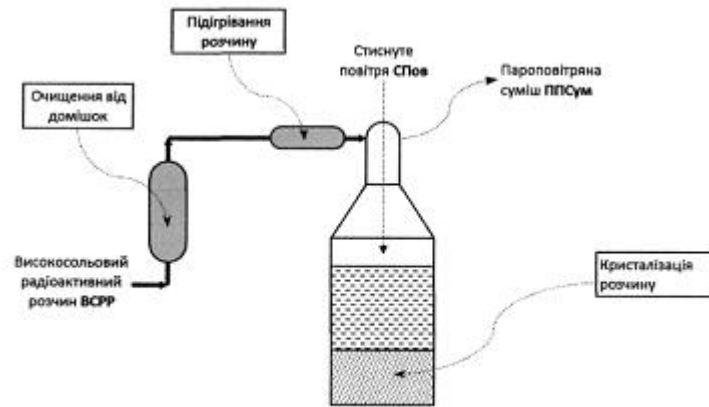


**УКРАЇНА****(19) UA (11) 114957 (13) C2**
(51) МПК (2017.01)**G21F 9/00****G21F 9/04 (2006.01)****G21F 9/06 (2006.01)****G21F 9/08 (2006.01)****G21F 9/12 (2006.01)****G21F 9/16 (2006.01)****МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ****(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД****(21) Номер заявки: а 2015 09250****(22) Дата подання заявки: 25.09.2015****(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: 28.08.2017****(41) Публікація відомостей
про заявку: 25.12.2015, Бюл.№ 24****(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
UA 107312 C2, 10.12.2014
UA 15840 C1, 30.06.1997
RU 2015125951/07, 30.06.2015
RU 2399973 C1, 20.09.2010
RU 2118945 C1, 20.09.1998
US 4863637 A, 05.09.1989
GB 2024498 A, 09.01.1980
US 5087372 A, 11.02.1992****(54) СПОСІБ ДЕЗАКТИВАЦІЇ ВИСОКОСОЛЬОВИХ РАДІОАКТИВНИХ РОЗЧИНІВ КРИСТАЛІЗАЦІЄЮ З
ОТРИМАННЯМ МОНОЛІТНОГО КРИСТАЛІЧНОГО ОСАДУ В БЕЗПЕРЕРВНОМУ РЕЖИМІ****(57) Реферат:**

Винахід належить до сфери переробки рідких радіоактивних відходів атомних електростанцій. Спосіб дезактивації високосольових радіоактивних розчинів кристалізацією з отриманням монолітного кристалічного осаду здійснюють шляхом безперервного подавання у підігрівач попередньо очищеного на механічному фільтрі високосольового радіоактивного розчину із заданою витратою, нагрівання до заданої температури та упарювання у окремій ємності із заданою швидкістю відведення пари. Після досягнення заданої питомої радіоактивності маточного розчину припиняють безперервне подавання, нагрівання і упарювання розчину і видаляють маточний розчин з поверхні монолітного кристалічного осаду на затвердіння. Відмивання залишків маточного розчину з поверхні утвореного монолітного кристалічного осаду введенням дистилляту в заданій кількості і при заданій температурі та видалення з поверхні монолітного кристалічного осаду промивного розчину на упарювання сумісно з очищенням розчином повторюють до отримання останнього промивного розчину з заданим рівнем активності. Технічним результатом винаходу є зменшення утворення ТРВ при переробці РРВ за рахунок підвищення селективності розділення радіоактивних та нерадіоактивних компонентів.

UA 114957 C2



Фіг. 1

Винахід, що заявляється, належить до сфери переробки рідких радіоактивних відходів атомних електростанцій, а саме до способів обробки матеріалів з радіоактивним зараженням шляхом випарювання і кристалізації і може бути використано для переробки високосольових радіоактивних розчинів (BCPP), зокрема кубових залишків (КУЗ), накопичених в ємностях тимчасового зберігання та/або поточного виробництва, і які містять радіоактивні і нерадіоактивні механічні домішки, а також 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 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 по технічній сутності і по ефекту, що досягається, до способу, що заявляється, дезактивації високосольових радіоактивних розчинів кристалізацією з отриманням монолітного кристалічного осаду в безперервному режимі, і обраний в ролі найближчого аналога (прототипу).

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.

Суттєвими ознаками способу комплексної дезактивації рідких радіоактивних відходів атомних електростанцій, які збігаються зі способом, що заявляється, дезактивації високосольових радіоактивних розчинів кристалізацією з отриманням монолітного кристалічного осаду в безперервному режимі, 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 кристалізацією з отриманням монолітного кристалічного осаду в безперервному режимі), які відрізняються від найближчого аналога (прототипу), є:

кристалізація з отриманням кристалічного продукту і радіоактивного розчину з заданим рівнем питомої радіоактивності шляхом безперервного подавання у підігрівач попередньо очищеного на механічному фільтрі високосольового радіоактивного розчину із заданою витратою, нагрівання попередньо очищеного на механічному фільтрі високосольового радіоактивного розчину до заданої температури та упарювання у окремій ємності попередньо очищеного високосольового радіоактивного розчину із заданою швидкістю відведення пари,

безперервне подавання у підігрівач очищеного на механічному фільтрі високосольового радіоактивного розчину з витратою, яка при заданій температурі його нагрівання забезпечує упарювання у окремій ємності зі швидкістю відведення пари, яка забезпечує утворення монолітного кристалічного осаду,

припинення безперервного подавання, нагрівання і упарювання очищеного на механічному фільтрі високосольового радіоактивного розчину після досягнення заданої питомої радіоактивності маточного розчину і видалення його з поверхні монолітного кристалічного осаду на затвердіння,

відмивання залишків маточного розчину з поверхні утвореного монолітного кристалічного осаду введенням дистилату в заданій кількості і при заданій температурі,

видалення з поверхні монолітного кристалічного осаду промивного розчину на упарювання сумісно з попередньо очищеним високосольовим радіоактивним розчином,

повторення відмивання залишків маточного розчину з поверхні утвореного монолітного кристалічного осаду введенням дистилату в заданій кількості і при заданій температурі та видалення з поверхні монолітного кристалічного осаду промивного розчину на упарювання сумісно з попередньо очищеним високосольовим радіоактивним розчином до отримання останнього промивного розчину з заданим рівнем активності.

Залежними суттєвими ознаками технічного рішення, що заявляється (способу дезактивації високосольових радіоактивних розчинів кристалізацією з отриманням монолітного кристалічного осаду), які відрізняються від найближчого аналога (прототипу), є:

нагрівання очищеного на механічному фільтрі високосольового радіоактивного розчину до температури, більшої за 100 С, але меншої від температури його кипіння,

регулювання швидкості відведення пари, яка забезпечує утворення монолітного кристалічного осаду, створенням розрідження у окремій ємності, або змінням температури робочого об'єму окремої ємності шляхом нагрівання робочого об'єму окремої ємності безперервним подаванням нагрітого до заданої температури повітря при заданій витраті з безперервним відведенням утвореної пароповітряної суміші на конденсацію пари,

відправлення після відмивання поверхні монолітного кристалічного осаду від залишків маточного розчину на використання в ролі хімічної сировини, наприклад, для отримання регенераційних розчинів кислоти та лугу, або на полігон для нерадіоактивних відходів.

В основу технічного рішення, що заявляється (способу дезактивації високосольових радіоактивних розчинів кристалізацією з отриманням монолітного кристалічного осаду в безперервному режимі), поставлено задачу за рахунок підвищення селективності розділення радіоактивних та нерадіоактивних компонентів РРВ, зниження фінансових витрат на попередню обробку РРВ, а також на зберігання у великому обсязі ТРВ, що утворюються, шляхом максимального вилучення нерадіоактивних компонентів з РРВ знизити до мінімально можливих

обсягів утворення ТРВ і тим самим підвищити технологічну та економічну ефективність способу дезактивації високосольових радіоактивних розчинів.

Очікуваним технічним результатом технічного рішення, що заявляється (способу дезактивації високосольових радіоактивних розчинів кристалізацією з отриманням монолітного кристалічного осаду в безперервному режимі) 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.

Зазначений технічний результат досягається за рахунок того, що в способі дезактивації високосольових радіоактивних розчинів кристалізацією з отриманням монолітного кристалічного осаду в безперервному режимі, що включає попереднє очищення високосольових радіоактивних розчинів на механічному фільтрі, кристалізацію з отриманням кристалічного продукту і радіоактивного розчину із заданим рівнем питомої радіоактивності, відповідно до технічного рішення, що заявляється,

кристалізацію з отриманням кристалічного продукту і радіоактивного розчину з заданим рівнем питомої радіоактивності здійснюють шляхом безперервного подавання у підігрівач попередньо очищеного на механічному фільтрі високосольового радіоактивного розчину із заданою витратою, нагрівання попередньо очищеного на механічному фільтрі високосольового радіоактивного розчину до заданої температури та упарювання у окремій ємності попередньо очищеного високосольового радіоактивного розчину із заданою швидкістю відведення пари,

очищений на механічному фільтрі високосольовий радіоактивний розчин безперервно подають у підігрівач з витратою, яка при заданій температурі його нагрівання забезпечує упарювання у окремій ємності зі швидкістю відведення пари, яка забезпечує утворення монолітного кристалічного осаду,

після досягнення заданої питомої радіоактивності маточного розчину припиняють безперервне подавання, нагрівання і упарювання очищеного на механічному фільтрі високосольового радіоактивного розчину і видаляють маточний розчин з поверхні монолітного кристалічного осаду на затвердіння,

залишки маточного розчину відмивають з поверхні утвореного монолітного кристалічного осаду введенням дистилату в заданій кількості і при заданій температурі,

промивний розчин з поверхні монолітного кристалічного осаду видаляють на упарювання сумісно з попередньо очищеним високосольовим радіоактивним розчином,

відмивання залишків маточного розчину з поверхні утвореного монолітного кристалічного осаду введенням дистилату в заданій кількості і при заданій температурі та видалення з поверхні монолітного кристалічного осаду промивного розчину на упарювання сумісно з попередньо очищеним високосольовим радіоактивним розчином повторюють до отримання останнього промивного розчину з заданим рівнем активності,

а також

очищений на механічному фільтрі високосольовий радіоактивний розчин нагрівають до температури, більшої за 100 °С, але меншої від температури його кипіння,

швидкість відведення пари, яка забезпечує утворення монолітного кристалічного осаду, регулюють створенням розрідження у окремій ємності, або зміненням температури робочого об'єму окремої ємності шляхом безперервного подавання повітря заданої температури при заданій витраті з безперервним відведенням утвореної пароповітряної суміші на конденсацію пари,

після відмивання поверхні від залишків маточного розчину монолітний кристалічний осад відправляють на використання в ролі хімічної сировини, наприклад, для отримання регенераційних розчинів кислоти та лугу, або на полігон для нерадіоактивних відходів.

Суть технічного рішення, що заявляється (способу дезактивації високосольових радіоактивних розчинів кристалізацією з отриманням монолітного кристалічного осаду в безперервному режимі), полягає в наступному.

При кристалізації з отриманням кристалічного продукту і радіоактивного розчину з заданим рівнем питомої радіоактивності шляхом безперервного подавання у підігрівач попередньо очищеного на механічному фільтрі високосольового радіоактивного розчину із заданою витратою, при нагріванні його до заданої температури та при упарюванні у окремій ємності із заданою швидкістю відведення пари,

при безперервному подаванні у підігрівач очищеного на механічному фільтрі високосольового радіоактивного розчину з витратою, яка при заданій температурі його

нагрівання забезпечує упарювання у окремій ємності зі швидкістю відведення пари, яка забезпечує утворення монолітного кристалічного осаду,

при припиненні безперервного подавання, нагрівання і упарювання очищеного на механічному фільтрі високосольового радіоактивного розчину після досягнення заданої питомої радіоактивності маточного розчину і при видаленні маточного розчину з поверхні монолітного кристалічного осаду на затвердіння,

при відмиванні маточного розчину з поверхні утвореного монолітного кристалічного осаду введенням дистилату в заданій кількості і при заданій температурі,

при видаленні з поверхні монолітного кристалічного осаду промивного розчину на упарювання сумісно з попередньо очищеним високосольовим радіоактивним розчином,

при повторенні відмивання залишків маточного розчину з поверхні утвореного монолітного кристалічного осаду введенням дистилату в заданій кількості і при заданій температурі та при видаленні з поверхні монолітного кристалічного осаду промивного розчину на упарювання сумісно з попередньо очищеним високосольовим радіоактивним розчином до отримання останнього промивного розчину з заданим рівнем активності,

а також

при нагріванні очищеного на механічному фільтрі високосольового радіоактивного розчину до температури, більшої за 100 С, але меншої від температури його кипіння,

при регулюванні швидкості відведення пари, яка забезпечує утворення монолітного кристалічного осаду, створенням розрідження у окремій ємності, або зміненням температури робочого об'єму окремої ємності шляхом нагрівання робочого об'єму окремої ємності безперервним подаванням нагрітого до заданої температури повітря при заданій витраті з безперервним відведенням утвореної пароповітряної суміші на конденсацію пари, при відправленні монолітного кристалічного осаду після відмивання поверхні від залишків маточного розчину на використання в ролі хімічної сировини, наприклад, для отримання регенераційних розчинів кислоти та луку/ або на полігон для нерадіоактивних відходів, здійснюється зниження фінансових витрат на переробку РРВ і зберігання ТРВ, що утворюються. За рахунок підвищення селективності розділення радіоактивних та нерадіоактивних компонентів РРВ, зниження фінансових витрат на переробку РРВ, а також на зберігання ТРВ шляхом максимального вилучення нерадіоактивних компонентів з РРВ знижується до мінімально можливих обсягів утворення ТРВ і тим самим підвищується ефективність способу дезактивації високосольових радіоактивних розчинів кристалізацією з отриманням монолітного кристалічного осаду в безперервному режимі.

Таким чином, сукупність незалежних і залежних відмітних суттєвих ознак технічного рішення, що заявляється, (способу дезактивації високосольових радіоактивних розчинів кристалізацією з отриманням монолітного кристалічного осаду в безперервному режимі) веде до досягнення вищевказаного технічного результату, тобто до зниження утворення ТРВ при переробці РРВ до мінімально можливих обсягів за рахунок підвищення селективності розділення радіоактивних та нерадіоактивних компонентів. А досягнення зазначеного технічного результату веде до підвищення ефективності способу, що заявляється, дезактивації високосольових радіоактивних розчинів.

Крім того, суть способу, що заявляється, дезактивації високосольових радіоактивних розчинів кристалізацією з отриманням монолітного кристалічного осаду в безперервному режимі ілюструється принциповою схемою апаратного оформлення технологічного процесу, наведеною на фіг. 1 і 2.

На фіг. 1 зображена принципова технологічна схема дезактивації високосольових радіоактивних розчинів кристалізацією з отриманням монолітного кристалічного осаду в безперервному режимі в початковий і проміжний періоди кристалізації, а на фіг. 2 - в кінцевий період.

Умовні позначення на фіг. 1 і 2:

ВССР - високосольовий радіоактивний розчин,

Н/РВДх - нерадіоактивний відхід,

ППСум - пароповітряна суміш,

Р/АЗАП - радіоактивний залишок,

Р/АПРН - радіоактивний промивний розчин,

Р/РПРН - нерадіоактивний промивний розчин,

СПов - стиснуте повітря заданої температури і заданої витрати.

У початковий і проміжний періоди кристалізації відбувається утворення протягом заданого проміжку часу монолітного кристалічного осаду (як при безперервній, так і періодичній або безперервно-періодичній подачі вихідного живлення) та подальше зростання його обсягу аж до

заповнення окремої ємності монолітним кристалічним осадом або до досягнення заданого рівня питомої радіоактивності маточного розчину.

У кінцевий період, після заповнення окремої ємності монолітним кристалічним осадом або до досягнення заданого рівня питомої радіоактивності маточного розчину, проводиться видалення утвореного маточного розчину і відмивання залишків маточного розчину з поверхні монолітного кристалічного осаду з видаленням утвореного радіоактивного розчину на кристалізацію сумісно з вихідним попередньо очищеним високосольовим радіоактивним розчином.

Здійснення способу, що заявляється, дезактивації високосольових радіоактивних розчинів кристалізацією з отриманням монолітного кристалічного осаду в безперервному режимі, ілюструється наступним прикладом конкретного здійснення.

Приклад

Вихідний високосольовий радіоактивний розчин (BCPP) масою 450 кг, що являє собою порцію надосадового розчину кубових залишків (КУЗ) з ємності тимчасового зберігання РРВ, склад якого наведено в табл. 1, пропускали в безперервному режимі з питомою витратою 0,5 дм³/год. при температурі 20 °С через механічний фільтр (МФ), заповнений органічним сорбентом у вигляді активованого вугілля (БАВ). При проходженні BCPP через МФ органічний сорбент (БАВ) адсорбував нерадіоактивні органічні сполуки, органічні комплекси радіонуклідів, а також радіоактивні та нерадіоактивні механічні домішки. Очищений BCPP надходив спочатку в підігрівач для доведення температури до 40-50 °С, а потім - у Кристалізатор-Тару (КРТ), яка застосовувалася для відправлення монолітного кристалічного осаду на полігон для нерадіоактивних відходів, та/або на використання в ролі хімічної сировини, наприклад, в пластмасову ємність об'ємом 200 л, розміщену в Блоці дезактивації кубових залишків (БД-КУЗ).

У КРТ при безперервній подачі вихідного BCPP протягом 1860 годин відбувався процес кристалізації з утворенням монолітного кристалічного осаду у вигляді монолітного агрегату.

Утворення монолітного кристалічного осаду відбувалося за рахунок випаровування з очищеного BCPP, що надходить, водяної пари. Швидкість відводу водяної пари у вигляді пароповітряної суміші регулювалася питомою витратою повітря, нагрітого до температури 20-50 °С (в залежності від температури навколишнього середовища). При подаванні повітря на дзеркало BCPP, що упарюють, нагрітого до температури 20-50 °С, відведення пароповітряної суміші з витратою 0,5-0,7 м³/год. забезпечувало безперервну кристалізацію з утворенням монолітного кристалічного осаду. Швидкість кристалізації з утворенням монолітного кристалічного осаду становила 100 г/год. При цьому з пароповітряної суміші витягували 0,416 кг/год. водяної пари у вигляді конденсату.

Таблиця 1

Склад і фізико-хімічні характеристики вихідного BCPP

Вихідний холодний BCPP		20 °С
Склад		кг
Нерадіоактивна суміш солей (Na/K+NO ₃ /B ₄ O ₇)		450
Радіоактивні солі (CsNO ₃)		0,00000849
Вода		1800
Всього		2250
Густина розчину, кг/м ³		1123,2
Об'єм розчину, м ³		2,003
Концентрація солей, %		20
Питома радіоактивність, А _{пит}	Кі/м ³	0,25
	Бк/л	9360000000

Таблиця 2

Склад і фізико-хімічні характеристики маточного розчину

Надосадовий маточний розчин		20 °C
Склад		кг
Нерадіоактивна суміш солей (Na/K+NO ₃ /B ₄ O ₇)		0,473
Радіоактивні солі (CsNO ₃)		0,00000849
Вода		1,800
Всього		2,273
Густина розчину, кг/м ³		1128,9
Об'єм розчину, м ³		0,0020
Концентрація солей, %		20,81
Питома активність, А _{пит}	Кі/м3	251,7
	Бк/л	9,312E+12

Після утворення в КРТ монолітного кристалічного осаду в кількості 449,5 кг (об'єм осаду становив 200 л) відбувалося заповнення всього об'єму пластмасової ємності, розміщеної у Блоці дезактивації кубових залишків (БД-КУЗ). В результаті кристалізації ВСРР, очищеного від механічних домішок та органічних сполук, над монолітним кристалічним осадом отримували радіоактивний маточний розчин в кількості 2,273 кг, склад якого наведено в табл. 2.

Отриманий в кількості 2,259 кг радіоактивний маточний розчин видаляли з поверхні утвореного монолітного кристалічного осаду і направляли на затвердіння в Блок затвердіння радіоактивних залишків (БО-РЗАЛ). Залишкова кількість (0,014 кг) радіоактивного маточного розчину відмивалася з поверхні монолітного кристалічного осаду шляхом введення нерадіоактивного промивного розчину в кількості 2,258 кг. Утворений на поверхні монолітного кристалічного осаду радіоактивний промивний (після введення нерадіоактивного промивного розчину) розчин видаляли на упарювання сумісно з попередньо очищеним високосольовим радіоактивним розчином.

В ролі промивного розчину використовували насичений розчин найбільш розчинної нерадіоактивної компоненти високосольового радіоактивного розчину - нітрату натрію, що подавався в кількості 2,258 кг при температурі 20 °C.

Після шестиразового повторення відмивання залишкових кількостей (приблизно 0,014 кг) радіоактивних промивних розчинів з поверхні монолітного кристалічного осаду шляхом шестиразового введення нерадіоактивних промивних розчинів в кількості 2,258 кг і шестиразового видалення утворених на поверхні монолітного кристалічного осаду радіоактивних промивних розчинів отримували сумарно 13,465 кг радіоактивних промивних розчинів із середньозваженою питомою радіоактивністю 9432000000 Бк/л (0,255 Кі/м³). При цьому питома радіоактивність останнього (шостого) промивного розчину становить 0,437 Бк/л ($1,182 \cdot 10^{-11}$ Кі/м³), що відповідає рівню активності, що забезпечує звільнення від регулюючого контролю або регульований скид (викид) відходів у навколишнє середовище.

Упарювання з утворенням монолітного кристалічного осаду, відмивання поверхні монолітного кристалічного осаду введенням нерадіоактивного промивного розчину, і повторення операцій відмивання поверхні утвореного монолітного кристалічного осаду введенням нерадіоактивного промивного розчину здійснювали в 200 л пластикової ємності, яку використовували в ролі тари для відправлення закристалізованих солей на полігон для нерадіоактивних відходів та/або на використання в ролі хімічної сировини.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб дезактивації високосольових радіоактивних розчинів кристалізацією з отриманням монолітного кристалічного осаду в безперервному режимі, що включає попереднє очищення високосольових радіоактивних розчинів на механічному фільтрі, кристалізацію з отриманням кристалічного продукту і радіоактивного розчину із заданим рівнем питомої радіоактивності, який **відрізняється** тим, що кристалізацію з отриманням кристалічного продукту і радіоактивного розчину з заданим рівнем питомої радіоактивності здійснюють шляхом безперервного подавання у підігрівач попередньо очищеного на механічному фільтрі високосольового радіоактивного розчину із заданою витратою, нагрівання попередньо очищеного на механічному фільтрі високосольового радіоактивного розчину до заданої

температури та упарювання у окремій ємності попередньо очищеного високосольового радіоактивного розчину із заданою швидкістю відведення пари, при цьому очищений на механічному фільтрі високосольовий радіоактивний розчин безперервно подають у підігрівач з витратою, яка при заданій температурі його нагрівання забезпечує упарювання у окремій

5 ємності зі швидкістю відведення пари, яка забезпечує утворення монолітного кристалічного осаду, а після досягнення заданої питомої радіоактивності маточного розчину припиняють безперервне подавання, нагрівання і упарювання очищеного на механічному фільтрі високосольового радіоактивного розчину і видаляють маточний розчин з поверхні монолітного кристалічного осаду на затвердіння, причому залишки маточного розчину відмивають з поверхні

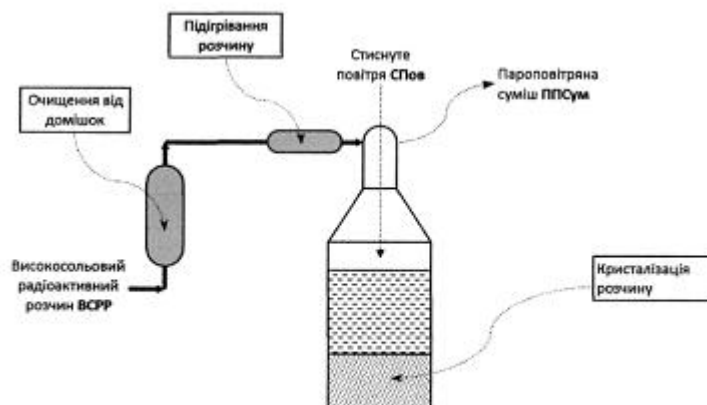
10 утвореного монолітного кристалічного осаду введенням дистилату в заданій кількості і при заданій температурі, а промивний розчин з поверхні монолітного кристалічного осаду видаляють на упарювання сумісно з попередньо очищеним високосольовим радіоактивним розчином, крім того відмивання залишків маточного розчину з поверхні утвореного монолітного кристалічного осаду введенням дистилату в заданій кількості і при заданій температурі та

15 видалення з поверхні монолітного кристалічного осаду промивного розчину на упарювання сумісно з попередньо очищеним високосольовим радіоактивним розчином повторюють до отримання останнього промивного розчину з заданим рівнем активності.

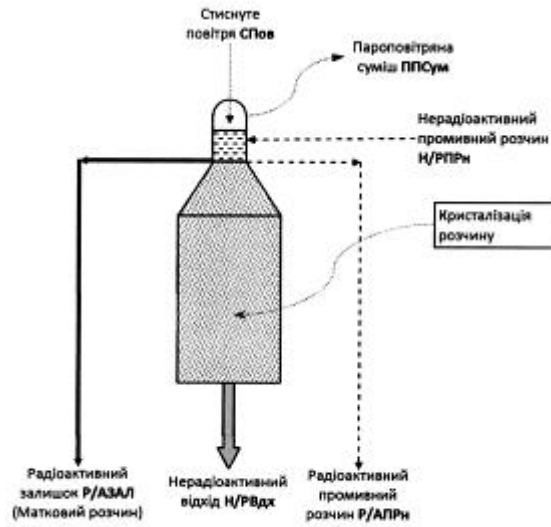
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що очищений на механічному фільтрі високосольовий радіоактивний розчин нагрівають до температури, більшої за 100 °С, але меншої від

20 температури його кипіння, швидкість відведення пари, яка забезпечує утворення монолітного кристалічного осаду, регулюють створенням розрідження у окремій ємності, або змінням температури робочого об'єму окремої ємності шляхом безперервного подавання повітря заданої температури при заданій витраті з безперервним відведенням утвореної пароповітряної суміші на конденсацію пари, а після відмивання поверхні від залишків маточного розчину

25 монолітний кристалічний осад відправляють на використання в ролі хімічної сировини, наприклад, для отримання регенераційних розчинів кислоти та лугу, або на полігон для нерадіоактивних відходів.



Фіг. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка О. Рябо

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