



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **93511** (13) **U**  
(51) МПК (2014.01)  
**G21F 9/00**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2014 02589</b>	(72) Винахідник(и): <b>Іванець Валерій Григорович (UA), Корякін Володимир Михайлович (UA), Близнюкова Людмила Володимирівна (UA), Гайдін Олександр Володимирович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>14.03.2014</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.10.2014</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.10.2014, Бюл.№ 19</b>	(73) Власник(и): <b>Іванець Валерій Григорович, вул. Боголюбова, 14, кв. 160, с. Софіївська Борщагівка, Києво-Святошинський р-н, 08131 (UA)</b>

## (54) СПОСІБ ДЕЗАКТИВАЦІЇ РАДІОАКТИВНИХ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ФІЛЬТРУЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ

### (57) Реферат:

Спосіб дезактивації радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів включає отримання зневодненого радіоактивного осаду і фільтрату, підготовку зневодненого радіоактивного осаду до складування, цементування підготовленого радіоактивного залишку сумішшю цементу і рідкої фази та здійснення витримки отриманої суміші. Перед отриманням зневодненого радіоактивного осаду і фільтрату радіоактивні відпрацьовані фільтруючі матеріали в ємностях їх накопичення спочатку розмивають гідромеханічним впливом зворотного розчину та стисненого повітря. Потім здійснюють відбір і подавання розмитої суспензії радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів на отримання напірно-вакуумним фільтруванням зневодненого радіоактивного кека-1 і фільтрату-1.

UA 93511 U



Корисна модель належить до сфери обробки матеріалів з радіоактивним забрудненням, зокрема до способів переробки твердих радіоактивних матеріалів, і може бути використаний для дезактивації радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів.

Найбільш близьким за технічною суттю і за ефектом, що досягається, є спосіб переробки радіоактивних мулів і донних відкладень (див., наприклад, опис винаходу до патенту RU № 2249867 Cl, МПК 7 G21F9/20, G21F9/16, G21F9/2. Автори: Варлаков А.П. (RU), Карлин С.В. (RU), Баринов А.С. (RU), Дмитриев С.А. (RU), Лифанов Ф.А. (RU), Резник А.А. (RU), Красников П.В. (RU), Прилепо Ю.П. (RU). Патентовласник: ГУП г.Москвы объединенный эколого-технологический и научно-исследовательский центр по обезвреживанию РАО и охране окружающей среды "Радон" (RU), ФГУП Российский государственный концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях "РОСЭНЕРГОАТОМ" (RU), Закрытое акционерное общество "РАОТЕХ" (RU). Відомий спосіб переробки радіоактивних мулів і донних відкладень включає отримання зневодненого радіоактивного осаду і фільтрату на фільтруючій центрифугі; здійснення нагріву зневодненого радіоактивного осаду при температурі 500-600 °С; подрібнення продукту нагріву до шматків розміром не більше 30 мм; цементування подрібнених шматків високопроникним цементним розчином, який являє собою суміш цементу з питомою поверхнею не менше 8000 см<sup>2</sup>/г і рідкої фази при ваговому співвідношенні рідка фаза/цемент = 0,6/1,4 та здійснення витримки отриманої суміші. Переваги корисної моделі полягають у зниженні обсягу радіоактивних відходів, підвищенні радіаційної безпеки способу і зниженні його енергоємності.

Недоліком даного способу переробки радіоактивних мулів і донних відкладень є великий обсяг твердих радіоактивних відходів, що утворюються при їх переробці.

Ознаками найближчого аналога (прототипу), які збігаються зі способом дезактивації радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів, що заявляється, є:

отримання зневодненого радіоактивного осаду і фільтрату,  
підготовка зневодненого радіоактивного осаду до складування,  
цементування підготовленого радіоактивного залишку сумішшю цементу і рідкої фази,  
здійснення витримки отриманої суміші.

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

розмивання радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів в ємностях їх накопичення гідромеханічним впливом зворотного розчину та стисненого повітря,  
відбір і подавання розмитої суспензії радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів на отримання зневодненого радіоактивного осаду і фільтрату у вигляді кека-1 і фільтрату-1,  
підготовка зневодненого радіоактивного кека-1 до цементування шляхом:

промивання отриманого зневодненого кека-1 дистилятом з отриманням промитого дистиляту кека-2 і фільтрату-2,

обробка промитого дистилятом кека-2 гарячою водяною парою з отриманням обробленого гарячою водяною парою кека-3 і фільтрату-3,

промивання обробленого гарячою водяною парою кека-3 розчином кислоти з отриманням промитого кислотою кека-4 і фільтрату-4,

обробка промитого кислотою кека-4 кислим розчином тривалентного металу, наприклад, нітрату заліза-3 з отриманням обробленого кислим розчином тривалентного металу кека-5 і фільтрату-5,

промивання обробленого кислим розчином тривалентного металу кека-5 дистилятом з отриманням промитого дистилятом кека-6 і фільтрату-6,

обробка промитого дистилятом кека-6 розчином лугу з отриманням промитого лугом кека-7 і фільтрату-7,

промивання обробленого розчином лугу кека-7 дистилятом з отриманням промитого дистилятом кека-8 і фільтрату-8,

просушування промитого дистилятом кека-8 стислим повітрям з отриманням нерадіоактивного залишку,

вивантаження нерадіоактивного залишку і складування його на полігоні для нерадіоактивних відходів,

накопичення і взаємної нейтралізації фільтратів 4...8 з отриманням радіоактивної суспензії, згущення радіоактивної суспензії з отриманням згущеного продукту із заданим вмістом рідкої фази та надосадового розчину,

накопичення фільтратів-1...3 та надосадового розчину і деструкції органічних сполук, які містяться в цій суміші, комбінованим окислювачем у вигляді суміші озонованого кисню и

розчину перекису водню з отриманням радіоактивної суспензії, очищеного від органічних сполук розчину та газоподібних речовин, переважно оксиду вуглецю, підготовка радіоактивного залишку накопиченням заданої порції радіоактивної суспензії у контейнері,

5 використання при цементуванні сумішшю цементу і рідкої фази як рідкої фази вищезгаданої згущеної радіоактивної суспензії.

В основу технічного рішення, що заявляється, поставлена задача за рахунок удосконалення операцій технологічного процесу переробки радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів забезпечити значне зниження обсягу твердих радіоактивних відходів, що утворюються в результаті переробки радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів.

10 Очікуваним технічним результатом технічного рішення, що заявляється, (способу дезактивації радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів) є значне зменшення обсягів залишкових твердих радіоактивних відходів, що утворюються в результаті переробки радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів та направляються на захоронення або

15 тривале зберігання.

Зазначений технічний результат вирішується за рахунок того, що в способі дезактивації радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів, що включає отримання зневодненого радіоактивного осаду і фільтрату, підготовка зневодненого радіоактивного осаду до складування, цементування підготовленого радіоактивного залишку сумішшю цементу і рідкої фази та здійснення витримки отриманої суміші, згідно з корисною моделлю, перед отриманням зневодненого радіоактивного осаду і фільтрату радіоактивні відпрацьовані фільтруючі матеріали в ємностях їх накопичення спочатку розмивають гідромеханічним впливом зворотного розчину та стисненого повітря, а потім здійснюють відбір і подавання розмитої суспензії радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів на отримання напірно-вакуумним фільтруванням зневодненого радіоактивного кека-1 і фільтрату-1, зневоднений радіоактивний кек-1 готують до складування шляхом: промивання отриманого зневодненого кека-1 дистилятом з отриманням промитого дистилятом кека-2 і фільтрату-2, обробка промитого дистилятом кека-2 гарячою водяною парою з отриманням обробленого гарячою водяною парою кека-3 і фільтрату-3, промивання обробленого гарячою водяною парою кека-3 розчином кислоти з отриманням промитого кислотою кека-4 і фільтрату-4, обробка промитого кислотою кека-4 кислим розчином тривалентного металу наприклад, нітрату заліза-3 з отриманням обробленого кислим розчином тривалентного металу кека-5 і фільтрату-5, промивання обробленого кислим розчином тривалентного металу кека-5 дистилятом з отриманням промитого дистилятом кека-6 і фільтрату-6, обробка промитого дистилятом кека-6 розчином лугу з отриманням промитого лугом кека-7 і фільтрату-7, промивання обробленого розчином лугу кека-7 дистилятом з отриманням промитого дистилятом кека-8 і фільтрату-8, просушування промитого дистилятом кека-8 стислим повітрям з отриманням нерадіоактивного залишку, вивантаження нерадіоактивного залишку і складування його на полігоні для нерадіоактивних відходів, накопичення і взаємної нейтралізації фільтратів 4...8 з отриманням радіоактивної суспензії, згущення радіоактивної суспензії з отриманням згущеного продукту із заданим вмістом рідкої фази та надосадового розчину, накопичення фільтратів-1...3 та надосадового розчину і деструкції органічних сполук, які містяться в цій суміші, комбінованим окислювачем у вигляді суміші озонованого кисню и розчину перекису водню з отриманням радіоактивної суспензії, очищеного від органічних сполук розчину та газоподібних речовин, переважно оксиду вуглецю, підготовка радіоактивного залишку накопиченням заданої порції радіоактивної суспензії у контейнері, використання при цементуванні сумішшю цементу і рідкої фази в якості рідкої фази вищезгаданої згущеної радіоактивної суспензії.

Суть технічного рішення, що заявляється, полягає в наступному. В способі дезактивації радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів, при розмиванні радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів в ємностях їх накопичення гідромеханічним впливом зворотного розчину та стисненого повітря, при відборі і поданні розмитої суспензії радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів на отримання напірно-вакуумним фільтруванням зневодненого радіоактивного осаду і фільтрату у вигляді кека-1 і фільтрату-1, при підготовленні зневодненого радіоактивного кека-1 до цементування шляхом: промивання отриманого зневодненого кека-1 дистилятом з отриманням промитого дистилятом кека-2 і фільтрату-2, обробка промитого дистилятом кека-2 гарячою водяною парою з отриманням обробленого гарячою водяною парою кека-3 і фільтрату-3, промивання обробленого гарячою водяною парою кека-3 розчином кислоти з отриманням промитого кислотою кека-4 і фільтрату-4, обробка промитого кислотою кека-4 кислим розчином тривалентного металу, наприклад, нітрату заліза-3 з отриманням обробленого кислим розчином тривалентного металу кека-5 і

фільтрату-5, промивання обробленого кислим розчином тривалентного металу кека-5 дистиллятом з отриманням промитого дистиллятом кека-6 і фільтрату-6, обробка промитого дистиллятом кека-6 розчином лугу з отриманням промитого лугом кека-7 і фільтрату-7, промивання обробленого розчином лугу кека-7 дистиллятом з отриманням промитого дистиллятом кека-8 і фільтрату-8, просушування промитого дистиллятом кека-8 стисним повітрям з отриманням нерадіоактивного залишку, вивантаження нерадіоактивного залишку і складування його на полігоні для нерадіоактивних відходів, накопичення і взаємна нейтралізація фільтратів 4...8 з отриманням радіоактивної суспензії, згущення радіоактивної суспензії з отриманням згущеного продукту із заданим вмістом рідкої фази та надосадового розчину, при накопиченні фільтратів-1...3 і при деструкції органічних сполук, які містяться в цій суміші, комбінованим окислювачем у вигляді суміші озонованого кисню и розчину перекису водню з отриманням радіоактивної суспензії, очищеного від органічних сполук розчину та газоподібних речовин, переважно оксиду вуглецю, при здійсненні підготовки радіоактивного осаду накопиченням заданої порції радіоактивної суспензії у контейнері, при використуванні для цементування суміші цементу і рідкої фази в якості рідкої фази вищезгаданої згущеної радіоактивної суспензії, за рахунок удосконалення операцій технологічного процесу переробки відпрацьованих фільтруючих матеріалів з ємностей їх тимчасового зберігання забезпечується значне зменшення обсягів залишкових твердих радіоактивних відходів, що утворюються в результаті переробки РРВ та направляються на захоронення або тривале зберігання. Таким чином, сукупність відмітних ознак технічного рішення, що заявляється, (способу дезактивації радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів) веде до досягнення зазначеного вище технічного результату.

Крім того, суть технічного рішення, що заявляється, (способу дезактивації радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів) пояснюється принциповою схемою його здійснення, наведеною на Фіг. 1-5.

На Фіг. 1 зображена принципова блок-схема процесу дезактивації радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів.

На Фіг. 2 показана принципова технологічна схема Блока розмиванням радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів.

На Фіг. 3 показана принципова технологічна схема Модуля дезактивації розмитих відпрацьованих фільтруючих матеріалів.

На Фіг. 4 показана принципова технологічна схема Блока деструкції органічних сполук.

На Фіг. 5 показана принципова технологічна схема Блока підготовки та цементування радіоактивної суспензії.

Застосування способу дезактивації радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів пояснюється наступним прикладом конкретного здійснення.

В ємності тимчасового зберігання рідких радіоактивних відходів (РРВ), які містять донні відкладення у вигляді радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів, подають стиснене повітря. Під дією стисненого повітря здійснюють розмивання радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів та утворюють суспензію розмитих відпрацьованих фільтруючих матеріалів. Крім того, якщо радіоактивні відпрацьовані фільтруючі матеріали не піддаються розмиванню стисним повітрям, розмивання додатково здійснюють гідромеханічним впливом з циркуляцією суспензії, що при цьому утворюється (див. Фіг. 1 і 2). Розмиті радіоактивні відпрацьовані фільтруючі матеріали у вигляді суспензії, що утворилася, відбирають і подають на переробку у Модуль дезактивації радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів. При гідромеханічному розмиванні відпрацьованих фільтруючих матеріалів в ємності, у яких здійснюється процес розмивання, додатково надходять зворотні розчини: фільтрати-4...8 з Модуля дезактивації радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів, очищений розчин з Блока деструкції органічних сполук та надосадовий розчин з Блока підготовки та цементування радіоактивної суспензії.

Розмиту суспензію з Блока розмивання відпрацьованих фільтруючих матеріалів направляють у Модуль дезактивації розмитих відпрацьованих фільтруючих матеріалів на напірно-вакуумне фільтрування (див. Фіг. 1 і 3). За допомогою тиску стисненого повітря і розрідження від вакуум-лінії на фільтруючій перегородці формують зневоднений радіоактивний кек-1. Фільтрат-1, який при цьому утворюється, накопичують спільно з фільтратами-2 і 3 для подальшої переробки. Сформований зневоднений радіоактивний кек-1 промивають дистиллятом. Промивання здійснюють також напірно-вакуумним фільтруванням, отримуючи фільтрат-2 і промитий дистиллятом кек-2. Фільтрат-2 накопичують спільно з фільтратами-1 і 3 для подальшої переробки. Промитий дистиллятом кек-2 обробляють гарячою парою, видалюючи нерозчинні у воді органічні сполуки. При цьому отримують фільтрат-3 і оброблений гарячою

парою кек-3. Фільтрат-3 накопичують спільно з фільтратами-1 і 2 для подальшої переробки. Оброблений гарячою парою кек-3 промивають розчином кислоти, отримуючи кислий фільтрат-4 і промитий кислотою кек-4. Кислий фільтрат-4 спільно з фільтратами -5,6 і 8 направляють на накопичення і взаємну нейтралізацію. Промитий розчином кислоти кек-4 обробляють кислим розчином тривалентного металу, наприклад нітрату заліза-3, отримуючи оброблений кислим розчином тривалентного металу кек-5 і фільтрат-5. Оброблений кислим розчином тривалентного металу кек-5 промивають дистиллятом. При цьому отримують фільтрат-6 і промитий дистиллятом кек-6. Кислий фільтрат-6 спільно з фільтратами-4,5,7 і 8 направляють на накопичення і взаємну нейтралізацію. Промитий дистиллятом кек-6 промивають розчином лугу, отримуючи лужний фільтрат-7 і промитий розчином лугу кек-7. Лужний фільтрат-7 спільно з фільтратами-4,5,6 і 8 направляють на накопичення і взаємну нейтралізацію. Промитий розчином лугу кек-7 промивають дистиллятом. При цьому отримують промитий дистиллятом кек-8 і лужний фільтрат-8. Лужний фільтрат-8 спільно з фільтратами-4,5,6 і 7 направляють на накопичення і взаємну нейтралізацію. Кек-8 у вигляді нерадіоактивного залишку просушують стислим повітрям і направляють на складування на полігоні для нерадіоактивних відходів.

Накопичені фільтрати-1,2 і 3 направляють у Блок деструкції органічних сполук. Накопичені і взаємно нейтралізовані фільтрати-4,5,6,7 і 8 у вигляді радіоактивної суспензії направляють у Блок підготовки та цементування радіоактивної суспензії.

Накопичені фільтрати-1,2 і 3, які містять видалені з відпрацьованих фільтруючих матеріалів органічні сполуки, з Модуля дезактивації розмитих відпрацьованих фільтруючих матеріалів піддають деструкції у Блоці деструкції органічних сполук. Вихідний кисень піддають озонуванню і отримують озонований кисень. Озонований кисень змішують з розчином перекису водню і отриманий комбінований окислювач подають на деструкцію і окислення суміші фільтратів-1,2 і 3. Під дією комбінованого окислювача органічні сполуки перетворюються на газоподібні продукти, переважно на оксид вуглецю, і воду. Газоподібні продукти направляють у спецвентиляцію. Очищений від органічних домішок розчин у вигляді радіоактивної суспензії, утриманої нерозчинними у воді оксидами, гідроксидами, гідроксосолями та ін., піддають згущенню. При цьому з окисленої суміші фільтратів-1,2 і 3 отримують згущену радіоактивну суспензію і очищений розчин. Очищений розчин повертають у Блок розмивання відпрацьованих фільтруючих матеріалів, а радіоактивну суспензію направляють у Блок підготовки та цементування радіоактивної суспензії. Радіоактивну суспензію з Блока деструкції органічних сполук і з Модуля дезактивації розмитих відпрацьованих фільтруючих матеріалів накопичують і готують для цементування. Накопичену радіоактивну суспензію промивають дистиллятом методом декантування і піддають згущенню до одержання заданого змісту твердої фази у осаді, що утримується. Очищений надосадовий розчин повертають у Блок розмивання відпрацьованих фільтруючих матеріалів. Згущену радіоактивну суспензію у заданій кількості накопичують у контейнері. У задану кількість радіоактивної суспензії подають задану кількість цементу і здійснюють цементування радіоактивної суспензії у контейнері. Отриману суміш піддають витримуванню. Контейнер з іммобілізованими ТРВ направляють на довгострокове зберігання або на захоронення.

Таким чином спосіб дезактивації радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів дозволяє приблизно в 1000...1200 разів зменшити обсяги залишкових твердих радіоактивних відходів, що утворюються в результаті переробки PPR. та направляються на захоронення або тривале зберігання.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб дезактивації радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів, що включає отримання зневодненого радіоактивного осаду і фільтрату, підготовку зневодненого радіоактивного осаду до складування, цементування підготовленого радіоактивного залишку сумішшю цементу і рідкої фази та здійснення витримки отриманої суміші, який **відрізняється** тим, що перед отриманням зневодненого радіоактивного осаду і фільтрату радіоактивні відпрацьовані фільтруючі матеріали в ємностях їх накопичення спочатку розмивають гідромеханічним впливом зворотного розчину та стисненого повітря, а потім здійснюють відбір і подавання розмитої суспензії радіоактивних відпрацьованих фільтруючих матеріалів на отримання напірно-вакуумним фільтруванням зневодненого радіоактивного кека-1 і фільтрату-1, зневоднений радіоактивний кек-1 готують до складування шляхом: промивання отриманого зневодненого кека-1 дистиллятом з отриманням промитого дистиллятом кека-2 і фільтрату-2, обробка промитого дистиллятом кека-2 гарячою водяною парою з отриманням обробленого гарячою водяною парою кека-3 і фільтрату-3, промивання обробленого гарячою водяною парою

кека-3 розчином кислоти з отриманням промитого кислотою кека-4 і фільтрату-4, обробка промитого кислотою кека-4 кислим розчином тривалентного металу, наприклад нітрату заліза-3 з отриманням обробленого кислим розчином тривалентного металу кека-5 і фільтрату-5, промивання обробленого кислим розчином тривалентного металу кека-5 дистиллятом з отриманням промитого дистиллятом кека-6 і фільтрату-6, обробка промитого дистиллятом кека-6 розчином лугу з отриманням промитого лугом кека-7 і фільтрату-7, промивання обробленого розчином лугу кека-7 дистиллятом з отриманням промитого дистиллятом кека-8 і фільтрату-8, просушування промитого дистиллятом кека-8 стислим повітрям з отриманням нерадіоактивного залишку, вивантаження нерадіоактивного залишку і складування його на полігоні для нерадіоактивних відходів, накопичення і взаємної нейтралізації фільтратів 4...8 з отриманням радіоактивної суспензії, згущення радіоактивної суспензії з отриманням згущеного продукту із заданим вмістом рідкої фази та надосадового розчину, накопичення фільтратів-1...3 та надосадового розчину і деструкції органічних сполук, які містяться в цій суміші, комбінованим окислювачем у вигляді суміші озонованого кисню и розчину перекису водню з отриманням радіоактивної суспензії, очищеного від органічних сполук розчину та газоподібних речовин, переважно оксиду вуглецю, підготовку радіоактивного залишку накопиченням заданої порції радіоактивної суспензії у контейнері, використання при цементуванні сумішшю цементу і рідкої фази як рідкої фази вищезгаданої згущеної радіоактивної суспензії.

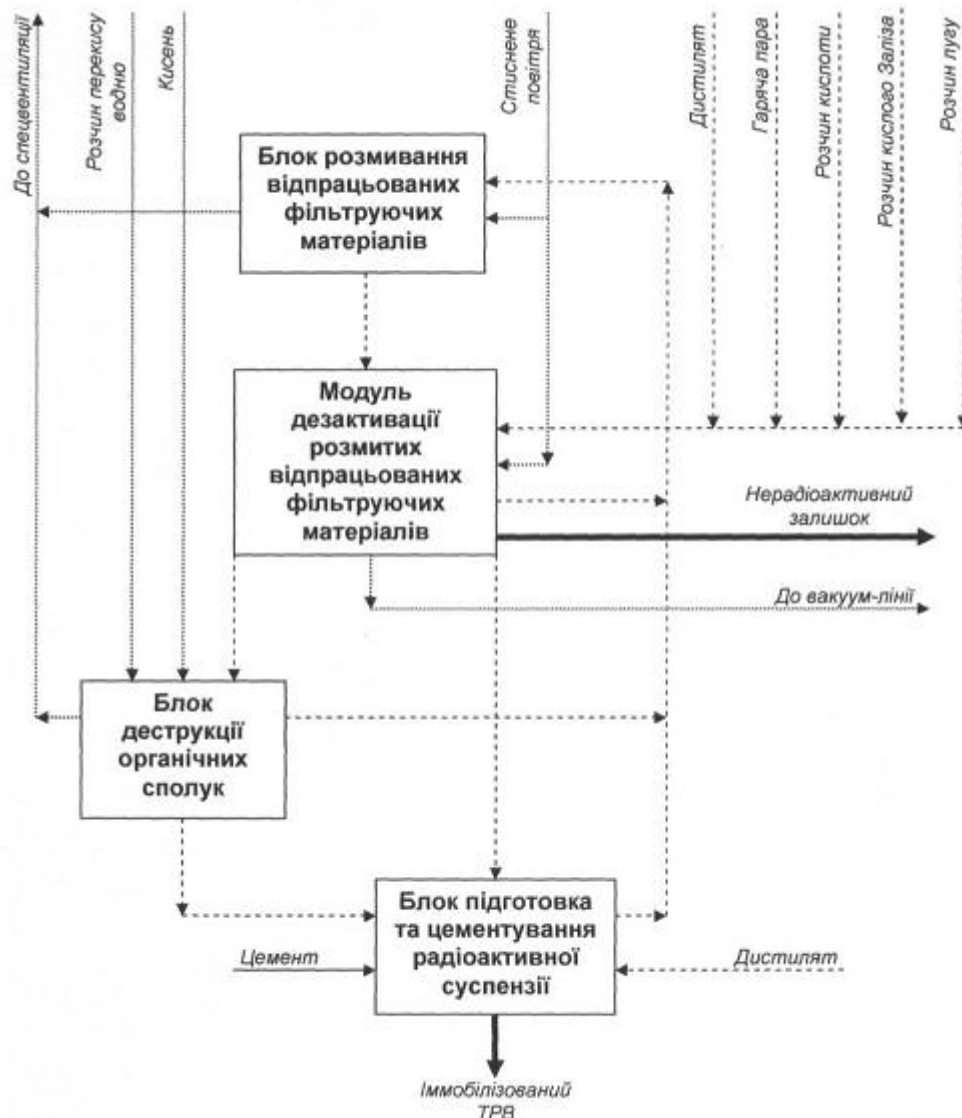


Fig. 1



Фіг. 2



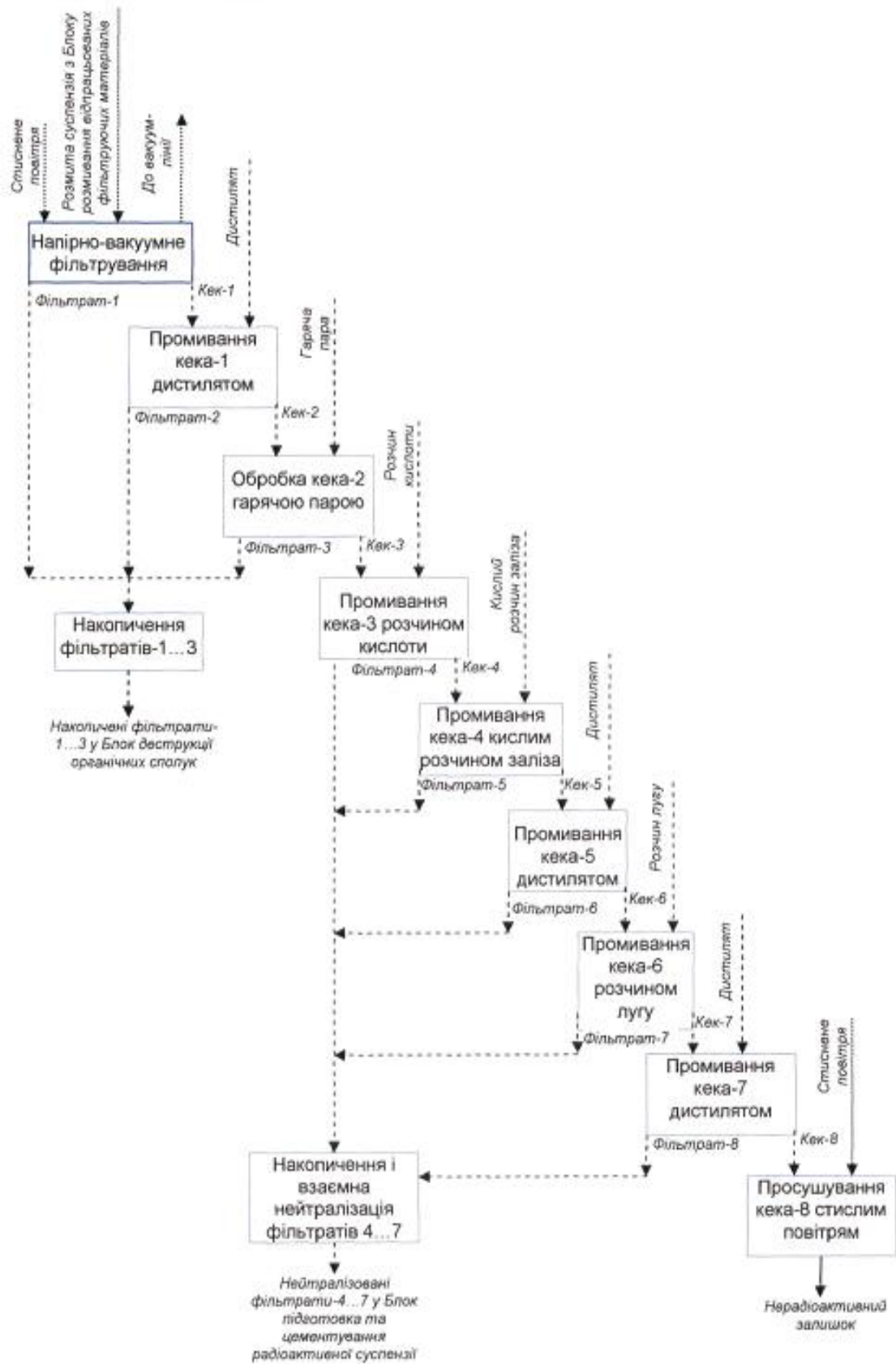


Fig. 3



Фіг. 4



Фіг. 5