



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **112725** (13) **C2**  
(51) МПК (2016.01)  
**G21F 9/00**  
**B01D 24/46** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

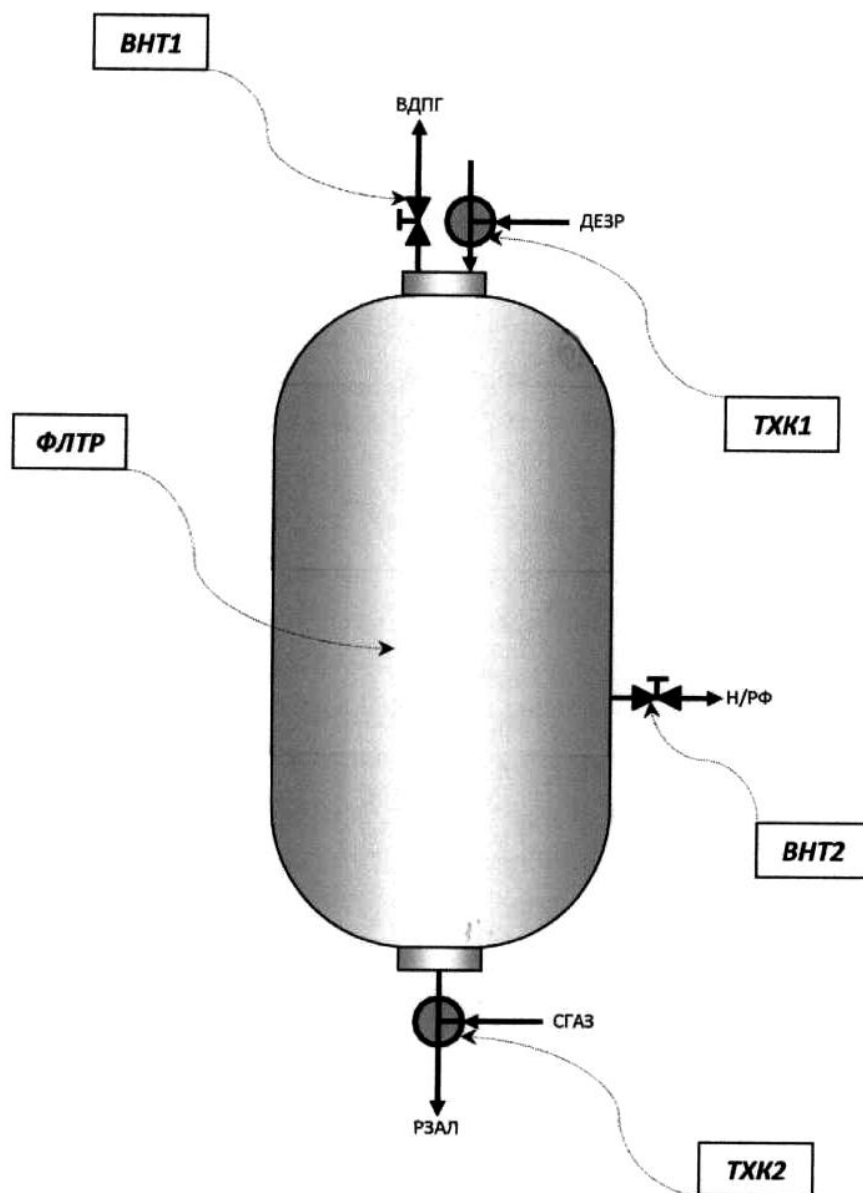
**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2015 09238</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Іванець Валерій Григорович (UA),</b> <b>Корякін Володимир Михайлович (UA),</b> <b>Гайдін Олександр Володимирович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>25.09.2015</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>Іванець Валерій Григорович,</b> вул. Боголюбова, 14, кв. 160, с. Софіївська Борщагівка, Києво-Святошинський р-н, 08131 (UA)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>10.10.2016</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 23970004 C1, 20.08.2010 RU 2002102823, 10.05.2005 UA 93510 U, 10.10.2014 UA 93511 U, 10.10.2014 US 4710318 A, 01.12.1987 US 6165367 A, 26.12.2000 US 4116863 A, 26.09.1978 US 3993558 A, 23.11.1976 US 5630785 A, 20.05.1997 Гавриш В.М., Черникова М.П., Іванець В.Г. Обзор вариантов переработки отработанных ионообменных смол // Ядерна та радіаційна безпека. - 1 (45). - 2010. - С. 25-28
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку: <b>10.03.2016, Бюл.№ 5</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.10.2016, Бюл.№ 19</b>	

**(54) СПОСІБ ДЕЗАКТИВАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ФІЛЬТРУЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ В МЕХАНІЧНИХ ФІЛЬТРАХ АЕС МЕТОДОМ ЗМІШУВАННЯ****(57) Реферат:**

Винахід належить до сфери видалення радіоактивних компонентів з технологічних вод атомних електростанцій на механічних фільтрах. Спосіб дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів у механічних фільтрах АЕС методом змішування включає видалення з робочого об'єму механічного фільтра залишків розчину, що фільтрується, приготування кислого розчину сульфатів три- і/або чотиривалентних катіонів з групи:  $Mn^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$ ,  $Mn^{4+}$ , перемішування стисненням газом із подальшим відведенням відпрацьованого газу в систему спецвентиляції та заповнення робочого об'єму механічного фільтра з фільтруючим наповнювачем. Відпрацьований регенераційний радіоактивний розчин видаляють з робочого об'єму механічного фільтра після закінчення перемішування і направляють на подальшу переробку, яку здійснюють нейтралізацією лужним агентом з групи:  $NaOH$ ,  $KOH$ ,  $Ca(OH)_2$ . Утворену радіоактивну суспензію гідроксидів подають на затвердіння. Операції заповнення, перемішування та видалення повторюють до повної дезактивації. Дезактивований матеріал вивантажують і відправляють на полігон для нерадіоактивних відходів та/або на використання як вторинної сировини. Технічним результатом винаходу є зниження обсягів РРВ, що утворюються при дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів механічних фільтрів АЕС.

**UA 112725 C2**



Винахід належить до сфери видалення радіоактивних компонентів з технологічних вод атомних електростанцій на механічних фільтрах, зокрема до дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів у вигляді зернистого наповнювача типу БАВ, що застосовуються на АЕС та в інших галузях промисловості, які мають справу з радіоактивними розчинами, забрудненими радіоактивними домішками.

Відомий спосіб промивання напірного фільтра з крупнозернистим антрацитово-кварцовим наповнювачем (див., наприклад, опис винаходу до патенту РФ 2397004 С1). Відомий спосіб належить до технології регенерації фільтруючого наповнювача напірних фільтрів систем промислового та питного водопостачання. Спосіб включає на першому етапі барботування наповнювача шляхом подавання в наповнювач стисненого повітря з питомою витратою від 0,6 до 1,2 м<sup>3</sup>/(хв\*м<sup>2</sup>) при нормальних умовах протягом 6÷10 хв і на другому етапі відмивання наповнювача шляхом подавання в наповнювач води питомою витратою від 0,6 до 1,2 м<sup>3</sup>/(хв\*м<sup>2</sup>) протягом 6÷10 хв. На другому етапі періодичне відмивання здійснюють з розширенням наповнювача на 10÷15 % шляхом подавання в наповнювач води питомою витратою від 1,8 до 2,1 м<sup>3</sup>/(хв\*м<sup>2</sup>) протягом 3÷4 хв. Технічний результат: підвищення ефективності та економічності промивання напірного фільтра.

Недоліком відомого способу промивання напірного фільтра з крупнозернистим антрацитово-кварцовим наповнювачем є відсутність можливості використання його для дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів у вигляді зернистого наповнювача типу БАВ, що застосовуються на АЕС.

Відомий також спосіб регенерації фільтруючого наповнювача в резервуарах для очищення води (див., наприклад, заявку на винахід RU 2002102823 А, МПК 7 В01D24/00, В01D24/46). Даний спосіб регенерації фільтруючого наповнювача в резервуарах для очищення води включає послідовне проведення наступних операцій: спорожнення резервуара з фільтром від залишків води; приготування спеціального регенеруючого розчину в окремій ємності; затоплення на фіксований час башти з фільтруючим наповнювачем спеціальним регенеруючим розчином; скидання забрудненого регенеруючого розчину, що містить розчинені шкідливі речовини, з башти резервуара в окрему ємність; відновлення подавання вихідної води, що очищується, в резервуар для промивання фільтруючого наповнювача від залишків забрудненого регенеруючого розчину; включення резервуара в систему водоочищення та водопідготовки.

Спосіб регенерації фільтруючого наповнювача в резервуарах для очищення води (заявка на винахід RU 2002102823 А) є найбільш близьким до способу, що заявляється, дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів у механічних фільтрах АЕС методом змішування, і вибраний як прототип.

Суттєвими ознаками вибраного прототипу (способу регенерації фільтруючого наповнювача в резервуарах для очищення води), які збігаються зі способом, що заявляється, дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів у механічних фільтрах АЕС методом змішування, є:

- видалення з робочого об'єму механічного фільтра залишків розчину, що фільтрується,
- приготування спеціального регенеруючого розчину в окремій ємності,
- заповнення на фіксований час робочого об'єму механічного фільтра з фільтруючим наповнювачем спеціальним регенеруючим розчином,
- скидання забрудненого регенеруючого розчину, що містить шкідливі речовини, з робочого об'єму механічного фільтра в окрему ємність.

Суттєвими ознаками способу, що заявляється, дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів у механічних фільтрах АЕС методом змішування, які відрізняються від способу регенерації фільтруючого наповнювача в резервуарах для очищення води, є:

- використання в ролі спеціального регенеруючого розчину кислих розчинів сульфатів три- і/або чотиривалентних катіонів з групи: Mn<sup>3+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Ti<sup>4+</sup>, Mn<sup>4+</sup>, переважно, Fe<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup>,
- безперервне або періодичне перемішування при заданій температурі стисненим газом, що подається, робочого об'єму механічного фільтра, заповненого на фіксований час кислим розчином сульфатів три- і/або чотиривалентних катіонів, з подальшим відведенням відпрацьованого газу в систему спецвентиляції,
- видалення відпрацьованого регенераційного радіоактивного розчину з робочого об'єму механічного фільтра після закінчення перемішування протягом фіксованого часу стисненим газом робочого об'єму механічного фільтра і направлення утвореного відпрацьованого регенераційного розчину на подальшу переробку,
- здійснення подальшої переробки видаленого з робочого об'єму механічного фільтра відпрацьованих регенераційних розчинів нейтралізацією їх лужним агентом з групи: NaOH,

КОН,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  або регенерат аніонообмінних фільтрів, переважно, NaOH, регенерат аніонообмінних фільтрів,

- подавання утвореної радіоактивної суспензії гідроксидів на затвердіння,

- повторення операцій: 1) заповнення робочого об'єму фільтра кислим розчином сульфатів

5 три- і/або чотиривалентних катіонів, 2) перемішування протягом фіксованого часу стисненням газом робочого об'єму механічного фільтра, 3) видалення відпрацьованого регенераційного розчину на подальшу переробку і 4) нейтралізації відпрацьованого регенераційного розчину лужним агентом до отримання відпрацьованого фільтруючого матеріалу з питомою активністю, що забезпечує звільнення його від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення

10 та/або необмежене повторне використання,  
 - вивантаження дезактивованого відпрацьованого фільтруючого матеріалу з механічного фільтра і відправлення його на полігон для нерадіоактивних відходів та/або на використання в ролі вторинної сировини.

15 В основу технічного рішення, що заявляється (способу дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів у механічних фільтрах АЕС методом змішування), поставлено задачу за рахунок видалення з відпрацьованих фільтруючих матеріалів механічних фільтрів АЕС радіоактивних компонентів шляхом витіснення їх дезактивуючим розчином з хімічним потенціалом розчинених катіонів та аніонів, більшим за хімічний потенціал радіонуклідів в твердій фазі відпрацьованого фільтруючого матеріалу, забезпечити дезактивацію

20 відпрацьованих фільтруючих матеріалів механічних фільтрів АЕС до питомого рівня активності, який забезпечує звільнення їх від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення та/або необмежене повторне використання.  
 Очікуваним технічним результатом технічного рішення, що заявляється (способу дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів у механічних фільтрах АЕС методом

25 змішування), є зниження обсягів РРВ, що утворюються при дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів механічних фільтрів АЕС. За рахунок зниження обсягів РРВ відбувається зменшення витрат на тимчасове зберігання відпрацьованих фільтруючих матеріалів механічних фільтрів АЕС.  
 Зазначений технічний результат досягається за рахунок того, що в способі дезактивації

30 відпрацьованих фільтруючих матеріалів у механічних фільтрах АЕС методом змішування, що включає видалення з робочого об'єму механічного фільтра залишків розчину, що фільтрується, приготування спеціального регенеруючого розчину в окремій ємності, заповнення на фіксований час робочого об'єму механічного фільтра з фільтруючим наповнювачем, спеціальним регенеруючим розчином і скидання забрудненого регенеруючого розчину, що містить шкідливі речовини, з робочого об'єму механічного фільтра в окрему ємність, відповідно до технічного рішення, що заявляється:

35 - як спеціальний регенеруючий розчин використовують кислі розчини сульфатів три- і/або чотиривалентних катіонів з групи:  $\text{Mn}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Mn}^{4+}$ , переважно,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  
 - робочий об'єм механічного фільтра, заповненого на фіксований час кислим розчином

40 сульфатів три- і/або чотиривалентних катіонів, безперервно або періодично перемішують при заданій температурі стисненням газом, із подальшим відведенням відпрацьованого газу в систему спецвентиляції,  
 - відпрацьований регенераційний радіоактивний розчин видаляють з робочого об'єму

45 механічного фільтра після закінчення перемішування протягом фіксованого часу стисненням газом робочого об'єму механічного фільтра і направляють отриманий відпрацьований регенераційний розчин на подальшу переробку,  
 - подальшу переробку видаленого з робочого об'єму механічного фільтра відпрацьованих

50 регенераційних розчинів здійснюють нейтралізацією лужним агентом з групи: NaOH, КОН,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  або регенерат аніонообмінних фільтрів, переважно, NaOH, регенерат аніонообмінних фільтрів, і подаванням утвореної радіоактивної суспензії гідроксидів на затвердіння,  
 - операції заповнення робочого об'єму фільтра кислим розчином сульфатів три- і/або чотиривалентних катіонів, перемішування протягом фіксованого часу стисненням газом робочого

55 об'єму механічного фільтра, видалення відпрацьованого регенераційного розчину на подальшу переробку і нейтралізацію відпрацьованих регенераційних розчинів лужним агентом повторюють до отримання відпрацьованого фільтруючого матеріалу з питомою активністю, яка забезпечує звільнення його від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення та/або необмежене повторне використання,  
 - дезактивований відпрацьований фільтруючий матеріал вивантажують з механічного

60 фільтра і відправляють на полігон для нерадіоактивних відходів та/або на використання як вторинної сировини.

Суть технічного рішення, що заявляється (способу дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів у механічних фільтрах АЕС методом змішування), полягає в наступному.

При використанні як спеціального регенеруючого розчину кислих розчинів сульфатів три- і/або чотиривалентних катіонів з групи:  $Mn^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$ ,  $Mn^{4+}$ , переважно,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ , при безперервному або періодичному перемішуванні при заданій температурі стисненим газом робочого об'єму механічного фільтра, заповненого на фіксований час кислим розчином сульфатів три- і/або чотиривалентних катіонів, з подальшим відведенням відпрацьованого газу в систему спецвентиляції, при видаленні відпрацьованого регенераційного радіоактивного розчину з робочого об'єму механічного фільтра після закінчення перемішування протягом фіксованого часу стисненим газом робочого об'єму механічного фільтра і направленні утвореного відпрацьованого регенераційного розчину на подальшу переробку, при здійсненні подальшої переробки видаленого з робочого об'єму механічного фільтра відпрацьованого регенераційного розчину нейтралізацією його лужним агентом з групи:  $NaOH$ ,  $KOH$ ,  $Ca(OH)_2$  або регенерат аніонообмінних фільтрів, переважно  $NaOH$ , регенерат аніонообмінних фільтрів, і поданні утвореної радіоактивної суспензії гідроксидів на затвердіння, при повторенні операцій: 1) заповнення робочого об'єму фільтра кислим розчином сульфатів три- і/або чотиривалентних катіонів, 2) перемішування протягом фіксованого часу стисненим газом робочого об'єму механічного фільтра, 3) видалення відпрацьованого регенераційного розчину на подальшу переробку і 4) нейтралізації відпрацьованого регенераційного розчину лужним агентом до отримання відпрацьованого фільтруючого матеріалу з питомою активністю, що забезпечує звільнення його від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення та/або необмежене повторне використання та при вивантаженні дезактивованого відпрацьованого фільтруючого матеріалу з механічного фільтра і відправленні його на полігон для нерадіоактивних відходів та/або на використання в ролі вторинної сировини, за рахунок видалення з відпрацьованих фільтруючих матеріалів механічних фільтрів радіоактивних компонентів шляхом витіснення їх дезактивуючими розчинами з хімічним потенціалом розчинених катіонів та аніонів, більшим за хімічний потенціал радіонуклідів у твердій фазі фільтруючих матеріалів механічних фільтрів, забезпечується дезактивація відпрацьованих фільтруючих матеріалів механічних фільтрів до питомого рівня активності, який забезпечує звільнення їх від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення та/або необмежене повторне використання.

Таким чином, сукупність відмітних суттєвих ознак технічного рішення, що заявляється (способу дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів у механічних фільтрах АЕС методом змішування), веде до зниження обсягів РРВ, що утворюються при регенерації механічних фільтрів АЕС, і зменшення витрат на тимчасове зберігання відпрацьованих фільтруючих матеріалів механічних фільтрів, тобто до досягнення зазначеного технічного результату.

Суть способу дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів у механічних фільтрах АЕС методом змішування ілюструється також принциповою схемою апаратурного оформлення процесу, наведеною на кресленні.

На кресленні зображено апаратурне оформлення процесу дезактивації механічних фільтрів АЕС методом змішування. Умовні позначення на кресленні:

ДЕЗР - розчин сульфату багатовалентного металу, що вводиться в робочий об'єм механічного фільтра для витіснення радіоактивних компонентів,

СГАЗ - стиснений газ, що подається безперервно або періодично для перемішування відпрацьованого фільтруючого матеріалу механічного фільтра в розчині сульфату багатовалентного металу,

ВДПГ - відпрацьований газ, що утворюється при перемішуванні відпрацьованого фільтруючого матеріалу механічного фільтра в розчині сульфату багатовалентного металу, що направляється до спецвентиляції,

РЗАЛ - радіоактивні залишки у вигляді регенераційних розчинів, що нейтралізуються лужним агентом і скидаються на подальшу переробку,

Н/РФ - нерадіоактивний відпрацьований фільтруючий матеріал механічного фільтра, вивантажений з робочого об'єму механічного фільтра, з рівнем активності, що забезпечує звільнення його від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення і/або необмежене повторне використання, ФЛТР - фільтр з відпрацьованим фільтруючим матеріалом,

ТХК1 - триходовий кран, що забезпечує подавання розчину сульфату багатовалентного металу,

ТХК2 - триходовий кран, що забезпечує подавання стисненого газу або утворених радіоактивних залишків,

ВНТ1 - запірний вентиль на магістралі відводу відпрацьованого газу,

ВНТ2 - запірний вентиль на магістралі вивантаження відпрацьованого фільтруючого матеріалу.

Застосування способу, що заявляється, дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів у механічних фільтрах АЕС методом змішування ілюструється наступним прикладом конкретного здійснення.

Приклад. З робочого об'єму механічного фільтра (МФ) повністю видаляють залишки розчину, що фільтрується. В окремій ємності приготували спеціальний регенеруючий розчин. В ролі спеціального регенеруючого розчину використовували кислий розчин сульфату заліза-3 з концентрацією 6,5 %. Кислим розчином сульфату заліза-3 заповняли робочий об'єм МФ з відпрацьованим фільтруючим матеріалом. Кислий розчин сульфату заліза-3 витримували в робочому об'ємі МФ протягом 14 годин. При цьому робочий об'єм МФ періодично (по 15 хв через кожні 45 хв) перемішували стисненим повітрям, що подається, при температурі 25 °C і тиску 6 атм. Відпрацьоване повітря відводили в систему спецвентиляції.

Після закінчення перемішування протягом 14 годин стисненим повітрям робочого об'єму МФ відпрацьований регенераційний радіоактивний розчин видаляли з робочого об'єму МФ і направляли отриманий відпрацьований регенераційний розчин на подальшу переробку шляхом скидання забрудненого регенеруючого розчину, що містить шкідливі речовини, з робочого об'єму МФ в окрему ємність.

Подальшу переробку видаленого з робочого об'єму МФ відпрацьованого регенераційного розчину здійснювали нейтралізацією лужним агентом. В ролі лужного агента використовували лужний розчин їдкого натру (NaOH) з концентрацією 5 %. Утворену радіоактивну суспензію гідроксидів подавали на затвердіння.

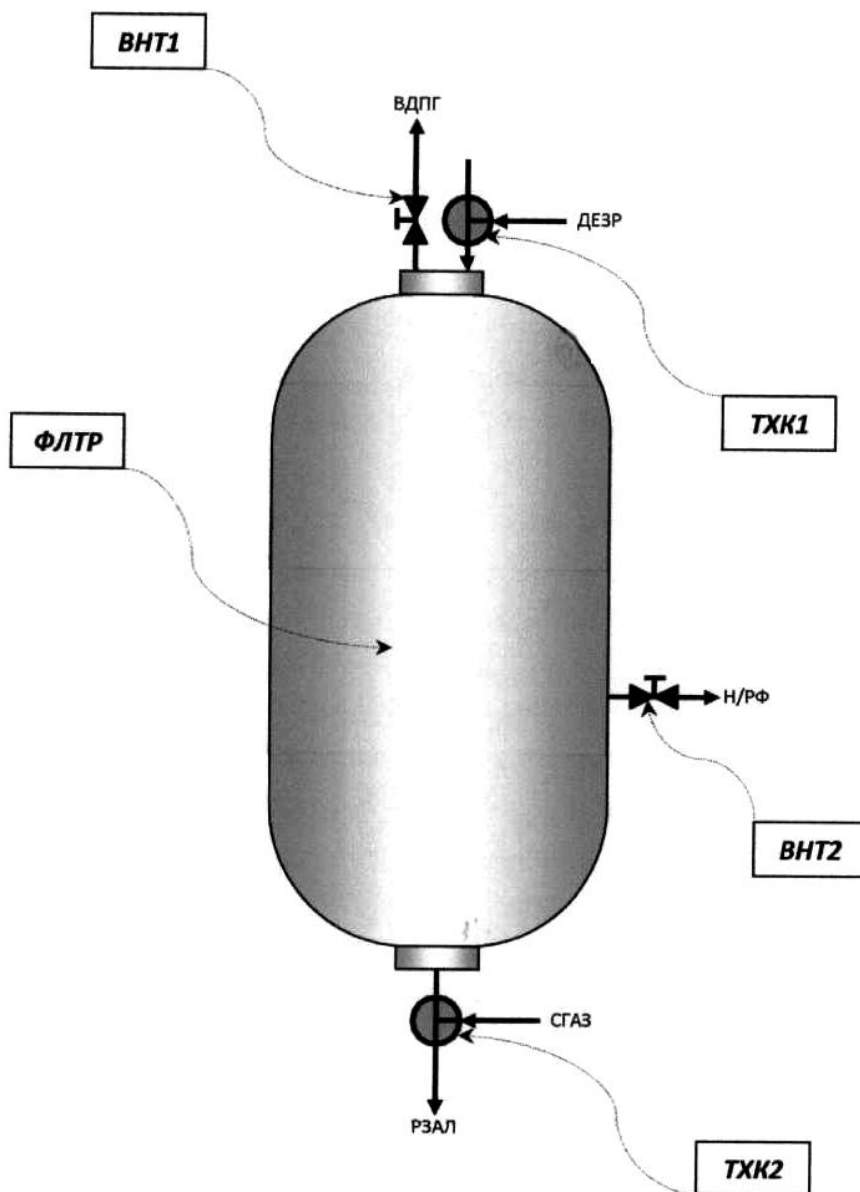
Операції заповнення робочого об'єму МФ кислим розчином сульфату заліза-3, перемішування протягом 14 годин стисненим повітрям робочого об'єму МФ, видалення відпрацьованих регенераційних розчинів на нейтралізацію розчином NaOH повторювали 7 разів до отримання відпрацьованого регенераційного розчину і фільтруючого матеріалу з питомою активністю  $1,76 \cdot 10^{-11}$  Ки/кг, що забезпечувало звільнення дезактивованого фільтруючого матеріалу від регулюючого контролю, тобто давало можливість нелімітованого захоронення та/або необмеженого повторного використання.

Після здійснення процесу дезактивації відпрацьований фільтруючий матеріал вивантажували з механічного фільтра і відправляли на полігон для нерадіоактивних відходів.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб дезактивації відпрацьованих фільтруючих матеріалів в механічних фільтрах АЕС методом змішування, що включає видалення з робочого об'єму механічного фільтра залишків розчину, що фільтрується, приготування спеціального регенеруючого розчину в окремій ємності, заповнення на фіксований час робочого об'єму механічного фільтра з фільтруючим наповнювачем спеціальним регенеруючим розчином і скидання забрудненого регенеруючого розчину, що містить шкідливі речовини, з робочого об'єму механічного фільтра в окрему ємність, який **відрізняється** тим, що як спеціальний регенеруючий розчин використовують кислі розчини сульфатів три- і/або чотиривалентних катіонів з групи:  $Mn^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$ ,  $Mn^{4+}$ , переважно  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ , при цьому робочий об'єм механічного фільтра, заповненого на фіксований час кислим розчином сульфатів три- і/або чотиривалентних катіонів, безперервно або періодично перемішують при заданій температурі стисненим газом, що подається, із подальшим відведенням відпрацьованого газу в систему спецвентиляції, та відпрацьований регенераційний радіоактивний розчин видаляють з робочого об'єму механічного фільтра після закінчення перемішування протягом фіксованого часу стисненим газом робочого об'єму механічного фільтра і направляють отриманий відпрацьований регенераційний розчин на подальшу переробку, причому подальшу переробку видаленого з робочого об'єму механічного фільтра відпрацьованого регенераційного розчину здійснюють нейтралізацією лужним агентом з групи: NaOH, KOH,  $Ca(OH)_2$  або регенерат аніонообмінних фільтрів, переважно, NaOH, і подачею утвореної радіоактивної суспензії гідроксидів на затвердіння, а операції заповнення робочого об'єму фільтра кислим розчином сульфатів три- і/або чотиривалентних катіонів, перемішування протягом фіксованого часу стисненим газом робочого об'єму механічного фільтра, видалення відпрацьованого регенераційного розчину на подальшу переробку і нейтралізації відпрацьованого регенераційного розчину лужним агентом повторюють до отримання відпрацьованого фільтруючого матеріалу з питомою активністю, яка забезпечує звільнення його від регулюючого контролю, тобто нелімітоване захоронення та/або необмежене

повторне використання, крім того дезактивований відпрацьований фільтруючий матеріал вивантажують з механічного фільтра і відправляють на полігон для нерадіоактивних відходів та/або на використання як вторинної сировини.



Комп'ютерна верстка Т. Вахричева

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601