванням холодним стисненим повітрям і холодоагентом "через стінку" з відведенням пароповітряної суміші на конденсацію пари,

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

видалення утвореного маточного розчину на затвердіння, а також відділення отриманого радіоактивного промивного розчину від промитих кристалів фільтруванням під тиском та/або під розрідженням,

видалення промитих кристалів на 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 витіснення), поставлено завдання за рахунок підвищення селективності розділення радіоактивних та нерадіоактивних компонентів РРВ шляхом максимального вилучення нерадіоактивних компонентів з РРВ знизити до мінімально можливих обсягів утворення ТРО і тим самим підвищити ефективність способу

дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі витіснення.

Очікуваним технічним результатом технічного рішення, що заявляється (способу дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі витіснення), є зниження утворення ТРО 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 витіснення.

Зазначений технічний результат досягається за рахунок того, що в способі дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі витіснення, що включає попереднє очищення високосольових радіоактивних розчинів на механічному фільтрі, 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, кристали, що залишилися, промивають в режимі витіснення вихідним промивним розчином до отримання відпрацьованого промивного розчину із заданим рівнем питомої радіоактивності, відпрацьований промивний розчин подають на кристалізацію для отримання кристалів на приготування вихідного промивного розчину,

промиту кристали видаляють на використання в ролі вихідної сировини, в ролі вихідного промивного розчину використовують насичений розчин кристалів, що отримуються на приготування вихідного промивного розчину,

очищений високосольовий радіоактивний розчин упарюють барботуванням гарячим стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пароповітряної суміші на конденсацію пари, або нагріванням "через стінку" гарячим теплоносієм, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пари на його конденсацію, або барботуванням гарячим стисненим повітрям і нагріванням "через стінку" гарячим теплоносієм з відведенням пари на його конденсацію,

суспензію, що утворюється після упарювання, нерадіоактивних кристалів в радіоактивному маточному розчині, охолоджують барботуванням холодним стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пароповітряної суміші на конденсацію пари, або "через стінку" холодоагентом, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пари на її конденсацію, або барботуванням холодним стисненим повітрям і холодоагентом "через стінку" з відведенням пароповітряної суміші на конденсацію пари,

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

утворений маточний розчин видаляють на затвердіння, а також отриманий радіоактивний промивний розчин відділяють від промитих кристалів фільтруванням під тиском та/або під розрідженням,

промиту кристали видаляють на використання їх 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 витіснення), 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 в режимі витіснення кристалів, що залишилися, вихідним промивним розчином до отримання відпрацьованого промивного розчину із заданим рівнем питомої радіоактивності, при подаванні відпрацьованого промивного розчину на кристалізацію для отримання кристалів на приготування вихідного промивного розчину,

при видаленні промитих кристалів, при використанні в ролі вихідного промивного розчину насиченого розчину кристалів, що отримуються на приготування вихідного промивного розчину, а також при упарюванні очищеного високосольового радіоактивного розчину барботуванням

гарячим стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пароповітряної суміші на конденсацію пари, або нагріванням "через стінку" гарячим теплоносієм, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пари на його конденсацію, або барботуванням гарячим стисненим повітрям і нагріванням "через стінку" гарячим теплоносієм з відведенням пари на його конденсацію, при охолодженні суспензії, що утворюється після упарювання, нерадіоактивних кристалів в радіоактивному маточному розчині барботуванням холодним стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пароповітряної суміші на конденсацію пари, або "через стінку" холодоагентом, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пари на її конденсацію, або барботуванням холодним стисненим повітрям і холодоагентом "через стінку" з відведенням пароповітряної суміші на конденсацію пари, при безперервному перемішуванні суспензії нерадіоактивних кристалів, що утворюється в радіоактивному маточному розчині стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, та/або механічною мішалкою, при видаленні утвореного маточного розчину на затвердіння, а також при відділенні отриманого радіоактивного промивного розчину від промитих кристалів 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, за рахунок підвищення селективності розділення радіоактивних та нерадіоактивних компонентів РРВ шляхом максимального вилучення нерадіоактивних компонентів з РРВ знижується до мінімально можливих обсягів утворення ТРО і тим самим підвищується ефективність способу дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі витіснення.

Таким чином, сукупність незалежних та залежних відмітних суттєвих ознак технічного рішення, що заявляється, (способу дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі витіснення) веде до досягнення вищевказаного технічного результату, тобто до зниження утворення ТРО 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 витіснення.

Крім того, суть способу, що заявляється, дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі витіснення ілюструється принциповою технологічною схемою його здійснення, наведеною на кресленні.

На кресленні зображена принципова технологічна схема дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі витіснення.

Умовні позначення на кресленні: ВСРР - вихідний високосольовий радіоактивний розчин, НРЗ - нерадіоактивний залишок, ПВС - пароповітряна суміш, РПР-н - радіоактивний промивний розчин, ПР-н - промивний нерадіоактивний розчин.

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

Приклад

Вихідний високосольовий радіоактивний розчин (ВСРР) масою 300 кг, що представляє 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 ВСРР активоване вугілля адсорбує на своїй поверхні нерадіоактивні органічні сполуки, органічні комплекси радіонуклідів, а також радіоактивні та нерадіоактивні механічні домішки. Очищена порція ВСРР надходить в Апарат-кристалізатор (АК). Після завантаження порції ВСРР в АК розчин нагрівають до температури кипіння і упарюють до насичення. Процес нагрівання до температури кипіння і упарювання до насичення здійснюють барботуванням вихідного ВСРР 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. В 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 320789691 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.

5

Таблиця

Склад і фізико-хімічні характеристики вихідного ВСРР

Вихідний ВСРР		20 °C
Склад		кг
Солі (NaNO_3 , KNO_3 , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$)		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

Решта нерадіоактивних кристалів, що містять в поровому просторі залишки маточного розчину, промивають нерадіоактивним промивним розчином, що вводиться в кількості 311,2 кг. В ролі промивного нерадіоактивного розчину використовують насичений розчин нітрату натрію.

10 В результаті промивання витісненням вологого осаду нерадіоактивних кристалів, що містять в поровому просторі залишки маточного розчину, нерадіоактивним промивним розчином, що вводиться, отримують суміш нерадіоактивних кристалів масою 291,3 кг і радіоактивний промивний розчин масою 353,7 кг (з рівнем питомої активності радіоактивного промивного розчину 227168665 Бк/л). Утворений при витісненні фільтруванням під тиском 2,8 атм

15 радіоактивний промивний розчин подають на кристалізацію для отримання солі на приготування нерадіоактивного промивного розчину. Осад нерадіоактивних кристалів у вигляді нерадіоактивного відходу масою 291,3 кг з рівнем питомої активності 94 Бк/кг направляють на полігон для нерадіоактивних відходів та/або використовують як хімічну сировину.

20 Рівень питомої активності 94 Бк/кг для суміші нерадіоактивних кристалів забезпечує звільнення їх від регулюючого контролю або регульований скид (викид) відходів у навколишнє середовище.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

25 1. Спосіб дезактивації високосольових радіоактивних розчинів з відмиванням кристалів у режимі витіснення, що включає попереднє очищення високосольових радіоактивних розчинів на механічному фільтрі, 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

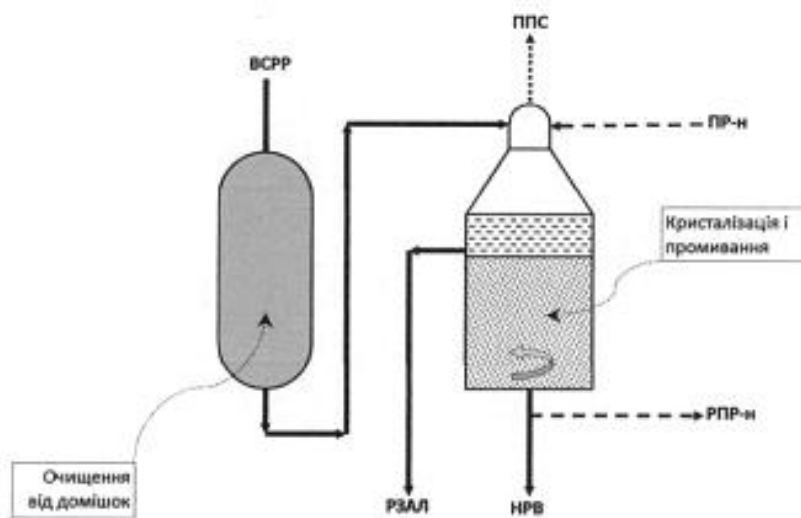
30 отриманням заданої кількості конденсату, а потім охолодженням до заданої температури, а суспензію кристалів, що утворюється в маточному розчині, безперервно перемішують, і після упарювання та охолодження утворений маточний розчин видаляють на затвердіння, при цьому кристали, що залишилися, промивають в режимі витіснення вихідним промивним розчином до отримання відпрацьованого промивного розчину із заданим рівнем питомої радіоактивності, а

35 відпрацьований промивний розчин подають на кристалізацію для отримання кристалів на приготування вихідного промивного розчину, причому промиті кристали видаляють на використання в ролі вихідної сировини, а в ролі вихідного промивного розчину використовують насичений розчин кристалів, що отримуються на приготування вихідного промивного розчину.

40 2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що очищений високосольовий радіоактивний розчин упарюють барботуванням гарячим стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пароповітряної суміші на конденсацію пари, або нагріванням через стінку гарячим теплоносієм, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пари на його конденсацію, або барботуванням гарячим стисненим повітрям і нагріванням через стінку гарячим теплоносієм з відведенням пари на його

45 конденсацію, а суспензію нерадіоактивних кристалів, що утворюється після упарювання в

- радіоактивному маточному розчині, охолоджують барботуванням холодним стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пароповітряної суміші на конденсацію пари, або через стінку холодоагентом, що подається з заданою витратою при заданій температурі, з відведенням пари на її конденсацію, або
- 5 барботуванням холодним стисненим повітрям і холодоагентом через стінку з відведенням пароповітряної суміші на конденсацію пари, та безперервне перемішування суспензії, що утворюється, нерадіоактивних кристалів в радіоактивному маточному розчині безперервно перемішують стисненим повітрям, що подається з заданою витратою при заданій температурі, та/або механічною мішалкою, при цьому утворений маточний розчин видаляють на затвердіння,
- 10 а отриманий радіоактивний промивний розчин відділяють від промитих кристалів фільтруванням під тиском та/або під розрідженням, причому промиті кристали видаляють на використання в ролі вихідної сировини для отримання регенераційних розчинів кислоти та лугу.



Комп'ютерна верстка О. Гергіль

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