

**УКРАЇНА****(19) UA (11) 93508 (13) U****(51) МПК (2014.01)****G21F 9/00****G21F 9/04 (2006.01)****G21F 9/06 (2006.01)**

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2014 02582	(72) Винахідник(и): Іванець Валерій Григорович (UA), Корякін Володимир Михайлович (UA), Близнюкова Людмила Володимирівна (UA), Гайдін Олександр Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 14.03.2014	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.10.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.10.2014, Бюл.№ 19	(73) Власник(и): Іванець Валерій Григорович, вул. Боголюбова, 14, кв. 160, с. Софіївська Борщагівка, Києво-Святошинський р-н, 08131 (UA)

(54) СПОСІБ ПЕРЕРОБКИ РІДКИХ РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ З ЄМНОСТЕЙ ТИМЧАСОВОГО ЗБЕРІГАННЯ**(57) Реферат:**

Спосіб переробки рідких радіоактивних відходів (РРВ) з ємностей тимчасового зберігання включає передочистку РРВ для видалення механічних домішок та органічних речовин, накопичення попередньо очищених РРВ та очищення накопичених РРВ. Передочистку РРВ здійснюють розмиванням матеріалу гарячою водою та парою, з подальшим відбором і подачею розмитого розчину на його переробку, деструкцією органічних домішок і окисленням радіоактивних двовалентних катіонів сумішшю озонованого кисню та розчину перекису водню та фільтруванням розчину, обробленого сумішшю озонованого кисню та розчину перекису водню, з отриманням осаду оксидів радіоактивних двовалентних катіонів і розчину, очищеного від органічних домішок та радіоактивних двовалентних катіонів; очищення накопичених РРВ проводять підігріванням розчину, очищеного від органічних домішок та радіоактивних двовалентних катіонів, до заданої температури кристалізацією підігрітого розчину з використанням холодного повітря, що барботується крізь підігрітий розчин, з виділенням після фільтрування та промивання дистилятом кристалічних сполук з активністю, яка не перевищує допустимого рівня радіоактивності, та з отриманням радіоактивного маточного розчину, промивної води і пароповітряної суміші, переробкою нерадіоактивних кристалічних сполук на товарні продукти.

UA 93508 U

Корисна модель належить до сфери обробки матеріалів з радіоактивним забрудненням, зокрема до способів обробки рідких радіоактивних відходів (РРВ), і може бути використана для переробки накопиченого матеріалу з ємностей тимчасового зберігання рідких радіоактивних відходів.

Відомий спосіб очищення низькоактивних розчинів (див., наприклад, опис винаходу до патенту RU 2301466 Cl. МПК G21F9/06 (2006.01). Автори: Баторшин Г.Ш., Рябов Б.І., Елсуков С.Н., Пристинский Ю.Є., Гужавин В.І., Ровный С.І., Глаголенко Ю.В., Гелис В.М., Милютин В.В. Патентовласник: Федеральне державне унітарне підприємство "Виробниче об'єднання "Маяк"). Відомий спосіб очищення низькоактивних розчинів, що містять радіонукліди, включає подачу розчину в мембранний фільтруючий апарат, забезпечений металокерамічними мембранами, збір і подальшу переробку концентрату, відведення та сорбційне доочищення фільтрату. При цьому використовують плоскорамний мембранний апарат з тангенціальною подачею розчину і його циркуляцією. Зібрану суспензію концентрату піддають термообробці у дві стадії, першу стадію проводять при 120-180 °С до досягнення концентрації завислих речовин 150-300 г/л. Другу стадію проводять при температурі 250-300 °С до досягнення залишкової вологості концентрату не більше 5 мас. %. Сорбційне доочищення фільтрату здійснюють шляхом його пропускання через високоосновну аніонообмінну смолу.

Відомий також спосіб переробки рідких радіоактивних відходів (див., наприклад, опис винаходу до патенту RU 2342720 Cl. МПК G21F9/06 (2006.01). Автори: Дмитриев С.А., Федоров Д.А., Савкин А.Е., Карлин Ю.В.. Патентовласник: Державне унітарне підприємство міста Москви - об'єднаний еколого-технологічний та науково-дослідний центр по знешкодженню РАВ та охорони навколишнього середовища (ГУП Мос-НВО "Радон"). Відомий спосіб полягає в тому, що вихідний потік рідких радіоактивних відходів піддають відстоюванню з отриманням надосадової рідини і шлам. Надосадову рідину освітлюють на механічному фільтрі з отриманням фільтрату, фільтрат піддають іоноселективній сорбції після глибокого знесолення у дві стадії. На першій стадії - зворотним осмосом з отриманням потоків проміжного концентрату і дезактивованого розчину, при цьому перед відстоюванням рідкі радіоактивні відходи піддають попередній фільтрації на фільтрах із завантаженням сипрону і гранульованого поліпропілену, що мають здатність відокремлювати мастила, нафтопродукти і альфа-радionукліди від рідких радіоактивних відходів. Після відстоювання надосадову рідину піддають послідовній механічній фільтрації на піщаному і вугільному фільтрах, з отриманням фільтрату, який піддають глибокому знесоленню зворотним осмосом. Після першої стадії дезактивованій розчин піддають іоноселективній сорбції, а потім коригуванню рН на вапняковому фільтрі. На другій стадії глибокого знесолення проміжний концентрат піддають доконцентруванню зворотним осмосом з отриманням концентрату з солевмістом 100-150 г/л, який направляють на подальше кондиціонування, і пермеату, який направляють знову на першу стадію глибокого знесолення.

Недоліком відомих способів є великий обсяг твердих радіоактивних відходів, що утворюються при переробці рідких радіоактивних відходів з ємностей тимчасового зберігання.

Найбільш близьким за технічною суттю і за ефектом, що досягається, є спосіб переробки мало- і середньо мінералізованих низькоактивних рідких відходів (див., наприклад, заявка на винахід RU 2002102107 А. МПК 7 G21F9/06. Заявник: Федеральне державне унітарне підприємство "Науково-дослідний технологічний інститут ім. А.П. Александрова ", Міністерство Російської Федерації з атомної енергії. Автори: Епимахов В.М., Смирнов В.Д., Олейник М.С., Глушков С.В., Пашенко С.В., Прохоркин С.В., Вилков Н.Я., Ильин В.Г.). Даний спосіб включає передочистку рідких радіоактивних відходів на механічних і ультрафільтрах з накопиченням попередньо очищених рідких радіоактивних відходів у проміжній ємності, очищення, знесолення попередньо очищених рідких радіоактивних відходів за допомогою зворотно-осмотичних фільтрів, поділ потоків на виходах зворотно-осмотичних фільтрів на фільтрат і концентрат з поверненням концентрату в проміжну ємність через реактор, доочищення фільтрату на іонообмінних фільтрах і накопичення очищеної води в ємності, контроль солевмісту концентрату і фільтрату на виходах зворотно-осмотичного модуля і солевмісту фільтрату на іонообмінних фільтрах, при цьому після розділення потоків залежно від солевмісту фільтрату на виході зворотно-осмотичних фільтрів фільтрат направляють: при солевмісті менше допустимого значення - на іонообмінні фільтри, при солевмісті більше допустимого значення - в другу проміжну ємність, а при досягненні в першій проміжній ємності достатнього значення солевмісту концентрату рідких радіоактивних відходів концентрат направляють на цементування; причому вхід зворотно-осмотичних фільтрів і вихід реактора перемикають з першої проміжної ємності на другу проміжну ємність, а вихід по фільтрату перемикають на вхід іонообмінних фільтрів; при досягненні солевмісту фільтрату на виході зворотно-осмотичного модуля допустимого значення відключають іонообмінні фільтри, а фільтрат направляють в першу проміжну ємність;

накопичені в другій проміжній ємності рідкі радіоактивні відходи концентрують, після чого концентрат з другої проміжної ємності і реактора направляють на цементування і далі додають рідких радіоактивних відходів з вихідної ємності, та весь процес повторюють. Крім того, допустимим значенням для фільтрату зворотно-осмотичних фільтрів приймають солевміст не більше 0,2 г/л, як достатнє значення для концентрату зворотно-осмотичного фільтра приймають солевміст не менше 50 г/л, а для забезпечення контролю солевмісту рідких радіоактивних відходів на вході зворотно-осмотичних фільтрів у діапазоні від 0,5 до 50 г/л за допомогою кондуктометрів, що мають верхню границю вимірювання не більше 10 г/л, при досягненні концентрацій рідких радіоактивних відходів на вході зворотно-осмотичних фільтрів величини 5-10 г/л їх розбавляють фільтратом з виходу зворотно-осмотичних фільтрів з відомим співвідношенням.

Недоліком даного способу є великий обсяг твердих радіоактивних відходів, що утворюються при переробці рідких радіоактивних відходів з ємностей тимчасового зберігання.

Ознаками найближчого аналога (прототипу), які збігаються зі способом, що заявляється, є:

- передочистка РРВ для видалення механічних домішок та органічних речовин,
- накопичення попередньо очищених РРВ,
- очищення накопичених РРВ.

Ознаки технічного рішення, що заявляється, які відрізняються від найближчого аналога(прототипу):

- розмивання матеріалу в ємностях тимчасового зберігання рідких радіоактивних відходів гарячою водою та парою з подальшим відбором і подачею розмитого розчину на його переробку,

- деструкція органічних домішок і окислення радіоактивних двовалентних катіонів сумішшю озонованого кисню та розчину перекису водню,

- фільтрування розчину, обробленого сумішшю озонованого кисню та розчину перекису водню, з отриманням осаду оксидів радіоактивних двовалентних катіонів і розчину, очищеного від органічних домішок та радіоактивних двовалентних катіонів,

- іммобілізація осаду оксидів радіоактивних двовалентних катіонів,

- підігрівання розчину, очищеного від органічних домішок та радіоактивних двовалентних катіонів, до заданої температури,

- кристалізація підігрітого розчину з використанням холодного повітря, що барботується крізь підігрітий розчин, з виділенням після фільтрування та промивання дистилятом кристалічних сполук з активністю, яка не перевищує допустимого рівня радіоактивності, та з отриманням радіоактивного маточного розчину, промивної води і пароповітряної суміші,

- переробка нерадіоактивних кристалічних сполук на товарні продукти, наприклад, мінеральні добрива, або складування на полігоні для нерадіоактивних відходів,

- використання промивної води, що утворюється при промиванні дистилятом кристалічних сполук, і пароповітряної суміші, що утворюється при барботуванні холодного повітря крізь гарячий розчин, для розмивання матеріалу в ємностях тимчасового зберігання рідких радіоактивних відходів,

- послідовне введення в отриманий радіоактивний маточний розчин розчинів нітрату нікелю і гексаціанофериту калію в молярному співвідношенні 1:1,

- відокремлення осаду гексаціанофериту нікелю від рідкої фази, наприклад, осадженням твердої фази в гравітаційному полі з отриманням радіоактивної суспензії та очищеного розчину,

- промивання відокремленої радіоактивної суспензії дистилятом з отриманням промитого радіоактивного осаду і промивної води,

- використання промивної води, що утворюється при промиванні дистилятом радіоактивної суспензії, для розмивання матеріалу в ємностях тимчасового зберігання рідких радіоактивних відходів,

- використання суспензії промитого радіоактивного осаду для замішування зв'язуючого й створення цементного або іншого іммобілізату.

В основу корисної моделі поставлена задача за рахунок удосконалення операцій технологічного процесу переробки рідких радіоактивних відходів з ємностей тимчасового зберігання забезпечити значне зниження обсягу твердих радіоактивних відходів, що утворюються при переробці рідких радіоактивних відходів з ємностей тимчасового зберігання.

Очікуваним технічним результатом технічного рішення, що заявляється, (способу переробки РРВ з ємностей тимчасового зберігання) є значне зменшення обсягів залишкових твердих радіоактивних відходів, що утворюються в результаті переробки РРВ та направляються на захоронення або тривале зберігання.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі переробки РРВ з ємностей тимчасового зберігання, що включає передочистку РРВ для видалення механічних домішок та органічних речовин, накопичення попередньо очищених РРВ та очищення накопичених РРВ, відповідно до технічного рішення, що заявляється,

- передочистку РРВ для видалення механічних домішок та органічних речовин здійснюють: розмиванням матеріалу в ємностях тимчасового зберігання рідких радіоактивних відходів гарячою водою та парою з подальшим відбором і подачею розмитого розчину на його переробку, деструкцією органічних домішок і окисленням радіоактивних двовалентних катіонів сумішшю озонованого кисню та розчину перекису водню, та фільтруванням розчину, обробленого сумішшю озонованого кисню та розчину перекису водню, з отриманням осаду оксидів радіоактивних двовалентних катіонів і розчину, очищеного від органічних домішок та радіоактивних двовалентних катіонів;

- очищення накопичених РРВ проводять: підігріванням розчину, очищеного від органічних домішок та радіоактивних двовалентних катіонів, до заданої температури, кристалізацією підігрітого розчину з використанням холодного повітря, що барботується крізь підігрітий розчин, з виділенням після фільтрування та промивання дистилятом кристалічних сполук з активністю, яка не перевищує допустимого рівня радіоактивності, та з отриманням радіоактивного маточного розчину, промивної води і пароповітряної суміші, переробкою нерадіоактивних кристалічних сполук на товарні продукти, наприклад мінеральні добрива, або складуванням на полігоні для нерадіоактивних відходів, та використанням промивної води, що утворюється при промиванні дистилятом кристалічних сполук, і пароповітряної суміші, що утворюється при барботуванні холодного повітря крізь гарячий розчин, для розмивання матеріалу в ємностях тимчасового зберігання рідких радіоактивних відходів, а також послідовним введенням в отриманий радіоактивний маточний розчин розчинів нітрату нікелю і гексаціанофериту калію в молярному співвідношенні 1:1, відокремленням осаду гексаціанофериту нікелю від рідкої фази, наприклад, осадженням твердої фази в гравітаційному полі з отриманням радіоактивної суспензії та очищеного розчину, промиванням відокремленої радіоактивної суспензії дистилятом з отриманням промитого радіоактивного осаду і промивної води, використанням промивної води, що утворюється при промиванні дистилятом радіоактивної суспензії, для розмивання матеріалу в ємностях тимчасового зберігання рідких радіоактивних відходів, та використанням суспензії промитого радіоактивного осаду для замішування зв'язуючого й створення цементного або іншого іммобілізату.

Суть технічного рішення, що заявляється, полягає в наступному. В способі переробки РРВ з ємностей тимчасового зберігання, при здійсненні передочистки РРВ для видалення механічних домішок та органічних речовин: розмиванням матеріалу в ємностях тимчасового зберігання рідких радіоактивних відходів гарячою водою та парою з подальшим відбором і подачею розмитого розчину на його переробку, деструкцією органічних домішок і окисленням радіоактивних двовалентних катіонів сумішшю озонованого кисню та розчину перекису водню та фільтруванням розчину, обробленого сумішшю озонованого кисню та розчину перекису водню, з отриманням осаду оксидів радіоактивних двовалентних катіонів і розчину, очищеного від органічних домішок та радіоактивних двовалентних катіонів; при очищенні накопичених РРВ, яке проводять: підігріванням розчину, очищеного від органічних домішок та радіоактивних двовалентних катіонів, до заданої температури, кристалізацією підігрітого розчину з використанням холодного повітря, що барботується крізь підігрітий розчин, з виділенням після фільтрування та промивання дистилятом кристалічних сполук з активністю, яка не перевищує допустимого рівня радіоактивності, та з отриманням радіоактивного маточного розчину, промивної води і пароповітряної суміші, переробкою нерадіоактивних кристалічних сполук на товарні продукти, наприклад, мінеральні добрива, або складуванням на полігоні для нерадіоактивних відходів, та використанням промивної води, що утворюється при промиванні дистилятом кристалічних сполук, і пароповітряної суміші, що утворюється при барботуванні холодного повітря крізь гарячий розчин, для розмивання матеріалу в ємностях тимчасового зберігання рідких радіоактивних відходів, а також послідовним введенням в отриманий радіоактивний маточний розчин розчинів нітрату нікелю і гексаціанофериту калію в молярному співвідношенні 1:1, відокремленням осаду гексаціанофериту нікелю від рідкої фази, наприклад, осадженням твердої фази в гравітаційному полі з отриманням радіоактивної суспензії та очищеного розчину, промиванням відокремленої радіоактивної суспензії дистилятом з отриманням промитого радіоактивного осаду і промивної води, використанням промивної води, що утворюється при промиванні дистилятом радіоактивної суспензії, для розмивання матеріалу в ємностях тимчасового зберігання рідких радіоактивних відходів, та використанням суспензії промитого радіоактивного осаду для замішування зв'язуючого й створення цементного або

іншого іммобілізату за рахунок удосконалення операцій технологічного процесу переробки рідких радіоактивних відходів з ємностей тимчасового зберігання забезпечується значне зниження обсягу твердих радіоактивних відходів, що утворюються при переробці рідких радіоактивних відходів з ємностей тимчасового зберігання.

5 Таким чином, сукупність відмінних ознак технічного рішення, що заявляється, (способу переробки РРВ з ємностей тимчасового зберігання) веде до досягнення зазначеного вище технічного результату.

Крім того, суть технічного рішення, що заявляється, (способу переробки РРВ з ємностей тимчасового зберігання) пояснюється принциповою схемою його здійснення, наведеною на фіг. 1-5.

На фіг. 1 зображена принципова блок-схема процесу переробки РРВ з ємностей тимчасового зберігання РРВ.

На фіг. 2 показана принципова технологічна схема блока розмивання матеріалу в ємностях тимчасового зберігання РРВ.

15 На фіг. 3 показана принципова технологічна схема блока очищення розмитого розчину РРВ.

На фіг. 4 показана принципова технологічна схема модуля кристалізації очищеного розчину РРВ.

На фіг. 5 показана принципова технологічна схема блока підготовки та іммобілізації радіоактивного осаду.

20 Застосування способу переробки РРВ з ємностей тимчасового зберігання ілюструється наступним прикладом конкретного здійснення.

Для прикладу, що ілюструє застосування способу переробки РРВ з ємностей тимчасового зберігання, вихідні РРВ, що знаходяться в ємностях тимчасового зберігання, містять у собі десять катіонів: п'ять нерадіоактивних (Fe^{2+} , Na^+ , K^+ , Li^+ , NH_4^+), п'ять радіоактивних (Fe^{2+} , Cu^{2+} , Cs^+ , Co^{2+} , Mn^{2+}) та чотири нерадіоактивних аніони (Cl^- , NO_3^- , BO_3^{3-} , SO_4^{2-}).

В ємності тимчасового зберігання РРВ подають гарячу пару, а також промивну воду-1, яка утворюється у модулі кристалізації очищеного розчину РРВ, очищений надосадовий розчин і промивну воду-2, які утворюються у блоці підготовки та іммобілізації радіоактивного осаду. Під дією гарячої пари та зворотних розчинів здійснюють розмивання матеріалу РРВ та утворюють розмитий розчин РРВ (див. фіг. 1 і 2). Розмитий розчин РРВ, що утворився, з ємностей тимчасового зберігання РРВ відбирають і подають на передочистку РРВ для видалення механічних домішок та органічних речовин з використанням деструкції органічних домішок і окислення радіоактивних двовалентних катіонів сумішшю озонованого кисню та розчину перекису водню.

35 Видалення механічних домішок та органічних речовин з використанням деструкції органічних домішок і окислення радіоактивних двовалентних катіонів сумішшю озонованого кисню та розчину перекису водню (див. фіг. 1 і 3) здійснюють наступним чином. Вихідний кисень піддають озонуванню. При цьому утворюється озонований кисень. Озонований кисень змішують з розчином перекису водню та суміш озону і перекису водню подають на деструкцію органічних домішок і окислення радіоактивних двовалентних катіонів. У процесі деструкції здійснюють жорстке окислення органічних домішок до утворення вуглекислого газу і води. При цьому також проводять окислення радіоактивних двовалентних катіонів радіоактивних (Fe^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+}) до утворення нерозчинних речовин типу оксидів, гідроксидів та гідроксисполук. Газоподібні продукти деструкції направляють в спецвентиляцію. Розмитий розчин РРВ після деструкції органічних домішок і окислення радіоактивних двовалентних катіонів сумішшю озонованого кисню та розчину перекису водню піддають фільтруванню. Під час фільтрування отримують кек і фільтрат. Кек, що утворився у вигляді нерозчинних речовин типу оксидів, гідроксидів та гідроксисполук, вивантажують з фільтра і направляють на іммобілізацію, а фільтрат у вигляді очищеного розчину накопичують для подальшої переробки.

50 Після видалення з розчину РРВ механічних і органічних домішок, а також нерозчинних речовин типу оксидів, гідроксидів та гідроксисполук, очищений розчин (див. фіг. 1 і 4) підігрівають до заданої температури за допомогою гарячої пари. Конденсат, що утворюється, направляють на господарчі потреби підприємства. Гарячий очищений розчин піддають кристалізації барботажним випаровуванням для видалення нерадіоактивних кристалічних сполук. Гарячий розчин барботують холодним стисненим повітрям. Кристалізацію здійснюють за рахунок охолодження розчину і часткового випаровування розчинника. Барботуванням повітря створюють циркуляцію суспензії. Утворені кристали осаджують під дією сили тяжіння і виводять з процесу, а пароповітряну суміш відводять в атмосферу. Утворену суспензію нерадіоактивних кристалів направляють на фільтрування. В процесі фільтрування отримують нерадіоактивні кристали і маточний розчин. Маточний розчин подають у Блок підготовки й

імобілізації радіоактивного осаду. Нерадіоактивні кристали промивають дистиллятом. Після промивки отримують промиті нерадіоактивні кристали і промивну воду-2. Промивну воду-2 направляють у Блок розмивання матеріалу РРВ, а промиті нерадіоактивні кристали використовують після переробки як мінеральні добрива або складають на полігоні для

5 нерадіоактивних відходів. Кристалізацію здійснюють у такому режимі, що кристалічні сполуки, які отримують після промивання їх водою, мають радіоактивність, яка не перевищує допустимого рівня для переробки або складування на полігоні для нерадіоактивних відходів.

Маточний розчин з Модуля кристалізації очищеного розчину РРВ (див. фіг. 1 і 5) накопичують у вигляді одиничної порції заданого об'єму. У накопичену порцію маточного розчину, у якому містяться радіоактивні катіони цезію, послідовно вводять розчини нітрату нікелю і гексаціанофериту калію в молярному співвідношенні 1:1. Внаслідок перебігу в об'ємі порції маточного розчину реакції утворюється дрібнокристалічний гексаціаноферит нікелю (ГЦФН) з високою питомою поверхнею і з високою адсорбційною здатністю. За допомогою ГЦФН в момент його утворення поглинають катіони цезію з маточного розчину. З отриманої

10 суспензії відокремлюють ГЦФН осадженням твердої фази у гравітаційному полі. При цьому отримують очищений надосадовий розчин та радіоактивний осад. Очищений надосадовий розчин направляють у Блок розмивання матеріалу РРВ. Радіоактивний осад у вигляді концентрованої суспензії промивають дистиллятом, отримуючи промивну воду-2 і промитий радіоактивний осад. Промивну воду-2 направляють у Блок розмивання матеріалу РРВ. Промитий радіоактивний осад, у вигляді концентрованої суспензії замішують зі в'язучим й створюють цементний або інший іммобілізат.

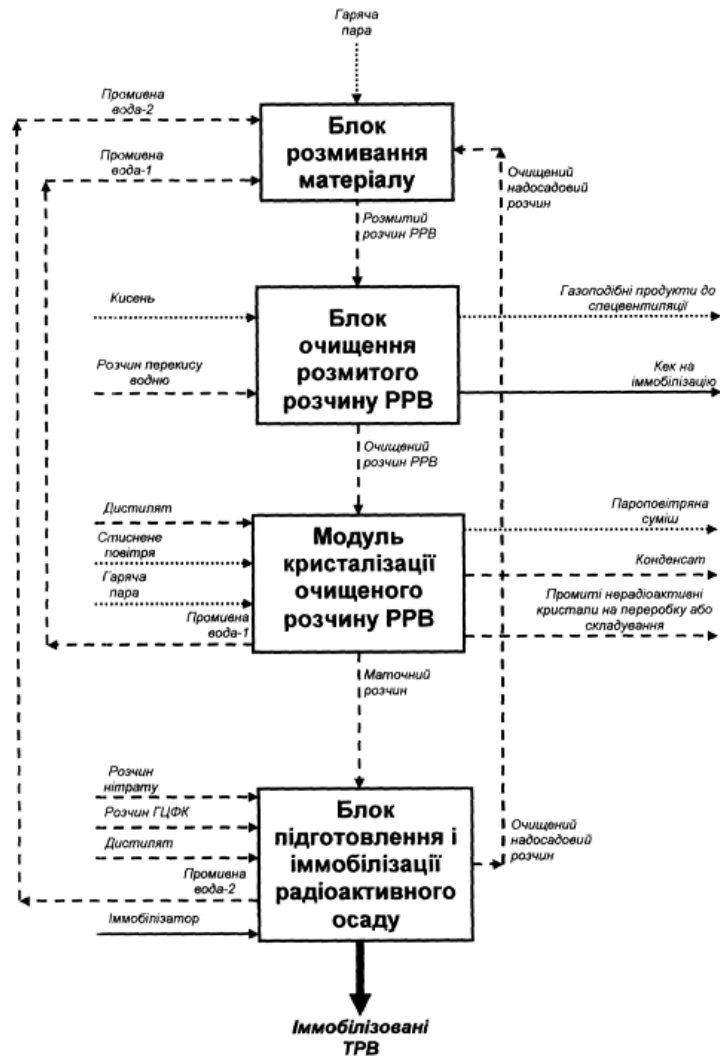
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

25 Спосіб переробки рідких радіоактивних відходів (РРВ) з ємностей тимчасового зберігання, що включає передочистку РРВ для видалення механічних домішок та органічних речовин, накопичення попередньо очищених РРВ та очищення накопичених РРВ, який **відрізняється** тим, що передочистку РРВ для видалення механічних домішок та органічних речовин здійснюють: розмиванням матеріалу в ємностях тимчасового зберігання рідких радіоактивних

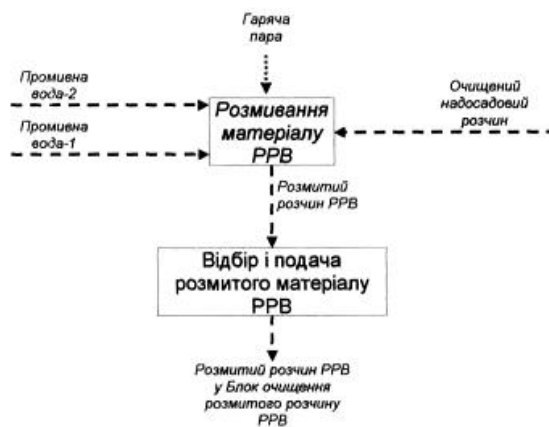
30 відходів гарячою водою та парою, з подальшим відбором і подачею розмитого розчину на його переробку, деструкцією органічних домішок і окисленням радіоактивних двовалентних катіонів сумішшю озонованого кисню та розчину перекису водню та фільтруванням розчину, обробленого сумішшю озонованого кисню та розчину перекису водню, з отриманням осаду оксидів радіоактивних двовалентних катіонів і розчину, очищеного від органічних домішок та радіоактивних двовалентних катіонів; очищення накопичених РРВ проводять підігріванням розчину, очищеного від органічних домішок та радіоактивних двовалентних катіонів, до заданої температури, кристалізацією підігрітого розчину з використанням холодного повітря, що барботується крізь підігрітий розчин, з виділенням після фільтрування та промивання дистиллятом кристалічних сполук з активністю, яка не перевищує допустимого рівня

40 радіоактивності, та з отриманням радіоактивного маточного розчину, промивної води і пароповітряної суміші, переробкою нерадіоактивних кристалічних сполук на товарні продукти, наприклад мінеральні добрива, або складуванням на полігоні для нерадіоактивних відходів та використанням промивної води, що утворюється при промиванні дистиллятом кристалічних сполук, і пароповітряної суміші, що утворюється при барботуванні холодного повітря крізь гарячий розчин, для розмивання матеріалу в ємностях тимчасового зберігання рідких радіоактивних відходів, а також послідовним введенням в отриманий радіоактивний маточний розчин розчинів нітрату нікелю і гексаціанофериту калію в молярному співвідношенні 1:1, відокремленням осаду гексаціанофериту нікелю від рідкої фази, наприклад осадженням твердої фази в гравітаційному полі з отриманням радіоактивної суспензії та очищеного розчину,

50 промиванням відокремленої радіоактивної суспензії дистиллятом з отриманням промитого радіоактивного осаду і промивної води, використанням промивної води, що утворюється при промиванні дистиллятом радіоактивної суспензії, для розмивання матеріалу в ємностях тимчасового зберігання рідких радіоактивних відходів та використанням суспензії промитого радіоактивного осаду для замішування зв'язуючого й створення цементного або іншого іммобілізату.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4



Фіг. 5